



**PENGEMBANGAN ALGORITMA PENYELESAIAN RUBIK STANDAR
DALAM BENTUK GRAF BERARAH**

SKRIPSI

Oleh
Karisma Bayu Cipta Wijaya
NIM 150210101014

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**PENGEMBANGAN ALGORITMA PENYELESAIAN RUBIK STANDAR
DALAM BENTUK GRAF BERARAH**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Pendidikan Matematika (S1) dan mencapai gelar Sarjana Pendidikan

Oleh:

**Karisma Bayu Cipta Wijaya
NIM 150210101014**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orangtua saya yang tercinta, terima kasih untuk dukungan, motivasi, doa serta kasih sayang yang tidak pernah pudar;
2. Kakak dan adikku, serta keluarga besar bapak dan ibuku, terima kasih atas motivasi dan doa untuk saya selama ini;
3. Bapak dan Ibu Dosen Pendidikan Matematika yang telah membagikan ilmu dan pengalamannya;
4. Bapak dan Ibu Guru SDN Kepatihan 1 Jember, SMPN 2 Jember, dan SMAN 2 Jember yang telah mencurahkan ilmu, bimbingan, dan kasih sayangnya dengan tulus ikhlas;
5. Almamaterku tercinta Universitas Jember, khususnya Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP).
6. Sahabat-sahabatku (Ida Ulan Asih, Kevin Dwi Wicaksono, Inggil Ismiharto, M. Taufik Hidayat, Lendi Ike Hermawan, Dodi Pratama, Kukuh Sahrianto, Yuris Mimbardi, Dwita Sari Oktavia, Rosalia Indah, Moch Yusup Ade, Keluarga Besar Logaritma, Keluarga Besar Paranada dan teman-teman yang selalu mendukung saya).

HALAMAN MOTO

تَعْلَمُوا الْعِلْمَ وَتُعَلِّمُوا لِلْعِلْمِ السَّكِينَةَ وَالْوَقَارَ وَتَوَاضَعُوا لِمَنْ تَتَعَلَّمُونَ مِنْهُ

“Belajarlah kalian ilmu untuk ketentraman dan ketenangan serta rendah hatilah pada orang yang kamu belajar darinya”.¹

(HR. At-Tabrani)

Jika seseorang berpergian dengan tujuan mencari ilmu, maka Allah akan menjadikan perjalanannya seperti perjalanan menuju surga.²

(Nabi Muhammad SAW)

Pendidikan adalah senjata paling mematikan di dunia, karena dengan pendidikan, anda dapat mengubah dunia.³

(Nelson Mandela)

¹ Hadits Riwayat At-Tabrani <https://www.wajibbaca.com/2018/08/hadits-tentang-menuntut-ilmu.html>. (Diakses pada 27 Juni 2019)

² Redaksi, “20 Kata Motivasi Tokoh Dunia bahwa Belajar Sangatlah Penting” <https://ruangmahasiswa.com/ragam/motivasi/kata-motivasi-dalam-pendidikan/>. (Diakses pada 27 Juni 2019)

³ Redaksi, “20 Kata Motivasi Tokoh Dunia bahwa Belajar Sangatlah Penting” <https://ruangmahasiswa.com/ragam/motivasi/kata-motivasi-dalam-pendidikan/>. (Diakses pada 27 Juni 2019)

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Karisma Bayu Cipta Wiaya

NIM : 150210101014

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul **“Pengembangan Algoritma Penyelesaian Rubik Standar dalam Bentuk Graf Berarah”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, 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 mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 2019

Yang menyatakan,

Karisma Bayu Cipta Wijaya
NIM. 150210101014

HALAMAN PEMBIMBING

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN ALGORITMA PENYELESAIAN RUBIK STANDAR
DALAM BENTUK GRAF BERARAH**

Oleh
Karisma Bayu Cipta Wijaya
NIM 150210101014

Pembimbing

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

Dosen Pembimbing Anggota : Arif Fatahillah, S.Pd., M.Si.

