



**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS  
*OUTPUT BASED LEARNING* DAN PENGARUHNYA TERHADAP  
KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF DAN INOVATIF  
MAHASISWA DALAM MENYELESAIKAN  
MASALAH *H-IRREGULARITY***

**TESIS**

Oleh:

**Diana Mutdaifa Osy Suni**

**NIM 180220101007**

**PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN MATEMATIKA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2020**



**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS  
*OUTPUT BASED LEARNING* DAN PENGARUHNYA TERHADAP  
KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF DAN INOVATIF  
MAHASISWA DALAM MENYELESAIKAN  
MASALAH *H-IRREGULARITY***

**TESIS**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Magister Pendidikan Matematika (S2) dan mencapai gelar Master Pendidikan

Oleh:

**Diana Mutdaifa Osy Suni**

**NIM 180220101007**

**PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN MATEMATIKA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2020**

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga karya tulis ini dapat terselesaikan. Karya yang sederhana ini saya persembahkan kepada:

1. Ayahanda Alm. Suhartono dan Ibunda Sri Anjarwani, S.Pd tercinta, terima kasih atas curahan kasih sayang dan doa serta dukungan yang selalu terucap demi masa depanku yang cerah dan penuh berkah;
2. Kakakku Septian Hadinata dan Adikku Putra Akbar Kurniawan, terima kasih atas doa dan motivasi untukku selama ini;
3. Bapak dan Ibu Dosen Magister Pendidikan Matematika, khususnya Prof. Drs, Dafik, M.Sc.,Ph.D dan Prof. I Made Tirta, M.Sc., Ph.D selaku dosen pembimbing I dan II yang telah memberikan saran dan dukungan penuh atas penyelesaian tesis ini;
4. Teman- teman seperjuangan RG Combinatorics 2019 (Hayyu, Lelita, Miftah, Stenly, Syamsi, Budi, Lisa, Aljabar, dan Mega) yang selalu berbagi suka maupun duka dan yang selalu memberi semangat dalam menyelesaikan penulisan tesis ini;
5. CGANT *Research Group* (Ika Hesti Agustin, Rossanita Nisviasari, Ridho Alfarisi, Dwi Agustin Retno Wardani, Robiathul Adawiyah, Elsa Yuli Kurniawati, Rafiantika Megahnia Prihandini, Ermita Riski Albiri) atas bimbingannya dalam membantu penyelesaian tesis ini;
6. Teman-teman seperjuangan Magister Pendidikan Matematika angkatan 2018;
7. Semua pihak yang telah membantu terselesainya tesis ini.

Terimakasih yang sebesar-besarnya untuk semua, akhir kata saya persembahkan tesis ini untuk semua yang saya sayangi. Dan semoga tesis ini dapat bermanfaat dan berguna untuk kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang, Amin.

Jember, Januari 2020

Penulis

**HALAMAN MOTTO**



“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain, dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap.”

(terjemahan QS Al-Insyirah ayat 6-8)

“Sesuatu mungkin mendatangi mereka yang mau menunggu, namun hanya didapatkan oleh mereka yang bersemangat mengejarnya.”

(Abraham Lincoln)

“Jangan lihat masa lampau dengan penyesalan, jangan pula lihat masa depan dengan ketakutan, tapi lihatlah sekitar anda dengan penuh kesadaran.”

(Mark Twain)

**HALAMAN PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : DIANA MUTDAIFA OSY SUNI

NIM : 180220101007

Program Studi : Magister Pendidikan Matematika

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis yang berjudul: **“Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis *Output Based Learning* dan Pengaruhnya Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif dan Inovatif Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah *H-Irregularity*”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya dan belum diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Januari 2020

Yang menyatakan,

Diana Mutdaifa Osy Suni

NIM. 180220101007

**TESIS**

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS *OUTPUT  
BASED LEARNING* DAN PENGARUHNYA TERHADAP KETERAMPILAN  
BERPIKIR KREATIF DAN INOVATIF MAHASISWA DALAM  
MENYELESAIKAN MASALAH *H-IRREGULARITY*

Oleh

Diana Mutdaifa Osy Suni

NIM 180220101007

Dosen Pembimbing I : Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.

Dosen Pembimbing II : Prof. Drs. I Made Tirta, M.Sc., Ph.D.

**HALAMAN PENGAJUAN**

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS *OUTPUT  
BASED LEARNING* DAN PENGARUHNYA TERHADAP KETERAMPILAN  
BERPIKIR KREATIF DAN INOVATIF MAHASISWA DALAM  
MENYELESAIKAN MASALAH *H-IRREGULARITY*

**TESIS**

Diajukan untuk dipertahankan di depan Tim Penguji sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Program Magister Pendidikan Matematika pada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Nama Mahasiswa : Diana Mutdaifa Osy Suni  
Nim : 180220101007  
Jurusan : Pendidikan MIPA  
Program Studi : Magister Pendidikan Matematika  
Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Angkatan Tahun : 2018  
Daerah Asal : Jember  
Tempat, Tanggal Lahir : Jember, 31 Oktober 1994

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

Prof. Drs. Dafik, M.Sc, Ph.D.  
NIP. 19680802 199303 1 004

Prof. Drs. I Made Tirta, M.Sc., Ph.D.  
NIP. 19591220 198503 1 002

**HALAMAN PENGESAHAN**

Tesis berjudul “**Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis *Output Based Learning* dan Pengaruhnya Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif dan Inovatif Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah *H-Irregularity***” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember pada:

Hari : Jumat

Tanggal : 10 Januari 2020

Tempat : Gedung III FKIP Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Prof. Drs. Dafik, M.Sc, Ph.D.  
NIP. 19680802 199303 1 004

Prof. Drs. I Made Tirta, M.Sc., Ph.D.  
NIP. 19591220 198503 1 002

Anggota I,

Anggota II,

Anggota III,

Dr. Alfian Futuhul Hadi, S.Si., M.Si.  
NIP. 197407192 000121 001

Dr. Hobri, S.Pd, M.Pd.  
NIP. 197305061 997021 001

Dr. Susanto, M.Pd.  
NIP. 196306161 988021 001

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Jember

Prof. Drs. Dafik, M.Sc, Ph.D.  
NIP. 19680802 199303 1 004

## RINGKASAN

**Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis *Output Based Learning* dan Pengaruhnya Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif dan Inovatif Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah *H-Irregularity***; Diana Mutdaifa Osy Suni, 180220101007; 2020; 109 halaman; Program Studi Magister Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

Seiring dengan perkembangan zaman yang semakin pesat, peran pendidikan menjadi sangat penting dalam mempersiapkan peserta didik agar memiliki keterampilan abad 21. Abad ke-21 dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologinya menuntut beberapa perubahan dalam dunia pendidikan. Kemampuan yang harus dimiliki mahasiswa pada abad ke-21 yang telah didominasi dengan teknologi berfokus pada kemampuan berpikir tingkat tinggi. Menurut P21 (*Partnership for 21<sup>st</sup> century learning*) perubahan di dunia pendidikan harus terus dilakukan seiring dengan perkembangan dunia yang semakin cepat, sehingga seluruh peserta didik memperoleh pengetahuan dan keterampilan yang cukup dalam menghadapi tantangan baru di masa depan. Hasil dari penelitian yang dilakukan oleh P21 menyimpulkan bahwa keterampilan yang dibutuhkan pada abad ke-21 adalah *learning and innovation skills, information, media and technology skills, life and career skills*. Dari segi aspek *learning and innovation skills* terdapat beberapa indikator yang diharapkan ada pada abad ke-21 yaitu *creativity and innovation, critical thinking and problem solving, communication, collaboration*. Dengan demikian, kemampuan berpikir kreatif dan inovatif menjadi salah satu hal yang penting dan perlu diperhatikan dalam dunia pendidikan untuk menuju tuntutan pada abad ke-21.

Salah satu alternatif model pembelajaran yang bisa digunakan untuk pembelajaran yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif dan inovatif yaitu *output based learning* (OBL). Benati (2001: 107) menjelaskan bahwa OBL memiliki bentuk karakteristik yaitu presentasi dari semua bentuk masa depan dengan cara yang paradigmatik dan penggunaan kegiatan di mana peserta didik harus berlatih memproduksi formulir masa depan yang benar. Dalam penelitian

ini, peneliti melakukan pengembangan perangkat pembelajaran menggunakan model OBL yang bertujuan untuk mengetahui adanya pengaruh keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *H-irregularity*.

Pada konsep *H-irregularity*, mahasiswa diharapkan mampu membuat penemuan terkait *H-irregularity*. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan memiliki rata-rata keseluruhan skor validasi satuan acara perkuliahan (SAP) sebesar 3,69 (92,188%); LKM sebesar 3,82 (95,49%); post tes sebesar 3,71 (92,71%). Berdasarkan kriteria kevalidan, jika skor validasi berada pada rentang  $3 \leq V_r < 4$  maka SAP, LKM dan post tes yang dikembangkan oleh peneliti memenuhi kriteria valid. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan memenuhi kategori praktis berdasarkan penilaian pengamatan aktivitas dosen pada pertemuan pertama mencapai 3,67 (91,75%) dan pada pertemuan kedua mencapai 3,89 (97,25%). Sehingga disimpulkan bahwa kriteria hasil observasi aktivitas dosen dan persentase skor memenuhi kriteria sangat baik. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan memenuhi kategori efektif berdasarkan penilaian pengamatan aktivitas mahasiswa pada pertemuan pertama mencapai 3,61 (90,25%) dan pada pertemuan kedua mencapai 3,72 (93%). Maka berdasarkan kriteria keaktifan mahasiswa skor rata-rata memenuhi kriteria sangat aktif. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil post tes antara kelas kontrol dan kelas eksperimen ada perbedaan yang signifikan setelah diterapkan OBL di dalam pembelajarannya. Kelas eksperimen dan kelas kontrol masing-masing sebesar 84,48 dan 71,45 artinya bahwa rata-rata hasil keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa kelas eksperimen lebih tinggi daripada rata-rata keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa kelas kontrol dan menunjukkan pembelajaran OBL berpengaruh lebih besar terhadap keterampilan berpikir kreatif dan inovatif. Nilai kelas eksperimen secara signifikan lebih baik karena didukung oleh pembelajaran OBL untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif dan inovatif. Hasil uji independent post tes diperoleh varians nilai sig. (2-tailed)  $0.000 < 0.05$ . Dapat disimpulkan bahwa hasil post tes antara kelas kontrol dan kelas eksperimen ada perbedaan yang signifikan setelah diterapkan OBL di dalam pembelajarannya.

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “**Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis *Output Based Learning* dan Pengaruhnya Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif dan Inovatif Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah *H-Irregularity***”.

Penyusunan tesis ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu pendidikan Universitas Jember;
2. Ketua Program Studi Magister Pendidikan Matematika FKIP Universitas Jember;
3. Para Dosen Program Studi Magister Pendidikan Matematika yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran;
4. Dosen pembimbing dan validator yang telah meluangkan waktu dan pikiran guna memberikan bimbingan dalam penyusunan tesis ini dengan penuh kesabaran;
5. Dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang sangat membantu dalam menyempurnakan tesis ini;
6. Teman- teman angkatan 2018, terimakasih atas dukungan, motivasi, doa serta bantuannya selama ini;
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu terselesainya tesis ini.

Semoga bantuan dan bimbingan yang telah diberikan mendapat balasan dari Allah SWT. Besar harapan bila segenap pemerhati memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan penulisan selanjutnya. Semoga tesis ini dapat bermanfaat. Amin.

Jember, Januari 2020

Penulis

**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>TESIS.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>14</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>15</b>
<b>DAFTAR GRAFIK .....</b>	<b>16</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian .....	4
1.4. Manfaat Penelitian .....	5
1.5. Spesifikasi Perangkat .....	5
1.6. Kebaruan Penelitian .....	6
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
2.1. <i>Output Based Learning</i> .....	7
2.2. Perangkat yang dikembangkan .....	8
2.2.1. Lembar Kerja Mahasiswa .....	8
2.2.2. Tes Hasil Belajar.....	10
2.3. Berpikir Kreatif dan Inovatif .....	12
2.4. <i>H-Irregularity</i> ... ..	17
2.5. Tinjauan Penelitian Terdahulu .....	19
2.6. Hipotesis Tindakan .....	19
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>20</b>
3.1. Definisi Operasional .....	20
3.2. Jenis Penelitian.....	20
3.3. Waktu dan Tempat Penelitian.....	23
3.4. Prosedur Penelitian .....	23

3.4.1. Tahap Pengembangan Perangkat .....	23
3.4.2. Metode Pengumpulan Data.....	28
3.4.3. Teknik Analisis Data .....	29
3.5. Penelitian Eksperimen .....	33
3.5.1. Populasi dan Sampel Penelitian .....	33
3.5.2. Desain Penelitian .....	34
3.5.3. Teknik Pengumpulan Data .....	35
3.5.3. Analisis Data.....	37
<b>BAB 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>39</b>
4.1. Proses Pengembangan Perangkat Pembelajaran .....	39
4.1.1. Tahap Pendefinisian ( <i>Define</i> ).....	39
4.1.2. Tahap Perancangan ( <i>Design</i> ).....	42
4.1.3. Tahap Pengembangan ( <i>Develop</i> ).....	45
4.1.4. Tahap Penyebaran ( <i>Disseminate</i> ).....	49
4.2. Hasil Pengembangan Perangkat.....	49
4.2.1. Hasil Analisis Data Validasi .....	50
4.2.2. Hasil Uji Coba Perangkat Pembelajaran .....	58
4.3. Pengaruh Perangkat Pembelajaran <i>Output Based Learning</i> .....	62
4.3.1. Analisis Hasil Pre Tes .....	62
4.3.2. Analisis Hasil Post Tes.....	71
4.3.3. Uji Hipotesis.....	80
4.3.4. Aktivitas <i>Output Based Learning</i> .....	83
4.4. Potret Fase.....	88
4.5. Monograf.....	99
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>104</b>
5.1. Kesimpulan .....	104
5.2. Saran.....	106
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>107</b>

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 2. 1 Tahapan <i>output based learning</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 2. 2 Indikator kreatifitas dan inovatif.....	14
Tabel 2. 3 Tingkat kemampuan berpikir kreatif dan inovatif .....	17
Tabel 3. 1 Kriteria kevalidan perangkat pembelajaran .....	30
Tabel 3. 2 Kriteria data hasil observasi aktivitas dosen .....	31
Tabel 3. 3 Kriteria data hasil observasi aktivitas mahasiswa.....	33
Tabel 3. 4 Skema desain penelitian.....	34
Tabel 3. 5 Tolak ukur dari instrumen.....	38
Tabel 4. 1 Daftar nama validator.....	45
Tabel 4. 2 Jadwal pelaksanaan uji coba .....	46
Tabel 4. 3 Rekapitulasi hasil validasi satuan acara perkuliahan .....	50
Tabel 4. 4 Revisi satuan acara perkuliahan .....	52
Tabel 4. 5 Rekapitulasi hasil validasi lembar kerja mahasiswa .....	53
Tabel 4. 6 Revisi lembar kerja mahasiswa .....	55
Tabel 4. 7 Rekapitulasi hasil validasi post tes.....	56
Tabel 4. 8 Revisi post tes .....	57
Tabel 4. 9 Rekapitulasi skor hasil observasi aktivitas dosen .....	58
Tabel 4. 10 Rekapitulasi hasil observasi aktivitas mahasiswa.....	59
Tabel 4. 11 Rekapitulasi hasil respon mahasiswa terhadap pembelajaran.....	60
Tabel 4. 12 Hasil uji normalitas pre tes kelas kontrol dan kelas eksperimen .....	69
Tabel 4. 13 Hasil pre tes rata-rata antara kelas eksperimen dan kelas kontrol ....	70
Tabel 4. 14 Hasil uji homogenitas pre tes pada kelas kontrol dan eksperimen ....	70
Tabel 4. 15 Hasil validitas soal .....	71
Tabel 4. 16 Tes hasil reliabilitas soal .....	72
Tabel 4. 17 Hasil uji normalitas post tes kelas kontrol dan kelas eksperimen.....	80
Tabel 4. 18 Rata-rata hasil post tes pada kelas kontrol dan kelas eksperimen.....	80
Tabel 4. 19 Hasil uji independen post tes pada kelas kontrol dan eksperimen.....	81

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3. 1 Desain <i>sequential exploratory</i> (Creswell dan Clark, 2007) .....	21
Gambar 3. 2 Alur model <i>Mixed Methods</i> .....	22
Gambar 3. 3 Tahapan model penelitian kombinasi.....	27
Gambar 3. 4 Indikator keterampilan berpikir kreatif dan inovatif.....	35
Gambar 4. 1 Peta konsep materi <i>H-irregularity</i> .....	41
Gambar 4. 2 Desain awal satuan acara perkuliahan.....	43
Gambar 4. 3 Desain awal lembar kerja mahasiswa.....	44
Gambar 4. 4 Definisi <i>H-irregularity</i> .....	84
Gambar 4. 5 Penentuan kardinalitas dari graf $L_6$ .....	85
Gambar 4. 6 Penentuan label titik, label sisi dan bobot total dari graf $L_6$ .....	85
Gambar 4. 7 Penentuan nilai total <i>H-irregularity strength (tHs)</i> dari graf $L_6$ .....	86
Gambar 4. 8 Distribusi aktivitas mahasiswa selama penerapan OBL .....	87
Gambar 4. 9 Persentase distribusi aktivitas OBL.....	87
Gambar 4. 10 Hasil pekerjaan mahasiswa 1 .....	89
Gambar 4. 11 Potret fase alur berpikir mahasiswa 1 .....	91
Gambar 4. 12 Hasil pekerjaan mahasiswa 2 .....	92
Gambar 4. 13 Potret fase alur berpikir mahasiswa 2 .....	93
Gambar 4. 14 Hasil pekerjaan mahasiswa 3 .....	94
Gambar 4. 15 Potret fase alur berpikir mahasiswa 3 .....	96
Gambar 4. 16 Hasil pekerjaan mahasiswa 4 .....	97
Gambar 4. 17 Potret fase alur berpikir mahasiswa 4 .....	98
Gambar 4. 18 Kombinasi potret fase mahasiswa .....	99
Gambar 4. 19 Monograf.....	100
Gambar 4. 20 Contoh pelabelan total graf tangga berlian ( $Dl_8, Dl_2$ ).....	100
Gambar 4. 21 Contoh pelabelan total graf tiga tangga melingkar ( $TCl_8, C_3$ ).....	101
Gambar 4. 22 Contoh pelabelan total graf prisma ( $Pr_{16}, C_4$ ) .....	101

**DAFTAR GRAFIK**

	Halaman
Grafik 4. 1 Persentase pre tes dari setiap indikator .....	62
Grafik 4. 2 Persentase hasil pre tes pada kelas kontrol .....	63
Grafik 4. 3 Rekapitulasi hasil pre tes pada kelas kontrol .....	66
Grafik 4. 4 Persentase hasil pre tes pada kelas eksperimen .....	66
Grafik 4. 5 Rekapitulasi hasil pre tes pada kelas eksperimen .....	69
Grafik 4. 6 Persentase post tes dari setiap indikator .....	73
Grafik 4. 7 Persentase hasil post tes pada kelas kontrol .....	73
Grafik 4. 8 Rekapitulasi hasil post tes pada kelas kontrol .....	76
Grafik 4. 9 Persentase hasil post tes pada kelas eksperimen.....	76
Grafik 4. 10 Rekapitulasi hasil post tes pada kelas eksperimen .....	79
Grafik 4. 11 Perbandingan rata-rata nilai pre tes dan post tes .....	82

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pendidikan merupakan pilar terpenting dalam kemajuan suatu bangsa, bahkan menjadi peran paling utama dalam kemajuan hidup manusia. Melalui pendidikan, seseorang dapat mengembangkan potensi yang dimilikinya dengan lebih terarah. Sebagaimana disebutkan dalam Undang-Undang SISDIKNAS no.20 tahun 2003 bahwa pendidikan nasional berfungsi dalam mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, bertujuan untuk berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab. Pendidikan juga diselenggarakan dengan memberi keteladanan, membangun kemauan, dan mengembangkan kreativitas peserta didik dalam proses pembelajaran. Dapat pula dikatakan bahwa Pancasila dan Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945 merupakan dasar pendidikan di Indonesia yang berakar pada nilai-nilai agama, kebudayaan nasional Indonesia dan tanggap terhadap tuntutan perubahan atau perkembangan zaman.

Seiring dengan perkembangan zaman yang semakin pesat, peran pendidikan menjadi sangat penting dalam mempersiapkan peserta didik agar memiliki keterampilan abad 21. Salah satu upaya untuk menjawab tantangan ini dengan merubah peran guru dari dari penyedia dan peyampai informasi menjadi fasilitator untuk berbagi informasi dan pengetahuan serta melatih kemampuan memecahkan masalah kepada peserta didik (Mayasari dkk, 2016: 48).

Abad ke-21 dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologinya menuntut beberapa perubahan dalam dunia pendidikan. Kemampuan yang harus dimiliki mahasiswa pada abad ke-21 yang telah didominasi dengan teknologi berfokus pada kemampuan berpikir tingkat tinggi. Menurut P21 (*Partnership for 21<sup>st</sup> century learning*) perubahan di dunia pendidikan harus terus dilakukan seiring dengan perkembangan dunia yang semakin cepat, sehingga seluruh peserta

didik memperoleh pengetahuan dan keterampilan yang cukup dalam menghadapi tantangan baru di masa depan. Hasil dari penelitian yang dilakukan oleh P21 menyimpulkan bahwa keterampilan yang dibutuhkan pada abad ke-21 adalah: (1) *Learning and innovation skills*; (2) *Information, media and Technology Skills*; (3) *Life and career skills*. Ketiga keterampilan tersebut dapat berkembang jika lingkungan pendidikan menyiapkan perubahan pandangan pendidikan serta kelengkapan penunjang untuk melatih mahasiswa menghadapi masa depan di abad ke-21. Dari segi aspek *Learning and innovation skills* terdapat beberapa indikator yang diharapkan ada pada abad ke-21 diantaranya: *Creativity and Innovation, Critical Thinking and Problem Solving, Communication, collaboration*. Dengan demikian, kemampuan berpikir kreatif dan inovatif menjadi salah satu hal yang penting dan perlu diperhatikan dalam dunia pendidikan untuk menuju tuntutan pada abad ke-21.

Salah satu cara untuk melatih dan meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan inovatif bisa dengan memberikan permasalahan *H-irregularity* terhadap kuliah ini yang membutuhkan pembelajaran yang mempunyai umpan balik antara pendidik dengan peserta didik. Pada teori *H-irregularity* setiap mahasiswa mempunyai gambaran yang berbeda-beda tentang ilustrasi teori graf ini. Permasalahan *H-irregularity* dapat menuntut mahasiswa berpikir kreatif dan inovatif dalam menyelesaikan permasalahan pada saat pemberian label titik, label sisi dan bobot total suatu graf serta dalam proses mencari nilai total *H-irregularity strength (tHs)*. Dari situlah nantinya mahasiswa dapat berfikir kreatif dan inovatif untuk membuat dan menyelesaikan suatu graf khususnya *H-irregularity* yang akan dijadikan riset dalam penelitian ini.

Agustin dkk (2016) mengembangkan kajian tentang pelabelan total ketidakteraturan selimut (*total H-irregularity strength*) dimana  $H$  merupakan selimut dari suatu graf  $G$ . Pelabelan total ketidakteraturan selimut pada graf  $G$  merupakan pemberian nilai bilangan positif minimum dimana nilai yang digunakan boleh berulang pada himpunan titik dan sisi sehingga bobot setiap selimut dari suatu graf  $G$  berbeda.

Teori graf diberikan pada pendidikan di jenjang pendidikan tinggi. Di perkuliahan, kajian pelabelan total *H-irregularity* ini tentu dibutuhkan keterampilan berpikir kreatif dan inovatif. Untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kreatif dan inovatif ini pastilah dibutuhkan suatu rancangan pembelajaran yang tepat.

Salah satu alternatif model pembelajaran yang bisa digunakan untuk pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa yaitu *output based learning*. Model pembelajaran ini memberikan kesempatan pada peserta didik untuk membangun langkah-langkah penelitian. Salimi & Shams (2016: 527) mengungkapkan dalam *output based learning* yang berorientasi pada makna, peserta didik dimaksudkan untuk fokus hanya pada kegiatan yang bermakna, di mana siswa memperhatikan makna stimulus dan respons, dan diberi kesempatan untuk menghasilkan produk dalam hal ini produk berupa monograf. Salah satu fungsi penting dari keluaran adalah membantu peserta didik menyadari kesenjangan yang ada antara pengetahuan linguistik mereka saat ini dan sistem bahasa target (Swain, 1995, 2005). Benati (2001: 107) menjelaskan bahwa *output based learning* atau pembelajaran berbasis hasil ini memiliki bentuk karakteristik yaitu presentasi dari semua bentuk masa depan dengan cara yang paradigmatis dan penggunaan kegiatan di mana peserta didik harus berlatih memproduksi formulir masa depan yang benar.

Perangkat pembelajaran yang perlu dikembangkan dalam menunjang keberhasilan suatu kegiatan pembelajaran yang berbasis *output* pada perguruan tinggi adalah lembar kerja mahasiswa (LKM), post tes dan monograf. Ketersediaan bahan sesuai tuntutan kurikulum, karakteristik, sasaran, dan tuntutan pemecahan masalah merupakan beberapa alasan yang mendorong adanya pengembangan perangkat pembelajaran (Depdiknas, 2008: 8). LKM merupakan lembar tugas yang diberikan kepada mahasiswa yang berisi petunjuk serta langkah-langkah untuk menyelesaikan tugas. Selain lembar kerja mahasiswa dan monograf dalam mendesain perangkat pembelajaran sebaiknya dipertimbangkan beban kognitif mahasiswa. Salah satu perangkat yang perlu dikembangkan untuk

mengetahui gambaran tentang pemahaman mahasiswa tentang suatu materi yang disampaikan oleh dosen adalah post tes yang berupa tes hasil belajar.

Berdasarkan uraian di atas, maka akan dilakukan pengembangan perangkat pembelajaran menggunakan model *output based learning* yang bertujuan untuk menganalisis pengaruh keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa pada penyelesaian masalah *H-irregularity*. Oleh karena itu, pada penelitian ini penulis memilih topik “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis *Output Based Learning* dan Pengaruhnya terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif dan Inovatif Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah *H-irregularity*”.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini yaitu:

- a) bagaimana proses pengembangan perangkat pembelajaran berbasis *output based learning* dalam masalah *H-irregularity*?
- b) bagaimana hasil pengembangan perangkat pembelajaran berbasis *output based learning* terhadap keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa dalam masalah *H-irregularity*?
- c) adakah pengaruh perangkat pembelajaran berbasis *output based learning* terhadap kemampuan keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *H-irregularity*?
- d) bagaimana potret fase keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa pada masalah pelabelan total *H-irregularity*?
- e) bagaimana monograf berbasis *output based learning* dalam masalah *H-irregularity*?

## 1.3. Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah dan latar belakang di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) menelaah proses pengembangan perangkat pembelajaran berbasis *output based learning* pada masalah *H-irregularity*;

- b) menghasilkan pengembangan perangkat pembelajaran berbasis *output based learning* terhadap keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa pada masalah *H-irregularity*;
- c) menguji pengaruh perangkat pembelajaran berbasis *output based learning* terhadap kemampuan keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *H-irregularity*;
- d) mengetahui potret fase keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa pada kajian pelabelan total *H-irregularity*;
- e) menghasilkan monograf berbasis *output based learning* dalam masalah *H-irregularity*.

#### 1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penulisan tesis ini antara lain:

- a) hasil penelitian diharapkan mampu memberikan alternatif pembelajaran mata kuliah kombinatorika;
- b) bagi calon pendidik perguruan tinggi, sebagai informasi mengenai perangkat pembelajaran *output based learning* sebagai media untuk menganalisis pengaruh model pembelajaran terhadap keterampilan berpikir peserta didik;
- c) bagi dosen, sebagai masukan dan acuan dalam menyusun dan mengembangkan perangkat pembelajaran matematika pada masalah *H-irregularity* dengan menggunakan model *output based learning*.

#### 1.5. Spesifikasi Perangkat

Perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian pengembangan ini terdiri atas tiga jenis perangkat, yaitu lembar kerja mahasiswa (LKM), post tes dan monograf. Berikut akan dipaparkan spesifikasi untuk perangkat pembelajaran pada penelitian pengembangan ini:

- a) lembar kerja mahasiswa (LKM) pada penelitian ini memiliki spesifikasi yaitu LKM berisi permasalahan terkait dengan *H-irregularity*, LKM memunculkan komponen-komponen *output based learning*;

- b) post tes pada penelitian ini berupa tes hasil belajar yang mengukur kemampuan keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *H-irregularity* yang nantinya akan dikaitkan dengan indikator-indikator pada keterampilan berpikir kreatif dan inovatif;
- c) monograf pada penelitian ini merupakan hasil dari penelitian yang telah dilakukan di dalam kelas yang di dalamnya berisi topik tentang *H-irregularity* dan beberapa hasil penelitian.

### 1.6. Kebaruan Penelitian

Hasil penelitian ini memiliki beberapa kebaruan, di antaranya adalah sebagai berikut:

- a) pengembangan perangkat pembelajaran berbasis *output based learning* untuk keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *H-irregularity*;
- b) penerapan *output based learning* agar mahasiswa dapat menentukan label titik, label sisi, bobot total dan nilai pelabelan total *H-irregularity strength* (*tHs*) suatu graf sehingga di akhir pembelajaran menghasilkan sebuah monograf.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. *Output Based Learning*

Salah satu alternatif model pembelajaran yang bisa digunakan untuk pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa yaitu *output based learning*. Model pembelajaran ini memberikan kesempatan pada peserta didik untuk membangun langkah-langkah penelitian. Salimi & Shams (2016: 527) mengungkapkan dalam *output based learning* yang berorientasi pada makna, peserta didik dimaksudkan untuk fokus hanya pada kegiatan yang bermakna, di mana siswa memperhatikan makna stimulus dan respons, dan diberi kesempatan untuk menghasilkan produk dalam hal ini produk berupa monograf. Salah satu fungsi penting dari keluaran adalah membantu peserta didik menyadari kesenjangan yang ada antara pengetahuan linguistik mereka saat ini dan sistem bahasa target (Swain, 1995, 2005). Benati (2001: 107) menjelaskan bahwa *output based learning* atau pembelajaran berbasis hasil ini memiliki bentuk karakteristik yaitu presentasi dari semua bentuk masa depan dengan cara yang paradigmatik dan penggunaan kegiatan di mana peserta didik harus berlatih memproduksi formulir masa depan yang benar. Secara umum tahapan dalam penerapan *output based learning* menurut Benati (2001: 108) pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2. 1 Tahapan *output based learning*

No.	Fase	Kegiatan
1.	<i>Explanation of rules in a paradigmatic way</i> (penjelasan aturan dengan cara yang paradigmatik)	Guru memberikan konsep dasar - Kardinalitas graf - <i>H-irregularity</i>
2.	<i>Practice in output</i> (berlatih dalam <i>output</i> )	Mahasiswa menuliskan kardinalitas graf yang disediakan Mahasiswa menentukan label titik, label sisi dan bobot total terhadap graf yang disediakan berdasarkan penjelasan <i>H-irregularity</i> guru pada fase 1 Mahasiswa menentukan nilai total <i>H-irregularity strength (tHs)</i>
3.	<i>Some focus on meaning through meaning-oriented output practice</i> (beberapa fokus pada makna melalui praktik keluaran yang berorientasi pada makna)	Kegiatan sama dengan fase 2, hanya pada fase 3 ini mahasiswa mencari rumus yang lebih umum

## 2.2. Perangkat yang dikembangkan

### 2.2.1. Lembar Kerja Mahasiswa

Salah satu upaya yang dapat dilakukan guru untuk mengembangkan diri sekaligus mengembangkan proses pembelajarannya adalah mengembangkan sumber belajar bagi diri maupun peserta didiknya. Sebagai contoh, guru dapat membuat atau menyusun sendiri lembar kerja mahasiswa (LKM) atau lembar kerja siswa (LKS) untuk dijadikan sebagai sumber belajar bagi peserta didik.

Depdiknas (2008) menjelaskan LKS (*student worksheet*) adalah lembaran-lembaran berisi tugas yang harus dikerjakan oleh siswa. LKS biasanya berupa petunjuk, langkah-langkah untuk menyelesaikan suatu tugas. Suatu tugas yang diperintahkan dalam lembar kegiatan harus jelas kaitannya dengan kompetensi yang akan dicapai. Dahar (2011: 110) mengungkapkan bahwa lembar kegiatan siswa adalah lembar kegiatan yang berisikan informasi dan instruksi dari guru atau dosen kepada siswa agar dapat mengerjakan suatu aktivitas belajar secara mandiri melalui praktik atau penerapan hasil belajar untuk mencapai tujuan pembelajaran. Sedangkan Widjajanti (2008) mendefinisikan LKS yang disusun dapat dirancang dan dikembangkan sesuai dengan kondisi dan situasi kegiatan pembelajaran yang akan dihadapi. LKS juga merupakan media pembelajaran, karena dapat digunakan secara bersama dengan sumber belajar atau media pembelajaran yang lain. LKS menjadi sumber belajar dan media pembelajaran tergantung pada kegiatan pembelajaran yang dirancang.

Berdasarkan beberapa definisi di atas, maka dapat disimpulkan bahwa LKS merupakan salah satu perangkat pembelajaran yang berisikan petunjuk, langkah-langkah untuk menyelesaikan tugas agar mahasiswa dapat mengerjakan suatu aktivitas belajar secara mandiri melalui praktik atau penerapan hasil belajar untuk mencapai tujuan pembelajaran serta dapat dirancang dan dikembangkan sesuai dengan kondisi dan situasi kegiatan pembelajaran yang akan dihadapi.

Mengajar dengan menggunakan LKS ternyata semakin populer terutama pada masa dekade terakhir ini. Penggunaan LKS diharapkan mampu mengubah kondisi pembelajaran dari yang biasanya guru berperan menentukan “apa yang dipelajari” menjadi “bagaimana menyediakan dan memperkaya pengalaman belajar siswa”. Pengalaman belajar siswa dapat diperoleh melalui serangkaian

kegiatan untuk mengeksplorasi lingkungan melalui interaksi aktif dengan teman, lingkungan, dan nara sumber lain. Menurut Darmodjo (dalam Salirawati, 2006: 2) manfaat yang diperoleh dengan menggunakan LKS, antara lain : (1) Memudahkan guru dalam mengelola proses belajar, misalnya mengubah kondisi belajar dari suasana “guru sentris” menjadi “siswa sentris”; (2) Membantu guru mengarahkan siswanya untuk dapat menemukan konsep-konsep melalui aktivitasnya sendiri atau dalam kelompok kerja; (3) Dapat digunakan untuk mengembangkan keterampilan proses, mengembangkan sikap ilmiah serta membangkitkan minat siswa terhadap alam sekitarnya; (4) Memudahkan guru memantau keberhasilan siswa untuk mencapai sasaran belajar. Jadi LKS bermanfaat sebagai bahan ajar yang dapat mengembangkan keterampilan proses belajar yang mempermudah guru atau dosen saat menyampaikan materi untuk mencapai tujuan pembelajaran.

Menurut Depdiknas (2008) kriteria lembar kerja yang baik memiliki beberapa komponen utama, yaitu: komponen kelayakan isi, komponen kebahasaan, komponen penyajian, dan komponen kegrafikan. Komponen kelayakan isi terdiri dari beberapa aspek yang harus dipenuhi yaitu sesuai dengan Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar, sesuai dengan perkembangan anak, sesuai dengan kebutuhan bahan ajar, substansi materi pelajaran, bermanfaat untuk menambah wawasan, dan sesuai dengan nilai moral dan nilai sosial. Komponen kebahasaan terdiri dari beberapa aspek yang harus dipenuhi yaitu keterbacaan, informasi jelas, sesuai kaidah Bahasa Indonesia yang baik, dan menggunakan bahasa yang jelas dan singkat. Komponen penyajian terdiri dari beberapa aspek yang harus dipenuhi yaitu tujuan pembelajaran yang ingin dicapai, urutan penyajian, memberikan motivasi dan daya tarik, interaksi (pemberian stimulus dan respon), dan informasi lengkap. Komponen kegrafikan terdiri dari beberapa aspek yang harus dipenuhi yaitu menggunakan font, jenis dan ukuran yang sesuai, tata letak, ilustrasi, gambar atau foto, dan desain tampilan. Jadi, untuk menyusun lembar kerja siswa harus memperhatikan komponen-komponen dalam susunan isinya, seperti: (1) ringkasan materi yang merupakan penjabaran dari pokok bahasan harus singkat dan padat sehingga semua materinya dapat tercakup, (2) jenis kegiatannya sesuai dengan langkah-langkah atau komponen-komponen

*output based learning* yang dapat merangsang keingintahuan peserta didik dan mengandung wawasan kontekstual, (3) menggunakan kalimat yang sederhana dan mudah dimengerti, (4) desain tampilan harus memiliki kombinasi antara gambar dan tulisan.

### 2.2.2. Tes Hasil Belajar

Dalam dunia pendidikan tes hasil belajar merupakan kegiatan yang dilakukan atau diberikan oleh guru setelah menyelesaikan materi. Hasil belajar dapat diamati dari kemampuan mahasiswa dalam menyelesaikan sejumlah evaluasi belajar berupa soal-soal matematika. Tes dilakukan untuk mengetahui sejauh mana materi tersebut dapat dipahami mahasiswa. Setelah diadakan tes didapatkan hasil belajar matematika mahasiswa. Penilaian atau tes hasil belajar berfungsi melihat perkembangan yang sudah dicapai oleh seseorang pada suatu program pengajaran. Menurut Trianto (2007: 76) tes hasil belajar adalah butir tes yang digunakan untuk mengetahui hasil belajar siswa setelah mengikuti kegiatan belajar mengajar. Tes hasil belajar merupakan salah satu cara memperoleh data untuk mengetahui hasil yang telah dicapai siswa. Sudjana (2009: 3) menjelaskan hasil belajar juga bagian yang penting dalam pembelajaran sebab hasil belajar pada hakikatnya adalah perubahan tingkah laku sebagai hasil dari proses belajar yang mencakup kognitif, afektif dan psikomotor. Sedangkan menurut Syah (2003: 195) mengatakan bahwa evaluasi merupakan penilaian tingkat keberhasilan mahasiswa mencapai tujuan yang ditetapkan dalam sebuah program. Selain kata *assessment* ada pula kata lain yang serupa yaitu tes, ujian, dan ulangan. Hasil belajar baik apabila terus dipertahankan dan ditingkatkan menjadikan mahasiswa berprestasi, ia dianggap memiliki kelebihan yang tidak dimiliki orang lain. Berdasarkan uraian tersebut di atas dapat dibuat suatu kesimpulan bahwa hasil belajar matematika adalah merupakan hasil capai mahasiswa dalam belajar matematika yang dinyatakan dengan adanya perubahan pada diri mahasiswa dalam hal kognitif, afektif dan psikomotor serta dinyatakan pula dengan angka-angka prestasi setelah melalui tes. Tes hasil belajar berisi soal-soal yang

digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa tentang suatu materi yang sudah dipelajari oleh mahasiswa.

Tes hasil belajar ada berbagai jenis tergantung pengelompokannya misal berdasarkan peran fungsional, berdasar kemungkinan jawaban, berdasar pelaksanaan tes dan lain sebagainya. Tes hasil belajar dapat dikelompokkan menjadi beberapa macam berdasar peran fungsional dalam pembelajaran sebagai berikut : (1) tes formatif diujikan setelah siswa menyelesaikan materi tertentu dan digunakan untuk mengetahui kemampuan siswa setelah mengikuti kegiatan pembelajaran ; (2) tes sumatif juga dikenal dengan sebutan ujian akhir semester sebab digunakan untuk mengetahui penguasaan siswa atas sejumlah materi yang telah disampaikan oleh guru atau dosen berdasar waktu yang telah ditentukan seperti catur wulan atau semester ; (3) tes diagnostik merupakan tes untuk mengetahui kelemahan siswa sehingga berdasar hasil tes tersebut dapat ditelusuri masalah yang dihadapi oleh siswa kemudian dilakukan penanganan yang tepat ; (4) tes penempatan merupakan tes yang digunakan untuk menempatkan siswa pada kelompok tertentu yang sesuai dengan bakat dan minat yang dimilikinya. Sedangkan berdasar pelaksanaannya tes dikelompokkan menjadi tiga antara lain : (1) tes tertulis yang menggunakan kertas dan alat tulis sebagai instrumen utamanya ; (2) tes lisan merupakan tes yang dilakukan melalui wawancara atau berbicara tatap muka antara guru dengan siswa dan (3) tes perbuatan lebih menekankan pada pelaksanaan perbuatan siswa dalam melakukan suatu pekerjaan. Tes hasil belajar juga dikelompokkan berdasarkan bentuk soal dan kemungkinan jawaban terdiri dari 1) tes esai yang tersusun dari pertanyaan yang jawaban dari setiap pertanyaan tersebut siswa susun dan organisasikan menggunakan bahasa sendiri ; 2) tes objektif merupakan tes yang memiliki jawaban alternatif berupa benar-salah, pilihan ganda, menjodohkan, dan analisa hubungan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tes hasil belajar memiliki berbagai macam bentuk/ jenis tergantung dari kebutuhan yang diperlukan dan juga tergantung pada fungsinya masing-masing.

Ada berbagai macam komponen pada tes hasil belajar misal tes hasil belajar berbentuk esai komponennya berupa 1) perangkat soal yaitu keseluruhan

dari butir-butir pertanyaan yang ada pada tes ; 2) petunjuk pengerjaan berisi tentang detail petunjuk yang harus dilakukan siswa dalam menyelesaikan soal ; 3) butir soal berisi pertanyaan yang harus dipecahkan oleh siswa ; 4) pilihan biasanya ada pada soal objektif yang berisi alternatif jawaban ; 5) kunci jawaban ; 6) pengecoh.

Tes hasil belajar berisi soal-soal yang digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa tentang suatu materi yang sudah dipelajari oleh mahasiswa. Adapun indikator validasi tes hasil belajar yaitu.

- a) Validasi isi terdiri dari dua hal yaitu 1) soal yang diberikan sesuai dengan indikator dan tujuan dari suatu pembelajaran; 2) soal yang diberikan singkat dan jelas;
- b) Bahasa soal sebaiknya sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia, kalimat yang ada dalam tes hasil belajar tidak ambigu (memiliki makna ganda) ; bahasa yang digunakan mudah dipahami oleh mahasiswa;
- c) Alokasi waktu sebaiknya sesuai dengan jumlah soal;
- d) Petunjuk pada soal harus jelas;
- e) Tingkat kesulitan sesuai dengan kompetensi mahasiswa.

### **2.3. Berpikir Kreatif dan Inovatif**

Kehidupan di abad ke-21 menuntut berbagai keterampilan yang harus dikuasai seseorang, sehingga diharapkan pendidikan dapat mempersiapkan siswa untuk menguasai berbagai keterampilan tersebut agar menjadi pribadi yang sukses dalam hidup. Keterampilan-keterampilan penting di abad ke-21 masih relevan dengan empat pilar kehidupan yang mencakup *learning to know*, *learning to do*, *learning to be* dan *learning to live together*. Empat prinsip tersebut masing-masing mengandung keterampilan khusus yang perlu diberdayakan dalam kegiatan belajar, seperti keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, metakognisi, keterampilan berkomunikasi, berkolaborasi, inovasi dan kreasi, literasi informasi, dan berbagai keterampilan lainnya. Pada penelitian ini, peneliti fokus dalam keterampilan kreatif dan inovatif mahasiswa.

Berpikir kreatif dan inovatif tidak hanya terjadi pada suatu bidang secara khusus, namun juga diperlukan dalam berbagai bidang kehidupan. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, kreatif berarti memiliki daya cipta; memiliki kemampuan untuk menciptakan. Disamping itu, inovatif adalah bersifat memperkenalkan sesuatu yang baru; bersifat pembaruan (kreasi baru). Melihat dari definisi tersebut maka berpikir kreatif dan inovatif menjadi satu kesatuan proses kemampuan untuk menciptakan sesuatu yang baru.

Siswono (2008) mengemukakan bahwa berpikir kreatif berarti menciptakan suatu gagasan/ide yang baru untuk menghasilkan jawaban atau cara yang baru atau unik dalam menyelesaikan suatu masalah. Berpikir kreatif mengabaikan hubungan-hubungan yang sudah mapan, dan menciptakan hubungan-hubungan tersendiri. Pengertian ini menunjukkan bahwa berpikir kreatif merupakan kegiatan mental untuk meneruskan suatu kombinasi yang belum dikenal sebelumnya. Krulik & Rudnick (Siswono, 2010: 17) menjelaskan berpikir kreatif merupakan pemikiran yang bersifat asli, reflektif, dan menghasilkan suatu produk yang kompleks. Munandar (1999: 48) menyatakan bahwa berpikir kreatif adalah kemampuan menemukan banyak kemungkinan jawaban terhadap suatu masalah, dimana penekanannya pada kuantitas, ketepatangunaan dan keberagaman jawaban berdasarakan data atau informasi yang tersedia. Bisa dikatakan bahwa berpikir kreatif merupakan kemampuan menciptakan suatu gagasan/ide yang baru untuk menghasilkan banyak kemungkinan jawaban terhadap suatu masalah.

Inovasi bisa dipandang sebagai implementasi dari suatu pengembangan atau kreasi baru yang memberikan manfaat bagi individu, organisasi ataupun masyarakat. Seperti yang disampaikan Widyaningrum dan Rahmanumeta (2016: 270) Kata “inovatif” berasal dari kata sifat bahasa Inggris *innovative*. Kata ini berakar dari kata kerja *to innovate* yang mempunyai arti menemukan (sesuatu yang baru). Seperti yang disampaikan West dan Farr dalam Bisadi, M (2012), inovasi di definisikan sebagai “*the intentional introduction and application within a role, group or organization of ideas, processes or procedures, new to the relevant unit of adoption, designed to significantly benefit the individual, the*

*group, organization or wider society*". Dalam prakteknya, inovasi didasari atas tahapan pengenalan, persuasi, pengambilan keputusan, implementasi dan konfirmasi yang sesuai dengan kemampuan mengadopsi baik aktif (*innovator, early adopter, dan early majority*) dan pasif (*late majority dan laggard*) (Hubeis, 2005).

Melihat dari pengertian berpikir kreatif dan inovasi bisa dikatakan bahwa berpikir kreatif merupakan langkah awal dalam proses pemecahan masalah seperti mengenali masalah dan menghasilkan gagasan untuk masalah tersebut, sedangkan inovasi merupakan implementasi dari suatu pengembangan atau kreasi baru yang memberikan manfaat bagi individu, organisasi ataupun masyarakat. Dalam hal ini, kreativitas dan inovasi menjadi satu kesatuan yang saling berkontribusi untuk mengembangkan atau menciptakan kreasi baru.

Adapun karakteristik dan indikator dari kreatifitas dan inovatif menurut Anonimus (dalam Yudha, 2018: 9) adalah sebagai berikut:

Tabel 2. 2 Indikator kreatifitas dan inovatif

<b>Faktor</b>	<b>Indikator</b>	<b>Kriteria</b>
Berpikir Kreatif	Menggunakan cakupan yang luas untuk mengkreasi ide seperti adu argumen	Nilai 0: Tidak mengungkapkan kreasi ide Nilai 1: Kurang mengungkapkan kreasi ide Nilai 2: Cukup mengungkapkan kreasi ide Nilai 3: Mengungkapkan kreasi ide dengan baik Nilai 4: Mengungkapkan kreasi ide dengan sangat baik
	Mengkreasi sesuatu yang baru yang berguna baik konsep biasa maupun luar biasa	Nilai 0: Tidak mampu mengkreasi sesuatu yang baru Nilai 1: Kurang mampu mengkreasi sesuatu yang baru Nilai 2: Cukup mampu mengkreasi sesuatu yang baru Nilai 3: Mampu mengkreasi sesuatu yang baru Nilai 4: Sangat mampu mengkreasi sesuatu yang baru
	Mengolaborasi ide-ide mereka untuk meningkatkan hasil-hasil kreatif	Nilai 0: Tidak mampu mengungkapkan kolaborasi ide Nilai 1: Kurang mampu mengungkapkan kolaborasi ide Nilai 2: Cukup mampu mengungkapkan kolaborasi ide Nilai 3: Mampu mengungkapkan kolaborasi ide

		Nilai 4: Sangat mampu mengungkapkan kolaborasi ide
	Menghaluskan ide-ide mereka untuk meningkatkan hasil Kreatif	Nilai 0: Tidak mampu mengungkapkan ide-ide kreatif Nilai 1: Kurang mampu mengungkapkan ide-ide kreatif Nilai 2: Cukup mampu mengungkapkan ide-ide kreatif Nilai 3: Mampu mengungkapkan ide-ide kreatif Nilai 4: Sangat mampu mengungkapkan ide-ide kreatif
	Menganalisis ide-ide mereka untuk meningkatkan hasil-hasil kreatif	Nilai 0: Tidak mampu menganalisa ide secara kreatif Nilai 1: Kurang mampu menganalisa ide secara kreatif Nilai 2: Cukup mampu menganalisa ide secara kreatif Nilai 3: Mampu menganalisa ide secara kreatif Nilai 4: Sangat mampu menganalisa ide secara kreatif
	Mengevaluasi ide-ide untuk mengungkapkan hasil-hasil kreatif	Nilai 0: Tidak mampu mengevaluasi ide-ide secara kreatif Nilai 1: Kurang mampu mengevaluasi ide-ide secara kreatif Nilai 2: Cukup mampu mengevaluasi ide-ide secara kreatif Nilai 3: Mampu mengevaluasi ide-ide secara kreatif Nilai 4: Sangat mampu mengevaluasi ide-ide secara kreatif
Bekerja secara kreatif bersama yang lain	Mengembangkan dan mengimplementasikan serta mengkomunikasikan ide baru terhadap yang lain	Nilai 0: Tidak mampu berkomunikasi dengan baik Nilai 1: Kurang mampu berkomunikasi dengan baik Nilai 2: Cukup mampu berkomunikasi dengan baik Nilai 3: Mampu berkomunikasi dengan baik Nilai 4: Sangat mampu berkomunikasi dengan baik
	Terbuka, respon terhadap sesuatu yang baru dan terbuka	Nilai 0: Tidak terbuka terhadap ide-ide baru dan berbeda Nilai 1: Kurang terbuka terhadap ide-ide baru dan berbeda Nilai 2: Cukup terbuka terhadap ide-ide baru dan berbeda Nilai 3: Mampu terbuka terhadap ide-ide baru dan berbeda Nilai 4: Sangat terbuka terhadap ide-ide baru dan berbeda

	Bekerja secara intensif dalam grup memberikan masukan dan fitbat dalam hasil pekerjaan	<p>Nilai 0: Tidak intensif di dalam grup</p> <p>Nilai 1: Kurang intensif di dalam grup</p> <p>Nilai 2: Cukup intensif di dalam grup</p> <p>Nilai 3: Intensif di dalam grup</p> <p>Nilai 4: sangat intensif di dalam grup</p>
	Mendemonstrasikan kebaruan termasuk kecanggihan di dalam bekerja dan mengerti batasan-batasan aplikasi terhadap pengadopsian ide-ide baru	<p>Nilai 0: Tidak mendemonstrasikan kebaruan dalam bekerja</p> <p>Nilai 1: Kurang mendemonstrasikan kebaruan dalam bekerja</p> <p>Nilai 2: Cukup mendemonstrasikan kebaruan dalam bekerja</p> <p>Nilai 3: Mampu mendemonstrasikan kebaruan dalam bekerja</p> <p>Nilai 4: Sangat mampu mendemonstrasikan kebaruan dalam bekerja</p>
	Memandang kegagalan sebagai peluang untuk mempelajari	<p>Nilai 0: Tidak belajar dari sebuah kegagalan</p> <p>Nilai 1: Kurang belajar dari sebuah kegagalan</p> <p>Nilai 2: Cukup belajar dari sebuah kegagalan</p> <p>Nilai 3: Mampu belajar dari sebuah kegagalan</p> <p>Nilai 4: Sangat mampu belajar dari sebuah kegagalan</p>
	Mengerti bahwa kreatifitas dan inovasi sesuatu yang berjangka panjang proses bersiklus dari kesuksesan dan kesalahan yang kecil	<p>Nilai 0: Tidak mengerti bahwa kreatif dan inovatif akan membawa kesuksesan nantinya</p> <p>Nilai 1: Kurang mengerti bahwa kreatif dan inovatif akan membawa kesuksesan nantinya</p> <p>Nilai 2: Cukup mengerti bahwa kreatif dan inovatif akan membawa kesuksesan nantinya</p> <p>Nilai 3: Mengerti bahwa kreatif dan inovatif akan membawa kesuksesan nantinya</p> <p>Nilai 4: Sangat mengerti bahwa kreatif dan inovatif akan membawa kesuksesan nantinya</p>
Implementasi Inovasi	Bekerja dalam ide kreatif untuk membuat sesuatu yang nyata dan berguna ke dalam sebuah kajian dimana inovasi itu akan terjadi	<p>Nilai 0: Tidak bekerja secara kreatif dan inovatif</p> <p>Nilai 1: Kurang bekerja secara kreatif dan inovatif</p> <p>Nilai 2: Cukup bekerja secara kreatif dan inovatif</p> <p>Nilai 3: Mampu bekerja secara kreatif dan inovatif</p> <p>Nilai 4: Sangat mampu bekerja secara kreatif dan inovatif</p>

Selain indikator kemampuan berpikir kreatif dan inovatif di atas, berikut terdapat indikator tingkat kemampuan berpikir kreatif dan inovatif menurut Siswono (dalam Yudha, 2018: 14).

