



**PENGEMBANGAN KONSEP TRIGONOMETRI KURIKULUM 2013  
DALAM BENTUK *SOFTWARE* PEMBELAJARAN *SAINTIFIK***

**TESIS**

**diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Magister Matematika (S2)  
dan mencapai gelar Magister Sains**

Oleh

**IMAM SYAHRONI  
NIM 131820101007**

**MAGISTER MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2015**

## PERSEMBAHAN

Tesis ini saya persembahkan untuk:

1. Almamater Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
2. Kepala sekolah dan rekan-rekan guru MAN 3 Jember yang telah memberikan semangat, ide, dan dukungan dalam menyelesaikan studi Program Magister (S2).
3. Guru-guru sejak Sekolah Dasar hingga Perguruan Tinggi yang telah memberikan ilmu, membimbing, dan mendidik kami.
4. Istriku tersayang, Nurhayati yang selalu setia mendampingi serta memberi motivasi atas terselesaikannya tesis ini.
5. Anakku tercinta Reza Widyadana dan Erza Raihanza yang selalu menjadi sumber semangat dalam menyelesaikan studi Program Magister (S2).

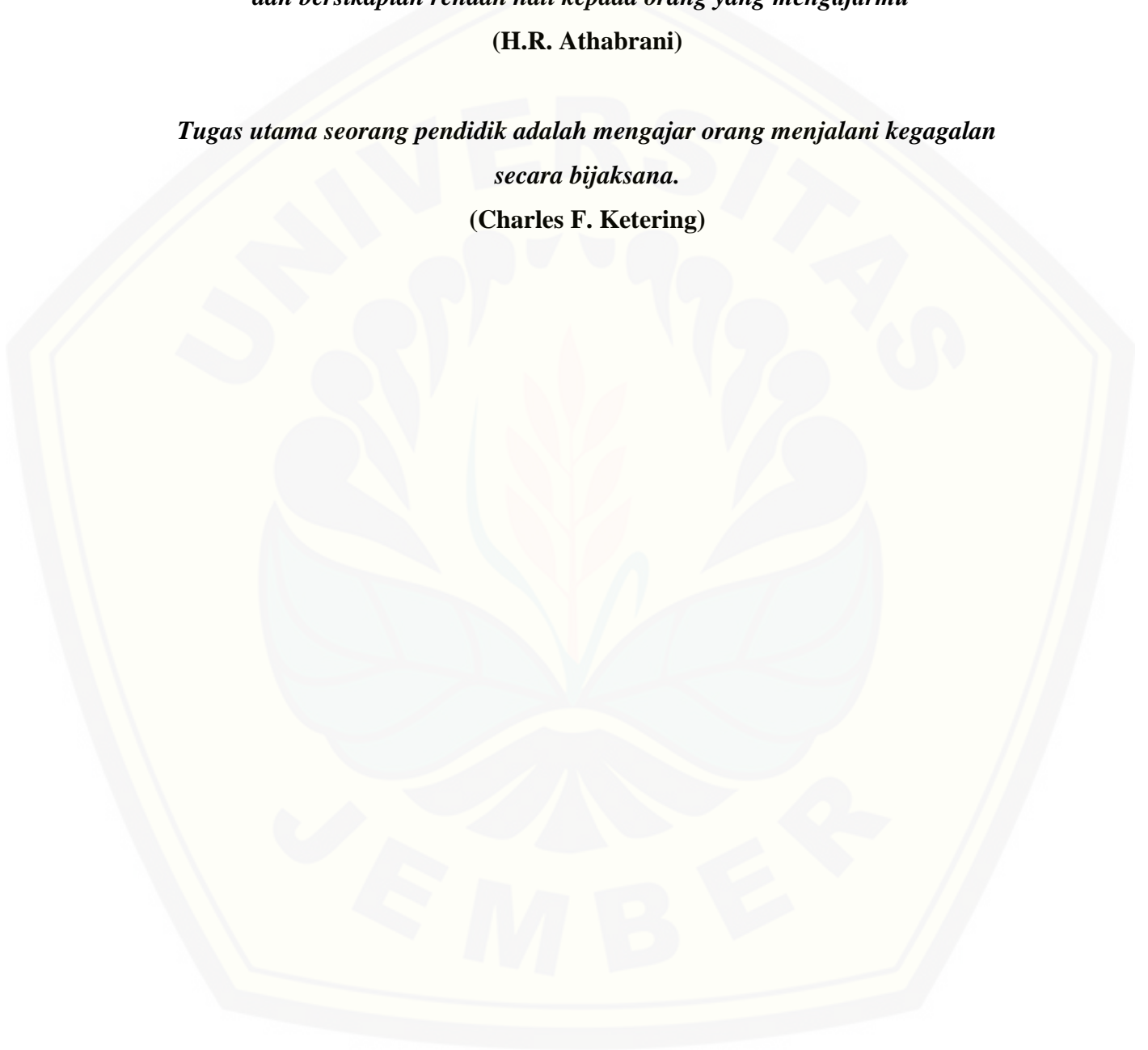
**MOTTO**

*“Tuntutlah ilmu dan belajarlah (untuk ilmu) ketenangan dan kehormatan diri  
dan bersikaplah rendah hati kepada orang yang mengajarmu”*

**(H.R. Athabrani)**

*Tugas utama seorang pendidik adalah mengajar orang menjalani kegagalan  
secara bijaksana.*

**(Charles F. Kettering)**



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Imam Syahroni

NIM : 131820101007

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Pengembangan konsep trigonometri kurikulum 2013 dalam bentuk *software* pembelajaran *saintifik*” adalah benar-benar karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada instansi manapun, dan 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 ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik apabila ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juni 2015

Yang menyatakan

Imam Syahroni  
NIM 131820101007

**PENGEMBANGAN KONSEP TRIGONOMETRI KURIKULUM 2013  
DALAM BENTUK *SOFTWARE* PEMBELAJARAN *SAINTIFIK***

**TESIS**

Oleh  
**Imam Syahroni**  
**NIM 131820101007**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D  
Dosen Pembimbing Anggota : Ahmad Kamsyakawuni, S.Si, M.Kom

**PENGESAHAN**

Tesis ini berjudul “Pengembangan Konsep Trigonometri Kurikulum 2013 dalam Bentuk *Software* Pembelajaran *Saintifik*” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Program Pascasarjana Universitas Jember

**Tim Penguji**

Ketua,

Sekretaris,

Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D  
NIP 196101081986021001

Ahmad Kamsyakawuni, S.Si, M.Kom  
NIP 197211291998021001

Anggota I,

Anggota II,

Prof. Drs. I Made Tirta, M.Sc., Ph.D  
NIP 195912201985031002

Kosala Dwidja Purnomo, S.Si, M.Si.  
NIP 196908281998021001

Mengesahkan  
Dekan,

Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D  
NIP 196101081986021001

## RINGKASAN

**Pengembangan Konsep Trigonometri Kurikulum 2013 dalam Bentuk Software Pembelajaran Sainifik**; Imam Syahroni; 131820101007; 2015; 85 halaman; Jurusan Magister Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penerapan pembelajaran matematika kurikulum 2013 menggunakan pendekatan *sainifik* banyak ditemukan kendala. Umumnya guru dan siswa jarang melakukan praktikum dalam pembelajaran matematika untuk penguasaan materi pelajaran, khususnya di bidang trigonometri. Akibatnya, siswa kurang memahami konsep trigonometri yang sedang dipelajari dan lemah dalam penggunaan *software* matematika. Dalam pembelajaran trigonometri masih banyak ditemukan siswa yang sulit memahami konsep-konsep dasar ataupun prosedur hitung trigonometri yang diberikan. Selain itu belum banyak guru menggunakan media pembelajaran berbasis *sainifik* yang memudahkan siswa untuk menguasai konsep. Oleh karena itu untuk mengatasi kesulitan siswa dalam memahami konsep trigonometri dan mengatasi kelemahan siswa dalam aplikasi *software* matematika, maka perlu dikembangkan *software* pembelajaran interaktif dengan bantuan sistem *Graphical User Interface* (GUI) Matlab. Dengan adanya *software* tersebut diharapkan guru dan siswa lebih sering melakukan praktikum matematika untuk penguasaan materi, sehingga kendala-kendala dalam pembelajaran trigonometri dapat diatasi.

Pengembangan konsep trigonometri dengan bantuan GUI Matlab, dapat menghasilkan *software* pembelajaran interaktif dengan tahapan penyusunan sebagai berikut. Pertama, menetapkan konsep trigonometri yang akan dikembangkan ke GUI Matlab, meliputi: (1) konsep rumus Pythagoras; (2) penerapan rumus Pythagoras; (3) perbandingan ukuran sisi-sisi segitiga siku-siku; (4) perbandingan trigonometri segitiga siku-siku; (5) batas minimum dan maksimum nilai trigonometri; (6) perbandingan trigonometri di koordinat kartesius; (7) relasi sudut; dan (8) perbandingan trigonometri sudut berelasi. Kedua, membuat prosedur dan program dari tahapan pertama, ke dalam bentuk *software* GUI Matlab. Ketiga, mensimulasikan, mengevaluasi dan melakukan perbaikan hasil program.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan konsep trigonometri dapat dibuat dengan langkah-langkah sebagai berikut. Pertama, penyediaan data dan menyusun pertanyaan untuk mengkonstruksi konsep trigonometri, antara lain: Konsep (1), menyediakan data berupa rumus Pythagoras dan rumus bukan Pythagoras dalam berbagai bentuk variasi aljabar yang nilainya ekuivalen. Menyusun pertanyaan untuk membedakan rumus Pythagoras dan rumus bukan Pythagoras. Konsep (2), menyediakan data segitiga siku-siku dan segitiga bukan siku-siku yang ukuran sisi-sisinya bervariasi. Menyusun pertanyaan untuk menguji ketiga sisi segitiga merupakan sisi-sisi segitiga siku-siku. Konsep (3) menyediakan data segitiga siku-siku yang ukuran sisinya berbeda. Menyusun

pertanyaan untuk mendaftar semua kemungkinan pasangan perbandingan 2 sisi segitiga siku-siku. Konsep (4), menyediakan data segitiga siku-siku dan menyusun pertanyaan untuk membuat 6 pasang perbandingan yang berbeda antar sisi-sisi segitiga, dan memberi nama lain perbandingan tersebut. Konsep (5), menyediakan data 4 (empat) pasang bilangan tripel Pythagoras dan menyusun pertanyaan untuk membuat perbandingan 2 sisi segitiga yang memenuhi nilai sinus, cosinus, dan tangen agar diketahui batas minimum dan maksimumnya. Konsep (6), menyediakan data segitiga siku-siku dengan parameter panjang sisi, sudut, dan titik koordinat. Menyusun pertanyaan untuk menyusun rumus perbandingan trigonometri utama di setiap kuadran dan menentukan tanda nilai positif dan negatifnya. Konsep (7), menyediakan data gambar relasi sudut dan menyusun pertanyaan untuk membuat ukuran dua sudut yang memenuhi relasi tertentu. Konsep (8), menyediakan data gambar relasi dua segitiga siku-siku, dan menyusun pertanyaan untuk mencari rumus trigonometri yang saling berelasi dari kedua segitiga tersebut. Kedua, menyediakan variasi jawaban yang benar dan salah. Ketiga, menyusun kotak “Jawab” dan “Evaluasi”. Keempat, membuat kotak “Rekap Jawaban”, meliputi jumlah benar dan salah. Kelima, membuat kotak “Kesimpulan” untuk mengetahui tingkat penguasaan konsep atau kesimpulan tentang suatu konsep.

**Kata Kunci:** Kurikulum 2013, Pendekatan *Saintifik*, Konsep Trigonometri, *Software* Matematika,



## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, dan hidayahNya kepada kami, sehingga tugas mata kuliah Tesis yang berjudul “Pengembangan Konsep Trigonometri Kurikulum 2013 dalam Bentuk *Software* Pembelajaran *Saintifik*” ini dapat terselesaikan dengan baik.

Terimakasih kami sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu kami dalam menyelesaikan tugas akhir ini, antara lain kepada:

1. Bapak Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D selaku Dosen Pembimbing Utama yang selalu memberikan bimbingan dan saran-saran demi terselesaikannya tugas akhir ini.
2. Bapak Ahmad Kamsyakawuni, S.Si, M.Kom, selaku Dosen Pembimbing Anggota yang selalu memberikan bimbingan dan saran-saran demi terselesaikannya tugas akhir ini.
3. Bapak Drs. I Made Tirta, M.Sc., Ph.D selaku Dosen penguji I.
4. Bapak Kosala Dwidja Purnomo, S.Si, M.Si, selaku Dosen penguji II.
5. Semua Dosen pembina mahasiswa S2 Jurusan Magister Matematika FMIPA Universitas Jember yang selalu memberikan bimbingan, dorongan, motivasi, dan saran-saran demi terselesaikannya tugas akhir ini.
6. Rekan-rekan seperjuangan mahasiswa S2 Magister Matematika angkatan 2013 yang selalu memberikan semangat, ide, dan saran dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan tulisan ini. Besar harapan penulis semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, khususnya penulis.

Jember, Juni 2015

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
<b>2.1 Konsep Segitiga Siku-siku sebagai Materi Prasyarat</b> <b>Trigonometri</b> .....	4
<b>2.2 Perbandingan Trigonometri pada Segitiga Siku-siku</b> .....	8
<b>2.3 Nilai Perbandingan Trigonometri Sudut-sudut Istimewa</b> .....	9
<b>2.4 Pembagian Sudut dalam Koordinat Kartesius</b> .....	10
<b>2.5 Perbandingan Trigonometri pada Koordinat Kartesius</b> .....	13
<b>2.6 Perbandingan Trigonometri Sudut-sudut Berelasi</b> .....	14
<b>2.7 Graphical User Interface (GUI) pada Matlab</b> .....	23
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b>	
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
<b>4.1 Konstruksi Konsep Trigonometri</b> .....	28

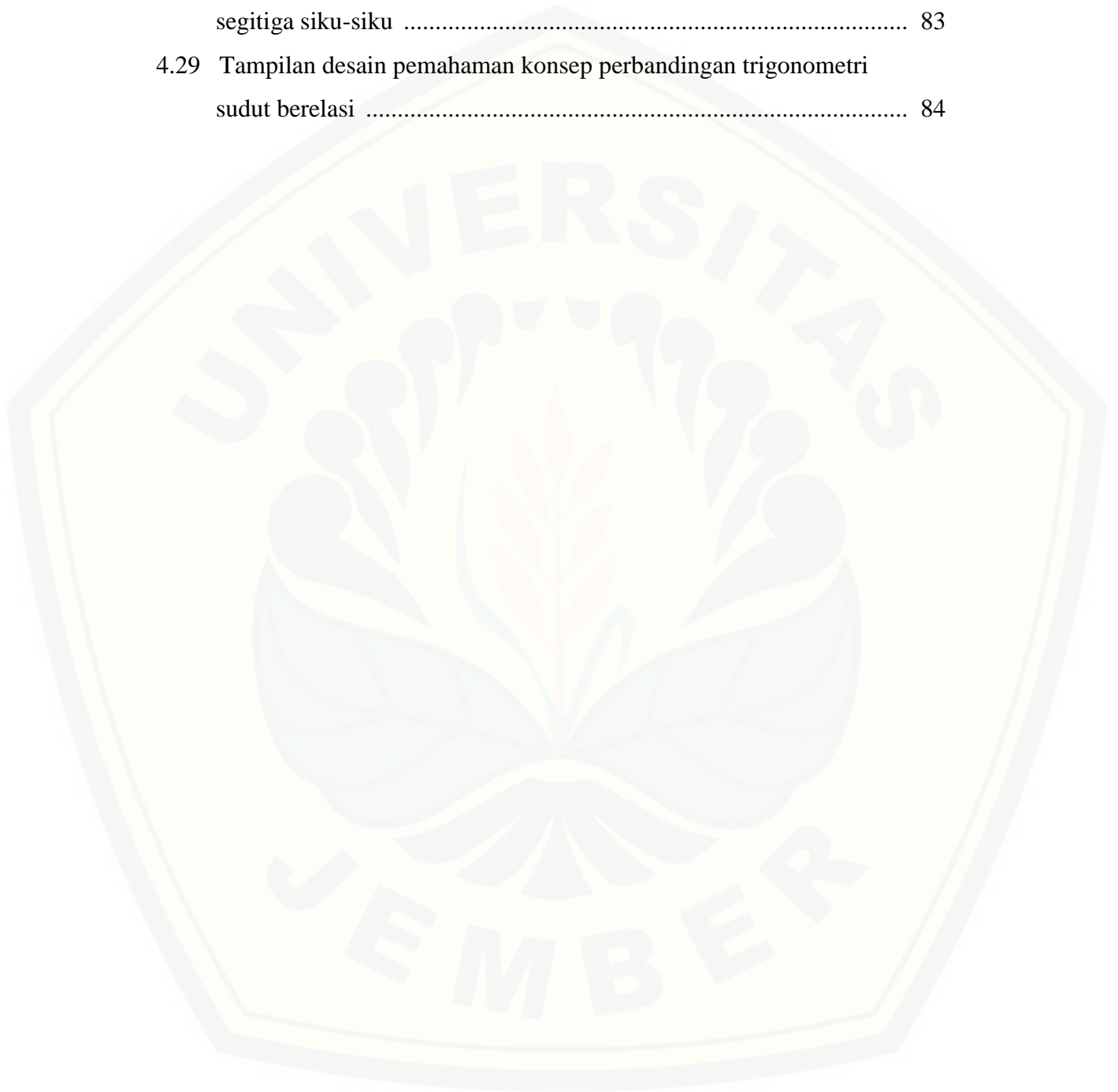
4.1.1	Konstruksi Konsep Segitiga Siku-siku .....	28
4.1.2	Konstruksi Konsep Perbandingan Ukuran Sisi-sisi Segitiga Siku-siku.....	35
4.1.3	Konstruksi Konsep Perbandingan Trigonometri Segitiga Siku-siku.....	38
4.1.4	Konstruksi Konsep Batas Minimum dan Batas Maksimum Nilai Trigonometri Segitiga Siku-siku .....	41
4.1.5	Konstruksi Konsep Perbandingan Trigonometri pada Koordinat Kartesius.....	44
4.1.6	Konstruksi Konsep Relasi Sudut .....	47
4.1.7	Konstruksi Konsep Perbandingan Trigonometri Sudut Berelasi .....	49
<b>4.2</b>	<b>Membuat Program dalam Bentuk GUI Matlab .....</b>	<b>53</b>
4.2.1	Membuat program GUI Matlab konsep segitiga siku-siku ..	53
4.2.2	Membuat program GUI Matlab konsep perbandingan ukuran sisi-sisi segitiga siku-siku.....	61
4.2.3	Membuat program GUI Matlab konsep perbandingan trigonometri segitiga siku-siku.....	63
4.2.4	Membuat program GUI Matlab konsep batas minimum dan maksimum nilai trigonometri segitiga siku-siku .....	66
4.2.5	Membuat program GUI Matlab konsep perbandingan trigonometri pada koordinat kartesius.....	70
4.2.6	Membuat program GUI Matlab konsep relasi sudut .....	73
4.2.7	Membuat program GUI Matlab konsep perbandingan trigonometri sudut berelasi .....	76
<b>4.3</b>	<b>Pembahasan .....</b>	<b>80</b>
<b>BAB 5. PENUTUP</b>		
<b>5.1</b>	<b>Kesimpulan .....</b>	<b>85</b>
<b>5.2</b>	<b>Saran.....</b>	<b>85</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>86</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>87</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Segitiga siku-siku .....	6
2.2 Hubungan sisi-sisi dan sudut pada segitiga siku-siku .....	7
2.3 Segitiga siku-siku yang memuat sudut $30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ .....	9
2.4 Sudut berdasarkan arah putarnya .....	10
2.5 Pembagian sudut di setiap kuadran .....	11
2.6 Kombinasi sudut pada koordinat kartesius .....	12
2.7 Relasi sudut $\alpha$ dan $(90^\circ - \alpha)$ .....	15
2.8 Relasi sudut $\alpha$ dan $(180^\circ - \alpha)$ .....	16
2.9 Relasi sudut $\alpha$ dan $(90^\circ + \alpha)$ .....	17
2.10 Relasi sudut $\alpha$ dan $(180^\circ + \alpha)$ .....	18
2.11 Relasi sudut $\alpha$ dan $(270^\circ - \alpha)$ .....	19
2.12 Relasi sudut $\alpha$ dan $(360^\circ - \alpha)$ .....	20
2.13 Relasi sudut $\alpha$ dan $(270^\circ + \alpha)$ .....	21
2.14 Relasi sudut $\alpha$ dan $(-\alpha)$ .....	22
3.1 Skema penelitian pengembangan konsep trigonometri .....	27
4.1 Diagram konstruksi konsep rumus Pythagoras .....	30
4.2 <i>Flowchart</i> prosedur pengerjaan konsep rumus Pythagoras .....	31
4.3 Diagram konstruksi penerapan rumus Pythagoras .....	33
4.4 <i>Flowchart</i> prosedur pengerjaan penerapan rumus Pythagoras .....	34
4.5 Diagram konstruksi konsep perbandingan ukuran sisi-sisi segitiga siku-siku .....	36
4.6 <i>Flowchart</i> prosedur pengerjaan konsep perbandingan ukuran sisi-sisi segitiga siku-siku .....	37
4.7 Diagram konstruksi konsep perbandingan trigonometri segitiga siku- siku .....	39

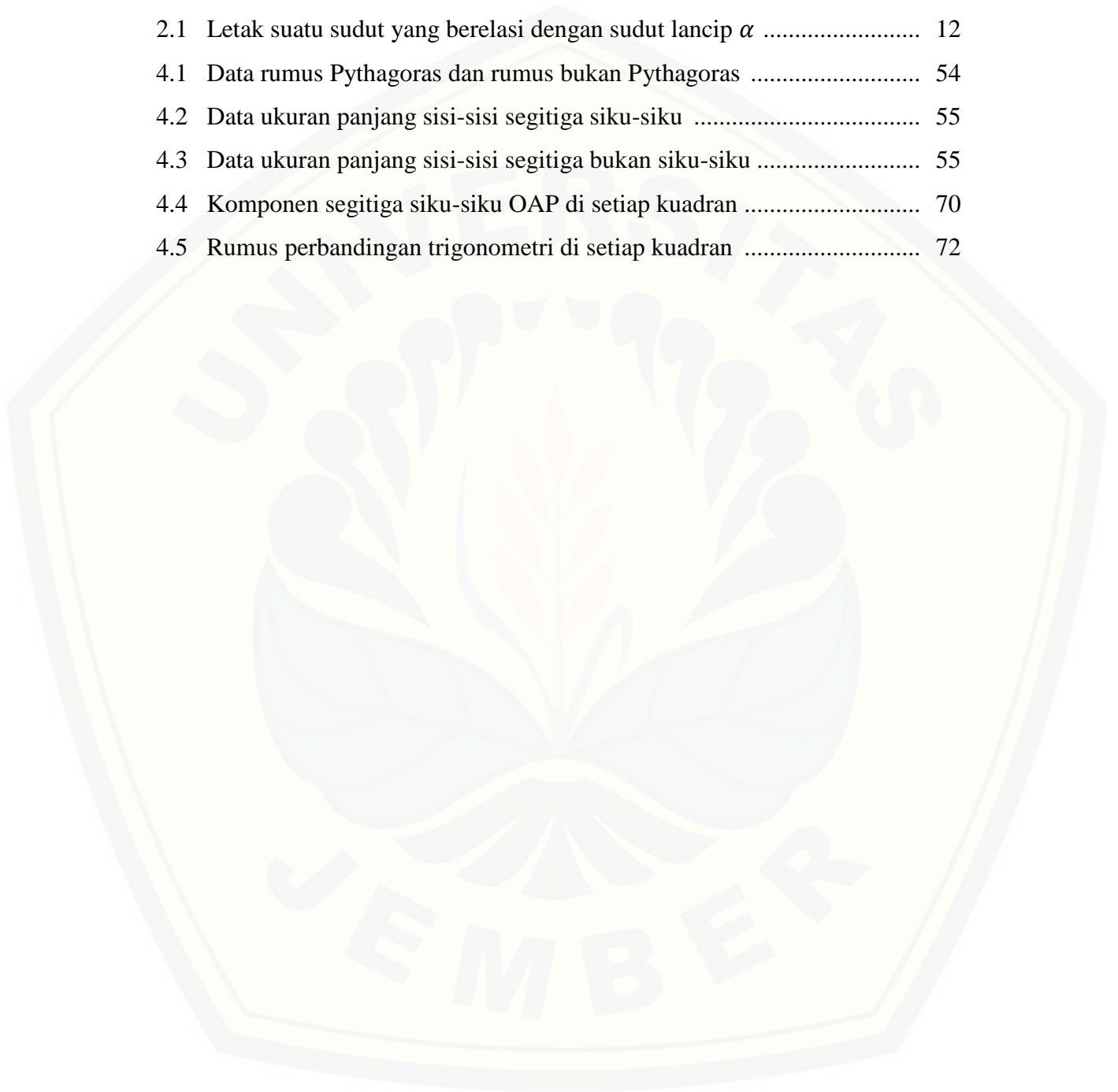
4.8	<i>Flowchart</i> prosedur pengerjaan konsep perbandingan trigonometri segitiga siku-siku .....	40
4.9	Diagram konstruksi konsep batas minimum dan maksimum nilai trigonometri segitiga siku-siku .....	42
4.10	<i>Flowchart</i> prosedur pengerjaan konsep batas minimum dan maksimum nilai trigonometri segitiga siku-siku .....	43
4.11	Diagram konstruksi konsep perbandingan trigonometri pada koordinat kartesius .....	45
4.12	<i>Flowchart</i> prosedur pengerjaan konsep perbandingan trigonometri di koordinat kartesius .....	46
4.13	Diagram konstruksi konsep relasi sudut .....	48
4.14	<i>Flowchart</i> prosedur pengerjaan konsep relasi sudut .....	49
4.15	Diagram konstruksi konsep perbandingan trigonometri sudut berelasi .....	51
4.16	<i>Flowchart</i> prosedur pengerjaan konsep perbandingan trigonometri sudut berelasi .....	52
4.17	Desain pengembangan konsep rumus Pythagoras .....	60
4.18	Desain pengembangan penerapan rumus Pythagoras .....	60
4.19	Desain pengembangan konsep perbandingan ukuran sisi-sisi segitiga siku-siku .....	63
4.20	Desain pengembangan konsep perbandingan trigonometri segitiga siku-siku .....	66
4.21	Desain pengembangan konsep batas nilai trigonometri segitiga siku-siku .....	69
4.22	Desain pengembangan konsep perbandingan trigonometri pada koordinat kartesius .....	73
4.23	Desain pengembangan konsep relasi sudut .....	76
4.24	Desain pengembangan konsep perbandingan trigonometri sudut berelasi .....	79
4.25	Tampilan desain pemahaman konsep rumus Pythagoras .....	80
4.26	Tampilan desain penerapan rumus Pythagoras .....	81

4.27	Tampilan desain pemahaman konsep perbandingan ukuran sisi-sisi segitiga siku-siku .....	82
4.28	Tampilan desain pemahaman konsep perbandingan trigonometri segitiga siku-siku .....	83
4.29	Tampilan desain pemahaman konsep perbandingan trigonometri sudut berelasi .....	84



## DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Letak suatu sudut yang berelasi dengan sudut lancip $\alpha$ .....	12
4.1 Data rumus Pythagoras dan rumus bukan Pythagoras .....	54
4.2 Data ukuran panjang sisi-sisi segitiga siku-siku .....	55
4.3 Data ukuran panjang sisi-sisi segitiga bukan siku-siku .....	55
4.4 Komponen segitiga siku-siku OAP di setiap kuadran .....	70
4.5 Rumus perbandingan trigonometri di setiap kuadran .....	72



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. <i>Script</i> desain pemahaman konsep rumus Pythagoras .....	87
2. <i>Script</i> desain pemahaman prinsip penerapan rumus Pythagoras .....	89
3. <i>Script</i> desain pemahaman konsep perbandingan ukuran sisi segitiga siku-siku	91
4. <i>Script</i> desain pemahaman konsep perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku .....	93
5. <i>Script</i> desain pemahaman konsep batas minimum dan maksimum nilai trigonometri segitiga siku-siku .....	95
6. <i>Script</i> desain pemahaman konsep perbandingan trigonometri pada koordinat kartesius .....	100
7. <i>Script</i> desain pemahaman konsep relasi sudut .....	105
8. <i>Script</i> desain pemahaman konsep perbandingan trigonometri sudut berelasi .....	107



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penerapan pembelajaran matematika kurikulum 2013 menggunakan pendekatan *saintifik* banyak ditemukan kendala. Umumnya guru belum mampu memilih, merencanakan, dan melaksanakan prosedur *saintifik* yang sesuai/relevan dengan kebutuhan untuk penguasaan konsep/materi bagi siswa. Salah satu prosedur *saintifik* yang belum banyak dilakukan oleh guru dan siswa dalam pembelajaran matematika adalah tahapan mencoba. Misalnya mengoperasikan *software* aplikasi matematika untuk menjelaskan konsep, prinsip, atau prosedur matematika sehingga materi dapat lebih mudah dipahami oleh siswa. Namun, pada kenyataannya banyak sekolah sudah memiliki laboratorium komputer, tetapi dalam pembelajaran matematika jarang dilakukan praktikum untuk penguasaan materi pelajaran khususnya di bidang trigonometri. Akibatnya, siswa kurang memahami konsep trigonometri yang sedang dipelajari dan lemah dalam penggunaan *software* matematika.

Dalam kurikulum 2013, cakupan materi trigonometri di tingkat SMA cukup luas, sehingga pokok bahasan trigonometri tidak hanya diberikan di kelas 10 tetapi juga di kelas 11 Sekolah Menengah Atas (SMA). Dengan muatan materi yang banyak tersebut, masalahnya adalah masih banyak ditemukan siswa yang sulit memahami konsep-konsep dasar ataupun prosedur hitung trigonometri yang diberikan. Selain itu belum banyak guru menggunakan media pembelajaran berbasis *saintifik*, yaitu media yang dapat disimulasikan/didemonstrasikan pada tahapan mencoba untuk menjelaskan konsep, prinsip, atau prosedur trigonometri sehingga memudahkan siswa untuk menguasai konsep. Wiyartimi (2010) melakukan penelitian mengenai diagnosis kesalahan dan kesulitan belajar matematika siswa pada materi trigonometri rumus-rumus segitiga. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kesalahan dominan yang dilakukan siswa adalah kesalahan konsep. Kesulitan belajar siswa terletak pada penggunaan trigonometri rumus-rumus segitiga. Faktor penyebab kesulitan siswa tersebut adalah karena

siswa tidak menguasai materi prasyarat dengan benar, siswa tidak memahami soal dengan benar dan tidak memahami materi trigonometri rumus-rumus segitiga secara utuh. Semadiartha (2012) melakukan penelitian tentang pengembangan media pembelajaran berbasis komputer dengan Microsoft Excel yang berorientasi teori Van Hiele pada bahasan Trigonometri kelas X SMA. Hasil penelitian menunjukkan, media pembelajaran yang memperhatikan tingkat berpikir siswa dapat membantu siswa dalam memecahkan masalah matematika materi trigonometri. Hasil penelitian Afriati (2012) menunjukkan bahwa peningkatan pemahaman konsep trigonometri siswa yang memperoleh pendekatan penemuan terbimbing berbantuan *Software Autograph* lebih tinggi dari siswa yang memperoleh pendekatan biasa. Dari ketiga hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa siswa yang mempelajari trigonometri mengalami kesulitan dan penggunaan media pembelajaran dapat memudahkan siswa memahami konsep trigonometri.

Dalam bidang Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) banyak aplikasi *software* yang dapat dikembangkan untuk media pembelajaran. Namun setiap *software* memiliki keunggulan dan kelemahan. Misalnya *software Matlab*, memiliki kelebihan pada perhitungan numerik, namun dalam hal visualisasi gambar/grafik cenderung kurang menarik. *Software* lainnya seperti *Autograph*, *Geogebra*, *Cabri-Geometri*, atau *Maple*, mampu memvisualisasikan benda-benda geometri dengan desain dan ukuran yang tepat dan menarik, namun tampilan gambarnya hanya seperti gambar di papan tulis dan umumnya tidak interaktif. Oleh karena itu untuk mengatasi kesulitan siswa dalam memahami konsep trigonometri dan mengatasi kelemahan siswa dalam aplikasi *software* matematika, maka perlu dikembangkan *software* pembelajaran interaktif dengan menggunakan bantuan sistem *Graphical User Interface (GUI) Matlab*. Dengan adanya *software* tersebut diharapkan guru dan siswa lebih sering melakukan praktikum matematika untuk penguasaan materi, sehingga kendala-kendala dalam pembelajaran, khususnya pada materi trigonometri dapat diatasi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada bagian latar belakang, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana mengembangkan konsep trigonometri kurikulum 2013 dalam bentuk *software* pembelajaran *saintifik* menggunakan sistem GUI Matlab?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah pada bagian 1.2, maka tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan *software* pembelajaran *saintifik* menggunakan sistem GUI Matlab pada konsep trigonometri kurikulum 2013.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Guru dapat menggunakan *software* pembelajaran *saintifik* sistem GUI Matlab konsep trigonometri sebagai alat praktikum matematika di sekolah.
- b. Siswa dapat lebih mudah memahami konsep trigonometri dengan menggunakan *software* pembelajaran *saintifik* sistem GUI Matlab.
- c. Sebagai referensi penulis lain agar dapat mengembangkan media pembelajaran yang sejenis dengan menggunakan *software* GUI Matlab.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan rumusan masalah pada subbab 1.2, maka pada bab 2 ini akan diuraikan materi/konsep trigonometri. Uraian materi ini sebagai acuan untuk mengembangkan *software* pembelajaran interaktif materi trigonometri pada program *Graphical User Interface* (GUI) Matlab. Konsep trigonometri yang akan dikembangkan ke GUI Matlab meliputi: konsep segitiga siku-siku (sebagai materi prasyarat); perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku; perbandingan trigonometri pada koordinat kartesius, relasi sudut; dan perbandingan trigonometri sudut-sudut berelasi. Selain itu juga akan diuraikan beberapa contoh *syntax* dalam GUI Matlab.

### 2.1 Konsep Segitiga Siku-siku sebagai Materi Prasyarat Trigonometri

Segitiga adalah poligon yang bersisi tiga (Kusno, 2004: 71). Segitiga juga didefinisikan sebagai bangun datar yang mempunyai tiga sisi dan tiga sudut. Ketiga ujung sisi saling bertemu dan membentuk tiga buah sudut. Jumlah besar ketiga sudut dalam segitiga adalah  $180^\circ$ , dan besar setiap sudutnya adalah  $0^\circ < x < 180^\circ$  (Harahap, 1999: 308).

Jenis-jenis segitiga dapat dibedakan berdasarkan ukuran sisi dan besar sudutnya, yaitu:

- a. jenis segitiga berdasarkan sisinya
  - 1) *Segitiga sebarang*, yaitu segitiga yang sisi-sisinya tidak sama panjang.
  - 2) *Segitiga sama kaki*, yaitu segitiga yang mempunyai dua buah sisi sama panjang.
  - 3) *Segitiga sama sisi*, yaitu segitiga yang memiliki tiga buah sisi sama panjang.
- b. jenis segitiga berdasarkan sudutnya

Jenis-jenis sudut dibedakan menjadi 5 (lima) macam, yaitu: sudut siku-siku (sudut yang besarnya  $90^\circ$ ), sudut lurus (sudut yang besarnya  $180^\circ$ ), sudut lancip ( $0^\circ < x < 90^\circ$ ); sudut tumpul ( $90^\circ < x < 180^\circ$ ); dan sudut refleks

( $180^\circ < x < 360^\circ$ ). Jenis-jenis sudut tersebut digunakan untuk membedakan jenis-jenis segitiga berdasarkan sudutnya. Jenis segitiga berdasarkan sudutnya dapat dibedakan menjadi 3 (tiga) macam, yaitu:

- 1) *segitiga lancip*, yaitu segitiga yang ketiga sudutnya merupakan sudut lancip.
- 2) *segitiga tumpul*, yaitu segitiga yang salah satu sudutnya merupakan sudut tumpul.
- 3) *segitiga siku-siku*, yaitu segitiga yang besar salah satu sudutnya  $90^\circ$ .

Pada suatu segitiga terdapat hubungan antara panjang sisi dan besar sudutnya.

Hubungan tersebut antara lain sebagai berikut:

a) Ketaksamaan segitiga

Pada setiap segitiga selalu berlaku bahwa jumlah ukuran dua buah sisinya selalu lebih panjang daripada ukuran sisi ketiga. Misalkan suatu segitiga memiliki ukuran sisi  $a$ ,  $b$ , dan  $c$ , maka berlaku salah satu dari ketidaksamaan berikut:

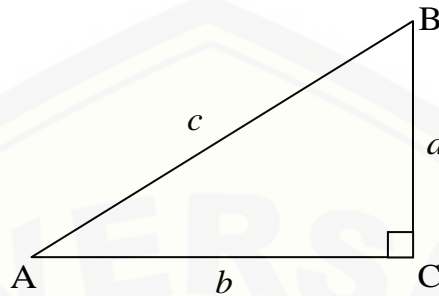
- (i)  $a + b > c$
- (ii)  $a + c > b$
- (iii)  $b + c > a$

b) Hubungan besar sudut dan panjang sisi suatu segitiga

Pada setiap segitiga berlaku sudut terbesar terletak berhadapan dengan sisi terpanjang, sedangkan sudut terkecil terletak berhadapan dengan sisi terpendek.

Dari berbagai macam jenis segitiga tersebut di atas, terdapat segitiga istimewa. Segitiga istimewa adalah segitiga yang mempunyai sifat-sifat khusus (istimewa). Dalam hal ini yang termasuk segitiga istimewa adalah segitiga siku-siku, segitiga sama kaki, dan segitiga sama sisi. Konsep segitiga siku-siku merupakan materi prasyarat untuk memahami konsep trigonometri. Untuk itu, pada bagian ini hanya akan diuraikan mengenai sifat-sifat dari segitiga siku-siku.

Pada Gambar 2.1 diketahui segitiga  $ABC$  siku-siku di  $C$ , dengan sisi-sisinya berturut-turut, yaitu  $BC = a, AC = b, AB = c$  dan ketiga sudutnya adalah  $\angle BAC = A, \angle ABC = B$ , dan  $\angle ACB = C = 90^\circ$ .

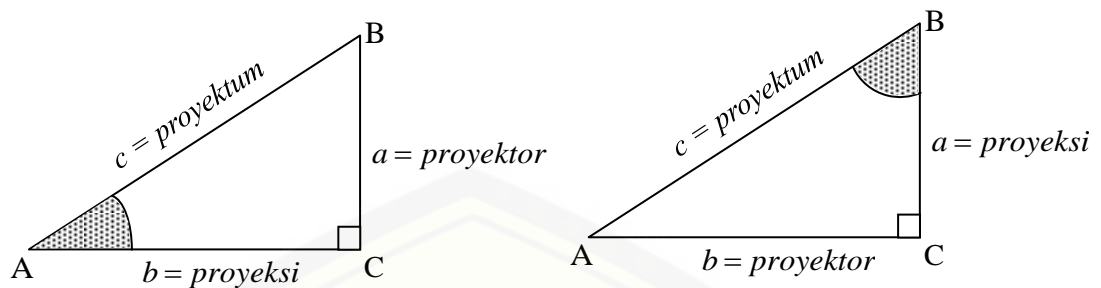


Gambar 2.1 Segitiga siku-siku

Dari gambar segitiga  $ABC$  di atas, dapat dikenali sifat-sifat segitiga siku-siku, yaitu.

- 1) Sifat-sifat sudut pada segitiga siku-siku
  - a. Jumlah ukuran ketiga sudutnya adalah  $180^\circ$  ( $\angle A + \angle B + \angle C = 180^\circ$ ).
  - b. Besar salah satu sudutnya adalah  $90^\circ$  yaitu  $\angle C$ .
  - c.  $\angle C$  adalah sudut terbesar.
  - d.  $\angle A$  dan  $\angle B$  adalah sudut lancip.
  - e.  $\angle A + \angle B = 90^\circ$  maka  $\angle A = 90^\circ - \angle B$  atau  $\angle B = 90^\circ - \angle A$ .
- 2) Sifat-sifat sisi pada segitiga siku-siku
  - a. Sisi  $BC = a$  dan sisi  $AC = b$  dinamakan sisi siku-siku.
  - b. Sisi  $AB = c$  dinamakan sisi miring (*hipotenusa*).
  - c. Sisi  $AB = c$  merupakan sisi terpanjang.
  - d. Berlaku teorema *Pythagoras*, yaitu “kuadrat panjang sisi miring segitiga siku-siku sama dengan jumlah kuadrat sisi-sisi lainnya”. Teorema *Pythagoras* tersebut, dapat diformulasikan menjadi rumus *Pythagoras*, yaitu  $c^2 = a^2 + b^2$ .
- 3) Hubungan panjang sisi dan besar sudut pada segitiga siku-siku.
 

Pada segitiga siku-siku terdapat hubungan antara panjang sisi dan besar sudutnya. Hubungan tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut.

(a) Hubungan sisi dengan sudut  $A$ (b) Hubungan sisi dengan sudut  $B$ 

Gambar 2.2 Hubungan sisi-sisi dan sudut pada segitiga siku-siku

Pada Gambar 2.2 (a) diketahui hubungan sisi-sisi terhadap sudut  $A$  adalah:

- 1) sisi  $BC = a$  adalah sisi siku-siku yang terletak di depan sudut  $A$  (disebut sebagai *proyektor/ yang memproyeksikan*);
- 2) sisi  $AC = b$  adalah sisi siku-siku yang mengapit atau berdekatan dengan sudut  $A$  (disebut sebagai *proyeksi/ hasil proyeksi*); dan
- 3) sisi  $AB = c$  sebagai sisi miring atau *hipotenusa* (disebut *proyektum/ yang diproyeksikan*).