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

HALAMAN PENGAJUAN

**PENGEMBANGAN ALGORITMA PENYELESAIAN RUBIK STANDAR
DALAM BENTUK GRAF BERARAH**

Diajukan untuk dipertahankan di depan Tim Penguji sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Dengan Program Studi Pendidikan Matematika pada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Oleh

Nama : Karisma Bayu Cipta Wijaya

NIM : 150210101014

Tempat, Tanggal Lahir : Jember, 04 September 1996

Jurusan/Program : P.MIPA/Pendidikan Matematika

Disetujui Oleh

Pembimbing I,

Pembimbing II,

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

Arif Fatahillah, S.Pd., M.Si.
NIP. 19820529 200912 1 003

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengembangan Algoritma Penyelesaian Rubik Standar dalam Bentuk Graf Berarah” telah diuji dan dilaksanakan pada:

hari :

tanggal :

tempat :

Tim Penguji

Ketua

Sekretaris

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

Arif Fatahillah, S.Pd., M.Si.
NIP. 19820529 200912 1 003

Anggota I

Anggota II

Susi Setiawani, S.Si., M.Sc.
NIP. 19700307 199512 2 001

Drs. Antonius Cahya P, M.App. Sc., Ph.D.
NIP. 19690928 199302 1 001

Mengetahui

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember

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

RINGKASAN

Pengembangan Algoritma Penyelesaian Rubik Standar dalam Bentuk Graf Berarah; **Karisma Bayu Cipta Wijaya; 150210101014; 2019; 120 halaman;** Program Studi Pendidikan Matematika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Penelitian ini adalah penelitian pengembangan yang bertujuan untuk menghasilkan suatu produk berupa algoritma penyelesain rubik standar dalam bentuk graf berarah berbantuan *software* Macromedia Flash versi 8. Proses pengembangan dari penelitian ini mengacu pada model ADDIE yang terdiri dari lima tahap yaitu tahap analisis (*Analysis*), tahap desain (*Design*), tahap pengembangan (*Develop*), tahap implementasi (*Implement*), tahap evaluasi (*Evaluate*).

Penelitian pengembangan ini menghasilkan algoritma penyelesaian rubik standar berbentuk graf berarah menggunakan *software* Macromedia Flash versi 8 yang valid, praktis dan efektif. Hasil validasi algoritma pengembangan yang terdiri dari aspek format, aspek isi, dan aspek bahasa termasuk pada kriteria Valid dengan rata-rata 8,7 atau nilai koefisien korelasi 0,87 termasuk kategori “Sangat Tinggi”. Sementara itu hasil validasi instrumen penelitian menunjukkan kategori “Sangat Tinggi” dimana rata-rata total validasi untuk pedoman wawancara mencapai 4,25 atau nilai koefisien korelasi 0,85. Rata-rata validasi lembar observasi sebesar 4,1 atau nilai koefisien korelasi 0,82. Setelah algoritma sudah mencapai kevalidan kemudian dilakukan uji coba.

Uji coba dilaksanakan pada hari Senin dan Selasa tanggal 15 dan 16 Juli 2019 di Jember. Jumlah subjek penelitian sebanyak 15 orang. Dilakukan juga penelitian dengan memberikan angket respon pada setiap responden dan wawancara pada 3 orang secara acak. Selama peenelitian berlangsung terdapat 5 observer yang melakukan observasi terhadap praktisi. Selama penelitian berlangsung subjek penelitian tampak antusias dengan mendengarkan praktisi, responden mencoba menggunakan salah satu algoritma pengembangan untuk menyelesaikan 1 permasalahan. Responden yang mengalami kesulitan baik dalam

menggunakan algoritma dibantu oleh praktisi. Setelah proses penelitian berakhir, dilanjutkan dengan memberikan angket respon pengguna.

Berdasarkan uji coba yang telah dilakukan didapatkan hasil penggunaan algoritma penyelesaian rubik standar berbentuk graf berarah menggunakan *software* Macromedia Flash versi 8 termasuk pada tingkat kepraktisan dikategorikan baik dengan rata-rata total mencapai 4,56 atau dengan hasil presentase mencapai 91,2%. Kemudian hasil dari analisis keefektifan algoritma berdasarkan aspek kognitif, psikomotorik, dan afektif didapatkan pada aspek kognitif graf dari hasil algoritma pengembangan lebih sederhana daripada graf yang terbentuk dari hasil algoritma biasa. Aspek yang kedua, hasil analisis aspek psikomotorik didapatkan algoritma pengembangan memiliki rata-rata 11 langkah lebih sedikit daripada algoritma biasa, telah dibuktikan algoritma pengembangan juga dapat menyelesaikan setiap permasalahan. Aspek yang terakhir yaitu afektif didapatkan hasil rata-rata total mencapai 1,89 dengan presentase sebesar 94,5% dan dikategorikan baik.