Tabel 2. 3 Tingkat kemampuan berpikir kreatif dan inovatif

TKBK	Skor
Tingkat 0 (Tidak Kreatif)	Skor 0-5
Tingkat 1 (Kurang Kreatif)	Skor 5-10
Tingkat 2 (Cukup Kreatif)	Skor 10-15
Tingkat 3 (Kreatif)	Skor 15-20
Tingkat 4 (Sangat Kreatif)	Skor 20-25

#### 2.4. *H-Irregularity*

Salah satu topik dalam teori graf adalah pelabelan graf yang diperkenalkan oleh Kotzig dan Rosa tahun 1970. Pelabelan merupakan pemetaan yang memetakan himpunan titik dan himpunan sisi ke suatu bilangan asli yang disebut label. Berdasarkan elemen-elemen yang terlabeli (daerah asal pemetaannya), pelabelan dapat dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu pelabelan titik (*vertex labeling*), pelabelan sisi (*edge labeling*) dan pelabelan total (*total labeling*). Beberapa macam pelabelan graf yang telah dikaji di antaranya pelabelan harmoni, pelabelan ajaib, dan pelabelan anti ajaib (Arafah dkk, 2015).

Chartrand dkk, tahun 1988 mulai mempelajari tentang *irregular* atau jaringan ketidakteraturan. Kemudian Dinitz dkk mempelajari ketidakteraturan pada suatu graf tahun 1992. Selain itu, nilai ketidakteraturan juga diperkenalkan oleh Togni tahun 1992 dan Frieze dkk tahun 2004. Ada beberapa jenis pelabelan graf, salah satu diantaranya adalah pelabelan total ketidakteraturan titik dan pelabelan total ketidakteraturan sisi (Baca dkk, 2007). Sedangkan Agustin dkk (2016) mengembangkan kajian tentang pelabelan total ketidakteraturan selimut dimana  $H$  merupakan selimut dari suatu graf  $G$ . Berikut akan dijelaskan tentang pelabelan total ketidakteraturan titik (*total vertex irregularity strength*), pelabelan total ketidakteraturan sisi (*total edge irregularity strength*) dan pelabelan total ketidakteraturan selimut (*total  $H$ -irregularity strength*).

##### a. Pelabelan Total Ketidakteraturan Titik (*Total Vertex Irregularity Strength*)

Pelabelan  $\alpha$  total ketidakteraturan titik pada graf  $G$  didefinisikan sebagai 1, 2, ...,  $\alpha$  untuk titik dan sisi sedemikian rupa sehingga bobot dihitung pada titik yang berbeda. Bobot titik  $v \in V$  di  $G$  didefinisikan sebagai jumlah label  $v$  dan label semua titik dengan  $v$  adalah  $wt(v) = \lambda(v) + \sum_{uv \in E} \lambda(uv)$  (Slamin dkk,

2011). Gagasan tentang pelabelan total ketidakteraturan titik diperkenalkan oleh Baca dkk (2007). Pelabelan total ketidakteraturan titik  $G$  adalah nilai minimum dari label terbesar atas semua pelabelan total ketidakteraturan titik tersebut dan dilambangkan dengan  $tvs(G)$ .

b. Pelabelan Total Ketidakteraturan Sisi (*Total Edge Irregularity Strength*)

Pelabelan  $\alpha$  total ketidakteraturan sisi pada graf  $G$  dengan  $\varphi: V \cup E = 1, 2, \dots, \alpha$  sehingga bobot total sisi adalah  $wt(xy) = \varphi(x) + \varphi(xy) + \varphi(y)$  berbeda untuk semua pasangan sisi yang berbeda. Pelabelan total ketidakteraturan sisi  $G$  adalah nilai minimum dari label terbesar atas semua pelabelan total ketidakteraturan sisi tersebut dan dilambangkan dengan  $tes(G)$  (Al-Mushayt dkk, 2012).

c. Pelabelan Total Ketidakteraturan Selimut (*Total H-Irregularity Strength*)

Pelabelan total ketidakteraturan selimut (*total H-irregularity strength*) pada graf  $G$  merupakan pemberian nilai bilangan positif minimum dimana nilai yang digunakan boleh berulang pada himpunan titik dan sisi sehingga bobot setiap selimut dari suatu graf  $G$  berbeda (Agustin dkk, 2016). Pelabelan total ketidakteraturan selimut merupakan hasil pengembangan dari pelabelan total ketidakteraturan sisi, dimana  $H \subseteq G$  dengan kata lain  $H$  merupakan selimut dari suatu graf  $G$ . Dari pelabelan total ketidakteraturan sisi diketahui bahwa untuk suatu graf  $G = (V, E)$  dapat didefinisikan suatu fungsi  $\varphi: V(G) \cup E(G) \rightarrow 1, 2, 3, \dots, \alpha$  merupakan nilai ketidakteraturan sisi (*total edge irregularity strength*) jika untuk setiap dua sisi berbeda  $x$  dan  $y$  dari  $G$  masing-masing memiliki  $\varphi(x) \neq \varphi(y)$  dimana bobot dari suatu sisi adalah  $wt(xy) = \varphi(x) + \varphi(xy) + \varphi(y)$ . Nilai minimum  $\alpha$  pada graf  $G$  *total edge irregularity strength* pada  $G$ , dinotasikan dengan  $tes(G)$ . Sedangkan nilai minimum  $\alpha$  pada pelabelan total ketidakteraturan selimut (*total H-irregularity strength*) pada graf  $G$  dinotasikan dengan  $tHs(G)$  (Agustin dkk, 2016).

Ashraf dkk, (2019) menjelaskan jika ada suatu label  $\varphi: V(G) \cup E(G) \rightarrow 1, 2, 3, \dots, \alpha$  untuk sebarang  $H \subseteq G$  jika  $wt_{\varphi}(H') \neq wt_{\varphi}(H'')$  untuk setiap dua

subgraf yang berbeda  $H'$  and  $H''$  isomorfik  $H$ . Bobot total selimut didefinisikan sebagai berikut.

$$wt_{\varphi}(H) = \sum_{v \in V(H)} \varphi(v) + \sum_{e \in E(H)} \varphi(e)$$

**Teorema 1.** Ashraf dkk, (2017) Jika  $G$  merupakan graf yang memiliki selimut  $H$  dan  $t$  isomorfik dengan subgraf  $H$ .

$$tHs(G, H) \geq \left\lceil 1 + \frac{t-1}{|V(H)| + |E(H)|} \right\rceil$$

## 2.5. Tinjauan Penelitian Terdahulu

Penelitian yang membahas tentang Problem-based Learning, berpikir kombinatorial secara luas telah banyak diteliti. Namun tidak ada yang sama persis dengan penelitian yang akan dilaksanakan oleh peneliti. Beberapa penelitian tersebut yang relevan dengan penelitian ini.

1. Benati, Alessandro. 2001. *A comparative study of the effects of processing instruction and outputbased instruction on the acquisition of the Italian future tense.*
2. Salimi, Asghar. 2016. *The Effect of Input-based and Output-based Instruction on EFL Learners' Autonomy in Writing.*
3. Yudha, Firma. 2018. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Research Based Learning pada Mata Kuliah Pemodelan Matematika Kajian Locating Dominating Set untuk Meningkatkan Keterampilan Kreatif dan Inovatif Abad 21 Mahasiswa.*

## 2.6. Hipotesis Tindakan

Berdasarkan kajian teori, kerangka pemikiran dan hasil penelitian yang relevan tersebut di atas dapat dirumuskan hipotesis tindakan “adanya pengaruh perangkat pembelajaran berbasis *Output Based Learning* (OBL) terhadap kemampuan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *H-irregularity*”.

### BAB 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Definisi Operasional

Penelitian ini memiliki tiga variabel antara lain:

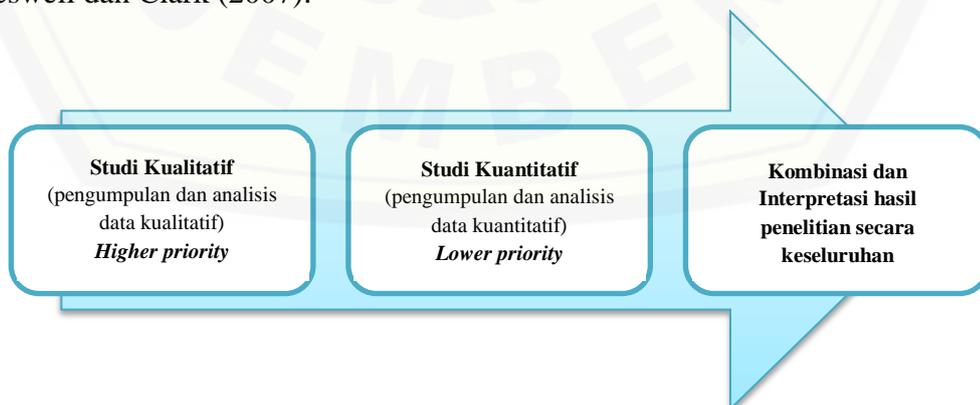
1. Keterampilan berpikir kreatif dan inovatif merupakan kompetensi yang dicapai mahasiswa yang meliputi aspek *think creatively* (berpikir kreatif), *work creatively with others* (bekerja secara kreatif bersama orang lain) dan *implement innovation* (penerapan inovasi).
2. Pembelajaran *output based learning* (OBL) memiliki bentuk karakteristik yaitu presentasi dari semua bentuk masa depan dengan cara yang paradigmatik dan penggunaan kegiatan dimana peserta didik harus berlatih memproduksi formulir masa depan yang benar. Adapun sintaks pada pembelajaran OBL yang meliputi *explanation of rules in a paradigmatic way*, *practice in output* dan *some focus on meaning through meaning-oriented output practice*.
3. Pelabelan total ketidakteraturan selimut (*total H-irregularity strength*) pada graf  $G$  merupakan pemberian nilai bilangan positif minimum dimana nilai yang digunakan boleh berulang pada himpunan titik dan sisi sehingga bobot setiap selimut dari suatu graf  $G$  berbeda dan dinotasikan dengan  $tHs(G)$ . Jika ada suatu label  $\varphi: V(G) \cup E(G) \rightarrow 1, 2, 3, \dots, \alpha$  untuk sebarang  $H \subseteq G$  jika  $wt_{\varphi}(H') \neq wt_{\varphi}(H'')$  untuk setiap dua subgraf yang berbeda  $H'$  and  $H''$  isomorfik  $H$ , bobot total selimut didefinisikan sebagai  $wt_{\varphi}(H) = \sum_{v \in V(H)} \varphi(v) + \sum_{e \in E(H)} \varphi(e)$ . Penentuan nilai  $tHs(G, H)$  mengacu pada teorema 1 yang berbunyi: jika  $G$  merupakan graf yang memiliki selimut  $H$  dan  $t$  isomorfik dengan subgraf  $H$ .  $tHs(G, H) \geq \left[ 1 + \frac{t-1}{|V(H)|+|E(H)|} \right]$ .

#### 3.2. Jenis Penelitian

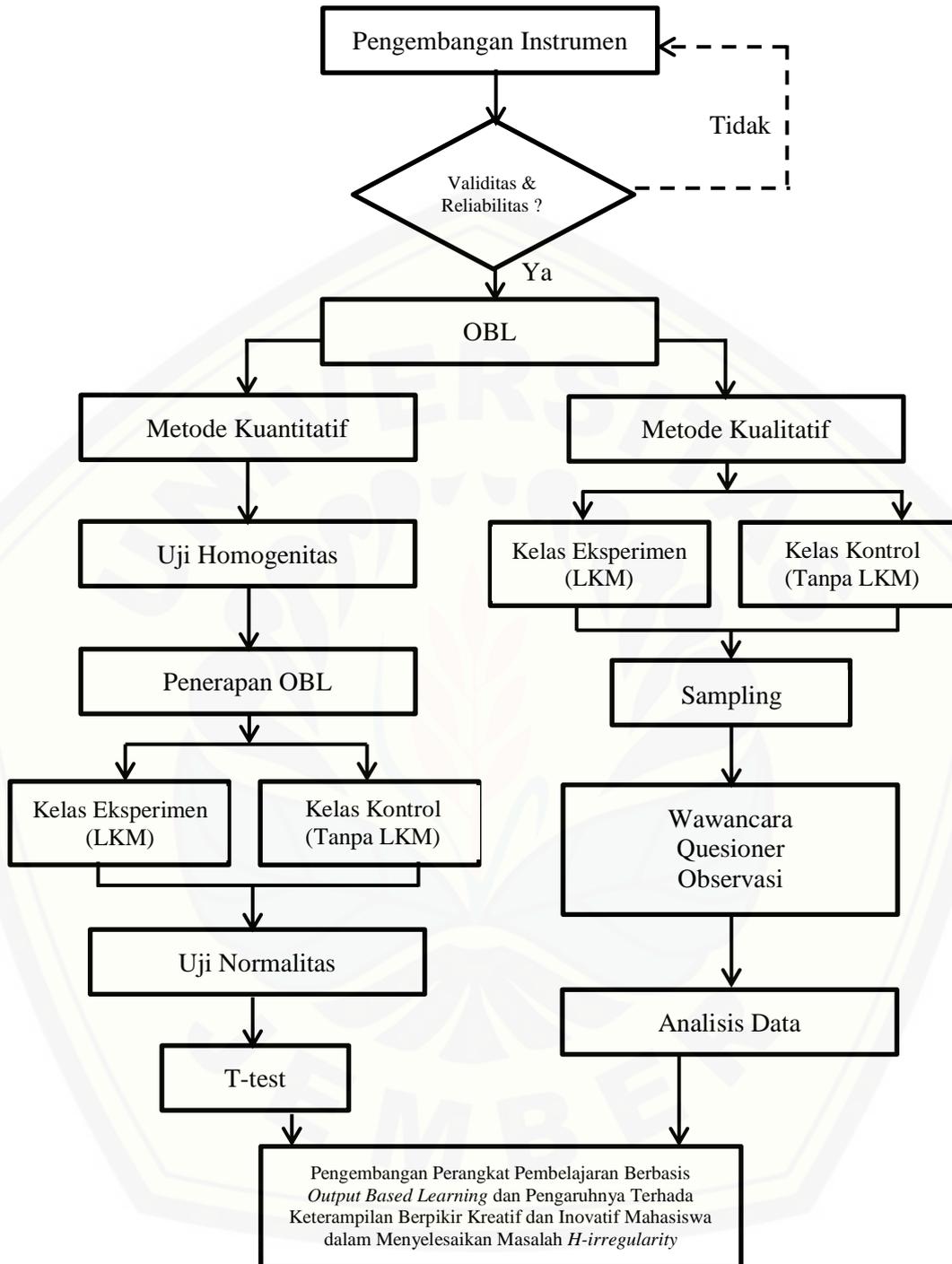
Penelitian ini merupakan jenis penelitian *mix method* atau metode campuran. Menurut Sugiono (2017), metode campuran adalah metode penelitian yang menggabungkan metode kualitatif dan kuantitatif dengan menggabunga

dua metode, dapat melengkapi kelemahan dalam metode kualitatif dan metode kuantitatif. Desain penelitian yang digunakan adalah *Sequential Exploratory* yang merupakan penelitian kombinasi dengan pengumpulan dan analisis data kualitatif data tahap pertama sedangkan pada tahap kedua diikuti dengan pengumpulan data dan analisis data kuantitatif untuk membuat kesimpulan hasil penelitian pada tahap pertama. Apabila metode kuantitatif dan kualitatif tidak digunakan bersama dan hasilnya tidak cukup akurat untuk memahami permasalahan pada penelitian maka dengan menggunakan *mix method* akan memperoleh pemahaman yang terbaik.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan perangkat pembelajaran berbasis *output based learning* dan menghasilkan produk perangkat pembelajaran berupa satuan acara perkuliahan (SAP), lembar kerja mahasiswa (LKM), post tes dan monograf serta mengetahui perbedaan yang signifikan antara kelas kontrol dan kelas eksperimen. Dalam penelitian ini yang dikembangkan adalah perangkat pembelajaran matematika. Penelitian pengembangan perangkat ini mengacu pada model pengembangan yang digunakan pada penelitian ini *research and development* (R&D). Pengembangan perangkat pada penelitian ini berdasarkan teori *output based learning*. Produk pendidikan yang dikembangkan pada penelitian ini adalah satuan acara perkuliahan (SAP), Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) dan post tes yang didalamnya mencakup tes keterampilan berpikir kreatif dan inovatif. Di bawah ini disajikan desain *sequential exploratory* menurut Creswell dan Clark (2007).



Gambar 3. 1 Desain *sequential exploratory*



Gambar 3. 2 Alur model *Mixed Methods*

Keterangan:

- : jenis kegiatan      → : urutan kegiatan
- : kotak keputusan      - - - - -> : siklus yang mungkin dilaksanakan

### 3.3. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tahun ajaran 2019/2020 tepatnya di semester ganjil. Tempat penelitian yaitu Program Studi Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Jember.

### 3.4. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini mengacu pada model pengembangan 4-D (*Four D Model*) Thiagarajan yang terdiri dari empat tahapan yaitu tahap *define* (pendefinisian), tahap *design* (perancangan), tahap *develop* (pengembangan), dan tahap *disseminate* (penyebaran) (Hobri, 2010: 12). Adapun langkah-langkah penelitian sebagai berikut:

#### 3.4.1. Tahap Pengembangan Perangkat

##### 1. Tahap *define* (pendefinisian)

Tahap *define* (pendefinisian) merupakan studi pendahuluan yang memiliki tujuan untuk menyusun rancangan awal dan menetapkan hal-hal yang dibutuhkan dalam pembelajaran dengan menganalisis batasan dan tujuan dari suatu materi yang akan disampaikan. Pada tahap ini terdiri dari lima langkah yaitu:

- a) Analisis awal-akhir bertujuan untuk memunculkan dan menetapkan masalah yang ada dalam kegiatan pembelajaran. Tahap ini peneliti melakukan telaah kurikulum serta teori yang sesuai dengan tuntutan jaman sehingga diperoleh deskripsi pembelajaran yang dianggap sesuai dengan berbagai tuntutan yang ada. Berdasarkan analisis tersebut maka peneliti memilih masalah tentang *H-irregularity* dengan menggunakan model pembelajaran *output based learning*. Penelitian dilakukan di Program Studi Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Jember dengan menggunakan perangkat pembelajaran berbasis *output based learning* untuk mengetahui pengaruh perangkat pembelajaran terhadap keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa.
- b) Analisis mahasiswa bertujuan untuk melakukan telaah pada karakteristik mahasiswa misalnya kemampuan mahasiswa, usia dan motivasi terhadap

materi yang telah dipilih. Tujuannya agar peneliti memiliki pertimbangan terkait kemampuan, pengalaman dan ciri dari mahasiswa secara individu maupun kelompok. Berdasarkan hasil analisis mahasiswa maka perangkat pembelajaran yang dikembangkan berbasis *output based learning*. Dalam penelitian ini subyek yang diuji coba adalah mahasiswa S1 Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Jember yang menempuh mata kuliah kombinatorika.

- c) Analisis konsep melakukan penyusunan terkait dengan sistematika konsep-konsep tentang materi yang akan dipelajari oleh mahasiswa berdasarkan analisis awal-akhir yang telah dibuat. Tujuan dari analisis konsep yaitu menentukan isi dari materi yang akan disampaikan.
- d) Analisis tugas yaitu mengidentifikasi keterampilan utama yang dibutuhkan dalam kegiatan pembelajaran untuk memahami suatu konsep namun tetap sesuai dengan kurikulum berlaku. Tujuannya adalah mengidentifikasi keterampilan atau tugas utama yang diperlukan mahasiswa dalam pembelajaran namun tetap sesuai dengan kurikulum yang ada.
- e) Spesifikasi tujuan pembelajaran untuk menentukan atau merumuskan tujuan pembelajaran yang akan dicapai oleh mahasiswa. Rumusan tujuan pembelajaran diperoleh dari analisis tugas dan analisis konsep. Rincian tujuan pembelajaran tersebut yang menjadi dasar dalam penyusunan tes hasil belajar dan rancangan perangkat pembelajaran.

## 2. Tahap *design* (perencanaan)

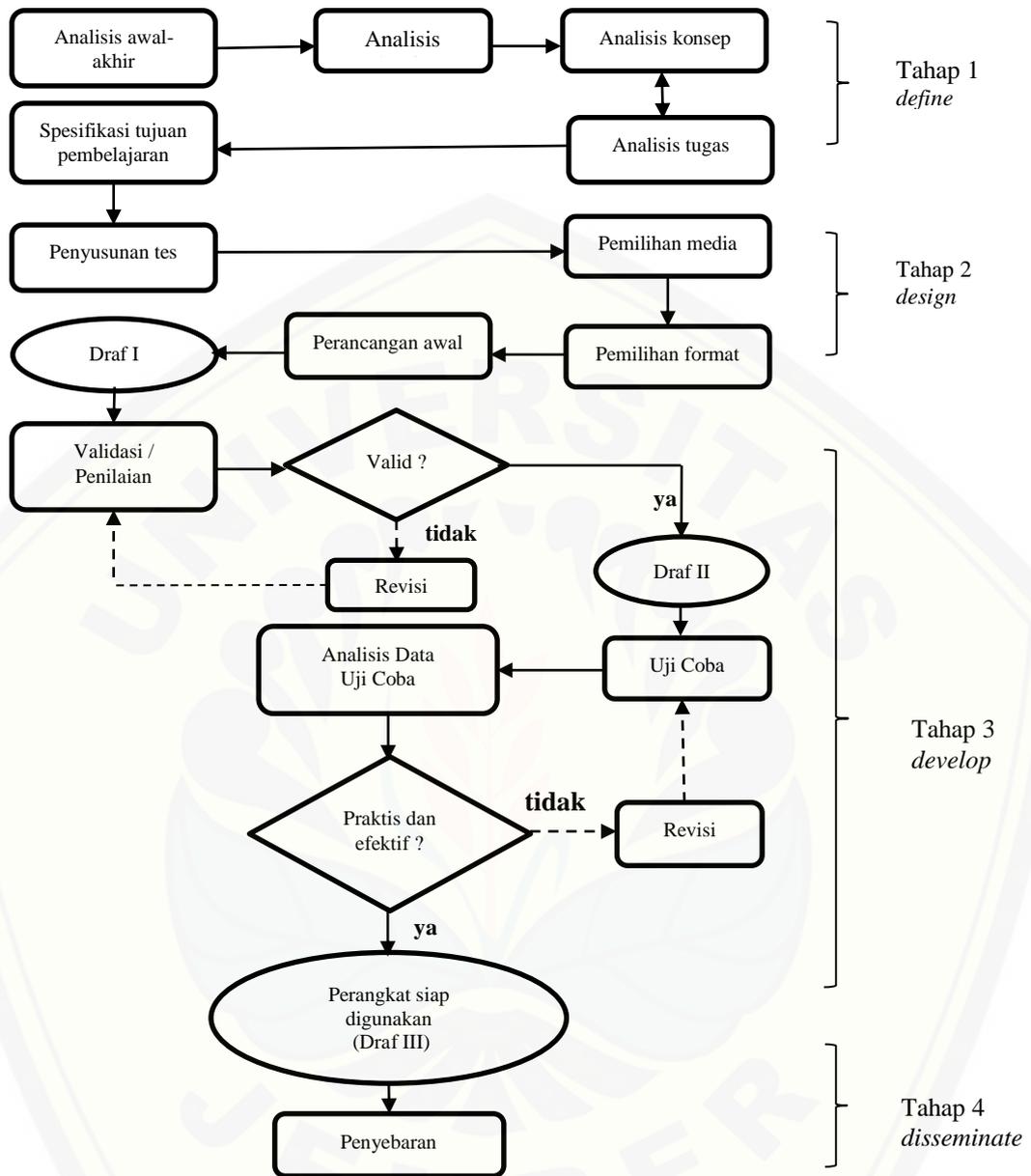
Tahap *design* (perencanaan) memiliki tujuan untuk merancang perangkat pembelajaran yang akan digunakan sehingga diperoleh contoh perangkat pembelajaran (prototipe). Pada tahap ini dilakukan perancangan perangkat pembelajaran dengan materi *H-irregularity* yang berbasis *output based learning* guna mengetahui pengaruhnya terhadap keterampilan berpikir kreatif dan inovatif. Tahap perancangan terdapat empat langkah yaitu:

- a) Penyusunan post tes sebagai acuan dasar yang dalam penelitian ini berupa post tes pada materi *H-irregularity*. Penyusunan post tes ini didasari pada tugas dan analisis konsep yang telah dijabarkan dalam perumusan tujuan pembelajaran. Untuk menyusun post tes maka terlebih dahulu dibuat kisi-kisi soal dan acuan penskoran. Skor yang digunakan adalah penilaian acuan patokan (PAP) sebab PAP mengorientasikan tingkat kemampuan mahasiswa terhadap materi yang akan dites sehingga diperoleh skor yang menggambarkan presentase kemampuan dari mahasiswa tersebut.
  - b) Pemilihan media merupakan langkah yang dilakukan untuk menentukan media yang tepat dengan materi yang telah dipilih. Proses memilih media akan disesuaikan dengan analisis tugas, analisis konsep dan karakteristik mahasiswa secara individu maupun kelompok. Media yang tepat akan mendukung berhasilnya kegiatan pembelajaran.
  - c) Pemilihan format adalah langkah berkaitan dengan pemilihan media yang bertujuan merancang isi, pemilihan strategi pembelajaran dan sumber belajar sebagai pendukung kegiatan pembelajaran.
  - d) Perancangan awal adalah seluruh rancangan perangkat pembelajaran harus dikerjakan sebelum diujicoba. Adapun perangkat pembelajaran berupa satuan acara perkuliahan (SAP), lembar kerja mahasiswa (LKM) dan post tes. Hasil rancangan pembelajaran yang ditulis pada tahap ini sebagai draf awal.
3. Tahap *develop* (pengembangan)
- Tahap *develop* (pengembangan) memiliki tujuan untuk menghasilkan produk pengembangan yang dilakukan melalui dua langkah, yakni: (1) penilaian ahli (*expert appraisal*) yang diikuti dengan revisi, (2) uji coba pengembangan (*developmental testing*). Produk tersebut menjadi bentuk akhir perangkat pembelajaran yang telah melalui revisi berdasar masukan dari para ahli dan data hasil uji coba.

- a) Penilaian para ahli yaitu penilaian seorang ahli terhadap perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan pada tahap perancangan mencakup format, bahasa, ilustrasi dan isi. Hasil dari validasi tersebut akan direvisi agar lebih efektif dan memiliki kualitas yang lebih baik.
- b) Uji coba lapangan dilakukan agar memperoleh masukan langsung terhadap perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan. Uji coba dilakukan hingga memperoleh perangkat yang konsisten dan efektif.

#### 4. Tahap *disseminate* (penyebaran)

Tahap *disseminate* (penyebaran) menerapkan penggunaan perangkat pembelajaran yang sudah dikembangkan pada skala yang lebih besar misal di kelas yang belum dilakukan uji coba atau di universitas lain oleh dosen yang lain. Hal tersebut bertujuan mengetahui keefektifan perangkat yang telah dikembangkan dalam kegiatan pembelajaran serta mendapatkan masukan, koreksi, saran, penilaian untuk menyempurnakan perangkat pembelajaran yang sudah dikembangkan.



Gambar 3. 3 Tahapan model penelitian kombinasi

Keterangan:

- : jenis kegiatan
- : urutan kegiatan
- : kotak keputusan
- : siklus yang mungkin dilaksanakan
- : hasil kegiatan

### 3.4.2. Metode Pengumpulan Data

#### a) Wawancara

Wawancara merupakan percakapan antara dua orang atau lebih dan berlangsung antara narasumber dan pewawancara. Tujuan dari wawancara adalah untuk mendapatkan informasi dari responden dengan jalan tanya jawab sepihak, dimana wawancara responden tidak diberi kesempatan sama sekali untuk mengajukan pertanyaan. Model wawancara dibagi menjadi tiga macam, yaitu: wawancara bebas yaitu pewawancara bebas menanyakan apa saja tetapi juga masih mengingat akan data apa yang dikumpulkan, wawancara terpimpin yaitu wawancara yang dilakukan pewawancara dengan membuat sederhana pertanyaan lengkap dan terperinci seperti yang dimaksud dengan wawancara terstruktur, dan wawancara bebas terpimpin yaitu kombinasi antara wawancara bebas dan wawancara terpimpin (Arikunto, 2011:30-31).

Adapun wawancara yang digunakan pada penelitian ini adalah wawancara bebas terpimpin. Data yang ingin diperoleh dalam wawancara adalah data-data yang berkaitan dengan pembelajaran. Wawancara juga dilakukan untuk memperoleh data hasil potret fase mahasiswa melalui kartu yang berisi indikator keterampilan berpikir kreatif dan inovatif.

#### b) Observasi

Observasi merupakan teknik pengumpulan data dimana peneliti melakukan pengamatan secara langsung pada objek tujuannya untuk melihat dari dekat berbagai fenomena yang terjadi selama kegiatan berlangsung (Riduwan, 2004: 104). Sedangkan menurut Supriyati (2011: 46) observasi adalah suatu cara untuk mengumpulkan data penelitian dengan mempunyai sifat natural, pelakunya berpartisipasi secara wajar dalam interaksi. Jadi berdasarkan uraian tersebut, observasi adalah teknik pengumpulan data dimana peneliti melakukan pengamatan secara langsung sehingga data yang dimiliki bersifat natural.

Dalam penelitian ini, observasi dilakukan pada saat kegiatan pembelajaran untuk mengetahui aktivitas mahasiswa. Aktivitas mahasiswa yang dinilai

yaitu proses dan hasil belajar mahasiswa, observasi akan dilakukan oleh dua observer. Pengamatan dilakukan bersamaan dan dimulai sejak awal kegiatan pembelajaran. Observer akan diberi lembar penilaian yang nantinya hasil pengamatan dinyatakan dengan pemberian tanda centang ( $\surd$ ) pada nomor kategori aktivitas mahasiswa pada kolom yang telah disediakan. Data yang dihasilkan pada kegiatan observasi yaitu aktivitas mahasiswa yang nantinya untuk mengetahui kepraktisan perangkat pembelajara yang telah dikembangkan.

#### c) Metode Tes

Metode tes yang digunakan pada penelitian ini yaitu pre tes, post tes yang berupa tes hasil belajar yang telah direvisi berdasarkan saran yang diberikan oleh validator.

### 3.4.3. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data bertujuan mengukur keefektifan dan kevalidan perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan. Menurut Hobri (2010) teknik analisis data yang diperoleh dapat dijabarkan sebagai berikut.

#### a) Analisis Data Validasi Perangkat Pembelajaran

Perangkat pembelajaran yang dikembangkan terdiri dari Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) dan post tes yang divalidasi oleh dua orang validator yaitu dosen pendidikan matematika. Berdasar rata-rata nilai indikator ditentukan rerata nilai untuk setiap aspek. Nilai rata-rata total aspek yang dinilai ditentukan berdasarkan rata-rata nilai untuk setiap aspek penilaian. Kegiatan penentuan nilai rata-rata total aspek penilaian kevalidan model dan perangkat pembelajaran mengikuti langkah-langkah berikut:

- melakukan rekapitulasi data penilaian kevalidan model ke dalam tabel yang meliputi: aspek ( $A_i$ ), indikator ( $I_i$ ), dan nilai ( $V_i$ ) untuk masing-masing validator.
- menentukan rata-rata nilai hasil validasi dari semua validator untuk setiap indikator dengan rumus:

$$I_i = \frac{\sum_{j=1}^n V_{ji}}{n}$$

dengan  $V_{ji}$  adalah data nilai validator ke- $j$  terhadap indikator ke- $i$ ,

$n$  adalah banyaknya validator,

hasil yang diperoleh kemudian ditulis pada kolom dalam tabel yang sesuai

- menentukan rerata nilai untuk setiap aspek dengan rumus:

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^m V_{ij}}{m}$$

dengan  $A_i$  adalah rerata nilai untuk aspek ke- $i$ ,

$I_{ij}$  adalah rerata nilai untuk aspek ke- $i$  terhadap indikator ke- $j$ ,

$m$  adalah banyaknya indikator dalam aspek ke- $i$ ,

hasil yang diperoleh kemudian ditulis pada kolom dalam tabel yang sesuai

- menentukan nilai  $V_a$  atau nilai rerata total dari rerata nilai untuk semua aspek dengan rumus:

$$V_a = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{n}$$

dengan  $V_a$  adalah nilai rerata total untuk semua aspek,

$A_i$  adalah rerata nilai untuk aspek ke- $i$ ,

$n$  adalah banyaknya aspek,

hasil yang diperoleh kemudian ditulis pada kolom dalam tabel yang sesuai

Selanjutnya nilai  $V_a$  atau nilai rata-rata total ini dirujuk pada interval penentuan tingkat kevalidan model dan perangkat pembelajaran pada Tabel 3.1 sebagai berikut.

Tabel 3. 1 Kriteria kevalidan perangkat pembelajaran

Nilai $V_a$	Interpretasi
$1.00 \leq V_a < 1.75$	Tidak Valid
$1.75 \leq V_a < 2.50$	Kurang Valid
$2.50 \leq V_a < 3.25$	Cukup Valid
$3.25 \leq V_a < 4.00$	Valid
$V_a = 4.00$	Sangat Valid

Keterangan:  $V_a$  adalah nilai penentuan kevalidan

(Hobri, 2010: 52)

## b) Analisis Data Kepraktisan Perangkat

Data kepraktisan perangkat adalah data yang menggambarkan keterlaksanaan perangkat pada saat kegiatan pembelajaran. Data ini diperoleh dari data aktivitas dosen yang diamati melalui lembar observasi. Data hasil observasi aktivitas dosen dianalisis dengan menggunakan beberapa langkah sebagai berikut. (Cahyanti, 2016)

- Menjumlahkan skor dari semua pertemuan
- Menghitung persentase skor rata-rata dengan menggunakan rumus:

$$SR = \frac{ST}{SM} \times 100\%$$

Keterangan:

$SR$  = Skor rata-rata hasil observasi (dalam persen)

$ST$  = Skor total dari observer

$SM$  = Skor maksimal yang dapat diperoleh dari hasil observasi

- Membuat kesimpulan dari hasil analisis observasi aktivitas dosen. Kesimpulan analisis data disesuaikan dengan kriteria presentase skor rata-rata hasil observasi dapat disajikan pada Tabel 3.2:

Tabel 3. 2 Kriteria data hasil observasi aktivitas dosen

Skor	Kesimpulan
$90\% \leq SR \leq 100\%$	Sangat Baik
$80\% \leq SR < 90\%$	Baik
$70\% \leq SR < 80\%$	Cukup
$40\% \leq SR < 70\%$	Kurang
$0\% \leq SR < 40\%$	Sangat Kurang

Cahyanti (2016)

Perangkat pembelajaran dikatakan praktis jika dari hasil observasi keterlaksanaan perangkat diperoleh kesimpulan minimal baik dan berdasarkan hasil wawancara dengan praktisi tidak mengubah perangkat secara keseluruhan. Jika dari perhitungan diperoleh hasil cukup, maka perangkat dikatakan kurang praktis. Jika keterlaksanaan perangkat masuk kategori kurang atau sangat kurang, maka perangkat dikatakan tidak praktis.

c) Analisis Data Keefektifan Perangkat

Keefektifan perangkat diukur oleh tiga indikator yaitu hasil aktivitas riset, aktivitas mahasiswa dan respon mahasiswa.

- Analisis Data Hasil Belajar

Data yang diperoleh akan dianalisis dan digunakan sebagai acuan untuk menilai tercapai tidaknya pengembangan perangkat pembelajaran yang efektif serta untuk merevisi perangkat post tes jika terdapat hal yang perlu diperbaiki. Jenis tes yang digunakan adalah jenis tes keterampilan keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa sesuai dengan indikator yang telah ditetapkan pada definisi operasional. Interval skor penentuan siswa penguasaan siswa ditetapkan sebagai berikut (Hobri, 2010: 58)

- a) Skor  $90 \leq TPS \leq 100$  dikategorikan sangat tinggi
- b) Skor  $75 \leq TPS < 90$  dikategorikan tinggi
- c) Skor  $60 \leq TPS < 75$  dikategorikan sedang
- d) Skor  $40 \leq TPS < 60$  dikategorikan cukup
- e) Skor  $0 \leq TPS < 40$  dikategorikan rendah

Keterangan : TPS = Tingkat Penguasaan Siswa

Adapun langkah-langkah untuk menganalisis hasil belajar sebagai berikut:

1. Melakukan rekapitulasi skor masing-masing mahasiswa
2. Menentukan kategori ketuntasan belajar mahasiswa, diambil nilai ketuntasan minimum yaitu 80
3. Menghitung banyaknya mahasiswa yang telah tuntas
4. Menentukan ketuntasan klasikal
  - a) Jika  $\geq 75\%$  dari jumlah mahasiswa keseluruhan telah tuntas, maka dikategorikan telah tuntas secara klasikal.
  - b) Jika  $< 75\%$  dari jumlah siswa keseluruhan telah tuntas, maka dikategorikan tidak tuntas secara klasikal.

- Analisis Data Hasil Observasi Aktivitas Mahasiswa

Aktivitas mahasiswa adalah aktivitas yang dilakukan mahasiswa selama mengikuti kegiatan belajar mengajar. Pembelajaran dikatakan efektif jika

presentase keaktifan mahasiswa menunjukkan kategori baik. Menurut Sukardi (Cahyanti, 2016), presentase keaktifan siswa dihitung menggunakan rumus berikut:

$$Ps = \frac{As}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

$Ps$  = presentase keaktifan skor rata-rata hasil observasi

$As$  = jumlah skor yang diperoleh observer

$N$  = jumlah skor maksimal

Skor aktivitas mahasiswa terdiri dari skor 1 sampai dengan 4 yang terbagi menjadi empat interval. Adapun kriteria seperti pada Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3. 3 Kriteria data hasil observasi aktivitas mahasiswa

Skor	Kesimpulan
$3,5 \leq Ps \leq 4$	Sangat Aktif
$2,5 \leq Ps < 3,5$	Aktif
$1,5 \leq Ps < 2,5$	Kurang Aktif
$1 \leq Ps < 1,5$	Tidak Aktif

Cahyanti (2016)

### 3.5. Penelitian Eksperimen

Penelitian eksperimen digunakan untuk menganalisis pengaruh perangkat pembelajaran berbasis *output based learning* terhadap keterampilan berpikir kreatif dan inovatif. Desain penelitian eksperimen menggunakan dua kelas yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen adalah kelas menggunakan perangkatan pembelajaran yang sudah dikembangkan yaitu perangkat pembelajaran yang berbasis *output based learning*. Kelas kontrol merupakan kelas yang menggunakan model pembelajaran konvensional. Pada penelitian eksperimen ini akan membandingkan keterampilan kreatif dan inovatif mahasiswa kelas eksperimen dengan kelas kontrol.

#### 3.5.1. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi penelitian ini merupakan mahasiswa pendidikan matematika Universitas Jember yang menempuh mata kuliah kombinatorika. Sampel penelitian ini terdiri dari dua kelas yang terdiri dari kelas kontrol dan kelas eksperimen. Kedua kelas tersebut pengajar yang sama namun dengan perlakuan

yang berbeda. Misal pada kelas eksperimen akan menggunakan perangkat pembelajaran yang sudah dikembangkan yaitu perangkat pembelajaran yang berbasis *output based learning* sedangkan kelas kontrol akan menggunakan pembelajaran yang konvensional.

### 3.5.2. Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan berbentuk *non equivalent control group design*. Pada penelitian ini akan memperoleh dua kelompok yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kedua kelas tersebut diberi pre tes untuk mengetahui kemampuan awal dari mahasiswa dikelas tersebut. Kemudian pada kegiatan pembelajaran di kelas eksperimen diberikan perlakuan berupa perangkat pembelajaran yang berbasis *output based learning* dan kelas kontrol kegiatan pembelajaran menggunakan pembelajaran konvensional. Pada akhir dari pembelajaran dilakukan post tes untuk mengetahui pengaruh dari perlakuan yang telah diberikan. Desain penelitian menggunakan *Non equivalent Control Group Design* dengan skema seperti Tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Skema desain penelitian

Kelas eksperimen	$R_1$	$X$	$R_2$
Kelas kontrol	$R_3$	-	$R_4$

(Sugiyono, 2017: 118)

Keterangan :

$R_1, R_3$  : Pre tes

$R_2, R_4$  : Post tes

$X$  : Perlakuan pada kelas eksperimen berupa perangkat pembelajaran OBL

Penelitian eksperimen menggunakan dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas yang digunakan adalah perangkat pembelajaran yang berbasis *output based learning*, sedangkan variabel terikat pada penelitian ini yaitu keterampilan kreatif dan inovatif mahasiswa.

### 3.5.3. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian yaitu memilih kelas sampel yang digunakan sebagai subjek penelitian berupa kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pra-tes dilakukan pada awal pembelajaran dan post tes dilakukan pada akhir pembelajaran. Kedua tes tersebut digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa. Teknik dan instrumen pengumpulan data dalam penelitian sebagai berikut.

#### 1. Data Keterampilan Kreatif dan Inovatif Mahasiswa

##### a. Indikator

Adapun kompetensi yang dicapai mahasiswa yang meliputi beberapa aspek, yaitu *think creatively* (berpikir kreatif), *work creatively with others* (bekerja secara kreatif bersama orang lain), *implement innovation* (penerapan inovasi). Indikator keterampilan berpikir kreatif dan inovatif dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 3.4 berikut.

Gambar 3. 4 Indikator keterampilan berpikir kreatif dan inovatif

Faktor	Indikator
<i>Think creatively</i> (Berpikir Kreatif)	Mampu mengkreasi ide seperti argumen
	Mengkreasi sesuatu yang baru baik konsep biasa maupun luar biasa
	Mengkolaborasi ide mereka untuk meningkatkan hasil kreatif
<i>Work creatively with others</i> (Bekerja secara kreatif bersama orang lain)	Mengembangkan dan mengimplementasikan serta mengkomunikasikan ide baru terhadap yang lain
	Bekerja secara intensif dalam group dan mampu memberikan masukan dalam hasil pekerjaan
	Terbuka dan respon terhadap sesuatu yang baru dan berbeda
<i>Implement innovation</i> (Penerapan Inovasi)	Bekerja dalam ide yang kreatif untuk membuat sesuatu yang nyata dan berguna ke dalam sebuah kajian dimana inovasi itu akan terjadi
	Menghasilkan sesuatu yang baru
	Mampu bekerja dengan hasil sendiri.

b. Metode

Metode yang digunakan dalam mengumpulkan data keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa melalui pre tes dan post tes berupa soal uraian. Jumlah skor maksimal yang akan diperoleh mahasiswa jika menjawab semua soal dengan benar yaitu 100.

c. Instrumen

Instrumen yang digunakan dalam mengumpulkan data keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa melalui pre tes dan post tes berupa soal esai. Jumlah skor maksimal yang akan diperoleh mahasiswa jika menjawab semua soal dengan benar yaitu 100.

d. Prosedur

Langkah pertama untuk menilai kompetensi pengetahuan mahasiswa yaitu dengan memberikan pre tes diawal pembelajaran sebelum mahasiswa menerima pembelajaran terkait dengan materi yang akan diajarkan. Kemudian diakhir pembelajaran setelah materi *H-irregularity* diajarkan maka mahasiswa akan menyelesaikan post tes.

## 2. Data Pendukung Keterlaksanaan Penelitian

a. Dokumentasi

Dokumentasi yang akan diambil dalam penelitian ini yaitu daftar nama mahasiswa, foto dan video pelaksanaan penelitian.

b. Wawancara

Wawancara ditujukan pada kelas eksperimen yang bertujuan mendapat hasil potret fase keterampilan kreatif dan inovatif mahasiswa, tanggapan, pendapat, masukan maupun saran dari mahasiswa tentang perangkat pembelajaran yang telah diterapkan dalam penelitian.

c. Observasi

Data proses pembelajaran diperoleh dengan melakukan observasi selama pembelajaran berlangsung. Observasi ini menggunakan lembar keterlaksanaan pembelajaran yang juga terdapat catatan agar observer dapat mencatat kejadian di luar dari rancangan pelaksanaan pembelajaran.

d. Metode Tes

Metode tes digunakan untuk memperoleh hasil belajar mahasiswa setelah melakukan kegiatan pembelajaran berupa post tes.

e. Metode Angket

Angket diberikan pada mahasiswa untuk mengetahui respon mahasiswa terhadap kegiatan pembelajaran dan perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan dan untuk mengetahui keefektifan perangkat pembelajaran.

### 3.5.3. Analisis Data

Data yang diperoleh dari pengamatan aktivitas mahasiswa yaitu aktivitas yang dilakukan mahasiswa selama kegiatan pembelajaran berlangsung. Penelitian ini terdapat dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Adapun variabel bebas yang diuji dalam penelitian ini yaitu perangkat pembelajaran berbasis *output based learning* sedangkan variabel terikat yang dijadikan objek dalam penelitian ini yaitu keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa. Jika data dalam penelitian ini berdistribusi normal dan homogen maka menggunakan teknik analisis data yang berupa uji t-tes. Akan tetapi jika data tidak berdistribusi normal atau tidak homogen maka menggunakan uji non parametrik yaitu uji *Mann-Whitney*. Analisis data menggunakan *SPSS*.

#### a. Uji Prasyarat Analisis

##### ▪ Uji Reliabilitas Perangkat

Uji reliabilitas untuk menjamin instrumen yang digunakan konsistensi, stabil dan dependibilitas sehingga bila digunakan berulang kali akan menghasilkan data yang sama. Pengukuran tingkat reliabilitas alat pengumpulan data dalam penelitian ini dengan menggunakan *Alpha Croncbrach*. Besarnya koefisien *alpha* merupakan tolak ukur dari instrumen digunakan pedoman yang dikemukakan oleh George dan Mallery (1995) sebagai berikut:

Tabel 3. 5 Tolak ukur dari instrumen

$0.9 \leq \alpha < 1.0$	Sangat Bagus
$0.8 \leq \alpha < 0.9$	Bagus
$0.7 \leq \alpha < 0.8$	Dapat Diterima
$0.6 \leq \alpha < 0.7$	Diragukan
$0.5 \leq \alpha < 0.6$	Jelek
$\alpha < 0.5$	Tidak Dapat Diterima

- **Uji Homogenitas**

Uji homogenitas bertujuan untuk mengetahui data dari masing-masing kelompok sampel yang digunakan mempunyai varians yang sama atau tidak sehingga dapat ditentukan rumus *t-test* yang akan digunakan untuk pengujian hipotesis. Uji homogenitas varians menggunakan *SPSS*, jika nilai signifikansi  $> 0.05$  maka dapat disimpulkan bahwa varians dari kelompok data adalah sama sehingga uji homogenitas varians menggunakan rumus berikut:

$$F = \frac{\text{varians terbesar}}{\text{varians terkecil}}$$

- **Uji Normalitas**

Uji normalitas digunakan untuk mengetahui populasi data yang digunakan berdistribusi normal atau tidak. Pengujian normalitas ini dilakukan dengan menggunakan *SPSS*. Data dikatakan memenuhi asumsi normalitas jika pada Kolmogorov-Smirnov nilai sig.  $> 0.05$ .

- **Uji Hipotesis dengan Uji T-test**

Uji *paired sample t-test* dalam penelitian ini menggunakan *SPSS* dengan memasukkan data pre test dan post test kelas yang digunakan eksperimen. Hipotesis dirumuskan dalam bentuk pasangan hipotesis nol ( $H_0$ ) dan hipotesis alternatif ( $H_1$ ). Dengan kriteria pengujian terima  $H_0$  jika nilai signifikansi atau nilai probabilitas  $> 0.05$  maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  jika nilai signifikansi atau nilai probabilitas  $< 0.05$  maka  $H_0$  ditolak.

$H_0$  : tidak ada pengaruh *output based learning* terhadap keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa

$H_1$  : ada pengaruh *output based learning* terhadap keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa

## BAB 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan membahas tentang proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran *output based learning* serta pengaruhnya terhadap keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *H-irregularity*.

### 1.1. Proses Pengembangan Perangkat Pembelajaran

Pengembangan perangkat pembelajaran *output based learning* memiliki tujuan yaitu untuk mengetahui pengaruh keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *H-irregularity*. Pada penelitian ini mengacu pada model pengembangan dari Thiagarajan yang terdiri dari empat tahap yaitu pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*), dan penyebaran (*desseminate*). Proses pengembangan perangkat pembelajaran adalah dengan validasi yang dilakukan oleh para ahli dan uji keefektifan perangkat pembelajaran yang dikembangkan.

#### 4.1.1. Tahap Pendefinisian (*Define*)

Tahap pendefinisian (*define*) merupakan tahap awal yang bertujuan untuk menyusun rancangan awal dan menetapkan hal-hal yang dibutuhkan dalam pembelajaran dengan menganalisis batasan dan tujuan dari suatu materi yang akan disampaikan. Pada tahapan ini terdiri dari lima langkah yaitu:

##### a. Analisis awal-akhir

Analisis awal yang dilakukan pada tahap *define* adalah menetapkan dasar permasalahan yang diperlukan dalam pengembangan perangkat pembelajaran sehingga dapat dibuat solusi alternatif perangkat pembelajaran yang sesuai.

Berdasarkan hasil analisis, mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep *H-irregularity* dikarenakan masih tergolong materi baru dalam graf. Kesulitan-kesulitan ini menyebabkan proses belajar terhambat. Dalam menyelesaikan permasalahan *H-irregularity* mahasiswa dituntut harus aktif, kreatif dan inovatif.