Pada Gambar 2.2 (b) diketahui hubungan sisi-sisi terhadap sudut  $B$  adalah:

- 1) sisi  $AC = b$  adalah sisi siku-siku yang terletak di depan sudut  $B$  (disebut sebagai *proyektor/ yang memproyeksikan*);
- 2) sisi  $BC = a$  adalah sisi siku-siku yang mengapit atau berdekatan dengan sudut  $B$  (disebut sebagai *proyeksi/ hasil proyeksi*); dan
- 3) sisi  $AB = c$  sebagai sisi miring atau *hipotenusa* (disebut *proyektum/ yang diproyeksikan*).

Hubungan ukuran sisi-sisi segitiga siku-siku dengan sudut lancipnya:

- 1) Pada Gambar 2.2(a), jika ukuran sudut  $A$  mendekati nol maka nilai  $a$  mendekati nol dan nilai  $c$  mendekati nilai  $b$ .
- 2) Pada Gambar 2.2(a), jika ukuran sudut  $A$  diperbesar maka nilai  $b$  mendekati nol dan nilai  $a$  mendekati nilai  $c$ .

Hubungan sisi-sisi dan sudut pada segitiga siku-siku tersebut akan digunakan untuk mendefinisikan istilah perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku yang akan diuraikan pada bagian 2.2.

## 2.2 Perbandingan Trigonometri pada Segitiga Siku-siku

Perbandingan trigonometri merupakan hubungan perbandingan antara sudut-sudut lancip dengan sisi-sisi segitiga siku-siku. Dari segitiga siku-siku  $ABC$  pada Gambar 2.1, dapat didefinisikan perbandingan trigonometri sebagai berikut:

- 1) *sinus* (selanjutnya disingkat *sin*) suatu sudut didefinisikan sebagai perbandingan sisi siku-siku di depan sudut itu dengan sisi miringnya (*hipotenusa*).

*Sinus* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\sin A = \frac{\text{proyektor}}{\text{proyektum}} = \frac{BC}{AB} = \frac{a}{c} \quad \text{dan} \quad \sin B = \frac{\text{proyektor}}{\text{proyektum}} = \frac{AC}{AB} = \frac{b}{c}$$

- 2) *cosinus* (selanjutnya disingkat *cos*) suatu sudut didefinisikan sebagai perbandingan sisi siku-siku di samping sudut itu dengan sisi miringnya (*hipotenusa*).

*Cosinus* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\cos A = \frac{\text{proyeksi}}{\text{proyektum}} = \frac{AC}{AB} = \frac{b}{c} \quad \text{dan} \quad \cos B = \frac{\text{proyeksi}}{\text{proyektum}} = \frac{BC}{AB} = \frac{a}{c}$$

- 3) *tangen* (selanjutnya disingkat *tan*) suatu sudut didefinisikan sebagai perbandingan sisi siku-siku di depan sudut itu dengan sisi sampingnya.

*Tangen* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\tan A = \frac{\text{proyektor}}{\text{proyeksi}} = \frac{BC}{AC} = \frac{a}{b} \quad \text{dan} \quad \tan B = \frac{\text{proyektor}}{\text{proyeksi}} = \frac{AC}{BC} = \frac{b}{a}$$

- 4) *cosecan* (selanjutnya disingkat *csc*) suatu sudut didefinisikan sebagai perbandingan sisi miring (*hipotenusa*) dengan sisi siku-siku di depan sudut itu.

*Cosecan* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\csc A = \frac{\text{proyektum}}{\text{proyektor}} = \frac{AB}{BC} = \frac{c}{a} \quad \text{dan} \quad \csc B = \frac{\text{proyektum}}{\text{proyektor}} = \frac{AB}{AC} = \frac{c}{b}$$

- 5) *secan* (selanjutnya disingkat *sec*) suatu sudut didefinisikan sebagai perbandingan sisi miring dengan sisi siku-siku di samping sudut itu.

*Secan* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\sec A = \frac{\text{proyektum}}{\text{proyeksi}} = \frac{AB}{AC} = \frac{c}{b} \quad \text{dan} \quad \sec B = \frac{\text{proyektum}}{\text{proyeksi}} = \frac{AB}{BC} = \frac{c}{a}$$

- 6) *cotangen* (selanjutnya disingkat *cot*) suatu sudut didefinisikan sebagai perbandingan sisi siku-siku di samping sudut itu dengan sisi depannya.

*Cotangen* dapat dirumuskan sebagai berikut:



$$\cot A = \frac{\text{proyeksi}}{\text{proyektor}} = \frac{AC}{BC} = \frac{b}{a} \quad \text{dan} \quad \cot B = \frac{\text{proyeksi}}{\text{proyektor}} = \frac{BC}{AC} = \frac{a}{b}$$

Berdasarkan definisi perbandingan trigonometri, maka diperoleh hubungan rumus yang dinamakan identitas fundamental yang terdiri atas rumus kebalikan dan rumus perbandingan. Untuk setiap sudut  $\alpha$  sebarang, berlaku rumus kebalikan sebagai berikut:

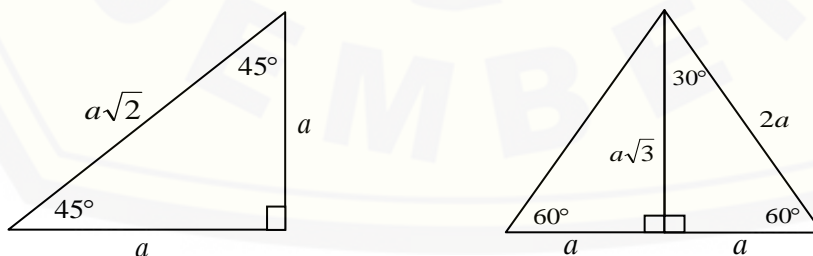
$$\begin{aligned} \csc \alpha &= \frac{1}{\sin \alpha} && \Leftrightarrow && \sin \alpha &= \frac{1}{\csc \alpha} \\ \sec \alpha &= \frac{1}{\cos \alpha} && \Leftrightarrow && \cos \alpha &= \frac{1}{\sec \alpha} \\ \cot \alpha &= \frac{1}{\tan \alpha} && \Leftrightarrow && \tan \alpha &= \frac{1}{\cot \alpha} \end{aligned}$$

(Tampomas,2004:223)

Dari pendefinisian perbandingan trigonometri sebelumnya maka dapat disimpulkan bahwa perbandingan trigonometri merupakan perbandingan sisi-sisi segitiga siku-siku yang dikontrol oleh suatu sudut lancip pada segitiga siku-siku tersebut. Nama lain dari perbandingan sisi-sisi tersebut dinamakan perbandingan trigonometri. Nilai dari perbandingan ukuran 2 (dua) sisi segitiga siku-siku disebut sebagai nilai perbandingan trigonometri.

### 2.3 Nilai Perbandingan Trigonometri Sudut-sudut Istimewa

Sudut istimewa adalah sudut-sudut yang nilai perbandingan trigonometrinya dapat ditentukan secara eksak tanpa menggunakan kalkulator atau tabel matematika. Sudut-sudut istimewa pada segitiga siku-siku diantaranya  $0^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ,$  dan  $90^\circ$ . Nilai perbandingan trigonometri sudut istimewa pada segitiga siku-siku dapat dicari menggunakan bantuan gambar berikut ini.



Gambar 2.3. Segitiga siku-siku yang memuat sudut  $30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$

Dari gambar Gambar 2.3, dapat ditentukan nilai perbandingan trigonometri sudut istimewa, yaitu:

$$\begin{aligned} \sin 30^\circ &= \frac{a}{2a} = \frac{1}{2} & \cos 30^\circ &= \frac{a\sqrt{3}}{2a} = \frac{1}{2}\sqrt{3} & \tan 30^\circ &= \frac{a}{a\sqrt{3}} = \frac{1}{3}\sqrt{3} \\ \sin 45^\circ &= \frac{a}{a\sqrt{2}} = \frac{1}{2}\sqrt{2} & \cos 45^\circ &= \frac{a}{a\sqrt{2}} = \frac{1}{2}\sqrt{2} & \tan 45^\circ &= \frac{a}{a} = 1 \\ \sin 60^\circ &= \frac{a\sqrt{3}}{2a} = \frac{1}{2}\sqrt{3} & \cos 60^\circ &= \frac{a}{2a} = \frac{1}{2} & \tan 60^\circ &= \frac{a\sqrt{3}}{a} = \sqrt{3} \end{aligned}$$

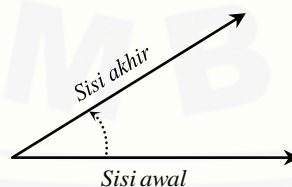
Jika sisi miring berimpit dengan sisi siku-sikunya maka mengakibatkan salah satu sudut lancipnya bernilai  $0^\circ$  atau  $90^\circ$ . Nilai perbandingan trigonometrinya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \sin 0^\circ &= \frac{0}{a} = 0 & \cos 0^\circ &= \frac{a}{a} = 1 & \tan 0^\circ &= \frac{0}{a} = 0 \\ \sin 90^\circ &= \frac{a}{a} = 1 & \cos 90^\circ &= \frac{0}{a} = 0 & \tan 90^\circ &= \frac{a}{0} = \infty \end{aligned}$$

Nilai trigonometri pada sudut  $0^\circ$  dan  $90^\circ$  merupakan batas minimum dan batas maksimum nilai perbandingan trigonometri segitiga siku-siku. Namun, ketentuan tersebut tidak berlaku untuk perbandingan trigonometri pada koordinat kartesius.

#### 2.4 Pembagian Sudut dalam Koordinat Kartesius

Dalam kajian geometris, sudut didefinisikan sebagai hasil rotasi dari sisi awal (*initial side*) ke sisi akhir (*terminal side*). Suatu sudut bertanda *positif* jika arah putarannya berlawanan dengan arah putaran jarum jam, dan bertanda *negatif* jika arah putarannya searah dengan jarum jam (Kemdikbud 2013: 271). Sajian terbentuknya sudut menurut arah putaran sisi awal dapat dilihat pada gambar berikut.



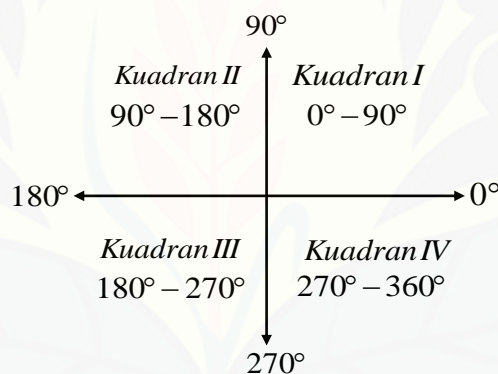
Gambar 2.4 Sudut berdasarkan arah putarnya

Dalam koordinat kartesius, sumbu-sumbu membagi bidang koordinat menjadi empat bagian bidang. Masing-masing bagian itu disebut “kuadran”.

Kuadran I dibentuk oleh sumbu  $X$  positif dan sumbu  $Y$  positif, kuadran II dibentuk oleh sumbu  $X$  negatif dan sumbu  $Y$  positif, kuadran III dibentuk oleh sumbu  $X$  negatif dan sumbu  $Y$  negatif, dan kuadran IV dibentuk oleh sumbu  $X$  positif dan sumbu  $Y$  negatif. Suatu sudut pada koordinat kartesius yang sisi awalnya berimpit dengan sumbu  $X$  positif dan sisi akhirnya terletak pada salah satu kuadran, dinamakan sudut baku (*standar*). Berdasarkan letak kuadrannya, maka sudut baku (*standar*) dapat dibedakan menjadi 4 kelompok, yaitu:

- Sudut di kuadran I :  $0^\circ < \alpha < 90^\circ$  atau  $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$
- Sudut di kuadran II :  $90^\circ < \alpha < 180^\circ$  atau  $\frac{\pi}{2} < \alpha < \pi$
- Sudut di kuadran III :  $180^\circ < \alpha < 270^\circ$  atau  $\pi < \alpha < \frac{3\pi}{2}$
- Sudut di kuadran IV :  $270^\circ < \alpha < 360^\circ$  atau  $\frac{3\pi}{2} < \alpha < 2\pi$

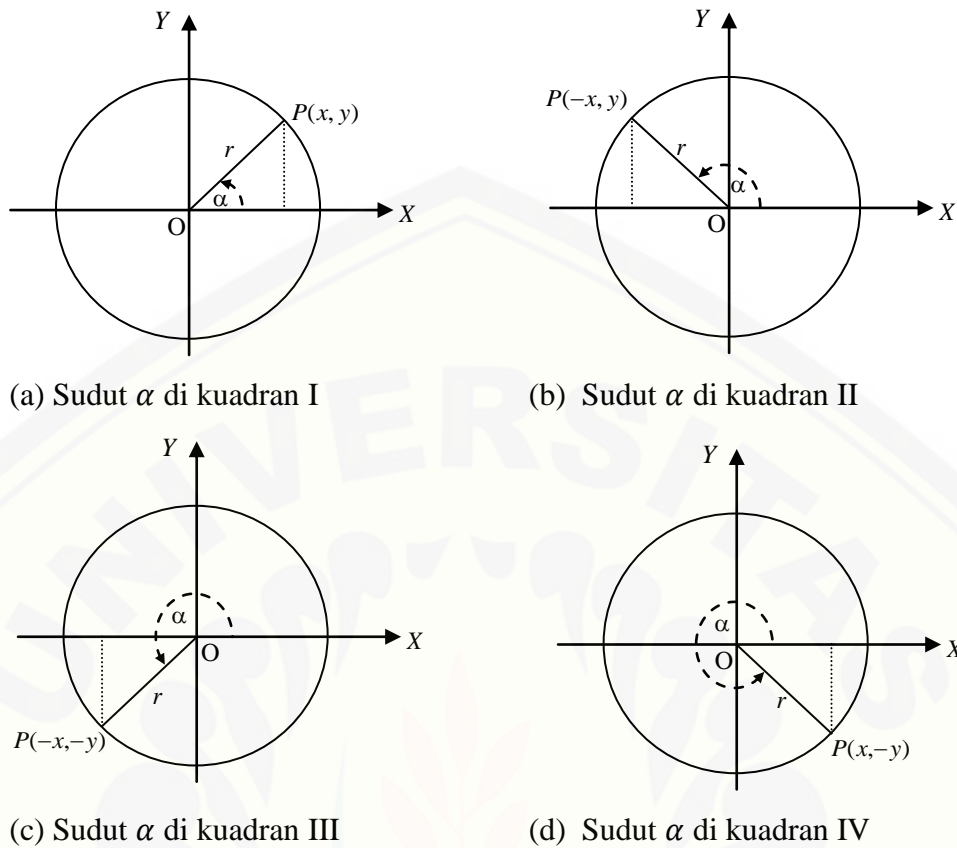
Pembagian sudut di setiap kuadran tersebut dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.5 Pembagian sudut di setiap kuadran.

Jika suatu sudut yang sisi awalnya berimpit dengan sumbu  $X$  positif dan sisi akhir berada pada salah satu sumbu pada koordinat tersebut, maka dinamakan sudut *pembatas kuadran*. Sudut pembatas kuadran yaitu  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$ , dan  $360^\circ$ .

Sedangkan letak suatu sudut  $\alpha$  di setiap kuadran, dapat dilihat pada gambar berikut (Gambar 2.6).



Gambar 2.6 Kombinasi sudut pada koordinat kartesius

Jika terdapat sudut  $\alpha$  lancip (sudut di kuadran I), maka terdapat relasi antara sudut  $\alpha$  dengan sudut hasil operasi  $\alpha$  dengan sudut pembatas kuadran. Letak sudut yang berelasi dengan sudut  $\alpha$  dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.1 Letak sudut yang berelasi dengan sudut lancip  $\alpha$ .

No.	Sudut dalam		Letak sudut dalam kuadran
	Derajat	Radian	
1	$90^\circ - \alpha$	$\frac{\pi}{2} - \alpha$	I
2	$180^\circ - \alpha$	$\pi - \alpha$	II
3	$90^\circ + \alpha$	$\frac{\pi}{2} + \alpha$	II
4	$180^\circ + \alpha$	$\pi + \alpha$	III
5	$270^\circ - \alpha$	$\frac{3\pi}{2} - \alpha$	III
6	$270^\circ + \alpha$	$\frac{3\pi}{2} + \alpha$	IV
7	$360^\circ - \alpha$	$2\pi - \alpha$	IV
8	$-\alpha$	$-\alpha$	IV

Relasi-relasi sudut tersebut dapat digunakan untuk menentukan relasi perbandingan trigonometri pada koordinat kartesius.

## 2.5 Perbandingan Trigonometri pada Koordinat Kartesius

Definisi perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku dapat dikembangkan pada koordinat kartesius. Berdasarkan Gambar 2.6, maka perbandingan trigonometri untuk sudut  $\alpha$  di koordinat kartesius dapat didefinisikan sebagai berikut:

- 1) *sinus* sudut  $\alpha$  didefinisikan sebagai perbandingan nilai ordinat dengan sisi miringnya.

$$\sin \alpha = \frac{\text{proyektor}}{\text{proyektum}} = \frac{y}{r}$$

- 2) *cosinus* sudut  $\alpha$  didefinisikan sebagai perbandingan nilai absis dengan sisi miringnya.

$$\cos \alpha = \frac{\text{proyeksi}}{\text{proyektum}} = \frac{x}{r}$$

- 3) *tangen* sudut  $\alpha$  didefinisikan sebagai perbandingan nilai ordinat dengan nilai absis.

$$\tan \alpha = \frac{\text{proyektor}}{\text{proyeksi}} = \frac{y}{x}$$

- 4) *cosecan* sudut  $\alpha$  didefinisikan sebagai perbandingan sisi miring dengan nilai ordinat.

$$\csc \alpha = \frac{\text{proyektum}}{\text{proyektor}} = \frac{r}{y}$$

- 5) *secan* sudut  $\alpha$  didefinisikan sebagai perbandingan sisi miring dengan nilai absis.

$$\sec \alpha = \frac{\text{proyektum}}{\text{proyeksi}} = \frac{r}{x}$$

- 6) *cotangen* sudut  $\alpha$  didefinisikan sebagai perbandingan nilai absis dengan nilai ordinat.

$$\cot \alpha = \frac{\text{proyeksi}}{\text{proyektor}} = \frac{x}{y}$$

Dari definisi di atas, maka diperoleh tanda nilai perbandingan trigonometri di setiap kuadran, yaitu:

a. Perbandingan trigonometri sudut  $\alpha$  di kuadran I

$$\begin{array}{ll} \blacksquare \sin \alpha = \frac{(+y)}{(+r)} = (+) \frac{y}{r} & \blacksquare \csc \alpha = \frac{(+r)}{(+y)} = (+) \frac{r}{y} \\ \blacksquare \cos \alpha = \frac{(+x)}{(+r)} = (+) \frac{x}{r} & \blacksquare \sec \alpha = \frac{(+r)}{(+x)} = (+) \frac{r}{x} \\ \blacksquare \tan \alpha = \frac{(+y)}{(+x)} = (+) \frac{y}{x} & \blacksquare \cot \alpha = \frac{(+x)}{(+y)} = (+) \frac{x}{y} \end{array}$$

b. Perbandingan trigonometri sudut  $\alpha$  di kuadran II

$$\begin{array}{ll} \blacksquare \sin \alpha = \frac{(+y)}{(+r)} = (+) \frac{y}{r} & \blacksquare \csc \alpha = \frac{(+r)}{(+y)} = (+) \frac{r}{y} \\ \blacksquare \cos \alpha = \frac{(-x)}{(+r)} = (-) \frac{x}{r} & \blacksquare \sec \alpha = \frac{(+r)}{(-x)} = (-) \frac{r}{x} \\ \blacksquare \tan \alpha = \frac{(+y)}{(-x)} = (-) \frac{y}{x} & \blacksquare \cot \alpha = \frac{(-x)}{(+y)} = (-) \frac{x}{y} \end{array}$$

c. Perbandingan trigonometri sudut  $\alpha$  di kuadran III

$$\begin{array}{ll} \blacksquare \sin \alpha = \frac{(-y)}{(+r)} = (-) \frac{y}{r} & \blacksquare \csc \alpha = \frac{(+r)}{(-y)} = (-) \frac{r}{y} \\ \blacksquare \cos \alpha = \frac{(-x)}{(+r)} = (-) \frac{x}{r} & \blacksquare \sec \alpha = \frac{(+r)}{(-x)} = (-) \frac{r}{x} \\ \blacksquare \tan \alpha = \frac{(-y)}{(-x)} = (+) \frac{y}{x} & \blacksquare \cot \alpha = \frac{(-x)}{(-y)} = (+) \frac{x}{y} \end{array}$$

d. Perbandingan trigonometri sudut  $\alpha$  di kuadran IV

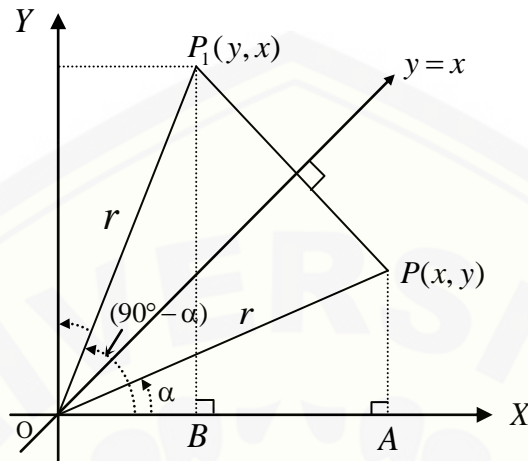
$$\begin{array}{ll} \blacksquare \sin \alpha = \frac{(-y)}{(+r)} = (-) \frac{y}{r} & \blacksquare \csc \alpha = \frac{(+r)}{(-y)} = (-) \frac{r}{y} \\ \blacksquare \cos \alpha = \frac{(+x)}{(+r)} = (+) \frac{x}{r} & \blacksquare \sec \alpha = \frac{(+r)}{(+x)} = (+) \frac{r}{x} \\ \blacksquare \tan \alpha = \frac{(-y)}{(+x)} = (-) \frac{y}{x} & \blacksquare \cot \alpha = \frac{(+x)}{(-y)} = (-) \frac{x}{y} \end{array}$$

Rumus-rumus perbandingan trigonometri tersebut dapat digunakan untuk menentukan perbandingan trigonometri sudut-sudut berelasi.

## 2.6 Perbandingan Trigonometri Sudut-Sudut Berelasi

Jika sudut  $\alpha$  terletak di kuadran I ( $\alpha$  sudut lancip) maka terdapat sudut-sudut yang berelasi atau berhubungan dengan sudut  $\alpha$ . Sudut-sudut yang berelasi dengan sudut  $\alpha$  diantaranya  $(90^\circ \pm \alpha)$ ,  $(180^\circ \pm \alpha)$ ,  $(270^\circ \pm \alpha)$ ,  $(360^\circ \pm \alpha)$  dan  $(-\alpha)$  atau sudut  $\alpha$  dengan sudut-sudut  $(\frac{\pi}{2} \pm \alpha)$ ,  $(\pi \pm \alpha)$ ,  $(\frac{3\pi}{2} \pm \alpha)$ ,  $(2\pi - \alpha)$  dan  $(-\alpha)$ .

1. Perbandingan trigonometri untuk sudut  $\alpha$  dengan sudut  $(90^\circ - \alpha)$  dan  $\alpha$  dengan  $(\frac{\pi}{2} - \alpha)$ .



Gambar 2.7 Relasi sudut  $\alpha$  dan  $(90^\circ - \alpha)$

Pada Gambar 2.7 di atas, titik  $P_1(x_1, y_1)$  adalah bayangan titik  $P(x, y)$  yang direfleksikan terhadap garis  $y = x$ , sehingga diperoleh:

- $\angle AOP = \alpha$  dan  $\angle AOP_1 = 90^\circ - \alpha$
- $r_1 = r$ ,  $x_1 = y$ , dan  $y_1 = x$

Perbandingan trigonometri untuk sudut  $\alpha$  adalah:

$$\sin \alpha = \frac{y}{r}; \quad \cos \alpha = \frac{x}{r}; \quad \tan \alpha = \frac{y}{x}$$

Perbandingan trigonometri untuk sudut  $(90^\circ - \alpha)$  adalah:

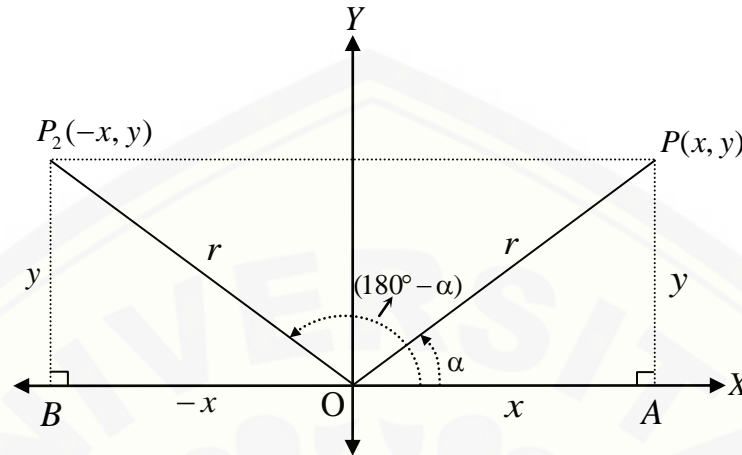
$$\sin(90^\circ - \alpha) = \frac{y_1}{r_1} = \frac{x}{r} = \cos \alpha \quad \text{atau} \quad \sin\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) = \frac{y_1}{r_1} = \frac{x}{r} = \cos \alpha$$

$$\cos(90^\circ - \alpha) = \frac{x_1}{r_1} = \frac{y}{r} = \sin \alpha \quad \text{atau} \quad \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) = \frac{x_1}{r_1} = \frac{y}{r} = \sin \alpha$$

$$\tan(90^\circ - \alpha) = \frac{y_1}{x_1} = \frac{x}{y} = \cot \alpha \quad \text{atau} \quad \tan\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) = \frac{y_1}{x_1} = \frac{x}{y} = \cot \alpha$$

Untuk cosecan, secan, dan cotangen dapat digunakan rumus kebalikan.

2. Perbandingan trigonometri untuk sudut  $\alpha$  dengan sudut  $(180^\circ - \alpha)$  dan  $\alpha$  dengan  $(\pi - \alpha)$ .



Gambar 2.8 Relasi sudut  $\alpha$  dan  $(180^\circ - \alpha)$

Pada Gambar 2.8 di atas, titik  $P_2(x_2, y_2)$  adalah bayangan titik  $P(x, y)$  yang direfleksikan terhadap sumbu  $Y$ , sehingga diperoleh:

- $\angle AOP = \alpha$  dan  $\angle AOP_2 = 180^\circ - \alpha$
- $r_2 = r$ ,  $x_2 = -x$ , dan  $y_2 = y$

Perbandingan trigonometri untuk sudut  $\alpha$  adalah:

$$\sin \alpha = \frac{y}{r}; \quad \cos \alpha = \frac{x}{r}; \quad \tan \alpha = \frac{y}{x}$$

Perbandingan trigonometri untuk sudut  $(180^\circ - \alpha)$  adalah:

$$\sin(180^\circ - \alpha) = \frac{y_2}{r_2} = \frac{y}{r} = \sin \alpha \quad \text{atau} \quad \sin(\pi - \alpha) = \frac{y_2}{r_2} = \frac{y}{r} = \sin \alpha$$

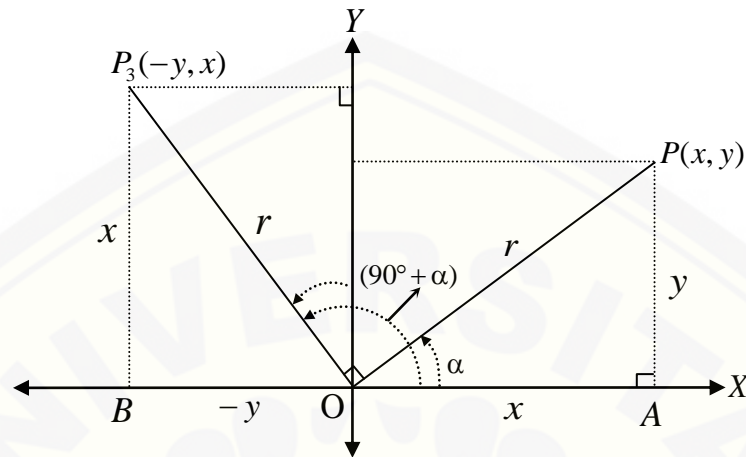
$$\cos(180^\circ - \alpha) = \frac{x_2}{r_2} = \frac{-x}{r} = -\cos \alpha \quad \text{atau} \quad \cos(\pi - \alpha) = \frac{x_2}{r_2} = \frac{-x}{r} = -\cos \alpha$$

$$\tan(180^\circ - \alpha) = \frac{y_2}{x_2} = \frac{y}{-x} = -\tan \alpha \quad \text{atau} \quad \tan(\pi - \alpha) = \frac{y_2}{x_2} = \frac{y}{-x} = -\tan \alpha$$

Untuk cosecan, secan, dan cotangen dapat digunakan rumus kebalikan.



3. Perbandingan trigonometri untuk sudut  $\alpha$  dengan sudut  $(90^\circ + \alpha)$  dan  $\alpha$  dengan  $(\frac{\pi}{2} + \alpha)$ .



Gambar 2.9 Relasi sudut  $\alpha$  dan  $(90^\circ + \alpha)$

Pada Gambar 2.9 di atas, titik  $P_3(x_3, y_3)$  adalah bayangan titik  $P(x, y)$  oleh dirotasi terhadap O sejauh  $90^\circ$ , sehingga diperoleh:

- $\angle AOP = \alpha$  dan  $\angle AOP_3 = 90^\circ + \alpha$
- $r_3 = r$ ,  $x_3 = -y$ , dan  $y_3 = x$

Perbandingan trigonometri untuk sudut  $\alpha$  adalah:

$$\sin \alpha = \frac{y}{r}; \quad \cos \alpha = \frac{x}{r}; \quad \tan \alpha = \frac{y}{x}$$

Perbandingan trigonometri untuk sudut  $(90^\circ + \alpha)$  adalah:

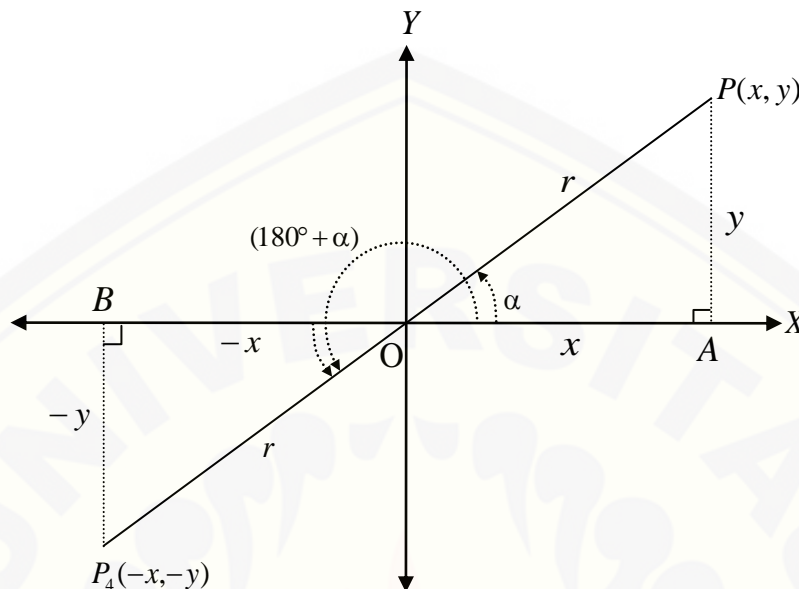
$$\sin(90^\circ + \alpha) = \frac{y_3}{r_3} = \frac{x}{r} = \cos \alpha \quad \text{atau} \quad \sin\left(\frac{\pi}{2} + \alpha\right) = \frac{y_3}{r_3} = \frac{x}{r} = \cos \alpha$$

$$\cos(90^\circ + \alpha) = \frac{x_3}{r_3} = \frac{-y}{r} = -\sin \alpha \quad \text{atau} \quad \cos\left(\frac{\pi}{2} + \alpha\right) = \frac{x_3}{r_3} = \frac{-y}{r} = -\sin \alpha$$

$$\tan(90^\circ + \alpha) = \frac{y_3}{x_3} = \frac{x}{-y} = -\cot \alpha \quad \text{atau} \quad \tan\left(\frac{\pi}{2} + \alpha\right) = \frac{y_3}{x_3} = \frac{x}{-y} = -\cot \alpha$$

Untuk cosecan, secan, dan cotangen dapat digunakan rumus kebalikan.

4. Perbandingan trigonometri untuk sudut  $\alpha$  dengan sudut  $(180^\circ + \alpha)$  dan  $\alpha$  dengan  $(\pi + \alpha)$ .



Gambar 2.10 Relasi sudut  $\alpha$  dan  $(180^\circ + \alpha)$

Pada Gambar 2.10 di atas, titik  $P_4(x_4, y_4)$  adalah bayangan titik  $P(x, y)$  oleh dirotasi terhadap O sejauh  $180^\circ$ , sehingga diperoleh:

- $\angle AOP = \alpha$  dan  $\angle AOP_4 = 180^\circ + \alpha$
- $r_4 = r$ ,  $x_4 = -x$ , dan  $y_4 = -y$

Perbandingan trigonometri untuk sudut  $\alpha$  adalah:

$$\sin \alpha = \frac{y}{r}; \quad \cos \alpha = \frac{x}{r}; \quad \tan \alpha = \frac{y}{x}$$

Perbandingan trigonometri untuk sudut  $(180^\circ + \alpha)$  adalah:

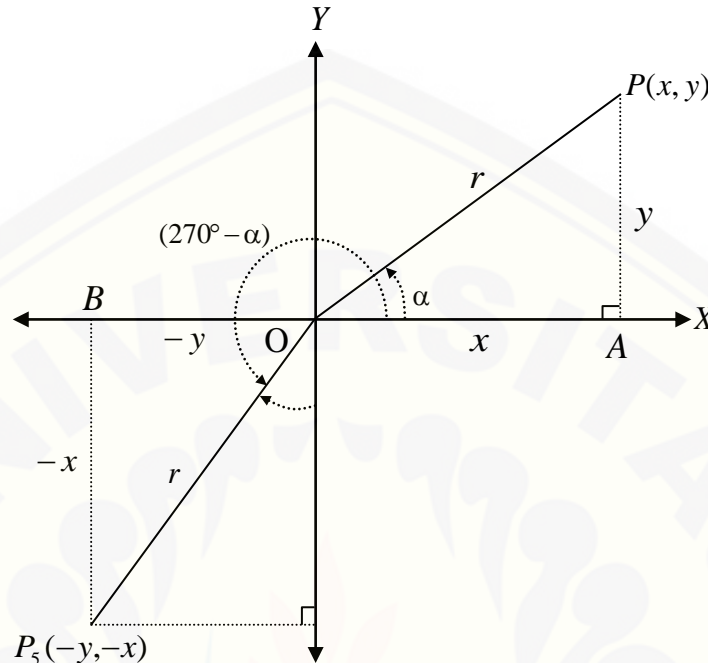
$$\sin(180^\circ + \alpha) = \frac{y_4}{r_4} = \frac{-y}{r} = -\sin \alpha \quad \text{atau} \quad \sin(\pi + \alpha) = \frac{y_4}{r_4} = \frac{-y}{r} = -\sin \alpha$$

$$\cos(180^\circ + \alpha) = \frac{x_4}{r_4} = \frac{-x}{r} = -\cos \alpha \quad \text{atau} \quad \cos(\pi + \alpha) = \frac{x_4}{r_4} = \frac{-x}{r} = -\cos \alpha$$

$$\tan(180^\circ + \alpha) = \frac{y_4}{x_4} = \frac{-y}{-x} = \tan \alpha \quad \text{atau} \quad \tan(\pi + \alpha) = \frac{y_4}{x_4} = \frac{-y}{-x} = \tan \alpha$$

Untuk cosecan, secan, dan cotangen dapat digunakan rumus kebalikan.

5. Perbandingan trigonometri untuk sudut  $\alpha$  dengan sudut  $(270^\circ - \alpha)$  dan  $\alpha$  dengan  $(\pi + \alpha)$ .



Gambar 2.11 Relasi sudut  $\alpha$  dan  $(270^\circ - \alpha)$

Pada Gambar 2.11 di atas, titik  $P_5(x_5, y_5)$  adalah bayangan titik  $P(x, y)$  oleh dirotasi terhadap O sejauh  $(270^\circ - 2\alpha)$ , sehingga diperoleh:

- $\angle AOP = \alpha$  dan  $\angle AOP_5 = 270^\circ - \alpha$
- $r_5 = r$ ,  $x_5 = -y$ , dan  $y_5 = -x$

Perbandingan trigonometri untuk sudut  $\alpha$  adalah:

$$\sin \alpha = \frac{y}{r}; \quad \cos \alpha = \frac{x}{r}; \quad \tan \alpha = \frac{y}{x}$$

Perbandingan trigonometri untuk sudut  $(270^\circ - \alpha)$  adalah:

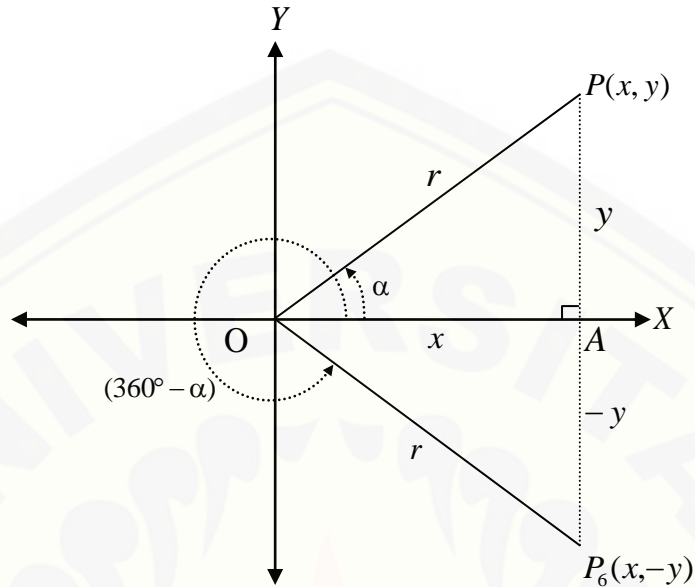
$$\sin(270^\circ - \alpha) = \frac{y_5}{r_5} = \frac{-x}{r} = -\cos \alpha \quad \text{atau} \quad \sin\left(\frac{3\pi}{2} - \alpha\right) = \frac{y_5}{r_5} = \frac{-x}{r} = -\cos \alpha$$

$$\cos(270^\circ - \alpha) = \frac{x_5}{r_5} = \frac{-y}{r} = -\sin \alpha \quad \text{atau} \quad \cos\left(\frac{3\pi}{2} - \alpha\right) = \frac{x_5}{r_5} = \frac{-y}{r} = -\sin \alpha$$

$$\tan(270^\circ - \alpha) = \frac{y_5}{x_5} = \frac{-x}{-y} = \cot \alpha \quad \text{atau} \quad \tan\left(\frac{3\pi}{2} - \alpha\right) = \frac{y_5}{x_5} = \frac{-x}{-y} = \cot \alpha$$

Untuk cosecan, secan, dan cotangen dapat digunakan rumus kebalikan.

6. Perbandingan trigonometri untuk sudut  $\alpha$  dengan sudut  $(360^\circ - \alpha)$  dan  $\alpha$  dengan  $(2\pi - \alpha)$ .



Gambar 2.12 Relasi sudut  $\alpha$  dan  $(360^\circ - \alpha)$

Pada Gambar 2.12 di atas, titik  $P_6(x_6, y_6)$  adalah bayangan titik  $P(x, y)$  yang direfleksikan terhadap sumbu  $x$ , sehingga diperoleh:

- $\angle AOP = \alpha$  dan  $\angle AOP_6 = 360^\circ - \alpha$
- $r_6 = r$ ,  $x_6 = x$ , dan  $y_6 = -y$

Perbandingan trigonometri untuk sudut  $\alpha$  adalah:

$$\sin \alpha = \frac{y}{r}; \quad \cos \alpha = \frac{x}{r}; \quad \tan \alpha = \frac{y}{x}$$

Perbandingan trigonometri untuk sudut  $(360^\circ - \alpha)$  adalah:

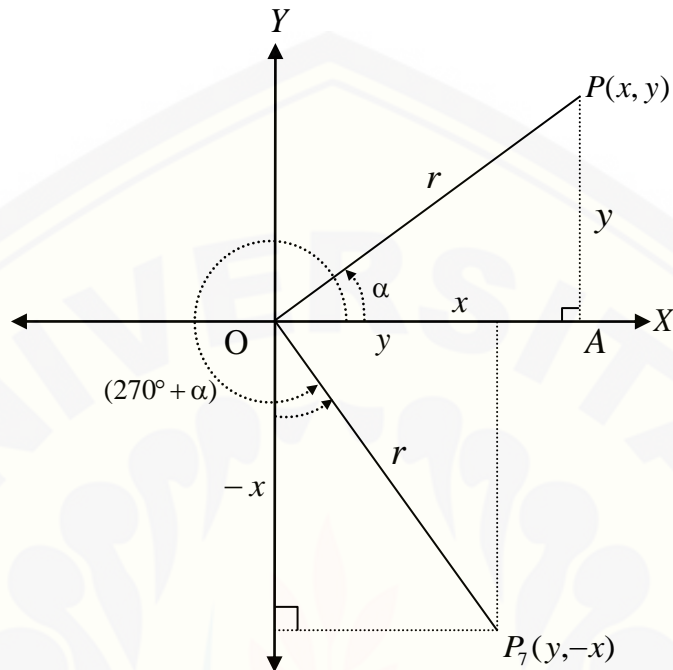
$$\sin(360^\circ - \alpha) = \frac{y_6}{r_6} = \frac{-y}{r} = -\sin \alpha \quad \text{atau} \quad \sin(2\pi - \alpha) = \frac{y_6}{r_6} = \frac{-y}{r} = -\sin \alpha$$

$$\cos(360^\circ - \alpha) = \frac{x_6}{r_6} = \frac{x}{r} = \cos \alpha \quad \text{atau} \quad \cos(2\pi - \alpha) = \frac{x_6}{r_6} = \frac{x}{r} = \cos \alpha$$

$$\tan(360^\circ - \alpha) = \frac{y_6}{x_6} = \frac{-y}{x} = -\tan \alpha \quad \text{atau} \quad \tan(2\pi - \alpha) = \frac{y_6}{x_6} = \frac{-y}{x} = -\tan \alpha$$

Untuk cosecan, secan, dan cotangen dapat digunakan rumus kebalikan.