Oleh karena itu, algoritma yang dikembangkan dapat digunakan dalam menyelesaikan rubik standar. Algoritma ini memiliki keunggulan dalam penggunaan yaitu pengguna dapat menggunakan lebih mudah karena berasal dari algoritma dasar.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengembangan Algoritma Penyelesaian Rubik Standar dalam Bentuk Graf Berarah”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Pendidikan Matematika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Civitas Akademika Universitas Jember;
2. Dekan FKIP Universitas Jember;
3. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Jember;
4. Ketua Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Jember;
5. Para Dosen Program Studi Pendidikan Matematika yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran;
6. Dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dan pikiran guna memberikan bimbingan serta dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang sangat membantu dalam menyempurnakan skripsi ini;
7. Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan motivasi dan bimbingan selama kuliah;
8. Validator yang telah memberikan bantuan kepada penulis dalam proses validasi algoritma dan instrumen penelitian;
9. Beasiswa Bidikmisi Kemenristekdikti yang telah membantu membiayai selama kuliah;
10. Keluarga besar PARANADA dan Mathematics Students Club (MSC) khususnya yang telah banyak membagi ilmu keorganisasian;
11. Teman-teman “Logaritma” Pendidikan Matematika Angkatan 2015 yang telah banyak membantu selama kuliah;
12. Sahabat-sahabatku yang tidak mungkin saya sebutkan satu persatu, semoga kita selalu didekatkan dengan saling melangitkan doa-doa terbaik satu sama lain;

13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.
14. Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 2019

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGAJUAN	vii
HALAMAN PENGESAHAN	viii
RINGKASAN.....	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Spesifikasi Algoritma.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Teori Pengembangan	4
2.2 Terminologi Dasar Graf	5
2.3 Jenis Graf.....	7
2.4 Graf-graf Khusus.....	10
2.5 Rubik.....	13
2.5.1 Bagian-bagian Rubik Standar.....	14
2.5.2 Macam-macam Rubik.....	15
2.5.3 Macam-macam Cara Bermain Rubik	22

2.5.4	Metode Menyelesaikan Rubik Standar	23
2.6	Algoritma Matematika Rubik Standar	25
2.7	Desain Algoritma Penyelesaian dalam Bentuk Graf Berarah	53
2.8	Penelitian yang Relevan.....	55
BAB 3. METODE PENELITIAN.....		57
3.1	Jenis Penelitian	57
3.2	Daerah dan Subjek Penelitian	57
3.3	Sumber Data	57
3.4	Definisi Operasional.....	58
3.5	Model Pengembangan.....	58
3.6	Prosedur Penelitian.....	60
3.6.1	Tahap Analisis	60
3.6.2	Tahap Desain	61
3.6.3	Tahap Pengembangan	61
3.6.4	Tahap Implementasi.....	62
3.6.5	Tahap Evaluasi	63
3.7	Instrumen dan Metode Pengumpulan Data.....	63
3.8	Metode Analisis Data.....	65
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....		69
4.1	Proses Pengembangan Algoritma	69
4.1.1	Tahap Analisis	69
4.1.2	Tahap Desain	71
4.1.3	Tahap <i>Develop</i> atau Pengembangan.....	94
4.1.4	Tahap Implementasi	94
4.1.4	Tahap Evaluasi	95
4.2	Hasil dan Pembahasan Pengembangan Algoritma.....	95
4.2.1	Analisis Kevalidan Algoritma	95
4.2.2	Analisis Kepraktisan Algoritma	97
4.2.3	Analisis Keefektifan Algoritma	99
BAB 5. PENUTUP		116
5.1	Kesimpulan	116

5.2	Saran	117
	DAFTAR PUSTAKA.....	119
	LAMPIRAN	121



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Algoritma Penyelesaian Cross	30
Tabel 2.2 Algoritma Penyelesaian <i>Layer 1</i>	33
Tabel 2.3 Algoritma Penyelesaian <i>Layer 2</i>	35
Tabel 2.4 Algoritma Penyelesaian <i>Orientation Last Layer</i> (OLL)	36
Tabel 2.5 Algoritma Penyelesaian <i>Permutation Last Layer</i> (PLL).....	48
Tabel 2.6 Persamaan dan Perbedaan dengan Penelitian Sebelumnya	56
Tabel 3.1 Sumber Data Penelitian	58
Tabel 3.2 Tingkat Kevalidan Kategori Koefisien Korelasi.....	66
Tabel 3.3 Kategori Persentase Angket Penggunaan Algoritma	67
Tabel 4.1 Algoritma Pengembangan	72
Tabel 4.2 Daftar Validator	94
Tabel 4.3 Bagian Saran	97
Tabel 4.4 Perbandingan Banyak Langkah Setiap Permasalahan.....	113
Tabel 4.5 Keunggulan Algoritma Pengembangan.....	114