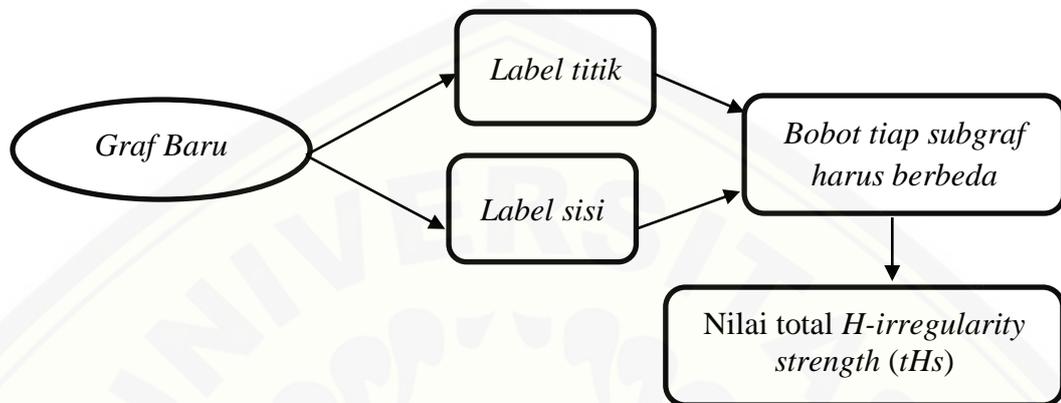
Materi *H-irregularity* menjadi permasalahan dasar dalam pengembangan perangkat pembelajaran ini karena materi tersebut masih tergolong sangat baru sehingga dapat dijadikan salah satu topik atau referensi dalam penyelesaian tugas akhir (skripsi). Hal ini membuat mahasiswa tidak mudah dalam menyelesaikan permasalahan *H-irregularity* bagi mahasiswa yang tidak sungguh-sungguh dalam belajarnya. Jadi yang dapat menyelesaikan permasalahan tersebut haruslah mahasiswa yang mampu berperan aktif, kreatif dan inovatif. Mahasiswa kelas Kombinatorik merupakan kelas mahasiswa dengan nilai semester yang baik sehingga mereka dapat lebih mudah memahami konsep *H-irregularity* ini. Metode pembelajaran yang digunakan adalah *output based learning* dimana metode ini cocok digunakan untuk melatih kemampuan berfikir kreatif dan inovatif mahasiswa karena pada metode ini mahasiswa nantinya dituntut untuk dapat menemukan graf baru untuk diberi label titik dan sisi, menentukan nilai bobot dari setiap subgraf yang harus berbeda, serta menentukan nilai total *H-irregularity strength* ( $tHs$ ) dari graf tersebut.

#### b. Analisis Mahasiswa

Analisis mahasiswa dilakukan untuk memperoleh data mengenai karakteristik mahasiswa S1 Pendidikan Matematika Kelas Kombinatorika. Pada pembelajaran ini berpusat kepada mahasiswa yang dituntut untuk kreatif dan inovatif dalam memahami dan menyelesaikan permasalahan tentang *H-irregularity*. Mahasiswa menyelesaikan permasalahan tentang *H-irregularity* tidak hanya bekerja sendiri atau secara individual, melainkan mahasiswa harus mampu bekerja sama dengan kelompok masing-masing. Pada saat mahasiswa bekerja kelompok, nantinya akan diketahui proses interaksi antar mahasiswa, seperti saling berpendapat, bertukar pikiran, berbagi tugas, dan lain sebagainya. Semua itu akan dilihat dari cara mereka bekerja dan dari situlah maka akan diketahui perbedaan mahasiswa yang aktif dan mahasiswa yang pasif. Namun mayoritas mahasiswa di kelas Kombinatorika memiliki IPK tinggi, sehingga sangat mudah untuk membuat mereka memahami konsep *H-irregularity*.

### c. Analisis Konsep

Analisis konsep bertujuan untuk menentukan isi dari materi. Berdasarkan kegiatan analisis awal-akhir yang telah disampaikan sebelumnya maka hasil analisis konsep mengenai *H-irregularity* sebagai berikut:



Gambar 4. 1 Peta konsep materi *H-irregularity*

### d. Analisis tugas dan Spesifikasi tujuan pembelajaran

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan sebelumnya permasalahan dasar yang digunakan pada pengembangan perangkat yaitu *H-irregularity*. Maka tugas atau kemampuan akhir yang harus dicapai mahasiswa adalah mengembangkan *H-irregularity* dari suatu graf. Berdasar kemampuan akhir yang harus dicapai mahasiswa maka disusun indikator hasil belajar sebagai berikut :

1. Mahasiswa aktif mengemukakan pendapat dan bekerja sama dalam memahami konsep *H-irregularity* melalui diskusi kelompok.
2. Mahasiswa dapat membuat graf baru dan dapat meng-*expand*-nya.
3. Mahasiswa dapat menentukan kardinalitas suatu graf.
4. Mahasiswa dapat memberi label titik dan sisi suatu graf.
5. Mahasiswa dapat menentukan nilai bobot dari setiap subgraf yang harus berbeda,  $wt_{\varphi}(H) = \sum_{v \in V(H)} \varphi(v) + \sum_{e \in E(H)} \varphi(e)$ ,  $wt_{\varphi}(H') \neq wt_{\varphi}(H'')$
6. Mahasiswa dapat menentukan nilai total *H-irregularity strength (tHs)* dari graf tersebut.

#### 4.1.2. Tahap Perancangan (*Design*)

Pada tahap ini dilakukan tahap perancangan (*design*) perangkat pembelajaran dengan materi *H-irregularity* berbasis *output based learning* untuk mengetahui pengaruhnya terhadap keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa. Hasil perencanaan pada masing-masing fase sebagai berikut:

##### a. Penyusunan Tes

Tes atau instrumen penilaian disusun berdasarkan indikator pembelajaran yang telah ditetapkan. Dalam penelitian ini, tes yang disusun adalah tes hasil belajar dengan materi *H-irregularity*. Tes ini berbentuk uraian aktivitas riset.

##### b. Pemilihan Media

Dalam penelitian ini, Pemilihan media yang digunakan sesuai dengan pembelajaran *output based learning*, prosesnya meliputi penyesuaian antara analisis mahasiswa, analisis konsep, dan analisis tugas. Dalam penelitian ini, penyajian materi *H-irregularity* menggunakan media presentasi biasa yang disajikan melalui monitor. Media lain yang digunakan untuk mendukung pembelajaran *output based learning* ini diantaranya adalah tes hasil belajar dan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) yang didalamnya terdapat indikator-indikator keterampilan berpikir kreatif dan inovatif. Media ini diberikan kepada mahasiswa dengan harapan mahasiswa dapat memanfaatkan media yang disediakan untuk menemukan konsep *H-irregularity* dan menemukan graf baru yang memiliki *H-irregularity*. Pada pengembangan lembar kerja mahasiswa media yang digunakan yaitu *Microsoft Word 2010*.

##### c. Pemilihan Format

Penyusunan format yang digunakan dalam pengembangan perangkat pembelajaran ini meliputi pemilihan format untuk mendesain isi, pemilihan strategi pembelajaran, dan sumber belajar. Proses pemilihan format juga mempertimbangkan hasil analisis materi, analisis tugas, dan analisis mahasiswa. Dalam hal ini, pembelajaran *output based learning* pada materi *H-irregularity* dengan tahapan-tahapan pembelajaran yang ada di dalamnya dipilih sebagai format pembelajaran. Hal tersebut karena penelitian ini ditujukan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran *output based learning* untuk

menganalisis kemampuan berfikir kreatif dan inovatif mahasiswa pada materi *H-irregularity*.

d. Desain Awal

Desain awal merupakan seluruh rancangan perangkat pembelajaran harus dikerjakan sebelum diujicoba. Adapun perangkat pembelajaran berupa satuan acara perkuliahan semester, LKM dan post tes. Hasil rancangan pembelajaran yang ditulis pada tahap ini sebagai draf awal (draft I).

1. Satuan Acara Perkuliahan

Pada Satuan acara perkuliahan semester untuk perkuliahan di dalamnya terdapat satuan acara perkuliahan (SAP) materi *H-irregularity*. Satuan acara perkuliahan dibuat berdasarkan model *output based learning* untuk tiga pertemuan. Masing-masing pertemuan dengan alokasi waktu 2x50 menit.

Berdasarkan satuan acara perkuliahan (SAP) yang telah dibuat pada pertemuan I akan membahas tentang kardinalitas dari graf dan konsep dasar dari suatu graf. Pertemuan kedua akan membahas tentang konsep dasar dari *H-irregularity*. Pada proses memahami konsep *H-irregularity* mahasiswa akan menemukan sendiri karakteristik dan batasan minimum yang digunakan pada saat melabeli suatu graf dengan aturan nilai bobot dari tiap subgraf harus berbeda. Kemudian pada pertemuan ketiga mahasiswa akan menentukan nilai total *H-irregularity strength (tHs)* dari suatu graf.

The image shows a detailed lesson plan for 'H-irregularity'. It includes a header with course details, a list of learning objectives, and several tables detailing the content and activities for each of the three meetings. The tables are color-coded with yellow and blue headers.

Gambar 4. 2 Desain awal satuan acara perkuliahan

## 2. Lembar Kerja Mahasiswa (LKM)

Dalam penelitian ini, Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) didesain sesuai dengan indikator pembelajaran yang akan dicapai oleh mahasiswa yaitu meningkatkan keterampilan berpikir kreatif dan inovatif. LKM berisi tentang kardinalitas dan pemahaman materi tentang *H-irregularity* dari suatu graf. Desain dalam LKM dilengkapi dengan kotak kosong, tabel kosong dan titik-titik yang disediakan sebagai tempat untuk menuliskan pendapat yang mereka miliki dalam menjawab pertanyaan.



Gambar 4. 3 Desain awal lembar kerja mahasiswa

## 3. Post Tes

Dalam penelitian ini, post tes dibuat berdasarkan materi yang telah diajarkan menggunakan metode pembelajaran *output based learning* yang bertujuan untuk mengukur hasil belajar mahasiswa. Tes hasil belajar ini dikerjakan berkelompok sebanyak dua anggota mahasiswa setiap kelompoknya. Sebelum digunakan untuk mengevaluasi mahasiswa, alat evaluasi tersebut divalidasi terlebih dahulu oleh validator untuk menentukan kelayakan instrumen tes hasil belajar. Selain lembar kerja mahasiswa (LKM) dan post tes, dalam tahap desain awal ini juga dihasilkan lembar validasi dan lembar pengamatan aktivitas dosen dan mahasiswa.

#### 4.1.3. Tahap Pengembangan (*Develop*)

Tahap pengembangan (*develop*) bertujuan untuk menghasilkan produk pengembangan yang dilakukan melalui dua langkah yaitu penilaian ahli (*expert appraisal*) yang diikuti dengan revisi dan uji coba pengembangan (*developmental testing*). Produk tersebut menjadi bentuk akhir perangkat pembelajaran yang telah melalui revisi berdasar masukan dari para ahli dan data hasil uji coba. Hasil kegiatan tahap ini sebagai berikut:

##### a. Penilaian ahli

Tahapan penilaian dari ahli digunakan sebagai dasar melakukan revisi dan menyempurnakan perangkat pembelajaran yang telah dibuat. Pada penelitian ini validasi dilakukan oleh dua orang validator yang mengacu pada indikator penilaian pada lembar validasi. Validator terdiri dari ahli dalam bidang pembelajaran dan penyusunan lembar kerja mahasiswa serta dosen ahli dalam bidang graf. Berikut merupakan nama-nama validator yang telah melakukan validasi terhadap media pembelajaran yang sudah dikembangkan.

Tabel 4. 1 Daftar nama validator

No	Nama	Bidang/ Ahli
1	Dr. Arika Indah Kristiana, S.Si., M.Pd.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ pembelajaran dan</li> <li>▪ penyusunan LKM</li> </ul>
2	Ridho Alfarisi, S.Pd., M.Si.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ teori graf</li> </ul>

Berdasarkan hasil penilaian validator didapatkan penilaian secara umum sebagai berikut:

- Validator 1
  - a) Satuan acara perkuliahan (SAP) tergolong dapat digunakan dengan sedikit revisi.
  - b) Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) tergolong dapat digunakan dengan sedikit revisi.
  - c) Post Tes tergolong dapat digunakan dengan sedikit revisi.
- Validator 2
  - a) Satuan acara perkuliahan (SAP) tergolong dapat digunakan dengan sedikit revisi.

- b) Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) tergolong dapat digunakan dengan sedikit revisi.
- c) Post Tes tergolong dapat digunakan dengan sedikit revisi.

Komentar dan saran dari validator digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk merevisi perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan oleh peneliti sehingga menghasilkan perangkat pembelajaran yang layak untuk digunakan dalam kegiatan belajar dan mengajar.

#### b. Uji Coba

Setelah perangkat pembelajaran divalidasi oleh validator dan direvisi oleh peneliti, maka tahapan selanjutnya adalah dilakukan uji coba pada subjek penelitian. Subjek penelitian ini adalah mahasiswa S1 Pendidikan Matematika Universitas Jember semester 3 yang menempuh mata kuliah kombinatorik kelas A dan kelas B masing-masing 40 mahasiswa dan 38 mahasiswa. Kegiatan pembelajaran dilakukan sebanyak 2 kali pertemuan dan 1 kali pertemuan untuk melakukan tes hasil belajar. Kegiatan pembelajaran pada kelas A sebagai kelas eksperimen akan menggunakan model pembelajaran *output based learning*. Pada saat proses pembelajaran ditemani oleh observer tujuannya mengamati aktivitas dosen dan aktivitas mahasiswa. Hasil uji coba lapangan digunakan untuk menilai kepraktisan dan keefektifan perangkat pembelajaran. Hasil uji coba lapangan nantinya akan menjadi dasar apakah perangkat pembelajaran masih perlu direvisi untuk kemudian akan diuji cobakan lagi atau perangkat pembelajaran sudah final. Adapun jadwal pelaksanaan uji coba lapangan sebagai berikut :

**Tabel 4. 2** Jadwal pelaksanaan uji coba

Pertemuan ke-	Waktu	Materi
1	Rabu, 13 November 2019	Kardinalitas
2	Jumat, 15 November 2019	Konsep dasar <i>H-Irregularity</i>
3	Rabu, 20 November 2019	Post tes

Pada saat penerapan perangkat pembelajaran di kelas, peneliti bertindak sebagai dosen yang melaksanakan uji coba dan didampingi oleh dua observer untuk menilai kegiatan pembelajaran. Observer akan memberikan penilaian

melalui lembar observasi aktivitas dosen dan aktivitas mahasiswa yang sudah disertai dengan indikator-indikator yang akan diamati.

Berdasarkan hasil pengamatan pengelolaan kelas yang dilakukan selama kegiatan pembelajaran didapatkan hasil bahwa kegiatan belajar dengan model *output based learning* berjalan dengan cukup baik dan lancar. Mahasiswa dibagi dalam beberapa kelompok dimana satu kelompok terdiri dari 2-3 mahasiswa. Pelaksanaan uji coba dimulai dengan melakukan pretes pada kedua kelas tersebut, kemudian dilanjutkan dengan mengamati dan mengerjakan LKM sesuai dengan petunjuk yang ada. Kegiatan mengerjakan LKM hanya dilakukan oleh kelas A. sebab dalam penelitian ini kelas tersebut digunakan sebagai kelas eksperimen. Sementara kelas B akan dilakukan pembelajaran dengan materi yang sama namun dengan model pembelajaran konvensional. Pada akhir kegiatan pembelajaran kedua kelas tersebut akan dilakukan post tes untuk mengukur kemampuan akhir mahasiswa.

Pertemuan pertama dilakukan pada Rabu, 13 November 2019 dilakukan pengamatan terhadap kepraktisan perangkat pembelajaran yang meliputi aktivitas dosen dan aktivitas mahasiswa. Peneliti yang juga bertindak sebagai dosen menerapkan pembelajaran dengan model *output based learning*. Kegiatan pembelajaran dibuka dengan doa kemudian peneliti menyampaikan tujuan pembelajaran untuk pertemuan pertama yaitu mahasiswa dapat menentukan kardinalitas dari suatu graf. Pada saat mahasiswa mengerjakan LKM maka aktivitas mahasiswa akan terlihat misalnya mahasiswa melakukan tanya jawab dan diskusi dalam menyelesaikan permasalahan yang telah disediakan. Dalam LKM terdapat beberapa riset yang menuntun mahasiswa untuk menemukan kardinalitas dari suatu graf.

Peneliti yang bertindak sebagai dosen membagi mahasiswa menjadi beberapa kelompok yang terdiri dari 2-3 mahasiswa, setelah mahasiswa membentuk kelompok dosen memberikan penjelasan singkat terkait dengan kardinalitas. Langkah selanjutnya adalah mahasiswa mencoba memahami sendiri kardinalitas suatu graf melalui permasalahan yang diberikan. Mahasiswa tidak mengalami banyak kesulitan karena kardinalitas telah dipelajari pada mata kuliah

kombinatorika sebelumnya. Setelah menyelesaikan permasalahan yang diberikan maka dosen bersama mahasiswa melakukan diskusi sekaligus pembahasan. Masing-masing kelompok melakukan presentasi jawabannya di depan kelas, kelompok lain diperbolehkan untuk bertanya, menyanggah atau memberikan jawaban yang berbeda jika mahasiswa mengalami kesulitan maka dosen akan membantu kelompok tersebut.

Kegiatan pembelajaran kedua dilaksanakan Jumat, 15 November 2019. Pada pertemuan ini dilakukan pengenalan materi serta penelitian terdahulu tentang *H-irregularity*. Mahasiswa mencoba memahami secara mandiri materi tersebut dengan cara menyelesaikan riset yang ada dalam LKM. Mahasiswa menyelesaikan riset 1 yang berisi latihan dasar mengenai materi *H-irregularity*. Sedangkan pada riset 2 mahasiswa dituntut untuk mencari rumus secara umum pada permasalahan ini dikarenakan graf diekspan lebih banyak daripada graf pada riset 1.

Pertemuan terakhir dilakukan post tes yang berupa tes hasil belajar (THB). Soal post tes berupa uraian yang berisi 3 indikator keterampilan berpikir kreatif dan inovatif, soal post tes menuntut mahasiswa untuk menemukan nilai *total H-irregularity strength (tHs)* dari suatu graf namun harus berbeda satu dengan yang lainnya. Soal THB dikerjakan secara berkelompok dengan beranggotakan duaorang. Soal berupa langkah-langkah riset, mulai dari penentuan graf, menentukan kardinalitas, penentuan label titik dan sisi, penentuan bobot total dari tiap subgraf, hingga penentuan nilai total *H-irregularity strength (tHs)* dari graf tersebut.

Setelah menerapkan pengembangan perangkat pembelajaran *output based learning*, mahasiswa diminta mengisi angket respon mahasiswa terhadap perangkat pembelajaran dan proses kegiatan pembelajaran. Dari pelaksanaan uji coba maka akan diperoleh data aktivitas dosen, aktivitas mahasiswa, post tes, dan angket respon mahasiswa yang selanjutnya akan dilakukan analisis. Hasil analisis digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk merevisi perangkat pembelajaran tersebut menjadi draft akhir yang siap digunakan.

#### 4.1.4. Tahap Penyebaran (*Disseminate*)

Tahap penyebaran (*disseminate*) merupakan tahap akhir dari pengembangan perangkat pembelajaran yaitu dengan menerapkan penggunaan perangkat pembelajaran yang sudah dikembangkan pada skala yang lebih besar misal dikelas yang belum dilakukan uji coba atau di universitas lain oleh dosen yang lain. Hal tersebut bertujuan mengetahui keefektifan perangkat yang telah dikembangkan dalam kegiatan pembelajaran serta mendapatkan masukan, koreksi, saran, penilaian untuk menyempurnakan perangkat pembelajaran yang sudah dikembangkan. Tahap penyebaran pada penelitian ini yaitu mengemas perangkat pembelajaran sedemikian rupa agar menarik untuk nantinya siap disebar dan dipakai oleh dosen dan mahasiswa dari berbagai universitas. Tahap penyebaran pada penelitian ini sebagai berikut :

- a. memberikan perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan pada lembaga tempat uji coba perangkat,
- b. menyerahkan ke Laboratorium Matematika program studi Pendidikan Matematika Universitas Jember,
- c. menyerahkan pada perpustakaan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember,
- d. menyerahkan ke perpustakaan Universitas Jember.
- e. mengunggah pada Blog.

#### 4.2. Hasil Pengembangan Perangkat

Penelitian ini menghasilkan perangkat pembelajaran matematika yaitu RPS, Lembar Kerja Mahasiswa (LKM), dan Tes Hasil Belajar (THB) yang menggunakan model *output based learning* pada kajian *H-irregularity*. Pengembangan perangkat pada penelitian ini mengacu pada pengembangan perangkat model *four-D* yaitu meliputi pendefinisian, perancangan, pengembangan dan penyebaran.

Dalam proses pengembangan perangkat pembelajaran, peneliti perlu memperhatikan bagaimana siasat untuk memunculkan kreativitas mahasiswa melalui metode *output based learning*. Untuk pembuatan perangkat pembelajaran

juga harus diperhatikan, karena perangkat yang dihasilkan tidak hanya memunculkan kreativitas mahasiswa tetapi juga memunculkan ketertarikan untuk membaca dan mempelajarinya. Untuk membuat perangkat pembelajaran yang diinginkan, peneliti ini memerlukan waktu yang lama dan ketelitian yang tinggi agar perangkat pembelajarannya tersebut benar-benar mendekati sempurna. Kemudian perangkat yang telah dibuat harus divalidasi oleh para validator yang kompeten dibidangnya dan direvisi jika masih terdapat kekurangan, kemudian siap untuk diujicobakan pada peserta didik di dalam kelas.

#### 4.2.1. Hasil Analisis Data Validasi

Validasi dilakukan oleh dua orang validator yang telah memenuhi kualifikasi yang sudah ditentukan. Pada proses validasi ini, dilakukan dengan menyerahkan perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan, instrumen penilaian dan lembar validasi kepada validator. Selain memberikan penilaian, validator tersebut juga memberikan komentar dan saran perbaikan pada produk yang dikembangkan. Hasil validasi perangkat pembelajaran dibagi menjadi tiga yaitu hasil validasi SAP, LKM dan post tes.

##### a. Hasil Validasi Satuan Acara Perkuliahan

Teknik validasi satuan acara perkuliahan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu menggunakan pertanyaan berskala likert 1-4 dengan menggunakan pertanyaan berskala. Validator diminta untuk memberi skor antara 1-4 sesuai dengan karakteristik pada kolom penilaian sesuai dengan penilaian validator. Hasil rekapitulasi validasi satuan acara perkuliahan dari para validator pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Rekapitulasi hasil validasi satuan acara perkuliahan

No.	Aspek penilaian	Validator		Rata-rata	Persentase	
		1	2			
<b>I.</b>	<b>Perumusan tujuan pembelajaran</b>					
	1.	Kejelasan kompetensi akhir yang diharapkan	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	
	<i>Jumlah skor rata-rata aspek I</i>				<b>4</b>	
	<i>Skor rata-rata aspek I</i>				<b>4</b>	<b>100%</b>

<b>II.</b>	<b>Isi SAP</b>					
	1.	Sistematika penyusunan SAP	4	4	4	
	2.	Kesesuaian urutan kegiatan pembelajaran dengan model <i>output based learning</i>	3	3	3	
	3.	Kejelasan tahap-tahap kegiatan pembelajaran dari pendahuluan, inti dan penutup	3	4	3.5	
	<i>Jumlah skor rata-rata aspek II</i>				<b>10.5</b>	
<i>Skor rata-rata aspek II</i>				<b>3.5</b>	<b>87.5%</b>	
<b>III.</b>	<b>Bahasa dan tulisan</b>					
	1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)	4	4	4	
	2.	Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif dan mudah dipahami	4	3	3.5	
	<i>Jumlah skor rata-rata aspek III</i>				<b>7.5</b>	
	<i>Skor rata-rata aspek III</i>				<b>3.75</b>	<b>93.75%</b>
<b>IV.</b>	<b>Waktu</b>					
	1.	Kesesuaian alokasi waktu yang digunakan	3	4	3.5	
	2.	Rincian waktu untuk setiap tahap pembelajaran	3	4	3.5	
	<i>Jumlah skor rata-rata aspek IV</i>				<b>7</b>	
	<i>Skor rata-rata aspek IV</i>				<b>3.5</b>	<b>87.5%</b>
<i>Skor total keseluruhan aspek</i>				<b>14.75</b>	<b>368.75%</b>	
<i>Skor rata-rata keseluruhan aspek</i>				<b>3.69</b>	<b>92.188%</b>	

Berdasarkan rekapitulasi hasil validasi terhadap satuan acara perkuliahan yang ditunjukkan pada Tabel 4.3 diuraikan sebagai berikut:

- 1) Aspek perumusan tujuan pembelajaran mendapatkan skor rata-rata sebesar 4 dan persentase sebesar 100%.
- 2) Aspek isi dari satuan acara perkuliahan mendapatkan skor rata-rata sebesar 3.5 dan persentase sebesar 87.5%.
- 3) Aspek bahasa dan tulisan dari satuan acara perkuliahan mendapatkan skor rata-rata sebesar 3.75 dan persentase sebesar 93.75%.
- 4) Aspek waktu dari satuan acara perkuliahan mendapatkan skor rata-rata sebesar 3.5 dan persentase sebesar 87.5%.



## b. Hasil Validasi LKM

Teknik validasi LKM yang dilakukan pada penelitian ini yaitu menggunakan pertanyaan berskala likert 1-4 dengan menggunakan pertanyaan berskala. Validator diminta untuk memberi skor antara 1-4 sesuai dengan karakteristik pada kolom penilaian sesuai dengan penilaian validator. Hasil rekapitulasi validasi satuan acara perkuliahan dari para validator pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Rekapitulasi hasil validasi lembar kerja mahasiswa

No.	Aspek penilaian	Validator		Rata-rata	Persentase	
		1	2			
<b>I.</b>	<b>Format</b>					
	1.	LKM memiliki petunjuk pengerjaan yang jelas	4	4	4	
	<i>Jumlah skor rata-rata aspek I</i>				4	
	<i>Skor rata-rata aspek I</i>				4	100%
<b>II.</b>	<b>Bahasa</b>					
	1.	Soal dirumuskan dengan bahasa yang sederhana dan tidak menimbulkan penafsiran ganda	4	3	3.5	
	2.	Menggunakan istilah-istilah yang mudah dipahami	4	4	4	
	3.	Dirumuskan dengan mengikuti kaidah Bahasa Indonesia yang baku (EYD)	4	4	4	
	4.	Bahasa yang digunakan komunikatif	4	4	4	
	<i>Jumlah skor rata-rata aspek II</i>				15.5	
	<i>Skor rata-rata aspek II</i>				3.88	96.88%
<b>III.</b>	<b>Isi</b>					
	1.	LKM disajikan secara sistematis	3	4	3.5	
	2.	Kebenaran konsep/ materi	4	3	3.5	
	3.	Masalah yang diangkat sesuai kognisi mahasiswa	4	4	4	
	4.	Setiap kegiatan mempunyai tujuan yang jelas	3	4	3.5	
	5.	Kegiatan yang disajikan untuk menganalisis keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa	3	4	3.5	
	6.	Penyajian LKM menarik	3	4	3.5	
	<i>Jumlah skor rata-rata aspek III</i>				21.5	
<i>Skor rata-rata aspek III</i>				3.58	89.58%	

<i>Jumlah total skor rata-rata seluruh aspek</i>	<b>11.46</b>	<b>286.46%</b>
<i>Skor total rata-rata seluruh aspek</i>	<b>3.82</b>	<b>95.49%</b>

Berdasarkan rekapitulasi hasil validasi terhadap LKM yang ditunjukkan pada Tabel 4.5 diuraikan sebagai berikut:

- 1) Aspek format dari LKM mendapatkan skor rata-rata sebesar 4 dan persentase sebesar 100%.
- 2) Aspek bahasa dari LKM mendapatkan skor rata-rata sebesar 3.88 dan persentase sebesar 96.88%.
- 3) Aspek isi dari LKM mendapatkan skor rata-rata sebesar 3.58 dan persentase sebesar 89.58%.

Dari ketiga aspek tersebut dapat diperoleh rata-rata keseluruhan skor validasi LKM sebesar 3.82 dan persentase rata-rata keseluruhan validasi yaitu 95.49%. Berdasarkan kriteria kevalidan maka LKM yang dikembangkan oleh peneliti memenuhi kriteria valid, karena rata-rata keseluruhan skor validasi berada pada rentang  $3 \leq V_r < 4$ .

Adapun catatan yang diberikan oleh validator mengenai LKM yang telah dikembangkan antara lain:

- 1) Validator 1 memberikan saran, “penambahan penulisan indeks graf pada lembar riset”.
- 2) Validator 2 memberikan saran, “perbaiki penulisan pada teorema *H-irregularity*”.

Berikut adalah hasil revisi lembar kerja mahasiswa (LKM) berdasarkan saran/masukan validator dijelaskan pada Tabel 4.6 yang terdiri atas penulisan indeks graf dan penulisan teorema.

Tabel 4. 6 Revisi lembar kerja mahasiswa

No.	Komponen yang direvisi	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
1.	Penulisan indeks graf	<p><b>TEOREMA 1</b></p> <p>Jika <math>G</math> merupakan graf dengan <math>n</math> simpul dan <math>m</math> sisi, maka <math>G</math> merupakan graf bipartit jika dan hanya jika <math>n</math> dan <math>m</math> memenuhi persamaan <math>n^2 - m</math> adalah bilangan genap.</p> $n^2 - m = 2k$ <p>Diketahui:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>n</math> = Banyak simpul (simpul) dalam graf <math>G</math>.</li> <li><math>m</math> = Banyak sisi (sisi) dalam graf <math>G</math>.</li> <li><math>k</math> = Banyak sisi (sisi) dalam graf <math>G</math>.</li> </ul> <p><b>Tugas 8. Jelaskan konsep</b> (Berilah contoh)</p> <p><b>DEFINISI</b></p> <p>Indeks graf <math>G</math> ialah <math>\sum_{v \in V(G)} d(v)</math>.</p>  <p>Jika <math>G</math> adalah graf bipartit yang memiliki <math>n</math> simpul dan <math>m</math> sisi, maka indeks graf <math>G</math> adalah <math>2m</math>.</p>	<p><b>Penjelasan konsep</b></p> <p><b>DEFINISI</b></p> <p>Indeks graf <math>G</math> ialah <math>\sum_{v \in V(G)} d(v)</math>.</p>  <p><b>Contoh 2.1</b></p> <p>Jika <math>G</math> adalah graf bipartit dengan <math>n</math> simpul dan <math>m</math> sisi, maka indeks graf <math>G</math> adalah <math>2m</math>.</p> <p>Diketahui:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>n</math> = Banyak simpul (simpul) dalam graf <math>G</math>.</li> <li><math>m</math> = Banyak sisi (sisi) dalam graf <math>G</math>.</li> <li><math>k</math> = Banyak sisi (sisi) dalam graf <math>G</math>.</li> </ul> <p><b>Penyelesaian</b></p> <p>A. Banyak simpul <math>n = 2 + 2 + 2 + 2 + 2 = 10</math>  <math>m = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 10</math>  <math>k = 10</math>  <math>2m = 2 \cdot 10 = 20</math></p>
2.	Penulisan Teorema	<p><b>TEOREMA 1</b></p> <p>Jika <math>G</math> merupakan graf dengan <math>n</math> simpul dan <math>m</math> sisi, maka <math>G</math> merupakan graf bipartit jika dan hanya jika <math>n</math> dan <math>m</math> memenuhi persamaan <math>n^2 - m</math> adalah bilangan genap.</p> $n^2 - m = 2k$ <p>Diketahui:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>n</math> = Banyak simpul (simpul) dalam graf <math>G</math>.</li> <li><math>m</math> = Banyak sisi (sisi) dalam graf <math>G</math>.</li> <li><math>k</math> = Banyak sisi (sisi) dalam graf <math>G</math>.</li> </ul> <p><b>Tugas 8. Jelaskan konsep</b> (Berilah contoh)</p> <p><b>DEFINISI</b></p> <p>Indeks graf <math>G</math> ialah <math>\sum_{v \in V(G)} d(v)</math>.</p>  <p>Jika <math>G</math> adalah graf bipartit yang memiliki <math>n</math> simpul dan <math>m</math> sisi, maka indeks graf <math>G</math> adalah <math>2m</math>.</p>	<p><b>Explanation of index in a bipartite graph</b></p> <p><b>DEFINISI</b></p> <p>Indeks graf <math>G</math> ialah <math>\sum_{v \in V(G)} d(v)</math>.</p> <p>Jika <math>G</math> adalah graf bipartit yang memiliki <math>n</math> simpul dan <math>m</math> sisi, maka indeks graf <math>G</math> adalah <math>2m</math>.</p> <p><b>TEOREMA 1</b></p> <p>Indeks graf <math>G</math> ialah <math>\sum_{v \in V(G)} d(v)</math>.</p> <p>Diketahui:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>n</math> = Banyak simpul (simpul) dalam graf <math>G</math>.</li> <li><math>m</math> = Banyak sisi (sisi) dalam graf <math>G</math>.</li> <li><math>k</math> = Banyak sisi (sisi) dalam graf <math>G</math>.</li> </ul>

c. Hasil Validasi Post Tes

Teknik validasi post tes pada penelitian ini menggunakan pertanyaan berskala likert 1-4 dengan menggunakan pertanyaan berskala. Validator diminta untuk memberi skor antara 1-4 sesuai dengan karakteristik pada kolom penilaian

sesuai dengan penilaian validator. Hasil rekapitulasi validasi post tes dari para validator pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Rekapitulasi hasil validasi post tes

No.	Aspek penilaian	Validator		Rata-rata	Persentase
		1	2		
<b>I.</b>	<b>Format</b>				
1.	Kejelasan petunjuk mengerjakan pada post tes	4	3	3.5	
<i>Jumlah skor rata-rata aspek I</i>				3.5	
<i>Skor rata-rata aspek I</i>				3.5	87.5%
<b>II.</b>	<b>Bahasa</b>				
1.	Kesesuaian soal tes dengan materi <i>H</i> -irregularity	4	4	4	
2.	Tingkat kesulitan soal tes sesuai dengan kemampuan kognitif mahasiswa	3	3	3	
3.	Alokasi waktu sesuai dengan jumlah soal dan tingkat kesulitan soal	4	4	4	
4.	Permasalahan pada soal tes mampu mengukur/ menganalisis keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa	3	4	3.5	
<i>Jumlah skor rata-rata aspek II</i>				14.5	
<i>Skor rata-rata aspek II</i>				3.63	90.63%
<b>III.</b>	<b>Isi</b>				
1.	Soal dirumuskan dengan bahasa yang sederhana dan tidak menimbulkan penafsiran ganda	4	4	4	
2.	Dirumuskan dengan mengikuti kaidah Bahasa Indonesia yang benar (EYD)	4	4	4	
<i>Jumlah skor rata-rata aspek III</i>				8	
<i>Skor rata-rata aspek III</i>				4	100%
<i>Jumlah total skor rata-rata seluruh aspek</i>				11.13	278.13%
<i>Skor total rata-rata seluruh aspek</i>				3.71	92.71%

Berdasarkan rekapitulasi hasil validasi terhadap post tes yang ditunjukkan pada Tabel 4.8 diuraikan sebagai berikut:

- 1) Aspek format dari post tes mendapatkan skor rata-rata sebesar 3.5 dan persentase sebesar 87.5%.
- 2) Aspek bahasa dari post tes mendapatkan skor rata-rata sebesar 3.63 dan persentase sebesar 90.63%.
- 3) Aspek isi dari post tes mendapatkan skor rata-rata sebesar 4 dan persentase sebesar 100%.

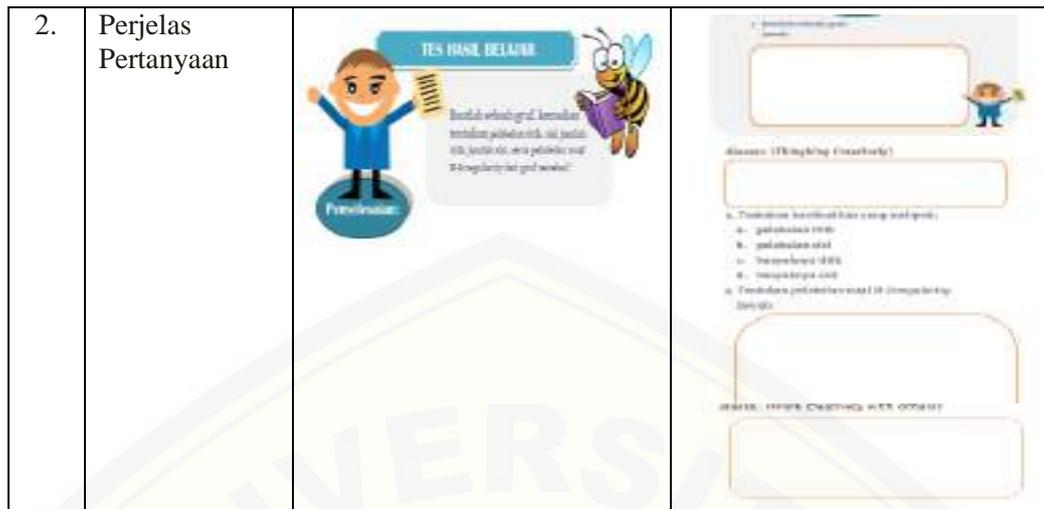
Dari ketiga aspek tersebut dapat diperoleh rata-rata keseluruhan skor validasi post tes sebesar 3,71 dan persentase rata-rata keseluruhan validasi yaitu 92.71%. Berdasarkan kriteria kevalidan maka post tes yang dikembangkan oleh peneliti memenuhi kriteria valid, karena rata-rata keseluruhan skor validasi berada pada rentang  $3 \leq V_r < 4$ . Adapun catatan yang diberikan oleh validator mengenai post tes yang telah dikembangkan antara lain:

- 1) Validator 1 memberikan saran, “sebaiknya tambahan nama siswa dan alokasi waktu”.
- 2) Validator 2 memberikan saran, “perbaiki tata bahasa dan tata tulis pada pertanyaan post tes”.

Berikut adalah hasil revisi post tes berdasarkan saran/masukan validator dijelaskan pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Revisi post tes

No.	Komponen yang direvisi	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
1.	Nama Siswa dan Alokasi Waktu		



#### 4.2.2. Hasil Uji Coba Perangkat Pembelajaran

##### a. Uji Kepraktisan

Untuk mengetahui kepraktisan perangkat pembelajaran maka dilakukan analisis aktivitas mahasiswa dan aktivitas dosen selama mengelola kegiatan pembelajaran di kelas. Pengamatan aktivitas belajar dikelas dilakukan oleh tiga orang observer. Berdasarkan kriteria kualitas perangkat pembelajaran dalam bab 3, perangkat pembelajaran dinilai praktis jika tingkat pencapaian kemampuan dosen dalam mengelola pembelajaran berdasarkan aktivitas dosen mencapai  $\geq 3$ .

##### 1) Kemampuan dosen dalam mengelola pembelajaran

Observasi aktivitas dosen dilakukan selama 2 kali pertemuan. Skor hasil observasi yang diberikan oleh observer kemudian direkap dan dianalisis. Rekapitulasi skor hasil observasi aktivitas dosen ditunjukkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Rekapitulasi skor hasil observasi aktivitas dosen

Tahap	Indikator	Skor Pertemuan Ke-		Rata-rata	Rata-rata %
		1	2		
Awal	Kegiatan awal pembelajaran	3.5	3.83	3,67	91.75%
Inti	Kegiatan inti pembelajaran	3.5	3.83	3,67	91.75%
Akhir	Kegiatan akhir pembelajaran	4	4	4	100%
Rata-rata skor tiap pertemuan		3.67	3.89		

Persentase skor tiap pertemuan	<b>91.75%</b>	<b>97.25%</b>	
Rata-rata keseluruhan skor			<b>3.78</b>
Persentase keseluruhan rata-rata skor			<b>94.50%</b>

Berdasarkan Tabel 4.9 di atas, maka nilai indikator dari setiap pertemuan rata-rata keseluruhan skor hasil observasi dosen yaitu 3.78 dan persentase rata-rata skor hasil observasi dosen yaitu 94.50%. Maka dapat disimpulkan bahwa kriteria hasil observasi aktivitas dosen dan persentase skor memenuhi kriteria sangat baik.

#### b. Uji Keefektifan

Untuk mengukur keefektifan perangkat yaitu hasil aktivitas riset maka digunakan tiga indikator yaitu hasil aktivitas riset, hasil observasi aktivitas mahasiswa dan respon mahasiswa terhadap pembelajaran. Data dan analisis keefektifan perangkat pembelajaran dijelaskan sebagai berikut.

##### 1) Hasil observasi aktivitas mahasiswa

Data pengamatan aktivitas mahasiswa dalam mengikuti pembelajaran dianalisis sesuai yang dinyatakan pada Bab 3. Pada Tabel 4.10 di bawah ini akan dijelaskan data analisis aktivitas mahasiswa.

Tabel 4. 10 Rekapitulasi hasil observasi aktivitas mahasiswa

Tahap	Indikator	Skor Pertemuan Ke-		Rata-rata	Rata-rata %
		1	2		
Awal	Kegiatan awal pembelajaran	<b>3.5</b>	<b>3.5</b>	<b>3.5</b>	<b>87.50%</b>
Inti	Kegiatan inti pembelajaran	<b>3.5</b>	<b>3.83</b>	<b>3.67</b>	<b>91.75%</b>
Akhir	Kegiatan akhir pembelajaran	<b>3.83</b>	<b>3.83</b>	<b>3.83</b>	<b>95.75%</b>
Rata-rata skor tiap pertemuan		<b>3.61</b>	<b>3.72</b>		
Persentase skor tiap pertemuan		<b>90.25%</b>	<b>93%</b>		
Rata-rata keseluruhan skor				<b>3.67</b>	
Persentase keseluruhan rata-rata skor				<b>91.75%</b>	

Berdasarkan tabel di atas diperoleh bahwa persentase aktivitas mahasiswa pada pertemuan pertama mencapai 90.25%, persentase aktivitas mahasiswa dan pada pertemuan kedua mencapai 93%. Maka berdasarkan kriteria keaktifan mahasiswa, skor rata-rata memenuhi kriteria sangat aktif.

## 2) Hasil respon mahasiswa terhadap pembelajaran

Data hasil respon mahasiswa terhadap pembelajaran diisi oleh 40 mahasiswa yang diambil dari lembar angket respon mahasiswa. Skor hasil respon mahasiswa terhadap pembelajaran kemudian direkap dan dianalisis. Rekapitulasi skor hasil respon mahasiswa terhadap pembelajaran ditunjukkan pada Tabel 4.11 berikut ini.

Tabel 4. 11 Rekapitulasi hasil respon mahasiswa terhadap pembelajaran

No.	Aspek yang dinilai	Jumlah jawaban		Persentase jawaban	
		Ya	Tidak	Ya	Tidak
1.	Apakah Anda merasa senang terhadap komponen pembelajaran berikut ini?				
	Materi Pembelajaran	36	4	90%	10%
	Lembar Kerja Mahasiswa	40		100%	
	Suasana Pembelajaran	38	2	95%	5%
	Cara Dosen Mengajar	36	4	90%	10%
2.	Apakah komponen pembelajaran berikut baru?				
	Materi Pembelajaran	40		100%	
	Lembar Kerja Mahasiswa	38	2	95%	5%
	Suasana Pembelajaran	36	4	90%	10%
	Cara Dosen Mengajar	38	2	95%	5%
3.	Apakah Anda berminat mengikuti pembelajaran ini?	38	2	95%	5%
4.	Apakah Anda dapat memahami dengan jelas bahasa yang digunakan pada:				
	Lembar Kerja Mahasiswa	36	4	90%	10%
	Lembar Soal Post Tes	38	2	95%	5%
5.	Apakah Anda dapat mengerti maksud setiap soal/masalah yang disajikan pada:				
	Lembar Kerja Mahasiswa	35	5	87.5%	12.5%
	Lembar Soal Post Tes	38	2	95%	5%
6.	Apakah Anda tertarik dengan penampilan (tulisan, gambar dan letak gambar) pada:				
	Lembar Kerja Mahasiswa	38	2	95%	5%
	Lembar Soal Post Tes	38	2	95%	5%
7.	Apakah anda senang berdiskusi dengan anggota kelompok untuk menyelesaikan masalah dengan saling bertukar hasil jawaban?	38	2	95%	5%
Rata-rata		37.56	2.44	93.91%	6.09%

Berdasarkan hasil analisis tiap item pertanyaan yang ada pada angket respon mahasiswa pada Tabel 4.11 jawaban positif terendah ada pada pertanyaan ke lima poin ke 1 yaitu sebesar 87.5 %. Pernyataan dengan skor terendah tersebut terkait dengan pertanyaan pada LKM . Hal ini disebabkan oleh mahasiswa baru pertama kali mengerjakan soal dengan permasalahan *H-irregularity*.

Secara keseluruhan, persentase rata-rata setiap pertanyaan adalah 93.91% menjawab “*iya*” dan 6.09% menjawab “*tidak*”. Hal tersebut menandakan bahwa rata-rata mahasiswa menyukai perangkat pembelajaran yang digunakan. Sehingga sesuai kriteria yang telah ditetapkan, maka perangkat pembelajaran efektif dan dapat digunakan. Berdasarkan data secara keseluruhan maka dapat dianalisis prosuk perangkat pembelajaran yang dikembangkan telah valid dengan beberapa revisi, kemudian, data yang diambil pada saat uji coba produk menunjukkan prosuk kriteria praktis dan efektif.

### 3) Hasil Belajar Mahasiswa

Tes akhir riset pada penelitian ini dilaksanakan pada Jumat, 22 November 2019. Nilai pos tes berupa tes akhir riset mahasiswa setelah mengikuti kegiatan pembelajaran dengan menggunakan model *output based learning* yang telah dikembangkan oleh peneliti yang berfungsi untuk mengetahui ketuntasan belajar mahasiswa secara berkelompok.

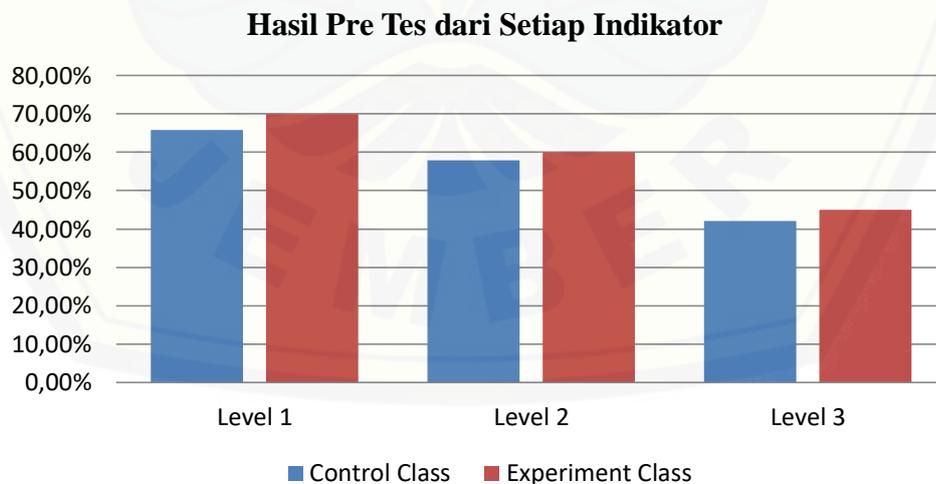
Subjek penelitian sebanyak 78 mahasiswa yang terdiri dari 40 mahasiswa kelas eksperimen dan 38 mahasiswa dari kelas kontrol. Kelas kontrol dan kelas eksperimen diterapkan pembelajaran yang sama yaitu model *output based learning* namun untuk kelas eksperimen saja yang akan diberikan perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan berupa LKM. Berdasarkan hasil post tes kedua kelas tersebut memiliki rata-rata nilai yang cukup signifikan. Pada kelas eksperimen rata-rata mencapai 84.48 sedangkan kelas kontrol mencapai 71.45. Berdasar hasil analisis produk perangkat pembelajaran yang dikembangkan menunjukkan bahwa produk yang telah dikembangkan dikatakan efektif sebab mampu meningkatkan keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa.

### 4.3. Pengaruh Perangkat Pembelajaran *Output Based Learning*

#### 4.3.1. Analisis Hasil Pre Tes

Hasil penelitian ini adalah pre tes dan post tes dari jumlah 78 mahasiswa yang berada di kelas kontrol dan eksperimen. Pre tes bertujuan untuk mengetahui keterampilan berpikir kreatif dan inovatif awal mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *H-irregularity*. Soal pre tes terdiri permasalahan *H-irregularity* dan terdiri dari 3 indikator keterampilan berpikir kreatif dan inovatif. Sedangkan post test terdiri dari 4 soal untuk mengukur keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa setelah mendapatkan pembelajaran menggunakan model *output based learning* melalui LKM. Berdasarkan hasil pre test dari kelas kontrol dan kelas eksperimen memiliki varians yang sama.

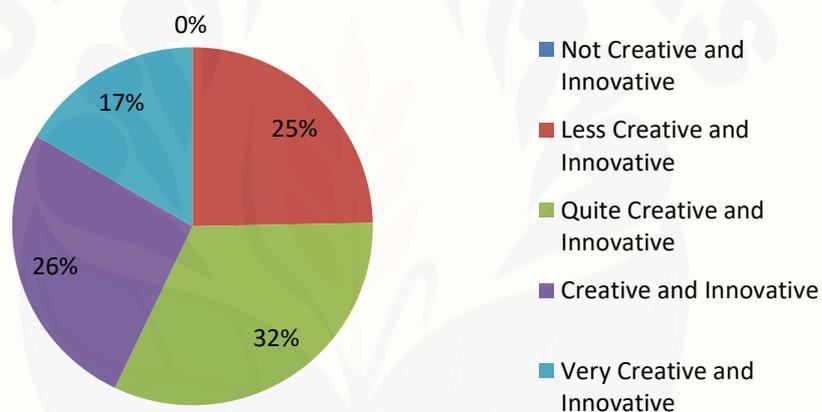
Hasil persentase pre tes dari tiap indikator oleh 38 mahasiswa pada kelas kontrol yaitu 65,79% dari indikator berpikir kreatif (level 1), 57,89% dari indikator bekerja secara kreatif dengan orang lain (level 2) dan 42,11% dari indikator penerapan inovasi (level 3). Sedangkan hasil persentase pre tes dari tiap indikator oleh 40 mahasiswa pada kelas eksperimen yaitu 70,00% dari indikator berpikir kreatif (level 1), 60,00% dari indikator bekerja secara kreatif dengan orang lain (level 2) dan 45,00% dari indikator penerapan inovasi (level 3).



Grafik 4. 1 Persentase pre tes dari setiap indikator

Hasil analisis pre tes pada Grafik 4.1 secara keseluruhan menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa dikategorikan menjadi 5 yaitu tidak kreatif dan inovatif, kurang kreatif dan inovatif, cukup kreatif dan inovatif, kreatif dan inovatif serta sangat kreatif dan inovatif. Berdasarkan hasil analisis maka diperoleh persentase dari kelas kontrol yaitu 0% berada pada kategori tidak kreatif dan inovatif, 25% berada pada kategori kurang kreatif dan inovatif, 32% berada pada kategori cukup kreatif dan inovatif, 26% berada pada kategori kreatif dan inovatif, serta 17% berada pada kategori sangat kreatif dan inovatif.