7. Perbandingan trigonometri untuk sudut  $\alpha$  dengan sudut  $(270^\circ + \alpha)$  dan  $\alpha$  dengan  $(\frac{3\pi}{2} + \alpha)$ .



Gambar 2.13 Relasi sudut  $\alpha$  dan  $(270^\circ + \alpha)$

Pada Gambar 2.13 di atas, titik  $P_7(x_7, y_7)$  adalah bayangan titik  $P(x, y)$  oleh dirotasi terhadap O sejauh  $270^\circ$ , sehingga diperoleh:

- $\angle AOP = \alpha$  dan  $\angle AOP_7 = 270^\circ + \alpha$
- $r_7 = r$ ,  $x_7 = y$ , dan  $y_7 = -x$

Perbandingan trigonometri untuk sudut  $\alpha$  adalah:

$$\sin \alpha = \frac{y}{r}; \quad \cos \alpha = \frac{x}{r}; \quad \tan \alpha = \frac{y}{x}$$

Perbandingan trigonometri untuk sudut  $(270^\circ + \alpha)$  adalah:

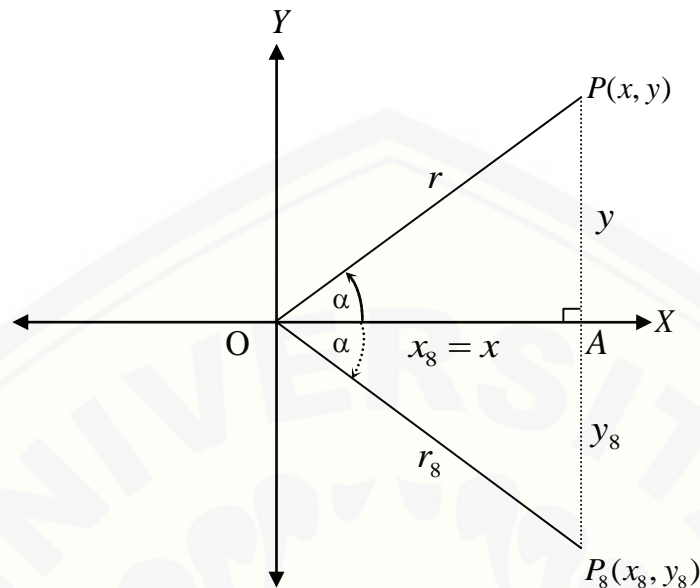
$$\sin(270^\circ + \alpha) = \frac{y_7}{r_7} = \frac{-x}{r} = -\cos \alpha \quad \text{atau} \quad \sin(2\pi - \alpha) = \frac{y_7}{r_7} = \frac{-x}{r} = -\cos \alpha$$

$$\cos(360^\circ + \alpha) = \frac{x_7}{r_7} = \frac{y}{r} = \sin \alpha \quad \text{atau} \quad \cos(2\pi - \alpha) = \frac{x_7}{r_7} = \frac{y}{r} = \sin \alpha$$

$$\tan(360^\circ + \alpha) = \frac{y_7}{x_7} = \frac{-x}{y} = -\cot \alpha \quad \text{atau} \quad \tan(2\pi - \alpha) = \frac{y_7}{x_7} = \frac{-x}{y} = -\cot \alpha$$

Untuk cosecan, secan, dan cotangen dapat digunakan rumus kebalikan.

8. Perbandingan trigonometri untuk sudut  $\alpha$  dan  $(-\alpha)$ .



Gambar 2.14 Relasi sudut  $\alpha$  dan  $(-\alpha)$

Pada Gambar 2.14 di atas, titik  $P_8(x_8, y_8)$  adalah bayangan titik  $P(x, y)$  yang direfleksikan terhadap sumbu  $x$ , sehingga diperoleh:

- $\angle AOP = \alpha$  dan  $\angle AOP_8 = -\alpha$
- $r_8 = r$ ,  $x_8 = x$ , dan  $y_8 = -y$

Perbandingan trigonometri untuk sudut  $\alpha$  adalah:

$$\sin \alpha = \frac{y}{r}; \quad \cos \alpha = \frac{x}{r}; \quad \tan \alpha = \frac{y}{x}$$

Perbandingan trigonometri untuk sudut  $(-\alpha)$  adalah:

$$\sin(-\alpha) = \frac{y_8}{r_8} = \frac{-y}{r} = -\sin \alpha \quad \text{atau} \quad \sin(-\alpha) = \frac{y_8}{r_8} = \frac{-y}{r} = -\sin \alpha$$

$$\cos(-\alpha) = \frac{x_8}{r_8} = \frac{x}{r} = \cos \alpha \quad \text{atau} \quad \cos(-\alpha) = \frac{x_8}{r_8} = \frac{x}{r} = \cos \alpha$$

$$\tan(-\alpha) = \frac{y_8}{x_8} = \frac{-y}{x} = -\tan \alpha \quad \text{atau} \quad \tan(-\alpha) = \frac{y_8}{x_8} = \frac{-y}{x} = -\tan \alpha$$

Untuk cosecan, secan, dan cotangen dapat digunakan rumus kebalikan.

## 2.7 Graphical User Interface (GUI) pada Matlab

GUI adalah singkatan dari *Graphical User Interface*, sebuah aplikasi display dari MATLAB yang mengandung tugas, perintah, atau komponen program yang mempermudah pengguna (*user*) dalam menjalankan sebuah program dalam MATLAB. Pada GUI, *user* dapat mengoperasikan sebuah aplikasi program tanpa harus mengerti dan memahami apa yang terjadi dalam baris-baris perintah yang terdapat pada program tersebut. GUI juga dapat menampilkan program secara grafis sebagai pengganti perintah teks sehingga memungkinkan terjadinya interaksi antara *user* dengan program. Sehingga, GUI sangat relevan untuk dikembangkan di bidang pendidikan, khususnya untuk pembuatan media pembelajaran yang sifatnya interaktif.

Secara umum, terdapat tiga tahapan dalam perancangan sebuah GUI. Pertama, tahap perancangan tata letak GUI. Kedua, pembuatan program pada M-File untuk menjalin interaksi antara objek grafik dengan pengguna, dan tahap ketiga adalah penyimpanan program serta gambar GUI. Kemudian, GUI sudah dapat digunakan.

Pada pemrograman menggunakan GUI, cara kerjanya adalah ketika sebuah rancangan Layout Editor disimpan, maka akan dihasilkan 2 (dua) buah file, yaitu Fig-File dan M-File. Fig-File, yaitu file berekstensi **\*.fig**, merupakan file yang berisi deskripsi dari objek-objek grafik yang disusun pada Layout Editor. Dalam perancangan tata letak yang berupa objek-objek grafik tersebut, juga dapat dilakukan di program M-File dengan cara menggunakan *script*, tetapi file yang dihasilkan berekstensi **\*.m**. M-File yang berisi file **\*.m** merupakan menu utama yang berupa fungsi-fungsi untuk menggambarkan apa yang terjadi bila sebuah objek diproses (dikenal dengan istilah *Callback*). Dalam menjalankan perintah pemrograman tidak perlu dipahami semua perintah pada M-File ini. Hanya bagian *Callback* saja yang harus diperhatikan dan diisi oleh programmer.

Beberapa komponen standar beserta fungsinya yang sering digunakan pada GUI matlab, diantaranya:

1. *Figur panel*, komponen yang berfungsi seperti papan tulis. Komponen ini tidak menghasilkan *Callback*.

2. *Static text*, objek yang dapat menampilkan data teks string. Komponen ini tidak menghasilkan *Callback*.
3. *Edit text*, sebuah objek kotak dimana pengguna dapat memasukkan atau memodifikasi teks dalam bentuk data string. Komponen ini menghasilkan *Callback*.
4. *Pushbutton*, objek atau komponen grafik yang akan menghasilkan sebuah aksi tertentu ketika ditekan. Komponen ini menghasilkan *Callback*.
5. *Axes*, berfungsi menampilkan grafik atau gambar. Komponen ini menghasilkan *Callback*.

Pada GUI Matlab terdapat dua fungsi yang digunakan untuk interaksi pemrograman antar objek visual yaitu *get* dan *set*. Fungsi *get* yaitu untuk mengambil nilai properti dari suatu objek. Fungsi ini dapat dipadukan dengan fungsi konversi *string* ke *numeric* atau sebaliknya. Sedangkan fungsi *set* adalah untuk memberikan suatu nilai pada properti objek tertentu. Fungsi ini juga dapat dipadukan dengan fungsi konversi seperti pada fungsi *get*. Contoh *syntax* dasar yang digunakan pada fungsi *get* dan *set* adalah sebagai berikut:

```
x=get([NamaObjek]).[Properti];
set([NamaObjek].[Properti],[NilaiBaru]);
```

Berikut contoh *Syntax* penggunaan fungsi *get* dan fungsi *set*:

```
%contoh fungsi set untuk membangkitkan 10 bilangan random
for i=1:10
    x(i)=fix(rand(1)*10);
end
set(handles.text14,'string',num2str(x(1)));
set(handles.text15,'string',num2str(x(2)));
set(handles.text16,'string',num2str(x(3)));
set(handles.text17,'string',num2str(x(4)));

%contoh fungsi get untuk evaluasi Jawaban Soal nomor 1
salah=0;
RandomSoal1=str2num(get(handles.text14,'String'))
JbwSoal1=str2num(get(handles.edit2,'String'))
```



### BAB 3. METODE PENELITIAN

Berdasarkan rumusan masalah pada subbab 1.2 dan tinjauan pustaka pada bab 2, maka pada bagian ini akan diuraikan tahapan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menetapkan konsep trigonometri segitiga siku-siku yang akan dikembangkan ke GUI Matlab. Konsep tersebut meliputi:
  - a) konsep segitiga siku-siku (rumus Pythagoras dan penerapannya);
  - b) konsep perbandingan ukuran sisi-sisi segitiga siku-siku;
  - c) konsep perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku;
  - d) konsep batas minimum dan maksimum nilai trigonometri segitiga siku-siku;
  - e) konsep perbandingan trigonometri pada koordinat kartesius;
  - f) konsep relasi sudut; dan
  - g) konsep perbandingan trigonometri sudut berelasi.
2. Membuat prosedur dan program GUI Matlab, dengan tahapan sebagai berikut:
  - a) Menyediakan data geometri berupa gambar segitiga siku-siku dengan parameter panjang sisi, titik koordinat, dan sudut. Kemudian menyusun pertanyaan untuk mengkonstruksi konsep trigonometri bagi siswa.
    - (1) Konstruksi konsep segitiga siku-siku .

Menyediakan data rumus-rumus yang memenuhi dan tidak memenuhi teorema pythagoras. Data lain berupa random gambar segitiga siku-siku dan segitiga bukan siku-siku yang diketahui ukuran sisi-sisinya. Menyusun pertanyaan untuk menentukan rumus Pythagoras dan rumus bukan Pythagoras. Kemudian, disusun pertanyaan tentang penerapan rumus Pythagoras untuk menguji ukuran ketiga sisi suatu segitiga merupakan sisi-sisi segitiga siku-siku (memenuhi tripel Pythagoras).
    - (2) Konstruksi konsep perbandingan ukuran sisi-sisi dan perbandingan trigonometri segitiga siku-siku.

Menyediakan data berupa random gambar segitiga siku-siku yang ukuran sisi-sisinya bervariasi. Menyusun pertanyaan untuk

menemukan semua kemungkinan perbandingan yang terjadi di antara ukuran sisi-sisi segitiga siku-siku. Kemudian menyusun pertanyaan tentang pemberian nama lain (istilah/definisi perbandingan trigonometri) dari semua kemungkinan perbandingan tersebut.

- (3) Konstruksi konsep batas minimum dan maksimum nilai trigonometri segitiga siku-siku.

Menyediakan data gambar segitiga siku-siku dan 4 (empat) pasang bilangan tripel Pythagoras. Menyusun pertanyaan untuk membuat nilai perbandingan dua sisi segitiga siku-siku yang memenuhi nilai  $\sin$ ,  $\cos$ , dan  $\tan$ , agar diketahui batas nilai minimum dan maksimumnya.

- (4) Konstruksi konsep perbandingan trigonometri di koordinat kartesius.

Menyediakan data berupa gambar segitiga siku-siku di setiap kuadran. Menyusun pertanyaan tentang membuat perbandingan 2 (dua) sisi segitiga siku-siku yang memenuhi rumus trigonometri utama yaitu  $\sin$ ,  $\cos$ , dan  $\tan$  di setiap kuadran. Kemudian mengidentifikasi tanda positif/negatif rumus perbandingan trigonometri tersebut.

- (5) Konsep relasi sudut

Menyediakan data gambar relasi sudut, yaitu relasi antara sudut lancip dengan sudut-sudut hasil operasi sudut pembatas kuadran dengan sudut lancip tersebut. Menyusun pertanyaan tentang membuat ukuran 2 (dua) sudut yang sesuai dengan gambar relasi sudut.

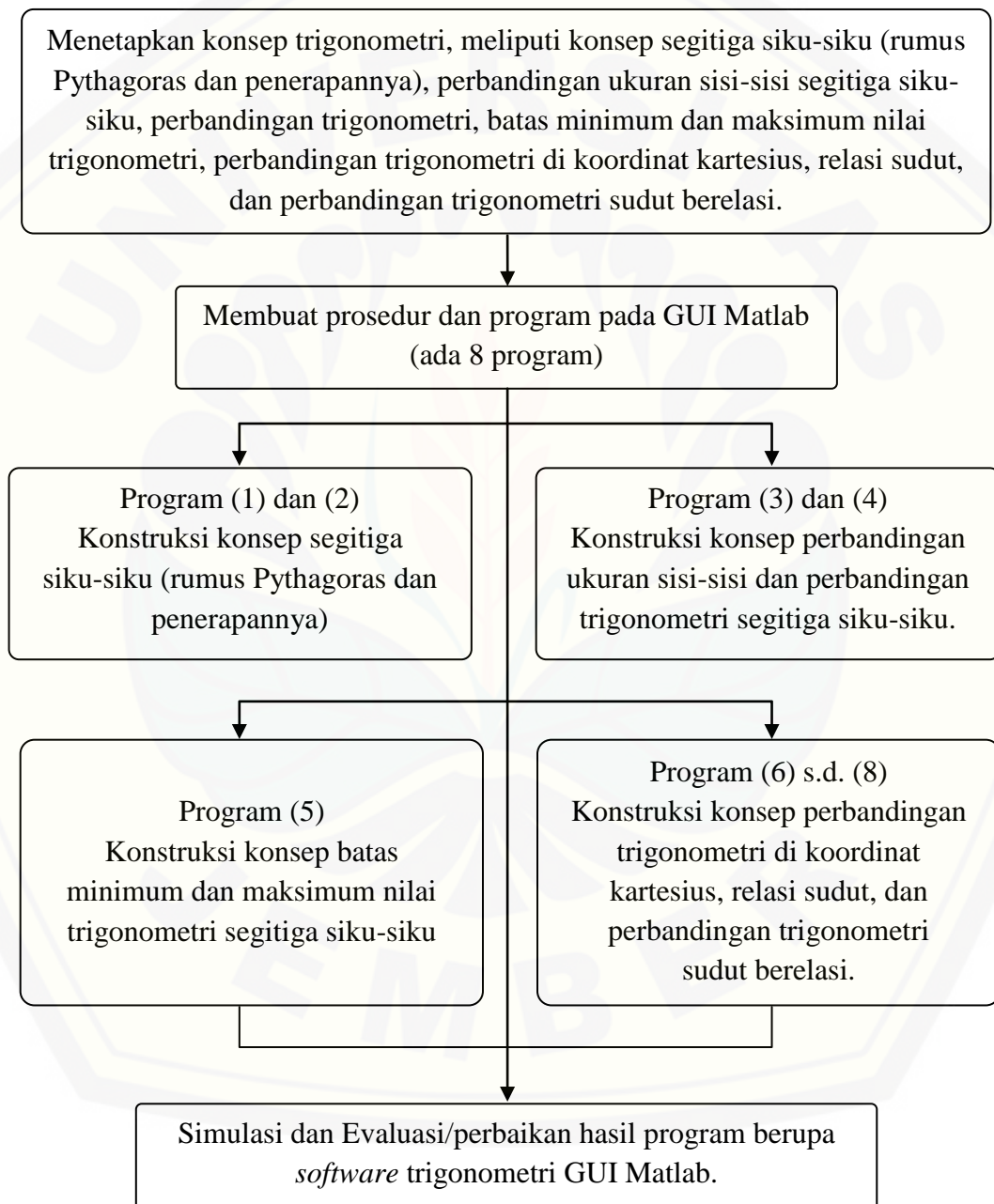
- (6) Konsep perbandingan trigonometri sudut berelasi.

Menyediakan data gambar relasi dua segitiga siku-siku di koordinat kartesius. Menyusun pertanyaan untuk membuat perbandingan 2 sisi dari masing-masing segitiga siku-siku yang memenuhi rumus trigonometri  $\sin$ ,  $\cos$ , dan  $\tan$ . Kemudian mencari relasi rumus trigonometri dari kedua segitiga siku-siku tersebut.

- b) Menyediakan variasi jawaban yang benar dan salah.
- c) Menyusun kotak “Jawab” dan “Evaluasi”.
- d) Membuat kotak “Rekap Jawaban”, meliputi jumlah benar dan salah.

- e) Membuat kotak “Kesimpulan” untuk mengetahui tingkat penguasaan konsep atau memberikan kesimpulan tentang suatu konsep.
3. Simulasi dan evaluasi/perbaiki hasil program berupa *software* trigonometri GUI Matlab.

Skema langkah-langkah penelitian pengembangan *software* pembelajaran *saintifik* konsep trigonometri pada GUI Matlab disajikan pada gambar berikut.



Gambar 3.1 Skema penelitian pengembangan konsep trigonometri

## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan rumusan masalah di bagian 1.2 dan metode penelitian di bab 3, maka pada bagian ini akan dibahas mengenai pengembangan konsep trigonometri kurikulum 2013 dengan bantuan program GUI Matlab. Secara garis besar, penelitian ini terdiri dari 3 (tiga) tahapan. Pertama, mengkonstruksi konsep trigonometri yang akan dikembangkan dalam GUI Matlab. Kedua, membuat program dalam bentuk GUI Matlab. Ketiga, simulasi dan evaluasi/perbaikan hasil program berupa *software* pembelajaran interaktif GUI Matlab. Uraian pada bab ini dapat dijelaskan sebagai berikut.

### 4.1 Konstruksi Konsep Trigonometri

Berdasarkan tinjauan pustaka pada bab 2, konstruksi konsep trigonometri terdiri atas: konsep segitiga siku-siku, perbandingan ukuran sisi-sisi segitiga siku-siku, perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku, batas minimum dan maksimum nilai trigonometri segitiga siku-siku, perbandingan trigonometri pada koordinat kartesius, konsep relasi sudut, dan perbandingan trigonometri sudut berelasi. Tahapan konstruksi untuk masing-masing konsep diuraikan sebagai berikut.

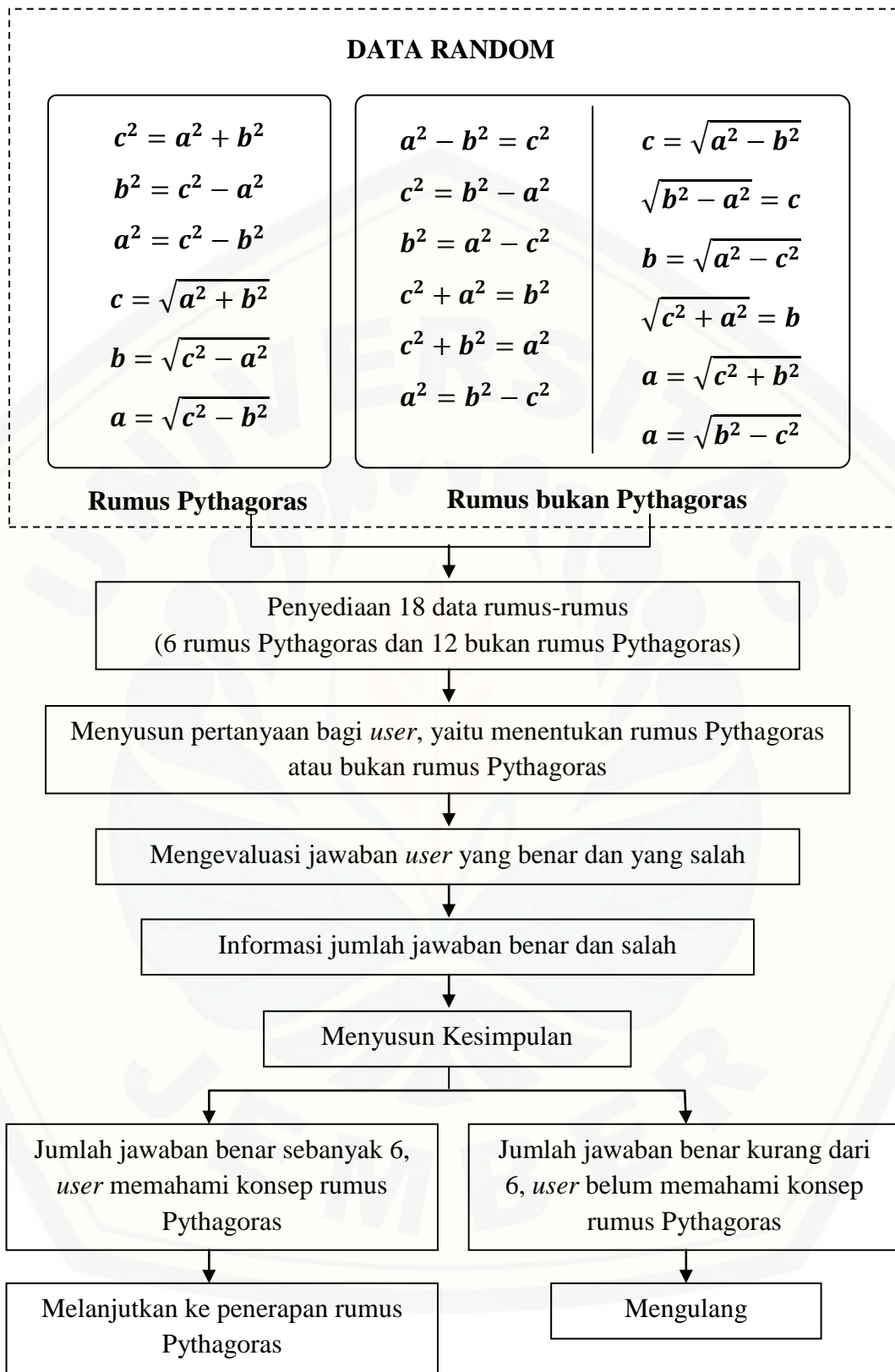
#### 4.1.1 Konstruksi Konsep Segitiga Siku-siku

Dalam mengkonstruksi konsep segitiga siku-siku ditetapkan ukuran kuadrat dari masing-masing sisi segitiga siku-siku yang berukuran  $a$ ,  $b$ , dan  $c$  satuan, agar dapat dinyatakan dalam bentuk penyajian aljabar. Kemudian menetapkan berbagai bentuk kesamaan aljabar yang memenuhi teorema Pythagoras dan yang tidak memenuhi teorema Pythagoras, dengan tujuan agar *user* dapat menentukan jenis segitiga siku-siku menggunakan teorema Pythagoras tersebut (Gambar 4.1 dan 4.3). Oleh karena itu, konstruksi konsep segitiga siku-siku dilakukan melalui 2 pendekatan: pertama, memahami konsep rumus Pythagoras; kedua, penerapan rumus Pythagoras untuk menguji ketiga sisi suatu segitiga merupakan sisi-sisi segitiga siku-siku. Uraian detailnya sebagai berikut.

Pertama, diuraian langkah-langkah konstruksi konsep rumus Pythagoras yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

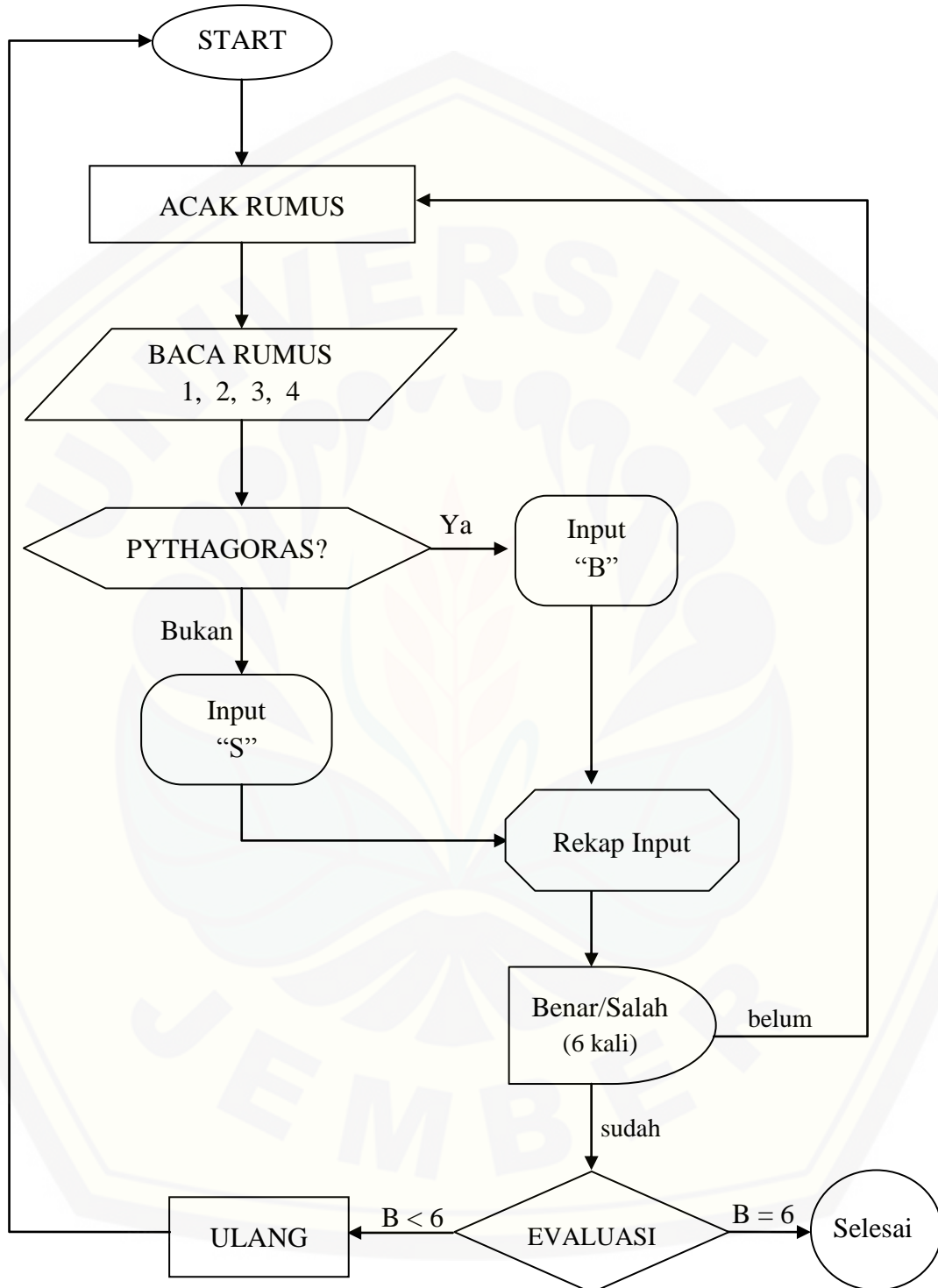
- (a) Menyediakan data geometri berupa gambar segitiga siku-siku yang panjang sisi miringnya  $c$  dan sisi siku-sikunya  $a$  dan  $b$ . Menyediakan data lain berupa rumus-rumus sebanyak 18, yang terdiri dari 6 rumus Pythagoras dalam berbagai bentuk yang nilainya ekuivalen dan 12 rumus yang bukan rumus Pythagoras. Kemudian dari data rumus-rumus tersebut dimunculkan 4 (empat) rumus secara acak (random).
- (b) Menyusun pertanyaan bagi *user*, untuk menentukan rumus Pythagoras atau rumus bukan Pythagoras. *User* diberi kesempatan menjawab sebanyak 6 kali untuk mengevaluasi keempat rumus yang muncul.
- (c) Mengevaluasi jawaban *user* yang benar dan yang salah dari kegiatan (b). Pada langkah ini jawaban *user* benar, jika *user* mampu mengevaluasi keempat rumus yang muncul merupakan rumus Pythagoras atau bukan. Dalam hal ini, rumus Pythagoras adalah formula yang memenuhi teorema Pythagoras segitiga siku-siku yang tersaji pada soal.
- (d) Menyusun informasi pada *user* atas jumlah jawaban benar dan salah, dari kegiatan (c). Pada langkah ini jawaban dari *user* direkap, berapa jumlah yang benar dan yang salah.
- (e) Menyusun kesimpulan dari kegiatan (d). Pada langkah ini, jika jumlah jawaban benar sebanyak 6, maka *user* sudah memahami konsep rumus Pythagoras. *User* dapat melanjutkan ke konsep penerapan rumus Pythagoras. Namun, jika jumlah jawaban yang benar kurang dari 6, maka *user* dianggap belum menguasai konsep rumus Pythagoras. *User* dapat mengulangi kembali tahapan permainan ini.

Konstruksi konsep rumus Pythagoras secara ringkas disajikan pada diagram berikut (Gambar 4.1).



Gambar 4.1 Diagram konstruksi konsep rumus Pythagoras

Sedangkan prosedur pengerjaan oleh *user* untuk memahami konsep rumus Pythagoras dapat dilihat pada diagram alur (*flowchart*) berikut.



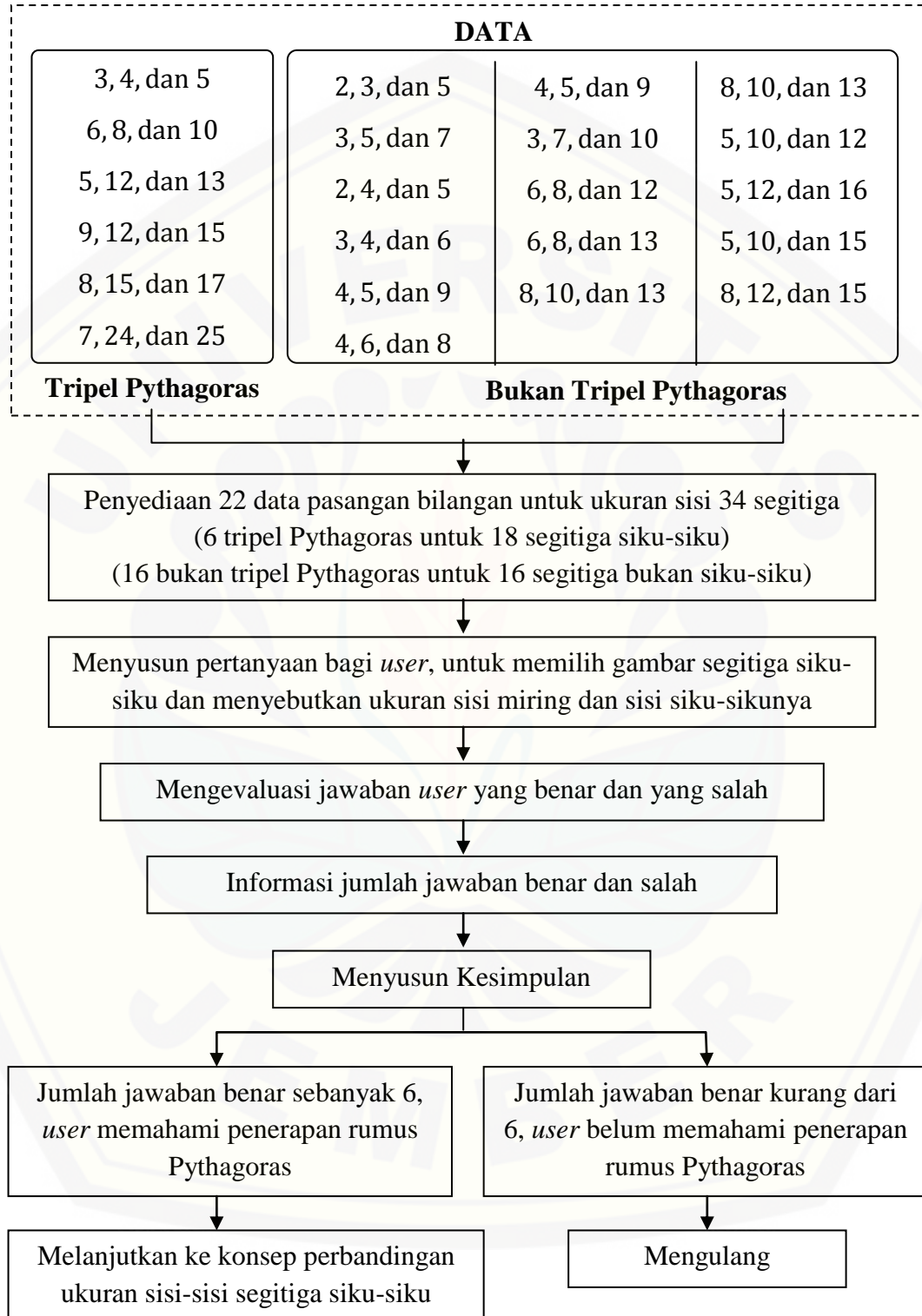
Gambar 4.2 *Flowchart* prosedur pengerjaan konsep rumus Pythagoras

Uraian prosedur konstruksi penerapan rumus Pythagoras untuk menguji ketiga sisi segitiga merupakan sisi-sisi segitiga siku-siku sebagai berikut:

- (a) Menyediakan data geometri berupa gambar segitiga dengan parameter ukuran sisi. Data lain berupa 6 pasang bilangan tripel Pythagoras sebagai ukuran sisi-sisi segitiga siku-siku, dan 16 pasang bilangan bukan tripel Pythagoras sebagai ukuran sisi-sisi segitiga bukan siku-siku. Setiap gambar segitiga juga diberi ukuran dalam bentuk aljabar yaitu  $a, b, c$ . Untuk setiap pasang bilangan tripel Pythagoras digunakan untuk membuat ukuran sisi-sisi 3 segitiga siku-siku. Untuk membedakan ketiga segitiga siku-siku tersebut, maka ukuran bentuk aljabarnya dibolak-balik. Jadi, secara keseluruhan untuk segitiga siku-siku terdapat 18 gambar dan segitiga bukan siku-siku sebanyak 16 gambar. Kemudian dari 34 gambar tersebut, dimunculkan 3 gambar secara acak yang terdiri dari satu segitiga siku-siku dan dua segitiga bukan siku-siku.
- (b) Menyusun pertanyaan bagi *user*, untuk memilih salah satu gambar segitiga yang merupakan segitiga siku-siku. Kemudian *user* diminta menyebutkan ukuran bentuk aljabar dari sisi miring dan sisi siku-siku segitiga tersebut. *User* diberi kesempatan menjawab sebanyak 6 kali.
- (c) Mengevaluasi jawaban *user* yang benar dan yang salah dari kegiatan (b). Dalam hal ini, jawaban *user* benar jika gambar segitiga yang dipilih memiliki ukuran sisi berupa bilangan tripel Pythagoras, dan *user* mampu menyebutkan ukuran sisi miringnya (ukuran sisi terpanjang) dan 2 ukuran sisi lainnya sebagai ukuran sisi siku-siku.
- (d) Menyusun informasi pada *user* dari kegiatan (c). Pada langkah ini jawaban *user* direkap, yaitu berapa jumlah yang benar dan yang salah.
- (e) Menyusun kesimpulan dari kegiatan (d). Jika jumlah jawaban benar sebanyak 6, maka *user* sudah memahami penerapan rumus Pythagoras, dan dapat melanjutkan ke konsep perbandingan ukuran sisi-sisi segitiga siku-siku. Namun, jika jumlah jawaban benar kurang dari 6, maka *user* belum menguasai penerapan rumus Pythagoras, dan dapat mengulangi kembali tahapan ini.

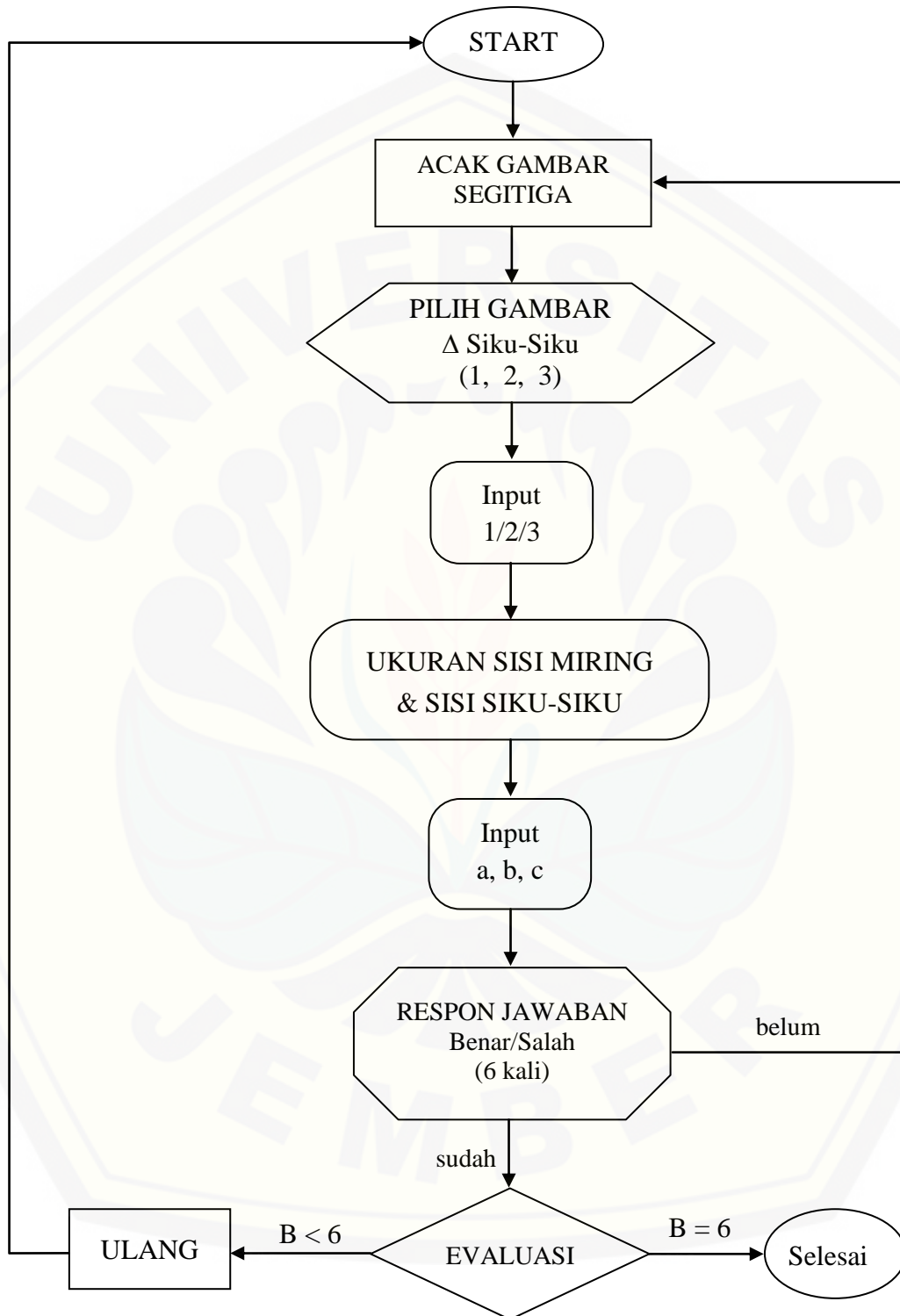


Konstruksi penerapan rumus Pythagoras secara ringkas dapat dilihat pada diagram berikut (Gambar 4.3).



Gambar 4.3 Diagram konstruksi penerapan rumus Pythagoras

Prosedur pengerjaan oleh *user* untuk memahami konsep penerapan rumus Pythagoras dapat dilihat pada diagram alur (*flowchart*) berikut.