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Degree pada Graf G	6
Gambar 2.2 Contoh Graf.....	7
Gambar 2.3 Contoh Graf Berarah.....	7
Gambar 2.4 Contoh Graf Tak Berarah.....	8
Gambar 2.5 (a) Graf Sederhana dan (b) Graf Tak Sederhana	8
Gambar 2.6 (a) Graf Berhingga dan (b) Graf Tak Berhingga	9
Gambar 2.7 (a) Graf Terhubung dan (b) Graf Tak Berhubung	9
Gambar 2.8 (a) Graf Teratur dan (b) Graf Tak Teratur	10
Gambar 2.9 Graf Bintang S_8	10
Gambar 2.10 Graf Buku $B_{3,2}$	11
Gambar 2.11 Graf Roda W_4	11
Gambar 2.12 Graf Kipas F_5	12
Gambar 2.13 Graf Sikel C_6	12
Gambar 2.14 Graf Lintasan P_7	12
Gambar 2.15 Graf Tangga L_4	13
Gambar 2.16 Center	14
Gambar 2.17 <i>Edge</i>	14
Gambar 2.18 Corner.....	15
Gambar 2.19 <i>Layer</i>	15
Gambar 2.20 Rubik Standar, Rubik Master dan Rubik Professor.....	16
Gambar 2.21 Rubik <i>V-Cube 6</i> , Rubik <i>V-Cube 7</i> dan Rubik <i>Pocket</i>	16
Gambar 2.22 Rubik <i>Fisher</i> , Rubik <i>Void</i> dan Rubik <i>Square-1</i>	16
Gambar 2.23 Rubik <i>Square-2</i> , Rubik <i>Mirror</i> dan Rubik Skewb Rubik Mirror....	17
Gambar 2.24 Rubik Dino, Rubik Master Skewb dan Rubik Master Dino.....	17
Gambar 2.25 Rubik Windmill, Rubik Helikopter dan Rubik Floopy.....	17
Gambar 2.26 Rubik Domino, Rubik Slim Tower dan Rubik Phantom	18
Gambar 2.27 Rubik Grown Tower, Rubik Pyraminx dan Rubik Master Pyraminx	18
Gambar 2.28 Rubik Pyramorphix, Master Pyramorphix dan Rubik Tetraminx ...	18

Gambar 2.29 Rubik Octahedron, Rubik Skewb Diamond dan Rubik Skewb Ultimate.....	19
Gambar 2.30 Rubik Megaminx, Rubik Holey Megaminx dan Rubik Pyraminx Crystal	19
Gambar 2.31 Rubik Flowerminx, Rubik Gigaminx dan Rubik Teraminx.....	19
Gambar 2.32 Rubik Diamond, Rubik Master Diamond dan Rubik Rainbow Cube	20
Gambar 2.33 Rubik Magic Jewel, Rubik Dogic dan Rubik Magic Ball.....	20
Gambar 2.34 Rubik Beach Ball, Rubik 360 dan Rubik Impossiball	20
Gambar 2.35 Rubik Masterball, Rubik Dreamball dan Rubik Thomas Ball	21
Gambar 2.36 Rubik Equator, Rubik Chronoball dan Rubik $11 \times 11 \times 11$	21
Gambar 2.37 Rubik Nesting Cube, Rubik Icosidodecaminx dan Rubik Rhomball	21
Gambar 2.38 Rubik Gear, Rubik Gear Shift dan Rubik Gear Meffert David	22
Gambar 2.39 Rubik Gear Meffert Mixed <i>Up</i> Black Puzzle Cube, Rubik Gear Ball dan Rubik Dodecahedron Gear	22
Gambar 2.40 Rubik Dodecahedron Gear Cone dan Rubik $28 \times 28 \times 28$	22
Gambar 2.41 <i>Front</i> (F), <i>Front</i> Aksien (F') dan <i>Front</i> Double (F2)	26
Gambar 2.42 <i>Back</i> (B), <i>Back</i> Aksien (B') dan <i>Back</i> Double (B2)	27
Gambar 2.43 <i>Left</i> (L), <i>Left</i> Aksien (L') dan <i>Left</i> Double (L2)	27
Gambar 2.44 <i>Right</i> (R), <i>Right</i> Aksien (R') dan <i>Right</i> Double (R2)	27
Gambar 2.45 <i>Up</i> (U), <i>Up</i> Aksien (U') dan <i>Up</i> Double (U2).....	28
Gambar 2.46 <i>Down</i> (D), <i>Down</i> Aksien (D') dan <i>Down</i> Double (D2)	28
Gambar 2.47 Rotasi	29
Gambar 2.48 E, E' dan E2.....	29
Gambar 2.49 M, M' dan M2	29
Gambar 2.50 S, S' dan S2	30
Gambar 2.51 <i>Cross</i>	30
Gambar 2.52 <i>Layer 3</i>	35
Gambar 2.53 Bagian Rubik Standar	53
Gambar 2.54 Graf <i>Front</i> dan <i>Front</i> Aksien	54