**Persentase Hasil Pre Tes pada Kelas Kontrol**



**Grafik 4. 2 Persentase hasil pre tes pada kelas kontrol**

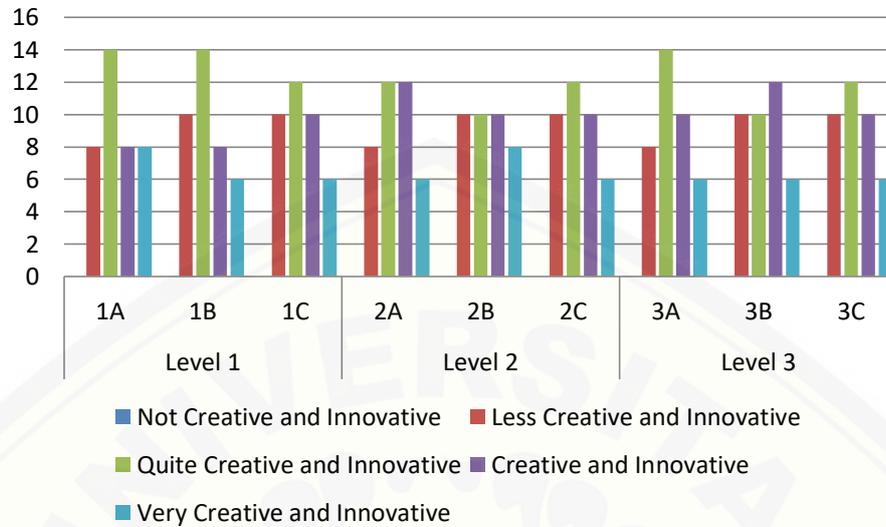
Jika Grafik 4.2 diuraikan ke dalam setiap indikator maka hasil pre tes pada kelas kontrol dapat dilihat pada grafik 4.3. Pada indikator 1 (level 1) yang membuat indikator berpikir kreatif terdiri dari 3 sub indikator yaitu kemampuan untuk menghasilkan ide-ide kreatif seperti argumen (1A), menciptakan sesuatu konsep baru, biasa dan luar biasa (1B) dan mengkolaborasikan ide-ide mereka untuk meningkatkan hasil kreatif (1C). Untuk sub indikator 1A terdapat 0 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 8 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 14

mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 8 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif serta 8 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif dan inovatif. Untuk sub indikator 1B terdapat 0 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 14 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 8 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif serta 6 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif dan inovatif. Untuk sub indikator 1C terdapat 0 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 12 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif serta 6 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif dan inovatif. Pada indikator 2 (level 2) yang membuat indikator bekerja secara kreatif dengan orang lain terdiri dari 3 sub indikator yaitu mengembangkan dan mengimplementasikan serta mengkomunikasikan ide-ide baru kepada orang lain (2A), bekerja secara intensif dalam kelompok dan mampu memberikan masukan dalam pekerjaan (2B) dan membuka dan menanggapi sesuatu yang baru dan berbeda (2C). Untuk sub indikator 2A terdapat 0 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 8 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 12 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 12 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif serta 6 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif dan inovatif. Untuk sub indikator 2B terdapat 0 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif serta 8 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif dan inovatif. Untuk sub indikator 2C terdapat 0 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 10

mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 12 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif serta 6 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif dan inovatif.

Pada indikator 3 (level 3) yang membuat indikator penerapan inovasi terdiri dari 3 sub indikator yaitu mengerjakan ide-ide kreatif untuk menjadikan hal-hal menjadi nyata dan bermanfaat menjadi studi dimana inovasi akan terjadi (3A), menghasilkan sesuatu yang baru (3B) dan bekerja dengan hasil sendiri (3C). Untuk sub indikator 3A terdapat 0 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 8 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 14 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif serta 6 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif dan inovatif. Untuk sub indikator 3B terdapat 0 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 12 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif serta 6 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif dan inovatif. Untuk sub indikator 3C terdapat 0 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 12 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif serta 6 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif dan inovatif.

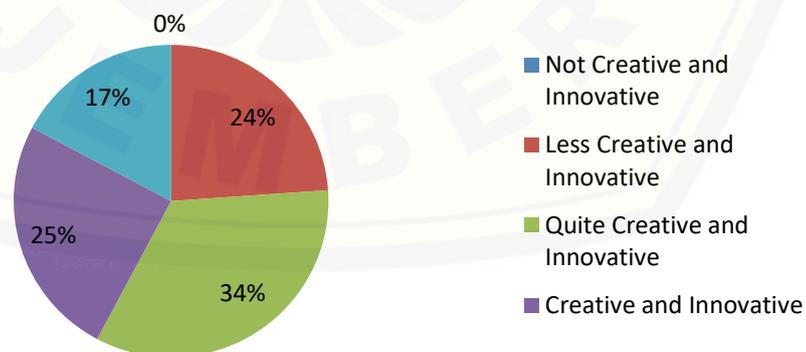
### Hasil Pre Tes pada Kelas Kontrol



Grafik 4. 3 Rekapitulasi hasil pre tes pada kelas kontrol

Sedangkan hasil analisis pre tes pada kelas eksperimen menghasilkan persentase yaitu 0% berada pada kategori tidak kreatif dan inovatif, 24% berada pada kategori kurang kreatif dan inovatif, 34% berada pada kategori cukup kreatif dan inovatif, 25% berada pada kategori kreatif dan inovatif dan 17% berada pada kategori sangat kreatif dan inovatif. Persentase tersebut digambarkan pada Grafik 4.4.

### Persentase Hasil Pre Tes pada Kelas Eksperimen



Grafik 4. 4 Persentase hasil pre tes pada kelas eksperimen

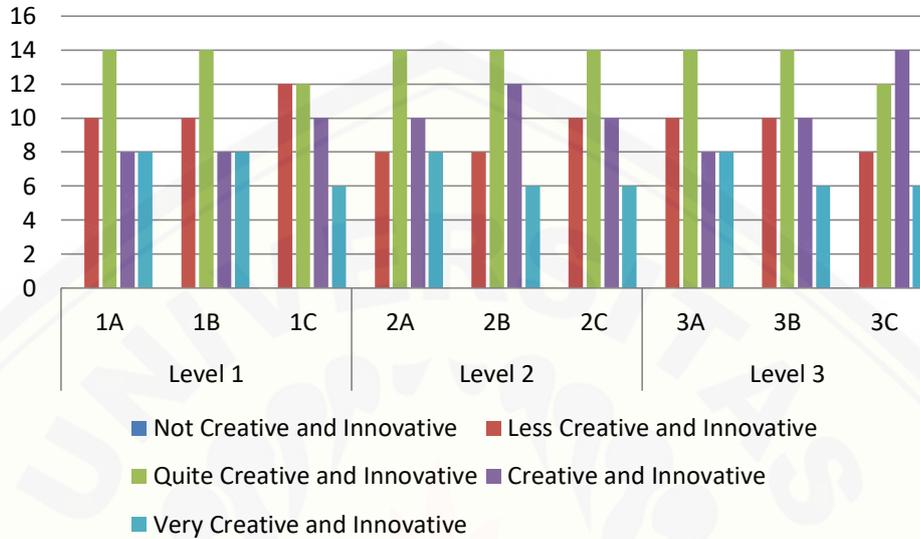
Jika Grafik 4.4 diuraikan ke dalam setiap indikator maka hasil pre tes pada kelas kontrol dapat dilihat pada grafik 4.5. Pada indikator 1 (level 1) yang membuat indikator berpikir kreatif terdiri dari 3 sub indikator yaitu kemampuan untuk menghasilkan ide-ide kreatif seperti argumen (1A), menciptakan sesuatu konsep baru, biasa dan luar biasa (1B) dan mengkolaborasikan ide-ide mereka untuk meningkatkan hasil kreatif (1C). Untuk sub indikator 1A terdapat 0 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 14 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 8 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif serta 8 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif dan inovatif. Untuk sub indikator 1B terdapat 0 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 14 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 8 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif serta 8 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif dan inovatif. Untuk sub indikator 1C terdapat 0 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 12 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 12 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif serta 6 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif dan inovatif. Pada indikator 2 (level 2) yang membuat indikator bekerja secara kreatif dengan orang lain terdiri dari 3 sub indikator yaitu mengembangkan dan mengimplementasikan serta mengkomunikasikan ide-ide baru kepada orang lain (2A), bekerja secara intensif dalam kelompok dan mampu memberikan masukan dalam pekerjaan (2B) dan membuka dan menanggapi sesuatu yang baru dan berbeda (2C). Untuk sub indikator 2A terdapat 0 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 8 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 14 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif

dan inovatif serta 8 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif dan inovatif. Untuk sub indikator 2B terdapat 0 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 8 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 14 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 12 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif serta 6 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif dan inovatif. Untuk sub indikator 2C terdapat 0 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 14 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif serta 6 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif dan inovatif.

Pada indikator 3 (level 3) yang membuat indikator penerapan inovasi terdiri dari 3 sub indikator yaitu mengerjakan ide-ide kreatif untuk menjadikan hal-hal menjadi nyata dan bermanfaat menjadi studi dimana inovasi akan terjadi (3A), menghasilkan sesuatu yang baru (3B) dan bekerja dengan hasil sendiri (3C). Untuk sub indikator 3A terdapat 0 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 14 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif serta 6 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif dan inovatif. Untuk sub indikator 3B terdapat 0 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 14 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif serta 6 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif dan inovatif. Untuk sub indikator 3C terdapat 0 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 8 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 12 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 14 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif

serta 6 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif dan inovatif.

**Hasil Pre Tes pada Kelas Eksperimen**



Grafik 4. 5 Rekapitulasi hasil pre tes pada kelas eksperimen

a) Uji Normalitas

Uji normalitas pre tes dengan std deviation pada kelas kontrol 8.20250 dan 7.32711 untuk kelas eksperimen. Berdasarkan hasil uji normalitas data pre tes, tabel kolmogorov-smirnov menunjukkan nilai signifikan kelas kontrol sebesar 0.200 dan kelas eksperimen 0.194. karena signifikansi dari kedua data tersebut lebih dari 0.05 maka dapat disimpulkan bahwa kedua kelas tersebut berdistribusi normal.

Tabel 4. 12 Hasil uji normalitas pre tes kelas kontrol dan kelas eksperimen

Tests Of Normality							
	Group	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
Pre-Test	Control Class	.117	38	.200*	.959	38	.174
	Experiment Class	.116	40	.194	.973	40	.459



Pre - Tes t	Equal varianc es assumed	1.0 41	.31 1	- .72 3	76	.472	- 1.272 37	1.759 15	- 4.77 601	2.23 127
	Equal varianc es not assumed			- .72 1	74.0 09	.473	- 1.272 37	1.764 29	- 4.78 778	2.24 305

#### 4.3.2. Analisis Hasil Post Tes

Setelah melakukan pre tes dan diberi perlakuan yang berbeda dimana hanya kelas eksperimen diberi perangkat pembelajaran berupa LKM sedangkan kelas kontrol tidak menggunakan LKM maka dilakukan post tes untuk mengetahui kemampuan akhir mahasiswa setelah melakukan pembelajaran. Post tes terdiri dari 4 soal *H-irregularity* yang terdapat 3 indikator keterampilan berpikir kreatif dan inovatif. Subjek penelitian sebanyak 78 mahasiswa yang terdiri dari 40 mahasiswa kelas eksperimen dan 38 mahasiswa dari kelas kontrol. Sampel yang digunakan yaitu sebanyak 40 mahasiswa pada kelas eksperimen.

Tabel 4. 15 Hasil validitas soal

	PROBLEM _1	PROBLEM _2	PROBLEM _3	PROBLEM _4	SCORE_TOT AL
PROBLEM _1 Pearson Correlation	1	.704**	.516**	.174	.667**
Sig. (2- tailed)		.000	.001	.284	.000
N	40	40	40	40	40
PROBLEM _2 Pearson Correlation	.704**	1	.802**	.492**	.907**
Sig. (2- tailed)	.000		.000	.001	.000
N	40	40	40	40	40
PROBLEM _3 Pearson Correlation	.516**	.802**	1	.632**	.924**
Sig. (2- tailed)	.001	.000		.000	.000
N	40	40	40	40	40
PROBLEM _4 Pearson Correlation	.174	.492**	.632**	1	.750**

	Sig. (2-tailed)	.284	.001	.000		.000
	N	40	40	40	40	40
SCORE_T	Pearson	.667**	.907**	.924**	.750**	1
OTAL	Correlation					
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	
	N	40	40	40	40	40

Berdasarkan Tabel 4.15 nilai dari  $r_{count}$  pada soal 1 adalah 0,667  $r_{count}$  pada soal 2 yaitu 0,907;  $r_{count}$  pada soal 3 adalah 0,924 dan  $r_{count}$  pada soal 4 adalah 0,750 sedangkan  $r_{table}$  untuk  $n = 40$  adalah 0,2638. Maka dapat disimpulkan bahwa  $r_{count}$  pada soal  $r_{count} > r_{table}$  jadi semua soal valid.

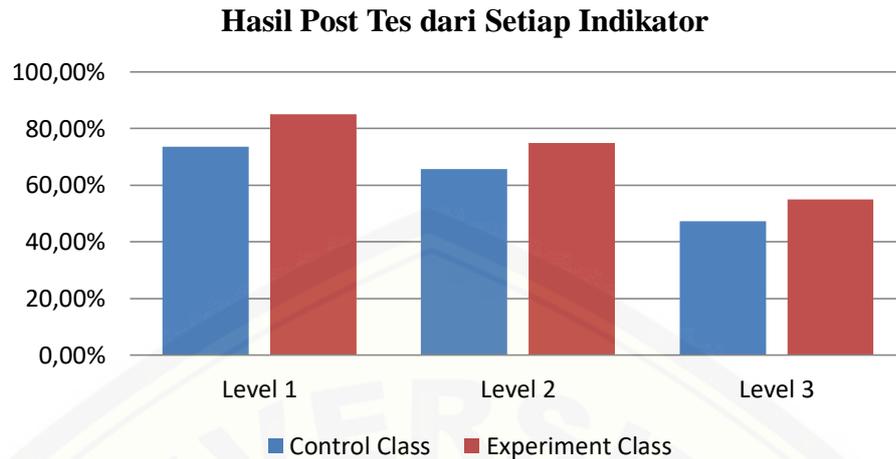
Tabel 4. 16 Tes hasil reliabilitas soal

**Reliability  
Statistics**

Cronbach's Alpha	N of Items
.828	4

Berdasarkan Tabel 4.16 nilai reliabilitas 0,828 dan  $r_{table}$  dari level signifikan adalah 0,05 dengan  $dk = N - 2 = 38$ ,  $r_{table} = 0,2638$ . Oleh karena itu  $r_{count} > r_{table}$  maka instrumen dikatakan reliabel.

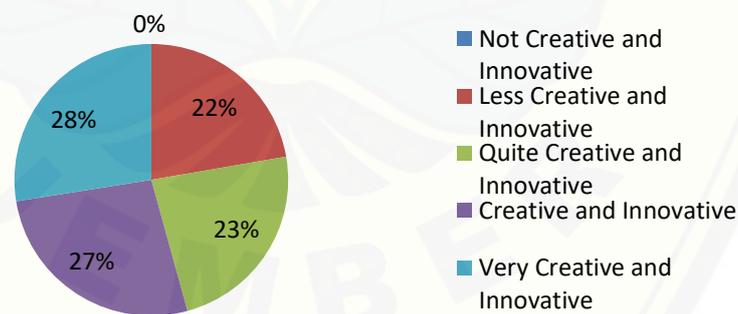
Dari 38 mahasiswa yang mengikuti pos tes pada kelas kontrol diperoleh persentase setiap indikator yaitu 73,68% dari indikator berpikir kreatif (level 1), 65,79% dari indikator bekerja secara kreatif dengan orang lain (level 2) dan 47,37% dari indikator penerapan inovasi (level 3). Sedangkan hasil persentase pos tes dari tiap indikator oleh 40 mahasiswa pada kelas eksperimen yaitu 85,00% dari indikator berpikir kreatif (level 1), 75,00% dari indikator bekerja secara kreatif dengan orang lain (level 2) dan 55,00% dari indikator penerapan inovasi (level 3).



Grafik 4. 6 Persentase post tes dari setiap indikator

Berdasarkan hasil analisis post tes mahasiswa maka diperoleh persentase dari kelas kontrol yaitu 0% berada pada kategori tidak kreatif dan inovatif, 22% berada pada kategori kurang kreatif dan inovatif, 23% berada pada kategori cukup kreatif dan inovatif, 27% berada pada kategori kreatif dan inovatif serta 28% berada pada kategori sangat kreatif dan inovatif. Persentase tersebut digambarkan pada grafik 4.7.

**Persentase Hasil Post Tes pada Kelas Kontrol**



Grafik 4. 7 Persentase hasil post tes pada kelas kontrol

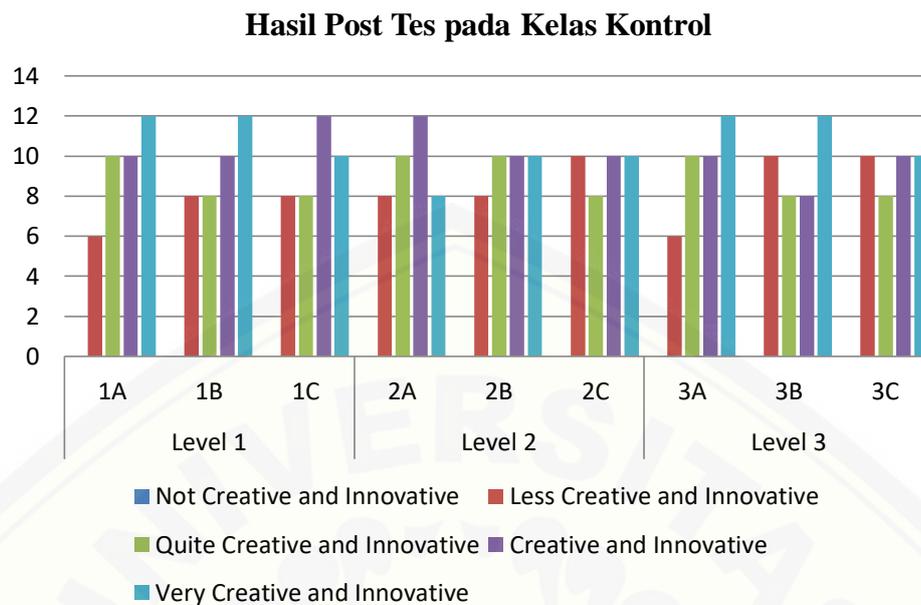
Jika Grafik 4.7 diuraikan ke dalam setiap indikator maka hasil pre tes pada kelas kontrol dapat dilihat pada Grafik 4.8. Pada indikator 1 (level 1) yang membuat indikator berpikir kreatif terdiri dari 3 sub indikator yaitu kemampuan untuk menghasilkan ide-ide kreatif seperti argumen (1A), menciptakan sesuatu konsep baru, biasa dan luar biasa (1B) dan mengkolaborasikan ide-ide mereka

untuk meningkatkan hasil kreatif (1C). Untuk sub indikator 1A terdapat 0 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 6 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif serta 12 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif dan inovatif. Untuk sub indikator 1B terdapat 0 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 8 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 8 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif serta 12 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif dan inovatif. Untuk sub indikator 1C terdapat 0 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 8 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 8 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 12 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif serta 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif dan inovatif.

Pada indikator 2 (level 2) yang membuat indikator bekerja secara kreatif dengan orang lain terdiri dari 3 sub indikator yaitu mengembangkan dan mengimplementasikan serta mengkomunikasikan ide-ide baru kepada orang lain (2A), bekerja secara intensif dalam kelompok dan mampu memberikan masukan dalam pekerjaan (2B) dan membuka dan menanggapi sesuatu yang baru dan berbeda (2C). Untuk sub indikator 2A terdapat 0 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 8 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 12 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif serta 8 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif dan inovatif. Untuk sub indikator 2B terdapat 0 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 8 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 10

mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif serta 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif dan inovatif. Untuk sub indikator 2C terdapat 0 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 8 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif serta 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif dan inovatif.

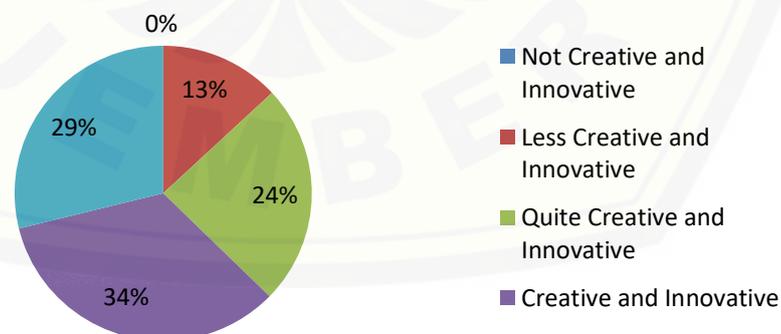
Pada indikator 3 (level 3) yang membuat indikator penerapan inovasi terdiri dari 3 sub indikator yaitu mengerjakan ide-ide kreatif untuk menjadikan hal-hal menjadi nyata dan bermanfaat menjadi studi dimana inovasi akan terjadi (3A), menghasilkan sesuatu yang baru (3B) dan bekerja dengan hasil sendiri (3C). Untuk sub indikator 3A terdapat 0 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 6 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif serta 12 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif dan inovatif. Untuk sub indikator 3B terdapat 0 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 8 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 8 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif serta 12 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif dan inovatif. Untuk sub indikator 3C terdapat 0 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 8 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif serta 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif dan inovatif.



Grafik 4. 8 Rekapitulasi hasil post tes pada kelas kontrol

Sedangkan hasil analisis post tes pada kelas eksperimen menghasilkan persentase yaitu 0% berada pada kategori tidak kreatif dan inovatif, 13% berada pada kategori kurang kreatif dan inovatif, 24% berada pada kategori cukup kreatif dan inovatif, 34% berada pada kategori kreatif dan inovatif serta 29% berada pada kategori sangat kreatif dan inovatif. Persentase tersebut digambarkan pada Grafik 4.9.

**Persentase Hasil Post Tes pada Kelas Eksperimen**



Grafik 4. 9 Persentase hasil post tes pada kelas eksperimen

Jika Grafik 4.9 diuraikan ke dalam setiap indikator maka hasil post tes pada kelas eksperimen dapat dilihat pada Grafik 4.10. Pada indikator 1 (level 1)

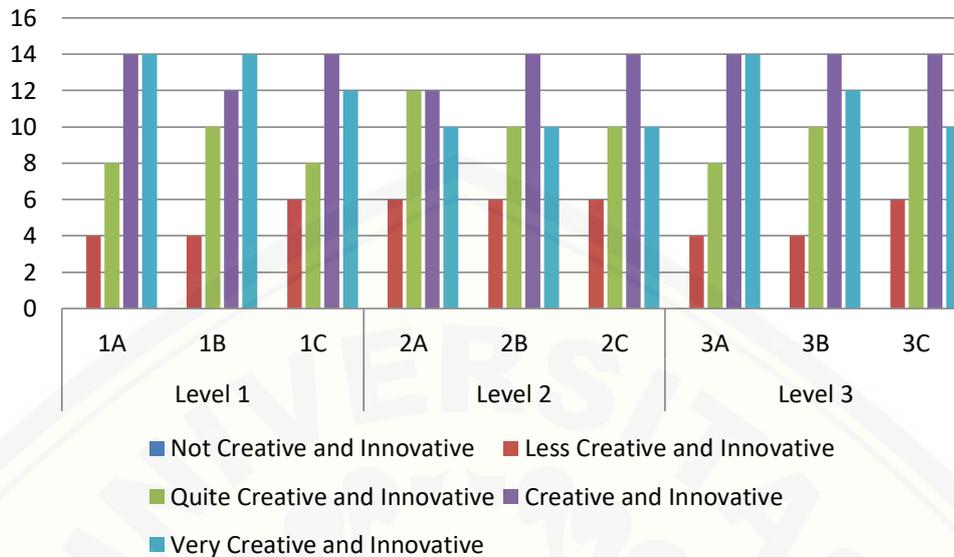
yang membuat indikator berpikir kreatif terdiri dari 3 sub indikator yaitu kemampuan untuk menghasilkan ide-ide kreatif seperti argumen (1A), menciptakan sesuatu konsep baru, biasa dan luar biasa (1B) dan mengkolaborasikan ide-ide mereka untuk meningkatkan hasil kreatif (1C). Untuk sub indikator 1A terdapat 0 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 4 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 8 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 14 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif serta 14 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif. Untuk sub indikator 1B terdapat 0 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 4 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 12 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif serta 14 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif dan inovatif. Untuk sub indikator 1C terdapat 0 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 6 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 8 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 14 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif serta 12 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif dan inovatif.

Pada indikator 2 (level 2) yang membuat indikator bekerja secara kreatif dengan orang lain terdiri dari 3 sub indikator yaitu mengembangkan dan mengimplementasikan serta mengkomunikasikan ide-ide baru kepada orang lain (2A), bekerja secara intensif dalam kelompok dan mampu memberikan masukan dalam pekerjaan (2B) dan membuka dan menanggapi sesuatu yang baru dan berbeda (2C). Untuk sub indikator 2A terdapat 0 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 6 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 12 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 12 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif serta 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif. Untuk sub indikator 2B terdapat 0

mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 6 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 14 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif serta 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif dan inovatif. Untuk sub indikator 2C terdapat 0 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 6 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 14 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif serta 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif.

Pada indikator 3 (level 3) yang membuat indikator penerapan inovasi terdiri dari 3 sub indikator yaitu mengerjakan ide-ide kreatif untuk menjadikan hal-hal menjadi nyata dan bermanfaat menjadi studi dimana inovasi akan terjadi (3A), menghasilkan sesuatu yang baru (3B) dan bekerja dengan hasil sendiri (3C). Untuk sub indikator 3A terdapat 0 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 4 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 8 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 14 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif serta 14 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif. Untuk sub indikator 3B terdapat 0 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 4 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 14 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif serta 12 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif. Untuk sub indikator 3C terdapat 0 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir tidak kreatif dan inovatif, 6 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif, 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif, 14 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif serta 10 mahasiswa yang memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif dan inovatif.

### Hasil Post Tes pada Kelas Eksperimen



Grafik 4. 10 Rekapitulasi hasil post tes pada kelas eksperimen

Berdasarkan hasil persentase dari setiap indikator pada kelas kontrol dan kelas eksperimen menunjukkan bahwa terjadi peningkatan persentase nilai yang tinggi pada kelas eksperimen. Kelas eksperimen memiliki peningkatan persentase nilai dari pre tes ke post tes lebih tinggi dibanding kelas kontrol. Persentase peningkatan nilai pada kelas eksperimen adalah 15% dari indikator berpikir kreatif (level 1), 15% dari indikator bekerja secara kreatif dengan orang lain (level 2), dan 10% dari indikator penerapan inovasi (level 3). Sedangkan persentase peningkatan nilai pada kelas kontrol adalah 7,89% dari indikator berpikir kreatif (level 1), 7,9% dari indikator bekerja secara kreatif dengan orang lain (level 2), dan 5,26% dari indikator penerapan inovasi (level 3).

#### a) Uji Normalitas

Hasil perhitungan uji normalitas post tes keterampilan berpikir kreatif dan inovatif masing-masing kelas tersaji pada Tabel 4.17.

Tabel 4. 17 Hasil uji normalitas post tes kelas kontrol dan kelas eksperimen

Tests of Normality							
	Group	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Post-Test	Control Class	.098	38	.200*	.975	38	.557
	Experiment Class	.118	40	.173	.945	40	.051

Nilai mean pada kedua kelas tersebut yaitu kelas kontrol 71,45 dan kelas eksperimen 84,48. Pada Tabel 4.17 hasil uji normalitas pada hasil post tes pada kelas kontrol dan kelas eksperimen berdistribusi normal karena nilai signifikansi kelas kontrol 0,200 dan kelas eksperimen 0,173 > 0,05 sehingga kedua data tersebut berdistribusi normal.

#### 4.3.3. Uji Hipotesis

Hasil Tabel 4.17 diperoleh nilai signifikansi senilai 0,503. Karena signifikansi lebih dari 0.05 maka dapat disimpulkan bahwa pre tes dari kelas kontrol dan kelas eksperimen mempunyai varian yang sama. Dengan kriteria pengujian terima  $H_0$  jika nilai signifikansi atau nilai probabilitas > 0.05 maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  jika nilai signifikansi atau nilai probabilitas < 0.05, maka  $H_0$  ditolak.

Tabel 4. 18 Rata-rata hasil post tes pada kelas kontrol dan kelas eksperimen

Group Statistics					
	GROUP	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Post-Test	Control Class	38	71.4474	7.49305	1.21553
	EXPERIMENT CLASS	40	84.4750	6.11844	.96741

Tabel 4. 19 Hasil uji independen post tes pada kelas kontrol dan eksperimen

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Post-Test	Equal variances assumed	.453	.503	-8.430	76	.000	-13.02763	1.54546	-16.10569	-9.94957
	Equal variances not assumed			-8.386	71.501	.000	-13.02763	1.55351	-16.12487	-9.93039

Hipotesis:

$H_0$  : tidak ada pengaruh perangkat pembelajaran berbasis *output based learning* terhadap keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa

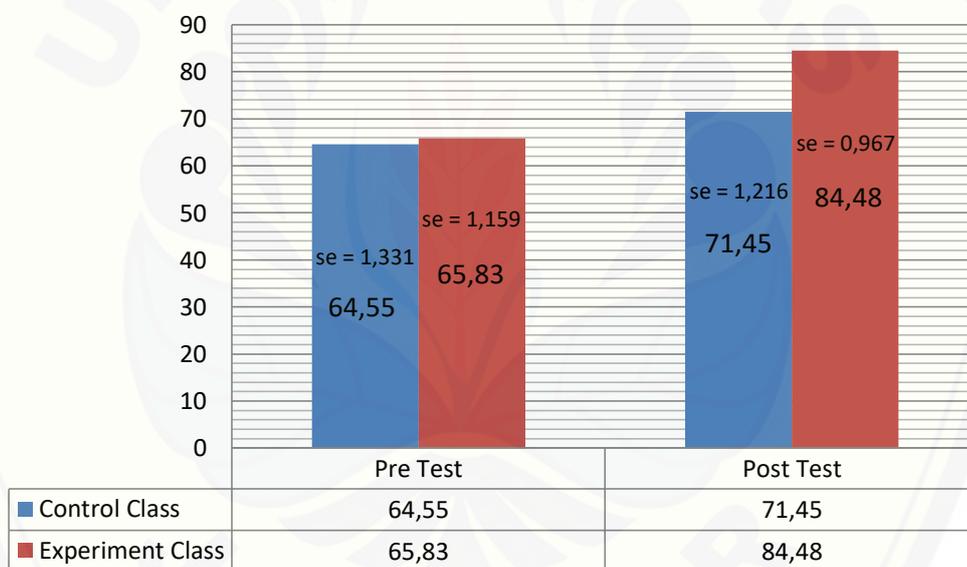
$H_1$  : ada pengaruh perangkat pembelajaran berbasis *output based learning* terhadap keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa

Berdasarkan Tabel 4.19 diketahui bahwa p-value  $0,000 < 0,05$  maka  $H_0$  ditolak, artinya bahwa ada pengaruh *output based learning* terhadap keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa.

Berdasarkan Tabel 4.19 mengenai hasil uji independen diperoleh varians dengan nilai sig. (2-tailed)  $0.000 < 0.05$ . Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil post tes antara kelas kontrol dan kelas eksperimen ada perbedaan yang signifikan setelah diterapkan perangkat pembelajaran dengan *output based learning* di dalam

pembelajarannya. Kelas eksperimen memiliki rata-rata sebesar 84,48 sedangkan di kelas kontrol memiliki rata-rata sebesar 71,45 artinya bahwa rata-rata hasil keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa kelas eksperimen lebih tinggi daripada rata-rata hasil keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa kelas kontrol dan menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran berbasis *output based learning* berpengaruh lebih besar terhadap keterampilan berpikir kreatif dan inovatif secara signifikan. Artinya hasil penelitian ini memiliki signifikansi sebesar 0,05 maka artinya persentase penelitian ini memiliki kebenaran sebesar 95% dimana kemungkinan terjadi kesalahan adalah sebesar 5% saja.

**Perbandingan Rata-rata Nilai Pre Tes dan Pot Tes**



Grafik 4. 11 Perbandingan rata-rata nilai pre tes dan post tes

Pada akhir pembelajaran dilakukan post tes yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan akhir mahasiswa setelah diterapkan pembelajaran pada kelas masing-masing. Post tes yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa tes akhir riset. Hasil analisis menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara kelas kontrol dan kelas eksperimen. Pada kelas eksperimen yang menggunakan model pembelajaran *output based learning* dengan tambahan perangkat pembelajaran *output based learning* dalam penelitian ini memperoleh rata-rata nilai yang lebih tinggi dibandingkan hanya menggunakan model *output*

*based learning* namun tidak menggunakan perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan yang diterapkan di kelas kontrol. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil rata-rata yang dihasilkan pada post tes menunjukkan bahwa nilai post tes di kelas eksperimen lebih tinggi dibanding kelas kontrol. Kelas eksperimen sebesar 84,48 sedangkan kelas kontrol memiliki rata-rata 71,55 dapat dilihat pada Grafik 4.11.

Kelas eksperimen dan kelas kontrol diberi perlakuan yang berbeda. Pada penelitian ini diterapkan model pembelajaran yang sama yaitu *output based learning* (OBL), kelas eksperimen diberi media pembelajaran LKM namun pada kelas kontrol tidak menggunakan LKM. Berdasarkan hasil rata-rata nilai mahasiswa didapatkan bahwa kelas eksperimen memiliki nilai rata-rata lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol dikarenakan pada kelas tersebut telah diterapkan model pembelajaran OBL dan dibantu oleh media pembelajaran yang dikembangkan oleh peneliti yang berupa LKM.

#### 4.3.4. Aktivitas *Output Based Learning*

Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis *output based learning* bertujuan untuk menganalisis keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa maka dalam LKM ini yang dikembangkan memuat aktivitas *output based learning* dan indikator keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa. Aktivitas OBL yang ada di dalam LKM terdiri dari *explanation of rules in a paradigmatic way, practice in output* dan *some focus on meaning through meaning-oriented output practice*. Sedangkan indikator keterampilan berpikir kreatif dan inovatif yang terdiri dari berpikir kreatif, bekerja secara kreatif dengan orang lain dan penerapan inovasi. Aktivitas OBL dan indikator keterampilan berpikir kreatif dan inovatif ada dalam setiap langkah penyelesaian dalam LKM yang dikembangkan oleh peneliti guna melatih mahasiswa untuk keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa.

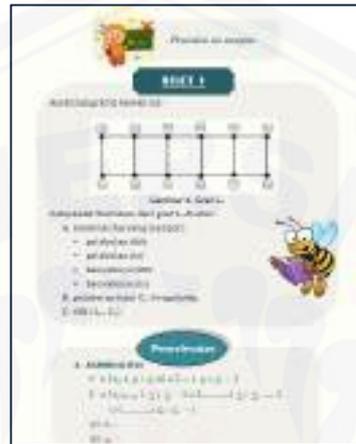


Gambar 4. 4 Definisi  $H$ -irregularity

Aktivitas OBL yang pertama adalah *explanation of rules in a paradigmatic way*. Pada aktivitas ini mahasiswa akan diperkenalkan dengan masalah  $H$ -irregularity dengan membaca dan memahami definisi dari masalah tersebut pada LKM. Sebab sebelum menyelesaikan suatu permasalahan sebaiknya mahasiswa terlebih dahulu diperkenalkan pada masalah yang akan menjadi topik penelitian. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah mahasiswa diharapkan dapat menemukan  $H$ -irregularity pada graf baru. Temuan baru tersebut kemudian akan dimasukkan dalam Monograf yang telah disusun oleh peneliti. Dari beberapa penemuan-penemuan tersebut, maka akan muncul sebuah teorema baru yang didapatkan dari graf-graf yang baru, yang nantinya dituangkan ke dalam monograf yang sudah dibuat. Setelah menunjukkan hasil penelitian dari peneliti terdahulu maka pada Gambar 4.5 juga terdapat masalah yang harus diselesaikan oleh mahasiswa pada aktivitas mahasiswa berikutnya.

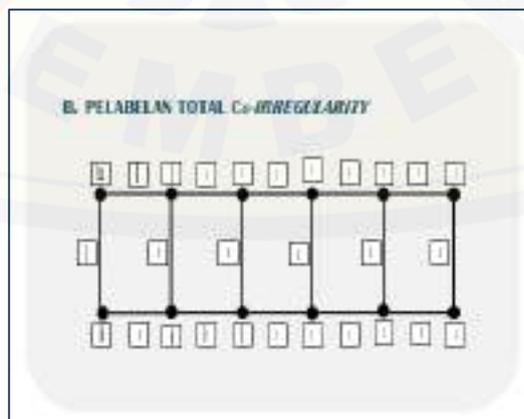
Aktivitas OBL yang kedua adalah *practice in output* yang nantinya akan membantu mahasiswa dalam menganalisis pola bilangan pada pelabelan  $H$ -irregularity. Pada aktivitas ini mahasiswa akan mencoba berlatih melakukan pengerjaan atau penyelesaian masalah melalui riset 1 dengan cara mengikuti seluruh petunjuk yang ada pada LKM. Pada riset 1 ada beberapa langkah dalam menyelesaikan masalah. Langkah pertama adalah mahasiswa menentukan kardinalitas dari graf tangga. Mahasiswa diminta untuk mencari banyak titik dan

banyak sisi pada graf tangga, kemudian memberi nama setiap titik dan sisi, dan terakhir mahasiswa diminta untuk mencari fungsi label titik dan label sisi pada graf tersebut. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk menunjukkan kepada mahasiswa bahwa notasi yang diberikan pada graf akan mempengaruhi dalam penulisan himpunan titik dan himpunan sisinya.



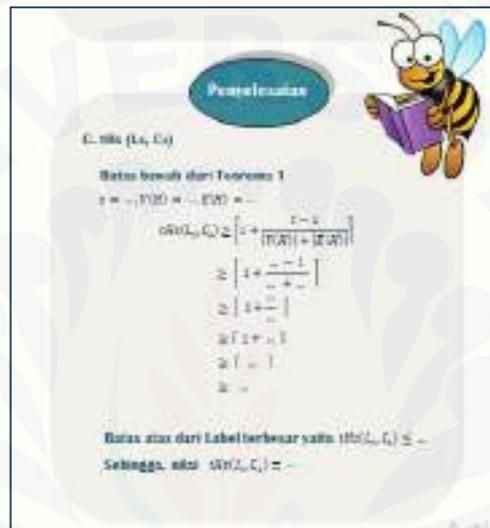
Gambar 4. 5 Penentuan kardinalitas dari graf  $L_6$

Langkah kedua adalah mahasiswa menentukan label titik dan sisi dari graf tangga yang sesuai dengan aturan konsep *H-irregularity* dimana nilai bobot total dari setiap subgraf harus berbeda. Bobot total dari subgraf merupakan jumlah antara titik dan sisi dari subgraf tersebut. Kegiatan ini bertujuan menunjukkan kepada mahasiswa bahwa pemberian label titik dan sisi pada graf akan mempengaruhi nilai bobot total pada setiap subgraf yang harus memenuhi syarat yaitu nilai bobot total pada setiap subgraf harus berbeda.



Gambar 4. 6 Penentuan label titik, label sisi dan bobot total dari graf  $L_6$

Langkah ketiga adalah mahasiswa menentukan nilai total *H-irregularity strength* (*tHs*) dari graf tangga tersebut. Mahasiswa menentukan nilai *tHs* dengan cara menghitung terlebih dahulu dari Teorema 1 yang sudah tersajikan pada tahapan awal atau pada definisi materi *H-irregularity*. Kegiatan ini bertujuan menunjukkan kepada mahasiswa bahwa penentuan nilai *tHs* akan mempengaruhi kebenaran nilai label terkecil yang memenuhi graf tersebut yang sesuai dengan batas atas dan batas bawah dari graf.



**Penyelesaian**

C. nilai  $(L_6, G)$

Batas bawah dari Teorema 1

$$t = \sum_{v \in V} (|N(v)| + |E(v)|) = \dots$$

$$= \sum_{v \in V} \left[ 2 + \frac{|N(v)| - 1}{|N(v)| + |E(v)|} \right]$$

$$\geq \sum_{v \in V} \left[ 2 + \frac{1 - 1}{2 + 1} \right]$$

$$\geq \sum_{v \in V} \left[ 2 + \frac{0}{3} \right]$$

$$\geq \sum_{v \in V} 2 = 10$$

Batas atas dari label terbesar yaitu  $tHs(L_6, G) \leq \dots$

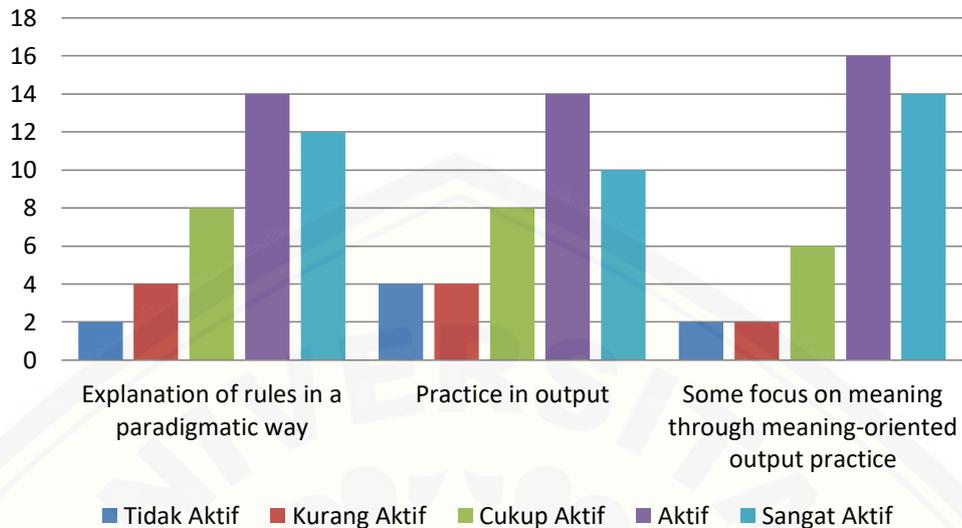
Sehingga, nilai  $tHs(L_6, G) = 10$

Gambar 4. 7 Penentuan nilai total *H-irregularity strength* (*tHs*) dari graf  $L_6$

Aktivitas OBL yang ketiga adalah *some focus on meaning through meaning-oriented output practice*. Pada aktivitas OBL yang ketiga ini sama dengan aktivitas OBL yang kedua. Hanya bedanya adalah jika dalam aktivitas OBL yang ketiga ini mahasiswa melakukan melakukan pengerjaan atau penyelesaian masalah *H-irregularity* dengan graf tangga yang diekspand lebih banyak untuk mencari rumus secara umum melalui riset 2.

Berdasarkan hasil observasi terhadap aktivitas mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *H-irregularity* melalui penerapan pembelajaran berbasis *output based learning* bahwa ada dampak yang signifikan dari implementasi pembelajaran berbasis *output based learning* dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *H-irregularity*.

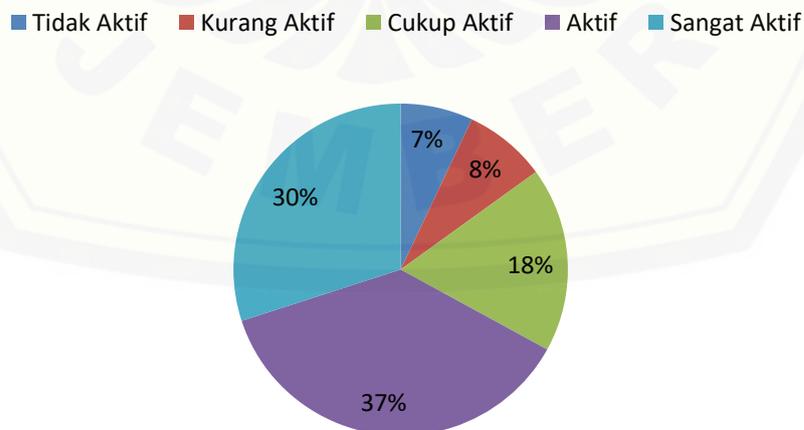
### Distribusi Aktivitas Mahasiswa selama Penerapan OBL



Gambar 4. 8 Distribusi aktivitas mahasiswa selama penerapan OBL

Berdasarkan Grafik 4.9 tentang distribusi aktivitas mahasiswa selama penerapan *output based learning* (OBL) menunjukkan hasil yang positif. Distribusi kegiatan mahasiswa selama pelaksanaan pembelajaran berbasis *output based learning* di kelas eksperimen menunjukkan bahwa sebesar 7% mahasiswa tidak aktif, 8% mahasiswa kurang aktif, 18% mahasiswa cukup aktif, 37% mahasiswa aktif dan 30% mahasiswa sangat aktif.

### Distribusi Aktivitas Mahasiswa selama Penerapan OBL



Gambar 4. 9 Persentase distribusi aktivitas OBL

Berdasarkan Grafik 4.9 tentang persentase distribusi aktivitas mahasiswa selama penerapan *output based learning* (OBL) menunjukkan bahwa mahasiswa menjadi kreatif dalam memberi label titik dan label sisi pada graf sehingga mendapatkan nilai total *H-irregularity strength* ( $tHs$ ). Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis *output based learning* (OBL) dapat digunakan sebagai model alternatif untuk memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif yang baik dari mahasiswa sehingga mahasiswa dapat menyumbang kebaruan selama proses di kelas. Peneliti merekomendasikan penggunaan pembelajaran berbasis *output based learning* (OBL) di setiap mata pelajaran dilanjutkan.

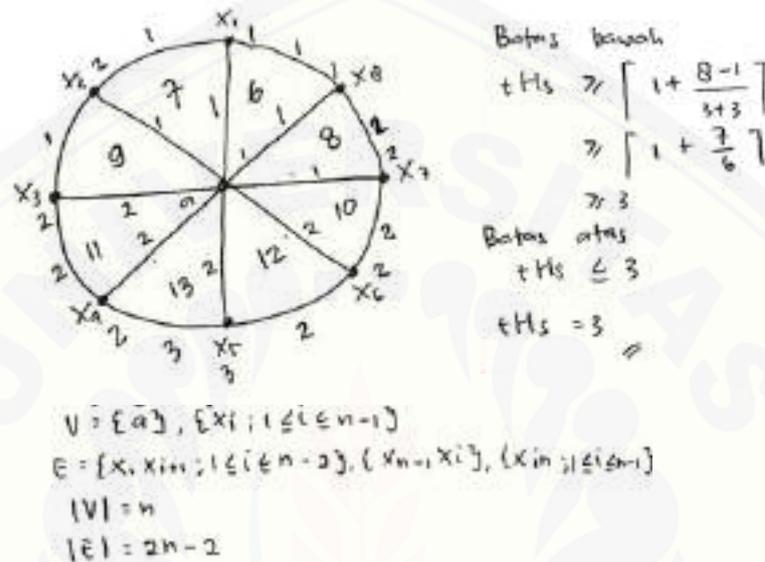
#### 4.4. Potret Fase

Potret fase merupakan gambaran alur berpikir mahasiswa dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Dalam penelitian ini potret fase mahasiswa didasarkan pada alur kemampuan keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa menyelesaikan permasalahan *H-irregularity* dalam pembelajaran berbasis *output based learning*. Alur berpikir mahasiswa dapat dilihat berdasarkan hasil pekerjaan mahasiswa dalam menyelesaikan post tes yang kemudian akan dilakukan wawancara terhadap hasil pekerjaan mahasiswa tersebut. Beberapa kategori potret fase mahasiswa berdasarkan keterampilan berpikir kreatif dan inovatif yaitu hasil pekerjaan mahasiswa yang mendapatkan TBK (4) sangat kreatif dan inovatif, yang mana mahasiswa mampu mendapatkan TBK (4) jika hasil pekerjaannya memenuhi 3 indikator keterampilan berpikir kreatif dan inovatif. TBK (3) kreatif dan inovatif, TBK (2) cukup kreatif dan inovatif dan TBK (1) kurang kreatif dan inovatif, TBK (0) tidak kreatif dan inovatif. Sehubungan dengan hasil mahasiswa tidak ada yang mendapatkan skor TBK (0) dan hanya beberapa anak yang mendapatkan TBK (1). Maka berikut hasil jawaban mahasiswa yang mendapatkan TBK (4), TBK (3) dan TBK (2).

a) Mahasiswa 1 dengan TBK (4) sangat kreatif dan inovatif

Hasil pekerjaan yang pertama adalah pekerjaan dari mahasiswa 1 dengan kategori TBK (4) atau mahasiswa dengan keterampilan berpikir sangat kreatif dan inovatif. Mahasiswa 1 dapat menyelesaikan semua permasalahan *H-irregularity*

yang terdiri dari penentuan graf dan kardinalitasnya, pemberian label titik dan sisi dari graf yang harus sesuai dengan aturan konsep *H-irregularity*, penentuan nilai bobot total dari setiap subgraf serta penentuan nilai total *H-irregularity strength* dari graf tersebut. Hasil pekerjaan mahasiswa 1 tersaji pada Gambar 4.10.



Gambar 4. 10 Hasil pekerjaan mahasiswa 1

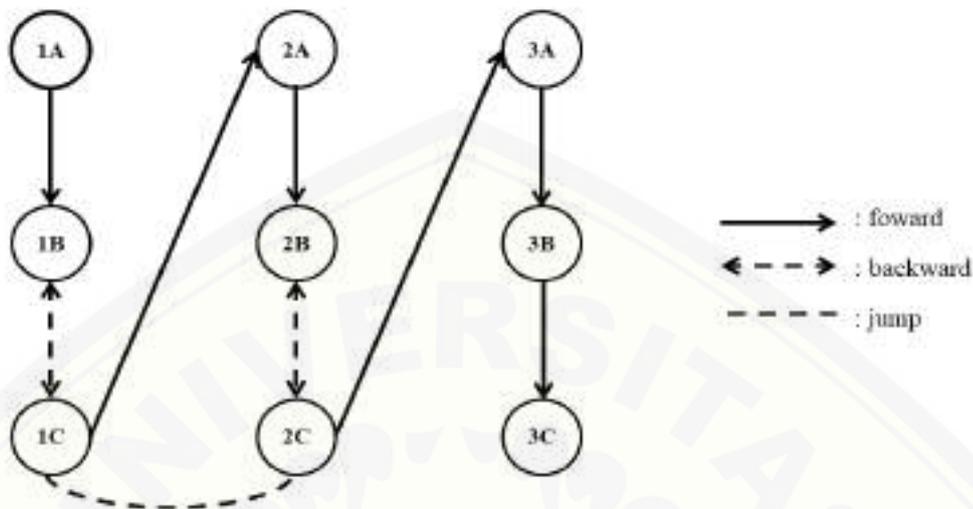
Proses aktivitas keterampilan berpikir kreatif dan inovatif yang dilakukan mahasiswa 1 dalam menyelesaikan post tes dapat diketahui dari hasil wawancara dengan mahasiswa tersebut. Hasil wawancara ini akan dibuat potret fase untuk menggambarkan alur berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa 1 dari awal mengerjakan hingga pekerjaan tersebut selesai. Berikut disajikan petikan hasil wawancara dengan mahasiswa 1.

- Peneliti : Bagaimana bisa menyelesaikan masalah ini?
- Mahasiswa 1 : Alhamdulillah bisa Bu.
- Peneliti : Apakah paham dengan materi *H-irregularity*?
- Mahasiswa 1 : Paham Bu. Oh ya Bu Diana saya bertanya untuk memastikan saja, jika graf saya seperti ini apakah boleh?
- Peneliti : Boleh, apa nama graf yang kamu temukan itu?
- Mahasiswa 1 : Menurut saya graf ini merupakan graf roda bu.

- Peneliti : Oke bagus.
- Mahasiswa 1 : Notasinya untuk satu titik yang di dalam berarti saya notasi-  
kan  $a$  sedangkan yang tepi saya beri notasi  $x_1, x_2, \dots$ , dst.
- Peneliti : Silahkan boleh saja. Untuk langkah selanjutnya apa yang Anda lakukan setelah selesai menemukan kardinalitas tadi?
- Mahasiswa 1 : Saya mengatur peletakan pelabelan titik dan sisi untuk mencapai label minimum dan bobot yang berbeda dari setiap subgraf. Setelah itu, saya mencari dan mengecek lagi dengan cara graf saya ekspan lagi bu. Sebenarnya saya buat beberapa kemungkinan pelabelan Bu agar jika diekspan polanya sama. Alhamdulillah ketemu akhirnya, kemudian saya menghitung nilai *total H-irregularity strength* ( $tHs$ ) menggunakan rumus dalam teorema 1.
- Peneliti : Apakah Anda kesulitan memecahkan masalah ini?
- Mahasiswa 1 : Ya sedikit tapi tidak terlalu sulit, Bu.
- Peneliti : Kesulitan apa yang Anda alami?
- Mahasiswa 1 : Menemukan polanya harus berhati-hati dan sabar menurut pendapat saya.