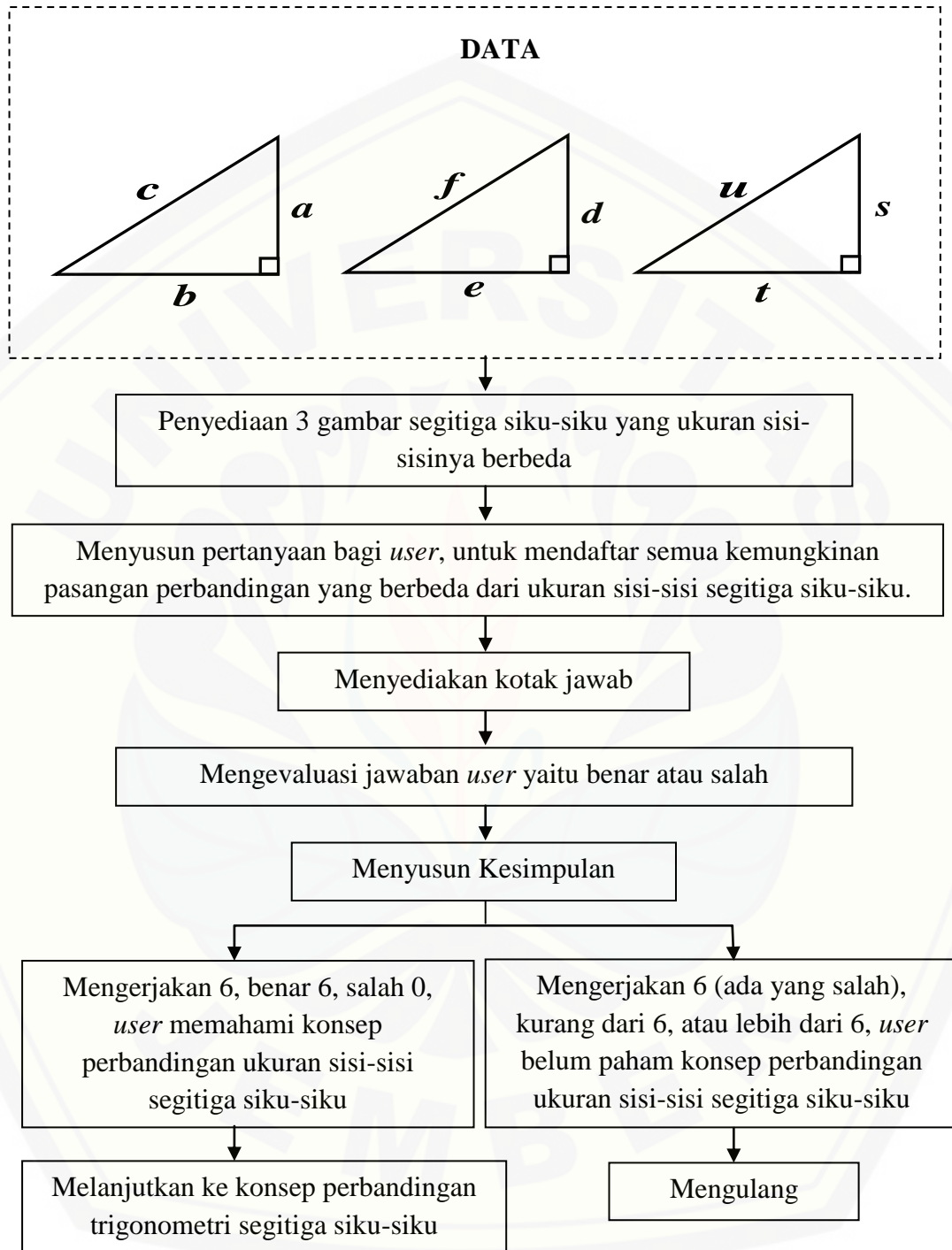
Gambar 4.4 *Flowchart* prosedur pengerjaan penerapan rumus Pythagoras

#### 4.1.2 Konstruksi Konsep Perbandingan Ukuran Sisi-sisi Segitiga Siku-siku

Dalam mengkonstruksi konsep perbandingan ukuran sisi-sisi dalam sebuah segitiga siku-siku, ditetapkan data ukuran sisi-sisi segitiga yang dinyatakan dalam bentuk simbol aljabar (Gambar 4.5). Kemudian mendaftar semua kemungkinan (dapat dibolak-balik) pasangan perbandingan 2 sisi segitiga siku-siku tersebut. Tujuannya agar dapat diketahui pasangan perbandingan yang berbeda antar sisi-sisi segitiga siku-siku. Untuk itu, uraian detail konstruksi konsep perbandingan ukuran sisi-sisi segitiga siku-siku dijelaskan sebagai berikut:

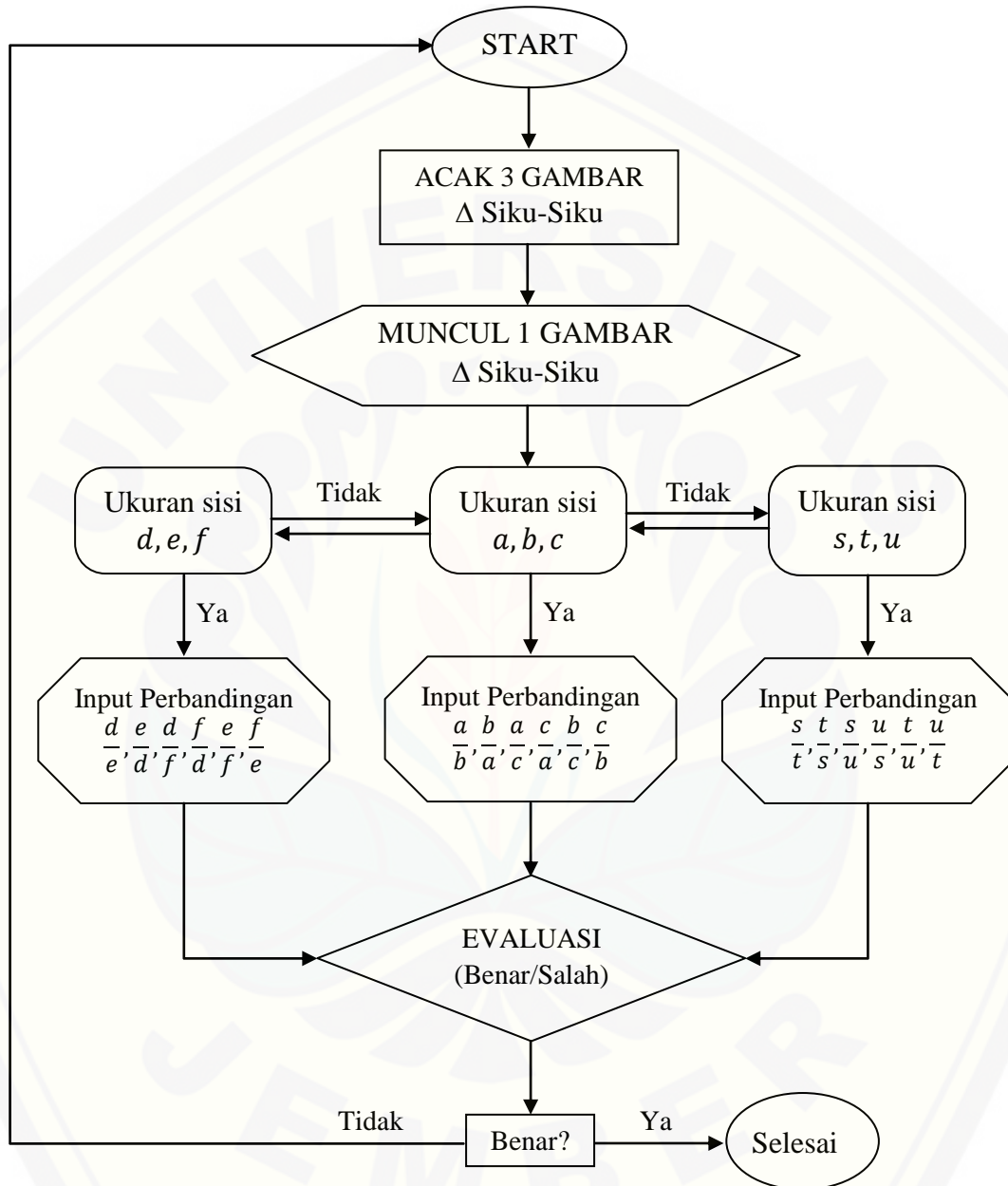
- (a) Menyediakan data geometri berupa 3 (tiga) gambar segitiga siku-siku yang diketahui ukuran sisi-sisinya. Data yang disediakan untuk ukuran sisi-sisi segitiga siku-siku adalah  $(a, b, c)$ ,  $(s, t, u)$ , dan  $(d, e, f)$ , dengan ketentuan  $c, f$ , dan  $u$  sebagai ukuran sisi miringnya. Kemudian dari tiga gambar segitiga siku-siku tersebut, dimunculkan satu gambar secara acak.
- (b) Menyusun pertanyaan bagi *user*, untuk mendaftar (menginput) semua kemungkinan pasangan perbandingan yang berbeda dari ukuran sisi-sisi segitiga siku-siku.
- (c) Menyediakan kotak jawab dari kegiatan (b). Pada langkah ini, disusun 9 (sembilan) pasang kotak jawab sebagai tempat untuk membuat perbandingan ukuran sisi-sisi segitiga siku-siku.
- (d) Mengevaluasi jawaban *user*, yaitu benar atau salah dari kegiatan (b). Dalam hal ini, jawaban *user* benar jika *user* mampu menyusun 6 (enam) pasangan perbandingan yang berbeda dari ukuran sisi-sisi segitiga siku-siku (tidak ada jawaban yang salah).
- (e) Menyusun kesimpulan. Pada langkah ini, jika *user* berhasil melakukan kegiatan (d), maka *user* dianggap sudah memahami konsep perbandingan ukuran sisi-sisi segitiga siku-siku. *User* dapat melanjutkan ke konsep perbandingan trigonometri segitiga siku-siku. Namun, jika *user* menjawab kurang dari 6, menjawab lebih dari 6, atau menjawab 6 tetapi terdapat jawaban salah, maka *user* dianggap belum menguasai konsep perbandingan ukuran sisi-sisi segitiga siku-siku, sehingga dapat mengulang kembali.

Konstruksi konsep perbandingan ukuran sisi-sisi segitiga siku-siku secara ringkas dapat dilihat pada diagram berikut (Gambar 4.5).



Gambar 4.5 Diagram konstruksi konsep perbandingan ukuran sisi-sisi segitiga siku-siku

Prosedur pengerjaan oleh *user* untuk memahami konsep perbandingan ukuran sisi-sisi segitiga siku-siku dapat dilihat pada diagram alur (*flowchart*) berikut.



Gambar 4.6 *Flowchart* prosedur pengerjaan konsep perbandingan ukuran sisi-sisi segitiga siku-siku

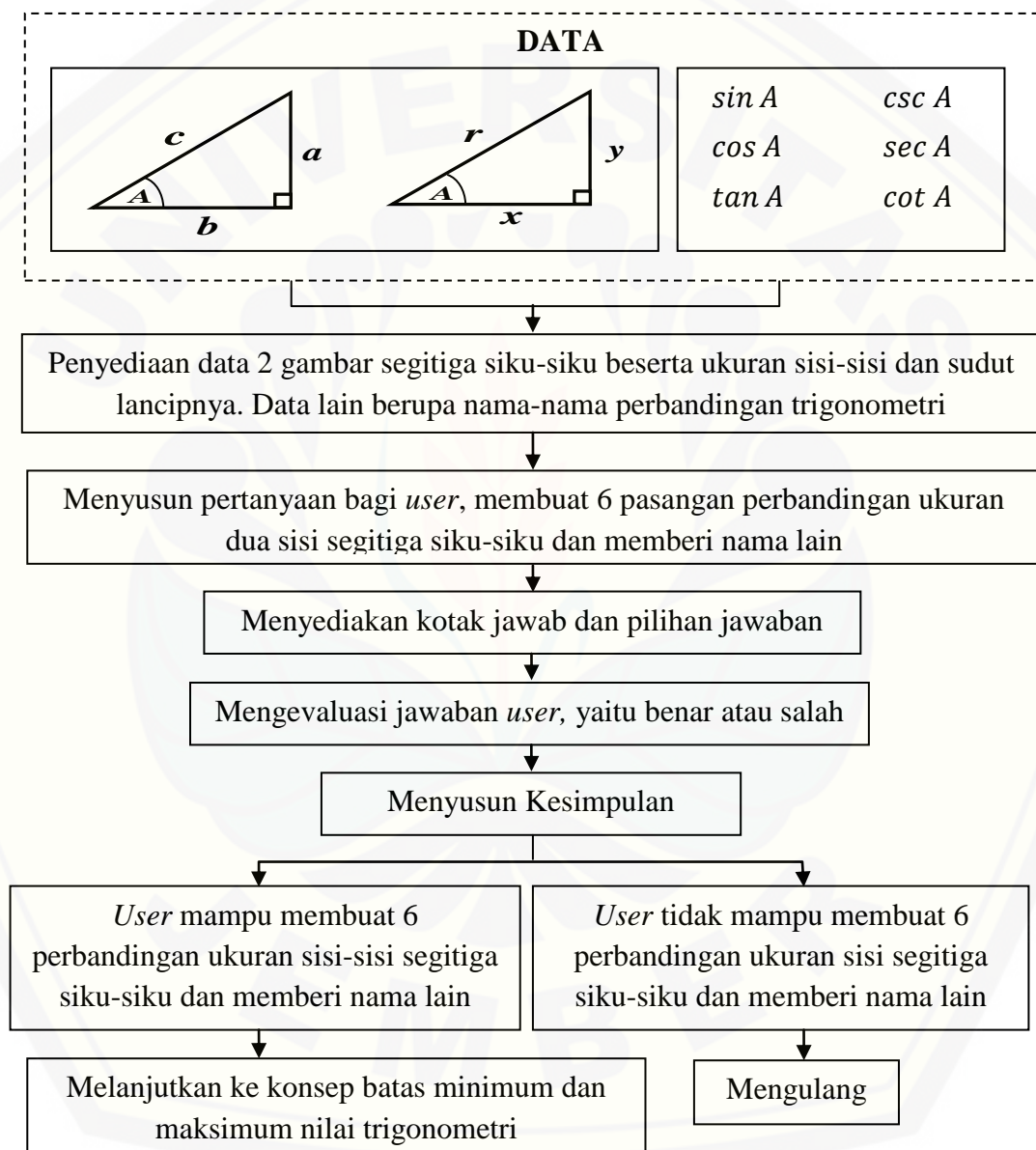
#### 4.1.3 Konstruksi Konsep Perbandingan Trigonometri pada Segitiga Siku-siku

Untuk mengkonstruksi konsep perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku, disediakan data gambar segitiga siku-siku dengan parameter ukuran sisi dan salah satu sudut lancipnya (Gambar 4.7). Kemudian membuat 6 pasangan perbandingan ukuran 2 (dua) sisi segitiga siku-siku, dan memberi nama lain untuk setiap pasangan perbandingan tersebut yang dikontrol oleh sudut lancip  $A$  sebagai istilah/definisi perbandingan trigonometri. Uraian detail konstruksi konsep perbandingan trigonometri segitiga siku-siku dapat dijelaskan sebagai berikut:

- (a) Menyediakan data geometri berupa 2 (dua) gambar segitiga siku-siku dengan parameter ukuran sisi dan salah satu sudut lancipnya yaitu  $\angle A$  (Gambar 4.4). Data ukuran sisi-sisi segitiga siku-siku yaitu  $x, y, r$  dan  $a, b, c$ , ukuran sisi miring  $r$  dan  $c$ . Data lainnya berupa nama-nama perbandingan trigonometri yaitu  $\sin A, \cos A, \tan A, \csc A, \sec A$ , dan  $\cot A$ . Kemudian satu gambar segitiga siku-siku dimunculkan secara acak.
- (b) Menyusun pertanyaan bagi *user*, untuk membuat 6 (enam) pasangan perbandingan ukuran 2 (dua) sisi segitiga siku-siku, kemudian memberi nama lain untuk setiap pasangan berbeda yang dikontrol oleh sudut  $A$ .
- (c) Menyediakan kotak jawab dan pilihan jawaban dari kegiatan (b). Dalam hal ini, disediakan 6 pasang kotak jawab sebagai tempat untuk menginput perbandingan ukuran 2 sisi segitiga siku-siku dan 1 kotak jawab untuk menginput nama lain (nama-nama perbandingan trigonometri).
- (d) Mengevaluasi jawaban *user*, yaitu benar atau salah dari kegiatan (b). Pada langkah ini, jawaban *user* akan dievaluasi untuk setiap pasang kotak jawab. Jika jawaban *user* benar untuk input pertama, maka *user* dapat melanjutkan ke input kedua dan begitu seterusnya. Namun, jika *user* menjawab salah, maka input perbandingan berikutnya tidak muncul (disembunyikan). *User* harus meralat jawabannya hingga benar, untuk dapat melanjutkan ke input berikutnya.
- (e) Menyusun kesimpulan dari kegiatan (d). Pada langkah ini, jika *user* mampu membuat enam pasangan perbandingan ukuran dua sisi segitiga siku-siku dan memberi nama lain dengan tepat, maka *user* sudah

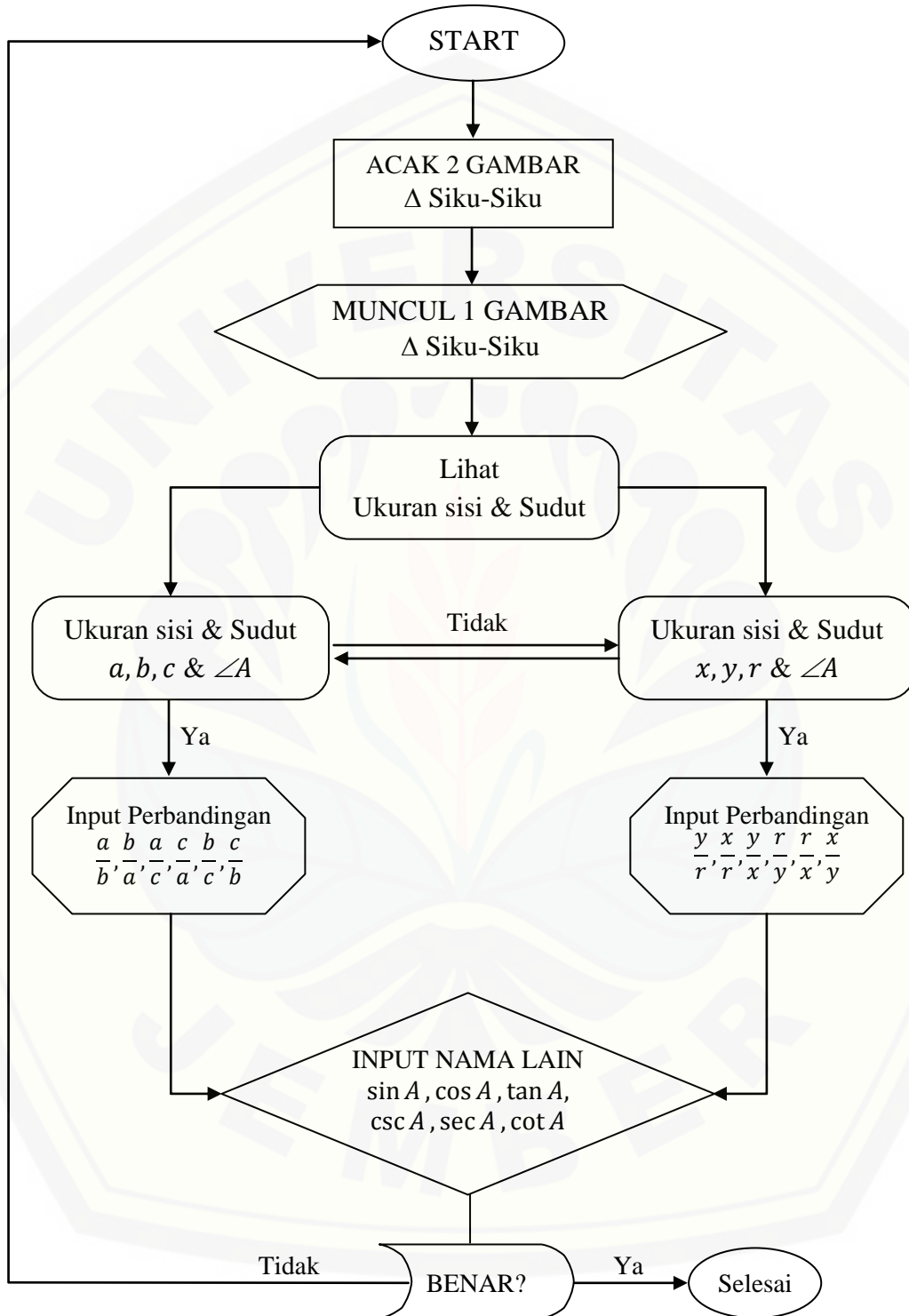
memahami konsep perbandingan trigonometri segitiga siku-siku, sehingga dapat melanjutkan ke konsep batas minimum dan maksimum nilai trigonometri segitiga siku-siku. Tetapi, jika *user* belum mampu menjawab dengan benar, maka dapat mengulang kembali.

Konstruksi konsep perbandingan trigonometri segitiga siku-siku secara ringkas disajikan pada diagram berikut (Gambar 4.7).



Gambar 4.7 Diagram konstruksi konsep perbandingan trigonometri segitiga siku-siku

Prosedur pengerjaan oleh *user* untuk memahami konsep perbandingan trigonometri segitiga siku-siku dapat dilihat pada diagram alur (*flowchart*) berikut.



Gambar 4.8 *Flowchart* prosedur pengerjaan konsep perbandingan trigonometri segitiga siku-siku

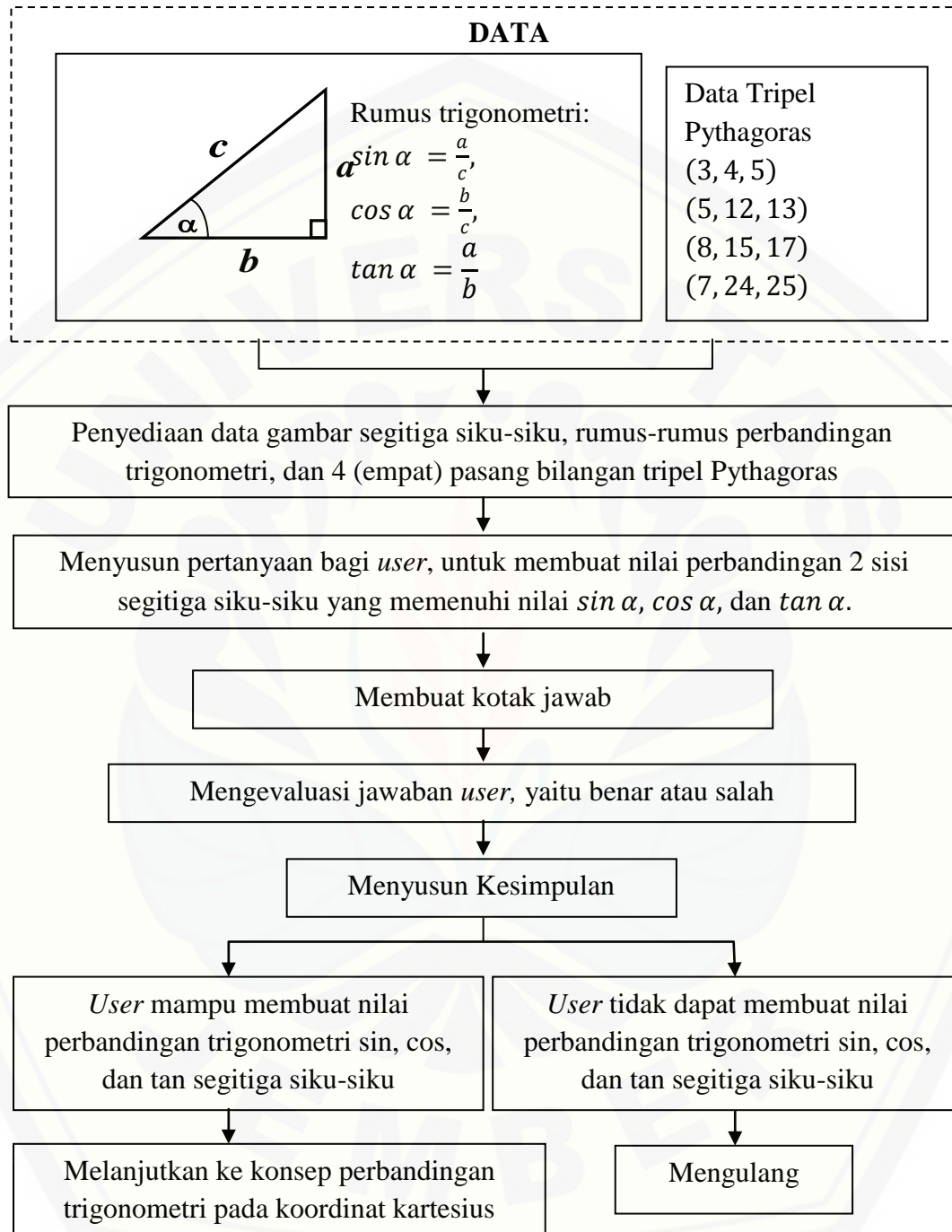


#### 4.1.4 Konstruksi Konsep Batas Minimum dan Maksimum Nilai Trigonometri Segitiga Siku-siku

Untuk mengkonstruksi konsep batas minimum dan maksimum nilai trigonometri pada segitiga siku-siku, disediakan data gambar segitiga siku-siku yang diketahui panjang sisi dan salah satu sudut lancipnya, dan data 4 (empat) pasang bilangan triple Pythagoras (Gambar 4.9). Membuat nilai perbandingan 2 sisi segitiga yang memenuhi nilai sinus, kosinus, dan tangen, menggunakan data bilangan triple Pythagoras, sehingga dapat disimpulkan batas minimum dan maksimum nilai trigonometri segitiga siku-siku. Uraian detailnya sebagai berikut:

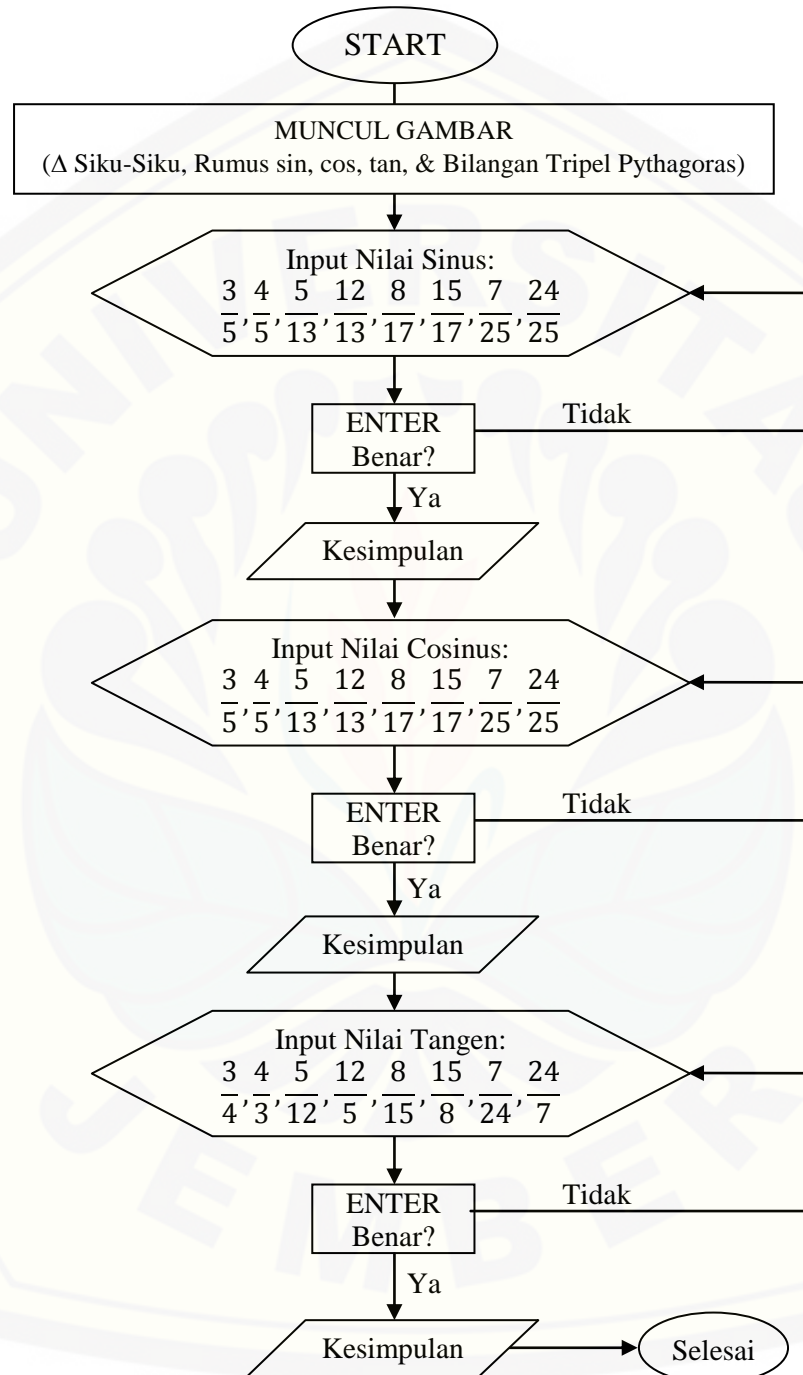
- (a) Menyediakan data geometri berupa gambar segitiga siku-siku yang diketahui ukuran sisi-sisi dan salah satu sudut lancip  $\alpha$ . Data lain berupa 4 (empat) pasang bilangan triple Pythagoras, yaitu  $(3, 4, 5)$ ,  $(5, 12, 13)$ ,  $(8, 15, 17)$ , dan  $(7, 24, 25)$ .
- (b) Menyusun pertanyaan bagi *user*, untuk membuat nilai perbandingan 2 sisi segitiga siku-siku yang memenuhi nilai  $\sin \alpha$ ,  $\cos \alpha$ , dan  $\tan \alpha$ , menggunakan data bilangan triple Pythagoras pada langkah (a).
- (c) Membuat kotak jawab untuk kegiatan (b). Dalam hal ini, disediakan 4 pasang kotak jawab sebagai tempat untuk menginput data nilai perbandingan trigonometri pada kegiatan (b) dan memunculkan nilai desimal untuk setiap nilai perbandingan yang telah diinput.
- (d) Mengevaluasi jawaban *user*, yaitu benar atau salah dari kegiatan (b). Pada tahapan ini, jawaban *user* harus benar untuk setiap nilai perbandingan dengan urutan nilai  $\sin \alpha$ ,  $\cos \alpha$ , dan  $\tan \alpha$ . Nilai  $\sin \alpha$  harus benar agar dapat melanjutkan ke nilai  $\cos \alpha$ , dan nilai  $\cos \alpha$  harus benar agar dapat melanjutkan ke nilai  $\tan \alpha$ . Jika menjawab salah, maka kotak jawaban berikutnya tidak akan muncul (tersembunyi).
- (e) Menyusun kesimpulan dari kegiatan (d). Pada langkah ini, jika *user* mampu membuat nilai  $\sin \alpha$ ,  $\cos \alpha$ , dan  $\tan \alpha$  dengan benar, maka *user* sudah memahami konsep batas minimum dan maksimum nilai trigonometri segitiga siku-siku. Namun, jika *user* menjawab salah, maka *user* dapat mengulang kembali.

Konstruksi konsep batas minimum dan maksimum nilai trigonometri segitiga siku-siku secara ringkas disajikan pada diagram berikut (Gambar 4.9).



Gambar 4.9 Diagram konstruksi konsep batas minimum dan maksimum nilai trigonometri segitiga siku-siku

Prosedur pengerjaan oleh *user* untuk memahami batas minimum dan maksimum nilai trigonometri segitiga siku-siku dapat dilihat pada diagram alur (*flowchart*) berikut.



Gambar 4.10 *Flowchart* prosedur pengerjaan konsep batas minimum dan maksimum nilai trigonometri segitiga siku-siku

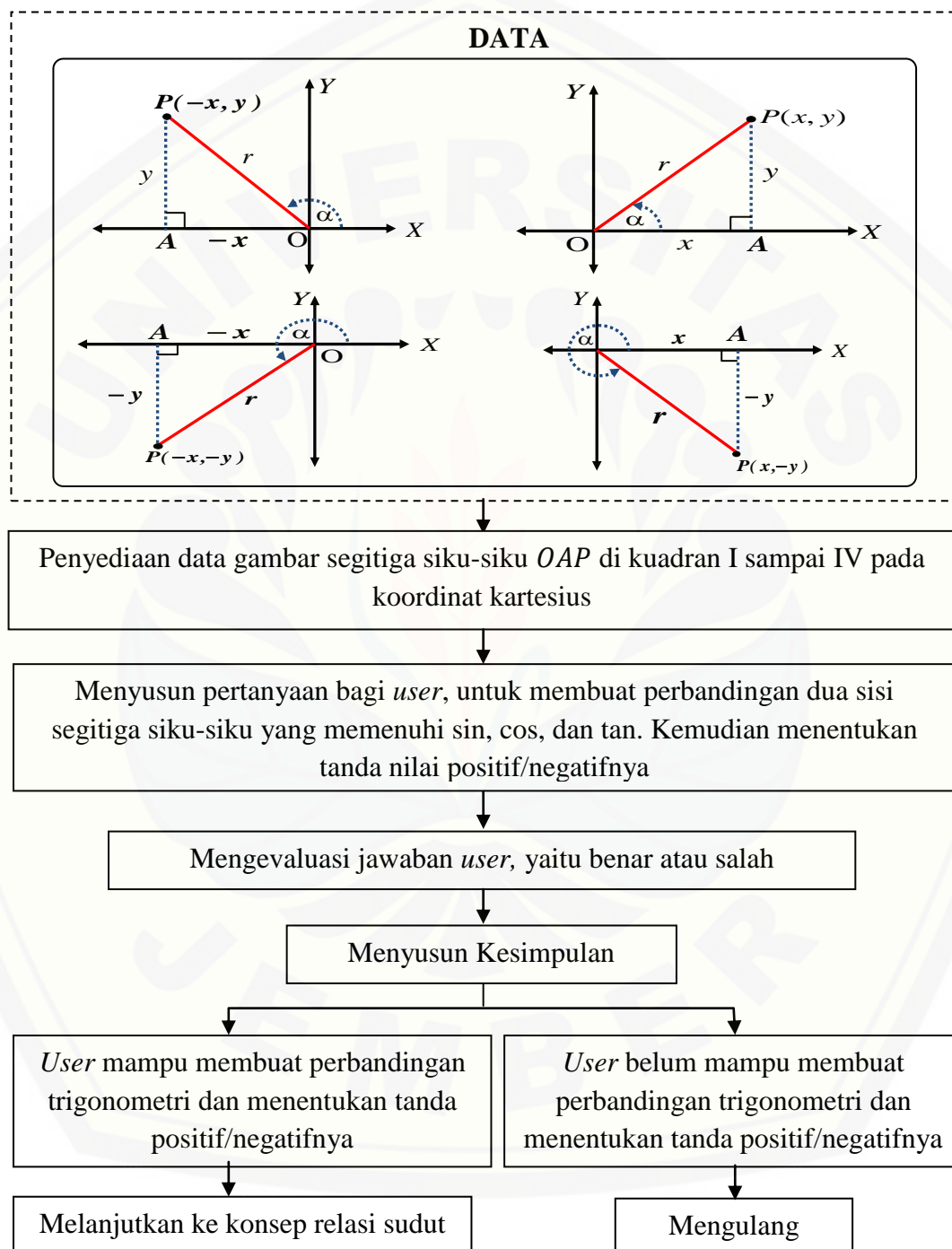
#### 4.1.5 Konstruksi Konsep Perbandingan Trigonometri pada Koordinat Kartesius

Dalam mengkonstruksi konsep perbandingan trigonometri di koordinat kartesius, disediakan data segitiga siku-siku  $OAP$  (siku-siku di  $A$ ), sisi  $OA = x$  berimpit dengan sumbu  $X$ , sisi  $AP = y$ , sisi  $OP = r$  dan titik  $P(x, y)$  di setiap kuadran. Membuat perbandingan dua sisi segitiga yang memenuhi rumus trigonometri sinus, cosinus, dan tangen di setiap kuadran. Kemudian menentukan tanda positif/negatif rumus-rumus trigonometri tersebut agar diketahui kesimpulan tentang nilai trigonometri di setiap kuadran. Uraian detailnya dapat dijelaskan sebagai berikut:

- (a) Menyediakan data geometri berupa gambar segitiga siku-siku  $OAP$  (siku-siku di  $A$ ). Untuk segitiga  $OAP$  di kuadran I,  $OA = x$ ,  $AP = y$ ,  $OP = r$  dan  $P(x, y)$ . Segitiga  $OAP$  kuadran II,  $OA = -x$ ,  $AP = y$ ,  $OP = r$  dan  $P(-x, y)$ . Segitiga  $OAP$  kuadran III,  $OA = -x$ ,  $AP = -y$ ,  $OP = r$  dan  $P(-x, -y)$ . Segitiga  $OAP$  kuadran IV,  $OA = x$ ,  $AP = -y$ ,  $OP = r$  dan  $P(x, -y)$ . Segitiga  $OAP$  dimunculkan secara berurutan mulai kuadran I sampai kuadran IV.
- (b) Menyusun pertanyaan bagi *user*, untuk membuat perbandingan dua sisi segitiga siku-siku yang memenuhi rumus sinus, cosinus, dan tangen di setiap kuadran. Kemudian menentukan tanda positif atau negatif rumus-rumus perbandingan trigonometri tersebut.
- (c) Mengevaluasi jawaban *user*, yaitu benar atau salah dari kegiatan (b).  
Pada langkah ini, jika jawaban *user* benar untuk input jawaban pertama, maka *user* dapat melanjutkan ke input kedua, dan begitu seterusnya. Namun, jika *user* menjawab salah, maka input perbandingan berikutnya tidak muncul (disembunyikan). *User* harus meralat jawabannya hingga benar, untuk dapat melanjutkan ke input berikutnya. Begitu seterusnya dari kuadran I sampai kuadran IV.
- (d) Menyusun kesimpulan dari kegiatan (c). Pada langkah ini, jika *user* mampu membuat perbandingan dua sisi segitiga  $OAP$  untuk  $\sin \alpha$ ,  $\cos \alpha$ , dan  $\tan \alpha$ , di setiap kuadran dan menentukan tanda positif/negatifnya, maka *user* sudah memahami konsep perbandingan trigonometri di

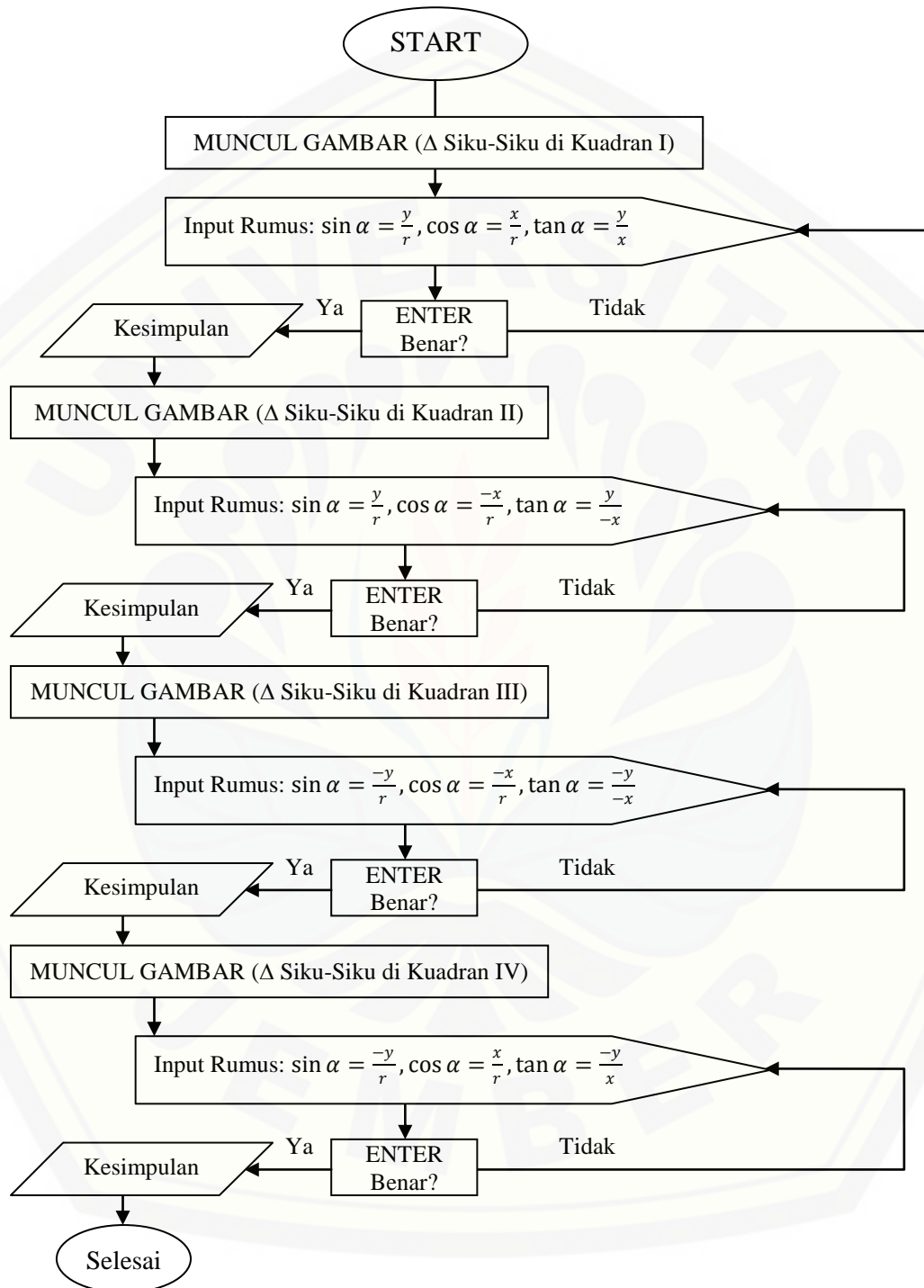
koordinat kartesius. *User* dapat melanjutkan ke konsep relasi sudut. Namun, jika jawaban salah, maka *user* dapat mengulang kembali.

Konstruksi konsep perbandingan trigonometri di koordinat kartesius secara ringkas disajikan pada diagram berikut (Gambar 4.11).