Gambar 2.55 <i>Back</i> dan <i>Back</i> Aksien.....	54
Gambar 2.56 <i>Left</i> dan <i>Left</i> Aksien.....	54
Gambar 2.57 <i>Right</i> dan <i>Right</i> Aksien.....	55
Gambar 2.58 <i>Up</i> dan <i>Up</i> Aksien.....	55
Gambar 2.59 <i>Down</i> dan <i>Down</i> Aksien.....	55
Gambar 3.1 Diagram Penelitian ADDIE.....	59
Gambar 4.1 Kondisi Awal yang Pertama.....	90
Gambar 4.2 Kondisi Awal yang Kedua.....	91
Gambar 4.3 Kondisi Awal yang Ketiga.....	92
Gambar 4.4 Kondisi Awal Permasalahan 1, 2 dan 3.....	93
Gambar 4.5 Hasil Validasi Algoritma.....	96
Gambar 4.6 Hasil Validasi Instrumen.....	97
Gambar 4.7 Hasil Observasi Praktisi.....	98
Gambar 4.8 Penamaan Titik Graf.....	99
Gambar 4.9 Graf Rubik Standar.....	100
Gambar 4.10 Permasalahan 1 Tampak Nyata.....	102
Gambar 4.11 Graf Algoritma Pengembangan dan Biasa Permasalahan 1.....	103
Gambar 4.12 Permasalahan 2 Tampak Nyata.....	104
Gambar 4.13 Graf Algoritma Pengembangan dan Biasa Permasalahan 2.....	105
Gambar 4.14 Permasalahan 3 Tampak Nyata.....	106
Gambar 4.15 Graf Algoritma Pengembangan dan Biasa Permasalahan 3.....	107
Gambar 4.16 Langkah ke 0 Permasalahan 1.....	108
Gambar 4.17 Langkah ke 5 Permasalahan 1.....	108
Gambar 4.18 Langkah ke 10 Permasalahan 1.....	108
Gambar 4.19 Langkah ke 15 Permasalahan 1.....	109
Gambar 4.20 Langkah ke 20 Permasalahan 1.....	109
Gambar 4.21 Langkah ke 25 Permasalahan 1.....	109
Gambar 4.22 Langkah ke 27 Permasalahan 1.....	109
Gambar 4.23 Langkah ke 0 Permasalahan 2.....	110
Gambar 4.24 Langkah ke 5 Permasalahan 2.....	110
Gambar 4.25 Langkah ke 10 Permasalahan 2.....	110

Gambar 4.26 Langkah ke 15 Permasalahan 2	110
Gambar 4.27 Langkah ke 20 Permasalahan 2	111
Gambar 4.28 Langkah ke 25 Permasalahan 2	111
Gambar 4.29 Langkah ke 29 Permasalahan 2	111
Gambar 4.30 Langkah ke 0 Permasalahan 3	111
Gambar 4.31 Langkah ke 5 Permasalahan 3	112
Gambar 4.32 Langkah ke 10 Permasalahan 3	112
Gambar 4.33 Langkah ke 15 Permasalahan 3	112
Gambar 4.34 Langkah ke 20 Permasalahan 3	112
Gambar 4.35 Langkah ke 25 Permasalahan 3	113
Gambar 4.36 Langkah ke 30 Permasalahan 3	113
Gambar 4.37 Hasil Angket Respon	114

DAFTAR LAMPIRAN

<i>Lampiran A Matrik Penelitian.....</i>	121
<i>Lampiran B Lembar Validasi</i>	124
<i>Lampiran C Lembar Validasi Lembar Observasi</i>	129
<i>Lampiran D Angket Respon Pengguna</i>	130
<i>Lampiran E Analisis Kevalidan.....</i>	132
<i>Lampiran F Analisis Kepraktisan.....</i>	136
<i>Lampiran G Analisis Keefektifan</i>	137
<i>Lampiran H Transkrip Wawancara.....</i>	141
<i>Lampiran I Dokumentasi Kegiatan.....</i>	146
<i>Lampiran J Lembar Validasi.....</i>	150
<i>Lampiran K Lembar Observasi</i>	156
<i>Lampiran L Lembar Angket Pengguna</i>	158
<i>Lampiran M Algoritma</i>	163