Wawancara dilakukan untuk mengeksplor langkah pemikiran mahasiswa 1 dari awal mengerjakan hingga pekerjaan tersebut selesai. Mahasiswa 1 mampu menyelesaikan semua permasalahan *H-irregularity*. Masalah yang mampu mahasiswa 1 selesaikan antara lain menentukan graf dan kardinalitasnya, memberi label titik dan sisi dari graf yang harus sesuai dengan aturan konsep *H-irregularity*, menentukan nilai bobot total dari setiap subgraf serta penentuan nilai *total H-irregularity strength* dari graf tersebut. Mahasiswa 1 membuat beberapa kemungkinan pelabelan titik dan sisi untuk memastikan pola pelabelan tersebut berlaku untuk graf jika diekspan berapapun serta sudah mencapai label minimal dengan nilai bobot yang harus berbeda dari setiap sub graf. Proses berpikir

mahasiswa 1 dalam menyelesaikan masalah *H-irregularity* disajikan dalam bentuk alur pada potret fase sebagai berikut.



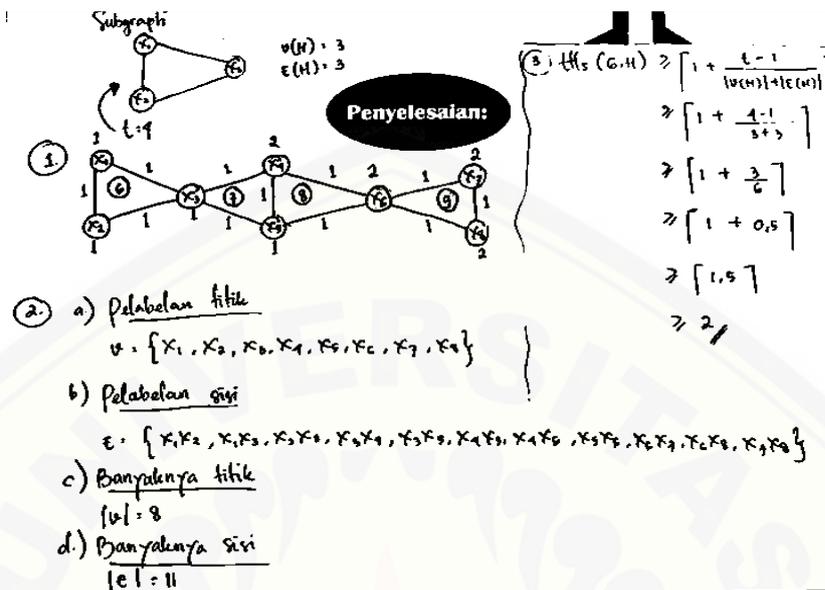
Gambar 4. 11 Potret fase alur berpikir mahasiswa 1

Pada Gambar 4.11 menunjukkan bahwa potret fase alur berpikir mahasiswa 1 dalam menyelesaikan masalah *H-irregularity* memulainya dengan berpikir lurus (*forward*) dari tahap 1A sampai ke tahap 3C. Tetapi pada tahap 1C mahasiswa 1 kembali ke 1B, demikian juga pada tahap 2C mahasiswa 1 kembali ke 2B, sehingga mahasiswa 1 dapat dikatakan melakukan *backward*. Terkadang juga mahasiswa 1 melakukan lompatan (*jump*) dari tahap 1C ke tahap 2C. Berdasarkan karakteristik potret fase yang menunjukkan indikator dan sub indikator yang telah dikuasai maka mahasiswa 1 berada pada kategori TBK (4) yaitu memiliki keterampilan berpikir sangat kreatif dan inovatif.

b) Mahasiswa 2 dengan TBK (3) kreatif dan inovatif

Hasil pekerjaan yang kedua adalah pekerjaan dari mahasiswa 2 dengan kategori TBK (3) atau mahasiswa dengan keterampilan berpikir kreatif dan inovatif. Mahasiswa 2 dapat menyelesaikan semua permasalahan *H-irregularity* yang terdiri dari penentuan graf namun kurang tepat dalam penentuan indeks serta kardinalitasnya sehingga indeks pada graf hanya  $x_1, x_2, \dots$ , pemberian label titik dan sisi dari graf yang harus sesuai dengan aturan konsep *H-irregularity*, penentuan nilai bobot total dari setiap subgraf serta penentuan nilai total *H*-

irregularity strength dari graf tersebut. Hasil pekerjaan mahasiswa 2 tersaji pada Gambar 4.12.



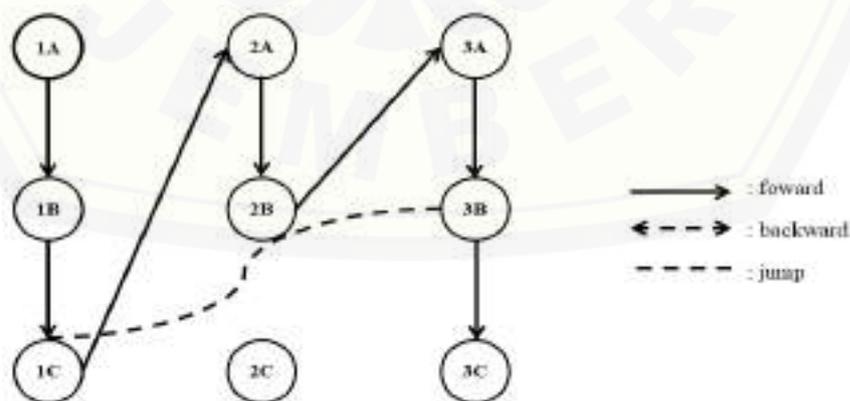
Gambar 4. 12 Hasil pekerjaan mahasiswa 2

Proses aktivitas keterampilan berpikir kreatif dan inovatif yang dilakukan mahasiswa 2 dalam menyelesaikan post tes dapat diketahui dari hasil wawancara dengan mahasiswa tersebut. Hasil wawancara ini akan dibuat potret fase untuk menggambarkan alur berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa 2 dari awal mengerjakan hingga pekerjaan tersebut selesai. Berikut disajikan petikan hasil wawancara dengan mahasiswa 2.

- Peneliti : Bagaimana bisa menyelesaikan masalah ini?  
 Mahasiswa 2 : Alhamdulillah bisa Bu.  
 Peneliti : Apakah paham dengan materi *H-irregularity*?  
 Mahasiswa 2 : Paham Bu, tetapi saya agak bingung dalam menentukan indeks untuk mencari kardinalitasnya.  
 Peneliti : Apa indeks yang kamu tulis dalam graf tersebut?  
 Mahasiswa 2 : Saya menulis indeks  $x_1, x_2, x_3, \dots$ , dst. Jadi kardinalitas untuk menentukan titik dan sisi yaa pakai itu Bu.  
 Peneliti : Oke. Menurut kamu apa nama graf yang kamu temukan itu?

- Mahasiswa 2 : Menurut saya graf ini merupakan graf kupu-kupu Bu.
- Peneliti : Apakah kamu menemukannya label titik dan sisi yang sesuai konsep *H-irregularity*?
- Mahasiswa 2 : Saya dapat menemukan Bu untuk pelabelan *H-irregularity*, saya ambil subgraf berbentuk segitiga 3 titik dan 3 sisi.
- Peneliti : Oke. Langkah selanjutnya bagaimana?
- Mahasiswa 2 : Setelah saya beri label titik dan sisi sampai ketemu bobot dari setiap subgraf berbeda selisihnya satu. Lalu saya hitung nilai *tHs* pakai rumus di teorema 1 Bu.
- Peneliti : Secara garis besar sulit atau tidak?
- Mahasiswa 2 : Tidak Bu. Hanya saya kurang bisa dalam menentukan kardinalitasnya.

Wawancara dilakukan untuk mengeksplor langkah pemikiran mahasiswa 2 dari awal mengerjakan hingga pekerjaan tersebut selesai. Mahasiswa 2 mampu menyelesaikan permasalahan *H-irregularity* antara lain menentukan graf tanpa kardinalitasnya, memberi label titik dan sisi dari graf sesuai dengan aturan konsep *H-irregularity*, menentukan nilai bobot total dari setiap subgraf serta menentukan nilai total *H-irregularity strength* dari graf tersebut. Proses berpikir mahasiswa 2 dalam menyelesaikan masalah *H-irregularity* disajikan dalam bentuk alur pada potret fase sebagai berikut.

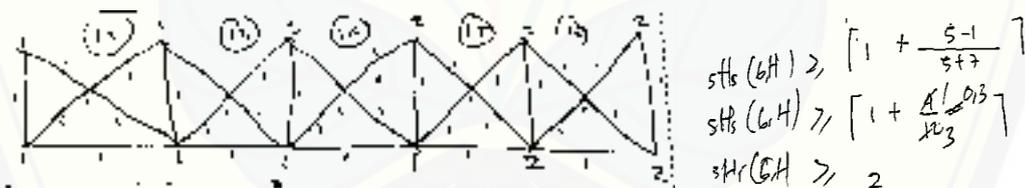


Gambar 4. 13 Potret fase alur berpikir mahasiswa 2

Pada Gambar 4.13 menunjukkan bahwa potret fase alur berpikir mahasiswa 2 dalam menyelesaikan masalah *H-irregularity* memulainya dengan berpikir lurus (*forward*) dari tahap 1A ke tahap 3C. Tetapi pada tahap 2B mahasiswa 2 tidak melewati tahap 2C sehingga mahasiswa 2 langsung ke tahap 3A. Mahasiswa 2 melakukan lompatan (*jump*) dari tahap 1C ke tahap 3B. Berdasarkan karakteristik potret fase yang menunjukkan indikator dan sub indikator yang telah dikuasai maka mahasiswa 2 berada pada kategori TBK (3) atau memiliki keterampilan berpikir kreatif dan inovatif.

c) Mahasiswa 3 dengan TBK (2) cukup kreatif dan inovatif

Hasil pekerjaan yang kedua adalah pekerjaan dari mahasiswa 3 dengan kategori TBK (2) atau mahasiswa dengan keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif. Mahasiswa 3 menyelesaikan permasalahan *H-irregularity* yang terdiri dari penentuan graf tetapi tanpa kardinalitasnya, pemberian label titik dan sisi dari graf yang tetapi kurang sesuai dengan aturan konsep *H-irregularity*, penentuan nilai bobot total dari setiap subgraf serta penentuan nilai total *H-irregularity strength* dari graf tersebut. Hasil pekerjaan mahasiswa 3 tersaji pada Gambar 4.14.



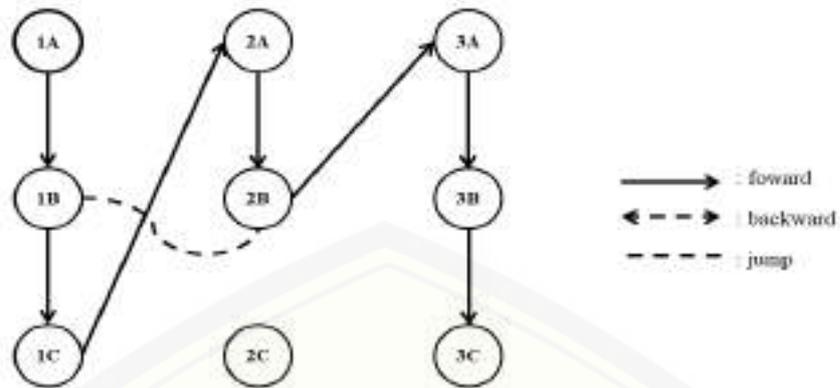
Gambar 4. 14 Hasil pekerjaan mahasiswa 3

Proses aktivitas keterampilan berpikir kreatif dan inovatif yang dilakukan mahasiswa 3 dalam menyelesaikan post tes dapat diketahui dari hasil wawancara dengan mahasiswa tersebut. Hasil wawancara ini akan dibuat potret fase untuk menggambarkan alur berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa 3 dari awal mengerjakan hingga pekerjaan tersebut selesai. Berikut disajikan petikan hasil wawancara dengan mahasiswa 3.

- Peneliti : Bagaimana anda bisa menyelesaikan masalah ini?  
 Mahasiswa 3 : Alhamdulillah bisa Bu.  
 Peneliti : Apakah paham dengan materi *H-irregularity*?

- Mahasiswa 3 : Paham Bu, tetapi saya agak bingung.
- Peneliti : Apa nama graf yang kamu temukan itu?
- Mahasiswa 3 : Menurut saya graf ini merupakan gabungan dari tiga segitiga.
- Peneliti : Oke. kardinalitasnya bagaimana?
- Mahasiswa 3 : Kardinalitas belum, Bu.
- Peneliti : Apakah kamu menemukan pola pelabelannya?
- Mahasiswa 3 : Menemukan Bu dengan gambar subgraf langsung sama dengan graf itu. Jadi subgraf saya sama dengan graf tersebut, Bu.
- Peneliti : Apakah kamu tidak mencoba dulu subgraf yang lain?
- Mahasiswa 3 : Awalnya saya langsung melihat subgraf saya sekarang ini, tetapi setelah selesai mengerjakan saya berpikir jika saya ambil subgraf satu segitiga atau C3 ya Bu. Kemungkinan bisa, Bu.
- Peneliti : Lalu mengapa tidak dilanjutkan untuk menulisnya?
- Mahasiswa 3 : Tidak Bu, untuk menyelesaikan kardinalitas saya belum. Setelah itu kepikiran yg subgraf C3 itu Bu.
- Peneliti : Apakah waktu sudah habis?
- Mahasiswa 3 : Iya, Bu. Saya kurang bisa mengatur waktu pengerjaan saya, Bu.

Wawancara dilakukan untuk mengeksplor langkah pemikiran mahasiswa 3 dari awal mengerjakan hingga pekerjaan tersebut selesai. Mahasiswa 3 menyelesaikan permasalahan *H-irregularity* yang terdiri dari penentuan graf tetapi tanpa kardinalitasnya, pemberian label titik dan sisi dari graf yang tetapi kurang sesuai dengan aturan konsep *H-irregularity*, penentuan nilai bobot total dari setiap subgraf serta penentuan nilai total *H-irregularity strength* dari graf tersebut. Mahasiswa 3 tidak membuat beberapa kemungkinan subgraf pada graf tersebut. Proses berpikir mahasiswa 3 dalam menyelesaikan masalah *H-irregularity* disajikan dalam bentuk alur pada potret fase sebagai berikut.



Gambar 4. 15 Potret fase alur berpikir mahasiswa 3

Pada Gambar 4.15 menunjukkan bahwa potret fase alur berpikir mahasiswa 3 dalam menyelesaikan masalah *H-irregularity* memulainya dengan berpikir lurus (*forward*) dari tahap 1A ke tahap 3C. Tetapi pada tahap 2B mahasiswa 3 tidak melewati tahap 2C sehingga mahasiswa 3 langsung ke tahap 3A. Mahasiswa 3 terkadang juga melakukan lompatan (*jump*) dari tahap 1B ke tahap 2B. Berdasarkan karakteristik potret fase yang menunjukkan indikator dan sub indikator yang telah dikuasai maka mahasiswa 3 berada pada kategori TBK (2) atau memiliki keterampilan berpikir cukup kreatif dan inovatif.

d) Mahasiswa 4 dengan TBK (1) kurang kreatif dan inovatif

Hasil pekerjaan yang keempat adalah pekerjaan dari mahasiswa 4 dengan kategori TBK (1) atau mahasiswa dengan keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif. Mahasiswa 4 menyelesaikan permasalahan *H-irregularity* yang terdiri dari penentuan graf tetapi tanpa kardinalitasnya, pemberian label titik dan sisi dari graf tersebut tetapi ada pelabelan titik yang tidak sesuai dengan aturan konsep *H-irregularity*, penentuan nilai bobot total dari setiap subgraf serta kurang tepat juga dalam penulisan penentuan nilai total *H-irregularity strength* dari graf tersebut. Hasil pekerjaan mahasiswa 3 tersaji pada Gambar 4.16.

$$\begin{matrix} 1 & & 2 & & 2 & & 2 \\ | & & | & & | & & | \\ 1 & - & 1 & - & 2 & - & 2 \\ | & & | & & | & & | \\ 1 & & 1 & & 1 & & 1 \end{matrix}$$

batas bawah terbesar  $\geq 2$   
 batas atas  $\leq 2$   
 $\epsilon H_s = 2$

$$\epsilon H_s = \left[ 1 + \frac{4-1}{3+3} \right]$$

$$= \left[ 1 + \frac{3}{6} \right]$$

$$= 2$$

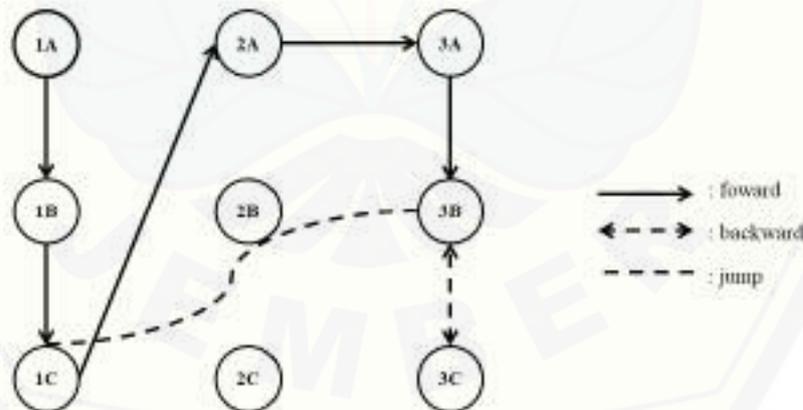
Gambar 4. 16 Hasil pekerjaan mahasiswa 4

Proses aktivitas keterampilan berpikir kreatif dan inovatif yang dilakukan mahasiswa 4 dalam menyelesaikan post tes dapat diketahui dari hasil wawancara dengan mahasiswa tersebut. Hasil wawancara ini akan dibuat potret fase untuk menggambarkan alur berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa 4 dari awal mengerjakan hingga pekerjaan tersebut selesai. Berikut disajikan petikan hasil wawancara dengan mahasiswa 4.

- Peneliti : Bagaimana anda bisa menyelesaikan masalah ini?
- Mahasiswa 4 : Alhamdulillah bisa sedikit Bu.
- Peneliti : Apakah paham dengan materi *H-irregularity*?
- Mahasiswa 4 : Paham Bu sedikit.
- Peneliti : Apa nama graf yang kamu temukan itu?
- Mahasiswa 4 : Graf saya seperti ranting, Bu. Tetapi sangat sederhana seperti ini, Bu.
- Peneliti : Oke. kardinalitasnya bagaimana?
- Mahasiswa 4 : Kardinalitas saya tidak buat, Bu. Di akhir saya mau mencari kardinalitasnya tetapi waktu sudah selesai.
- Peneliti : Apakah kamu menemukan pola pelabelannya?
- Mahasiswa 4 : Menemukan, Bu. Karena awal saya fokus sama pelabelannya, Bu.

- Peneliti : Yakin dengan pelabelan kamu?
- Mahasiswa 4 : Yakin mungkin, Bu. Karena saya tidak memeriksa kembali kemungkinan ada yang salah saya tidak tau.
- Peneliti : Apakah kamu menemukan nilai tHs yang mengacu pada teorema 1?
- Mahasiswa 4 : Sama dengan 2, Bu?
- Peneliti : Sama dengan atau lebih dari sama dengan?
- Mahasiswa 4 : Oh iya, Bu. Saya tidak teliti.

Wawancara dilakukan untuk mengeksplor langkah pemikiran mahasiswa 4 dari awal mengerjakan hingga pekerjaan tersebut selesai. Mahasiswa 4 menyelesaikan permasalahan *H-irregularity* yang terdiri dari penentuan graf tetapi tanpa kardinalitasnya, pemberian label titik dan sisi dari graf tersebut tetapi ada pelabelan titik yang tidak sesuai dengan aturan konsep *H-irregularity*, penentuan nilai bobot total dari setiap subgraf serta kurang tepat juga dalam penulisan penentuan nilai total *H-irregularity strength* dari graf tersebut. Proses berpikir mahasiswa 4 dalam menyelesaikan masalah *H-irregularity* disajikan dalam bentuk alur pada potret fase sebagai berikut.

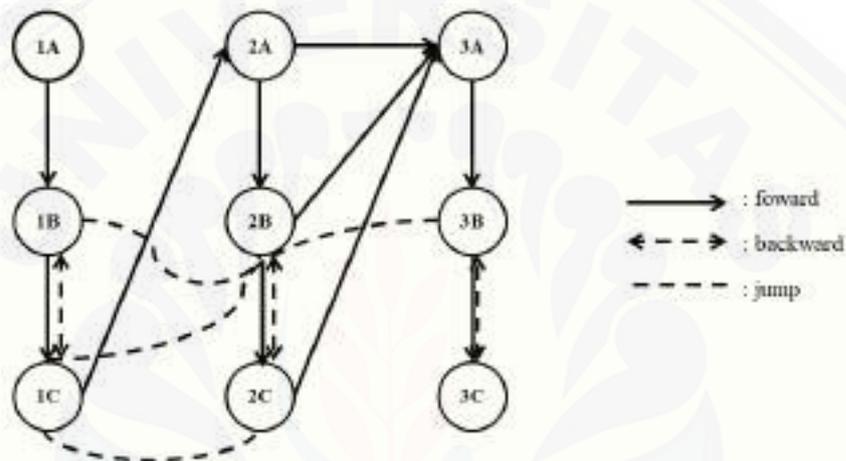


Gambar 4. 17 Potret fase alur berpikir mahasiswa 4

Pada Gambar 4.17 menunjukkan bahwa potret fase alur berpikir mahasiswa 4 dalam menyelesaikan masalah *H-irregularity* memulainya dengan berpikir lurus (*forward*) dari tahap 1A ke tahap 3B. Tetapi pada tahap 2A mahasiswa 4 tidak melewati tahap 2B dan 2C sehingga mahasiswa 4 langsung ke tahap 3A. Terkadang mahasiswa 4 melakukan lompatan (*jump*) dari tahap 1C ke

tahap 3B, serta melakukan *backward* dari tahap 3B ke tahap 3C. Berdasarkan karakteristik potret fase yang menunjukkan indikator dan sub indikator yang telah dikuasai maka mahasiswa 4 berada pada kategori TBK (1) atau memiliki keterampilan berpikir kurang kreatif dan inovatif.

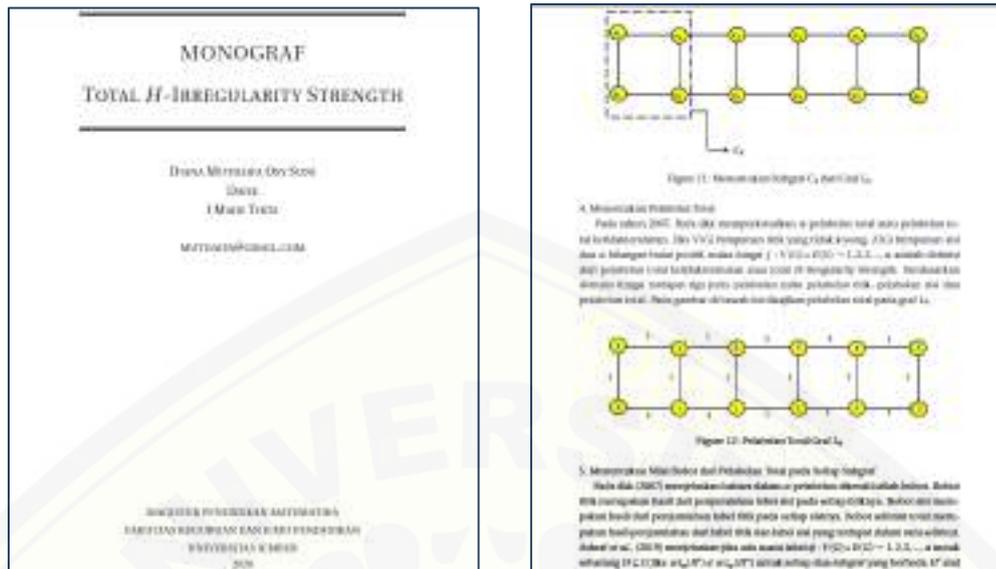
Berdasarkan hasil wawancara dengan mahasiswa 1 hingga mahasiswa 4 maka diperoleh kombinasi potret fase keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa secara global, mahasiswa masing-masing memiliki cara masing-masing dalam memecahkan suatu masalah.



Gambar 4. 18 Kombinasi potret fase mahasiswa

#### 4.5. Monograf

Monograf dalam penelitian ini berisi tentang penjelasan konsep *H-irregularity*. Monograf terbagi menjadi beberapa bagian yaitu konsep dasar graf, konsep *H-irregularity*, penemuan terdahulu dan penemuan terbaru yang ditemukan oleh peneliti dan mahasiswa yang menjadi subjek penelitian pembelajaran *output based learning*. Berikut gambar cover dan isi dari penelitian terdahulu.

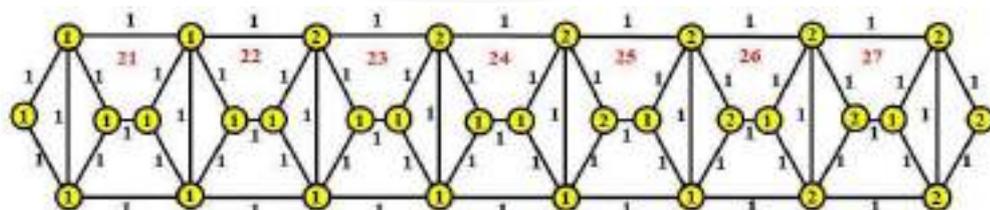


Gambar 4. 19 Monograf

Materi yang digunakan dalam pengembangan perangkat pembelajaran ini adalah *H-irregularity* untuk menganalisis keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa. Penemuan graf oleh mahasiswa dan peneliti akan dirangkum dalam sebuah monograf. Terdapat beberapa langkah dalam penyelesaian masalah *H-irregularity*, antara lain: (1) Menentukan graf sebagai objek penelitian, (2) Menentukan kardinalitas graf, (3) Menentukan subgraf, (4) Menentukan pelabelan total, (5) Menentukan nilai bobot total dari pelabelan total pada setiap subgraf, (6) Menentukan nilai total *H-irregularity strength* atau  $tHs(G, H)$ . Di dalam monograf ini menghasilkan 3 teorema, yaitu:

1. Graf Tangga Berlian ( $Dl_n$ )

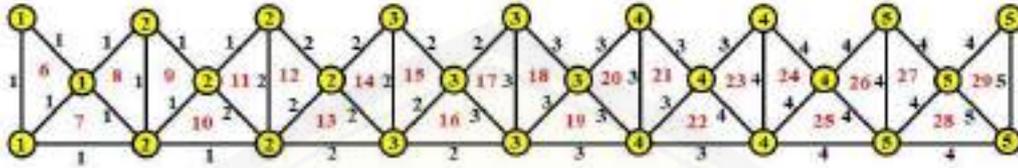
Jika  $Dl_n$  merupakan tangga berlian dan subgraf  $H_1 \equiv Dl_m$ . Total  $H_1$ -irregularity strength dari graf  $Dl_n$  untuk  $2 \leq m < n$  adalah  $\left\lfloor \frac{n+11m-3}{12m-3} \right\rfloor$



Gambar 4. 20 Contoh pelabelan total graf tangga berlian ( $Dl_8, Dl_2$ )

2. Graf Tiga Tangga Melingkar ( $TCl_n$ )

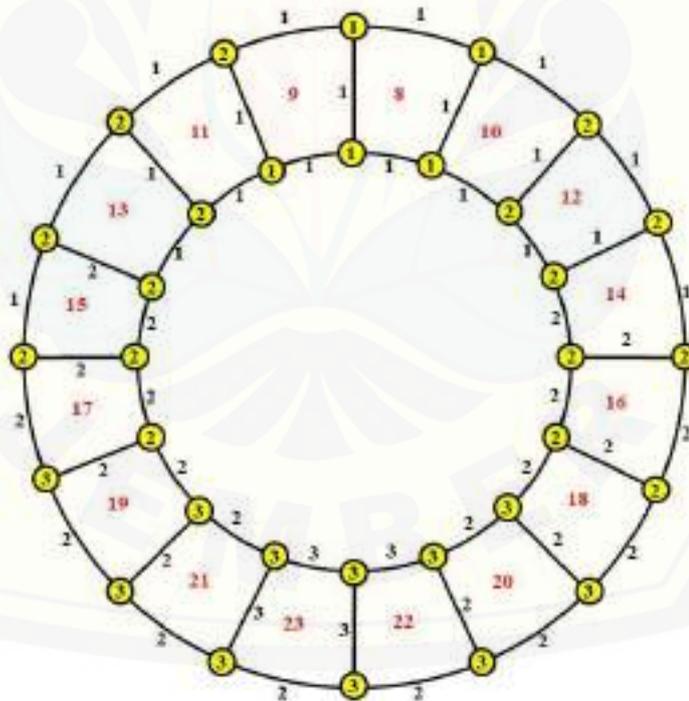
Jika  $Dl_n$  merupakan tiga tangga melingkar dan subgraf  $H_2 \equiv C_3$ . Total  $H_2$ -irregularity strength dari graf  $TCl_n$  adalah  $\left\lceil \frac{3n+5}{6} \right\rceil$ .



Gambar 4. 21 Contoh pelabelan total graf tiga tangga melingkar ( $TCl_8, C_3$ )

3. Graf Prisma ( $Pr_n$ )

Jika  $Pr_n$  merupakan prisma dan subgraf  $H_3 \equiv C_4$ . Total  $H_3$ -irregularity strength dari graf  $Pr_n$  untuk  $n \geq 3, n \equiv 0 \pmod 4$  dan  $\equiv 1 \pmod 4$  adalah  $\left\lceil \frac{n+7}{8} \right\rceil$



Gambar 4. 22 Contoh pelabelan total graf prisma ( $Pr_{16}, C_4$ )

#### 4.6. Pembahasan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perangkat pembelajaran berbasis *output based learning* (OBL) pada keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa dalam menyelesaikan masalah *H-irregularity*. Temuan pada penelitian ini menunjukkan bahwa pelaksanaan pembelajaran berbasis *output based learning* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa yang berada di kelas eksperimen.

Hasil dari penelitian ini adalah adanya peningkatan hasil belajar dan keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa yang terlihat dalam hasil post test. Nilai mahasiswa yang berada di kelas eksperimen secara signifikan lebih baik karena didukung oleh pembelajaran *output based learning* untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa. Adapun hasil penelitian yang diperoleh pada kelas eksperimen adalah 0% berada pada kategori tidak kreatif, 13% berada pada kategori kurang kreatif, 24% berada pada kategori cukup kreatif, 34% berada pada kategori kreatif dan 29% berada pada kategori sangat kreatif. Sedangkan pada kelas kontrol adalah 0% berada pada kategori tidak kreatif, 22% berada pada kategori kurang kreatif, 23% berada pada kategori cukup kreatif, 27% berada pada kategori kreatif dan 28% berada pada kategori sangat kreatif. Kelas eksperimen dan kelas kontrol masing-masing sebesar 84,48 dan 71,45 artinya bahwa rata-rata hasil keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa kelas eksperimen lebih tinggi daripada rata-rata keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa kelas kontrol dan menunjukkan pembelajaran *output based learning* berpengaruh lebih besar terhadap keterampilan berpikir kreatif dan inovatif. Nilai kelas eksperimen secara signifikan lebih baik karena didukung oleh pembelajaran *output based learning* untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif dan inovatif. Hasil uji independent post tes diperoleh varians nilai sig. (2-tailed)  $0.000 < 0.05$ . Dapat disimpulkan bahwa hasil post tes antara kelas kontrol dan kelas eksperimen ada perbedaan yang signifikan setelah diterapkan *output based learning* di dalam pembelajarannya.

Pada tahap potret fase mahasiswa dibagi menjadi empat kategori yaitu sangat kreatif dan inovatif, kreatif dan inovatif, cukup kreatif dan inovatif, dan kurang kreatif dan inovatif. Mahasiswa dikatakan sangat kreatif dan inovatif apabila mampu menemukan graf dan menentukan kardinalitasnya, menentukan label titik dan sisi dari graf sesuai aturan konsep *H-irregularity*, menentukan nilai bobot total dari setiap subgraf dan menentukan nilai total *H-irregularity strength* dari graf tersebut. Mahasiswa dikatakan kreatif dan inovatif apabila mampu menemukan graf tetapi tanpa kardinalitasnya, menentukan label titik dan sisi dari graf sesuai aturan konsep *H-irregularity*, menentukan nilai bobot total dari setiap subgraf dan menentukan nilai total *H-irregularity strength* dari graf tersebut. Mahasiswa dikatakan cukup kreatif dan inovatif apabila mahasiswa mampu menyelesaikan permasalahan *H-irregularity* yang terdiri dari penentuan graf tetapi tanpa kardinalitasnya, pemberian label titik dan sisi dari graf yang tetapi kurang sesuai dengan aturan konsep *H-irregularity*, penentuan nilai bobot total dari setiap subgraf serta penentuan nilai total *H-irregularity strength* dari graf tersebut. Sedangkan mahasiswa dikatakan kurang kreatif dan inovatif apabila mampu penentuan graf tetapi tanpa kardinalitasnya, pemberian label titik dan sisi dari graf tersebut tetapi ada pelabelan titik yang tidak sesuai dengan aturan konsep *H-irregularity*, penentuan nilai bobot total dari setiap subgraf serta kurang tepat juga dalam penulisan penentuan nilai total *H-irregularity strength* dari graf tersebut. Hasil potret fase dari empat mahasiswa yang telah dikombinasikan menjadi satu digambarkan dalam *global creative and innovative* sedangkan hasil potret fase dari masing-masing mahasiswa dinamakan *local creative and innovative*.

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran dengan model *output based learning* untuk mengukur keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa pada permasalahan *H-irregularity* dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Proses pengembangan perangkat pembelajaran dalam penelitian ini menggunakan model Thiagarajan atau dikenal dengan model *four-D*. Tahap-tahap yang dilakukan antara lain:
  - a. Tahap pendefinisian yaitu kegiatan analisis awal-akhir meliputi, analisis mahasiswa untuk mengetahui karakteristik mahasiswa, analisis konsep materi, analisis tugas dan analisis tujuan pembelajaran yang ingin dicapai.
  - b. Tahap perancangan yaitu kegiatan merancang perangkat pembelajaran yang akan dikembangkan meliputi penyusunan satuan acara perkuliahan, Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) dan post tes dengan menggunakan indikator keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa di dalamnya dengan materi *H-irregularity*. Pada tahap ini diperoleh perangkat pembelajaran yang disebut dengan *draft 1*.
  - c. Tahap pengembangan yaitu kegiatan penilaian perangkat pembelajaran oleh validator yang bertujuan untuk uji kelayakan. Pada tahap ini diperoleh perangkat pembelajaran yang disebut dengan *draft 2*. Selanjutnya akan dilakukan uji keterbacaan yang menghasilkan *draft 3* dan perangkat pembelajaran *draft 3* ini selanjutnya dilakukan uji coba lapangan. Hasil uji coba lapangan dianalisis dan dilakukan revisi sehingga menghasilkan perangkat final.
  - d. Tahap penyebaran yaitu kegiatan penyebaran yang dilakukan pada S1 Pendidikan Matematika Universitas Jember.
2. Hasil pengembangan perangkat pembelajaran yang diperoleh dalam penelitian ini adalah perangkat pembelajaran dengan model *output based learning* untuk mengukur keterampilan berfikir kreatif dan inovatif mahasiswa pada

permasalahan *H-irregularity* meliputi satuan acara perkuliahan, Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) dan post tes. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan tersebut memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif. Kriteria tersebut dapat dijabarkan sebagai berikut.

- a. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan memenuhi kategori valid ditunjukkan dengan koefisien validitas satuan acara perkuliahan sebesar 3,69 (92,188%); LKM sebesar 3,82 (95,49%) dan post tes sebesar 3,71 dan (92,71%) dengan demikian perangkat dikatakan valid.
  - b. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan memenuhi kategori praktis berdasarkan penilaian pengamatan aktivitas dosen, aktivitas dosen pada pertemuan pertama 3,67 (91,75%) dengan kategori sangat baik dan pada pertemuan kedua mencapai 3,89 (97,25 %) dengan kategori sangat baik. Hal ini menunjukkan perangkat pembelajaran dapat dikatakan praktis karena persentase aktivitas dosen mencapai  $\geq 80\%$ .
  - c. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan memenuhi kategori efektif berdasarkan persentase aktivitas mahasiswa, hasil penilaian post tes, dan hasil respon mahasiswa menunjukkan kategori sangat aktif, seperti uraian berikut ini.
    - 1) Persentase aktivitas mahasiswa pada pertemuan pertama mencapai 3,61 (90,25%) dengan kategori sangat aktif dan pada pertemuan kedua mencapai 3,72 (93%) dengan kategori sangat aktif. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa sangat aktif dalam mengikuti kegiatan pembelajaran dengan menggunakan model *output based learning*.
    - 2) Hasil post tes pada kelas eksperimen yang telah diterapkan pembelajaran *output based learning* memperoleh hasil 0% berada pada kategori tidak kreatif, 13% berada pada kategori kurang kreatif, 24% berada pada kategori cukup kreatif, 34% berada pada kategori kreatif dan 29% berada pada kategori sangat kreatif.
3. Pengembangan perangkat pembelajaran *output based learning* mampu meningkatkan tingkat kreatif dan inovatif mahasiswa, yang mana setelah

dilakukan penelitian ke dalam dua kelas yang dibandingkan hasil tingkat kreatif dan inovatifnya, ada perbedaan hasil belajar mahasiswa. Kelas yang menggunakan pembelajaran *output based learning* lebih unggul dari pada kelas yang tidak menggunakan pembelajaran *output based learning*.

4. Berdasarkan hasil analisis keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa melalui post tes diperoleh data keseluruhan tingkat keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa di kelas kontrol sebanyak 38 mahasiswa memperoleh hasil 0% berada pada kategori tidak kreatif, 22% berada pada kategori kurang kreatif, 23% berada pada kategori cukup kreatif, 27% berada pada kategori kreatif dan 28% berada pada kategori sangat kreatif.
4. Potret fase keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa yang dihasilkan pada penelitian ini yaitu potret fase mahasiswa dengan tiga kategori yaitu sangat kreatif dan inovatif, kreatif dan inovatif dan cukup kreatif dan inovatif, serta kombinasi potret fase dari ketiga mahasiswa tersebut.
5. Monograf yang dihasilkan pada penelitian ini berisi rangkuman hasil temuan *H-irregularity* dari graf *triangular ladder*, graf *wheel*, graf *diamond ladder* dan graf prisma.

## 5.2. Saran

Terkait dengan penelitian pengembangan perangkat pembelajaran, terdapat beberapa saran atau masukan sebagai berikut.

1. Model Perangkat pembelajaran *output based learning* pada permasalahan *H-irregularity*, sebaiknya dikembangkan lebih lanjut untuk materi lain. Selain untuk membantu pemahaman konsep, juga sebagai sarana memperkenalkan teknik penelitian pada tugas akhir nanti.
2. Untuk mengetahui lebih lanjut baik atau tidaknya perangkat yang telah dikembangkan ini, maka disarankan pada peneliti selanjutnya agar dapat menguji cobakan pada mahasiswa tingkat yang berbeda atau bahkan ke universitas yang berbeda.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Agustin, I. H., Dafik, Marsidi, dan Albirri, E.R. 2017. *On Total H-Irregularity Strength of Graphs: A new notion Journal of Physics: Conf. Series* 855 pp 1-9.
- Anonimus. 2015. "21<sup>st</sup> Century Student Outcomes". P21 Partnership For 21<sup>st</sup> Century Learning.
- Ashraf, F., Baca, M., Fenovcikova, S., A., and Siddiqui, M., K. 2019. *On H-Irregularity Strength of Graphs. AKCE International Journal of Graphs and Combinatorics*.
- Ashraf, F., Baca, M., Lascsakova, M., and Semanicova-Fenovcikova, A. 2017. *On H-Irregularity Strength of Graphs. Discussiones Mathematicae: Graph Theory* 37 pp 1067-1078.
- Baca, M., Jendrol., Miller, M., dan Ryan, J. 2007. *On Irreguler Total Labellings. Discreates Mathematics*. 307(1). 1378-1388.
- Benati, Alessandro. 2001. *A Comparative Study of The Effects of Processing Instruction and Output Based Instruction On The Acquisition of The Italian Future Tense. Language Teaching Research* 5,2 (2001); pp. 95–127.
- Cahyanti, Anggraeny Endah. 2016. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Pendekatan Saintifik Model Problem Based Learning dan High Order Thinking Materi Barisan dan Deret SMK Kelas X*. Jember: Universitas Jember.
- Chartrand, G. and Lesniak, L. 1996. *Graph and Digraphs Third Edition*. California: Chapman Hall.
- Chartrand, G. and Zing Ping. 2009. *Chromatic Graph Theory*. California: Chapman Hall.
- Cresswell, J.W. (2007). *Mixed Methods*. New York: Pearson Merrill Prentice Hall.
- Depdiknas, (2008), *Teknik Penyusunan Modul*, Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Jakarta.
- Depdiknas. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Depdiknas.
- Dahar. R.W. 2011. *Teori-Teori Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Erlangga.
- Hubeis, M. 2005. *Manajemen Kreativitas dan Inovasi dalam bisnis*. Jakarta: Hecca Mitra Utama.

- Hobri. 2010. *Metodologi Penelitian Pengembangan (Aplikasi Pada Penelitian Pendidikan Matematika)*. Jember: Pena Salsabila.  
<https://preprint.math.uni-hamburg.de/public/papers/hbam/hbam2011-09.pdf>
- Khamdit, Sinthawa. 2014. *Research-Based Learning (RBL) in Higher Education*.
- Mayasari, T., Kadarohman, A., Rusdiana, D., Kaniawati, I. 2016. *Apakah Model Pembelajaran problem Based Learning dan Project Based Learning mampu Melatihkan Keterampilan Abad 21?*, Vol.2 No.1, Hal 48-55.
- Munandar, Utami. 1999. *Pengembangan Kreativitas Anak Berbakat*. Jakarta: Reneka Cipta.
- Nana Sudjana. 2009. *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Partnership For 21<sup>st</sup> Century Learning. 2016.
- Rassae, Ehsan. 2012. *The Effects of Input-based and Output-based Instruction on L2 Development*. Iran: *The Electronic Journal for English as a Second Language*.
- Rastegar, Behnaz. 2017. *Output-Based Instruction, Learning Styles and Vocabulary Learning in the EFL Context of Iran*. *International Journal of Education & Literacy Studies* ISSN 2202-9478 Vol. 5 No. 2.
- Salimi, Asghar. 2016. *The Effect of Input-based and Output-based Instruction on EFL Learners' Autonomy in Writing*. *Theory and Practice in Language Studies*, Vol. 6, No. 3, pp. 525-533.
- Salirawati, Das. 2006. *Penyusunan dan Kegunaan LKS dalam Proses Pembelajaran*.
- Yudha, Firma. 2018. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Research Based Learning pada Mata Kuliah Pemodelan Matematika Kajian Locating Dominating Set untuk Meningkatkan Keterampilan Kreatif dan Inovatif Abad 21 Mahasiswa*. Jember: Universitas Jember.

## Lampiran 1. Matriks Penelitian

### MATRIKS PENELITIAN

Judul	Permasalahan	Variabel	Indikator	Sumber Data	Metode Penelitian
Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis <i>Output Based Learning</i> dan Pengaruhnya terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif dan Inovatif Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah <i>H-Irregularity</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menelaah proses pengembangan perangkat pembelajaran berbasis <i>output based learning</i> pada kajian <i>H- irregularity</i>.</li> <li>2. Menghasilkan pengembangan perangkat pembelajaran berbasis <i>output based learning</i> terhadap keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa pada kajian <i>H-irregularity</i>.</li> <li>3. Menguji pengaruh perangkat pembelajaran berbasis <i>output based learning</i> terhadap kemampuan keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa dalam menyelesaikan masalah <i>H-irregularity</i>.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Keterampilan berpikir kreatif dan inovatif</li> <li>2. Pembelajaran <i>output based learning</i>.</li> <li>3. <i>H- irregularity</i>.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tahap pendefinisian (<i>define</i>), tahap perancangan (<i>design</i>), tahap perancangan (<i>design</i>), tahap pengembangan (<i>develop</i>), tahap penyebaran (<i>disseminate</i>).</li> <li>2. Pengembangan perangkat yang dihasilkan SAP, LKM dan THB.</li> <li>3. Menguji pengaruh perangkat pembelajaran berbasis <i>output based learning</i> terhadap kemampuan keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa dalam menyelesaikan masalah <i>H-irregularity</i>.</li> </ol>	Responden: Mahasiswa semester ganjil mata kuliah Kombinatorika di Program Studi Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Jember.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Jenis Penelitian: <i>Mix Method</i>.</li> <li>2. Pengumpulan data: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. LKM</li> <li>b. Pos Tes</li> <li>c. Wawancara</li> </ol> </li> <li>3. Metode Analisa Data : <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Validasi perangkat pembelajaran</li> <li>b) Uji Hipotesis dengan Uji t-test</li> <li>c) Analisis Data Kepraktisan Perangkat</li> <li>d) Analisis Data Keefektifan Perangkat</li> </ol> </li> </ol>

	<p>4. Mengetahui potret fase keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa pada kajian <i>H-irregularity</i>.</p> <p>5. Menghasilkan monograf berbasis <i>output based learning</i> dalam kajian <i>H-irregularity</i>.</p>		<p>4. Menggunakan SPSS adapun uji yang dilakukan yaitu uji normalitas, uji homogenitas dan uji t-test.</p> <p>5. Potret fase keterampilan berpikir kreatif dan inovatif pada materi <i>H-irregularity</i>.</p> <p>6. Monograf berbasis <i>output based learning</i> dalam materi <i>H-irregularity</i> yang merupakan rangkuman penemuan peneliti dan mahasiswa.</p>		
--	--	--	--	--	--

Lampiran 2. Satuan Acara Perkuliahan (SAP)

SATUAN ACARA PERKULIAHAN (SAP)

<b>Fakultas/ Prodi</b>	: Keguruan dan Ilmu Pendidikan/ Pendidikan Matematika
<b>Prodi</b>	: Pendidikan Matematika
<b>Mata Kuliah</b>	: Kombinatorika
<b>Semester</b>	: 3
<b>SKS</b>	: 2
<b>Dosen Pengampu</b>	: Saddham Husein, S.Pd., M.Pd.
<b>Bahan Kajian</b>	: <i>H-Irregularity</i>
<b>Pertemuan ke</b>	: 1 – 2
<b>Kemampuan Akhir</b>	: Setelah akhir pembelajaran diharapkan mahasiswa mampu memahami dan mengembangkan <i>H-irregularity</i> dari suatu graf dengan proses berpikir kreatif dan inovatif
<b>Sub Bahan Kajian</b>	: Kardinalitas, <i>H-Irregularity</i>
<b>Sumber Pembelajaran</b>	: Buku dan Artikel Ilmiah
<b>Media Pembelajaran</b>	: LKM
<b>Pendekatan/ metode</b>	: <i>Output Based Learning</i>
<b>Skenario</b>	:
<b>Pembelajaran</b>	:

• **Pertemuan ke 1: Kardinalitas**

KEGIATAN PEMBELAJARAN		ESTIMASI WAKTU
<b>Kegiatan Pendahuluan</b>		
<i>Explanation of rules in a paradigmatic way</i>		<b>15'</b>
<b>Dosen</b>	<b>Mahasiswa</b>	
1. Membuka dengan salam dan doa	1. Mengucapkan salam dan doa	2'
2. Menyampaikan tujuan pembelajaran yaitu mengetahui konsep dasar graf (kardinalitas)	2. Memperhatikan dan jika perlu mencatat tujuan pembelajaran	3'
3. Meningkatkan pengetahuan mahasiswa dengan memberikan contoh-contoh penerapan graf dalam kehidupan sehari-hari	3. Memperhatikan contoh yang diberikan dosen	5'
4. Menjelaskan bahan kajian yang akan dipelajari tentang kardinalitas	4. Mendengarkan penjelasan dosen terkait bahan kajian yang akan dipelajari tentang kardinalitas	5'
<b>Kegiatan Inti</b>		
<i>Practice in output</i>		<b>75'</b>
<b>Dosen</b>	<b>Mahasiswa</b>	
1. Membagi mahasiswa dalam beberapa kelompok yang heterogen	1. Membentuk kelompok belajar sesuai arahan dosen	5'
2. Membagikan LKM untuk diselesaikan secara berkelompok	2. Menerima LKM yang diberikan dosen	5'
3. Memberikan penjelasan mengenai kardinalitas	3. Menerima dan mendengarkan penjelasan dosen	20'

Laporan dan presentasi		
4. Mengobservasi mahasiswa saat berdiskusi	4. Melakukan diskusi	30'
5. Menunjuk kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusi	5. Mempresentasikan hasil diskusi	10'
6. Mengevaluasi jalannya presentasi	6. Mendengarkan evaluasi dari dosen	5'
Kegiatan Penutup		
<i>Some focus on meaning through</i>		10'
Dosen	Mahasiswa	
1. Mengarahkan mahasiswa untuk membuat kesimpulan	1. Membuat kesimpulan	5'
2. Memberi penguatan akhir tentang materi yang dibahas	2. Mendengarkan penguatan yang diberikan dosen	3'
3. Menutup dengan salam dan doa	3. Mengucapkan salam dan doa	2'

• **Pertemuan ke 2: Kajian *H-Irregularity***

KEGIATAN PEMBELAJARAN		ESTIMASI WAKTU
Kegiatan Pendahuluan		
<i>Explanation of rules in a paradigmatic way</i>		15'
Dosen	Mahasiswa	
1. Membuka dengan salam dan doa	1. Mengucapkan salam dan doa	2'
2. Menyampaikan tujuan pembelajaran yaitu mengetahui konsep <i>H-irregularity</i> pada suatu graf	2. Memperhatikan dan jika perlu mencatat tujuan pembelajaran	3'
3. Meminta mahasiswa mengingat kembali materi sebelumnya	3. Mengingat kembali materi sebelumnya	5'
4. Menjelaskan bahan kajian yang akan dipelajari tentang <i>H-irregularity</i> pada suatu graf	4. Mendengarkan penjelasan dosen terkait bahan kajian yang akan dipelajari tentang <i>H-irregularity</i> pada suatu graf	5'
Kegiatan Inti		
<i>Practice in output</i>		75'
Dosen	Mahasiswa	
1. Membagi mahasiswa dalam beberapa kelompok yang heterogen	1. Membentuk kelompok belajar sesuai arahan dosen	5'
2. Membagikan LKM untuk diselesaikan secara berkelompok	2. Menerima LKM yang diberikan dosen	5'
3. Memberikan penjelasan mengenai <i>H-irregularity</i>	3. Menerima dan mendengarkan penjelasan dosen	20'

Laporan dan presentasi		
4. Mengobservasi mahasiswa saat berdiskusi	4. Melakukan diskusi	30'
5. Menunjuk kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusi	5. Mempresentasikan hasil diskusi	10'
6. Mengevaluasi jalannya presentasi	6. Mendengarkan evaluasi dari dosen	5'
Kegiatan Penutup		10'
<i>Some focus on meaning through</i>		
Dosen	Mahasiswa	
1. Mengarahkan mahasiswa untuk membuat kesimpulan	1. Membuat kesimpulan	5'
2. Memberi penguatan akhir tentang materi yang dibahas	2. Mendengarkan penguatan yang diberikan dosen	3'
3. Menutup dengan salam dan doa	3. Mengucapkan salam dan doa	2'

**Penilaian Hasil Belajar:**

- 1) Prosedur penilaian
  - a. Penilaian proses yaitu proses selama kegiatan pembelajaran berlangsung
  - b. Penilaian hasil yang berupa post tes
- 2) Jenis penilaian : Tes



## **Total H-Irregularity Strength**

# **LKM**

**MAHASISWA KREATIF DAN INOVATIF**

Nama Anggota Kelompok:

**MAGISTER PENDIDIKAN MATEMATIKA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JEMBER**

2019



**KEMAMPUAN YANG  
DIHARAPKAN:**

Mahasiswa mampu mengembangkan *H-Irregularity* dari suatu graf dengan proses berpikir kreatif dan inovatif.