Gambar 4.11 Diagram konstruksi konsep perbandingan trigonometri di koordinat kartesius.

Prosedur pengerjaan oleh *user* untuk memahami konsep perbandingan trigonometri di koordinat kartesius dapat dilihat pada diagram alur (*flowchart*) berikut.



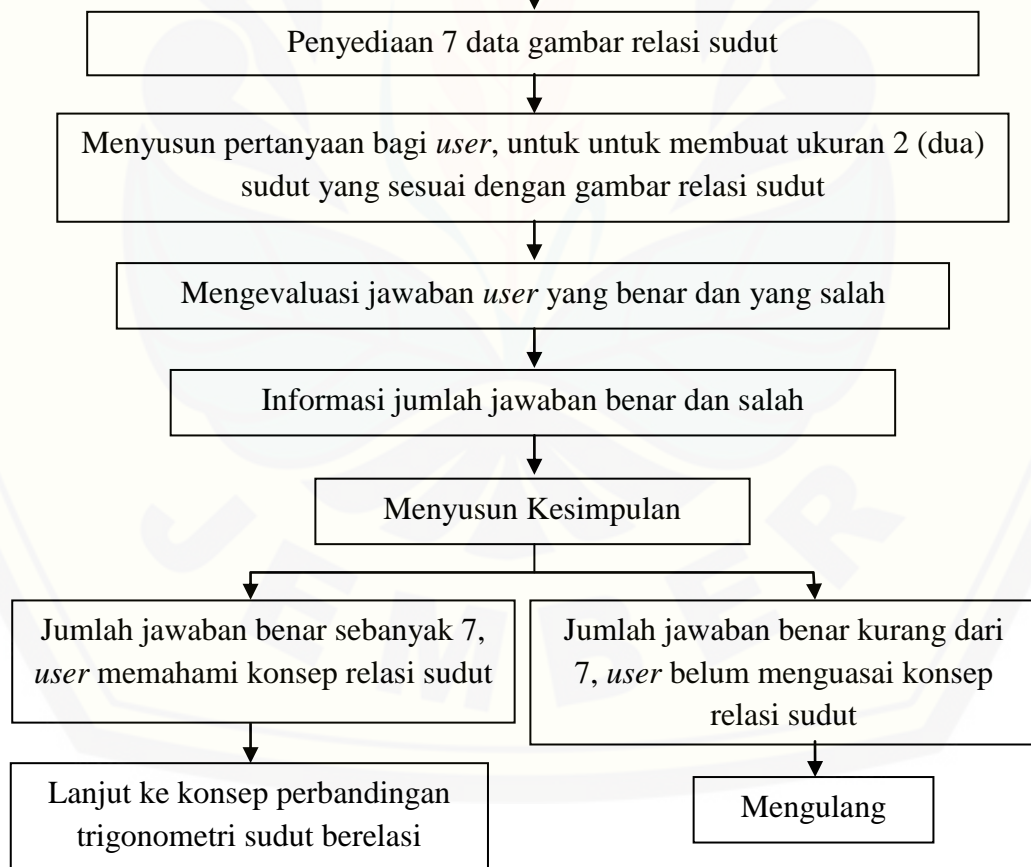
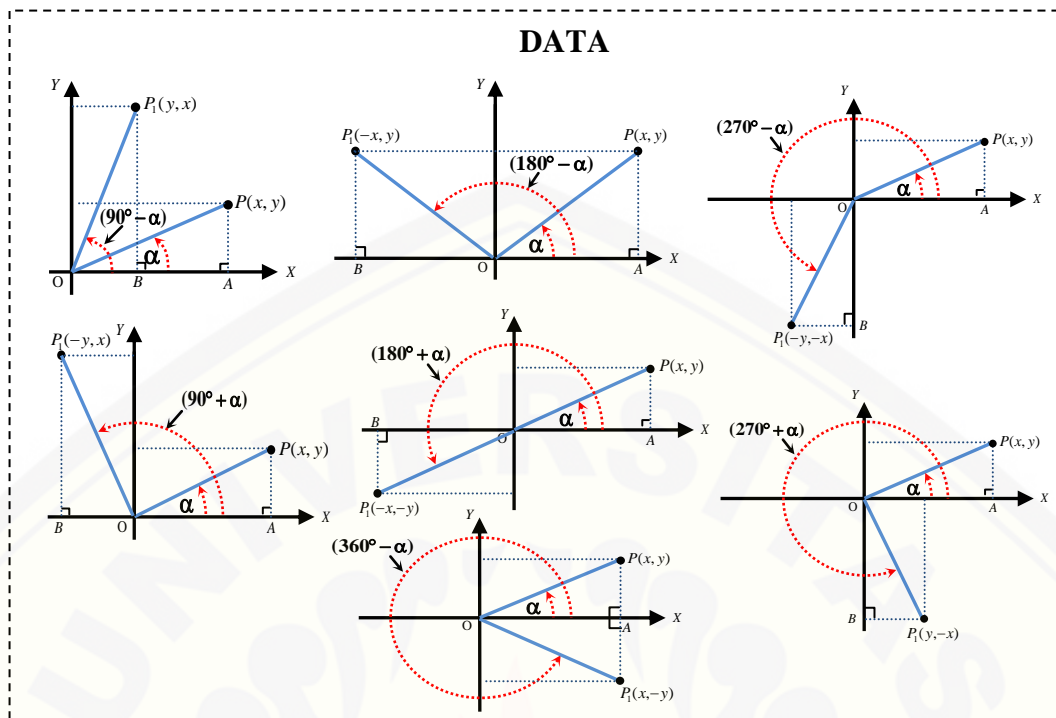
Gambar 4.12 *Flowchart* prosedur pengerjaan konsep perbandingan trigonometri di koordinat kartesius

#### 4.1.6 Konstruksi Konsep Relasi Sudut

Dalam mengkonstruksi konsep relasi sudut, ditetapkan data gambar relasi sudut, yaitu relasi antara sudut lancip  $a$  (di kuadran I) yang dibentuk oleh sumbu  $X$  terhadap  $OP$ , dan titik  $P$  di kuadran I (Gambar 4.13), dengan sudut-sudut hasil operasi sudut  $a$  dengan sudut pembatas kuadran ( $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ , dan  $360^\circ$ ). Sehingga, dihasilkan tujuh gambar relasi sudut yang berbeda, yang kemudian digunakan untuk membuat ukuran 2 (dua) sudut yang sesuai dengan gambar relasi tersebut. Uraian detail konstruksi konsep relasi sudut dijelaskan sebagai berikut:

- (a) Menyediakan data geometri berupa gambar relasi sudut. Data tersebut disusun oleh sudut berukuran  $a$  di kuadran I (sudut lancip) yang dibentuk oleh sumbu  $X$  terhadap  $OP$  dan titik  $P$  di kuadran I, dengan sudut hasil operasi sudut  $a$  dengan sudut pembatas kuadran, yaitu  $(90^\circ - a)$ ,  $(90^\circ + a)$ ,  $(180^\circ - a)$ ,  $(180^\circ + a)$ ,  $(270^\circ - a)$ ,  $(270^\circ + a)$ , dan  $(360^\circ - a)$ . Data gambar relasi sudut tersebut ditampilkan secara acak.
- (b) Menyusun pertanyaan bagi *user*, untuk membuat ukuran 2 (dua) sudut yang sesuai dengan gambar relasi sudut pada langkah (a). *User* diberi kesempatan menjawab sebanyak 7 kali.
- (c) Mengevaluasi jawaban *user*, yang benar dan yang salah dari kegiatan (b). Dalam hal ini, jawaban *user* benar jika dua ukuran sudut yang diinput sesuai dengan gambar relasi sudut yang muncul pada soal.
- (d) Menyusun informasi pada *user* atas jumlah jawaban benar dan salah, dari kegiatan (c). Pada langkah ini jawaban dari *user* direkap, berapa jumlah yang benar dan yang salah.
- (e) Menyusun kesimpulan dari kegiatan (d). Pada langkah ini, jika jumlah jawaban benar sebanyak 7, maka *user* sudah memahami konsep relasi sudut dan dapat melanjutkan ke konsep perbandingan trigonometri sudut berelasi. Namun, jika jumlah jawaban yang benar kurang dari 7, maka *user* belum menguasai konsep relasi sudut. *User* dapat mengulang kembali tahapan permainan ini.

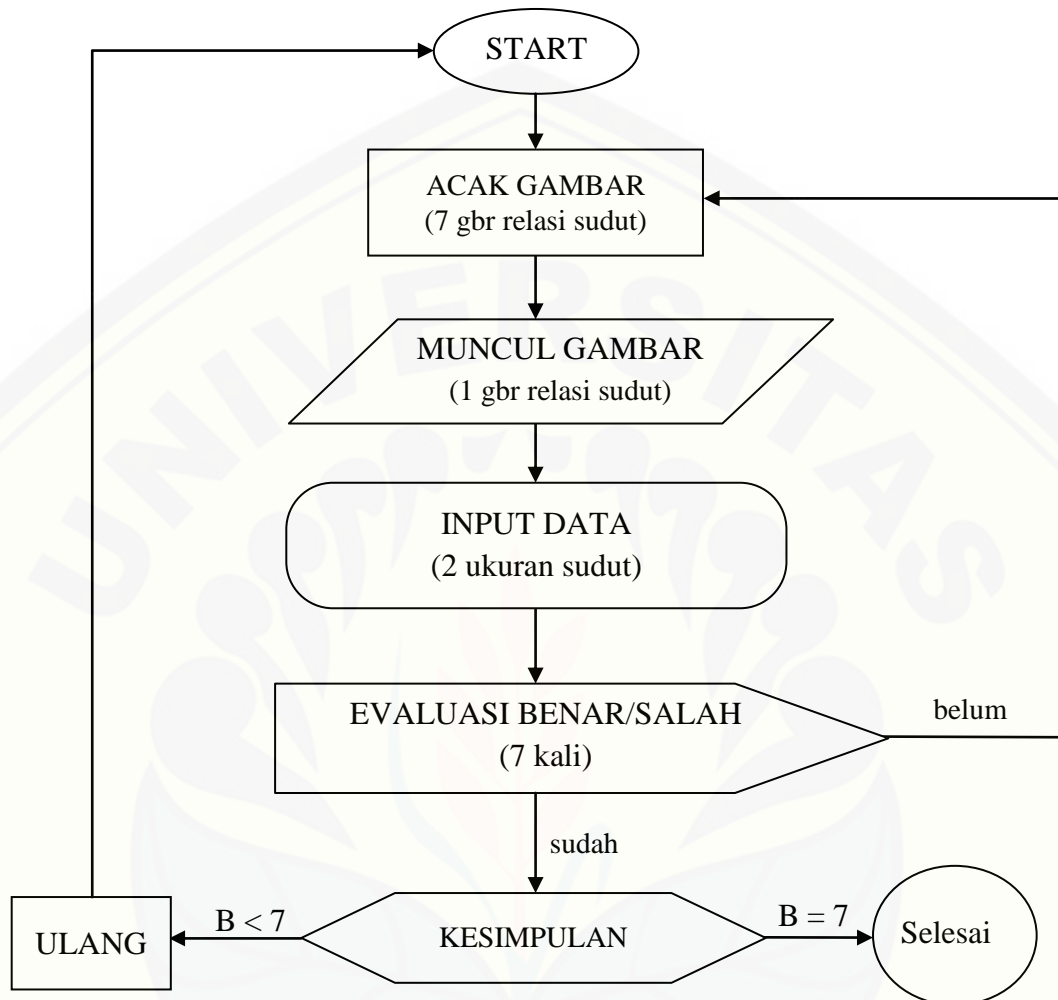
Konstruksi konsep relasi sudut secara ringkas dapat dilihat pada diagram berikut (Gambar 4.13).



Gambar 4.13 Diagram konstruksi konsep relasi sudut



Prosedur pengerjaan oleh *user* untuk memahami konsep relasi sudut dapat dilihat pada diagram alur (*flowchart*) berikut.

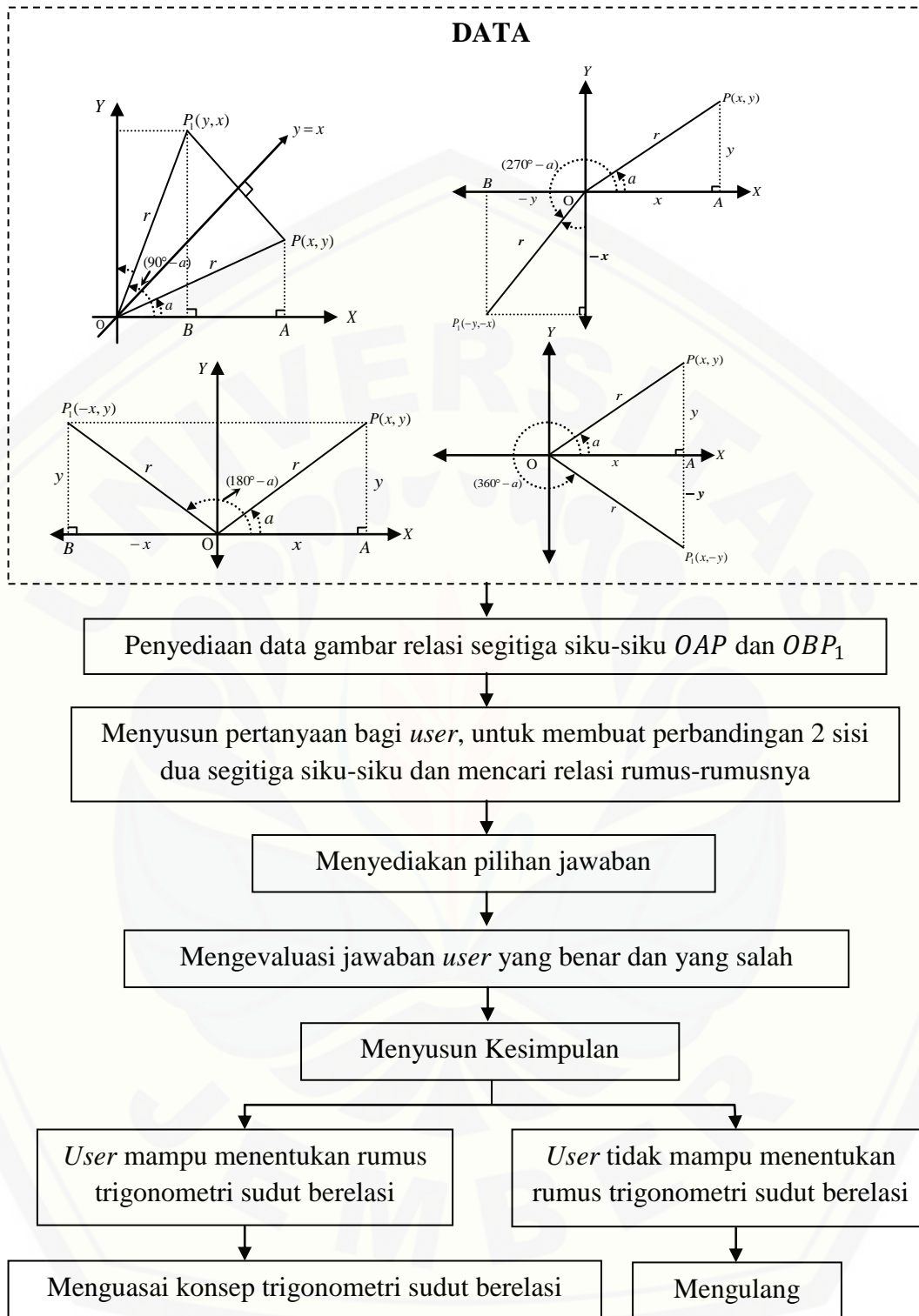


Gambar 4.14 *Flowchart* prosedur pengerjaan konsep relasi sudut

#### 4.1.7 Konstruksi Konsep Perbandingan Trigonometri Sudut Berelasi.

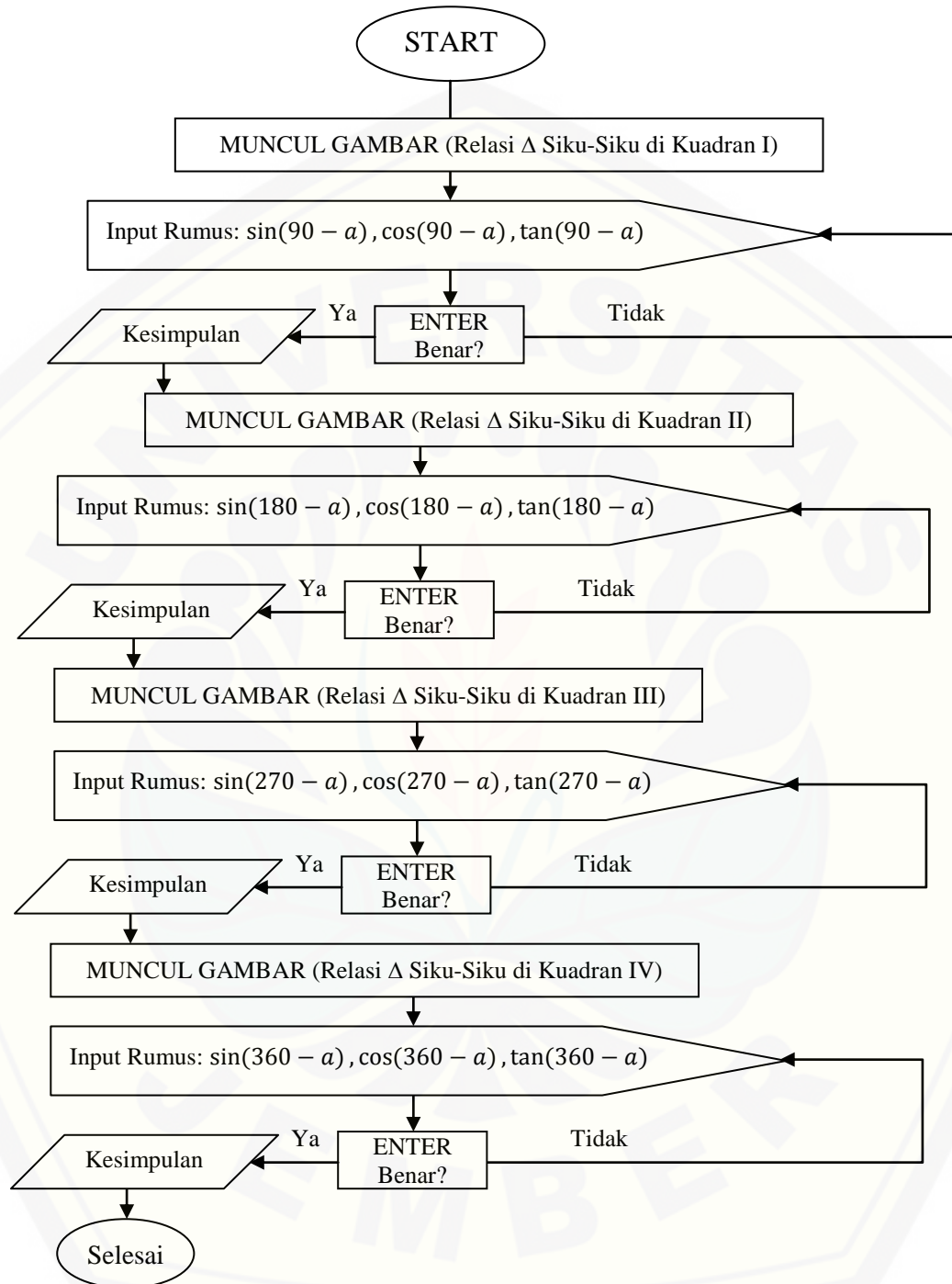
Dalam mengkonstruksi konsep perbandingan trigonometri sudut berelasi, ditetapkan data gambar relasi segitiga siku-siku, yaitu segitiga  $OAP$  dan  $OBP_1$ . Membuat perbandingan 2 sisi segitiga siku-siku  $OBP_1$ , yang memenuhi rumus trigonometri sin, cos, dan tan, dan mencari rumus trigonometri di kuadran I (segitiga siku-siku  $OAP$ ) yang nilainya ekuivalen terhadap rumus trigonometri segitiga  $OBP_1$ . Sehingga dapat diketahui sifat relasi rumus-rumus trigonometrinya, yaitu berubah atau tetap. Uraian detailnya sebagai berikut:

- (a) Menyediakan data geometri berupa relasi gambar segitiga siku-siku  $OAP$  dan segitiga siku-siku  $OBP_1$  (Gambar 4.8). Segitiga  $OAP$  mempunyai sudut  $a$  yang dibentuk oleh sumbu  $X$  dan sisi  $OP$  (titik  $P$  di kuadran I). Segitiga  $OBP_1$  dibentuk oleh sisi  $OB$  (berimpit dengan sumbu  $X$ ) dan sisi  $OP_1$ , titik  $P_1$  di setiap kuadran. Sisi  $OP_1$  merupakan sisi akhir sudut-sudut yang berelasi dengan  $a$ , yaitu sudut hasil operasi  $a$  dengan sudut pembatas kuadran. Sudut tersebut dibentuk oleh sumbu  $X$  (positif) dan  $OP_1$ .
- (b) Menyusun pertanyaan bagi *user*, untuk membuat perbandingan dua sisi segitiga siku-siku  $OBP_1$  yang memenuhi rumus trigonometri  $\sin$ ,  $\cos$ , dan  $\tan$ . Kemudian mencari rumus trigonometri di kuadran I (segitiga  $OAP$ ) yang ekuivalen (berelasi) dengan rumus trigonometri segitiga  $OBP_1$ .
- (c) Penyediaan pilihan jawaban untuk langkah (b). Dalam hal ini, disediakan nama-nama perbandingan trigonometri  $\pm \sin a$ ,  $\pm \cos a$ ,  $\pm \tan a$ ,  $\pm \csc a$ ,  $\pm \sec a$ , dan  $\pm \cot a$ .
- (d) Mengevaluasi jawaban *user*, yaitu benar atau salah dari kegiatan (b).  
Dalam hal ini, input jawaban *user* harus benar untuk setiap soal, agar dapat melanjutkan ke soal berikutnya. Jika jawaban *user* salah, maka soal berikutnya tidak akan muncul, sehingga *user* harus memperbaiki jawabannya hingga bernilai benar.
- (e) Menyusun kesimpulan dari kegiatan (d). Pada langkah ini, jika *user* mampu membuat rumus trigonometri dari relasi dua segitiga siku-siku, maka *user* sudah memahami konsep perbandingan trigonometri sudut berelasi. Jika masih menjawab salah, maka *user* dapat mengulang kembali. Konstruksi konsep perbandingan trigonometri sudut berelasi secara ringkas dapat dilihat pada diagram berikut (Gambar 4.15).



Gambar 4.15 Diagram konstruksi konsep perbandingan trigonometri sudut berelasi

Prosedur pengerjaan oleh *user* untuk memahami konsep perbandingan trigonometri sudut berelasi dapat dilihat pada diagram alur (*flowchart*) berikut.



Gambar 4.16 *Flowchart* prosedur pengerjaan konsep perbandingan trigonometri sudut berelasi

## 4.2 Membuat Program dalam Bentuk GUI Matlab

Pada bagian ini akan didiskusikan cara mengembangkan konsep trigonometri yang telah ditetapkan pada bab 3, ke dalam program GUI Matlab. Uraian prosedur pembuatan program dapat dijelaskan sebagai berikut:

### 4.2.1 Membuat program GUI Matlab konsep segitiga siku-siku.

Pada tahapan ini, didiskusikan cara memahami konsep segitiga siku-siku yaitu konsep rumus Pythagoras dan penerapannya yang dikembangkan dengan menggunakan program GUI Matlab. Dimulai dengan menampilkan data rumus Pythagoras dan rumus bukan Pythagoras; gambar segitiga siku-siku dan bukan siku-siku; pada GUI Matlab dengan menggunakan komponen *Axes*. Data-data tersebut ditampilkan secara acak agar *user* tidak menghafal gambar. Kemudian *user* dapat menjawab soal sesuai dengan gambar yang muncul. Secara rinci, tahapannya sebagai berikut:

#### a. Menyediakan data

##### 1) Penyediaan data untuk konsep rumus Pythagoras

Data yang disediakan berupa data geometri gambar segitiga siku-siku yang panjang sisi miringnya  $c$  dan sisi siku-sikunya  $a$  dan  $b$ . Data lainnya berupa rumus sebanyak 18, yang terdiri dari 6 rumus Pythagoras dalam berbagai bentuk yang nilainya ekuivalen dan 12 rumus lain yang bukan rumus Pythagoras. Data-data tersebut kemudian ditampilkan pada GUI Matlab dengan menggunakan komponen *Axes*. Untuk rumus-rumus yang akan ditampilkan ke GUI Matlab dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Data rumus Pythagoras dan rumus bukan Pythagoras

Urutan	Rumus	Urutan	Rumus
1	$c^2 = a^2 + b^2$	10	$c^2 + a^2 = b^2$
2	$b^2 = c^2 - a^2$	11	$c^2 + b^2 = a^2$
3	$a^2 = c^2 - b^2$	12	$a^2 = b^2 - c^2$
4	$c = \sqrt{a^2 + b^2}$	13	$c = \sqrt{a^2 - b^2}$
5	$b = \sqrt{c^2 - a^2}$	14	$\sqrt{b^2 - a^2} = c$
6	$a = \sqrt{c^2 - b^2}$	15	$b = \sqrt{a^2 - c^2}$
7	$a^2 - b^2 = c^2$	16	$\sqrt{c^2 + a^2} = b$
8	$c^2 = b^2 - a^2$	17	$a = \sqrt{c^2 + b^2}$
9	$b^2 = a^2 - c^2$	18	$a = \sqrt{b^2 - c^2}$

Dari data di atas, untuk urutan kesatu sampai keenam merupakan rumus Pythagoras. Sedangkan urutan ketujuh sampai kedelapanbelas merupakan rumus bukan Pythagoras. Dari rumus-rumus tersebut dimunculkan 4 (empat) rumus secara acak dengan urutan bebas, artinya rumus Pythagoras dapat muncul lebih dari satu untuk setiap tampilan.

## 2) Penyediaan data untuk penerapan rumus Pythagoras

Penyediaan data geometri berupa gambar segitiga dengan parameter panjang sisi. Untuk data segitiga siku-siku disediakan 6 (enam) ukuran tripel Pythagoras yang berbeda. Setiap tripel Pythagoras diberi 3 nama aljabar  $a, b, c$  yang dibolak-balik. Jadi, data gambar segitiga siku-siku seluruhnya berjumlah 18. Untuk gambar segitiga bukan siku-siku, disediakan 16 data dengan berbagai ukuran. Secara rinci, data ukuran sisi segitiga siku-siku dan segitiga bukan siku-siku yang akan ditampilkan pada GUI Matlab dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 berikut ini.

Tabel 4.2 Data ukuran panjang sisi-sisi segitiga siku-siku

Segitiga Siku-siku ke-	Ukuran sisi (Tripel Pythagoras)	Panjang sisi miring (satuan)	Panjang sisi siku-siku (satuan)	
1	(3, 4, 5)	$a = 5$	$b = 3$	$c = 4$
2	(3, 4, 5)	$b = 5$	$a = 3$	$c = 4$
3	(3, 4, 5)	$c = 5$	$a = 3$	$b = 4$
4	(5, 12, 13)	$a = 13$	$b = 5$	$c = 12$
5	(5, 12, 13)	$b = 13$	$c = 5$	$a = 12$
6	(5, 12, 13)	$c = 13$	$b = 5$	$a = 12$
7	(6, 8, 10)	$a = 10$	$c = 6$	$b = 8$
8	(6, 8, 10)	$b = 10$	$a = 6$	$c = 8$
9	(6, 8, 10)	$c = 10$	$b = 6$	$a = 8$
10	(7, 24, 25)	$a = 25$	$b = 7$	$c = 24$
11	(7, 24, 25)	$b = 25$	$c = 7$	$a = 24$
12	(7, 24, 25)	$c = 25$	$a = 7$	$b = 24$
13	(8, 15, 17)	$a = 17$	$b = 8$	$c = 15$
14	(8, 15, 17)	$b = 17$	$a = 8$	$c = 15$
15	(8, 15, 17)	$c = 17$	$b = 8$	$a = 15$
16	(9, 12, 15)	$a = 15$	$b = 9$	$c = 12$
17	(9, 12, 15)	$b = 15$	$c = 9$	$a = 12$
18	(9, 12, 15)	$c = 15$	$a = 9$	$b = 12$

Tabel 4.3 Data ukuran panjang sisi-sisi segitiga bukan siku-siku

Segitiga ke-	Ukuran Sisi (satuan)		
	$a$	$b$	$c$
1	7	3	5
2	3	5	2
3	5	4	9
4	13	10	8
5	10	12	5
6	4	6	8
7	5	2	4
8	10	13	8
9	7	3	10
10	12	8	6
11	9	4	5
12	12	5	16
13	5	15	10
14	8	13	6
15	3	4	6
16	8	12	15

Gambar-gambar segitiga yang ukuran sisinya tersaji pada tabel 4.2 dan 4.3, ditampilkan pada GUI Matlab dengan menggunakan komponen *Axes*. Kemudian dari gambar-gambar tersebut, dimunculkan 3 (tiga) gambar secara acak. Gambar yang muncul selalu terdiri dari 1 (satu) gambar segitiga siku-siku dan 2 (dua) gambar segitiga bukan siku-siku.

b. Menyusun pertanyaan bagi *user*

1) Menyusun pertanyaan tentang pemahaman rumus Pythagoras.

Pada langkah ini, disusun pertanyaan tentang evaluasi rumus-rumus yang muncul pada langkah (a1). Pythagoras dan rumus bukan Pythagoras. Pertanyaan dibuat dengan menggunakan komponen *Static Text*, dengan kalimat sebagai berikut:

**AYO IKUTI PERMAINAN INI, UNTUK MENGUJI PEMAHAMAN ANDA TENTANG KONSEP RUMUS PYTHAGORAS.**

**AMATI 4 (EMPAT) RUMUS DI BAGIAN SAMPIING KIRI!**

**TENTUKAN APAKAH RUMUS-RUMUS TERSEBUT MERUPAKAN RUMUS PYTHAGORAS ATAU BUKAN!**

**Anda mempunyai kesempatan menjawab sebanyak 6 kali. Ketikkan jawabanmu pada kotak warna KUNING, dengan cara:**

**# Ketik “B” jika rumus Pythagoras**

**# Ketik “S” jika BUKAN rumus Pythagoras**

**Setiap kali selesai menjawab, tekan tombol ENTER.**

2) Menyusun pertanyaan tentang penerapan rumus Pythagoras.

Pada langkah ini disusun pertanyaan tentang memilih gambar segitiga siku-siku dan menentukan ukuran sisi miring dan sisi siku-siku segitiga yang dipilih. Pertanyaan dibuat dengan menggunakan komponen *Static Text*, dengan kalimat sebagai berikut:

**ANDA AKAN BELAJAR MENERAPKAN RUMUS PYTHAGORAS UNTUK MENENTUKAN JENIS SEGITIGA SIKU-SIKU.**

**AMATI UKURAN SISI-SISI SEGITIGA DI BAWAH INI.**

**TENTUKAN GAMBAR MANAKAH YANG MERUPAKAN SEGITIGA SIKU-SIKU.**



**Ketikkan jawabanmu pada kotak warna KUNING di kanan atas, dengan cara:**

**# Ketik angka 1, 2, atau 3 untuk pilihan gambar segitiga**

**# Ketik huruf a, b, c untuk menentukan jenis sisi segitiga**

- c. Mengevaluasi jawaban *user* yang benar dan yang salah dari kegiatan (b).

Pada langkah ini, jawaban *user* diketik pada “Kotak Jawaban” yang dibuat dengan menggunakan komponen *Edit Text*. *User* bebas mengetikkan jawabannya sesuai dengan petunjuk pengerjaan soal. Setiap satu kali menjawab, *user* diminta tekan tombol “ENTER” untuk mengetahui jawaban benar atau salah. Tombol ENTER dibuat dengan komponen *Pushbutton*. Setelah selesai menjawab sesuai kesempatan yang telah ditentukan, *user* diminta menekan tombol “EVALUASI” yang dibuat dengan komponen *Pushbutton*, untuk mengetahui jumlah jawaban benar dan salah.

- 1) Evaluasi jawaban *user*, untuk konsep rumus Pythagoras.

Pada langkah ini, *user* diminta mengisi jawaban pada 4 (empat) “Kotak Jawab” yang dibuat dari komponen *Edit Text*. *User* diberi kesempatan menjawab sebanyak 6 kali. Kotak jawaban diinput menggunakan huruf “B” dan “S” atau “b” dan “s” sesuai dengan random soal yang muncul. Setiap kali selesai menjawab, *user* diminta tekan tombol “ENTER” dan akan muncul pernyataan di kotak dialog, “**Jawaban Anda Benar**” atau “**Jawaban Anda Salah**”. Jika *user* menginput jawaban yang tidak lengkap, tetapi menekan tombol ENTER, maka akan muncul peringatan “**Jawaban Anda Belum Lengkap**”. Jika *user* menjawab menggunakan huruf selain yang ditentukan, tetapi menekan tombol ENTER, akan muncul peringatan “**Anda menginput selain huruf “B” dan “S”**”. Selama proses mengerjakan, *user* dapat melihat jumlah soal yang telah dikerjakan. Selanjutnya setelah menjawab sebanyak 6 kali, *user* diminta tekan tombol “EVALUASI”, sehingga akan muncul kesimpulan penguasaan konsep dan rekap jumlah jawaban benar dan salah. Tombol “EVALUASI” belum aktif jika *user* masih menjawab kurang dari 6 kali.

2) Evaluasi jawaban *user*, untuk penerapan rumus Pythagoras.

Pada langkah ini, *user* diminta menjawab sebanyak 6 kali. Untuk setiap kali menjawab, disediakan 4 (empat) “Kotak Jawab” dengan ketentuan, Kotak Jawab (1) untuk mengisi pilihan jawaban segitiga siku-siku yang diinput menggunakan angka 1, 2, atau 3. Kotak jawab (2) untuk mengisi jawaban sisi miring. Kotak jawab (3) dan (4) untuk mengisi jawaban sisi siku-siku. Kotak jawab (2), (3), dan (4) diinput menggunakan huruf “a”, “b”, dan “c”. Setiap kali selesai menjawab, *user* diminta menekan tombol “ENTER”, dan akan muncul pernyataan di kotak dialog, “**Jawaban Anda Benar**” atau “**Jawaban Anda Salah**”. Jika *user* menginput jawaban yang tidak lengkap, tetapi menekan tombol ENTER, maka akan muncul peringatan “**Jawaban Anda Belum Lengkap**”. Jika *user* menginput diluar ketentuan, misalkan menginput huruf atau angka selain 1, 2, dan 3, pada Kotak Jawab (1), menginput angka atau huruf selain “a”, “b”, dan “c” pada Kotak jawab (2), (3), dan (4), tetapi menekan tombol ENTER, maka akan muncul peringatan “**Input Anda Salah**”. Selama proses mengerjakan, *user* dapat melihat jumlah soal yang telah dikerjakan. Setelah menjawab sebanyak 6 kali, *user* diminta tekan tombol “EVALUASI”, untuk mengetahui tingkat penguasaan konsep dan rekap jumlah jawaban benar dan salah. Tombol “EVALUASI” belum aktif jika *user* masih menjawab kurang dari 6 kali.

d. Menyusun informasi pada *user* atas jumlah jawaban benar dan salah.

Pada langkah ini, jawaban yang sudah diketikkan oleh *user* akan direkap pada kotak jumlah benar dan jumlah salah yang dibuat dari komponen *Static Text*. Pada kotak tersebut dapat diketahui berapa jumlah jawaban benar dan jumlah jawaban salah. Rekap jawaban tersebut digunakan untuk membuat kesimpulan akhir, yaitu *user* sudah memahami konsep rumus Pythagoras dan penerapannya atau belum.

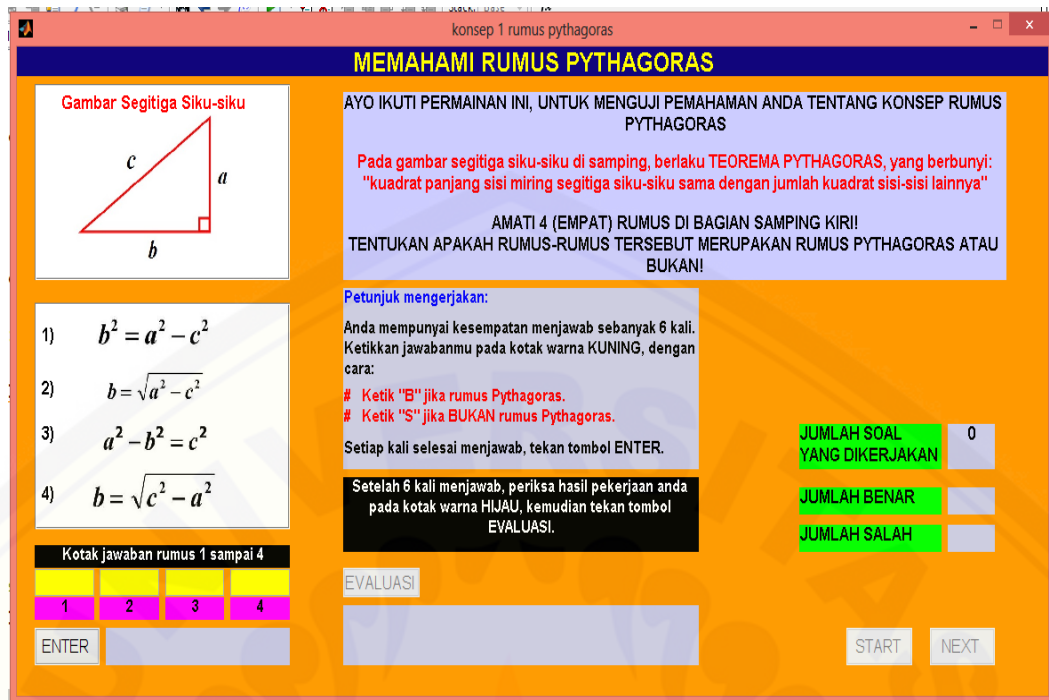
- e. Menyusun kesimpulan dari kegiatan (d).

Pada langkah ini, akan disusun kesimpulan penguasaan konsep rumus Pythagoras dan penerapannya. Untuk mengetahui kesimpulan yang dimaksud, maka *user* dapat menekan tombol “EVALUASI” yang terbuat dari komponen *Pushbutton*. Kesimpulan konsep tersebut memiliki ketentuan, jika jumlah jawaban benar sebanyak 6, maka *user* dianggap sudah menguasai konsep dan dapat melanjutkan ke konsep selanjutnya dengan cara tekan tombol “NEXT”. Namun, jika jumlah jawaban yang benar kurang dari 6, maka *user* dianggap belum menguasai konsep, dan harus mengulangi lagi tahapan permainan yang sama dengan cara tekan tombol “START”.