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Rubik atau yang sering disebut “Rubik Kubus” adalah sebuah *puzzle* mekanis yang memiliki warna pada setiap sisinya. Ada banyak jenis variasi rubik, mulai dari bentuk sampai ukuran. Rubik yang akan dibahas adalah rubik berukuran $3 \times 3 \times 3$ atau juga dapat disebut rubik standar. Rubik kubus diciptakan oleh seorang professor asal Hungaria yang bernama Erno Rubik pada tahun 1974. Awalnya permainan ini dinamakan “*Magic cube*” oleh penciptanya, tapi kemudian pada tahun 1980 diubah namanya menjadi “Rubik’s *cube*”.

Rubik tidak hanya menjadi sebuah permainan namun didalamnya banyak sekali mengandung ilmu salah satunya matematika. Rubik memiliki kaitannya erat dengan kombinatorik yang mana rubik standar sendiri memiliki 43.252.003.274.489.856.000 atau sekitar 43 quintilion pola (Rokicki, 2008). Hanya orang-orang memiliki tingkat kecerdasan diatas rata-rata yang dapat menyelesaikan rubik standar tanpa bantuan algoritma yang telah digunakan para ahli.

Rubik juga erat kaitannya dengan graf. Graf berarah dapat digunakan untuk menunjukkan rute dari sebuah benda dari *A* ke *B*. Hal ini juga berlaku dalam rubik jika kita mengubah rubik dengan algoritma tertentu maka akan ada sebuah rute perpindahan dari pola pertama ke pola kedua (Sam, 2016).

Dalam penyelesaian rubik tentunya dibutuhkan algoritma yang tepat sehingga didapatkan penyelesaian atas apa yang jadi permasalahan pada rubik. algoritma merupakan sekumpulan perintah untuk menyelesaikan suatu permasalahan. Perintah-perintah ini dapat dipahami secara bertahap dari awal hingga akhir. Permasalahan tersebut dapat berupa hal apapun, dengan syarat untuk setiap permasalahan memiliki kriteria kondisi awal yang harus dipenuhi sebelum menjalankan sebuah algoritma. Algoritma juga memiliki pengulangan proses atau iterasi hingga mendapatkan suatu hasil yang baru (Maulana, 2017).

Dalam pengembangan sebuah algoritma penyelesaian rubik standar dibutuhkan sebuah strategi. Strategi dalam hal ini yakni tahapan. Secara general pemain lebih dominan menggunakan tahapan-tahapan pemain pemula yakni menyelesaikan *layer* 1 lalu *layer* 2 dan terakhir *layer* 3. Pada penyelesaian *layer* 3 masih dibagi lagi menjadi 2 tahap yakni OLL dan PLL. Namun para ahli mengembangkan strategi-strategi sehingga memiliki lebih banyak variasi penyelesaian. Bukan hanya sebagai variasi penyelesaian namun juga diharapkan dapat lebih efektif dalam menyelesaikan rubik standar.

Berdasarkan uraian sebelumnya maka terdapat peluang pengembangan penelitian lebih lanjut, maka peneliti mengambil judul "Pengembangan Algoritma Penyelesaian Rubik Standar dalam Bentuk Graf Berarah".

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut.

- 1) Bagaimana proses pengembangan algoritma penyelesaian rubik standar dalam bentuk graf berarah?
- 2) Bagaimana hasil pengembangan algoritma penyelesaian rubik standar dalam bentuk graf berarah?

1.3 Batasan Masalah

Menghindari meluasnya permasalahan yang akan diteliti maka dalam penelitian ini masalah dibatasi pada.

- 1) Graf yang digunakan adalah graf berarah dan graf khusus lainnya.
- 2) Rubik yang digunakan adalah rubik standar.
- 3) Algoritma yang dihasilkan nantinya adalah algoritma baru untuk menyelesaikan rubik standar dalam bentuk graf berarah dan buku saku berisikan algoritma penyelesaian rubik standar.

1.4 Tujuan Penelitian

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

- 1) Untuk mendeskripsikan proses pengembangan algoritma penyelesaian rubik standar dalam bentuk graf berarah.
- 2) Untuk mengetahui hasil pengembangan algoritma penyelesaian rubik standar dalam bentuk graf berarah.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut.

- 1) Bagi pemain rubik, dapat menambah algoritma baru yang dapat diterapkan dalam menyelesaikan rubik standar.
- 2) Bagi peneliti, dapat menambah pengetahuan dan wawasan tentang pengembangan algoritma penyelesaian rubik standar dalam bentuk graf berarah.
- 3) Bagi peneliti lain, sebagai referensi untuk penelitian lebih lanjut mengenai pengembangan algoritma penyelesaian rubik standar dalam bentuk graf berarah.