**PETUNJUK**

- Berdoalah sebelum mengerjakan.
- Buatlah kelompok dengan anggota 2-3 orang.
- Pahami permasalahan yang diberikan dengan baik.
- Kerjakan LKM sesuai dengan permasalahan yang diberikan.
- Kerjakan latihan sesuai perintah.



## Explanation of rules in a paradigmatic way

### DEFINISI

**Total H-Irregularity Strength** merupakan *Graf* yang memiliki bobot berbeda di setiap dua subgraf yang berbeda  $H_1$  dan  $H_2$  isomorfik menjadi  $H$  dengan  $wt\varphi(H_1) \neq wt\varphi(H_2)$ .

Kami mendefinisikan bobot  $H$  sebagai berikut

$$wt\varphi(H) = \sum_{v \in V(H)} \varphi(v) + \sum_{e \in E(H)} \varphi(e)$$

Untuk subgraf  $H \subseteq G$  di bawah pelabelan total  $\alpha$ .

Bilangan bulat terkecil  $\alpha$  dimana pelabelan total ketidakaturan  $\alpha$  dikenal sebagai total  $H$ -Irregularity strength ( $tHs(G, H)$ ).

### TEOREMA 1

Misalkan  $G$  adalah graf yang memiliki selimut  $H$  yang meliputi  $t$  subgraf isomorfik dengan  $H$ . Maka:

$$tHs(G, H) \geq \left\lceil 1 + \frac{t-1}{|V(H)| + |E(H)|} \right\rceil$$

Keterangan:

$tHs$  = total  $H$ -irregularity strength

$|V(H)|$  = Banyaknya titik suatu subgraf

$|E(H)|$  = Banyaknya sisi suatu subgraf

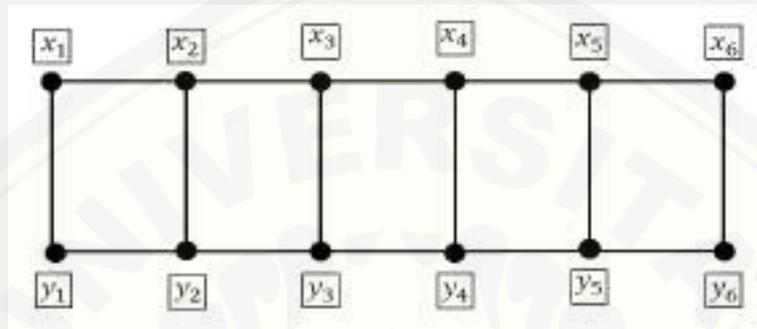
$t$  = Banyaknya subgraf



Practice in output

## RISET 1

Amatilah graf di bawah ini!



Gambar 2. Graf  $L_6$

Coba Anda Tentukan dari graf  $L_6$  di atas:

- A. kardinalitas yang meliputi:
  - pelabelan titik
  - pelabelan sisi
  - banyaknya titik
  - banyaknya sisi
- B. pelabelan total  $C_4$ -Irregularity
- C.  $tHs(L_6, C_4)$



## Penyelesaian

### A. KARDINALITAS

$$V = \{x_i, 1 \leq i \leq 6\} \cup \{y_i, 1 \leq i \leq 6\}$$

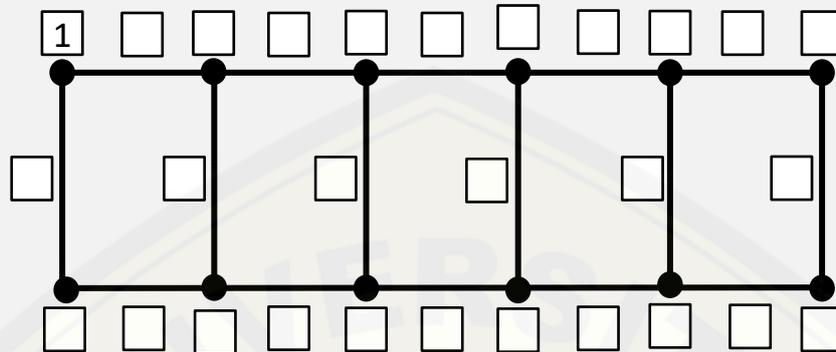
$$E = \{x_i x_{i+1}, 1 \leq i \leq 5\} \cup \{y_i y_{i+1}, 1 \leq i \leq 5\} \cup \{x_i y_i, 1 \leq i \leq 6\}$$

$$|V| = \dots$$

$$|E| = \dots$$

Penyelesaian

**B. PELABELAN TOTAL  $C_4$ -IRREGULARITY**



Penyelesaian



**C.  $tHs(L_6, C_4)$**

**Batas bawah dari Teorema 1**

$$t = \dots, V(H) = \dots, E(H) = \dots$$

$$\begin{aligned} tHs(L_6, C_4) &\geq \left\lceil 1 + \frac{t-1}{|V(H)| + |E(H)|} \right\rceil \\ &\geq \left\lceil 1 + \frac{\dots - 1}{\dots + \dots} \right\rceil \\ &\geq \left\lceil 1 + \frac{\dots}{\dots} \right\rceil \\ &\geq \lceil 1 + \dots \rceil \\ &\geq \lceil \dots \rceil \\ &\geq \dots \end{aligned}$$

**Batas atas dari Label terbesar yaitu  $tHs(L_6, C_4) \leq \dots$**

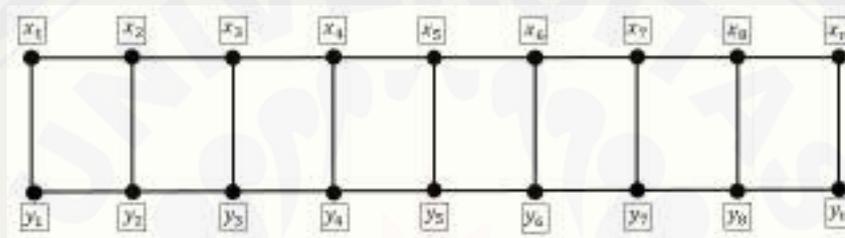
**Sehingga, nilai  $tHs(L_6, C_4) = \dots$**



*Some focus on meaning through meaning oriented output practice*

## RISET 2

Selanjutnya Anda akan mencoba menentukan pelabelan titik, sisi, banyaknya titik, banyaknya sisi, serta pelabelan total  $C_4$ -Irregularity dari graf  $L_n$ . Amatilah graf di bawah ini!



Coba Anda Tentukan dari graf  $L_9$  di atas:

- A. kardinalitas yang meliputi:
  - pelabelan titik
  - pelabelan sisi
  - banyaknya titik
  - banyaknya sisi
- B. pelabelan total  $C_4$ -Irregularity
- C. tHs ( $L_n, C_4$ )



### Penyelesaian

#### A. KARDINALITAS

$$V = \{x_i, 1 \leq i \leq n\} \cup \{y_i, 1 \leq i \leq n\}$$

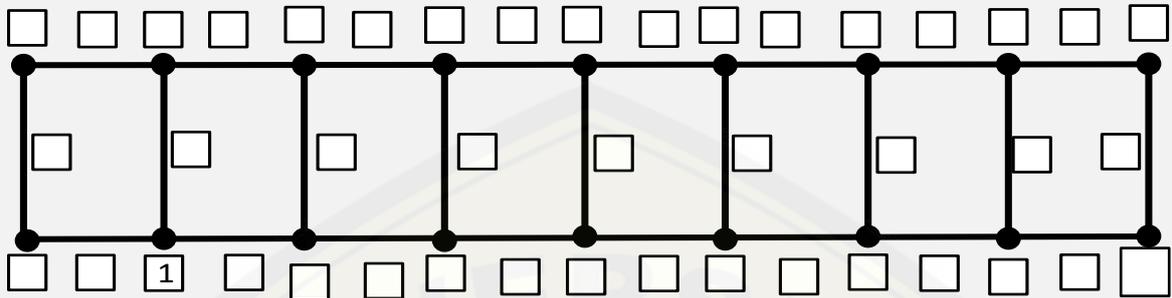
$$E = \{x_i x_{i+1}, 1 \leq i \leq n-1\} \cup \{y_i y_{i+1}, 1 \leq i \leq n-1\} \cup \{x_i y_i, 1 \leq i \leq n\}$$

$$|V| = \dots$$

$$|E| = \dots$$

Penyelesaian

B. PELABELAN TOTAL  $C_4$ -IRREGULARITY



Penyelesaian

C.  $tHs(L_n, C_4)$

Batas bawah dari Teorema 1

$$t = \dots, V(H) = \dots, E(H) = \dots$$

$$\begin{aligned} tHs(L_6, C_4) &\geq \left\lceil 1 + \frac{t-1}{|V(H)| + |E(H)|} \right\rceil \\ &\geq \left\lceil 1 + \frac{(\dots) - 1}{\dots + 4} \right\rceil \\ &\geq \left\lceil 1 + \frac{\dots - \dots}{\dots} \right\rceil \\ &\geq \left\lceil \frac{\dots + \dots}{\dots} \right\rceil \end{aligned}$$

Batas atas dari Label terbesar yaitu  $tHs(L_n, C_4) \leq \left\lceil \frac{\dots}{\dots} \right\rceil$

Sehingga, nilai  $tHs(L_6, C_4) = \left\lceil \frac{\dots}{\dots} \right\rceil$





## **Total H-Irregularity Strength**

# **LKM**

**MAHASISWA KREATIF DAN INOVATIF**

Nama Anggota Kelompok:

**MAGISTER PENDIDIKAN MATEMATIKA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JEMBER**

2019



**KEMAMPUAN YANG  
DIHARAPKAN:**

Mahasiswa mampu mengembangkan *H-Irregularity* dari suatu graf dengan proses berpikir kreatif dan inovatif.

**PETUNJUK**

- Berdoalah sebelum mengerjakan.
- Buatlah kelompok dengan anggota 2-3 orang.
- Pahami permasalahan yang diberikan dengan baik.
- Kerjakan LKM sesuai dengan permasalahan yang diberikan.
- Kerjakan latihan sesuai perintah.



## Explanation of rules in a paradigmatic way

### DEFINISI

**Total H-Irregularity Strength** merupakan *Graf* yang memiliki bobot berbeda di setiap dua subgraf yang berbeda  $H_1$  dan  $H_2$  isomorfik menjadi  $H$  dengan  $wt\varphi(H_1) \neq wt\varphi(H_2)$ .

Kami mendefinisikan bobot  $H$  sebagai berikut

$$wt\varphi(H) = \sum_{v \in V(H)} \varphi(v) + \sum_{e \in E(H)} \varphi(e)$$

Untuk subgraf  $H \subseteq G$  di bawah pelabelan total  $\alpha$ .

Bilangan bulat terkecil  $\alpha$  dimana pelabelan total ketidakaturan  $\alpha$  dikenal sebagai total  $H$ -Irregularity strength ( $tHs(G, H)$ ).

### TEOREMA 1

Misalkan  $G$  adalah graf yang memiliki selimut  $H$  yang meliputi  $t$  subgraf isomorfik dengan  $H$ . Maka:

$$tHs(G, H) \geq \left\lceil 1 + \frac{t-1}{|V(H)| + |E(H)|} \right\rceil$$

Keterangan:

$tHs$  = total  $H$ -irregularity strength

$|V(H)|$  = Banyaknya titik suatu subgraf

$|E(H)|$  = Banyaknya sisi suatu subgraf

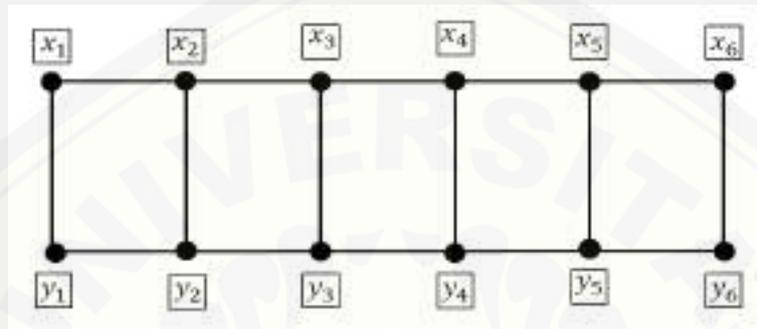
$t$  = Banyaknya subgraf



*Practice in output*

## RISET 1

Amatilah graf di bawah ini!



Gambar 2. Graf  $L_6$

Coba Anda Tentukan dari graf  $L_6$  di atas:

- A. kardinalitas yang meliputi:
  - pelabelan titik
  - pelabelan sisi
  - banyaknya titik
  - banyaknya sisi
- B. pelabelan total  $C_4$ -Irregularity
- C.  $tHs(L_6, C_4)$



## Penyelesaian

### A. KARDINALITAS

$$V = \{x_i, 1 \leq i \leq 6\} \cup \{y_i, 1 \leq i \leq 6\}$$

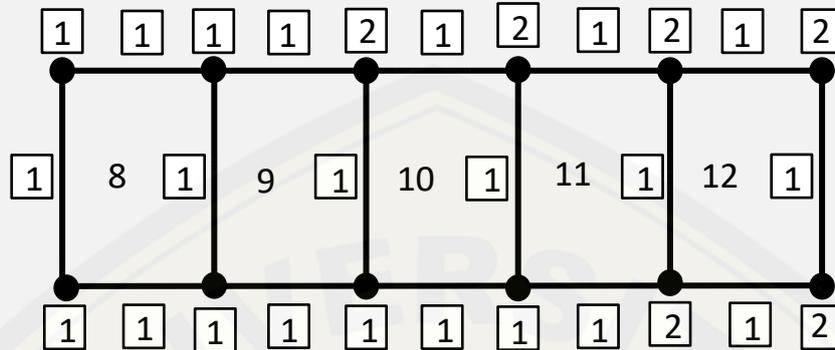
$$E = \{x_i x_{i+1}, 1 \leq i \leq 5\} \cup \{y_i y_{i+1}, 1 \leq i \leq 5\} \\ \cup \{x_i y_i, 1 \leq i \leq 6\}$$

$$|V| = 12$$

$$|E| = 16$$

Penyelesaian

**B. PELABELAN TOTAL  $C_4$ -IRREGULARITY**



Penyelesaian

**C.  $tHs(L_6, C_4)$**

**Batas bawah dari Teorema 1**

$$t = 5, V(H) = 4, E(H) = 4$$

$$\begin{aligned} tHs(L_6, C_4) &\geq \left\lceil 1 + \frac{t-1}{|V(H)| + |E(H)|} \right\rceil \\ &\geq \left\lceil 1 + \frac{5-1}{4+4} \right\rceil \\ &\geq \left\lceil 1 + \frac{4}{8} \right\rceil \\ &\geq \lceil 1 + 0,5 \rceil \\ &\geq \lceil 1,5 \rceil \\ &\geq 2 \end{aligned}$$

**Batas atas dari Label terbesar yaitu  $tHs(L_6, C_4) \leq 2$**

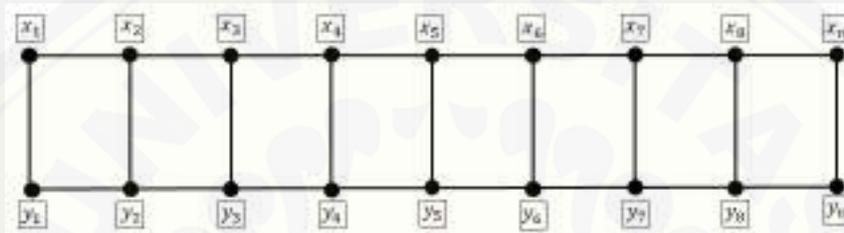
**Sehingga, nilai  $tHs(L_6, C_4) = 2$**



*Some focus on meaning through meaning oriented output practice*

## RISET 2

Selanjutnya Anda akan mencoba menentukan pelabelan titik, sisi, banyaknya titik, banyaknya sisi, serta pelabelan total  $C_4$ -Irregularity dari graf  $L_n$ . Amatilah graf di bawah ini!



Gambar 3. Graf  $L_n$

Coba Anda Tentukan dari graf  $L_9$  di atas:

A. kardinalitas yang meliputi:

- pelabelan titik
- pelabelan sisi
- banyaknya titik
- banyaknya sisi

B. pelabelan total  $C_4$ -Irregularity

C. tHs ( $L_n, C_4$ )



## Penyelesaian

### A. KARDINALITAS

$$V = \{x_i, 1 \leq i \leq n\} \cup \{y_i, 1 \leq i \leq n\}$$

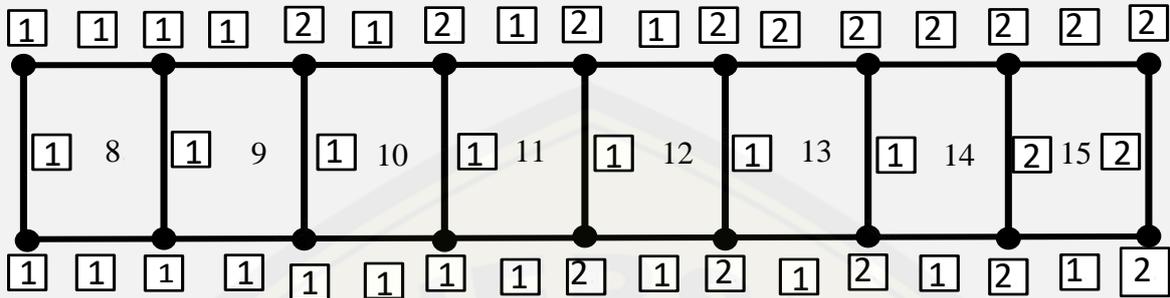
$$E = \{x_i x_{i+1}, 1 \leq i \leq n-1\} \cup \{y_i y_{i+1}, 1 \leq i \leq n-1\} \\ \cup \{x_i y_i, 1 \leq i \leq n\}$$

$$|V| = 2n$$

$$|E| = 3n - 2$$

Penyelesaian

**B. PELABELAN TOTAL  $C_4$ -IRREGULARITY**



Penyelesaian

**C.  $tHs(L_n, C_4)$**

**Batas bawah dari Teorema 1**

$$t = n - 1, V(H) = 4, E(H) = 4$$

$$\begin{aligned} tHs(L_6, C_4) &\geq \left\lceil 1 + \frac{t - 1}{|V(H)| + |E(H)|} \right\rceil \\ &\geq \left\lceil 1 + \frac{(n - 1) - 1}{4 + 4} \right\rceil \\ &\geq \left\lceil 1 + \frac{n - 2}{8} \right\rceil \\ &\geq \left\lceil \frac{n + 6}{8} \right\rceil \end{aligned}$$

**Batas atas dari Label terbesar yaitu  $tHs(L_n, C_4) \leq \left\lceil \frac{n+6}{8} \right\rceil$**

**Sehingga, nilai  $tHs(L_6, C_4) = \left\lceil \frac{n+6}{8} \right\rceil$**



---

---

MONOGRAF

TOTAL  $H$ -IRREGULARITY STRENGTH

---

---

DIANA MUTDAIFA OSY SUNI

DAFIK

I MADE TIRTA

MUTDAIFA@GMAIL.COM

MAGISTER PENDIDIKAN MATEMATIKA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2020

## Daftar Isi

<b>1</b>	<b>Graf</b>	<b>3</b>
1.1	Terminologi Dasar Graf . . . . .	3
1.2	Graf Khusus . . . . .	5
<b>2</b>	<b><i>Total H-Irregularity Strength</i> pada Graf</b>	<b>8</b>
2.1	Pelabelan Graf . . . . .	8
2.2	Pelabelan Total Ketidakteraturan . . . . .	8
2.3	<i>Total H-Irregularity Strength</i> . . . . .	9
<b>3</b>	<b>Hasil Penelitian</b>	<b>11</b>
3.1	Prosedur Penelitian . . . . .	11
3.2	Pembuktian Teorema . . . . .	14
3.3	Open Problem . . . . .	20
<b>17</b>	<b>References</b>	<b>22</b>

## Kata Pengantar

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan monograf tentang “Total  $H$ -Irregularity Strength” dengan baik. Monograf ini terdiri dari beberapa bagian yaitu konsep dasar graf, konsep Total  $H$ -Irregularity Strength, penemuan terdahulu dan penemuan terbaru yang ditemukan oleh peneliti.

Penyusunan monograf ini tidak lepas dari bimbingan para dosen. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Drs. Dafik, M.Sc, Ph.D. dan Prof. I Made Tirta, M.Sc., Ph.D. yang telah memberikan ilmu dengan penuh kesabaran. Semoga bantuan dan bimbingan yang telah diberikan mendapat balasan dari Allah SWT.

Besar harapan bila segenap pembaca memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan penulisan selanjutnya. Semoga monograf ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan. Aamiin.

Jember, Januari 2019

Penulis

# Graf

## 1.1 Terminologi Dasar Graf

Teori graf merupakan salah satu cabang ilmu matematika yang digunakan untuk memecahkan masalah. Teori graf pertama kali diperkenalkan oleh Leonhard Euler pada tahun 1736 dengan mempublikasikan masalah jembatan Königsberg dan solusi atas permasalahan tersebut menggunakan teori graf. Graf merupakan pasangan himpunan titik dan himpunan sisi. Keterkaitan titik-titik pada graf membentuk sisi dan dipresentasikan pada gambar sehingga membentuk pola tertentu.

Graf  $G$  adalah pasangan himpunan dari  $(V, E)$  dengan  $V$  adalah himpunan tak kosong yang anggotanya disebut himpunan titik (*vertex*) dan  $E$  adalah himpunan yang anggotanya tak berurut dari titik  $V$  yang disebut himpunan sisi (*edges*), digambarkan sebagai garis yang menghubungkan sepasang titik. Dari pengertian graf tersebut yang menyatakan bahwa  $V$  tidak boleh kosong, sedangkan  $E$  boleh kosong. Jadi sebuah graf dimungkinkan tidak mempunyai sisi dan hanya memiliki satu titik (Slamin, 2009). Graf yang hanya memiliki satu titik dan tidak memiliki sisi disebut graf trivial. Himpunan titik di  $G$  dinotasikan dengan  $V(G)$  dan himpunan sisi dinotasikan dengan  $E(G)$ , sedangkan banyaknya unsur yang berada di  $V$  disebut order dari  $G$ , dilambangkan dengan  $p(G)$  dan banyaknya unsur  $E$  disebut size dari  $G$ , dilambangkan dengan  $q(G)$  (Chartrand dan Lesniak, 1996). Gambar berikut ini merupakan contoh dari graf  $G$ .

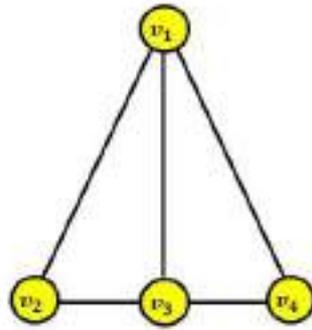


Figure 1: Graf G

Jika suatu sisi menghubungkan satu titik ke titik itu sendiri, maka sisi tersebut disebut *loop*. Jika dua titik dihubungkan oleh lebih dari satu sisi maka sisi tersebut disebut sisi berganda (*multiple edges*). Berdasarkan ada tidaknya gelang atau sisi berganda dibagi menjadi dua jenis yaitu graf sederhana (*simple graph*) dan graf tak-sederhana (*unsimple graph*). Graf sederhana merupakan graf yang tidak mengandung *loop* dan sisi berganda, sedangkan graf tak-sederhana merupakan graf yang mengandung *loop* dan sisi berganda (Manongga dan Yessica, 2013).

Banyaknya titik pada graf  $G$  dinyatakan sebagai  $|V|$  dan banyaknya sisi dinyatakan sebagai  $|E|$ . Jika  $|V|$  berhingga, maka graf  $G$  disebut graf berhingga (*finite graph*), sedangkan jika  $|V|$  tidak berhingga, maka graf  $G$  disebut graf tidak berhingga (*infinite graph*). Dua titik  $u$  dan  $v$  pada suatu graf  $G$  dikatakan bertetangga (*adjacent/neighbors*) di  $G$  apabila  $u, v$  adalah suatu sisi di  $G$ . Jika  $e = u, v$  maka  $e$  dikatakan ada (*incident*) pada titik  $u$  dan  $v$ . Sisi  $e$  juga dikatakan terhubung pada titik  $u$  dan  $v$  (Rosen, 2003).

Derajat (*degree*) dari titik  $v$  adalah jumlah sisi yang berada di titik  $v$  tersebut dinotasikan dengan  $d(v)$ . Derajat terbagi atas 2 yaitu derajat minimum dan derajat maksimum dari suatu graf  $G$ . Masing-masing dinotasikan dengan  $\delta(G)$  dan  $\Delta(G)$ . Jarak atau *distance* didefinisikan sebagai panjang lintasan terpendek dari titik  $u$  ke titik  $v$  dinyatakan dengan notasi  $\delta(u, v)$ . Diameter sebuah graf ditentukan oleh jarak yang paling panjang dari sembarang dua titik di graf  $G$  dinotasikan dengan  $diamG = \max_{e(v) : v \in V} e(v)$ . Jarak antara titik  $u$  dan  $v$  dalam  $G$  yang ditulis  $d(u, v)$  adalah panjang dari jarak tersingkat antara  $u$  dan  $v$ . Diameter dari  $G$  yang dituliskan  $diam(G)$  adalah jarak maksimum antara sembarang dua titik dalam  $G$  (Lipchutz dan Lipson, 2002).

Berdasarkan arah pada sisi, maka secara umum graf dibedakan atas dua jenis yaitu graf tak berarah (*undirected graph*) adalah graf yang sisinya tidak mempunyai orientasi arah dan graf yang berarah (*directed graph*) adalah graf yang setiap sisinya diberikan orientasi arah. Graf berarah (*directed graph*) merupakan pasangan himpunan  $(V(G), E(G))$  dimana  $V(G)$  adalah himpunan berhingga tak kosong dari elemen berbeda yang disebut titik, dan  $E(G)$  adalah himpunan pasangan terurut  $(u, v)$  dari titik yang berbeda  $u, v \in V(G)$  yang disebut sisi berarah (Slamin, 2009).

## 1.2 Graf Khusus

Graf khusus adalah graf yang memiliki keunikan graf khusus yaitu tidak isomorfis dengan graf lainnya, sedangkan karakteristik bentuknya dapat diperluas sampai order  $n$  dan tetap simetris. Berikut adalah contoh dari graf khusus.

### a. Graf Lintasan (*Path Graph*)

Graf lintasan (*path graph*) dinotasikan dengan  $P_n$  yang merupakan graf sederhana dan terdiri dari satu lintasan. Graf lintasan (*Path Graph*) dengan  $n$  buah titik dimana  $n \geq 2$ . Jumlah sisi pada graf lintasan (*Path Graph*) yang terdiri dari  $n$  buah titik adalah  $n - 1$  sisi (Damayanti, 2011). Contoh graf lintasan  $P_2$  dan  $P_4$  dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

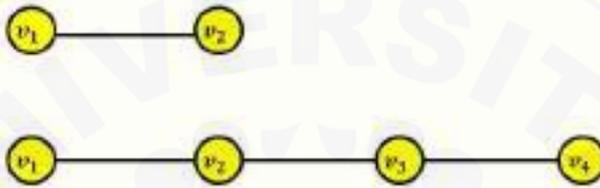


Figure 2: Graf Lintasan  $P_2$  dan  $P_4$

### b. Graf Lingkaran (*Cycle Graph*)

Graf lingkaran (*cycle graph*) dinotasikan dengan  $C_n$  dimana  $n \geq 3$  yang merupakan graf sederhana yang terdiri dari  $n$  titik dan setiap titiknya berderajat 2, serta memiliki jumlah sisi dan titik yang sama (Ardiansyah dan Darmaji, 2013). Contoh graf lingkaran  $C_4$  dan  $C_6$  dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

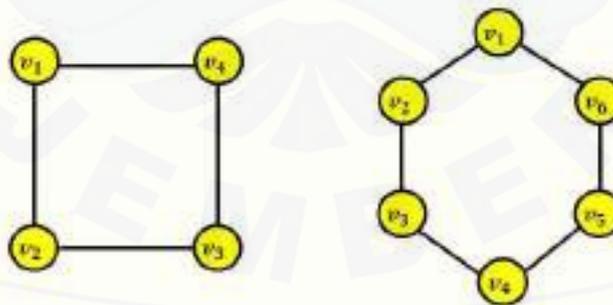


Figure 3: Graf Lingkaran  $C_4$  dan  $C_6$

### c. Graf Kipas (*Fan Graph*)

Graf kipas (*fan graph*) dinotasikan dengan  $F_n$  dimana  $n \geq 2$  yang merupakan graf yang diperoleh dengan menghubungkan semua titik dari graf lintasan ( $P_n$ ) pada satu titik pusat. Graf Kipas ( $F_n$ ) memiliki  $n + 1$  titik dan  $2n - 1$  sisi (Dafik *et al*, 2007). Contoh graf kipas  $F_4$  dan  $F_5$  dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

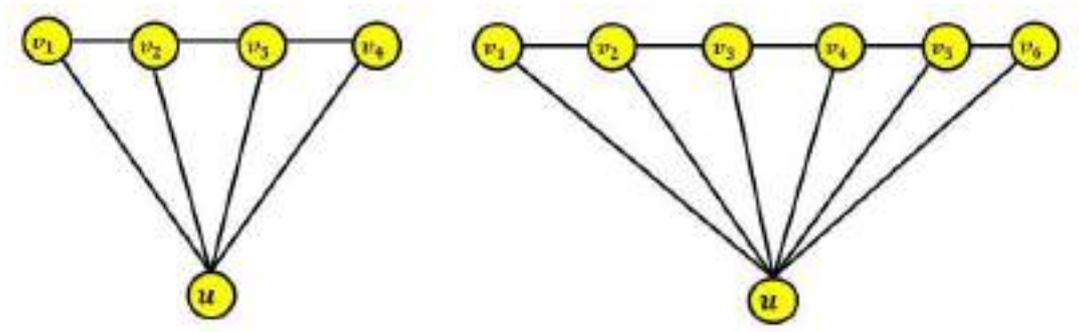


Figure 4: Graf Kipas  $F_4$  dan  $F_5$

d. Graf Roda (*Wheel Graph*)

Graf roda (*wheel graph*) dinotasikan dengan  $W_n$  dimana  $n \geq 3$  yang merupakan graf yang diperoleh dengan cara menambahkan satu titik pada graf lingkaran ( $C_n$ ) dan menghubungkan titik baru tersebut dengan semua titik pada graf lingkaran ( $C_n$ ). Graf roda memiliki  $n + 1$  titik dan  $2n$  sisi (Harary, 2011). Contoh graf roda  $W_3$  dan  $W_4$  dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

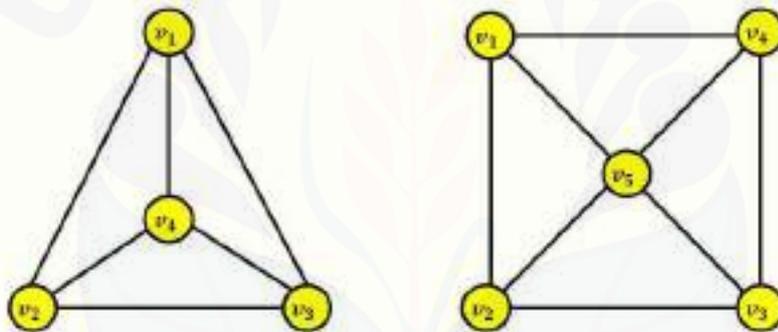


Figure 5: Graf Roda  $W_3$  dan  $W_4$

e. Graf Tangga (*Ladder Graph*)

Graf tangga (*ladder graph*) dinotasikan dengan  $L_n$  yang merupakan graf sederhana dengan  $2n$  titik dan  $n + 2(n - 1)$  sisi (Tarmidzi, 2015). Contoh graf tangga  $L_4$  dan  $L_5$  dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

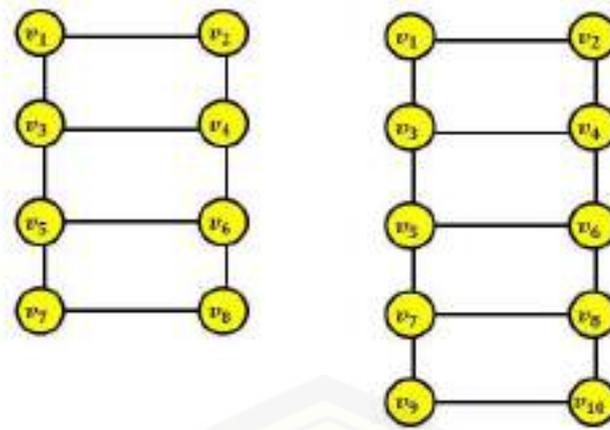


Figure 6: Graf Tangga  $L_4$  dan  $L_5$

f. Graf Buku Segitiga (*Triangular Book Graph*)

Graf buku segitiga dinotasikan dengan  $Bt_n$  yang merupakan graf terhubung dengan himpunan titik  $V(Bt_n) = x_i; 1 \leq i \leq 2 \cup y_j; 1 \leq j \leq n$  dan himpunan sisi  $E(Bt_n) = x_1x_2 \cup x_1y_j, x_2y_j; 1 \leq j \leq n$ , sehingga  $|V(Bt_n)| = n + 2$  dan  $|E(Bt_n)| = 2n + 1$  dengan  $n \geq 2$  (Dafik *et al.*, 2013). Contoh graf tangga  $Bt_2$  dan  $Bt_3$  dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

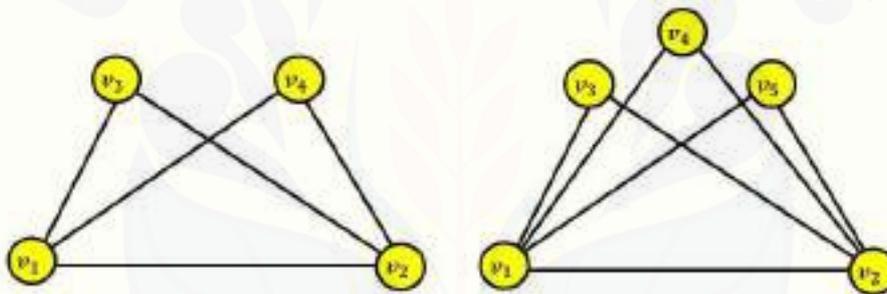


Figure 7: Graf Buku Segitiga  $Bt_2$  dan  $Bt_3$

g. Graf Kincir (*Windmill Graph*)

Graf kincir (*windmill graph*) dinotasikan dengan  $Wd_{n,m}$  dimana  $n \geq 3$  dan  $m \geq 2$  yang memiliki  $(n - 1)m + 1$  titik dan  $mn(n - 1)/2$  sisi (Ardiyansyah dan Darmadji, 2013). Contoh graf tangga  $Wd_{3,2}$  dan  $Wd_{3,3}$  dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

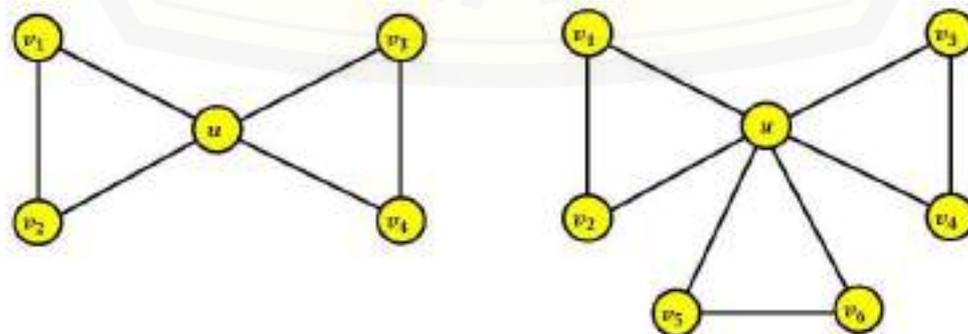


Figure 8: Graf Kincir  $Wd_{3,2}$  dan  $Wd_{3,3}$

## *Total H-Irregularity Strength* pada Graf

### **2.1 Pelabelan Graf**

Salah satu topik dalam teori graf adalah pelabelan graf yang diperkenalkan oleh Kotzig dan Rosa tahun 1970. Pelabelan merupakan pemetaan yang memetakan himpunan titik dan himpunan sisi ke suatu bilangan asli yang disebut label. Berdasarkan elemen-elemen yang terlabeli (daerah asal pemetaannya), pelabelan dapat dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu pelabelan titik (*vertex labeling*), pelabelan sisi (*edge labeling*), dan pelabelan total (*total labeling*). Beberapa macam pelabelan graf yang telah dikaji di antaranya pelabelan harmoni, pelabelan ajaib, dan pelabelan anti ajaib (Arafah et al., 2015).

### **2.2 Pelabelan Total Ketidakteraturan**

Chartrand et al., tahun 1988 mulai mempelajari tentang irregular atau jaringan ketidakteraturan. Kemudian Dinitz et al., mempelajari ketidakteraturan pada suatu graf tahun 1992. Selain itu, nilai ketidakteraturan juga diperkenalkan oleh Togni tahun 1992 dan Frieze et al., tahun 2004. Ada beberapa jenis pelabelan graf, salah satu diantaranya adalah pelabelan total ketidakteraturan titik dan pelabelan total ketidakteraturan sisi (Baca et al., 2007). Sedangkan Agustin et al (2016) mengembangkan kajian tentang pelabelan total ketidakteraturan selimut dimana  $H$  merupakan selimut dari suatu graf  $G$ .

Berikut akan dijelaskan tentang pelabelan total ketidakteraturan titik (*total vertex irregularity strength*), pelabelan total ketidakteraturan sisi (*total edge irregularity strength*) dan pelabelan total ketidakteraturan selimut (*total H-irregularity strength*).

a. Pelabelan Total Ketidakteraturan Titik (*Total Vertex Irregularity Strength*)

Pelabelan  $\alpha$  total ketidakteraturan titik pada graf  $G$  didefinisikan sebagai  $1, 2, \dots, \alpha$  untuk titik dan sisi sedemikian rupa sehingga bobot dihitung pada titik yang berbeda. Bobot titik  $v \in V$  in  $G$  didefinisikan sebagai jumlah label  $v$  dan label semua titik dengan  $v$  adalah  $wt(v) = \lambda(v) + \sum_{uv \in E} \lambda(uv)$  (Slamin *et al.*, 2011). Gagasan tentang pelabelan total ketidakteraturan titik diperkenalkan oleh Bača *et al* (2007). Pelabelan total ketidakteraturan titik  $G$  dilambangkan dengan  $tvs(G)$  adalah nilai minimum dari label terbesar atas semua pelabelan total ketidakteraturan titik tersebut.

b. Pelabelan Total Ketidakteraturan Sisi (*Total Edge Irregularity Strength*)

Pelabelan  $\alpha$  total ketidakteraturan sisi pada graf  $G$  dengan  $\phi : V \cup E = 1, 2, \dots, \alpha$  sehingga bobot total sisi adalah  $wt(xy) = \phi(x) + \phi(xy) + \phi(y)$  berbeda untuk semua pasangan sisi yang berbeda. Pelabelan total ketidakteraturan sisi  $G$  dilambangkan dengan  $tes(G)$  adalah nilai minimum dari label terbesar atas semua pelabelan total ketidakteraturan sisi tersebut (Al-Mushayt *et al.*, 2012).

c. Pelabelan Total Ketidakteraturan Selimut (*Total H-Irregularity Strength*)

Pelabelan total ketidakteraturan selimut pada graf  $G$  merupakan pemberian nilai bilangan positif minimum dimana nilai yang digunakan boleh berulang pada himpunan titik dan sisi sehingga bobot setiap selimut dari suatu graf  $G$  berbeda (Agustin *et al.*, 2016).

## 2.3 Total H-Irregularity Strength

Pelabelan total ketidakteraturan selimut (*total H-irregularity strength*) merupakan hasil pengembangan dari pelabelan total ketidakteraturan sisi, dimana  $H \subseteq G$  dengan kata lain  $H$  merupakan selimut dari suatu graf  $G$ . Dari pelabelan total ketidakteraturan sisi diketahui bahwa untuk suatu graf  $G = (V, E)$  dapat didefinisikan suatu fungsi  $\phi : V(G) \cup E(G) \rightarrow 1, 2, 3, \dots, \alpha$  merupakan nilai ketidakteraturan sisi (*total edge irregularity strength*) jika untuk setiap dua sisi berbeda  $x$  dan  $y$  dari  $G$  masing-masing memiliki  $\phi(x) \neq \phi(y)$  dimana bobot dari suatu sisi adalah  $wt(xy) = \phi(x) + \phi(xy) + \phi(y)$ . Nilai minimum  $\alpha$  pada graf  $G$  *total edge irregularity strength* pada  $G$ , dinotasikan dengan  $tes(G)$ . Sedangkan nilai minimum  $\alpha$  pada pelabelan total ketidakteraturan selimut (*H-irregularity strength*) pada graf  $G$  dinotasikan dengan  $tHs(G)$  (Agustin *et al.*, 2016).

Ashraf *et al.*, (2019) menjelaskan jika ada suatu label  $\phi : V(G) \cup E(G) \rightarrow 1, 2, 3, \dots, \alpha$  untuk sebarang  $H \subseteq G$  jika  $wt_\phi(H') \neq wt_\phi(H'')$  untuk setiap dua subgraf yang berbeda  $H'$  and  $H''$  isomorfik  $H$ ., bobot total selimut didefinisikan sebagai berikut.

$$wt_\phi(H) = \sum_{v \in V(H)} \phi(v) + \sum_{e \in E(H)} \phi(e)$$

**Teorema 1.** Ashraf *et al.*, (2017) Jika  $G$  merupakan graf yang memiliki selimut  $H$  dan  $t$  isomorfik dengan subgraf  $H$ . Then

$$tHs(G, H) \geq \left\lceil 1 + \frac{t-1}{|V(H)| + |E(H)|} \right\rceil$$

Agustin *et al.*, (2017) telah melakukan penelitian dan memperoleh hasil dari  $tHs(G, H)$  dari graf belunggu dan graf penggabungan. Nisviasari *et al.*, (2019) telah melakukan penelitian dan memperoleh hasil dari  $tHs(G, H)$  dari graf tangga segitiga dan graf kisi. Ashraf *et al.*, (2019) telah melakukan penelitian dan memperoleh hasil dari  $tHs(G, H)$  dari graf tangga dan graf kipas. Kami menggunakan graf tangga berlian, graf tiga tangga melingkar dan graf prisma untuk menemukan  $tHs(G, H)$ .

## Hasil Penelitian

Dalam monograf ini, kita akan mempelajari tentang total  $H$ -Irregularity Strength dari graf tangga berlian, graf tiga tangga melingkar dan graf prisma.

### 3.1 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian total  $H$ -Irregularity Strength adalah sebagai berikut:

1. Menentukan graf sebagai objek riset
2. Menentukan kardinalitas graf
3. Menentukan subgraf
4. Menentukan pelabelan total
5. Menentukan nilai bobot dari pelabelan total pada setiap subgraf
6. Menentukan nilai total  $H$ -Irregularity strength atau  $tHs(G,H)$

Prosedur penelitian di atas lebih dijelaskan dalam contoh total  $H$ -Irregularity strength pada graf lintasan berikut.

#### 1. Menentukan Graf

Pada langkah ini, peneliti menentukan graf khusus sebagai contoh objek penelitian yaitu berupa graf tangga atau dapat ditulis dengan  $L_n$ , lebih khususnya peneliti mengambil contoh dari graf  $L_6$  seperti terlihat pada gambar di bawah ini.

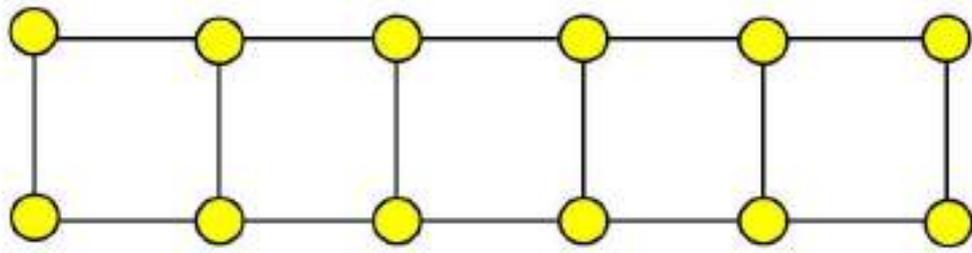


Figure 9: Graf  $L_6$

## 2. Menentukan Kardinalitas Graf

Pada langkah ini, peneliti melakukan pemberian notasi pada titik-titik dari graf  $L_6$  yang merupakan graf objek dari penelitian ini. Notasi merupakan simbol berupa huruf pada titik. Dalam pemberian notasi harus menggunakan simbol seefisien mungkin dan juga harus memperhatikan pola pelabelan yang terjadi. Hal ini dikarenakan pemberian notasi akan mempengaruhi mudah tidaknya penulisan fungsi pelabelan. Langkah selanjutnya adalah menuliskan kardinalitas dari graf tersebut. Kardinalitas graf terdiri dari himpunan titik dan sisi, serta banyak titik dan sisi. Graf  $L_6$  memiliki kardinalitas sebagai berikut.

$$V = x_i; 1 \leq i \leq 6 \cup y_i; 1 \leq i \leq 6$$

$$E = x_i x_{i+1}; 1 \leq i \leq 5 \cup y_i y_{i+1}; 1 \leq i \leq 5 \cup x_i y_i; 1 \leq i \leq 6$$

$$|V| = 12$$

$$|E| = 16$$

Berikut disajikan gambar notasi pada graf  $L_6$  dan hasil kardinalitasnya.

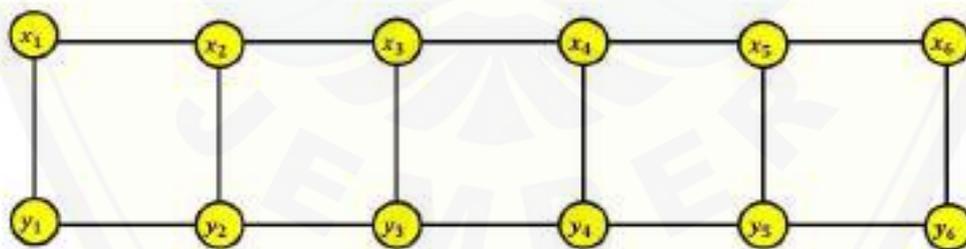


Figure 10: Notasi Graf  $L_6$

## 3. Menentukan Subgraf

Pada langkah ini, kita tentukan subgraf dari graf  $L_6$ . Misalnya, peneliti disini mengambil subgraf  $C_4$  dari graf  $L_6$ , karena subgraf  $H \subseteq G$ . Inayah, dkk (2012) menyatakan bahwa graf  $G$  memiliki subgraf atau selimut- $H$  apabila setiap subgraf  $H_1, H_2, \dots, H_t$  isomorfik dan setiap sisi pada graf  $G$  termuat pada salah satu atau lebih dalam subgraf  $H_i, i = 1, 2, \dots, t$ . Pada gambar di bawah ini disajikan subgraf  $C_4$  dari graf  $L_6$ .

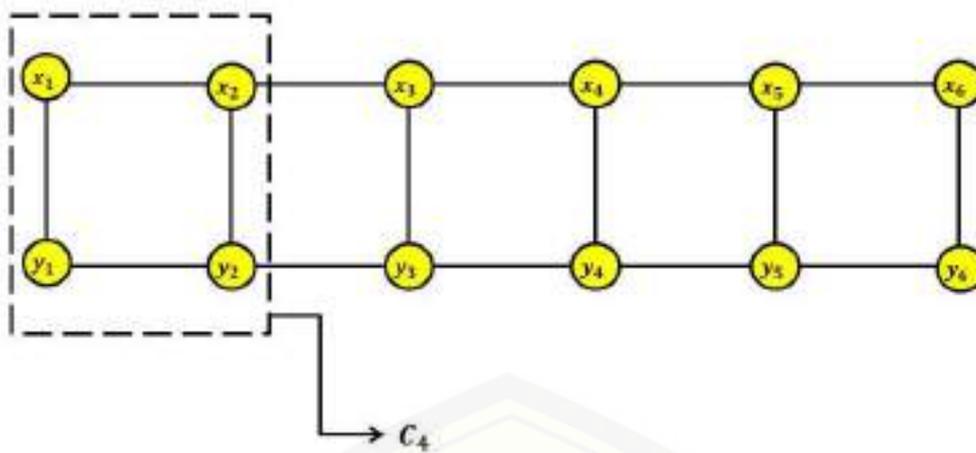


Figure 11: Menentukan Subgraf  $C_4$  dari Graf  $L_6$

#### 4. Menentukan Pelabelan Total

Pada tahun 2007, Bača dkk memperkenalkan  $\alpha$ -pelabelan total atau pelabelan total ketidakteraturan. Jika  $V(G)$  himpunan titik yang tidak kosong,  $E(G)$  himpunan sisi dan  $\alpha$  bilangan bulat positif, maka fungsi  $f : V(G) \cup E(G) \rightarrow 1, 2, 3, \dots, \alpha$  adalah definisi dari pelabelan total ketidakteraturan atau total  $H$ -irregularity Strength. Berdasarkan domain fungsi terdapat tiga jenis pelabelan yaitu pelabelan titik, pelabelan sisi dan pelabelan total. Pada gambar di bawah ini disajikan pelabelan total pada graf  $L_6$ .

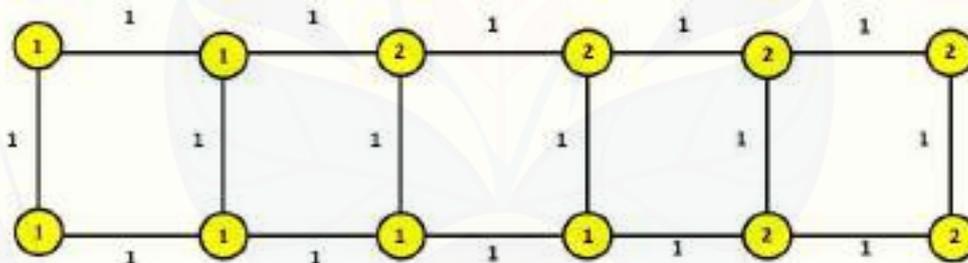


Figure 12: Pelabelan Total Graf  $L_6$

#### 5. Menentukan Nilai Bobot dari Pelabelan Total pada Setiap Subgraf

Bača dkk (2007) menjelaskan bahwa dalam  $\alpha$  pelabelan dikenal istilah bobot. Bobot titik merupakan hasil dari penjumlahan label sisi pada setiap titiknya. Bobot sisi merupakan hasil dari penjumlahan label titik pada setiap sisinya. Bobot selimut total merupakan hasil penjumlahan dari label titik dan label sisi yang terdapat dalam satu selimut. Ashraf *et al.*, (2019) menjelaskan jika ada suatu label  $\phi : V(G) \cup E(G) \rightarrow 1, 2, 3, \dots, \alpha$  untuk sebarang  $H \subseteq G$  jika  $wt_\phi(H') \neq wt_\phi(H'')$  untuk setiap dua subgraf yang berbeda  $H'$  and  $H''$  isomorfik  $H$ ., bobot total selimut didefinisikan sebagai berikut.

$$wt_\phi(H) = \sum_{v \in V(H)} \phi(v) + \sum_{e \in E(H)} \phi(e)$$

Pada gambar di bawah ini disajikan nilai bobot dari pelabelan total setiap subgraf berbeda pada graf  $L_6$ .

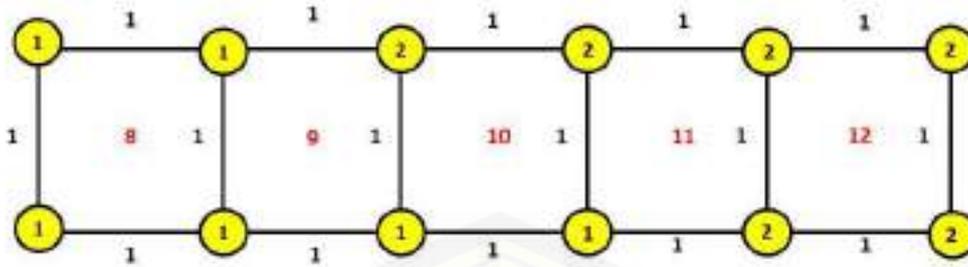


Figure 13: Nilai Bobot Pelabelan Total Graf  $L_6$

### 6. Menentukan nilai total $H$ -irregularity Strength atau $tHs(G, H)$

Untuk menentukan nilai  $tHs(G, H)$ , kita terlebih dahulu harus menghitung nilai batas bawah dan batas atas dari graf tersebut. Batas bawah dapat kita hitung melalui Teorema 1. Sedangkan batas atas dapat kita hitung melalui fungsi. Sehingga kita mendapatkan nilai total  $H$ -irregularity strength atau  $tHs(G, H)$  dari graf tersebut. Berikut disajikan penjelasan dari Teorema 1 menurut Ashraf *et al.*, (2017).