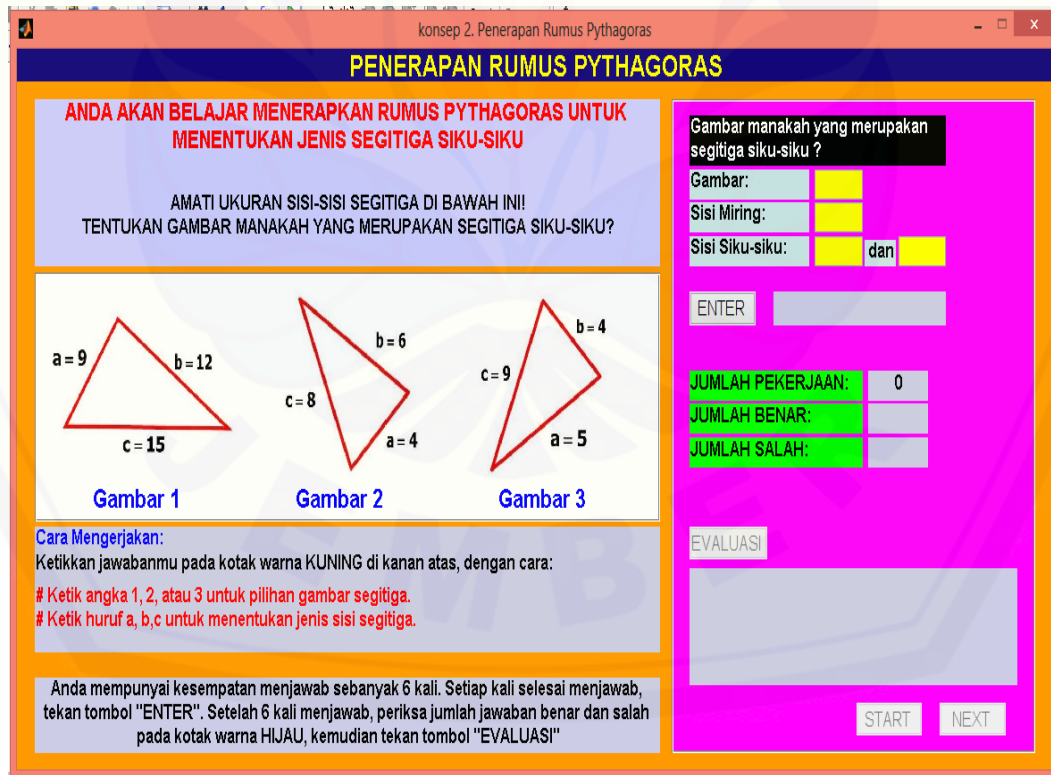
Untuk konsep rumus Pythagoras, respon yang muncul setelah *user* menekan tombol “EVALUASI” adalah: **Selamat...!, Anda telah memahami konsep RUMUS PYTHAGORAS. Silahkan klik tombol NEXT untuk materi selanjutnya.** Artinya *user* sudah menguasai konsep rumus Pythagoras. Jika belum menguasai konsep rumus Pythagoras, maka akan muncul pernyataan, **Maaf...!, Anda belum memahami konsep RUMUS PYTHAGORAS. Silahkan ulangi lagi dengan cara Klik tombol START.**

Untuk penerapan rumus Pythagoras, setelah *user* menekan tombol “EVALUASI” maka akan muncul pernyataan, **Selamat...!, Anda sudah mampu menerapkan RUMUS PYTHAGORAS pada SEGITIGA SIKU-SIKU. Silahkan klik tombol NEXT untuk materi selanjutnya.** Berarti *user* sudah menguasai penerapan rumus Pythagoras. Jika belum menguasai penerapan rumus Pythagoras, maka akan muncul pernyataan, **Maaf...!, Anda belum mampu menerapkan RUMUS PYTHAGORAS pada SEGITIGA SIKU-SIKU. Silahkan ulangi lagi dengan cara Klik tombol START.**

Hasil pengembangan konsep rumus Pythagoras dan penerapan rumus Pythagoras pada program GUI Matlab, dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 4.17 Desain pengembangan konsep rumus Pythagoras



Gambar 4.18 Desain penerapan rumus Pythagoras

#### 4.2.2 Membuat program GUI Matlab konsep perbandingan ukuran sisi-sisi segitiga siku-siku.

Pada tahapan ini didiskusikan cara mengkonstruksi konsep perbandingan panjang antar sisi-sisi segitiga siku-siku dengan menggunakan program GUI Matlab. Dimulai dengan penyediaan 3 data gambar segitiga siku-siku yang ukuran sisi-sisinya berbeda. Kemudian 1 gambar segitiga ditampilkan secara acak dengan menggunakan komponen Axes pada GUI Matlab. Tujuannya untuk variasi soal agar *user* tidak menghafal. *User* diminta mencari semua kemungkinan perbandingan panjang sisi-sisi segitiga siku-siku. Uraian detailnya sebagai berikut:

a. Menyediakan data

Penyediaan data 3 gambar segitiga siku-siku yang ukuran sisinya  $(a, b, c)$ ,  $(d, e, f)$ , dan  $(s, t, u)$ . Data gambar tersebut ditampilkan menggunakan komponen *Axes* pada GUI Matlab. Satu gambar dimunculkan secara acak.

b. Menyusun pertanyaan bagi *user*

Pada langkah ini disusun pertanyaan tentang membuat perbandingan ukuran sisi-sisi segitiga. Pertanyaan dibuat dengan menggunakan komponen *Static Text*, dengan kalimat sebagai berikut:

**AYO IKUTI PERMAINAN INI, UNTUK MEMAHAMI KONSEP PERBANDINGAN UKURAN ANTAR SISI-SISI SEGITIGA SIKU-SIKU.**

**SEBUTKAN SEMUA KEMUNGKINAN PERBANDINGAN UKURAN ANTAR SISI-SISI SEGITIGA SIKU-SIKU DI BAWAH INI.**

**Ketikkan ukuran sisi-sisi segitiga tersebut, pada kotak warna KUNING menggunakan huruf kecil. Setelah selesai menjawab, tekan tombol "EVALUASI"**

c. Mengevaluasi jawaban *user* yang benar dan yang salah dari kegiatan (b)

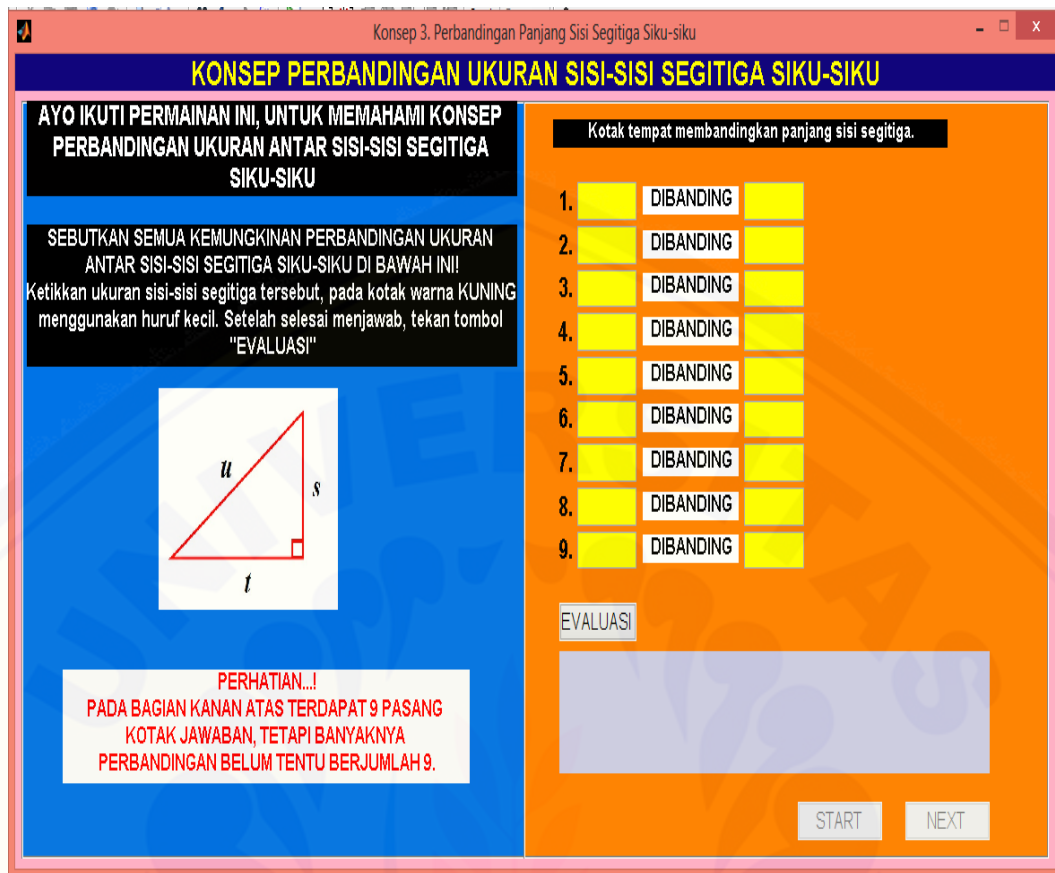
Pada langkah ini, jawaban *user* diketik pada “Kotak Jawaban” yang dibuat dengan menggunakan komponen *Edit Text* yang terdiri dari 9 pasang kotak jawaban. *User* harus menginput jawaban dalam bentuk huruf, sesuai dengan ukura sisi gambar segitiga yang muncul. Jika jawaban yang diinput tidak

sesuai dengan gambar, maka akan muncul peringatan **“Input Anda tidak sesuai gambar”**. Jika *user* menginput jawaban yang sama, akan muncul peringatan **“Terdapat jawaban yang sama”**. Jika *user* menginput jawaban yang tidak lengkap, maka muncul peringatan **“Jawaban Anda belum lengkap”**. Kemudian, setelah menginput semua jawaban pada kotak jawab, *user* diminta tekan tombol **“EVALUASI”** yang dibuat menggunakan komponen *Pushbutton* untuk mengetahui kesimpulan jawaban yang telah diisikan. Evaluasi jawaban benar untuk random gambar pertama adalah *a* dibanding *b*, *b* dibanding *a*, *a* dibanding *c*, *c* dibanding *a*, *b* dibanding *c*, dan *c* dibanding *b*. Random gambar kedua adalah *d* dibanding *e*, *e* dibanding *d*, *d* dibanding *f*, *f* dibanding *d*, *e* dibanding *f*, dan *f* dibanding *e*. Untuk random gambar ketiga adalah *s* dibanding *t*, *t* dibanding *s*, *s* dibanding *u*, *u* dibanding *s*, *t* dibanding *u*, dan *u* dibanding *t*.

d. Menyusun informasi dan kesimpulan jawaban *user*

Pada langkah ini, jika *user* sudah menginput semua jawabannya, kemudian menekan tombol **“EVALUASI”**, maka dapat diketahui kesimpulan penguasaan konsep yang dibuat dari komponen *Static Text*. Jika *user* mampu menyebutkan 6 perbandingan dengan tepat dan benar (tidak ada jawaban salah), maka akan muncul kesimpulan **“Selamat....!, Anda telah memahami konsep perbandingan ukuran sisi-sisi segitiga siku-siku. Silahkan klik tombol NEXT untuk materi selanjutnya”**. Namun, jika *user* tidak mampu menyebutkan semua kemungkinan dengan benar, atau terdapat jawaban salah, maka akan muncul kesimpulan **“Maaf...!, Anda belum memahami konsep perbandingan ukuran sisi-sisi segitiga siku-siku. Silahkan klik tombol START untuk mengulang”**

Hasil pengembangan konsep perbandingan ukuran sisi-sisi segitiga siku-siku pada program GUI Matlab, dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 4.19 Desain pengembangan konsep perbandingan ukuran sisi-sisi segitiga siku-siku

#### 4.2.3 Membuat program GUI Matlab konsep perbandingan trigonometri segitiga siku-siku.

Pada tahapan ini diuraikan tentang cara mengkonstruksi konsep perbandingan trigonometri segitiga siku-siku dengan menggunakan program GUI Matlab. Pertama, menyediakan data 3 gambar segitiga siku-siku yang ukuran sisinya berbeda dan diketahui salah satu sudut lancipnya. Kemudian 1 gambar segitiga ditampilkan secara acak, dengan tujuan untuk variasi soal agar *user* tidak menghafal. *User* diminta membuat perbandingan sisi-sisi segitiga siku-siku dan memberi nama lain perbandingan tersebut dengan nama-nama rumus trigonometri. Uraian detailnya sebagai berikut:

a. Menyediakan data

Penyediaan data 2 gambar segitiga siku-siku dengan ukuran sisinya adalah  $a, b, c$  siku-siku di  $c$  dan  $x, y, r$  siku-siku di  $r$ . Data tersebut ditampilkan menggunakan komponen *Axes* pada GUI Matlab. Kemudian 1 gambar dimunculkan secara acak.

b. Menyusun pertanyaan bagi *user*

Pada langkah ini disusun pertanyaan tentang membuat perbandingan ukuran sisi-sisi segitiga dan memberi nama lain perbandingan tersebut. Pertanyaan dibuat dengan menggunakan komponen *Static Text*, dengan kalimat sebagai berikut:

**AYO IKUTI PERMAINAN INI, UNTUK MEMAHAMI KONSEP PERBANDINGAN TRIGONOMETRI PADA SEGITIGA SIKU-SIKU.**

**BUATLAH PERBANDINGAN UKURAN ANTAR SISI-SISI YANG BERBEDA DARI SEGITIGA SIKU-SIKU DI BAWAH INI, KEMUDIAN BERILAH NAMA LAIN DALAM BENTUK ISTILAH PERBANDINGAN TRIGONOMETRI!**

**Buatlah perbandingan dengan cara KETIKKAN ukuran sisi segitiga pada kotak warna KUNING di kanan atas, dengan menggunakan huruf kecil.**

**Berilah nama lain dengan cara KETIKKAN nama-nama perbandingan trigonometri pada kotak warna HIJAU.**

c. Mengevaluasi jawaban *user* yang benar dan yang salah dari kegiatan (b)

Pada langkah ini, jawaban *user* diketik pada “Kotak Jawaban” yang dibuat dengan menggunakan komponen *Edit Text*. *User* harus menginput jawaban perbandingan ukuran sisi segitiga yang sesuai dengan gambar yang muncul. Input nama lain juga harus sesuai dengan pilihan jawaban yang tersedia.

Evaluasi jawaban benar untuk random gambar pertama adalah  $\frac{a}{c}$  dinamakan  $\sin A$ ,  $\frac{b}{c}$  dinamakan  $\cos A$ ,  $\frac{a}{b}$  dinamakan  $\tan A$ ,  $\frac{c}{a}$  dinamakan  $\csc A$ ,  $\frac{c}{b}$  dinamakan  $\sec A$ , dan  $\frac{b}{a}$  dinamakan  $\cot A$ . Sedangkan evaluasi jawaban benar untuk random gambar kedua adalah  $\frac{y}{r}$  dinamakan  $\sin A$ ,  $\frac{x}{r}$  dinamakan  $\cos A$ ,  $\frac{y}{x}$



dinamakan  $\tan A$ ,  $\frac{r}{y}$  dinamakan  $\csc A$ ,  $\frac{r}{x}$  dinamakan  $\sec A$ , dan  $\frac{x}{y}$  dinamakan  $\cot A$ . Setiap kali selesai menginput, *user* harus menekan tombol “EVALUASI” yang dibuat dari komponen *Pushbutton* untuk mengetahui jawaban benar atau salah. Jika jawaban yang diinput *user* benar, kemudian menekan tombol “EVALUASI” maka akan muncul pernyataan **“Jawaban Anda benar”**. Jika jawaban yang diinput *user* salah, kemudian menekan tombol “EVALUASI” maka akan muncul pernyataan **“Jawaban Anda salah”**. Namun, Jika input jawaban *user* tidak lengkap, kemudian menekan tombol “EVALUASI”, maka akan muncul peringatan **“Jawaban Anda belum lengkap”**. Jika *user* menginput jawaban yang sama, maka akan muncul peringatan **“Jawaban Anda sama dengan sebelumnya”**.

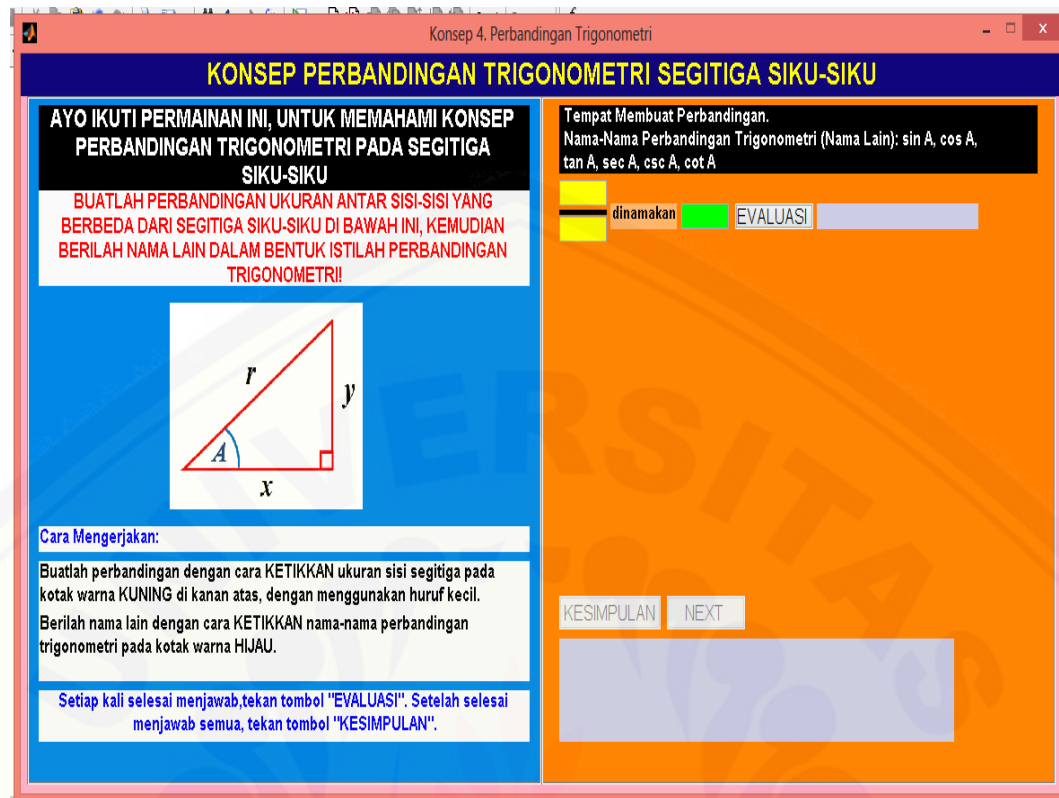
- d. Menyusun informasi pada *user* atas jawaban benar atau salah.

Pada tahap ini, soal yang dikerjakan oleh *user* harus bernilai benar untuk setiap perbandingan. Jika *user* menjawab salah, maka perbandingan berikutnya tidak dapat muncul. *User* harus mengubah jawaban yang salah menjadi jawaban yang benar, agar soal berikutnya dapat ditampilkan. Begitu seterusnya untuk setiap perbandingan.

- f. Menyusun kesimpulan dari kegiatan (d).

Setelah *user* menyusun 6 perbandingan sisi-sisi segitiga dan mampu memberi nama lain perbandingan tersebut dengan benar, maka tombol “KESIMPULAN” yang terbuat dari komponen *Pushbutton* menjadi aktif dan jika ditekan akan muncul pernyataan **“Selamat...! Anda telah memahami KONSEP PERBANDINGAN TRIGONOMETRI SEGITIGA SIKU-SIKU. Tekan tombol NEXT untuk mempelajari materi selanjutnya”**.

Hasil pengembangan konsep perbandingan trigonometri segitiga siku-siku program GUI Matlab, dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 4.20 Desain pengembangan konsep perbandingan trigonometri segitiga siku-siku

#### 4.2.4 Membuat program GUI Matlab konsep batas minimum dan maksimum nilai trigonometri segitiga siku-siku.

Pada bagian ini akan didiskusikan cara mengkonstruksi konsep batas minimum dan maksimum nilai trigonometri segitiga siku-siku menggunakan program GUI Matlab. Dimulai dengan penyajian data gambar segitiga siku-siku yang diketahui ukuran sisi dan sudut lancipnya, dan data 4 (empat) pasang bilangan tripel Pythagoras. Data-data tersebut ditampilkan menggunakan komponen *Axes* pada GUI Matlab. Kemudian *user* diminta membuat nilai perbandingan 2 ukuran sisi segitiga yang memenuhi nilai sinus, kosinus, dan tangen menggunakan data bilangan tripel Pythagoras. *User* harus menginput jawabannya pada kotak jawab yang tersedia sebanyak 4 pasang untuk setiap rumus trigonometri. Jika jawaban *user* benar maka dapat diketahui kesimpulan tentang batas minimum dan maksimum nilai trigonometrinya. Uraian detailnya sebagai berikut:

(a) Menyediakan data

Data yang disediakan berupa gambar segitiga siku-siku dengan parameter panjang sisi dan salah satu sudut lancipnya, yaitu sudut  $\alpha$ . Data lain berupa pasangan bilangan tripel Pythagoras, yaitu  $(3, 4, 5)$ ,  $(5, 12, 13)$ ,  $(8, 15, 17)$ , dan  $(7, 24, 25)$ . Data-data tersebut ditampilkan pada GUI matlab dengan menggunakan komponen *Axes*.

(b) Menyusun pertanyaan bagi *user*

Pada langkah ini disusun pertanyaan tentang membuat nilai perbandingan 2 sisi segitiga yang memenuhi nilai  $\sin \alpha$ ,  $\cos \alpha$ , dan  $\tan \alpha$ , dengan cara menginput jawaban pada kotak jawaban yang tersedia. Pertanyaan dibuat menggunakan komponen *Static Text* pada GUI Matlab dengan kalimat sebagai berikut:

**ANDA AKAN BELAJAR MEMBUAT NILAI TRIGONOMETRI (SIN, COS, DAN TAN) PADA SEGITIGA SIKU-SIKU, DAN MENGENAL BATAS MINIMUM DAN MAKSIMUMNYA.**

**BUATLAH NILAI SIN, COS, DAN TAN PADA SEGITIGA SIKU-SIKU MENGGUNAKAN BILANGAN TRIPEL PYTHAGORAS DI ATAS!. BUATLAH NILAI MASING-MASING 4 (EMPAT) JAWABAN YANG BERBEDA.**

(c) Menyediakan kotak jawaban.

Pada langkah ini, dibuat 4 (empat) pasang kotak jawaban untuk masing-masing nilai  $\sin$ ,  $\cos$ , dan  $\tan$ . Kotak jawaban dibuat dengan menggunakan komponen *Edit Text* pada GUI Matlab.

(d) Mengevaluasi jawaban *user*, yang benar dan salah dari kegiatan (b).

Pada langkah ini, *user* menginput jawaban pada “Kotak Jawaban” yang dibuat pada langkah (c). Jawaban berupa nilai perbandingan 2 sisi segitiga siku-siku yang disusun dari bilangan tripel Pythagoras pada langkah (a). Masing-masing terdiri dari 4 (jawaban) yang berbeda untuk nilai sinus, cosinus, dan tangen. Setiap kali selesai menjawab untuk satu nilai trigonometri, *user* diminta menekan tombol “ENTER” yang terbuat dari komponen *Pushbutton*, untuk mengetahui jawaban yang diinput tersebut benar atau salah. Setiap kali

menjawab dengan benar, maka *user* dapat melihat nilai desimal untuk setiap input perbandingan nilai trigonometri, sehingga dapat diketahui kesimpulan tentang batas minimum dan maksimum nilai trigonometrinya. Jika jawaban yang diinput benar untuk sinus, maka pada kotak dialog akan muncul pernyataan **“Jawaban Anda Benar, nilai SINUS antara 0 sampai 1”**. Untuk kosinus adalah **“Jawaban Anda Benar, nilai COSINUS antara 0 sampai 1”**. Sedangkan tangen akan muncul pernyataan **“Jawaban Anda Benar, nilai TANGEN antara 0 sampai tak hingga”**. Tetapi jika jawaban yang diinput salah, akan muncul pernyataan **“Jawaban Anda Salah”**. Jika *user* menginput jawaban yang tidak lengkap, maka akan muncul peringatan **“Jawaban Anda Belum Lengkap”**. Jika *user* menginput jawaban selain yang ditentukan, maka akan muncul peringatan **“Jawaban Anda bukan Angka. Periksa kembali jawaban Anda”**. Jika input jawaban sama, maka muncul peringatan **“Terdapat Jawaban yang sama. Silahkan periksa kembali”**.

Evaluasi jawaban benar untuk nilai sinus dan cosinus, yaitu  $\frac{3}{5} = 0,6, \frac{4}{5} = 0,8, \frac{5}{13} = 0,4, \frac{12}{13} = 0,9, \frac{8}{17} = 0,5, \frac{15}{17} = 0,9, \frac{7}{25} = 0,3, \frac{24}{25} = 0,9$ . Selain perbandingan tersebut, maka akan bernilai salah. Evaluasi benar untuk tangen adalah  $\frac{3}{4} = 0,7, \frac{4}{3} = 1,3, \frac{5}{12} = 0,4, \frac{12}{5} = 2,4, \frac{8}{15} = 0,5, \frac{15}{8} = 1,9, \frac{7}{24} = 0,3, \frac{24}{7} = 3,4$ . Selain perbandingan tersebut, bernilai salah.

Selanjutnya, setelah menjawab semua perbandingan trigonometri sin, cos, dan tan, *user* diminta tekan tombol **“KESIMPULAN”** yang terbuat dari komponen *Pushbutton* untuk mengetahui kesimpulan konsep batas minimum dan maksimum nilai trigonometri segitiga siku-siku. Namun, tombol **“KESIMPULAN”** masih belum aktif jika *user* masih menjawab salah untuk setiap perbandingan, sehingga *user* harus mengubah jawaban yang salah menjadi benar untuk dapat melihat kesimpulan dan melanjutkan ke konsep berikutnya.

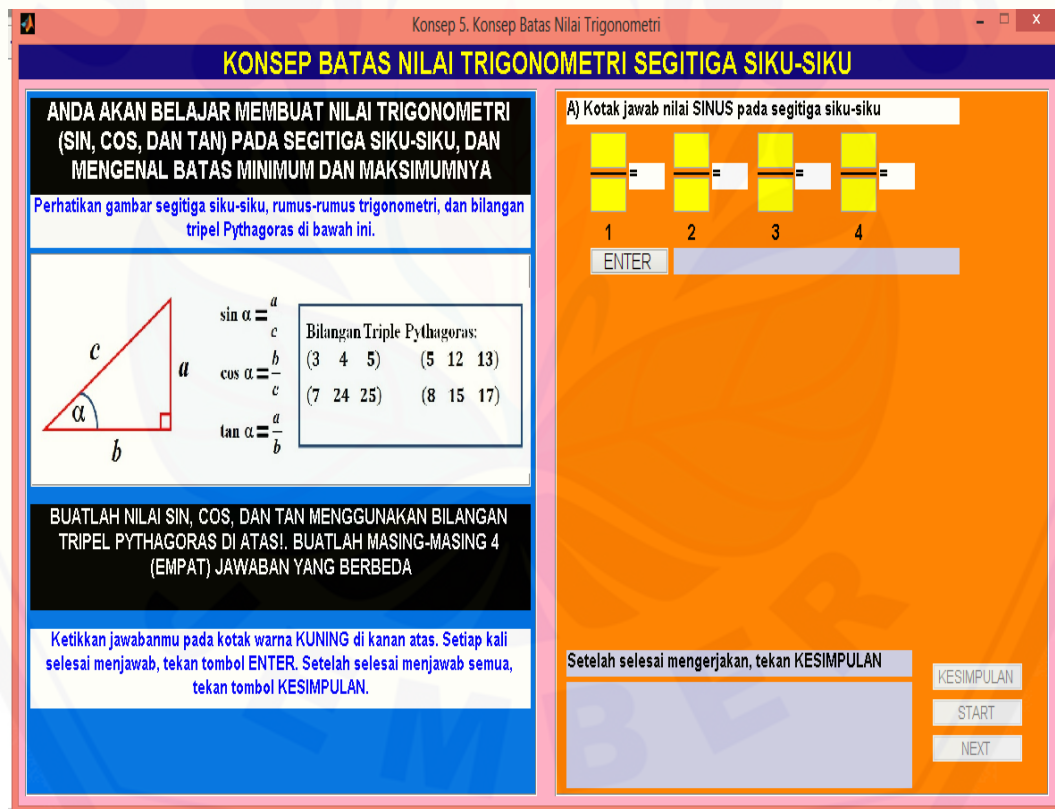
(e) Menyusun kesimpulan dari kegiatan (d).

Pada langkah ini, kotak kesimpulan dibuat dengan menggunakan komponen *Static Text*. Jika *user* menjawab benar untuk setiap soal, kemudian tekan tombol “KESIMPULAN”, maka akan muncul pernyataan:

- a) **Batas minimum nilai sin, cos, dan tan adalah 0.**
- b) **Batas maksimum sin dan cos adalah 1, sedangkan tan adalah tak hingga.**

Kemudian, *user* dapat melanjutkan ke konsep berikutnya dengan cara menekan tombol “NEXT”. Namun jika ingin mengulangi permainan yang sama, maka tekan tombol “START”.

Hasil pengembangan konsep batas minimum dan maksimum nilai trigonometri segitiga siku-siku pada GUI Matlab, dapat dilihat di gambar berikut.



Gambar 4.21 Desain pengembangan konsep Batas Nilai Trigonometri segitiga siku-siku

#### 4.2.5 Membuat program GUI Matlab konsep perbandingan trigonometri pada koordinat kartesius.

Pada bagian ini akan diuraikan cara mengkonstruksi konsep perbandingan trigonometri di koordinat kartesius pada program GUI Matlab. menyajikan data gambar segitiga siku-siku di koordinat kartesius. Data gambar tersebut ditampilkan secara terurut dari kuadran I sampai kuadran IV, agar *user* mudah memahami rumus-rumus di setiap kuadran. Kemudian *user* diminta membuat perbandingan dua sisi segitiga siku-siku yang memenuhi rumus sin, cos, dan tan di setiap kuadran, dan menentukan nilai positif/negatifnya. Tahapan secara detailnya sebagai berikut:

##### a. Menyediakan data

Data yang disediakan berupa gambar segitiga siku-siku  $OAP$  (siku-siku di  $A$ ) di setiap kuadran yang tersusun atas sisi  $OA$  (berimpit dengan sumbu  $X$ ) dan sisi  $AP$  (komponen  $y$ ), dan sisi miring  $OP$ . Data segitiga siku-siku  $OAP$  dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4.4. Komponen segitiga siku-siku  $OAP$  di setiap kuadran

Letak Kuadran	Ukuran Sisi		
	$OA$	$AP$	$OP$
I	$x$	$y$	$r$
II	$-x$	$y$	$r$
III	$-x$	$-y$	$r$
IV	$x$	$-y$	$r$

Data gambar tersebut ditampilkan pada GUI Matlab dengan menggunakan komponen *Axis*. Gambar ditampilkan secara terurut mulai kuadran I sampai gambar di kuadran IV.

##### b. Menyusun pertanyaan bagi *user*

Pada langkah ini, disusun pertanyaan tentang membuat perbandingan dua sisi segitiga siku-siku di koordinat kartesius yang memenuhi rumus sin, cos, dan tan di setiap kuadran dan menentukan nilai positif/negatif dari rumus trigonometri tersebut. Pertanyaan ini dibuat menggunakan komponen *Static Text* pada GUI Matlab, dengan uraian kalimat sebagai berikut:

**PADA PERMAINAN INI, ANDA DIMINTA MENCARI RUMUS PERBANDINGAN TRIGONOMETRI DI KOORDINAT KARTESIUS, KEMUDIAN MENENTUKAN NILAI POSITIF/NEGATIF DARI RUMUS TRIGONOMETRI DI SETIAP KUADRAN.**

**PERHATIKAN GAMBAR SEGITIGA SIKU-SIKU DI SAMPING!. BUATLAH PERBANDINGAN 2 SISI SEGITIGA SIKU-SIKU YANG MEMENUHI RUMUS SINUS, COSINUS DAN TANGEN. KEMUDIAN TENTUKAN NILAI POSITIF/NEGATIFNYA.**

**Ketikkan  $x$ ,  $-x$ ,  $y$ ,  $-y$ ,  $r$ , atau  $-r$  pada kotak warna KUNING untuk membuat rumus  $\sin$ ,  $\cos$ , dan  $\tan$  di setiap kuadran.**

**Ketikkan tanda "+" atau "-" pada kotak warna HIJAU untuk menentukan nilai POSITIF/NEGATIF rumus trigonometrinya.**

- c. Mengevaluasi jawaban *user* yang benar dan yang salah dari kegiatan (b)

Pada langkah ini, jawaban *user* diketik pada “Kotak Jawaban” yang dibuat dengan menggunakan komponen *Edit Text*. *User* harus menginput jawaban yang sesuai dengan gambar yang muncul, yaitu gambar segitiga di setiap kuadran. Setiap kali selesai menjawab, *user* harus menekan tombol “EVALUASI” yang terbuat dari komponen *Pushbutton* untuk mengetahui jawaban benar atau salah. Jika *user* menginput jawaban yang benar, kemudian menekan tombol “EVALUASI” maka akan muncul pernyataan “**Jawaban Anda benar**”. Jika jawaban yang diinput *user* salah, kemudian menekan tombol “EVALUASI” maka akan muncul pernyataan “**Jawaban Anda salah**”. Jika *user* menginput rumus perbandingan yang tidak sesuai dengan petunjuk, maka muncul peringatan “**Input Anda Salah**”. Jika input jawaban *user* tidak lengkap, maka akan muncul peringatan “**Jawaban Anda belum lengkap**”. Jika *user* menginput tanda selain “+” dan “-“, maka muncul peringatan “**Isilah dengan tanda “+” dan “-“**”. Setiap jawaban *user* harus bernilai benar untuk setiap perbandingan. Jika *user* menjawab salah, maka perbandingan berikutnya tidak dapat muncul. Sehingga jawaban yang salah harus diubah menjadi benar, agar soal berikutnya dapat ditampilkan. Begitu seterusnya untuk setiap perbandingan.

Evaluasi jawaban benar untuk rumus perbandingan trigonometri di setiap kuadran dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut ini.

Tabel 4.5. Rumus perbandingan trigonometri di setiap kuadran

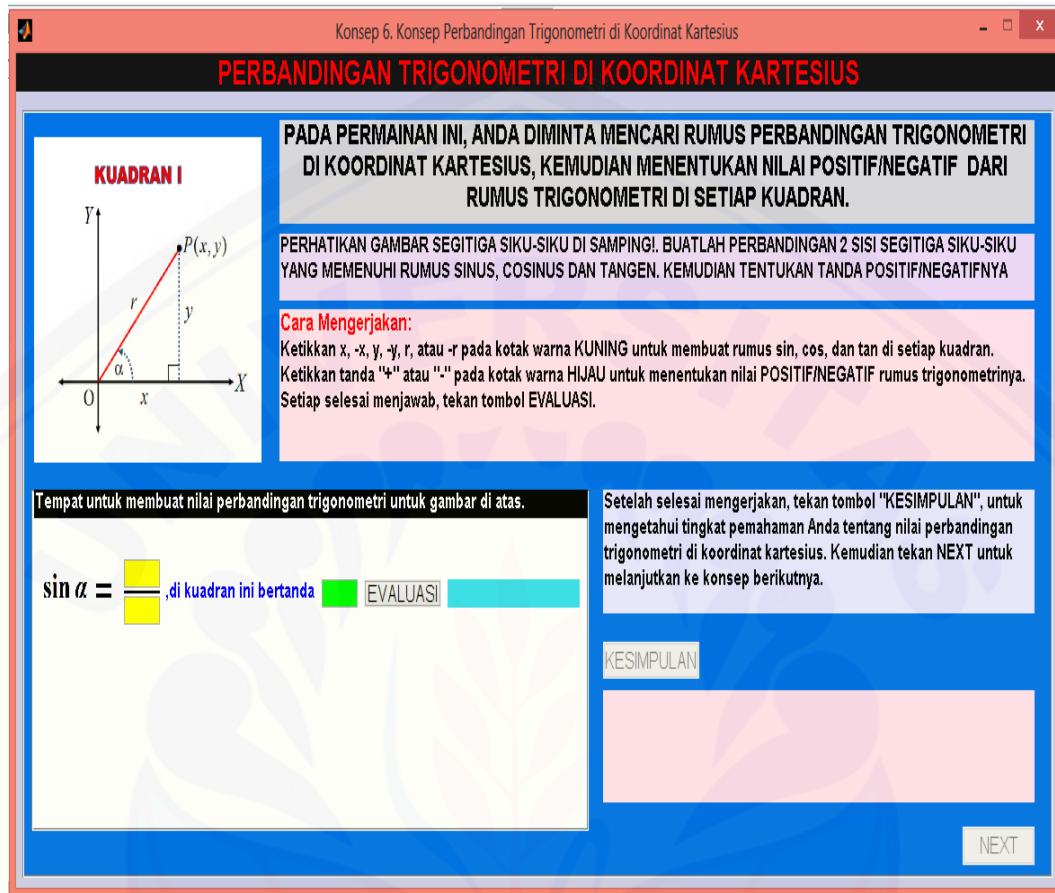
Letak Kuadran	Rumus perbandingan trigonometri			Tanda Nilai Trigonometri (Positif/Negatif)		
	$\sin \alpha$	$\cos \alpha$	$\tan \alpha$	$\sin \alpha$	$\cos \alpha$	$\tan \alpha$
I	$\frac{y}{r}$	$\frac{x}{r}$	$\frac{y}{x}$	+	+	+
II	$\frac{y}{r}$	$\frac{-x}{r}$	$\frac{y}{-x}$	+	-	-
III	$\frac{-y}{r}$	$\frac{-x}{r}$	$\frac{-y}{-x}$	-	-	+
IV	$\frac{-y}{r}$	$\frac{x}{r}$	$\frac{-y}{x}$	-	+	-

d. Menyusun kesimpulan dari kegiatan (d).

Pada langkah ini, menyusun tombol “KESIMPULAN” dari komponen *Pushbutton* untuk mengetahui kesimpulan akhir setiap tahapan mulai kuadran I sampai kuadran IV. Jika *user* mampu menyelesaikan soal untuk kuadran I, akan muncul pernyataan “**Di Kuadran I, SIN, COS, dan TAN bernilai POSITIF**”. Untuk kuadran II muncul pernyataan “**Di Kuadran II, SIN bernilai POSITIF; Di Kuadran II, COS dan TAN bernilai NEGATIF**”, untuk kuadran III muncul pernyataan, “**Di Kuadran III, TAN bernilai POSITIF; Di Kuadran III, SIN dan COS bernilai NEGATIF**”, dan untuk kuadran IV muncul pernyataan “**Di Kuadran IV, COS bernilai POSITIF; Di Kuadran IV, SIN dan TAN bernilai NEGATIF**”. Setelah itu *user* dapat melanjutkan ke konsep relasi sudut dengan cara tekan tombol “NEXT” yang terbuat dari komponen *Pushbutton*.



Hasil pengembangan konsep perbandingan trigonometri di kordinat kartesius menggunakan program GUI Matlab, dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.22 Desain pengembangan konsep perbandingan trigonometri pada koordinat kartesius.

#### 4.2.6 Membuat program GUI Matlab konsep relasi sudut.

Pada tahapan ini akan didiskusikan tentang cara mengkonstruksi konsep relasi sudut pada program GUI Matlab. Dimulai dengan penyediaan data gambar relasi sudut lancip  $\alpha$  dengan sudut lain hasil operasi  $\alpha$  dengan sudut pembatas kuadran ( $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ , dan  $360^\circ$ ). Data gambar relasi sudut tersebut ditampilkan pada GUI Matlab dengan menggunakan komponen *Axes*. Tampilan dibuat acak agar *user* tidak menghafal urutannya. Selanjutnya *user* diminta untuk membuat ukuran dua sudut yang sesuai dengan gambar relasi sudut yang muncul. Secara rinci, tahapannya adalah sebagai berikut:

## (a) Menyediakan data

Menyediakan data gambar relasi sudut, yaitu sudut lancip  $\alpha$  (terletak di kuadran I) yang dibentuk oleh sumbu  $X$  terhadap  $OP$ , titik  $P$  di kuadran I, yang berelasi dengan salah satu sudut hasil operasi  $\alpha$  dengan sudut pembatas kuadran yaitu  $(90^\circ - \alpha)$ ,  $(90^\circ + \alpha)$ ,  $(180^\circ - \alpha)$ ,  $(180^\circ + \alpha)$ ,  $(270^\circ - \alpha)$ ,  $(270^\circ + \alpha)$ , dan  $(360^\circ - \alpha)$ . Sehingga menghasilkan 7 (tujuh) gambar relasi sudut. Kemudian gambar tersebut ditampilkan secara acak menggunakan komponen *Axes* pada GUI Matlab.

(b) Menyusun pertanyaan bagi *user*

Pada langkah ini disusun pertanyaan untuk membuat 2 (dua) ukuran sudut, yaitu sudut  $\alpha$  (sudut lancip) dan ukuran sudut relasinya menurut gambar relasi sudut yang muncul. *User* diberi kesempatan menjawab sebanyak 7 kali. Pertanyaan dibuat dengan menggunakan komponen *Static Text*, dengan kalimat sebagai berikut:

**ANDA AKAN BELAJAR TENTANG RELASI SUDUT DI KOORDINAT KARTESIUS.**

**BUATLAH UKURAN DUA SUDUT YANG MEMENUHI GAMBAR RELASI SUDUT DI SAMPING!**

**Ketikkan ukuran sudut Alfa pada kotak warna KUNING dan ukuran sudut relasinya pada kotak warna HIJAU.**

(c) Mengevaluasi jawaban *user*, yang benar dan yang salah dari kegiatan (b).

Pada langkah ini, jawaban *user* diinput pada “Kotak Jawaban” yang dibuat dengan menggunakan komponen *Edit Text*. *User* diberi kesempatan menjawab sebanyak 7 (tujuh) kali, dan setiap kali selesai menjawab, *user* diminta menekan tombol “ENTER” yang terbuat dari komponen *Pushbutton*, untuk mengetahui jawaban yang diinput tersebut benar atau salah. Untuk ukuran sudut  $\alpha$  harus diinput ukuran sudut di kuadran I yaitu  $0 < \alpha < 90^\circ$ , sedangkan ukuran sudut relasi  $\alpha$  menyesuaikan gambar yang muncul. Jika jawaban yang diinput benar maka pada kotak dialog akan muncul pernyataan “**Jawaban Anda Benar**”, tetapi jika yang diinput salah, akan muncul pernyataan “**Jawaban Anda Salah**”. Jika *user* menginput ukuran sudut  $\alpha$

diluar interval  $0 < \alpha < 90^\circ$ , maka akan muncul peringatan **“Input Anda di luar interval  $0 < a < 90$ ”**. Jika *user* menginput salah satu ukuran sudut saja, maka akan muncul peringatan **“Jawaban Anda Belum Lengkap”**. Jika jawaban *user* menggunakan huruf, akan muncul peringatan **“Input Anda bukan ANGKA. Silakan ulangi lagi”**. Selanjutnya, setelah menjawab sebanyak 7 kali, *user* diminta tekan tombol “EVALUASI” yang terbuat dari komponen *Pushbutton* untuk mengetahui jumlah jawaban benar dan salah. Tombol “EVALUASI” tidak aktif jika *user* belum menjawab sebanyak 7 (tujuh) kali, sehingga jumlah jawaban benar dan salah juga belum dapat dilihat.