1.6 Spesifikasi Algoritma

Algoritma yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah algoritma penyelesaian rubik standar dalam bentuk graf berarah. Sebelumnya telah disajikan banyak algoritma penyelesaian dari beberapa permasalahan dalam rubik standar, nantinya peneliti akan menganalisis graf berarah hasil algoritma-algoritma yang telah ada dan mencari permasalahan baru sehingga dibutuhkan pula algoritma baru untuk menyelesaikannya. Algoritma yang baru juga akan disajikan dalam bentuk graf berarah. Algoritma-algoritma penyelesaian juga akan disajikan dalam *software* Macromedia Flash versi 8.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Pengembangan

Dalam kamus besar bahasa Indonesia pengembangan adalah proses, cara, perbuatan mengembangkan. Menurut Arifin (2012) pengembangan apabila dikaitkan dengan pendidikan berarti suatu perubahan secara bertahap kearah tingkat yang berkecenderungan lebih tinggi, meluas dan mendalam yang secara menyeluruh dapat tercipta suatu kesempurnaan atau kematangan. Dalam mengembangkan bahan pembelajaran perlu diperhatikan model-model pengembangan guna memastikan kualitasnya, seperti yang diungkapkan oleh Sagala (2005), penggunaan model pengembangan bahan pembelajaran yang sesuai dengan teori akan menjamin kualitas isi bahan pembelajaran tersebut. Model pengembangan adalah proses desain konseptual dalam upaya peningkatan fungsi dari model yang telah ada sebelumnya, melalui penambahan komponen pembelajaran yang dianggap dapat meningkatkan kualitas pencapaian tujuan (Sugiarta, 2007: 11). Terdapat banyak model pengembangan antara lain, model ADDIE, ASSURE, Hannafin dan Peck, Gagne and Briggs, Dick and Carry, Model 4-D Thiagarajan, dll. Dalam penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE.

Model pengembangan ADDIE merupakan gagasan yang berasal dari Florida State University untuk mengatur proses dalam merumuskan sistem instruksional pada program pelatihan militer yang memadai. Namun dalam berkembangnya zaman model ini juga diterapkan dalam pengembangan pendidikan. Model ADDIE terdiri dari 5 tahap pengembangan yaitu *Analysis*, *Design*, *Develop*, *Implement*, dan *Evaluate*. Berikut tahap pengembangan ADDIE:

1) Tahap Analisis (*Analysis*)

Tahap analisis yaitu melakukan *needs assessment* atau analisis kebutuhan, analisis masalah dan melakukan analisis tes. *Output* yang dihasilkan nantinya adalah identifikasi kebutuhan, masalah dan tes.

2) Tahap Desain (*Design*)

Pada tahap desain ini, merumuskan tujuan pembelajaran yang *SMART* (*Specific, Measurable, Applicable, Realistic, and Timebound*). Selanjutnya menyusun tes, dimana tes tersebut harus didasarkan pada tujuan yang telah dirumuskan tadi. Kemudian menentukan strategi algoritma yang tepat harusnya seperti apa untuk mencapai tujuan tersebut. Selain itu, harus juga dipertimbangkan sumber-sumber pendukung lain, semisal sumber belajar yang relevan, lingkungan belajar yang seperti apa seharusnya, dan lain-lain. Semua itu tertuang dalam suatu dokumen dalam bentuk lembaran atau aplikasi.

3) Tahap Pengembangan (*Develop*)

Pengembangan adalah proses mewujudkan dokumen dari desain tadi menjadi kenyataan. Nantinya pada penelitian ini akan ditemukan algoritma pengembangan yang disajikan dalam aplikasi Macromedia Flash versi 8.

4) Tahap Implementasi (*Implement*)

Implementasi adalah langkah nyata untuk menerapkan apa yang telah dikembangkan. Artinya, pada tahap ini semua yang telah dikembangkan akan diuji cobakan pada beberapa orang sebagai tes kepraktisan dan keefektifannya. Pada tahap ini juga akan diberikan angket sebagai data yang akan digunakan dalam tahap berikutnya.

5) Tahap Evaluasi (*Evaluate*)

Evaluasi yaitu proses untuk melihat apakah yang kita kembangkan berhasil sesuai dengan harapan awal atau tidak. Untuk itu akan dites ujikan data yang telah didapatkan dari angket (Trisiana, 2016: 316-317).