**Teorema 1.** Jika  $G$  merupakan graf yang memiliki selimut  $H$  dan  $t$  isomorfik dengan subgraf  $H$ . Then

$$tHs(G, H) \geq \left\lceil 1 + \frac{t-1}{|V(H)| + |E(H)|} \right\rceil$$

Pada graf  $L_6$  nilai batas bawah didapatkan  $tHs(L_6, C_4) \geq 2$ . Sedangkan nilai batas bawah dapat kita lihat pada gambar di bawah ini didapatkan  $tHs(L_6, C_4) \leq 2$ . Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai  $tHs(L_6, C_4) = 2$ .

## 3.2 Pembuktian Teorema

Pada sub bab ini, penulis akan menjelaskan tentang pembuktian teorema total  $H$ -irregularity strength atau  $tHs(G, H)$  pada graf tangga berlian, graf tiga tangga melingkar dan graf prisma.

### 1.) Graf Tangga Berlian $Dl_n$

**Teorema 2.** Jika  $Dl_n$  merupakan graf tangga berlian dan subgraf  $H_1 \equiv Dl_m$ . Total  $H_1$ -irregularity strength dari graf  $Dl_n$  untuk  $2 \leq m < n$  adalah  $\left\lceil \frac{n+11m-3}{12m-3} \right\rceil$ .

**Bukti.** Diketahui  $Dl_n$ ,  $n \geq 0$  yang merupakan graf tangga berlian dengan himpunan titik  $V(Dl_n) = \{x_i, y_i : i = 1, 2, 3, \dots, n\} \cup \{z_i : i = 1, 2, 3, \dots, 2n\}$  dan himpunan sisi  $E(Dl_n) = \{x_i y_i, x_i z_{2i-1}, x_i z_{2i}, y_i z_{2i-1}, y_i z_{2i}, : i = 1, 2, 3, \dots, n\} \cup \{x_i x_{i+1}, y_i y_{i+1} : i = 1, 2, 3, \dots, n-1\} \cup \{z_{2i-2} z_{2i-1} : i = 2, 3, \dots, n\}$ . Graf tangga berlian  $Dl_n$ ,  $n$  merupakan bilangan bulat positif yang memiliki subgraf  $Dl_m$  dengan banyaknya subgraf  $(n - m + 1)$ , dimana  $m$  merupakan bilangan bulat positif and  $2 \leq m < n$ .

Berdasarkan Teorema 2, kita mempunyai  $tHs((Dl_n), Dl_m) \geq \lceil \frac{n+11m-3}{12m-3} \rceil$ . Ambil  $\alpha = \lceil \frac{n+11m-3}{12m-3} \rceil$ . Berikut disajikan fungsi dari total  $Dl_m$ -irregularity pelabelan  $\alpha, \varphi_n : V(Dl_n) \cup E(Dl_n) \rightarrow \{1, 2, \dots, \alpha\}$ ,  $m = 2, 3, \dots, n$  yang membuktikan bahwa  $\alpha$  merupakan batas atas total  $Dl_m$ -irregularity strength dari  $Dl_n$ .

$$\varphi_m(y_i) = \begin{cases} \lceil \frac{i+20m-6}{24m-6} \rceil, & \text{untuk } i \text{ genap} \\ \lceil \frac{i+16m-5}{24m-6} \rceil, & \text{untuk } i \text{ ganjil} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \varphi_m(x_i) &= \lceil \frac{i+11m-3}{12m-3} \rceil, \text{ for } i \in [1, n], & \varphi_m(z_i) &= \lceil \frac{i+9m-3}{12m-3} \rceil, \text{ for } i \in [1, n] \\ \varphi_m(x_i x_{i+1}) &= \lceil \frac{i+2m-2}{12m-3} \rceil, \text{ for } i \in [1, n-1], & \varphi_m(x_i y_i) &= \lceil \frac{i+3m-3}{12m-3} \rceil, \text{ for } i \in [1, n] \\ \varphi_m(z_i z_{i+1}) &= \lceil \frac{i}{12m-3} \rceil, \text{ for } i \in [1, n-1], & \varphi_m(x_i y_{2i-1}) &= \lceil \frac{i+4m-3}{12m-3} \rceil, \text{ for } i \in [1, n] \\ \varphi_m(x_i y_{2i}) &= \lceil \frac{i+7m-3}{12m-3} \rceil, \text{ for } i \in [1, n], & \varphi_m(y_{2i-1} z_i) &= \lceil \frac{i+5m-3}{12m-3} \rceil, \text{ for } i \in [1, n] \\ \varphi_m(y_{2i} z_i) &= \lceil \frac{i+6m-3}{12m-3} \rceil, \text{ for } i \in [1, n], & \varphi_m(y_i y_{i+1}) &= \lceil \frac{i+2m-2}{24m-6} \rceil, \text{ for } i \text{ is even.} \end{aligned}$$

Kita mendapatkan batas atas dari fungsi total  $Dl_m$ -irregularity pelabelan  $Dl_n$ . Kita mengambil dari label terbesar dari  $\varphi_m(x_i) = \lceil \frac{i+11m-3}{12m-3} \rceil$  untuk  $i = n$  sehingga  $\varphi_m(x_n) = \lceil \frac{n+11m-3}{12m-3} \rceil$ . Kita dapat menyajikan batas atas graf adalah  $tHs(Dl_n, Dl_m) \leq \lceil \frac{n+11m-3}{12m-3} \rceil$ .

Berdasarkan label di atas, kita dapat menunjukkan bahwa semua bobot berbeda dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} wt\varphi_m(Dl_m^{m+1}) - wt\varphi_m(Dl_m^i) &= \varphi_m(x_{i+m}) + \varphi_m(y_{2i+2m-1}) + \varphi_m(y_{2i+2m}) + \varphi_m(z_{i+m}) + \\ &\quad \varphi_m(x_{i+m-1} x_{i+m}) + \varphi_m(y_{2i} y_{2i+1}) + \varphi_m(z_i z_{i+1}) + \\ &\quad \varphi_m(x_i z_i) + \varphi_m(x_i y_{2i-1}) + \varphi_m(x_i y_{2i}) + \varphi_m(z_i y_{2i-1}) + \\ &\quad \varphi_m(z_i y_{2i}) - \varphi_m(x_i) - \varphi_m(y_{2i-1}) - \varphi_m(y_{2i}) - \varphi_m(z_i) - \\ &\quad \varphi_m(x_i x_{i+1}) - \varphi_m(y_{2i} y_{2i+1}) - \varphi_m(z_i z_{i+1}) - \varphi_m(x_i z_i) - \\ &\quad \varphi_m(x_i y_{2i-1}) - \varphi_m(x_i y_{2i}) - \varphi_m(z_i y_{2i-1}) - \varphi_m(z_i y_{2i}) \\ &= 1 \end{aligned}$$

Berdasarkan pembuktian di atas bahwa semua bobot berbeda dengan  $wt\varphi_m(Dl_m^i) < wt\varphi_m(Dl_m^{m+1})$ ,  $i = 1, 2, \dots, n - m$  dan  $wt\varphi_m(Dl_m^{m+1}) - wt\varphi_m(Dl_m^i) = 1$ . Hal ini menunjukkan jika semua bobot dari setiap subgraf  $H_2$  berbeda. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa  $tHs(Dl_n, Dl_m) = \lceil \frac{n+11m-3}{12m-3} \rceil$ . Contoh total  $Dl_2$ -irregularity dari graf tangga berlian dapat kita lihat pada gambar di bawah ini dan kita dapatkan bahwa nilai dari  $tHs(Dl_8, Dl_2) = 2$ .

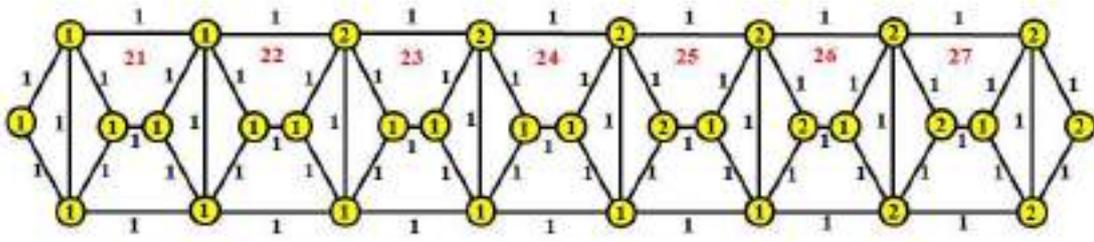


Figure 14: nilai  $tHs(Dl_8, DL_2)$

## 2.) Graf Tiga Tangga Melingkar

**Teorema 3.** Jika  $TCL_n$  merupakan graf tiga tangga melingkar dan subgraf  $H_2 \equiv C_3$ . Total  $H_2$ -irregularity strength dari graf  $TCL_n$  adalah  $\left\lceil \frac{3n+5}{6} \right\rceil$ .

**Bukti.** Diketahui  $TCL_n, n \geq 0$ , merupakan graf tiga tangga melingkar dengan himpunan titik  $V(TCL_n) = \{x_i, z_i : i = 1, 2, 3, \dots, n+1\} \cup \{y_i : i = 1, 2, 3, \dots, n\}$  dan himpunan sisi  $E(TCL_n) = \{x_i y_i, x_{i+1} y_i, y_i z_i, z_i z_{i+1} : i = 1, 2, 3, \dots, n\} \cup \{x_i z_i : i = 1, 2, 3, \dots, n+1\} \cup \{y_i z_{i+1} : i = 1, 2, 3, \dots, n-1\}$ . Graf tiga tangga melingkar  $TCL_n, n$  merupakan bilangan bulat positif yang memiliki subgraf  $C_3$  dengan banyaknya subgraf  $n$ . Berdasarkan teorema 3, kita mempunyai  $tHs((TCL_n), C_3) \geq \left\lceil \frac{3n+5}{6} \right\rceil$ . Ambil  $\alpha = \left\lceil \frac{3n+5}{6} \right\rceil$ . Berikut disajikan fungsi dari total  $C_3$ -irregularity pelabelan  $\alpha, \varphi_3 : V(TCL_n) \cup E(TCL_n) \rightarrow \{1, 2, \dots, \alpha\}$  yang membuktikan bahwa  $\alpha$  merupakan batas atas total  $C_3$ -irregularity strength dari  $TCL_n$ .

$$\begin{aligned} \varphi_3(x_i) &= \left\lceil \frac{i+1}{2} \right\rceil, \text{ for } i \in [1, n+1], & \varphi_3(y_i) &= \left\lceil \frac{i+1}{2} \right\rceil, \text{ for } i \in [1, n] \\ \varphi_3(z_i) &= \left\lceil \frac{i}{2} \right\rceil, \text{ for } i \in [1, n+1], & \varphi_3(x_i y_i) &= \left\lceil \frac{i}{2} \right\rceil, \text{ for } i \in [1, n] \\ \varphi_3(x_{i+1} y_i) &= \left\lceil \frac{i}{2} \right\rceil, \text{ for } i \in [1, n], & \varphi_3(y_i z_i) &= \left\lceil \frac{i}{2} \right\rceil, \text{ for } i \in [1, n] \\ \varphi_3(y_i z_{i+1}) &= \left\lceil \frac{i+1}{2} \right\rceil, \text{ for } i \in [1, n-1], & \varphi_3(x_i z_i) &= \left\lceil \frac{i}{2} \right\rceil, \text{ for } i \in [1, n+1] \\ \varphi_3(z_i z_{i+1}) &= \left\lceil \frac{i}{2} \right\rceil, \text{ for } i \in [1, n]. \end{aligned}$$

Kita mendapatkan batas atas dari fungsi total  $C_3$ -irregularity pelabelan  $TCL_n$ . Kita mengambil dari label terbesar dari  $\varphi_3(x_i) = \left\lceil \frac{i+1}{2} \right\rceil$  for  $i = n+1$   $\varphi_3(x_i) = \left\lceil \frac{n+2}{2} \right\rceil$ . Kita dapat menyajikan batas atas graf adalah  $tHs(TCL_n, C_3) \leq \left\lceil \frac{3n+5}{6} \right\rceil$ .

Berdasarkan label di atas, kita dapat menunjukkan bahwa semua bobot berbeda dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} wt\varphi_3(C_3^{i+1}) - wt\varphi_3(C_3^i) &= \varphi_3(x_{i+1}) + \varphi_3(y_{i+1}) + \varphi_3(z_{i+1}) + \varphi_3(x_{i+1} y_{i+1}) + \\ &\quad \varphi_3(x_{i+1} z_{i+1}) + \varphi_3(y_{i+1} z_{i+1}) - \varphi_3(x_i) - \varphi_3(y_i) - \\ &\quad \varphi_3(z_i) - \varphi_3(x_i y_i) - \varphi_3(x_i z_i) - \varphi_3(y_i z_i) \\ &= 3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 wt\varphi_3(C_3^{i+1}) - wt\varphi_3(C_3^i) &= \varphi_3(z_{i+1}) + \varphi_3(y_{i+1}) + \varphi_3(z_{i+2}) + \varphi_3(y_{i+1}z_{i+1}) + \\
 &\quad \varphi_3(y_{i+1}z_{i+2}) + \varphi_3(z_{i+1}z_{i+2}) - \varphi_3(z_i) - \varphi_3(y_i z_i) - \\
 &\quad \varphi_3(y_i) - \varphi_3(z_{i+1}) - \varphi_3(y_i z_{i+1}) - \varphi_3(z_i z_{i+1}) \\
 &= 3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 wt\varphi_3(C_3^{i+1}) - wt\varphi_3(C_3^i) &= \varphi_3(y_{i+1}) + \varphi_3(x_{i+2}) + \varphi_3(z_{i+2}) + \varphi_3(y_{i+1}x_{i+2}) + \\
 &\quad \varphi_3(y_{i+1}z_{i+2}) + \varphi_3(x_{i+2}z_{i+2}) - \varphi_3(y_i) - \varphi_3(x_{i+1}) - \\
 &\quad \varphi_3(z_{i+1}) - \varphi_3(y_i x_{i+1}) - \varphi_3(y_i z_{i+1}) - \varphi_3(x_{i+1}z_{i+1}) \\
 &= 3
 \end{aligned}$$

Berdasarkan pembuktian di atas bahwa semua bobot berbeda dengan  $wt\varphi_3(C_3^i) < wt\varphi_3(C_3^{i+1}), i = 1, 2, \dots, n$  dan  $wt\varphi_3(C_3^{i+1}) - wt\varphi_3(C_3^i) = 1$ . Hal ini menunjukkan jika semua bobot dari setiap subgraf  $H_4$  berbeda. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa  $tHs(TCl_n, C_3) = \lceil \frac{3m+5}{6} \rceil$ . Contoh total  $C_3$ -irregularity dari graf *tiga tangga melingkar* dapat kita lihat pada gambar di bawah ini dan kita dapatkan bahwa nilai dari  $tHs(TCl_8, C_3) = 5$ .

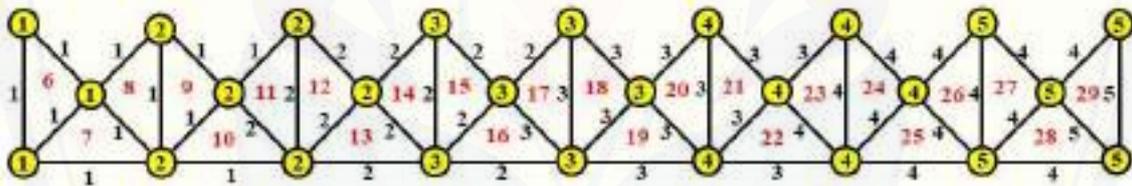


Figure 15: nilai  $tHs(TCl_8, C_3)$

### 3.) Graf Prisma

**Teorema 4.** Jika  $Pr_n$  merupakan graf prisma dan subgraf  $H_3 \equiv C_4$ . Total  $H_3$ -irregularity strength dari graf  $Pr_n$  untuk  $n \geq 3, n \equiv 0 \pmod 4$  and  $n \equiv 1 \pmod 4$  adalah  $\lceil \frac{n+7}{8} \rceil$ .

**Bukti.** Diketahui  $Pr_n, n \geq 3$ , yang merupakan graf prisma dengan himpunan titik  $V(Pr_n) = \{x_i, y_i : i = 1, 2, 3, \dots, n\}$  dan himpunan sisi  $E(Pr_n) = \{x_i x_{i+1}, y_i y_{i+1} : i = 1, 2, 3, \dots, n-1\} \cup \{x_i y_i : i = 1, 2, 3, \dots, n\} \cup \{x_n x_1\} \cup \{y_n y_1\}$ . Graf prisma  $Pr_n, n \geq 3$ , yang memiliki subgraf  $C_4$  dengan banyaknya subgraf  $n$ . Berdasarkan teorema 4, kita mempunyai  $tHs(Pr_n, C_4) \geq \lceil \frac{n+7}{8} \rceil$ . Ambil  $\alpha = \lceil \frac{n+7}{8} \rceil$ . Berikut disajikan fungsi dari total  $C_4$ -irregularity pelabelan  $\alpha, \varphi_4 : V(Pr_n) \cup E(Pr_n) \rightarrow \{1, 2, \dots, \alpha\}$  yang membuktikan bahwa  $\alpha$  merupakan batas atas total  $C_4$ -irregularity strength dari  $Pr_n$ .

Total  $C_4$ -irregularity pelabelan  $\alpha \varphi_4 : V(Pr_n) \cup E(Pr_n) \rightarrow \{1, 2, \dots, \alpha\}$  adalah sebagai berikut:  
for  $i = 1, 2, \dots, \left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor$ ,

$$\begin{aligned}\varphi_4(x_i) &= \left\lfloor \frac{i+2}{4} \right\rfloor, & \varphi_4(y_i y_{i+1}) &= \left\lfloor \frac{i}{4} \right\rfloor \\ \varphi_4(y_i) &= \left\lfloor \frac{i+2}{4} \right\rfloor, & \varphi_4(x_i y_i) &= \left\lfloor \frac{i}{4} \right\rfloor \\ \varphi_4(x_i x_{i+1}) &= \left\lfloor \frac{i+1}{4} \right\rfloor,\end{aligned}$$

for  $i = \left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor + 1, \dots, n-1$ , and  $n \equiv 0 \pmod{4}$

$$\begin{aligned}\varphi_4(x_i) &= \left\lfloor \frac{n}{4} \right\rfloor - \left\lfloor \frac{i}{4} \right\rfloor + 2, & \varphi_4(y_i y_{i+1}) &= \left\lfloor \frac{n}{4} \right\rfloor - \left\lfloor \frac{i}{4} \right\rfloor + 1 \\ \varphi_4(y_i) &= \left\lfloor \frac{n}{4} \right\rfloor - \left\lfloor \frac{i+1}{4} \right\rfloor + 2, & \varphi_4(x_i y_i) &= \left\lfloor \frac{n}{4} \right\rfloor - \left\lfloor \frac{i+2}{4} \right\rfloor + 2 \\ \varphi_4(x_i x_{i+1}) &= \left\lfloor \frac{n}{4} \right\rfloor - \left\lfloor \frac{i+3}{4} \right\rfloor + 2,\end{aligned}$$

for  $i = \left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor + 1, \dots, n-1$ , and  $n \equiv 1 \pmod{4}$

$$\begin{aligned}\varphi_4(x_i) &= \left\lfloor \frac{n}{4} \right\rfloor - \left\lfloor \frac{i+1}{4} \right\rfloor + 2, & \varphi_4(y_i y_{i+1}) &= \left\lfloor \frac{n}{4} \right\rfloor - \left\lfloor \frac{i+1}{4} \right\rfloor + 1 \\ \varphi_4(y_i) &= \left\lfloor \frac{n}{4} \right\rfloor - \left\lfloor \frac{i+2}{4} \right\rfloor + 2, & \varphi_4(x_i y_i) &= \left\lfloor \frac{n}{4} \right\rfloor - \left\lfloor \frac{i+3}{4} \right\rfloor + 2 \\ \varphi_4(x_i x_{i+1}) &= \left\lfloor \frac{n}{4} \right\rfloor - \left\lfloor \frac{i}{4} \right\rfloor + 1,\end{aligned}$$

for  $i = n$

$$\begin{aligned}\varphi_4(x_n) &= 2, & \varphi_4(x_n y_n) &= 1 \\ \varphi_4(y_n) &= 1, & \varphi_4(x_n x_1) &= 1 \\ \varphi_4(y_n y_1) &= 1.\end{aligned}$$

Kita mendapatkan batas atas dari fungsi total  $C_4$ -irregularity pelabelan  $Pr_n$ . Kita mengambil dari label terbesar dari graf. Kita dapat menyajikan batas atas graf adalah  $tHs(Pr_n, C_4) \leq \left\lfloor \frac{m+7}{8} \right\rfloor$ .

Berdasarkan label di atas, kita dapat menunjukkan bahwa semua bobot berbeda dengan persamaan sebagai berikut:

Untuk setiap  $i = 1, 2, \dots, \left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor$ , Kita mempunyai:

$$\begin{aligned}wt\varphi_n(C_4^{i+1}) - wt\varphi_n(C_4^i) &= \varphi_4(x_{i+1}) + \varphi_4(x_{i+2}) + \varphi_4(x_{i+1}x_{i+2}) + \varphi_4(y_{i+1}) + \\ &\quad \varphi_4(y_{i+2}) + \varphi_4(y_{i+1}y_{i+2}) + \varphi_4(x_{i+1}y_{i+1}) + \varphi_4(x_{i+2}y_{i+2}) - \\ &\quad - \varphi_4(x_i) - \varphi_4(x_{i+1}) - \varphi_4(x_i x_{i+1}) - \varphi_4(y_i) - \varphi_4(y_{i+1}) - \\ &\quad \varphi_4(y_i y_{i+1}) - \varphi_4(x_i y_i) - \varphi_4(x_{i+1}y_{i+1}) \\ &= 2\end{aligned}$$

Untuk setiap  $i = \lceil \frac{n}{2} \rceil + 1, \dots, n - 1$ , Kita mempunyai:

$$\begin{aligned} wt_{\varphi_4}(C_4^{i+1}) - wt_{\varphi_4}(C_4^i) &= \varphi_4(x_{i+1}) + \varphi_4(x_{i+2}) + \varphi_4(x_{i+1}x_{i+2}) + \varphi_4(y_{i+1}) + \\ &\quad \varphi_4(y_{i+2}) + \varphi_4(y_{i+1}y_{i+2}) + \varphi_4(x_{i+1}y_{i+1}) + \varphi_4(x_{i+2}y_{i+2}) - \\ &\quad \varphi_4(x_i) - \varphi_4(x_{i+1}) - \varphi_4(x_i x_{i+1}) - \varphi_4(y_i) - \varphi_4(y_{i+1}) - \\ &\quad \varphi_4(y_i y_{i+1}) - \varphi_4(x_i y_i) - \varphi_4(x_{i+1} y_{i+1}) \\ &= -2 \end{aligned}$$

Untuk setiap  $i = n$ , Kita mempunyai:

$$\begin{aligned} wt_{\varphi_4}(C_4^n) &= \varphi_4(x_n) + \varphi_4(y_n) + \varphi_4(x_n y_n) + \varphi_4(x_n x_1) + \\ &\quad \varphi_4(y_n y_1) + \varphi_4(x_1) + \varphi_4(y_1) + \varphi_4(x_1 y_1) \\ &= 2 + 1 + 1 + 1 + 1 + \left\lceil \frac{i+2}{4} \right\rceil + \left\lceil \frac{i+2}{4} \right\rceil + \left\lceil \frac{i}{4} \right\rceil \\ &= 6 + \left\lceil \frac{1+2}{4} \right\rceil + \left\lceil \frac{1+2}{4} \right\rceil + \left\lceil \frac{1}{4} \right\rceil \\ &= 9 \end{aligned}$$

Berdasarkan pembuktian di atas bahwa  $wt_{\varphi_4}(C_4^i) < wt_{\varphi_4}(C_4^{i+1})$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ . Jika setiap  $i = 1, 2, \dots, \lceil \frac{n}{2} \rceil$  kemudian  $wt_{\varphi_4}(C_4^{i+1}) - wt_{\varphi_4}(C_4^i) = 2$ . Jika setiap  $i = \lceil \frac{n}{2} \rceil + 1, \dots, n - 1$  kemudian  $wt_{\varphi_4}(C_4^{i+1}) - wt_{\varphi_4}(C_4^i) = -2$ . If every  $i = n$  then  $wt_{\varphi_4}(C_4^n) = 9$ . Untuk semua bobot  $H_4$  adalah berbeda. Hal ini menyimpulkan bahwa  $tHs(Pr_n, C_4) = \left\lceil \frac{n+7}{8} \right\rceil$ . Kita mengetahui bahwa contoh dari total  $C_4$ -irregularity dari graf prisma pada gambar di bawah ini dan didapatkan nilai  $tHs(Pr_{16}, C_4) = 2$  ketika  $i$  genap. Tetapi kita dapat mengetahui bahwa contoh dari total  $C_4$ -irregularity dari graf prisma pada gambar di bawah ini dan didapatkan nilai  $tHs(Pr_{17}, C_4) = 2$  ketika  $i$  ganjil.

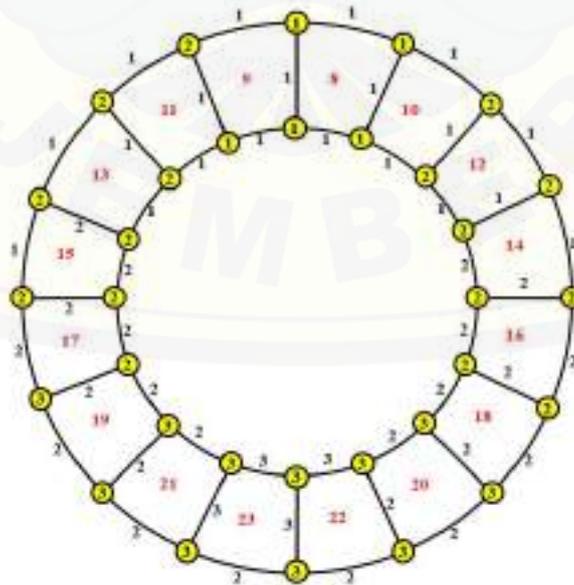


Figure 16: nilai  $tHs(Pr_{16}, C_4)$

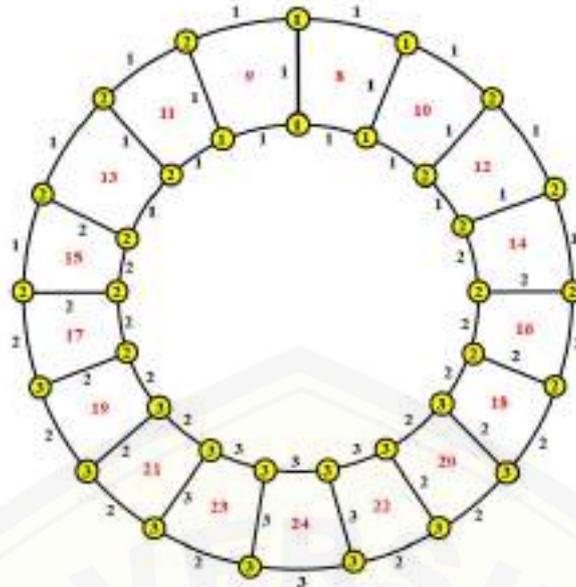


Figure 17: nilai  $tHs(Pr_{17}, C_4)$

### 3.3 Open Problem

Total  $H$ -Irregularity Strength ( $tHs$ ) dari  $Pr_m$ ,  $m \geq 3$ .

## References

- [1] Agustin I H, Dafik, Marsidi, and Albirri E R 2017 On the total  $H$ -irregularity strength of graphs: a new notion *Journal of Physics: Conf. Series* **855** pp 1-9
- [2] Al-Mushayt O and Ahmad A 2012 On the total edge irregularity strength of hexagonal grid graphs *Australian Journal of Combinatorics* **53** pp 263-271
- [3] Ardiyansah R, Darmaji 2013 Bilangan Kromatik Graf Hasil Amalgamasi Dua Buah Graf *Jurnal Sains dan Seni Pomits*
- [4] Ashraf F, Bača M, Feňovčíková S A, and Siddiqui M K 2019 On  $H$ -irregularity strength of ladders and fan graphs *AKCE International Journal of Graphs and Combinatorics*
- [5] Ashraf F, Bača M, Lascsáková M and Semaničová-Feňovčíková A 2017 On  $H$ -irregularity strength of graphs *Discussiones Mathematicae: Graph Theory* **37** pp 1067-1078
- [6] Bača M, Jendrol S, Miller M, and Ryan J 2007 On irregular total labellings *Discrete Mathematics* **307** pp 1378-1388
- [7] Bača M, Siddiqui M K 2014 Total edge irregularity strength of generalized prism *Applied Mathematics and Computation* **235** pp 168-173
- [8] Chartrand G, Lesniak L 1996 Graph and Digraphs Third Edition *California: Chapman Hall*

- [9] Chartrand G, Zing Ping 2009 Chromatic Graph Theory *California: Chapman Hall*
- [10] Damayanti R T 2011 Automorfisma graf bintang dan graf lintasan
- [11] Harary 2011 Graph Theory *New London: wesley*
- [12] Indriati D, Widodo, Wijayanti I E, Sugeng K A, Bača M, and Feňovčkov A S 2016 The total vertex irregularity strength of generalized helm graphs and prisms with outer pendant edges *Australian Journal of Combinatorics* **65** pp 14-26
- [13] Manongga D, Yessica 2013 Matematika Diskrit *Salatiga: Kencana Prenada Media Grup*
- [14] Nisviasari R, Dafik, Agustin I H 2019 The total  $H$ -irregularity strength of triangular ladder and grid graphs *Journal of Physics: Conf. Series* **1211**
- [15] Rosen K H 2003 Discrete Mathematics and Its Application (3 rd) *New York: McGraw-Hill*
- [16] Slamain 2009 Desain Jaringan: Pendekatan Teori Graf *Jember: Jember University Press*
- [17] Slamain, Dafik, and Winnona W 2011 Total vertex irregularity strength of the disjoint union of sun graphs *The Electronic Journal of Combinatorics* **2012** pp 1-9
- [18] Tarmidzi M D 2015 The Chromatic Number and  $r$ -Dynamic Vertex Coloring of Special Graph *Jurnal Jember: Universitas Jember*

Lampiran 6. Pre Tes

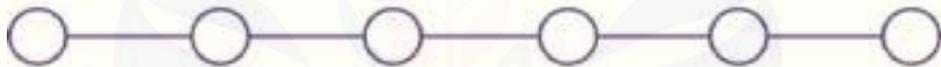
**PRE TES**

Nama/ NIM :

**PETUNJUK TES!**

1. Berdoalah sebelum mengerjakan!
2. Buat kelompok yang beranggotakan dua orang!
3. Tulislah nama beserta NIM di tempat yang telah ditentukan!
4. Diskusikanlah dengan kelompok Anda sebelum mengerjakan riset ini!
5. Bertanyalah ke dosen jika ada pertanyaan yang kurang dipahami!

Amatilah graf di bawah ini!



Gambar 1. Graf Lintasan ( $P_6$ )

1. Tentukan kardinalitas dari graf  $P_6$ !

Jawab:

Alasan: (*Think Creatively*)

2. Tentukan pelabelan total  $P_2$ -irregularity!

Jawab:



Alasan: (*Work Creatively with Others*)

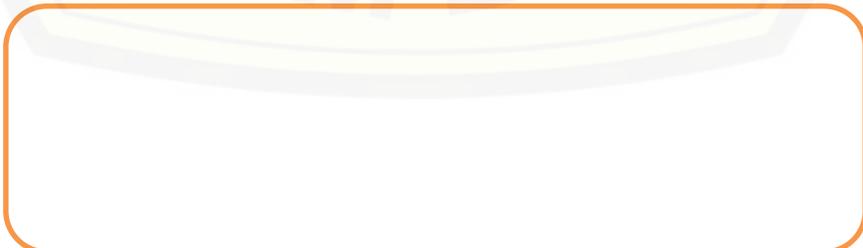


3. Tentukan nilai minimum dari label terbesar!

Jawab:



Alasan: (*Implement Innovation*)



Lampiran 7. Kunci Jawaban Pre Tes

**KUNCI JAWABAN PRE TES**

Nama/ NIM :

**PETUNJUK TES!**

1. Berdoalah sebelum mengerjakan!
2. Buat kelompok yang beranggotakan dua orang!
3. Tulislah nama beserta NIM di tempat yang telah ditentukan!
4. Diskusikanlah dengan kelompok Anda sebelum mengerjakan riset ini!
5. Bertanyalah ke dosen jika ada pertanyaan yang kurang dipahami!

Amatilah graf di bawah ini!



Gambar 1. Graf Lintasan ( $P_6$ )

1. Tentukan kardinalitas dari graf  $P_6$ !

Jawab:

$V(G) = 6$

Sehingga graf tersebut dinamakan graf  $P_6$

Pelabelan titik dan sisi pada graf tersebut:

$$V = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6\}$$

$$E = \{x_1x_2, x_2x_3, x_3x_4, x_4x_5, x_5x_6\}$$

Maka fungsi label titik dan sisi pada graf tersebut:

$$V = \{x_i; 1 \leq i \leq n\} \text{ sehingga } |V| = n$$

$$E = \{x_ix_{i+1}; 1 \leq i \leq n - 1\} \text{ sehingga } |E| = n - 1$$

2. Tentukan pelabelan total  $P_2$ -irregularity!

Jawab:



3. Tentukan nilai minimum dari label terbesar!

Jawab:

Nilai minimum dari label terbesar graf  $P_6$  adalah 3

Lampiran 8. Post Tes

## TES HASIL BELAJAR



Nama/NIM:

Alokasi Waktu: 90 menit

### PETUNJUK TES!

1. Berdoalah sebelum mengerjakan!
2. Buat kelompok yang beranggotakan dua orang!
3. Tulislah nama beserta NIM di tempat yang telah ditentukan!
4. Diskusikanlah dengan kelompok Anda sebelum mengerjakan riset ini!
5. Bertanyalah ke dosen jika ada pertanyaan yang kurang dipahami!

Selamat  
Mengerjakan

1. Buatlah sebuah graf!

Jawab:



Alasan: (*Thinking Creatively*)



2. Tentukan kardinalitas yang meliputi:

- a. pelabelan titik
- b. pelabelan sisi
- c. banyaknya titik
- d. banyaknya sisi

3. Tentukan pelabelan total *H-Irregularity*

Jawab:



Alasan: (*Work Creatively with Others*)



4. Tentukan nilai tHs (G,H)

Jawab.



Alasan: (*Implementation Innovation*)



**Lampiran 9. Lembar Validasi Satuan Acara Perkuliahan (SAP)**

**LEMBAR VALIDASI**

**SATUAN ACARA PERKULIAHAN (SAP)**

Mata Kuliah : Kombinatorika  
 Materi : *H-Irregularity*  
 Kelas/ Semester :  
 Nama Validator :

**A. Tujuan**

Tujuan penggunaan instrumen ini digunakan untuk mengukur kevalidan SAP dalam pelaksanaan pembelajaran matematika yang implementasinya menggunakan pendekatan pembelajaran *output based learning* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa.

**B. Petunjuk**

Mohon kesedian Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (√) pada kolom penilaian yang sesuai pendapat Bapak/Ibu.

Keterangan skala penilaian:

- 1 : berarti “tidak baik”
- 2 : berarti “cukup baik”
- 3 : berarti “baik”
- 4 : berarti “sangat baik”

**C. Penilaian ditinjau dari beberap aspek**

No	Aspek yang dinilai	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
<b>I. Perumusan tujuan pembelajaran</b>					
1.	Kejelasan kompetensi akhir yang diharapkan				
<b>II. Isi SAP</b>					
1.	Sistematika penyusunan SAP				
2.	Kesesuaian urutan kegiatan pembelajaran dengan model <i>output based learning</i>				
3.	Kejelasan tahap-tahap kegiatan pembelajaran dari pendahuluan, inti dan penutup				

No	Aspek yang dinilai	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
<b>III. Bahasa dan tulisan</b>					
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)				
2.	Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif dan mudah dipahami				
<b>IV. Waktu</b>					
1.	Kesesuaian alokasi waktu yang digunakan				
2.	Rincian waktu untuk setiap tahap pembelajaran				

**D. Penilaian umum**

Kesimpulan penilaian secara umum\*\*):

- a. Satuan Acara Perkuliahan ini:
  - 1 : berarti “tidak baik”
  - 2 : berarti “cukup baik”
  - 3 : berarti “baik”
  - 4 : berarti “sangat baik”
- b. Satuan Acara Perkuliahan ini:
  - 1: belum dapat digunakan dan masih memerlukan konsultasi
  - 2: dapat digunakan dengan banyak revisi
  - 3: dapat digunakan dengan sedikit revisi
  - 4: dapat digunakan tanpa revisi

\*\*\*) *Lingkarilah nomor atau angka sesuai dengan pilihan Bapak/Ibu*

**E. Komentar dan saran perbaikan**

.....

.....

.....

Jember, .....

Validator

(.....)

**Lampiran 10. Lembar Validasi Lembar Kerja Mahasiswa (LKM)**

**LEMBAR VALIDASI  
LEMBAR KERJA MAHASISWA (LKM)**

**A. Tujuan**

Tujuan penggunaan instrumen ini digunakan untuk mengukur kevalidan LKM dalam pelaksanaan pembelajaran matematika yang implementasinya menggunakan pendekatan pembelajaran *output based learning* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan inovatif peserta didik.

**B. Petunjuk**

Mohon kesedian Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (√) pada kolom penilaian yang sesuai pendapat Bapak/Ibu.

Keterangan skala penilaian:

- 1 : berarti “tidak baik”
- 2 : berarti “cukup baik”
- 3 : berarti “baik”
- 4 : berarti “sangat baik”

**C. Penilaian ditinjau dari beberap aspek**

No	Aspek yang dinilai	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
<b>I. Format</b>					
1.	LKM Memiliki petunjuk pengerjaan yang jelas				
<b>II. Bahasa</b>					
1.	Soal dirumuskan dengan bahasa yang sederhana dan tidak menimbulkan penafsiran ganda				
2.	Menggunakan istilah-istilah yang mudah dipahami				
3.	Dirumuskan dengan mengikuti kaidah Bahasa Indonesia yang baku (EYD)				
4.	Bahasa yang digunakan komunikatif				
<b>III. Isi LKM</b>					
1.	LKM disajikan secara sistematis				
2.	Kebenaran konsep/ materi				
3.	Masalah yang diangkat sesuai kognisi mahasiswa				
4.	Setiap kegiatan mempunyai tujuan yang jelas				
5.	Kegiatan yang disajikan untuk menganalisis keterampilan kreatif dan inovatif mahasiswa *				
6.	Penyajian LKM menarik				

\*) Karakteristik keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa yang muncul pada LKM

**D. Penilaian umum**

Kesimpulan penilaian secara umum\*\*):

a. Lembar Kerja Mahasiswa ini:

- 1 : berarti “tidak baik”
- 2 : berarti “cukup baik”
- 3 : berarti “baik”
- 4 : berarti “sangat baik”

b. LKM Pembelajaran ini:

- 1: belum dapat digunakan dan masih memerlukan konsultasi
- 2: dapat digunakan dengan banyak revisi
- 3: dapat digunakan dengan sedikit revisi
- 4: dapat digunakan tanpa revisi

\*\*\*) *Lingkarilah nomor atau angka sesuai dengan pilihan Bapak/Ibu*

**E. Komentar dan saran perbaikan**

.....  
.....  
.....  
.....

Jember, .....

Validator

(.....)

**Lampiran 11. Lembar Validasi Post Tes**

**LEMBAR VALIDASI POST TES**

**A. Petunjuk**

Mohon agar Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (√) pada kolom penilaian yang sesuai pendapat Bapak/Ibu.

**B. Penilaian ditinjau dari beberapa aspek**

No	Aspek yang dinilai	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
<b>I. Format</b>					
1.	Kejelasan petunjuk mengerjakan pada post tes				
<b>II. Bahasa</b>					
1.	Kesesuaian soal tes dengan materi <i>H</i> -irregularity				
2.	Tingkat kesulitan soal tes sesuai dengan kemampuan kognitif mahasiswa				
3.	Alokasi waktu sesuai dengan jumlah soal dan tingkat kesulitan soal				
4.	Permasalahan pada soal tes mampu mengukur/menganalisis keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa				
<b>III. Isi LKM</b>					
1.	Soal dirumuskan dengan bahasa yang sederhana dan tidak menimbulkan penafsiran ganda				
2.	Dirumuskan dengan mengikuti kaidah Bahasa Indonesia yang benar (EYD)				

**C. Penilaian umum**

Kesimpulan penilaian secara umum\*\*):

a. Post Tes ini:

- 1 : berarti “tidak baik”
- 2 : berarti “cukup baik”
- 3 : berarti “baik”
- 4 : berarti “sangat baik”

b. Post Tes ini:

- 1: belum dapat digunakan dan masih memerlukan konsultasi
- 2: dapat digunakan dengan banyak revisi
- 3: dapat digunakan dengan sedikit revisi
- 4: dapat digunakan tanpa revisi

\*\*\*) *Lingkarilah nomor atau angka sesuai dengan pilihan Bapak/Ibu*

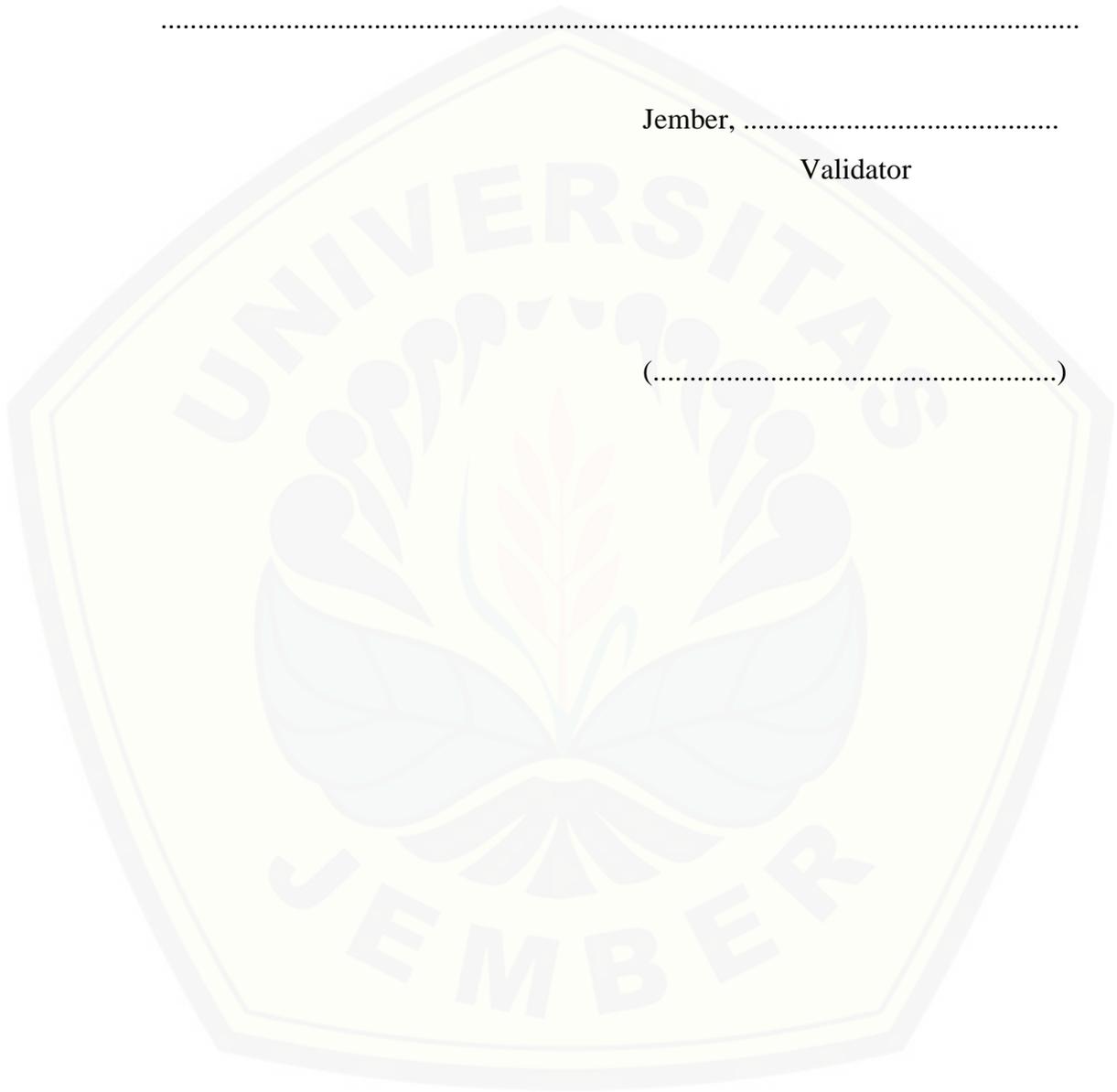
**D. Komentor dan saran perbaikan**

.....  
.....  
.....  
.....

Jember, .....

Validator

(.....)



**Lampiran 12. Lembar Observasi Kemampuan Pendidik dalam Mengelola Pembelajaran**

**LEMBAR OBSERVASI KEMAMPUAN PENDIDIK DALAM MENGELOLA PEMBELAJARAN**

Hari/ tanggal observasi : Rabu, 13 November 2019

Mata Kuliah : Kombinatorika

Pokok Bahasan : *H-Irregularity*

Pertemuan ke- : 1

**Petunjuk:**

- Berilah tanda centang( ✓ ) dalam kolom penilaian yang sesuai menurut pendapat Anda!
- Kriteria skor penilaian terdapat pada lembar pedoman aktivitas pendidik.
- Pengamatan dilakukan sejak dosen memulai pelajaran.

No	ASPEK YANG DINILAI	SKALA PENILAIAN			
		1	2	3	4
<b>I. PENDAHULUAN</b>					
1.	Membuka dengan salam dan doa				
2.	Menyampaikan tujuan pembelajaran				
3.	Memotivasi mahasiswa				
4.	Menyampaikan bahan kajian yang akan dipelajari				
<b>II. KEGIATAN INTI</b>					
1.	Mengorganisasi mahasiswa dalam kelompok belajar yang heterogen				
2.	Menyajikan referensi jurnal penelitian terkait materi yang dipelajari				
3.	Mengobservasi mahasiswa saat mengumpulkan data melalui diskusi				
4.	Mengobservasi mahasiswa saat menyajikan data yang diperoleh pada LKM				
5.	Mengobservasi mahasiswa saat menganalisis data yang diperoleh pada LKM				
6.	Memotivasi kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusi				
7.	Memberikan evaluasi				

No	ASPEK YANG DINILAI	SKALA PENILAIAN			
		1	2	3	4
<b>III. PENUTUP</b>					
1.	Membimbing mahasiswa untuk menyusun kesimpulan				
2.	Menyampaikan materi yang akan dipelajari pada pertemuan selanjutnya				
3.	Menutup dengan salam dan doa				

**Saran :**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Jember, .....

Observer/ Pengamat

(.....)

**Lampiran 131. Lembar Observasi Kemampuan  
Pendidik dalam Mengelola Pembelajaran**

**LEMBAR OBSERVASI KEMAMPUAN PENDIDIK DALAM  
MENGELOLA PEMBELAJARAN**

Hari/ tanggal observasi : Jumat, 15 November 2019

Mata Kuliah : Kombinatorika

Pokok Bahasan : *H-Irregularity*

Pertemuan ke- : 2

**Petunjuk:**

- Berilah tanda centang( ✓ ) dalam kolom penilaian yang sesuai menurut pendapat Anda!
- Kriteria skor penilaian terdapat pada lembar pedoman aktivitas pendidik.
- Pengamatan dilakukan sejak dosen memulai pelajaran.

No	ASPEK YANG DINILAI	SKALA PENILAIAN			
		1	2	3	4
<b>I. PENDAHULUAN</b>					
1.	Membuka dengan salam dan doa				
2.	Menyampaikan tujuan pembelajaran				
3.	Memotivasi mahasiswa				
4.	Menyampaikan bahan kajian yang akan dipelajari				
<b>II. KEGIATAN INTI</b>					
1.	Mengorganisasi mahasiswa dalam kelompok belajar yang heterogen				
2.	Menyajikan referensi jurnal penelitian terkait materi yang dipelajari				
3.	Mengobservasi mahasiswa saat mengumpulkan data melalui diskusi				
4.	Mengobservasi mahasiswa saat menyajikan data yang diperoleh pada LKM				
5.	Mengobservasi mahasiswa saat menganalisis data yang diperoleh pada LKM				
6.	Memotivasi kelompok untuk mempresentasikan hasil diskusi				
7.	Memberikan evaluasi				

No	ASPEK YANG DINILAI	SKALA PENILAIAN			
		1	2	3	4
<b>III. PENUTUP</b>					
1.	Membimbing mahasiswa untuk menyusun kesimpulan				
2.	Menyampaikan materi yang akan dipelajari pada pertemuan selanjutnya				
3.	Menutup dengan salam dan doa				

**Saran :**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Jember, .....

Observer/ Pengamat

(.....)

Lampiran 14. Lembar Observasi Aktivitas Mahasiswa

**LEMBAR OBSERVASI AKTIVITAS MAHASISWA**

**A. Petunjuk**

- Berilah tanda centang ( √ ) dalam kolom penilaian yang sesuai menurut pendapat Anda!
- Kriteria skor penilaian terdapat pada lembar pedoman aktivitas pendidik.
- Pengamatan dilakukan sejak dosen memulai pelajaran.

No	ASPEK YANG DINILAI	SIKAP PENILAIAN			
		1	2	3	4
<b>I. PENDAHULUAN</b>					
1.	Mahasiswa mempunyai perhatian dan rasa motivasi terhadap penyajian tujuan pembelajaran				
2.	Mahasiswa mendengarkan penjelasan dosen terkait bahan kajian yang akan dipelajari				
<b>II. KEGIATAN INTI</b>					
1.	Mahasiswa membentuk kelompok				
2.	Mahasiswa mempunyai perhatian dan motivasi terhadap penyajian referensi berupa jurnal penelitian				
3.	Mahasiswa mengumpulkan data melalui diskusi				
4.	Mahasiswa menyajikan data yang diperoleh pada LKM				
5.	Mahasiswa menganalisis data yang diperoleh pada LKM				
6.	Mahasiswa mempresentasikan hasil diskusi				
<b>III. PENUTUP</b>					
1.	Mahasiswa dapat membuat kesimpulan				

Jember, .....

Observer/ Pengamat

(.....)

**Lampiran 15. Angket Respon Mahasiswa terhadap Kegiatan Pembelajaran**

**ANGKET RESPON MAHASISWA TERHADAP KEGIATAN PEMBELAJARAN**

Dalam rangka pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis riset di kelas, kami mohon tanggapan saudara/saudari mahasiswa terhadap proses pembelajaran menggunakan model *Output Based Learning* pada materi *H-Irregularity* yang telah dilakukan. Jawaban saudara/saudari mahasiswa akan kami rahasiakan. Oleh karena itu, jawablah dengan sejujurnya karena hal ini tidak akan berpengaruh terhadap nilai mata kuliah ini.

***Petunjuk Pengisian Angket :***

1. Pada angket ini terdapat pertanyaan. Berilah jawaban yang benar-benar cocok dengan pilihanmu.
2. Berilah tandacentang (  $\surd$  ) pada kolom yang sesuai dengan pendapatmu untuk setiap pertanyaan yang diberikan.
3. Berilah alasanmu dengan mengisi di kolom alasan.