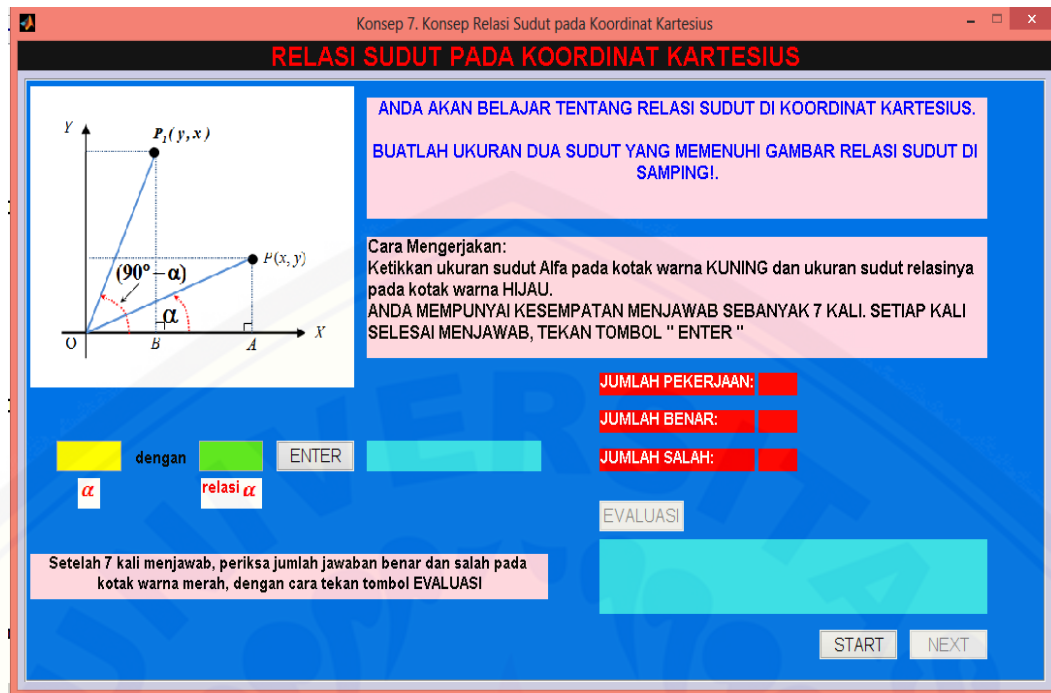
- (d) Menyusun informasi pada *user* atas jumlah jawaban benar dan salah, dari kegiatan (c).

Pada langkah ini jawaban *user* direkap pada kotak “Jumlah Benar” dan “Jumlah Salah” yang terbuat dari komponen *Static Text*. Rekap jumlah jawaban benar dan salah tersebut digunakan untuk membuat kesimpulan akhir penguasaan konsep.

- (e) Menyusun kesimpulan dari kegiatan (d).

Pada langkah ini, kotak kesimpulan dibuat dengan menggunakan komponen *Static Text*. Jika *user* menjawab benar sebanyak tujuh, maka *user* sudah memahami konsep relasi sudut, dan pada kotak kesimpulan akan muncul pernyataan: **Selamat...!!! Anda telah memahami konsep RELASI SUDUT DI KOORDINAT KARTESIUS. Tekan NEXT untuk materi selanjutnya.** Namun, jika *user* menjawab benar  $< 7$  maka akan muncul pernyataan: **Maaf...!!! Anda belum memahami konsep RELASI SUDUT DI KOORDINAT KARTESIUS. Tekan START untuk mengulangi.**

Hasil pengembangan konsep relasi sudut pada program GUI Matlab, dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 4.23 Desain pengembangan konsep relasi sudut

#### 4.2.7 Membuat program GUI Matlab konsep perbandingan trigonometri sudut berelasi.

Pada bagian ini akan diuraikan tentang cara mengkonstruksi konsep perbandingan trigonometri sudut berelasi dengan cara menyajikan data gambar relasi segitiga siku-siku AOP dan BOP<sub>1</sub> di koordinat kartesius pada program GUI Matlab. Data gambar tersebut ditampilkan secara terurut dari kuadran I sampai kuadran IV. Kemudian *user* diminta menentukan rumus trigonometri segitiga BOP<sub>1</sub>, dan mencari rumus trigonometri di kuadran I (segitiga AOP) yang rumusnya ekuivalen dengan segitiga BOP<sub>1</sub> (terdapat relasi rumus trigonometri). Tahapan secara detailnya sebagai berikut:

##### (a) Menyediakan data

Data yang disediakan berupa gambar relasi segitiga siku-siku OAP dan segitiga siku-siku OBP<sub>1</sub> di koordinat kartesius. Data tersebut ditampilkan pada GUI Matlab menggunakan komponen *Axes*. Kemudian dimunculkan secara terurut mulai kuadran I sampai kuadran IV dengan tujuan agar *user* lebih mudah memahami rumus-rumus trigonometri sudut berelasi di setiap kuadran.

(b) Menyusun pertanyaan bagi *user*

Pada langkah ini, pertanyaan dibuat dengan menggunakan komponen *Static Text*. Pertanyaan diarahkan untuk mencermati relasi gambar segitiga siku-siku, kemudian *user* diminta untuk mencari rumus trigonometri sin, cos, dan tan segitiga siku-siku  $OBP_1$  dengan cara membandingkan ukuran 2 sisinya. Setelah itu *user* diminta untuk mencari rumus trigonometri segitiga  $OAP$  yang nilainya ekuivalen dengan nilai trigonometri segitiga  $OBP_1$ . Uraian kalimat pertanyaannya sebagai berikut:

**PERHATIKAN GAMBAR RELASI SEGITIGA SIKU-SIKU AOP dan BOP1!**

**TENTUKAN RUMUS PERBANDINGAN TRIGONOMETRI SEGITIGA BOP1, KEMUDIAN CARI RUMUS TRIGONOMETRI SEGITIGA AOP YANG NILAINYA SAMA.**

**(RELASI RUMUS TRIGONOMETRI SEGITIGA AOP DAN BOP1)**

(c) Mengevaluasi jawaban *user* yang benar dan yang salah dari kegiatan (b)

Pada langkah ini, jawaban *user* diketik pada “Kotak Jawaban” yang dibuat dengan menggunakan komponen *Edit Text*. *User* harus menginput jawaban yang sesuai dengan gambar relasi segitiga yang muncul. Setiap kali selesai menjawab, *user* harus menekan tombol “ENTER” yang terbuat dari komponen *Pushbutton* untuk mengetahui jawaban benar atau salah. Jika *user* menginput jawaban yang benar, kemudian menekan tombol “ENTER” maka akan muncul pernyataan “**Jawaban Anda benar**”. Jika jawaban yang diinput *user* salah, kemudian menekan tombol “ENTER” maka akan muncul pernyataan “**Jawaban Anda salah**”. Jika *user* menginput jawaban yang tidak sesuai dengan gambar, maka muncul peringatan “**Input Anda Salah**”. Jika input jawaban *user* tidak lengkap, maka akan muncul peringatan “**Jawaban Anda belum lengkap**”. Jawaban *user* harus bernilai benar untuk setiap perbandingan. Jika *user* menjawab salah, maka perbandingan berikutnya tidak dapat muncul, sehingga *user* harus mengubah jawaban yang salah menjadi jawaban yang benar, agar soal berikutnya dapat ditampilkan. Begitu seterusnya untuk setiap perbandingan.

Evaluasi jawaban benar untuk gambar pertama (gambar relasi di kuadran I) adalah  $\sin(90^\circ - a) = \frac{x}{r} = \cos a$ ,  $\cos(90^\circ - a) = \frac{y}{r} = \sin a$ , dan  $\tan(90^\circ - a) = \frac{x}{y} = \cot a$ . Untuk gambar kedua (gambar relasi di kuadran II) adalah  $\sin(180^\circ - a) = \frac{y}{r} = \sin a$ ,  $\cos(180^\circ - a) = \frac{-x}{r} = -\cos a$ , dan  $\tan(180^\circ - a) = \frac{y}{-x} = -\tan a$ . Untuk gambar ketiga (gambar relasi di kuadran III) adalah  $\sin(270^\circ - a) = \frac{-x}{r} = -\cos a$ ,  $\cos(270^\circ - a) = \frac{-y}{r} = -\sin a$ , dan  $\tan(270^\circ - a) = \frac{-x}{-y} = \tan a$ . Sedangkan jawaban benar untuk gambar keempat adalah  $\sin(360^\circ - a) = \frac{-y}{r} = -\sin a$ ,  $\cos(360^\circ - a) = \frac{x}{r} = \cos a$ , dan  $\tan(360^\circ - a) = \frac{-y}{x} = -\tan a$ .

(d) Menyusun kesimpulan dari kegiatan (d).

Pada langkah ini, disusun tombol “EVALUASI” yang terbuat dari komponen *Pushbutton* untuk mengetahui kesimpulan akhir setiap tahapan mulai kuadran I sampai kuadran IV. Pernyataan yang muncul jika *user* mampu menyelesaikan soal untuk gambar relasi segitiga siku-siku di kuadran I sampai kuadran IV adalah sebagai berikut:

Pernyataan kesimpulan untuk kuadran I: **Perbandingan trigonometri sudut berelasi DI KUADRAN I, untuk (90 - a):**

- # Terdapat relasi SIN dengan COS
- # Terdapat relasi TAN dengan COTAN
- # Relasi sudutnya berjumlah 90 derajat

Pernyataan kesimpulan untuk kuadran II: **Perbandingan trigonometri sudut berelasi DI KUADRAN I, untuk (180 - a):**

- # Terdapat relasi SIN dengan SIN
- # Terdapat relasi TAN dengan TAN
- # Relasi sudutnya berjumlah 180 derajat

Pernyataan kesimpulan untuk kuadran III: **Perbandingan trigonometri sudut berelasi DI KUADRAN III, untuk (270 - a):**

- # Terdapat relasi SIN dengan COS
- # Terdapat relasi TAN dengan COTAN

# Relasi sudutnya berjumlah 270 derajat

Pernyataan kesimpulan untuk kuadran IV: **Perbandingan trigonometri sudut berelasi DI KUADRAN I, untuk  $(360 - a)$ :**

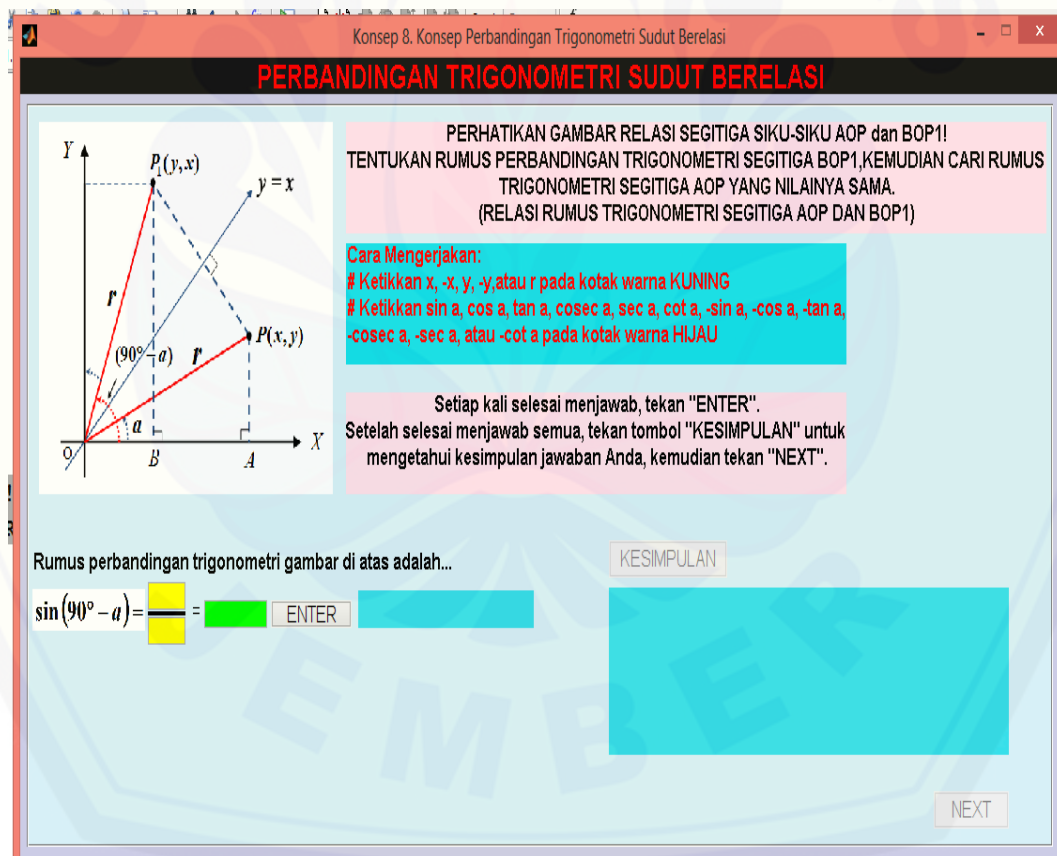
# Terdapat relasi SIN dengan SIN

# Terdapat relasi TAN dengan TAN

# Relasi sudutnya berjumlah 360 derajat

Setiap menyelesaikan tahapan soal di setiap kuadran, *user* diminta menekan tombol “NEX”, sebagai tanda bahwa *user* telah menguasai konsep di setiap tahapan. Setelah menyelesaikan soal untuk kuadran IV maka *user* dianggap sudah menguasai seluruh konsep trigonometri pada segitiga siku-siku.

Hasil pengembangan konsep perbandingan trigonometri sudut berelasi program GUI Matlab, dapat dilihat pada gambar berikut ini.

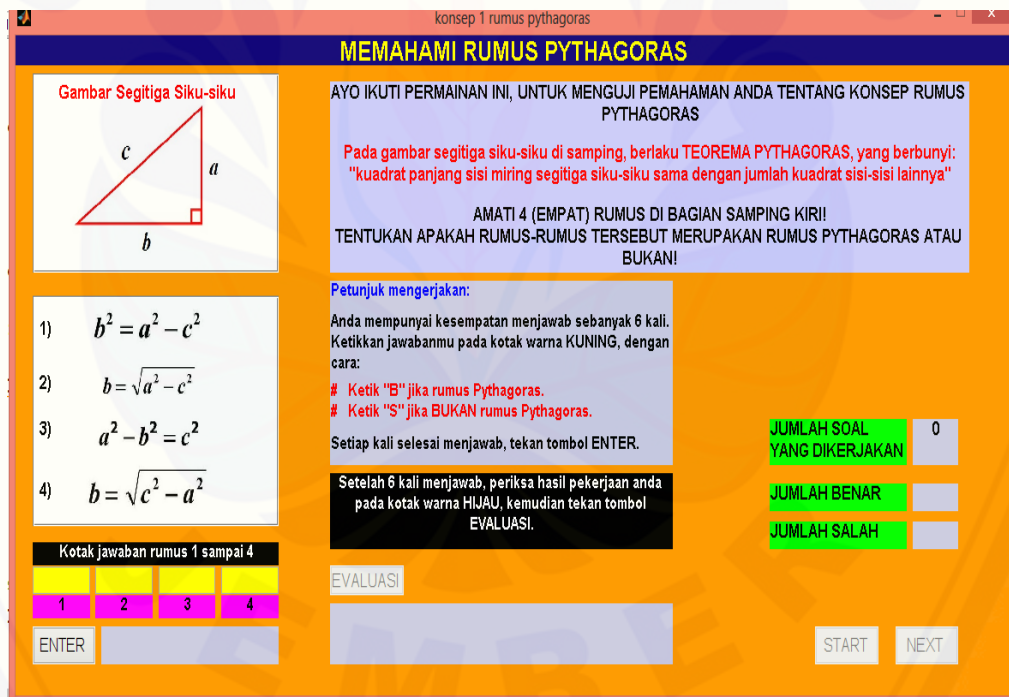


Gambar 4.24 Desain pengembangan konsep perbandingan trigonometri sudut berelasi

### 4.3 Pembahasan

Pada bagian ini akan dibahas mengenai evaluasi prosedur konstruksi konsep trigonometri segitiga siku-siku yang telah dibahas di bagian 4.1 dan 4.2. Hasil evaluasi prosedur konstruksi konsep trigonometri menggunakan GUI Matlab, menawarkan beberapa kelebihan sebagai berikut.

1. Konsep rumus Pythagoras dalam GUI Matlab disajikan dalam bentuk aljabar yang dinyatakan secara bervariasi dengan nilai yang ekuivalen. Tujuannya agar siswa dapat memahami konsep relasi sisi-sisi dalam sebuah segitiga siku-siku dan memahami konsep nilai ukuran sisi segitiga siku-siku jika diketahui ukuran 2 (dua) sisi yang lain. Sehingga, dengan penyajian formula Pythagoras yang berbeda-beda tersebut, siswa diharapkan dapat menguasai materi prasyarat trigonometri segitiga siku-siku. Contoh tampilan desain konsep rumus Pythagoras dapat dilihat pada gambar 4.25 berikut.

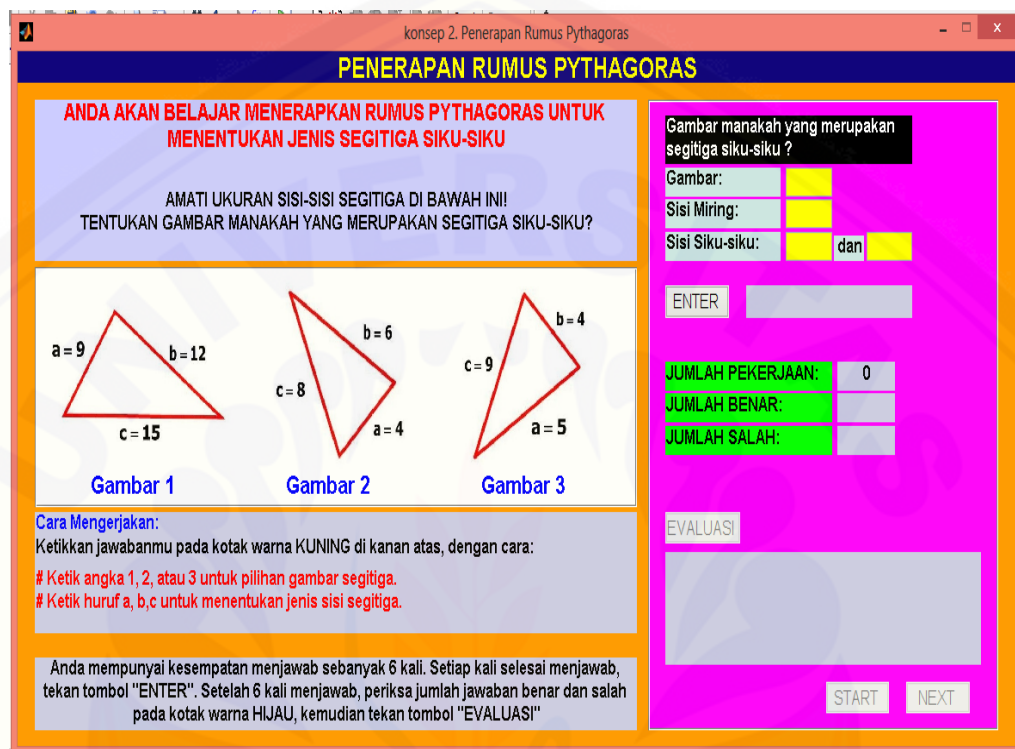


Gambar 4.25 Tampilan desain pemahaman konsep rumus Pythagoras

2. Penerapan rumus Pythagoras untuk menguji ketiga sisi sebuah segitiga merupakan sisi-sisi segitiga siku-siku yang dikembangkan pada GUI Matlab, dapat membantu siswa untuk mengenali/mengidentifikasi sisi siku-siku dan

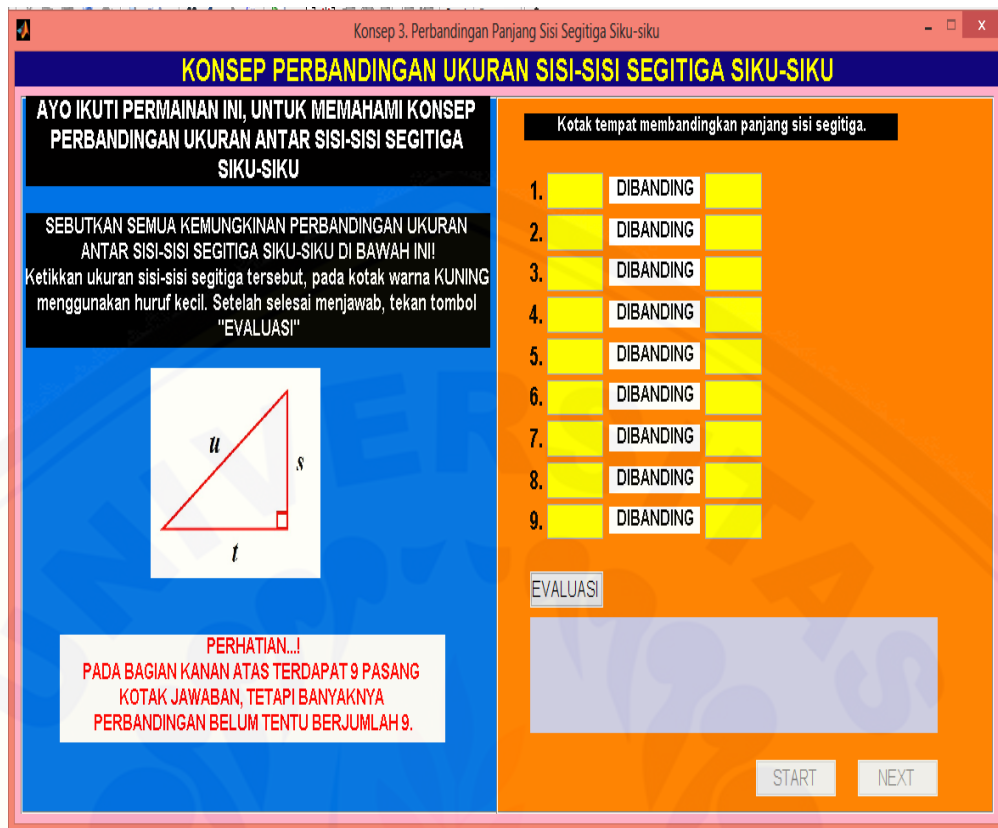


sisi miring sebuah segitiga siku-siku (Gambar 4.26). Hal ini sebagai prasyarat untuk mendefinisikan perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku (sinus, cosinus, tangen, dan sebagainya). Contoh tampilan desain penerapan rumus Pythagoras dapat dilihat pada gambar 4.26 berikut.



Gambar 4.26 Tampilan desain penerapan rumus Pythagoras

3. Konsep perbandingan ukuran sisi-sisi segitiga siku-siku pada GUI Matlab, disajikan dalam bentuk gambar segitiga siku-siku yang ukuran sisi-sisinya bervariasi. Dengan fasilitas GUI tersebut, siswa dapat menemukan semua kemungkinan perbandingan yang terjadi diantara ketiga sisi segitiga siku-siku, beserta nilai dari perbandingan antar sisi-sisinya. Dengan demikian, siswa dapat menemukan sendiri istilah/definisi perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku (sinus, cosinus, tangen, dan sebagainya). Selain itu, siswa dapat mengetahui nilai minimum dan maksimum dari nilai trigonometri pada segitiga siku-siku. Contoh tampilan desain konsep perbandingan ukuran sisi-sisi segitiga siku-siku dapat dilihat pada gambar 4.27 berikut ini.



Gambar 4.27 Tampilan desain konsep perbandingan ukuran sisi-sisi segitiga siku-siku

4. Konsep perbandingan trigonometri di koordinat kartesius pada GUI Matlab disajikan dalam bentuk gambar segitiga siku-siku di setiap kuadran beserta angka-angka yang memungkinkan siswa dapat membuat perbandingan 2 sisi segitiga sebagai nilai trigonometri di koordinat kartesius. Selain itu, siswa dapat menentukan nilai positif atau nilai negatif dari perbandingan trigonometri di setiap kuadran. Contoh desain konsep perbandingan trigonometri di koordinat kartesius, ditampilkan pada gambar 4.28 berikut.

Konsep 6. Konsep Perbandingan Trigonometri di Koordinat Kartesius

### PERBANDINGAN TRIGONOMETRI DI KOORDINAT KARTESIUS

**KUADRAN I**

PADA PERMAINAN INI, ANDA DIMINTA Mencari rumus perbandingan trigonometri di koordinat kartesius, kemudian menentukan nilai positif/negatif dari rumus trigonometri di setiap kuadran.

PERHATIKAN GAMBAR SEGITIGA SIKU-SIKU DI SAMPING! BUATLAH PERBANDINGAN 2 SISI SEGITIGA SIKU-SIKU YANG MEMENUHI RUMUS SINUS, COSINUS DAN TANGEN. KEMUDIAN TENTUKAN TANDA POSITIF/NEGATIFNYA

**Cara Mengerjakan:**  
 Ketikkan  $x$ ,  $-x$ ,  $y$ ,  $-y$ ,  $r$ , atau  $-r$  pada kotak warna KUNING untuk membuat rumus  $\sin$ ,  $\cos$ , dan  $\tan$  di setiap kuadran.  
 Ketikkan tanda "+" atau "-" pada kotak warna HIJAU untuk menentukan nilai POSITIF/NEGATIF rumus trigonometrinya.  
 Setiap selesai menjawab, tekan tombol EVALUASI.

Tempat untuk membuat nilai perbandingan trigonometri untuk gambar di atas.

$\sin \alpha = \frac{[ ]}{[ ]}$ , di kuadran ini bertanda [ ]

EVALUASI

Setelah selesai mengerjakan, tekan tombol "KESIMPULAN", untuk mengetahui tingkat pemahaman Anda tentang nilai perbandingan trigonometri di koordinat kartesius. Kemudian tekan NEXT untuk melanjutkan ke konsep berikutnya.

KESIMPULAN

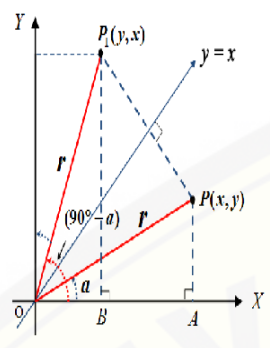
NEXT

Gambar 4.28 Tampilan desain konsep perbandingan trigonometri di koordinat kartesius

- Konsep perbandingan trigonometri sudut berelasi pada GUI Matlab, disajikan dalam bentuk gambar relasi 2 (dua) segitiga siku-siku yang memungkinkan siswa untuk mengkonstruksi/menemukan sendiri rumus-rumus trigonometri sudut berelasi, sehingga siswa dapat menguasai cara penyelesaian/prosedur hitung nilai trigonometri sudut-sudut di setiap kuadran. Contoh desain konsep perbandingan trigonometri sudut berelasi, ditampilkan pada gambar 4.29 berikut.

Konsep 8. Konsep Perbandingan Trigonometri Sudut Berelasi

### PERBANDINGAN TRIGONOMETRI SUDUT BERELASI



PERHATIKAN GAMBAR RELASI SEGITIGA SIKU-SIKU AOP dan BOP1!  
TENTUKAN RUMUS PERBANDINGAN TRIGONOMETRI SEGITIGA BOP1, KEMUDIAN CARI RUMUS TRIGONOMETRI SEGITIGA AOP YANG NILAINYA SAMA.  
(RELASI RUMUS TRIGONOMETRI SEGITIGA AOP DAN BOP1)

**Cara Mengerjakan:**  
# Ketikkan x, -x, y, -y, atau r pada kotak warna KUNING  
# Ketikkan sin a, cos a, tan a, cosec a, sec a, cot a, -sin a, -cos a, -tan a, -cosec a, -sec a, atau -cot a pada kotak warna HJAU

Setiap kali selesai menjawab, tekan "ENTER".  
Setelah selesai menjawab semua, tekan tombol "KESIMPULAN" untuk mengetahui kesimpulan jawaban Anda, kemudian tekan "NEXT".

Rumus perbandingan trigonometri gambar di atas adalah...

$\sin(90^\circ - a) = \frac{\text{KUNING}}{\text{HJAU}} = \text{ENTER}$

KESIMPULAN

NEXT

Gambar 4.29 Tampilan desain konsep perbandingan trigonometri sudut berelasi

6. *Software* diprogram untuk memiliki kemampuan merespon jawaban siswa, sehingga siswa dapat mengoperasikan dan menjawab dengan bebas pertanyaan-pertanyaan yang tersedia. Diakhir program juga disediakan evaluasi jawaban benar dan salah, dan pada akhir permainan disusun kesimpulan untuk mengetahui tingkat pemahaman siswa tentang konsep yang sedang dipelajari. Sehingga *software* ini sangat relevan untuk digunakan sebagai media pembelajaran trigonometri di tingkat SMA. Di lain pihak, dengan fasilitas ini maka tugas guru dalam mengajar menjadi lebih ringan dan target materi yang harus disampaikan akan terpenuhi.

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada bab 4, maka dapat disimpulkan bahwa, untuk mengembangkan konsep trigonometri kurikulum 2013 dalam bentuk *software* pembelajaran *saintifik*, dilakukan langkah sebagai berikut:

- a. untuk mengkonstruksi konsep rumus Pythagoras, ditetapkan data ukuran sisi-sisi segitiga siku-siku yang dinyatakan dalam bentuk aljabar, dan menetapkan berbagai bentuk kesamaan aljabar yang bernilai ekuivalen.
- b. untuk konstruksi penerapan rumus Pythagoras, disediakan data segitiga dan ukuran sisi-sisinya berupa tripel Pythagoras dan bukan tripel Pythagoras.
- c. untuk konstruksi konsep perbandingan ukuran sisi-sisi dan perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku, disediakan data segitiga siku-siku yang diketahui ukuran sisi-sisinya, agar dapat dicari semua kemungkinan perbandingan yang terjadi diantara ketiga sisinya, kemudian diberi nama lain
- d. untuk konstruksi konsep batas minimum dan maksimum nilai trigonometri segitiga siku-siku disediakan data bilangan tripel Pythagoras untuk dibuat nilai perbandingan yang memenuhi  $\sin$ ,  $\cos$ , dan  $\tan$ .
- e. untuk konstruksi konsep perbandingan trigonometri pada koordinat kartesius, disediakan gambar segitiga siku-siku di setiap kuadran.
- f. untuk konstruksi konsep relasi sudut dan perbandingan trigonometri sudut berelasi, disediakan data relasi sudut dan relasi segitiga.
- g. Data konstruksi konsep pada bagian (a) sampai (f), disusun dalam program GUI Matlab, sehingga menghasilkan *software* pembelajaran yang dapat digunakan pada pembelajaran *saintifik* kurikulum 2013.

### 5.2 Saran

Pengembangan *software* pada penelitian ini menawarkan kelebihan yaitu siswa dapat menemukan sendiri konsep trigonometri melalui sebuah permainan interaktif. Penelitian ke depan perlu dikembangkan aplikasi *software* matematika pada materi grafik fungsi trigonometri yang dilengkapi animasi gambar bergerak.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Afriati V, 2012. *Peningkatan Pemahaman Konsep Trigonometri Siswa SMK Melalui Penemuan Terbimbing Berbantuan Software Autograph*. Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan, Vol. 18, Nomor 4, Desember 2012, PPs. Universitas Negeri Medan.  
[www.jurnaldikbud.net/index.php/jpnk/article/view/95/92](http://www.jurnaldikbud.net/index.php/jpnk/article/view/95/92) [30 Maret 2015]
- Away, G.A, 2006, *The Shortcut of Matlab Programming*, Bandung: Informatika Bandung.
- Harahap B, 1999. *Ensiklopedia Matematika*. Jakarta: PT Ghalia Indonesia.
- Kemendikbud, Tahun 2013, *Buku Matematika pegangan guru kelas X*, Jakarta: Kemendikbud.
- Kusno, 2014. *Pendekatan Pembelajaran Sainifik Kurikulum 2013 SMP/SMA*. Jurusan Matematika FMIPA, Universitas Jember.
- Semadiartha, I Kadek Sembah. 2012. “*Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Komputer dengan Microsoft Excel yang Berorientasi Teori Van Hiele pada Bahasan Trigonometri Kelas X SMA Untuk Meningkatkan Prestasi dan Motivasi Belajar Matematika Siswa*”. Jurnal Pendidikan Matematika Vol 1, No 2 (2012) UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA.  
<http://pasca.undiksha.ac.id/e-journal/index.php/JPM/article/view/445>[02 [05 Februari 2015]
- Tampomas H, 2004. *Matematika SMA untuk Kelas X*, Jakarta: Erlangga.
- Wiyartimi, 2010. *Diagnosis Kesulitan Belajar Matematika Siswa pada Materi Trigonometri Rumus-rumus Segitiga di Kelas X SMA Negeri 50 Jakarta*, Jurnal Matematika, Aplikasi dan Pembelajarannya Vol. 9 No.2 September 2010, FMIPA UNJ.

## LAMPIRAN

**Lampiran 1. Script desain pemahaman konsep rumus Pythagoras****A. Evaluasi jawaban benar dan salah**

```

sama=0;
%-----
if ulang>=1 && ulang<=6
    a1=get(edit1,'string');
    a2=get(edit2,'string');
    a3=get(edit3,'string');
    a4=get(edit4,'string');
    if isempty(a1)==0 && isempty(a2)==0 && isempty(a3)==0 &&
isempty(a4)==0
        jawaban(1)=get(edit1,'string');
        jawaban(2)=get(edit2,'string');
        jawaban(3)=get(edit3,'string');
        jawaban(4)=get(edit4,'string');

        jawaban=upper(jawaban);
        for i=1:4
            if jawaban(i)=='B' || jawaban(i)=='S'
                sama=sama+1;
            end
        end
        if sama==4
            if jawaban==kunci
                benar=benar+1;
                set(label_enter,'string','Jawaban Anda Benar');
            else
                set(label_enter,'string','Jawaban Anda Salah');
            end
        end
        set([edit1 edit2 edit3 edit4],'string','');
        else
            warndlg('Anda menginput selain huruf "B" dan "S".');
            break
        end
        else
            warndlg('Jawaban Anda Belum Lengkap.');
```

```

            break
        end
    end
end

if ulang==6
    set(tom_evaluasi,'enable','on');
    set(label_benar,'string',num2str(benar));
    set(label_salah,'string',num2str(6-benar));
end
%-----
set(label_pekerjaan,'string',ulang)

if ulang<6

    urut=randperm(18); % n= jumlah gambar
    kunci='SSSS';
```

```

for i=1:4
    gbr=imread(['rumus_' num2str(urut(i)) '.jpg']);
    if i==1
        set(win1,'CurrentAxes',grafik4);
    elseif i==2
        set(win1,'CurrentAxes',grafik3);
    elseif i==3
        set(win1,'CurrentAxes',grafik2);
    elseif i==4
        set(win1,'CurrentAxes',grafik1);
    end
    imshow(gbr);
    if urut(i)<=6
        kunci(i)='B';
    end
end

ulang=ulang+1;

else
    set(win1,'CurrentAxes',grafik1);
    gbr2=imread('putih.jpg');
    imshow(gbr2);

    set(win1,'CurrentAxes',grafik2);
    gbr2=imread('putih.jpg');
    imshow(gbr2);

    set(win1,'CurrentAxes',grafik3);
    gbr2=imread('putih.jpg');
    imshow(gbr2);

    set(win1,'CurrentAxes',grafik4);
    gbr2=imread('putih.jpg');
    imshow(gbr2);
    set([edit1 edit2 edit3 edit4],'string','');
end

```

## B. Evaluasi kesimpulan jawaban

```

if benar==6
    set(label_evaluasi,'string',{'Selamat...!';'Anda telah
memahami konsep RUMUS PYTHAGORAS. Silahkan klik tombol NEXT untuk
materi selanjutnya'});
    set(tom_next,'enable','on');
else
    set(label_evaluasi,'string','Maaf...!, Anda belum memahami
konsep RUMUS PYTHAGORAS. Silahkan ulangi lagi dengan cara Klik
tombol START');
    set(tom_ulangi,'enable','on');
end

```

## C. Mengulang random soal

```

benar=0; ulang=0;
set([label_enter label_benar label_salah
label_evaluasi],'string','');
set([tom_evaluasi tom_next],'enable','off');
enter1;

```



**Lampiran 2. Script desain pemahaman prinsip penerapan rumus Pythagoras****A. Evaluasi jawaban benar dan salah**

```

%=====
if ulang>=1 && ulang<=6
    a1=get(edit1, 'string');
    a2=get(edit2, 'string');
    a3=get(edit3, 'string');
    a4=get(edit4, 'string');
    if isempty(a1)==0 && isempty(a2)==0 && isempty(a3)==0 &&
isempty(a4)==0
        a2=upper(a2); a3=upper(a3);a4=upper(a4);
        if a2=='A'
            jawaban(2)=1;
        elseif a2=='B'
            jawaban(2)=2;
        elseif a2=='C'
            jawaban(2)=3;
        else
            jawaban(2)=0;
            warndlg('Input Anda Salah');
            break
        end
        if uint8(a1)<49 || uint8(a1)>51
            warndlg('Input Anda Salah');
            break
        else
            jawaban(1)=str2num(a1);
        end
        if uint8(a3)<65 || uint8(a3)>67
            warndlg('Input Anda Salah');
            break
        end
        if uint8(a4)<65 || uint8(a4)>67
            warndlg('Input Anda Salah');
            break
        end
        %
        jawaban(3)=get(edit3, 'string');
        %
        jawaban(4)=get(edit4, 'string');

        jawaban=upper(jawaban);
        if jawaban==kunci
            benar=benar+1;
            set(label_enter, 'string', 'Jawaban Anda Benar');
        else
            set(label_enter, 'string', 'Jawaban Anda Salah');
        end
    end
set([edit1 edit2 edit3 edit4], 'string', '');
    else
        warndlg('Jawaban Anda Belum Lengkap. ');
        break
    end
end

if ulang==6
    set(label_soal, 'string', ulang);

```

```

set(tom_evaluasi, 'enable', 'on');
set(tom_enter, 'enable', 'off');
set(label_benar, 'string', num2str(benar));
set(label_salah, 'string', num2str(6-benar));
end
%=====
if ulang<6
    set(label_soal, 'string', ulang);
    urut1=randperm(16); % n= jumlah gambar bukan
    urut=randperm(6); % n= jumlah gambar benar
    pil=randperm(3);
    kunci='1a';
    letak=randperm(3);
    [ii i]=max(letak); % mencari posisi gambar yang benar
    if i==1
        %kunci
        kunci=[i pil(1)];
        %benar
        gbr=imread(['siku_' num2str(urut(1)) '_' num2str(pil(1))
'.jpg']);
        set(win1, 'CurrentAxes', grafik1);
        imshow(gbr);
        %-----
        %salah
        gbr=imread(['bukan' num2str(urut1(1)) '.jpg']);
        set(win1, 'CurrentAxes', grafik2);
        imshow(gbr);
        gbr=imread(['bukan' num2str(urut1(2)) '.jpg']);
        set(win1, 'CurrentAxes', grafik3);
        imshow(gbr);
    elseif i==2
        %kunci
        kunci=[i pil(1)];
        %benar
        gbr=imread(['siku_' num2str(urut(1)) '_' num2str(pil(1))
'.jpg']);
        set(win1, 'CurrentAxes', grafik2);
        imshow(gbr);
        %-----
        %salah
        gbr=imread(['bukan' num2str(urut1(1)) '.jpg']);
        set(win1, 'CurrentAxes', grafik1);
        imshow(gbr);
        gbr=imread(['bukan' num2str(urut1(2)) '.jpg']);
        set(win1, 'CurrentAxes', grafik3);
        imshow(gbr);
    elseif i==3
        %kunci
        kunci=[i pil(1)];
        %benar
        gbr=imread(['siku_' num2str(urut(1)) '_' num2str(pil(1))
'.jpg']);
        set(win1, 'CurrentAxes', grafik3);
        imshow(gbr);
        %-----
        %salah

```

```

gbr=imread(['bukan' num2str(urut1(1)) '.jpg']);
set(win1,'CurrentAxes',grafik2);
imshow(gbr);
gbr=imread(['bukan' num2str(urut1(2)) '.jpg']);
set(win1,'CurrentAxes',grafik1);
imshow(gbr);
end

ulang=ulang+1;
else
%       set(win1,'CurrentAxes',grafik1);
% gbr2=imread('putih.jpg');
% imshow(gbr2);
%
%       set(win1,'CurrentAxes',grafik2);
% gbr2=imread('putih.jpg');
% imshow(gbr2);
%       set(win1,'CurrentAxes',grafik3);
% gbr2=imread('putih.jpg');
% imshow(gbr2);
set([edit1 edit2 edit3 edit4],'string','');
end

```

## B. Evaluasi kesimpulan jawaban

```

if benar==6
    set(label_evaluasi,'string',{'Selamat...!';'Anda sudah mampu
menerapkan RUMUS PYTHAGORAS pada SEGITIGA SIKU-SIKU. Silahkan klik
tombol NEXT untuk materi selanjutnya'});
set(tom_next,'enable','on');
else
    set(label_evaluasi,'string','Maaf...!, Anda belum mampu
menerapkan RUMUS PYTHAGORAS pada SEGITIGA SIKU-SIKU. Silahkan
ulangi lagi dengan cara Klik tombol START');
set(tom_ulangi,'enable','on');
end

```

## C. Mengulang random soal

```

benar=0; ulang=0;
set([label_enter label_benar label_salah
label_evaluasi],'string','');
set([tom_evaluasi tom_next],'enable','off');
set(tom_enter,'enable','on');
enter2;

```

## Lampiran 3. Script desain pemahaman konsep perbandingan ukuran sisi segitiga siku-siku

### A. Evaluasi jawaban benar dan salah

```

urut=randperm(3);
gbr=imread(['segi3_' num2str(urut(1)) '.jpg']);
set(win1,'CurrentAxes',grafik1);
imshow(gbr);
set([edit11 edit12 edit21 edit22 edit31 edit32 edit41 edit42
edit51 edit52 edit61 edit62 edit71 edit72 edit81 edit82 edit91
edit92 label_evaluasi],'string','');

```

```
set(tom_evaluasi, 'enable', 'on');
=====
benar=0;
salah=0;
kunci1=['ab'; 'ac'; 'ba'; 'ca'; 'bc'; 'cb'];
kunci2=['de'; 'df'; 'ed'; 'fd'; 'ef'; 'fe'];
kunci3=['us'; 'ut'; 'su'; 'tu'; 'st'; 'ts'];
if urut(1)==1
    kunci=kunci1;
    p=uint8('a');
    q=uint8('c');
elseif urut(1)==2;
    kunci=kunci2;
    p=uint8('d');
    q=uint8('f');
else
    kunci=kunci3;
    p=uint8('s');
    q=uint8('u');
end

jawaban=[0 0 0 0 0 0];
=====
for jj=1:9
    if jj==1
a1=get(edit11, 'string');
a2=get(edit12, 'string');
        elseif jj==2
a1=get(edit21, 'string');
a2=get(edit22, 'string');
        elseif jj==3
a1=get(edit31, 'string');
a2=get(edit32, 'string');
        elseif jj==4
a1=get(edit41, 'string');
a2=get(edit42, 'string');
        elseif jj==5
a1=get(edit51, 'string');
a2=get(edit52, 'string');
        elseif jj==6
a1=get(edit61, 'string');
a2=get(edit62, 'string');
        elseif jj==7
a1=get(edit71, 'string');
a2=get(edit72, 'string');
        elseif jj==8
a1=get(edit81, 'string');
a2=get(edit82, 'string');
        elseif jj==9
a1=get(edit91, 'string');
a2=get(edit92, 'string');
    end
if isempty(a1)==0 && isempty(a2)==0
    jwb=[a1 a2];
    jwb=lower(jwb);
```

```

if uint8(jwb(1))>=p && uint8(jwb(1))<=q && uint8(jwb(2))>=p
&& uint8(jwb(2))<=q
aa=[];
for i=1:6
    if isequal(jwb,kunci(i,:))==1
        aa=i;
    end
end
if length(aa)>=1
if jawaban(aa)==0
    jawaban(aa)=1;
else
    warndlg('Terdapat jawaban yang sama.');
```

## B. Evaluasi kesimpulan jawaban

```

if jj==9
benar=sum(jawaban);
if benar==6 && salah==0
    set(label_evaluasi,'string',{'Selamat...!';'Anda telah
memahami konsep PERBANDINGAN UKURAN SISI-SISI SEGITIGA SIKU-SIKU.
Silahkan klik tombol NEXT untuk materi selanjutnya'});
set(tom_next,'enable','on');
else
    set(label_evaluasi,'string',{'Maaf...!';'Anda Belum memahami
konsep PERBANDINGAN UKURAN SISI-SISI SEGITIGA SIKU-SIKU. Silahkan
klik tombol START untuk mengulang'});
set(tom_ulangi,'enable','on');
end
set(tom_evaluasi,'enable','off');
```

## Lampiran 4. Script desain pemahaman konsep perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku

### A. Evaluasi jawaban benar dan salah

```

jawaban=[0 0 0 0 0];
benar=0;
```

```

salah=0;
if bil==1
    kunci=['ab';'ac';'ba';'bc';'ca';'cb'];
else
    kunci=['yx';'yr';'xy';'xr';'ry';'rx'];
end
kunci1=['tan a';'sin a';'cot a';'cos a';'csc a';'sec a'];

%=====
if isempty(a1)==1 || isempty(a2)==1 || isempty(b1)==1
    warndlg('Jawaban Anda belum lengkap.');
```

UNIVERSITAS

```

    break
else
    a1=lower(a1); a2=lower(a2); b1=lower(b1);
    jwb=[a1 a2];
    k=0;
    for i=1:6
        if isequal(jwb,kunci(i,:))==1
            if isequal(b1,kunci1(i,:))==1
                if jawaban(i)==0
                    benar=benar+1;
                    jawaban(i)=1;
                    if benar==1
                        set(label_evaluasi1,'string','Jawaban Anda BENAR');
set([label21 label22 edit21 edit22 edit23 tom_evaluasi2
label_evaluasi2],'visible','on');
```

JEMBER

```

                    elseif benar==2
                        set(label_evaluasi2,'string','Jawaban Anda BENAR');
set([label31 label32 edit31 edit32 edit33 tom_evaluasi3
label_evaluasi3],'visible','on');
```

```

                    elseif benar==3
                        set(label_evaluasi3,'string','Jawaban Anda BENAR');
set([label41 label42 edit41 edit42 edit43 tom_evaluasi4
label_evaluasi4],'visible','on');
```

```

                    elseif benar==4
                        set(label_evaluasi4,'string','Jawaban Anda BENAR');
set([label51 label52 edit51 edit52 edit53 tom_evaluasi5
label_evaluasi5],'visible','on');
```

```

                    elseif benar==5
                        set(label_evaluasi5,'string','Jawaban Anda BENAR');
set([label61 label62 edit61 edit62 edit63 tom_evaluasi6
label_evaluasi6],'visible','on');
```

```

                    elseif benar==6
                        set(label_evaluasi6,'string','Jawaban Anda BENAR');
                        set(tom_kes,'enable','on');
```

```

                    end
                else
                    warndlg('Jawaban Anda sama dengan sebelumnya');
```

```

                    break
                end
            end
        else
            salah=salah+1;
            if benar==0
                set(label_evaluasi1,'string','Jawaban Anda SALAH');
                set([edit11 edit12 edit13],'string','');
```

```

elseif benar==1
    set(label_evaluasi2,'string','Jawaban Anda SALAH');
    set([edit21 edit22 edit23],'string','');
elseif benar==2
    set(label_evaluasi3,'string','Jawaban Anda SALAH');
    set([edit31 edit32 edit33],'string','');
elseif benar==3
    set(label_evaluasi4,'string','Jawaban Anda SALAH');
    set([edit41 edit42 edit43],'string','');
elseif benar==4
    set(label_evaluasi5,'string','Jawaban Anda SALAH');
    set([edit51 edit52 edit53],'string','');
elseif benar==5
    set(label_evaluasi6,'string','Jawaban Anda SALAH');
    set([edit61 edit62 edit63],'string','');
end
end
end
end
end
end
end

```

### B. Evaluasi kesimpulan jawaban

```

set(label_kes,'string','Selamat...!, Anda telah memahami KONSEP
PERBANDINGAN TRIGONOMETRI SEGITIGA SIKU-SIKU. Tekan tombol NEXT
untuk mempelajari materi selanjutnya');
set(tom_next,'enable','on');

```

## Lampiran 5. Script desain pemahaman konsep batas minimum dan maksimum nilai trigonometri segitiga siku-siku

### A. Evaluasi jawaban benar dan salah

```

kunci_sin={'3/5';'4/5';'5/13';'12/13';'8/17';'15/17';'7/25';'24/25'};
kunci_cos={'3/5';'4/5';'5/13';'12/13';'8/17';'15/17';'7/25';'24/25'};
kunci_tan={'3/4';'4/3';'5/12';'12/5';'8/15';'15/8';'24/7';'7/24'};
jawaban_sin=[0 0 0 0 0 0 0 0];
jawaban_cos=[0 0 0 0 0 0 0 0];
jawaban_tan=[0 0 0 0 0 0 0 0];
=====
salah=1;
if benar==0 % sin
    a1=get(edit1a,'string');
    a2=get(edit2a,'string');
    a3=get(edit3a,'string');
    a4=get(edit4a,'string');
    a5=get(edit5a,'string');
    a6=get(edit6a,'string');
    a7=get(edit7a,'string');
    a8=get(edit8a,'string');

    if isempty(a1) || isempty(a2) || isempty(a3) || isempty(a4) ||
    isempty(a5) || isempty(a6) || isempty(a7) || isempty(a8)
        warndlg('Jawaban Anda belum lengkap');
        break
    end
end

```

```

    if isempty(str2num(a1)) || isempty(str2num(a2)) ||
    isempty(str2num(a3)) || isempty(str2num(a4)) ||
    isempty(str2num(a5)) || isempty(str2num(a6)) ||
    isempty(str2num(a7)) || isempty(str2num(a8))
        warndlg('Jawaban Anda bukan Angka. Periksa kembali jawaban
Anda. ');
        break

    end

    %-----
    a=str2num(a1);b=str2num(a2);c=round((a/b)*10)/10;
    set(label_1a,'string',['= ' num2str(c)]);
    a=str2num(a3);b=str2num(a4);c=round((a/b)*10)/10;
    set(label_2a,'string',['= ' num2str(c)]);
    a=str2num(a5);b=str2num(a6);c=round((a/b)*10)/10;
    set(label_3a,'string',['= ' num2str(c)]);
    a=str2num(a7);b=str2num(a8);c=round((a/b)*10)/10;
    set(label_4a,'string',['= ' num2str(c)]);
    %-----
    k=0;
    for i=1:4
        if i==1
            jwb1=strcmp([a1 '/' a2],kunci_sin);
            elseif i==2
            jwb1=strcmp([a3 '/' a4],kunci_sin);
            elseif i==3
            jwb1=strcmp([a5 '/' a6],kunci_sin);
            else
            jwb1=strcmp([a7 '/' a8],kunci_sin);
            end
        [ii indx]=max(jwb1);
        if ii~=0
            if jawaban_sin(indx)==0
                jawaban_sin(indx)=1;
            else
                k=1;
                warndlg('Terdapat Jawaban yang sama. Silahkan periksa
kembali');
                break

            end
        end
    end
    if k==0
        if sum(jawaban_sin)==4 %jawaban sin benar
            benar=1;
            set([labelb tom_evaluasi2 label_evaluasi2 label_b1 label_b2
            label_b3 label_b4 labelb_1 labelb_2 labelb_3 labelb_4 label_1b
            label_2b label_3b label_4b edit1b edit2b edit3b edit4b edit5b
            edit6b edit7b edit8b], 'visible', 'on');
            set(label_evaluasi1,'string','Jawaban Anda Benar,
            nilai SINUS antara 0 sampai 1');
            else% jawaban salah
                jawaban_sin=zeros(1,8);
                set(label_evaluasi1,'string','Jawaban Anda Salah');
        end
    end
end

```



```

        set([edit1a edit2a edit3a edit4a edit5a edit6a edit7a
edit8a], 'string', '');
        set([label_1a label_2a label_3a
label_4a], 'string', '=');
    end

end

=====
%COS
elseif benar==1 % cos
    a1=get(edit1b, 'string');
    a2=get(edit2b, 'string');
    a3=get(edit3b, 'string');
    a4=get(edit4b, 'string');
    a5=get(edit5b, 'string');
    a6=get(edit6b, 'string');
    a7=get(edit7b, 'string');
    a8=get(edit8b, 'string');

    if isempty(a1) || isempty(a2) || isempty(a3) || isempty(a4) ||
isempty(a5) || isempty(a6) || isempty(a7) || isempty(a8)
        warndlg('Jawaban Anda belum lengkap');
        break
    end
    if isempty(str2num(a1)) || isempty(str2num(a2)) ||
isempty(str2num(a3)) || isempty(str2num(a4)) ||
isempty(str2num(a5)) || isempty(str2num(a6)) ||
isempty(str2num(a7)) || isempty(str2num(a8))
        warndlg('Jawaban Anda bukan Angka. Periksa kembali jawaban
Anda. ');
        break
    end

end
%-----
a=str2num(a1);b=str2num(a2);c=round((a/b)*10)/10;
set(label_1b, 'string', ['= ' num2str(c)]);
a=str2num(a3);b=str2num(a4);c=round((a/b)*10)/10;
set(label_2b, 'string', ['= ' num2str(c)]);
a=str2num(a5);b=str2num(a6);c=round((a/b)*10)/10;
set(label_3b, 'string', ['= ' num2str(c)]);
a=str2num(a7);b=str2num(a8);c=round((a/b)*10)/10;
set(label_4b, 'string', ['= ' num2str(c)]);
%-----
k=0;
for i=1:4
    if i==1
jwb1=strcmp([a1 '/' a2],kunci_cos);
        elseif i==2
jwb1=strcmp([a3 '/' a4],kunci_cos);
        elseif i==3
jwb1=strcmp([a5 '/' a6],kunci_cos);
        else
jwb1=strcmp([a7 '/' a8],kunci_cos);
        end
    [ii indx]=max(jwb1);

```

```

if ii~=0
    if jawaban_cos(indx)==0
        jawaban_cos(indx)=1;
    else
        k=1;
        warndlg('Terdapat Jawaban yang sama. Silahkan periksa
kembali');
        break
    end
end
end
if k==0
    if sum(jawaban_cos)==4 %jawaban cos benar
        benar=2;
        set([labelc tom_evaluasi3 label_evaluasi3 label_c1 label_c2
label_c3 label_c4 labelc_1 labelc_2 labelc_3 labelc_4 label_1c
label_2c label_3c label_4c edit1c edit2c edit3c edit4c edit5c
edit6c edit7c edit8c], 'visible', 'on');
        set(label_evaluasi2, 'string', 'Jawaban Anda Benar,
nilai COSINUS antara 0 sampai 1');
    else% jawaban salah
        jawaban_cos=zeros(1,8);
        set(label_evaluasi2, 'string', 'Jawaban Anda Salah');
        set([edit1b edit2b edit3b edit4b edit5b edit6b edit7b
edit8b], 'string', '');
        set([label_1b label_2b label_3b
label_4b], 'string', '=');
    end
end

end

=====
%TAN
elseif benar==2 % tan
    a1=get(edit1c, 'string');
    a2=get(edit2c, 'string');
    a3=get(edit3c, 'string');
    a4=get(edit4c, 'string');
    a5=get(edit5c, 'string');
    a6=get(edit6c, 'string');
    a7=get(edit7c, 'string');
    a8=get(edit8c, 'string');

    if isempty(a1) || isempty(a2) || isempty(a3) || isempty(a4) ||
isempty(a5) || isempty(a6) || isempty(a7) || isempty(a8)
        warndlg('Jawaban Anda belum lengkap');
        break
    end
    if isempty(str2num(a1)) || isempty(str2num(a2)) ||
isempty(str2num(a3)) || isempty(str2num(a4)) ||
isempty(str2num(a5)) || isempty(str2num(a6)) ||
isempty(str2num(a7)) || isempty(str2num(a8))
        warndlg('Jawaban Anda bukan Angka. Periksa kembali jawaban
Anda. ');
        break
    end
end

```

```

end
%-----
a=str2num(a1);b=str2num(a2);c=round((a/b)*10)/10;
set(label_1c,'string',['=' num2str(c)]);
a=str2num(a3);b=str2num(a4);c=round((a/b)*10)/10;
set(label_2c,'string',['=' num2str(c)]);
a=str2num(a5);b=str2num(a6);c=round((a/b)*10)/10;
set(label_3c,'string',['=' num2str(c)]);
a=str2num(a7);b=str2num(a8);c=round((a/b)*10)/10;
set(label_4c,'string',['=' num2str(c)]);
%-----
k=0;
for i=1:4
    if i==1
jwb1=strcmp([a1 '/' a2],kunci_tan);
    elseif i==2
jwb1=strcmp([a3 '/' a4],kunci_tan);
    elseif i==3
jwb1=strcmp([a5 '/' a6],kunci_tan);
    else
jwb1=strcmp([a7 '/' a8],kunci_tan);
    end
[ii indx]=max(jwb1);
if ii~=0
    if jawaban_tan(indx)==0
        jawaban_tan(indx)=1;
    else
        k=1;
        warndlg('Terdapat Jawaban yang sama. Silahkan periksa
kembali');
        break
    end
end
end
if k==0
    if sum(jawaban_tan)==4 %jawaban cos benar
        benar=2;
        set(tom_kes,'enable','on');
        set(label_evaluasi3,'string','Jawaban Anda Benar,
nilai TANGEN antara 0 sampai tak hingga');
    else% jawaban salah
        jawaban_tan=zeros(1,8);
        set(label_evaluasi3,'string','Jawaban Anda Salah');
        set([edit1c edit2c edit3c edit4c edit5c edit6c edit7c
edit8c],'string','');
        set([label_1c label_2c label_3c
label_4c],'string','=');
    end
end
end
end

```

## B. Evaluasi kesimpulan jawaban

```
set(label_kes, 'string', {'a) Batas minimum nilai sin, cos, dan tan
adalah 0'; 'b) Batas maksimum sin dan cos adalah 1, sedangkan tan
adalah tak hingga.'});
set(tom_next, 'enable', 'on');
set(tom_ulang, 'enable', 'on');
```

## Lampiran 6. Script desain pemahaman konsep perbandingan trigonometri pada koordinat kartesius

### A. Evaluasi jawaban benar dan salah

```
if benar==0
    %sin
    a=get(edit_1, 'string');
    b=get(edit_2, 'string');
    c=get(edit_3, 'string');

elseif benar==1
    %cos
    a=get(edit_4, 'string');
    b=get(edit_5, 'string');
    c=get(edit_6, 'string');

else
    %tan
    a=get(edit_7, 'string');
    b=get(edit_8, 'string');
    c=get(edit_9, 'string');

end

if isempty(a)==1 || isempty(b)==1 || isempty(c)==1
    warndlg('Jawaban Anda belum lengkap. ');
    break

end

a=lower(a);
b=lower(b);

d={'-x'; '-y'; '-r'; 'x'; 'y'; 'r'};
e={'-'; '+'};
if sum(strcmp(a,d))==0 || sum(strcmp(b,d))==0
    warndlg('Input Anda Salah. ');
    break

end

if sum(strcmp(c,e))==0
    warndlg('Isilah dengan tanda "+" atau "-'. ');
    break

end

%=====
    %kuadran 1
if ulang==0
```

```

%           a=str2num(a);b=str2num(b);
%-----
if benar==0 %sin
    if a=='y' && b=='r' && c=='+'
        set(label_evaluasi_1,'string','Jawaban Anda Benar');
        set([ label_5 label_6 edit_4 edit_5 edit_6 tom_evaluasi_2
label_evaluasi_2], 'visible', 'on');
        set(label_4, 'position', pos_label4-[1000 0 0 0]);
        benar=benar+1;

    else
        set([edit_1 edit_2 edit_3], 'string', '')
        set(label_evaluasi_1, 'string', 'Jawaban Anda salah');

    end

elseif benar==1 %cos
    if a=='x' && b=='r' && c=='+'
        set(label_evaluasi_2, 'string', 'Jawaban Anda Benar');
        set([ label_8 label_9 edit_7 edit_8 edit_9 tom_evaluasi_3
label_evaluasi_3], 'visible', 'on');
        set(label_7, 'position', pos_label7-[1000 0 0 0]);
        benar=benar+1;

    else
        set([edit_4 edit_5 edit_6], 'string', '')
        set(label_evaluasi_2, 'string', 'Jawaban Anda salah');

    end

elseif benar==2 %tan
    if a=='y' && b=='x' && c=='+'
        benar=0;
        set(tom_kes, 'enable', 'on');
        set(label_evaluasi_3, 'string', 'Jawaban Anda Benar');

    else
        set([edit_7 edit_8 edit_9], 'string', '')
        set(label_evaluasi_3, 'string', 'Jawaban Anda salah');

    end

end

end
%-----
%=====
%kuadran 2
if ulang==1
%           a=str2num(a);b=str2num(b);
%           if benar==0 %sin
%               if a=='y' && b=='r' && c=='+'
%                   set(label_evaluasi_1, 'string', 'Jawaban Anda Benar');
%                   set([ label_5 label_6 edit_4 edit_5 edit_6 tom_evaluasi_2
%label_evaluasi_2], 'visible', 'on');
%                   set(label_4, 'position', pos_label4-[1000 0 0 0]);
%                   benar=benar+1;

```

```

else
set([edit_1 edit_2 edit_3], 'string', '')
set(label_evaluasi_1, 'string', 'Jawaban Anda salah');

end

elseif benar==1 %cos
if strcmp(a, '-x') && b=='r' && c=='-'
set(label_evaluasi_2, 'string', 'Jawaban Anda Benar');
set([ label_8 label_9 edit_7 edit_8 edit_9 tom_evaluasi_3
label_evaluasi_3], 'visible', 'on');
set(label_7, 'position', pos_label7-[1000 0 0 0]);
benar=benar+1;

else
set([edit_4 edit_5 edit_6], 'string', '')
set(label_evaluasi_2, 'string', 'Jawaban Anda salah');

end

elseif benar==2 %tan
if a=='y' && strcmp(b, '-x') && c=='-'
benar=0;
set(tom_kes, 'enable', 'on');
set(label_evaluasi_3, 'string', 'Jawaban Anda Benar');

else
set([edit_7 edit_8 edit_9], 'string', '')
set(label_evaluasi_3, 'string', 'Jawaban Anda salah');

end

end

end

end

=====
%kuadran 3
if ulang==2
% a=str2num(a);b=str2num(b);
if benar==0 %sin
if strcmp(a, '-y') && b=='r' && c=='-'
set(label_evaluasi_1, 'string', 'Jawaban Anda Benar');
set([ label_5 label_6 edit_4 edit_5 edit_6 tom_evaluasi_2
label_evaluasi_2], 'visible', 'on');
set(label_4, 'position', pos_label4-[1000 0 0 0]);
benar=benar+1;

else
set([edit_1 edit_2 edit_3], 'string', '')
set(label_evaluasi_1, 'string', 'Jawaban Anda salah');

end

elseif benar==1 %cos
if strcmp(a, '-x') && b=='r' && c=='-'

```

```

        set(label_evaluasi_2,'string','Jawaban Anda Benar');
        set([ label_8 label_9 edit_7 edit_8 edit_9 tom_evaluasi_3
label_evaluasi_3], 'visible', 'on');
        set(label_7, 'position', pos_label7-[1000 0 0 0]);
        benar=benar+1;

    else
        set([edit_4 edit_5 edit_6], 'string', '')
        set(label_evaluasi_2, 'string', 'Jawaban Anda salah');

    end

elseif benar==2 %tan
    if strcmp(a, '-y') && strcmp(b, '-x') && c=='+'
        benar=0;
        set(tom_kes, 'enable', 'on');
        set(label_evaluasi_3, 'string', 'Jawaban Anda Benar');

    else
        set([edit_7 edit_8 edit_9], 'string', '')
        set(label_evaluasi_3, 'string', 'Jawaban Anda salah');

    end

end

end

end

=====
%kuadran 4
if ulang==3
%     a=str2num(a);b=str2num(b);
    if benar==0 %sin
        if strcmp(a, '-y') && b=='r' && c=='-'
            set(label_evaluasi_1, 'string', 'Jawaban Anda Benar');
            set([ label_5 label_6 edit_4 edit_5 edit_6 tom_evaluasi_2
label_evaluasi_2], 'visible', 'on');
            set(label_4, 'position', pos_label4-[1000 0 0 0]);
            benar=benar+1;

        else
            set([edit_1 edit_2 edit_3], 'string', '')
            set(label_evaluasi_1, 'string', 'Jawaban Anda salah');

        end

    elseif benar==1 %cos
        if a=='x' && b=='r' && c=='+'
            set(label_evaluasi_2, 'string', 'Jawaban Anda Benar');
            set([ label_8 label_9 edit_7 edit_8 edit_9 tom_evaluasi_3
label_evaluasi_3], 'visible', 'on');
            set(label_7, 'position', pos_label7-[1000 0 0 0]);
            benar=benar+1;

        else
            set([edit_4 edit_5 edit_6], 'string', '')
            set(label_evaluasi_2, 'string', 'Jawaban Anda salah');

```

```

end

elseif benar==2 %tan
    if strcmp(a, '-y') && b=='x' && c=='-'
        benar=0;
        set(tom_kes, 'enable', 'on');
        set(label_evaluasi_3, 'string', 'Jawaban Anda Benar');

    else
        set([edit_7 edit_8 edit_9], 'string', '')
        set(label_evaluasi_3, 'string', 'Jawaban Anda salah');

    end

end

end

end

```

## B. Melanjutkan ke kuadran II sampai IV

```

set([edit_1 edit_2 edit_3 edit_4 edit_5 edit_6 edit_7 edit_8
edit_9 label_evaluasi_1 label_evaluasi_2
label_evaluasi_3], 'string', '')
set(label_kes, 'string', '');
    set(tom_next, 'enable', 'off');
set([ label_5 label_6 edit_4 edit_5 edit_6 tom_evaluasi_2
label_evaluasi_2], 'visible', 'off');
set([ label_8 label_9 edit_7 edit_8 edit_9 tom_evaluasi_3
label_evaluasi_3], 'visible', 'off');
pos_label4=get(label_4, 'position');
pos_label7=get(label_7, 'position');
set(label_4, 'position', pos_label4+[1000 0 0 0])
set(label_7, 'position', pos_label7+[1000 0 0 0])
pos_label4=get(label_4, 'position');
pos_label7=get(label_7, 'position');

if ulang==1
gbr2=imread('kuadran II.jpg');
    set(win1, 'CurrentAxes', grafik1);
imshow(gbr2);
elseif ulang==2
gbr2=imread('kuadran III.jpg');
    set(win1, 'CurrentAxes', grafik1);
imshow(gbr2);
elseif ulang==3
gbr2=imread('kuadran IV.jpg');
    set(win1, 'CurrentAxes', grafik1);
imshow(gbr2);
else
    Konsep_07;
end

```



**C. Evaluasi Kesimpulan jawaban**

```

if ulang==0
    set(label_kes, 'string', 'Di Kuadran I, SIN, COS, dan TAN bernilai POSITIF');

elseif ulang==1
    set(label_kes, 'string', {'Di Kuadran II, SIN bernilai POSITIF'; 'Di Kuadran II, COS dan TAN bernilai NEGATIF'});
elseif ulang==2
    set(label_kes, 'string', {'Di Kuadran III, TAN bernilai POSITIF'; 'Di Kuadran III, SIN dan COS bernilai NEGATIF'});
elseif ulang==3
    set(label_kes, 'string', {'Di Kuadran IV, COS bernilai POSITIF'; 'Di Kuadran IV, SIN dan TAN bernilai NEGATIF'});

end
ulang=ulang+1;

set(tom_kes, 'enable', 'off');
set(tom_next, 'enable', 'on');

```

**Lampiran 7. Script desain pemahaman konsep relasi sudut****A. Evaluasi jawaban benar dan salah**

```

a=get(edit_1, 'string');
r=get(edit_2, 'string');
if isempty(a)==1 || isempty(r)==1
    warndlg('Jawaban Anda belum lengkap.');
```

break

```

end
a=str2num(a);
r=str2num(r);
if isempty(a)==1 || isempty(r)==1
    warndlg('Input Anda bukan ANGKA. Silakan ulangi lagi');
    set([edit_1 edit_2], 'string', '');
    break
end
if a<=0 || a>=90
    warndlg('Input Anda di luar interval 0<a<90');
    break
end
%=====
ulang=ulang+1;
if ulang<=7
    set(label_soal, 'string', ulang);
b=urutan(ulang);
end
if b==1
    if r==(90-a)
        set(label_enter, 'string', 'Jawaban Anda Benar')
        if ulang<=7
            benar=benar+1;
        end
    else
        set(label_enter, 'string', 'Jawaban Anda Salah')
    end
elseif b==2

```

```
if r==(90+a)
    set(label_enter,'string','Jawaban Anda Benar')
    if ulang<=7
        benar=benar+1;
    end
else
    set(label_enter,'string','Jawaban Anda Salah')
end

elseif b==3
    if r==(180-a)
        set(label_enter,'string','Jawaban Anda Benar')
        if ulang<=7
            benar=benar+1;
        end
    else
        set(label_enter,'string','Jawaban Anda Salah')
    end
end

elseif b==4
    if r==(180+a)
        set(label_enter,'string','Jawaban Anda Benar')
        if ulang<=7
            benar=benar+1;
        end
    else
        set(label_enter,'string','Jawaban Anda Salah')
    end
end

elseif b==5
    if r==(270-a)
        set(label_enter,'string','Jawaban Anda Benar')
        if ulang<=7
            benar=benar+1;
        end
    else
        set(label_enter,'string','Jawaban Anda Salah')
    end
end

elseif b==6
    if r==(270+a)
        set(label_enter,'string','Jawaban Anda Benar')
        if ulang<=7
            benar=benar+1;
        end
    else
        set(label_enter,'string','Jawaban Anda Salah')
    end
end

elseif b==7
    if r==(360-a)
        set(label_enter,'string','Jawaban Anda Benar')
        if ulang<=7
            benar=benar+1;
        end
    else
```

```

        set(label_enter, 'string', 'Jawaban Anda Salah')
    end
end

if ulang<7
gbr2=imread(['relasi_' num2str(urutan(ulang+1)) '.png']);
    set(win1, 'CurrentAxes', grafik2);
imshow(gbr2);
set([edit_1 edit_2], 'string', '');
else
    set(tom_evaluasi, 'enable', 'on');
end

```

### B. Evaluasi kesimpulan jawaban

```

set(label_benar, 'string', num2str(benar));
set(label_salah, 'string', num2str(7-benar));

if benar==7
    set(label_evaluasi, 'string', {'Selamat...!!! Anda telah
memahami konsep RELASI SUDUT DI KOORDINAT KARTESIUS. Tekan NEXT
untuk materi selanjutnya.'});
set(tom_next, 'enable', 'on');
else
    set(label_evaluasi, 'string', {'Maaf...!!! Anda belum memahami
konsep RELASI SUDUT DI KOORDINAT KARTESIUS. Tekan START untuk
mengulangi.'});
set(tom_start, 'enable', 'on');
end

```

## Lampiran 8. Script desain pemahaman konsep perbandingan trigonometri sudut berelasi

### A. Evaluasi jawaban benar dan salah

```

if benar==0
    %sin
    a=get(edit_1, 'string');
    b=get(edit_2, 'string');
    c=get(edit_3, 'string');

elseif benar==1
    %cos
    a=get(edit_4, 'string');
    b=get(edit_5, 'string');
    c=get(edit_6, 'string');
else
    %tan
    a=get(edit_7, 'string');
    b=get(edit_8, 'string');
    c=get(edit_9, 'string');
end

if isempty(a)==1 || isempty(b)==1 || isempty(c)==1
    warndlg('Jawaban Anda belum lengkap.');
```

break

```

end
a=lower(a);

```

```

b=lower(b);
d={'x';'y';'r';'-x';'-y';'-r'};
e={'sin a';'cos a';'tan a';'cosec a';'sec a';'cot a';'-sin a';'-
cos a';'-tan a';'-cosec a';'-sec a';'-cot a'};
if sum(strcmp(a,d))==0 || sum(strcmp(b,d))==0
    warndlg('Input Anda Salah.');
```

break

```

end
c=lower(c);
if sum(strcmp(c,e))==0
    warndlg('Isilah dengan sin a, cos a, tan a, cosec a, sec
a, cot a, -sin a, -cos a, -tan a, -cosec a, -sec a, atau -cot a');
```

break

```

end

%=====
%kuadran I
if ulang==0
    if benar==0 %sin

        if strcmp(c,'cos a')==0
            %salah
            set([edit_1 edit_2 edit_3],'string','')
            set(label_enter_1,'string','Jawaban Anda salah');
```

else

```

        if strcmp(a,'x')==1 && strcmp(b,'r')==1
            %benar
            set(label_enter_1,'string','Jawaban Anda Benar');
```

set([ label\_5 label\_6 edit\_4 edit\_5 edit\_6 tom\_enter\_2

```

label_enter_2],'visible','on');
```

set(label\_4,'position',a1);

```

        benar=benar+1;
        else
            %salah
            set([edit_1 edit_2 edit_3],'string','')
            set(label_enter_1,'string','Jawaban Anda salah');
```

end

```

    end
    elseif benar==1 %cos
        if strcmp(c,'sin a')==0
            %salah
            set([edit_4 edit_5 edit_6],'string','')
            set(label_enter_2,'string','Jawaban Anda salah');
```

else

```

        if strcmp(a,'y')==1 && strcmp(b,'r')==1
            %benar
            set(label_enter_2,'string','Jawaban Anda Benar');
```

set([ label\_8 label\_9 edit\_7 edit\_8 edit\_9 tom\_enter\_3

```

label_enter_3],'visible','on');
```

set(label\_7,'position',a2);

```

        benar=benar+1;
        else
            %salah
            set([edit_4 edit_5 edit_6],'string','')
```

```

        set(label_enter_2, 'string', 'Jawaban Anda salah');
        end
    end
elseif benar==2 %tan
    if strcmp(c, 'cot a')==0
        %salah
        set([edit_7 edit_8 edit_9], 'string', '')
        set(label_enter_3, 'string', 'Jawaban Anda salah');
    else
        if strcmp(a, 'x')==1 && strcmp(b, 'y')==1
            %benar
            set(label_enter_3, 'string', 'Jawaban Anda Benar');
            benar=0;
            set(tom_evaluasi, 'enable', 'on');
        else
            %salah
            set([edit_7 edit_8 edit_9], 'string', '')
            set(label_enter_3, 'string', 'Jawaban Anda salah');
        end
    end
end
end

=====
%kuadran II
if ulang==1
    if benar==0 %sin

        if strcmp(c, 'sin a')==0
            %salah
            set([edit_1 edit_2 edit_3], 'string', '')
            set(label_enter_1, 'string', 'Jawaban Anda salah');

        else
            if strcmp(a, 'y')==1 && strcmp(b, 'r')==1
                %benar
                set(label_enter_1, 'string', 'Jawaban Anda Benar');
                set([ label_5 label_6 edit_4 edit_5 edit_6 tom_enter_2
label_enter_2], 'visible', 'on');
                set(label_4, 'position', a1);
                benar=benar+1;
            else
                %salah
                set([edit_1 edit_2 edit_3], 'string', '')
                set(label_enter_1, 'string', 'Jawaban Anda salah');
            end
        end
    elseif benar==1 %cos
        if strcmp(c, '-cos a')==0
            %salah
            set([edit_4 edit_5 edit_6], 'string', '')
            set(label_enter_2, 'string', 'Jawaban Anda salah');
        else
            if strcmp(a, '-x')==1 && strcmp(b, 'r')==1
                %benar
                set(label_enter_2, 'string', 'Jawaban Anda Benar');
            end
        end
    end
end

```

```

        set([ label_8 label_9 edit_7 edit_8 edit_9 tom_enter_3
label_enter_3], 'visible', 'on');
        set(label_7, 'position', a2);
        benar=benar+1;
        else
            %salah
            set([edit_4 edit_5 edit_6], 'string', '')
            set(label_enter_2, 'string', 'Jawaban Anda salah');

        end
    end
elseif benar==2 %tan
    if strcmp(c, '-tan a')==0
        %salah
        set([edit_7 edit_8 edit_9], 'string', '')
        set(label_enter_3, 'string', 'Jawaban Anda salah');
    else
        if strcmp(a, 'y')==1 && strcmp(b, '-x')==1
            %benar
            set(label_enter_3, 'string', 'Jawaban Anda Benar');
            benar=0;
            set(tom_evaluasi, 'enable', 'on');
        else
            %salah
            set([edit_7 edit_8 edit_9], 'string', '')
            set(label_enter_3, 'string', 'Jawaban Anda salah');
        end
    end
end
end

%=====
%kuadran III
if ulang==2
    if benar==0 %sin

        if strcmp(c, '-cos a')==0
            %salah
            set([edit_1 edit_2 edit_3], 'string', '')
            set(label_enter_1, 'string', 'Jawaban Anda salah');
        else
            if strcmp(a, '-x')==1 && strcmp(b, 'r')==1
                %benar
                set(label_enter_1, 'string', 'Jawaban Anda Benar');
                set([ label_5 label_6 edit_4 edit_5 edit_6 tom_enter_2
label_enter_2], 'visible', 'on');
                set(label_4, 'position', a1);
                benar=benar+1;
            else
                %salah
                set([edit_1 edit_2 edit_3], 'string', '')
                set(label_enter_1, 'string', 'Jawaban Anda salah');
            end
        end
    end
elseif benar==1 %cos
    if strcmp(c, '-sin a')==0

```

```

        %salah
        set([edit_4 edit_5 edit_6], 'string', '')
        set(label_enter_2, 'string', 'Jawaban Anda salah');
    else
        if strcmp(a, '-y')==1 && strcmp(b, 'r')==1
            %benar
            set(label_enter_2, 'string', 'Jawaban Anda Benar');
            set([ label_8 label_9 edit_7 edit_8 edit_9 tom_enter_3
label_enter_3], 'visible', 'on');
            set(label_7, 'position', a2);
            benar=benar+1;
        else
            %salah
            set([edit_4 edit_5 edit_6], 'string', '')
            set(label_enter_2, 'string', 'Jawaban Anda salah');
        end
    end
elseif benar==2 %tan
    if strcmp(c, 'cot a')==0
        %salah
        set([edit_7 edit_8 edit_9], 'string', '')
        set(label_enter_3, 'string', 'Jawaban Anda salah');
    else
        if strcmp(a, '-x')==1 && strcmp(b, '-y')==1
            %benar
            set(label_enter_3, 'string', 'Jawaban Anda Benar');
            benar=0;
            set(tom_evaluasi, 'enable', 'on');
        else
            %salah
            set([edit_7 edit_8 edit_9], 'string', '')
            set(label_enter_3, 'string', 'Jawaban Anda salah');
        end
    end
end
end
end

%=====
%kuadran IV
if ulang==3
    if benar==0 %sin

        if strcmp(c, '-sin a')==0
            %salah
            set([edit_1 edit_2 edit_3], 'string', '')
            set(label_enter_1, 'string', 'Jawaban Anda salah');

        else
            if strcmp(a, '-y')==1 && strcmp(b, 'r')==1
                %benar
                set(label_enter_1, 'string', 'Jawaban Anda Benar');
                set([ label_5 label_6 edit_4 edit_5 edit_6 tom_enter_2
label_enter_2], 'visible', 'on');
                set(label_4, 'position', a1);
                benar=benar+1;
            else

```

```

        %salah
        set([edit_1 edit_2 edit_3], 'string', '')
        set(label_enter_1, 'string', 'Jawaban Anda salah');

    end
end
elseif benar==1 %cos
    if strcmp(c, 'cos a')==0
        %salah
        set([edit_4 edit_5 edit_6], 'string', '')
        set(label_enter_2, 'string', 'Jawaban Anda salah');

    else
        if strcmp(a, 'x')==1 && strcmp(b, 'r')==1
            %benar
            set(label_enter_2, 'string', 'Jawaban Anda Benar');
            set([ label_8 label_9 edit_7 edit_8 edit_9 tom_enter_3
label_enter_3], 'visible', 'on');
            set(label_7, 'position', a2);
            benar=benar+1;
        else
            %salah
            set([edit_4 edit_5 edit_6], 'string', '')
            set(label_enter_2, 'string', 'Jawaban Anda salah');

        end

    end
elseif benar==2 %tan
    if strcmp(c, '-tan a')==0
        %salah
        set([edit_7 edit_8 edit_9], 'string', '')
        set(label_enter_3, 'string', 'Jawaban Anda salah');

    else
        if strcmp(a, '-y')==1 && strcmp(b, 'x')==1
            %benar
            set(label_enter_3, 'string', 'Jawaban Anda Benar');
            benar=0;
            set(tom_evaluasi, 'enable', 'on');
        else
            %salah
            set([edit_7 edit_8 edit_9], 'string', '')
            set(label_enter_3, 'string', 'Jawaban Anda salah');

        end

    end
end
end
end

```

## B. Melanjutkan ke kuadran II sampai IV

```

set([edit_1 edit_2 edit_3 edit_4 edit_5 edit_6 edit_7 edit_8
edit_9 label_enter_1 label_enter_2 label_enter_3], 'string', '')
set(label_evaluasi, 'string', '');
set(tom_next, 'enable', 'off');

```



```

set([label_5 label_6 edit_4 edit_5 edit_6 tom_enter_2
label_enter_2], 'visible', 'off');
set([label_8 label_9 edit_7 edit_8 edit_9 tom_enter_3
label_enter_3], 'visible', 'off');
set(label_4, 'position', a1+b0);
set(label_7, 'position', a2+b0);

if ulang==1
gbr2=imread('gbr7_2.png');
    set(win1, 'CurrentAxes', grafik1);
imshow(gbr2);
gbr2=imread('sin(180-a).png');
    set(win1, 'CurrentAxes', label_1);
imshow(gbr2);
gbr2=imread('cos(180-a).png');
    set(win1, 'CurrentAxes', label_4);
imshow(gbr2);
gbr2=imread('tan(180-a).png');
    set(win1, 'CurrentAxes', label_7);
imshow(gbr2);
elseif ulang==2
gbr2=imread('gbr7_3.png');
    set(win1, 'CurrentAxes', grafik1);
imshow(gbr2);
gbr2=imread('sin(270-a).png');
    set(win1, 'CurrentAxes', label_1);
imshow(gbr2);
gbr2=imread('cos(270-a).png');
    set(win1, 'CurrentAxes', label_4);
imshow(gbr2);
gbr2=imread('tan(270-a).png');
    set(win1, 'CurrentAxes', label_7);
imshow(gbr2);
elseif ulang==3
gbr2=imread('gbr7_4.png');
    set(win1, 'CurrentAxes', grafik1);
imshow(gbr2);
gbr2=imread('sin(360-a).png');
    set(win1, 'CurrentAxes', label_1);
imshow(gbr2);
gbr2=imread('cos(360-a).png');
    set(win1, 'CurrentAxes', label_4);
imshow(gbr2);
gbr2=imread('tan(360-a).png');
    set(win1, 'CurrentAxes', label_7);
imshow(gbr2);
else
%    Konsep_08;
    close;
end

```

### C. Evaluasi kesimpulan jawaban

```
if ulang==0
    set(label_evaluasi,'string',{'Perbandingan trigonometri sudut
berelasi DI KUADRAN I, untuk (90 - a):';'# Terdapat relasi SIN
dengan COS';'# Terdapat relasi TAN dengan COTAN';'# Relasi
sudutnya berjumlah 90 derajat.'});

elseif ulang==1
    set(label_evaluasi,'string',{'Perbandingan trigonometri sudut
berelasi DI KUADRAN II, untuk (180 - a):';'# Terdapat relasi SIN
dengan SIN';'# Terdapat relasi TAN dengan TAN';'# Relasi
sudutnya berjumlah 180 derajat.'});
elseif ulang==2
    set(label_evaluasi,'string',{'Perbandingan trigonometri sudut
berelasi DI KUADRAN III, untuk (270 - a):';'# Terdapat relasi SIN
dengan COS';'# Terdapat relasi TAN dengan COTAN';'# Relasi
sudutnya berjumlah 270 derajat.'});
elseif ulang==3
    set(label_evaluasi,'string',{'Perbandingan trigonometri sudut
berelasi DI KUADRAN IV, untuk (360 - a):';'# Terdapat relasi SIN
dengan SIN';'# Terdapat relasi TAN dengan TAN';'# Relasi
sudutnya berjumlah 360 derajat.'});

end
ulang=ulang+1;

set(tom_evaluasi,'enable','off');
set(tom_next,'enable','on');
```