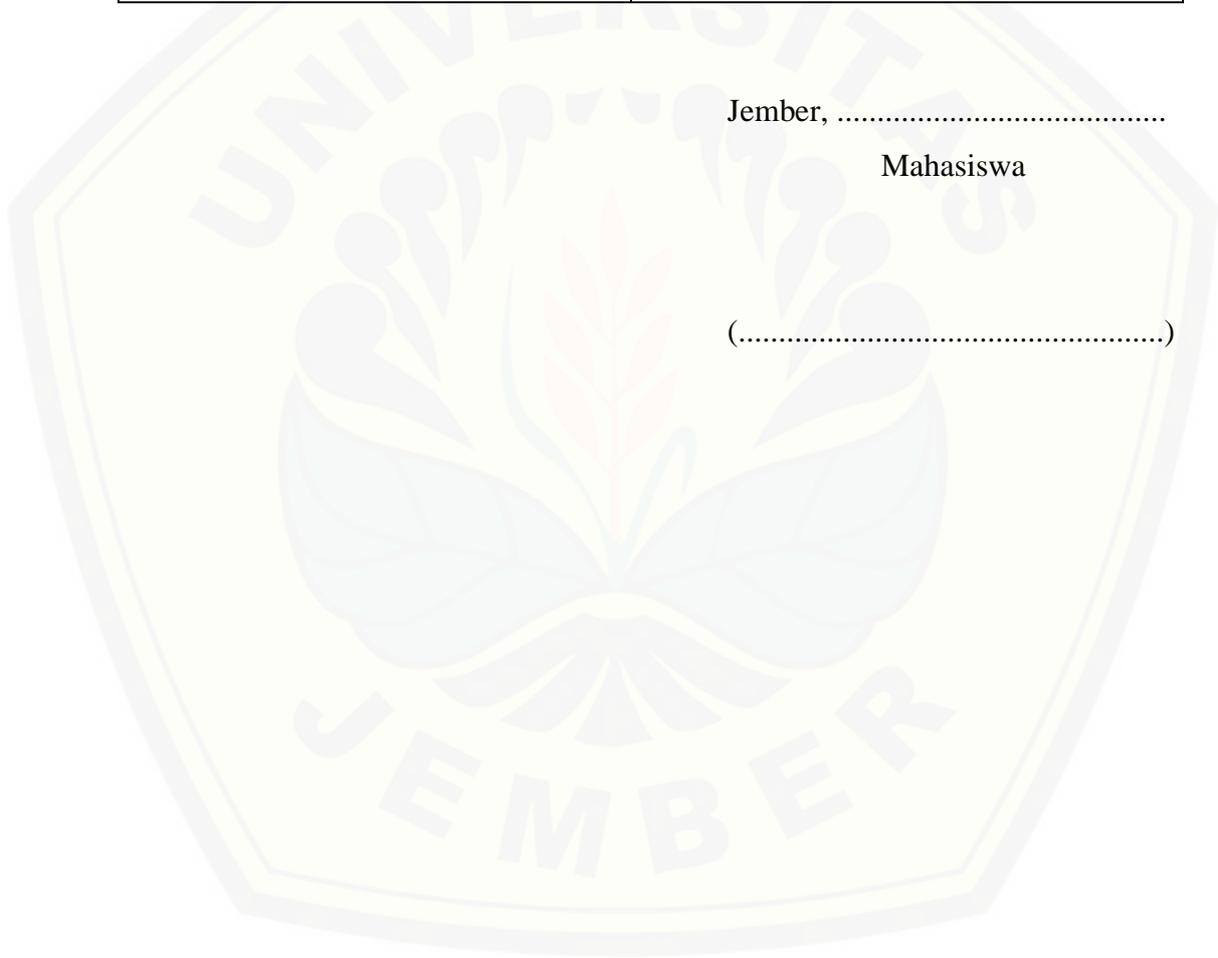
NO	ASPEK YANG DIRESPON	PENILAIAN		ALASAN
		YA	TIDAK	
1.	Apakah Anda merasa senang terhadap komponen pembelajaran berikut ini?			
	Materi Pembelajaran			
	Lembar Kerja Mahasiswa			
	Suasana Pembelajaran			
	Cara Dosen Mengajar			
2.	Apakah komponen pembelajaran berikut baru?			
	Materi Pembelajaran			
	Lembar Kerja Mahasiswa			
	Suasana Pembelajaran			
	Cara Dosen Mengajar			
3.	Apakah Anda berminat mengikuti pembelajaran ini?			
4.	Apakah Anda dapat memahami dengan jelas bahasa yang digunakan pada :			
	Lembar Kerja Mahasiswa			
	Lembar soal tes akhir riset			
5	Apakah Anda dapat mengerti maksud setiap soal/masalah yang disajikan pada :			
	Lembar Kerja Mahasiswa			
	Lembar soal tes akhir riset			

NO	ASPEK YANG DIRESPON	PENILAIAN		ALASAN
		YA	TIDAK	
6.	Apakah Anda tertarik dengan penampilan (tulisan, gambar, dan letak gambar) pada :			
	Lembar Kerja Mahasiswa			
	Lembar soal tes akhir riset			
7.	Apakah Anda senang berdiskusi dengan anggota kelompok untuk menyelesaikan masalah dengan saling bertukar hasil jawaban?			
Jumlah Penilaian				
Presentase respon siswa				

Jember, .....

Mahasiswa

(.....)



Lampiran 16. Lembar Observasi Aktivitas Riset Mahasiswa

LEMBAR OBSERVASI AKTIVITAS RISET MAHASISWA

A. Petunjuk

- Berilah tanda centang ( √ ) dalam kolom penilaian yang sesuai menurut pendapat Anda!
- Kriteria skor penilaian terdapat pada lembar pedoman aktivitas pendidik.

No	ASPEK YANG DINILAI		SIKAP PENILAIAN			
			1	2	3	4
1.	<i>Think creatively</i> (Berpikir Kreatif)	Mampu mengkreasi ide seperti argumen				
		Mengkreasi sesuatu yang baru baik konsep biasa maupun luar biasa				
		Mengkolaborasi ide mereka untuk meningkatkan hasil kreatif				
2.	<i>Work creatively with others</i> (Bekerja secara kreatif bersama orang lain)	Mengembangkan dan mengimplementasikan serta mengkomunikasikan ide baru terhadap yang lain				
		Bekerja secara intensif dalam group dan mampu memberikan masukan dalam hasil pekerjaan				
		Terbuka dan respon terhadap sesuatu yang baru dan berbeda				
3.	<i>Implement innovation</i> (Penerapan Inovasi)	Bekerja dalam ide yang kreatif untuk membuat sesuatu yang nyata dan berguna ke dalam sebuah kajian dimana inovasi itu akan terjadi				
		Menghasilkan sesuatu yang baru				
		Mampu bekerja dengan hasil sendiri.				

Jember, .....

Observasi/ Pengamat

(.....)

## Lampiran 17. Pedoman Wawancara

### PEDOMAN WAWANCARA

#### A. Petunjuk Wawancara

1. Wawancara dilakukan setelah mahasiswa mengerjakan tes hasil belajar (Post tes)
2. Wawancara yang dilakukan dengan peserta didik mengacu pada pedoman wawancara.
3. Wawancara tidak harus berjalan sesuai urutan pertanyaan pada pedoman wawancara dan pertanyaan yang diberikan lanjutan sesuai dengan jawaban responden.
4. Pedoman wawancara hanya digunakan sebagai garis besar saja, dan peneliti diperbolehkan untuk mengembangkan pembicaraan (diskusi) ketika wawancara berlangsung karena wawancara ini tergolong wawancara yang bebas terpimpin.
5. Pada proses wawancara peserta didik kemampuan berpikir kreatif dan inovatif yang dilakukan setelah mengerjakan tes hasil belajar (Post tes)

#### B. Pedoman wawancara

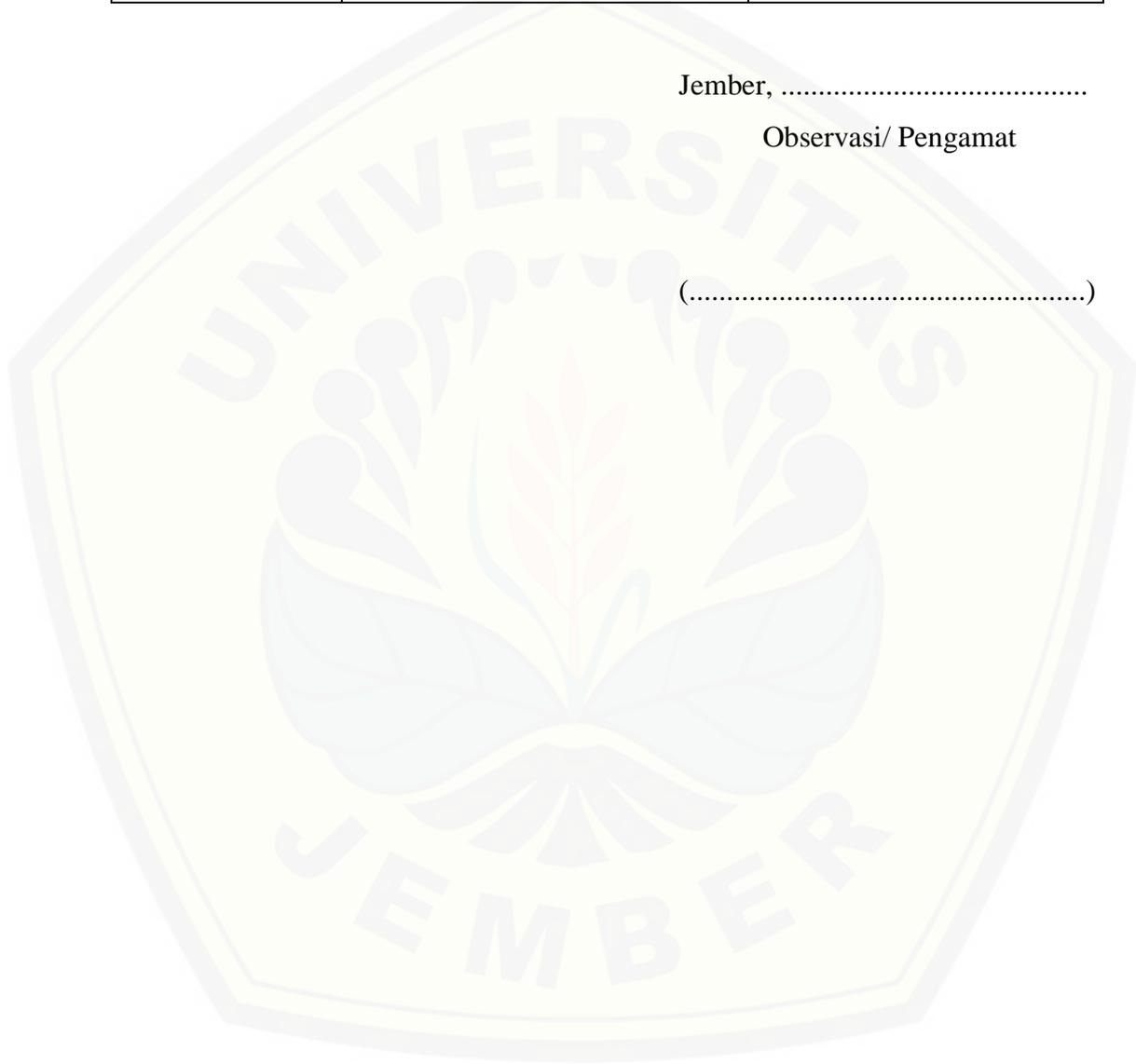
Faktor	Indikator	Pertanyaan
<i>Think creatively</i> (Berpikir Kreatif)	Mampu mengkreasi ide seperti argumen	Tahapan apa yang Anda lakukan pada saat mendapatkan permasalahan tersebut?
	Mengkreasi sesuatu yang baru baik konsep biasa maupun luar biasa	
	Mengkolaborasi ide mereka untuk meningkatkan hasil kreatif	
<i>Work creatively with others</i> (Bekerja secara kreatif bersama orang lain)	Mengembangkan dan mengimplementasikan serta mengkomunikasikan ide baru terhadap yang lain	Tahapan apa yang Anda lakukan pada saat mendapatkan permasalahan tersebut?
	Bekerja secara intensif dalam group dan mampu memberikan masukan dalam hasil pekerjaan	
	Terbuka dan respon terhadap sesuatu yang baru dan berbeda	

<i>Implement innovation</i> (Penerapan Inovasi)	Bekerja dalam ide yang kreatif untuk membuat sesuatu yang nyata dan berguna ke dalam sebuah kajian dimana inovasi itu akan terjadi	Tahapan apa yang Anda lakukan pada saat mendapatkan permasalahan tersebut?
	Menghasilkan sesuatu yang baru	
	Mampu bekerja dengan hasil sendiri.	

Jember, .....

Observasi/ Pengamat

(.....)



**Lampiran 18. Lembar Validasi Pedoman Wawancara**

**LEMBAR VALIDASI  
PEDOMAN WAWANCARA**

**A. Tujuan**

Lembar validasi pedoman wawancara ini adalah mengukur kevalidan pedoman wawancara dalam mendapatkan informasi tentang keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa dalam menyelesaikan masalah pelabelan *H-Irregularity*.

**B. Petunjuk**

Mohon kesedian Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (√) pada kolom penilaian yang sesuai pendapat Bapak/Ibu.

Keterangan skala penilaian:

- 1 : berarti “tidak baik”
- 2 : berarti “cukup baik”
- 3 : berarti “baik”
- 4 : berarti “sangat baik”

**C. Penilaian ditinjau dari beberap aspek**

No.	Aspek yang dinilai	Skala penelitian			
		1	2	3	4
1.	Pertanyaan yang diajukan dapat menggali indikator keterampilan berpikir kreatif dan inovatif				
2.	Pertanyaan yang di ajukan mencerminkan penggunaan bahasa yang baik dan benar				
3.	Kalimat pertanyaan tidak mengandung arti ganda				
4.	Pertanyaan yang diajukan menggunakan bahasa yang sederhana dan mudah dipahami				

**D. Penilaian umum**

Kesimpulan penilaian secara umum\*\*):

a. Pedoman Wawancara ini:

- 1 : berarti “tidak baik”
- 2 : berarti “cukup baik”
- 3 : berarti “baik”
- 4 : berarti “sangat baik”

b. Pedoman Wawancara ini:

- 1: belum dapat digunakan dan masih memerlukan konsultasi
- 2: dapat digunakan dengan banyak revisi
- 3: dapat digunakan dengan sedikit revisi
- 4: dapat digunakan tanpa revisi

\*\*\*) *Lingkarilah nomor atau angka sesuai dengan pilihan Bapak/Ibu*

**E. Komentar dan saran perbaikan**

.....  
.....  
.....  
.....

Jember, .....

Validator

(.....)

Lampiran 19. Hasil Validasi SAP oleh Validator 1

**LEMBAR VALIDASI  
SATUAN ACARA PERKULIAHAN (SAP)**

Mata Kuliah : Kombinatorika  
 Materi : *H-Irregularity*  
 Kelas/ Semester :  
 Nama Validator :

**A. Tujuan**

Tujuan penggunaan instrumen ini digunakan untuk mengukur kevalidan SAP dalam pelaksanaan pembelajaran matematika yang implementasinya menggunakan pendekatan pembelajaran *output based learning* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa.

**B. Petunjuk**

Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (✓) pada kolom penilaian yang sesuai pendapat Bapak/Ibu.

Keterangan skala penilaian:

- 1 : berarti "tidak baik"
- 2 : berarti "cukup baik"
- 3 : berarti "baik"
- 4 : berarti "sangat baik"

**C. Penilaian ditinjau dari beberap aspek**

No	Aspek yang dinilai	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
<b>I. Perumusan tujuan pembelajaran</b>					
1.	Kejelasan kompetensi akhir yang diharapkan				✓
<b>II. Isi SAP</b>					
1.	Sistematika penyusunan SAP				✓
2.	Kesesuaian urutan kegiatan pembelajaran dengan model <i>output based learning</i>			✓	
3.	Kejelasan tahap-tahap kegiatan pembelajaran dari pendahuluan, inti dan penutup			✓	

No	Aspek yang dinilai	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
<b>III. Bahasa dan tulisan</b>					
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)				✓
2.	Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif dan mudah dipahami				✓
<b>IV. Waktu</b>					
1.	Kesesuaian alokasi waktu yang digunakan			✓	
2.	Rincian waktu untuk setiap tahap pembelajaran			✓	

**D. Penilaian umum**

Kesimpulan penilaian secara umum\*\*):

a. Satuan Acara Perkuliahan ini:

1 : berarti "tidak baik"

2 : berarti "cukup baik"

③ berarti "baik"

4 : berarti "sangat baik"

b. Satuan Acara Perkuliahan ini:

1: belum dapat digunakan dan masih memerlukan konsultasi

2: dapat digunakan dengan banyak revisi

③ dapat digunakan dengan sedikit revisi

4: dapat digunakan tanpa revisi

\*\*\*) *Lingkarilah nomor atau angka sesuai dengan pilihan Bapak/Ibu*

**E. Komentar dan saran perbaikan**

.....

.....

.....

.....

Jember, .....

Validator



(..... Dr. Anka K. M. Pd.....)

Lampiran 20. Hasil Validasi SAP oleh Validator 2

**LEMBAR VALIDASI**  
**SATUAN ACARA PERKULIAHAN (SAP)**

Mata Kuliah : Kombinatorika  
Materi : *H-Irregularity*  
Kelas/ Semester :  
Nama Validator :

**A. Tujuan**  
Tujuan penggunaan instrumen ini digunakan untuk mengukur kevalidan SAP dalam pelaksanaan pembelajaran matematika yang implementasinya menggunakan pendekatan pembelajaran *output based learning* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa.

**B. Petunjuk**  
Mohon kesedian Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (✓) pada kolom penilaian yang sesuai pendapat Bapak/Ibu.  
Keterangan skala penilaian:  
1 : berarti "tidak baik"  
2 : berarti "cukup baik"  
3 : berarti "baik"  
4 : berarti "sangat baik"

**C. Penilaian ditinjau dari beberap aspek**

No	Aspek yang dinilai	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
<b>I. Perumusan tujuan pembelajaran</b>					
1.	Kejelasan kompetensi akhir yang diharapkan				✓
<b>II. Isi SAP</b>					
1.	Sistematika penyusunan SAP				✓
2.	Kesesuaian urutan kegiatan pembelajaran dengan model <i>output based learning</i>			✓	
3.	Kejelasan tahap-tahap kegiatan pembelajaran dari pendahuluan, inti dan penutup				✓

No	Aspek yang dinilai	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
<b>III. Bahasa dan tulisan</b>					
1.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa yang baku (EYD)				✓
2.	Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif dan mudah dipahami			✓	
<b>IV. Waktu</b>					
1.	Kesesuaian alokasi waktu yang digunakan				✓
2.	Rincian waktu untuk setiap tahap pembelajaran				✓

**D. Penilaian umum**

Kesimpulan penilaian secara umum\*\*):

a. Satuan Acara Perkuliahan ini:

1 : berarti "tidak baik"

2 : berarti "cukup baik"

3 : berarti "baik"

4 : berarti "sangat baik"

b. Satuan Acara Perkuliahan ini:

1: belum dapat digunakan dan masih memerlukan konsultasi

2: dapat digunakan dengan banyak revisi

3: dapat digunakan dengan sedikit revisi

4: dapat digunakan tanpa revisi

\*\* ) *Lingkarilah nomor atau angka sesuai dengan pilihan Bapak/Ibu*

**E. Komentar dan saran perbaikan**

.....

.....

.....

.....

Jember, .....

Validator

*[Signature]*  
 (Ridho Alfarisi, S.Pd., M.Si)

Lampiran 21. Hasil Validasi LKM oleh Validator 1

**LEMBAR VALIDASI  
LEMBAR KERJA MAHASISWA (LKM)**

**A. Tujuan**

Tujuan penggunaan instrumen ini digunakan untuk mengukur kevalidan LKM dalam pelaksanaan pembelajaran matematika yang implementasinya menggunakan pendekatan pembelajaran *output based learning* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan inovatif peserta didik.

**B. Petunjuk**

Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (√) pada kolom penilaian yang sesuai pendapat Bapak/Ibu.

Keterangan skala penilaian:

- 1 : berarti "tidak baik"
- 2 : berarti "cukup baik"
- 3 : berarti "baik"
- 4 : berarti "sangat baik"

**C. Penilaian ditinjau dari beberap aspek**

No	Aspek yang dinilai	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
<b>I. Format</b>					
1.	LKM Memiliki petunjuk pengerjaan yang jelas				√
<b>II. Bahasa</b>					
1.	Soal dirumuskan dengan bahasa yang sederhana dan tidak menimbulkan penafsiran ganda				√
2.	Menggunakan istilah-istilah yang mudah dipahami				√
3.	Dirumuskan dengan mengikuti kaidah Bahasa Indonesia yang baku (EYD)				√
4.	Bahasa yang digunakan komunikatif				√
<b>III. Isi LKM</b>					
1.	LKM disajikan secara sistematis			√	
2.	Kebenaran konsep/ materi				√
3.	Masalah yang diangkat sesuai kognisi mahasiswa				√
4.	Setiap kegiatan mempunyai tujuan yang jelas			√	
5.	Kegiatan yang disajikan untuk menganalisis keterampilan kreatif dan inovatif mahasiswa *			√	
6.	Penyajian LKM menarik			√	

\*) Karakteristik keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa yang muncul pada LKM

**D. Penilaian umum**

Kesimpulan penilaian secara umum\*\*):

a. Lembar Kerja Mahasiswa ini:

1 : berarti "tidak baik"

2 : berarti "cukup baik"

3 : berarti "baik"

4 : berarti "sangat baik"

b. LKM Pembelajaran ini:

1: belum dapat digunakan dan masih memerlukan konsultasi

2: dapat digunakan dengan banyak revisi

3: dapat digunakan dengan sedikit revisi

4: dapat digunakan tanpa revisi

\*\*\*) *Lingkarilah nomor atau angka sesuai dengan pilihan Bapak/Ibu*

**E. Komentar dan saran perbaikan**

.....  
.....  
.....  
.....

Jember, .....

Validator

  
.....  
Dr. Arlia Ik, M.Pd.

Lampiran 22. Hasil Validasi LKM oleh Validator 2

**LEMBAR VALIDASI  
LEMBAR KERJA MAHASISWA (LKM)**

**A. Tujuan**

Tujuan penggunaan instrumen ini digunakan untuk mengukur kevalidan LKM dalam pelaksanaan pembelajaran matematika yang implementasinya menggunakan pendekatan pembelajaran *output based learning* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan inovatif peserta didik.

**B. Petunjuk**

Mohon kesedian Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (✓) pada kolom penilaian yang sesuai pendapat Bapak/Ibu.

Keterangan skala penilaian:

- 1 : berarti "tidak baik"
- 2 : berarti "cukup baik"
- 3 : berarti "baik"
- 4 : berarti "sangat baik"

**C. Penilaian ditinjau dari beberap aspek**

No	Aspek yang dinilai	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
<b>I. Format</b>					
1.	LKM Memiliki petunjuk pengerjaan yang jelas				✓
<b>II. Bahasa</b>					
1.	Soal dirumuskan dengan bahasa yang sederhana dan tidak menimbulkan penafsiran ganda			✓	
2.	Menggunakan istilah-istilah yang mudah dipahami				✓
3.	Dirumuskan dengan mengikuti kaidah Bahasa Indonesia yang baku (EYD)				✓
4.	Bahasa yang digunakan komunikatif				✓
<b>III. Isi LKM</b>					
1.	LKM disajikan secara sistematis				✓
2.	Kebenaran konsep/ materi			✓	
3.	Masalah yang diangkat sesuai kognisi mahasiswa				✓
4.	Setiap kegiatan mempunyai tujuan yang jelas				✓
5.	Kegiatan yang disajikan untuk menganalisis keterampilan kreatif dan inovatif mahasiswa *				✓
6.	Penyajian LKM menarik				✓

**D. Penilaian umum**

Kesimpulan penilaian secara umum\*\*):

a. Pedoman Wawancara ini:

- 1 : berarti "tidak baik"
- 2 : berarti "cukup baik"
- ③ : berarti "baik"
- 4 : berarti "sangat baik"

b. Pedoman Wawancara ini:

- 1: belum dapat digunakan dan masih memerlukan konsultasi
- 2: dapat digunakan dengan banyak revisi
- ③: dapat digunakan dengan sedikit revisi
- 4: dapat digunakan tanpa revisi

\*\*\*) *Lingkarilah nomor atau angka sesuai dengan pilihan Bapak/Ibu*

**E. Komentar dan saran perbaikan**

.....  
.....  
.....  
.....

Jember, .....

Validator

  
(Ridlo Alfari S, S.Pd, M.Si)

Lampiran 23. Hasil Validasi Post Tes oleh Validator 1

LEMBAR VALIDASI POST TES

A. Petunjuk

Mohon agar Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (✓) pada kolom penilaian yang sesuai pendapat Bapak/Ibu.

B. Penilaian ditinjau dari beberapa aspek

No	Aspek yang dinilai	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
<b>I. Format</b>					
1.	Kejelasan petunjuk mengerjakan pada post tes				✓
<b>II. Bahasa</b>					
1.	Kesesuaian soal tes dengan materi <i>H-irregularity</i>				✓
2.	Tingkat kesulitan soal tes sesuai dengan kemampuan kognitif mahasiswa			✓	
3.	Alokasi waktu sesuai dengan jumlah soal dan tingkat kesulitan soal				✓
4.	Permasalahan pada soal tes mampu mengukur/menganalisis keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa			✓	
<b>III. Isi LKM</b>					
1.	Soal dirumuskan dengan bahasa yang sederhana dan tidak menimbulkan penafsiran ganda				✓
2.	Dirumuskan dengan mengikuti kaidah Bahasa Indonesia yang benar (EYD)				✓

C. Penilaian umum

Kesimpulan penilaian secara umum\*\*):

a. Post Tes ini:

- 1 : berarti "tidak baik"
- 2 : berarti "cukup baik"
- ③ : berarti "baik"
- 4 : berarti "sangat baik"

b. Post Tes ini:

- 1: belum dapat digunakan dan masih memerlukan konsultasi
- 2: dapat digunakan dengan banyak revisi
- ③: dapat digunakan dengan sedikit revisi
- 4: dapat digunakan tanpa revisi

\*\* ) Lingkarilah nomor atau angka sesuai dengan pilihan Bapak/Ibu

**D. Komentar dan saran perbaikan**

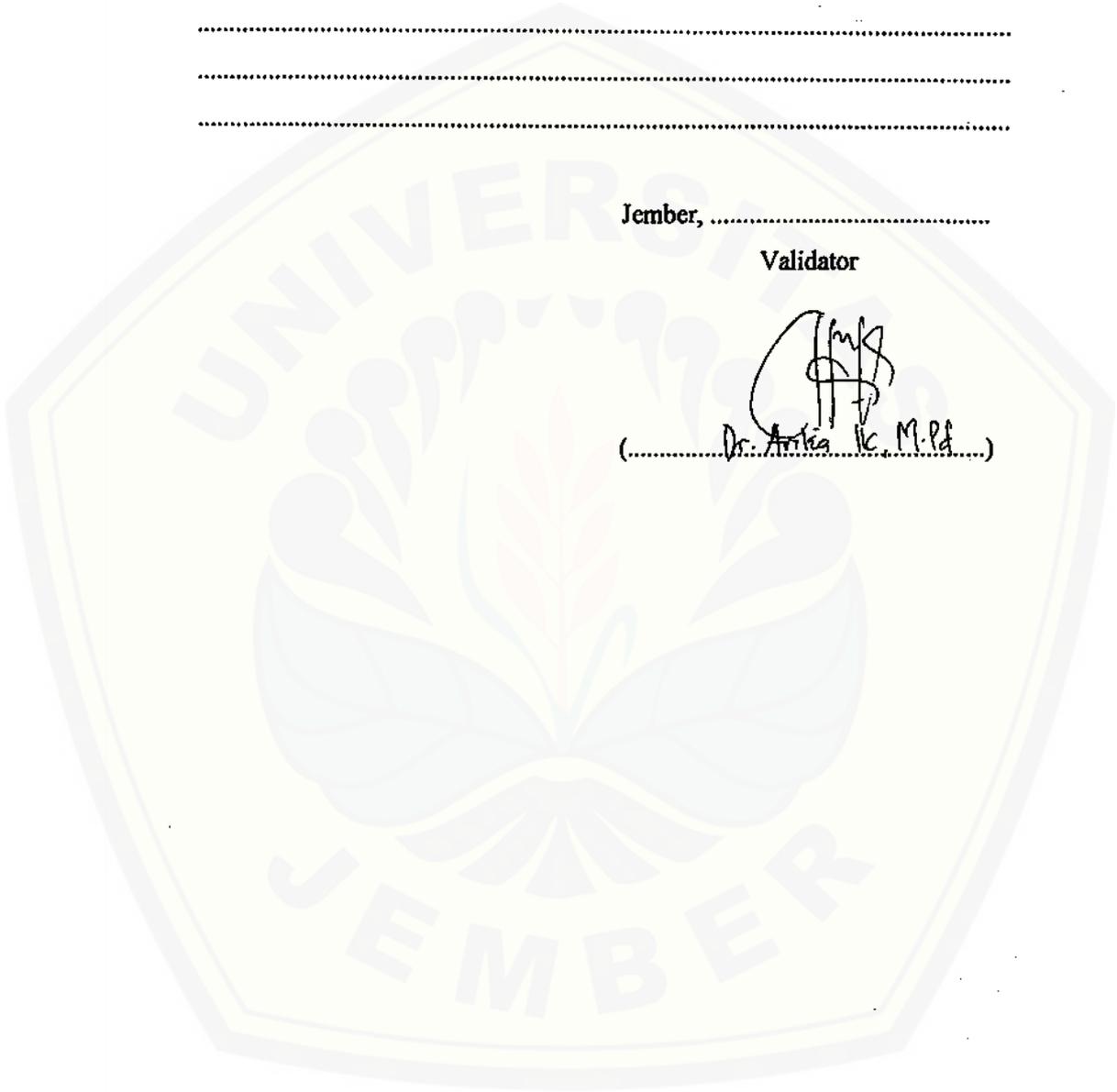
.....  
.....  
.....  
.....

Jember, .....

Validator



(.....  
Dr. Anisa K. M. Pd.)



Lampiran 24. Hasil Validasi Post Tes oleh Validator 2

LEMBAR VALIDASI POST TES

A. Petunjuk

Mohon agar Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (✓) pada kolom penilaian yang sesuai pendapat Bapak/Ibu.

B. Penilaian ditinjau dari beberapa aspek

No	Aspek yang dinilai	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
<b>I. Format</b>					
1.	Kejelasan petunjuk mengerjakan pada post tes			✓	
<b>II. Bahasa</b>					
1.	Kesesuaian soal tes dengan materi <i>H-irregularity</i>				✓
2.	Tingkat kesulitan soal tes sesuai dengan kemampuan kognitif mahasiswa			✓	
3.	Alokasi waktu sesuai dengan jumlah soal dan tingkat kesulitan soal				✓
4.	Permasalahan pada soal tes mampu mengukur/menganalisis keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa				✓
<b>III. Isi LKM</b>					
1.	Soal dirumuskan dengan bahasa yang sederhana dan tidak menimbulkan penafsiran ganda				✓
2.	Dirumuskan dengan mengikuti kaidah Bahasa Indonesia yang benar (EYD)				✓

C. Penilaian umum

Kesimpulan penilaian secara umum\*\*):

a. Post Tes ini:

- 1 : berarti "tidak baik"
- 2 : berarti "cukup baik"
- ③ : berarti "baik"
- 4 : berarti "sangat baik"

b. Post Tes ini:

- 1: belum dapat digunakan dan masih memerlukan konsultasi
- 2: dapat digunakan dengan banyak revisi
- ③: dapat digunakan dengan sedikit revisi
- 4: dapat digunakan tanpa revisi

\*\* ) Lingkarilah nomor atau angka sesuai dengan pilihan Bapak/Ibu

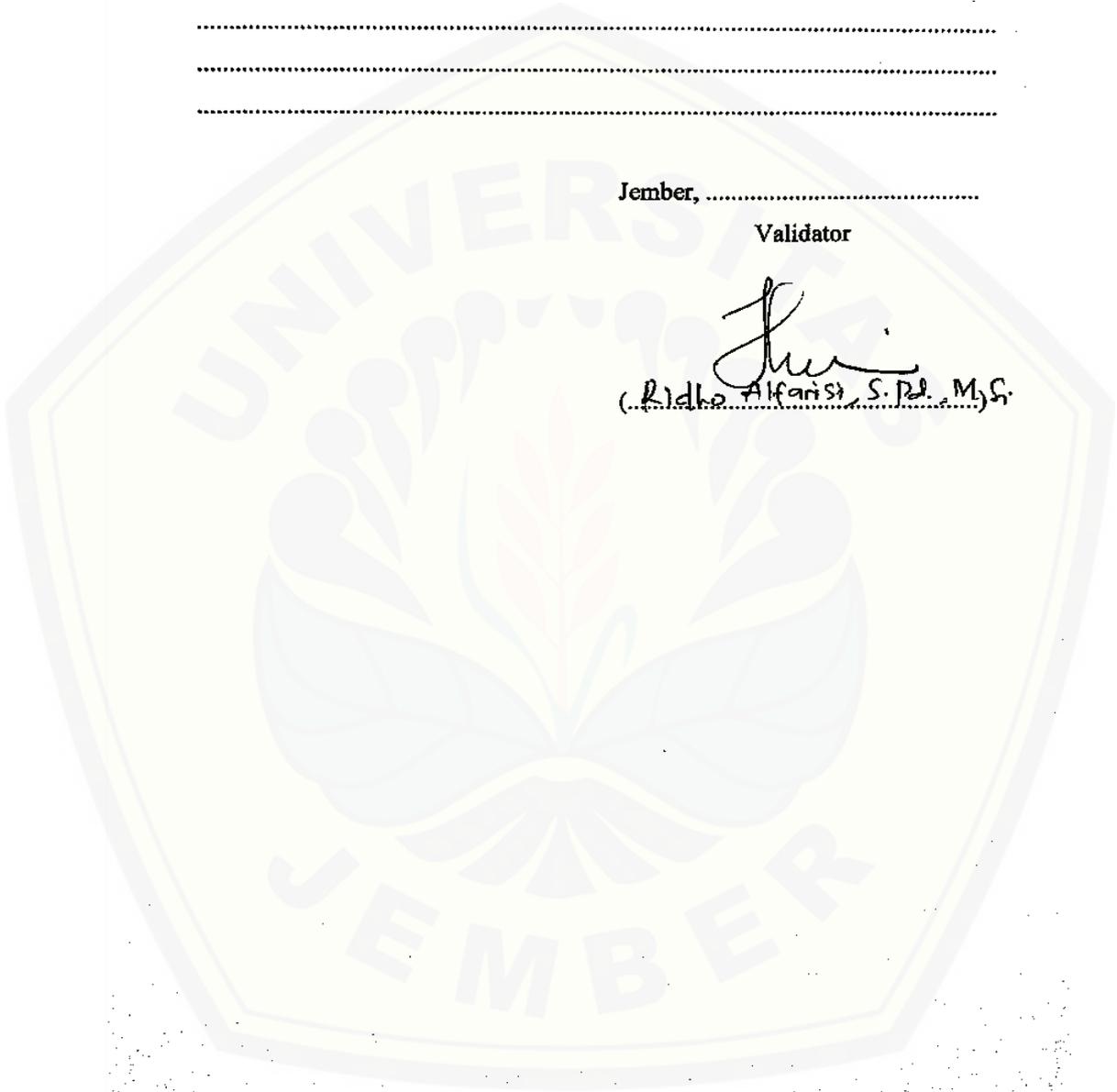
**D. Komentar dan saran perbaikan**

.....  
.....  
.....  
.....

Jember, .....

Validator

  
(Ridho Alfarsi, S.Pd., M.Pd.)



Lampiran 25. Hasil Validasi Pedoman Wawancara oleh Validator 1

**LEMBAR VALIDASI  
PEDOMAN WAWANCARA**

**A. Tujuan**

Lembar validasi pedoman wawancara ini adalah mengukur kevalidan pedoman wawancara dalam mendapatkan informasi tentang keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa dalam menyelesaikan masalah pelabelan *H-Irregularity*.

**B. Petunjuk**

Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (√) pada kolom penilaian yang sesuai pendapat Bapak/Ibu.

Keterangan skala penilaian:

- 1 : berarti "tidak baik"
- 2 : berarti "cukup baik"
- 3 : berarti "baik"
- 4 : berarti "sangat baik"

**C. Penilaian ditinjau dari beberap aspek**

No.	Aspek yang ditilai	Skala penelitian			
		1	2	3	4
1.	Pertanyaan yang diajukan dapat menggali indikator keterampilan berpikir kreatif dan inovatif				√
2.	Pertanyaan yang di ajukan mencerminkan penggunaan bahasa yang baik dan benar				√
3.	Kalimat pertanyaan tidak mengandung arti ganda			√	
4.	Pertanyaan yang diajukan menggunakan bahasa yang sederhana dan mudah dipahami			√	

**D. Penilaian umum**

Kesimpulan penilaian secara umum\*\*):

a. Pedoman Wawancara ini:

- 1 : berarti "tidak baik"
- 2 : berarti "cukup baik"
- 3 : berarti "baik"
- 4 : berarti "sangat baik"

b. Pedoman Wawancara ini:

- 1: belum dapat digunakan dan masih memerlukan konsultasi
- 2: dapat digunakan dengan banyak revisi
- 3: dapat digunakan dengan sedikit revisi
- 4: dapat digunakan tanpa revisi

\*\*\*) *Lingkarilah nomor atau angka sesuai dengan pilihan Bapak/Ibu*

**E. Komentar dan saran perbaikan**

.....  
.....  
.....  
.....

Jember, .....

Validator

  
.....  
Dr. Anisa K. M.Pd.

Lampiran 26. Hasil Validasi Pedoman Wawancara oleh Validator 2

**LEMBAR VALIDASI  
PEDOMAN WAWANCARA**

**A. Tujuan**

Lembar validasi pedoman wawancara ini adalah mengukur kevalidan pedoman wawancara dalam mendapatkan informasi tentang keterampilan berpikir kreatif dan inovatif mahasiswa dalam menyelesaikan masalah pelabelan *H-Irregularity*.

**B. Petunjuk**

Mohon kesedian Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dengan memberi tanda centang (✓) pada kolom penilaian yang sesuai pendapat Bapak/Ibu.

Keterangan skala penilaian:

- 1 : berarti "tidak baik"
- 2 : berarti "cukup baik"
- 3 : berarti "baik"
- 4 : berarti "sangat baik"

**C. Penilaian ditinjau dari beberap aspek**

No.	Aspek yang dinilai	Skala penelitian			
		1	2	3	4
1.	Pertanyaan yang diajukan dapat menggali indikator keterampilan berpikir kreatif dan inovatif				✓
2.	Pertanyaan yang di ajukan mencerminkan penggunaan bahasa yang baik dan benar				✓
3.	Kalimat pertanyaan tidak mengandung arti ganda			✓	
4.	Pertanyaan yang diajukan menggunakan bahasa yang sederhana dan mudah dipahami			✓	

**D. Penilaian umum**

Kesimpulan penilaian secara umum\*\*):

a. Pedoman Wawancara ini:

- 1 : berarti "tidak baik"
- 2 : berarti "cukup baik"
- ③ : berarti "baik"
- 4 : berarti "sangat baik"

b. Pedoman Wawancara ini:

- 1: belum dapat digunakan dan masih memerlukan konsultasi
- 2: dapat digunakan dengan banyak revisi
- ③: dapat digunakan dengan sedikit revisi
- 4: dapat digunakan tanpa revisi

\*\* ) *Lingkarilah nomor atau angka sesuai dengan pilihan Bapak/Ibu*

**E. Komentar dan saran perbaikan**

.....  
.....  
.....  
.....

Jember, .....

Validator

  
.....  
(Ridlo Alfari Si, S.Pd, M.Si)

Lampiran 27. Hasil Pre Tes Mahasiswa 1

PRE TES

Nama/ NIM

PETUNJUK TES!

1. Berdoalah sebelum mengerjakan!
2. Buat kelompok yang beranggotakan dua orang!
3. Tulislah nama beserta NIM di tempat yang telah ditentukan!
4. Diskusikanlah dengan kelompok Anda sebelum mengerjakan riset ini!
5. Bertanyalah ke dosen jika ada pertanyaan yang kurang dipahami!

Amatilah graf di bawah ini!



Gambar 1. Graf Lintasan ( $P_6$ )

1. Tentukan kardinalitas dari graf  $P_6$ !

Jawab:

$$\begin{array}{l}
 \bullet V = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6\} \\
 \quad \{x_i; 1 \leq i \leq n\} \\
 |V| = n \\
 \bullet E = \{x_1x_2, x_2x_3, x_3x_4, x_4x_5, x_5x_6\} \\
 \quad \{x_i x_{i+1}; 1 \leq i \leq n-1\} \\
 |E| = n-1
 \end{array}$$

Alasan: (Think Creatively)

- $V$  adalah titik graf
- $|V|$  adalah rumus umum banyaknya titik
- $E$  adalah sisi graf
- $|E|$  adalah rumus umum banyaknya sisi

2. Tentukan pelabelan total  $P_2$ -irregularity!

Jawab:



Alasan: (*Work Creatively with Others*)

Setiap titik memiliki label berbeda dengan yang lainnya

3. Tentukan nilai minimum dari label terbesar!

Jawab:

Nilai minimum = 1

Alasan: (*Implement Innovation*)

1 adalah bilangan terkecil di pelabelan graf tersebut

Lampiran 28. Hasil Post Tes Mahasiswa 1

**TES HASIL BELAJAR**

Nama/NIM: \_\_\_\_\_

Alokasi Waktu: 90 menit

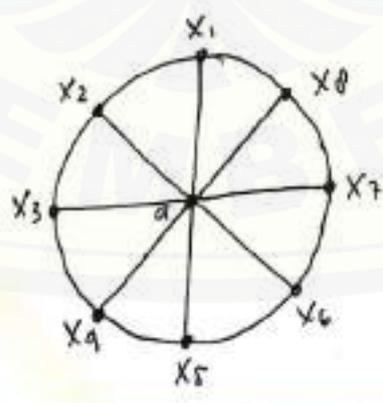
**PETUNJUK TES!**

1. Berdoalah sebelum mengerjakan!
2. Buat kelompok yang beranggotakan dua orang!
3. Tulislah nama beserta NIM di tempat yang telah ditentukan!
4. Diskusikanlah dengan kelompok Anda sebelum mengerjakan riset ini!
5. Bertanyalah ke dosen jika ada pertanyaan yang kurang dipahami!

**Selamat Mengerjakan**

1. Buatlah sebuah graf!

Jawab:





Alasan: (Thinking Creatively)

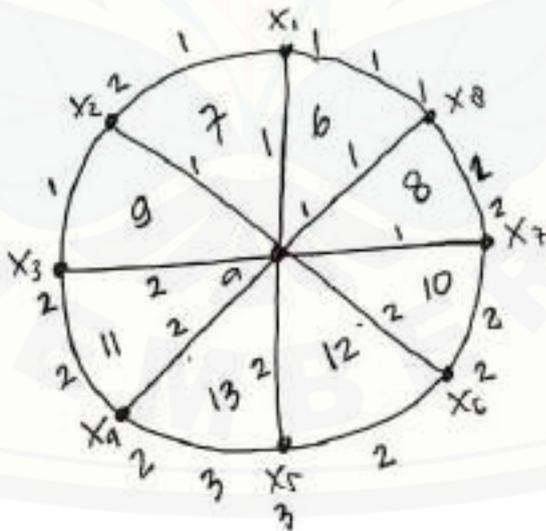
Karena graf wheel (roda) merupakan kelompok graf lengkap

2. Tentukan kardinalitas yang meliputi:

- pelabelan titik  $V = \{a\}, \{x_i; 1 \leq i \leq n-1\}$
- pelabelan sisi  $E = \{x_i, x_{i+1}; 1 \leq i \leq n-2\}, \{v, \dots, x_i\}, \{x_{i+1}; 1 \leq i \leq n-1\}$
- banyaknya titik  $|V| = n$
- banyaknya sisi  $|E| = 2n - 2$

3. Tentukan pelabelan total H-Irregularity

Jawab:



Alasan: (Work Creatively with Others)

Diambil subgraf  $C_3$  dimana tiap subgraf bobotnya berbeda dan pola pelabellannya bolak-balik

4. Tentukan nilai  $tHs(G,H)$

Jawab.

• Batas bawah

$$tHs \geq \left\lceil 1 + \frac{8-1}{3+3} \right\rceil$$

$$\geq \left\lceil 1 + \frac{7}{6} \right\rceil$$

$$\geq 3$$

• Batas atas

$$tHs \leq 3$$

$$\therefore tHs = 3$$

Alasan: (Implementation Innovation)

Ditemukan nilai  $tHs = 3$  yang diperoleh dari batas bawah yang dicari dari teorema 1 dan batas atas dari fungsi / label minimum dan pelabelan total graf tersebut.

**Lampiran 29. Data Nilai Mahasiswa Kelas Kontrol**

**DATA NILAI MAHASISWA KELAS KONTROL**

<b>No.</b>	<b>Kode Mahasiswa</b>	<b>Pre Tes</b>	<b>Post Tes</b>
1	S001	71.00	77.00
2	S002	72.00	72.00
3	S003	75.00	76.00
4	S004	56.00	65.00
5	S005	63.00	67.00
6	S006	50.00	55.00
7	S007	55.00	76.00
8	S008	64.00	76.00
9	S009	67.00	70.00
10	S010	68.00	68.00
11	S011	50.00	61.00
12	S012	52.00	59.00
13	S013	78.00	84.00
14	S014	67.00	70.00
15	S015	68.00	76.00
16	S016	60.00	77.00
17	S017	54.00	56.00
18	S018	76.00	85.00
19	S019	70.00	78.00
20	S020	73.00	73.00
21	S021	78.00	85.00
22	S022	68.00	70.00
23	S023	62.00	65.00
24	S024	69.00	73.00
25	S025	64.00	74.00
26	S026	70.00	72.00
27	S027	65.00	70.00
28	S028	52.00	68.00
29	S029	59.00	64.00
30	S030	58.00	75.00
31	S031	63.00	66.00
32	S032	78.00	88.00
33	S033	70.00	75.00
34	S034	60.00	70.00
35	S035	51.00	68.00
36	S036	60.00	65.00
37	S037	70.00	73.00
38	S038	67.00	73.00

**Lampiran 30. Data Nilai Mahasiswa Kelas Eksperimen**

**DATA NILAI MAHASISWA KELAS EKSPERIMEN**

<b>No.</b>	<b>Kode Mahasiswa</b>	<b>Pre Tes</b>	<b>Post Tes</b>
1	S001	70.00	81.00
2	S002	62.00	86.00
3	S003	67.00	78.00
4	S004	50.00	83.00
5	S005	76.00	96.00
6	S006	58.00	78.00
7	S007	63.00	77.00
8	S008	70.00	76.00
9	S009	68.00	76.00
10	S010	60.00	93.00
11	S011	65.00	80.00
12	S012	62.00	78.00
13	S013	65.00	86.00
14	S014	46.00	85.00
15	S015	70.00	79.00
16	S016	72.00	77.00
17	S017	71.00	85.00
18	S018	56.00	86.00
19	S019	70.00	92.00
20	S020	75.00	89.00
21	S021	64.00	94.00
22	S022	70.00	84.00
23	S023	60.00	86.00
24	S024	77.00	97.00
25	S025	80.00	90.00
26	S026	60.00	87.00
27	S027	65.00	91.00
28	S028	60.00	85.00
29	S029	75.00	79.00
30	S030	76.00	76.00
31	S031	70.00	83.00
32	S032	73.00	88.00
33	S033	65.00	83.00
34	S034	65.00	90.00
35	S035	60.00	79.00
36	S036	65.00	92.00
37	S037	55.00	94.00
38	S038	70.00	78.00
39	S039	62.00	80.00
40	S040	65.00	82.00

Lampiran 31. Lembar Revisi Tesis



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
**UNIVERSITAS JEMBER**  
**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN**  
 Jalan Kalimantan Nomor 17 Kampus Ilmu Keguruan Jember 68121  
 Telepon 0331-33498, 33478144, 9331-33498  
 Email: [unsw@ug.jember.ac.id](mailto:unsw@ug.jember.ac.id)

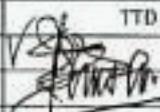
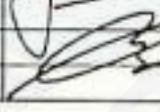
**LEMBAR REVISI TESIS**

NAMA MAHASISWA : Dina Mutadifa Ovy Suni  
 NIM : 180220101007  
 JUDUL TESIS : Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis *Open Based Learning* dan Pengaruhnya Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif dan Inovatif Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah *H-irregularity*  
 TANGGAL UJIAN : 10 Januari 2020  
 PEMBIMBING : Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.  
 Prof. Drs. I Made Tirta, M.Sc., Ph.D.

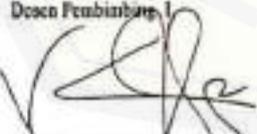
**MATERI PEMBETULAN / PERBAIKAN**

No	HALAMAN	HAL-HAL YANG HARUS DIPERBAIKI
1.	ix-x	Perbaiki ringkasan
2.	22	Tambah hipotesis tindakan
3.	29	Perbaiki gambar tahapan model penelitian kombinasi
4.	35	Perbaiki tabel kriteria data hasil observasi aktivitas mahasiswa
5.	103	Perbaiki gambar monograf
6.	103	Tambah gambar monograf
7.	141	Perbaiki kesimpulan pada monograf
8.	-	Tambah tabel nilai mahasiswa

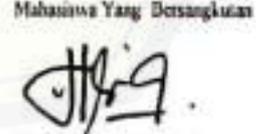
**PERSETUJUAN TIM PENGUJI**

JABATAN	NAMA TIM PENGUJI	TTD dan Tanggal
Ketua	Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.	 17/1/2020
Sekretaris	Prof. Drs. I Made Tirta, M.Sc., Ph.D.	
Anggota	Dr. Adnan Fatahul Hadi, S.Si, M.Si	
	Dr. Hobri, S.Pd., M.Pd.	 15/1/20
	Dr. Susanto, M.Pd.	 15/1/20

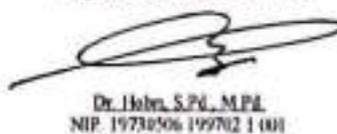
Jember, 15 Januari 2020  
 Mengetahui / menyetujui :

Dosen Pembimbing I  
  
 Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.  
 NIP. 196808021993491004

Dosen Pembimbing II,  
  
 Prof. I Made Tirta, M.Sc., Ph.D.  
 NIP. 195912201985031002

Mahasiswa Yang Bersangkutan  
  
 Dina Mutadifa Ovy Suni  
 NIM. 180220101007

Mengetahui,  
 Koordinator Program Studi  
 Magister Pendidikan Matematika

  
 Dr. Hobri, S.Pd., M.Pd.  
 NIP. 1973050619970211001

**Lampiran 32. Biografi Penulis**

**BIOGRAFI PENULIS**



Diana Mutdaifa Osy Suni lahir di Jember, 31 Oktober 1994 dari pasangan Suhartono dan Sri Anjarwani. Anak pertama dari satu bersaudara. Pernah menempuh pendidikan di SDN Balung Lor 04 pada tahun 2000 sampai 2006, SMP Negeri 1 Balung pada tahun 2006 sampai 2009 dan SMA Negeri Balung pada tahun 2009 sampai 2012.

Penulis menempuh Pendidikan Sarjana di Pendidikan Matematika Universitas Jember, lulus pada tahun 2016 dan penulis menempuh Pendidikan Magister di Pendidikan Matematika Universitas Jember pada tahun 2018 kemudian menamatkannya pada tahun 2020. Penulis bekerja aktif sebagai guru tidak tetap di SMA Negeri Ambulu.