2.2 Terminologi Dasar Graf

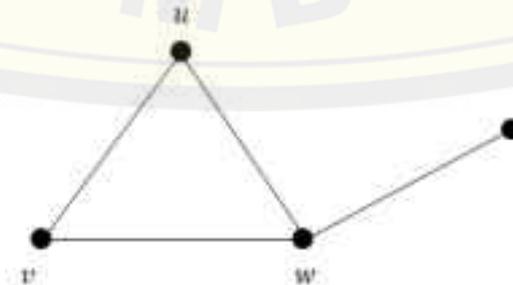
Sebuah graf G merupakan himpunan $(V(G), E(G))$, dimana $V(G)$ adalah himpunan berhingga tak kosong dari elemen yang disebut *vertex* atau titik, dan $E(G)$ adalah sebuah himpunan (boleh kosong) dari pasangan tak terurut u, v dari titik-titik $u, v \in V(G)$ yang disebut *edge* atau sisi. $V(G)$ disebut himpunan titik dari G dan $E(G)$ disebut himpunan sisi dari G (Slamin, 2009).

Vertex digambarkan sebagai sebuah titik atau node yang dapat dilabeli dengan huruf, bilangan asli atau dengan menggunakan gabungan huruf dan bilangan asli sedangkan sisi menggambarkan garis yang menghubungkan dua titik yang berbeda. Jika v_i dan v_j adalah titik pada suatu graf, maka sisi yang menghubungkan titik v_i dan v_j dinyatakan dengan pasangan (v_i, v_j) atau dengan lambang $e_1, e_2, e_3, \dots, e_q$ (Munir, 2009).

Graf sederhana adalah graf yang tidak memuat loop dan sisi rangkap (multiple *edge*). Loop adalah sisi yang menghubungkan suatu titik dengan dirinya sendiri. Sisi rangkap adalah sisi yang menghubungkan dua titik dengan banyak lebih dari satu. Graf tak berarah (undirected graf) adalah graf yang sisinya tidak mempunyai orientasi arah, dan urutan pasangan titik-titik yang dihubungkan oleh sisi tidak diperhatikan (Harary, 1969).

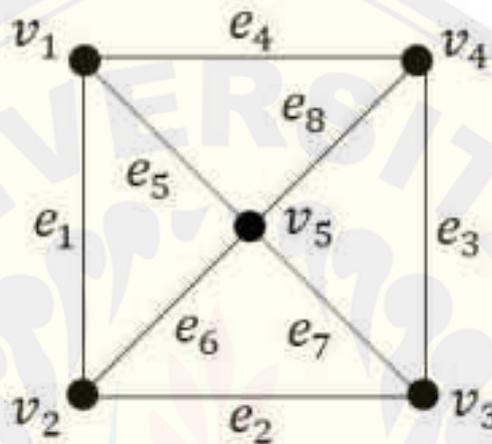
Order merupakan banyaknya anggota himpunan titik dalam graf G dinotasikan dengan p atau kardinalitas titik yang disimbolkan dengan $|V(G)|$, sedangkan banyaknya anggota himpunan sisi dalam graf G dinotasikan dengan q atau kardinalitas sisi yang disimbolkan dengan $|E(G)|$ yang biasa disebut dengan *size* (Nugroho, 2008).

Selain order adapula yang dinamakan degree atau derajat suatu titik. Degree suatu titik v dalam graf G , dilambangkan $d(v)$, adalah banyaknya sisi $x \in X(G)$ yang terkait dengan titik v . Derajat minimal pada suatu graf G dilambangkan dengan δ , sedangkan derajat maksimal pada graf G dilambangkan dengan Δ . Berikut akan digambarkan graf G yang memiliki $d(u) = 2, d(w) = 3, d(z) = 1, \delta = 1, \Delta = 3$ dalam gambar 2.1 (Hasmawati, 2015: 18).



Gambar 2.1 Degree pada Graf G

Misalkan jika terdapat suatu graf p titik dan q sisi maka dapat dinotasikan $G(p, q)$. Gambar 2.1 merupakan contoh dari graf G . Graf $G(5,8)$ terdiri dari himpunan titik yang dinotasikan dengan $V(G) = \{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\}$ dan himpunan sisi yang dinotasikan $E(G) = \{v_1v_2, v_2v_3, v_3v_4, v_4v_1, v_1v_5, v_2v_5, v_3v_5, v_4v_5\}$ atau $E(G) = \{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6, e_7, e_8\}$. Gambar 2.2 memiliki $|V(G)| = 5$ dan $|E(G)| = 8$.



Gambar 2.2 Contoh Graf

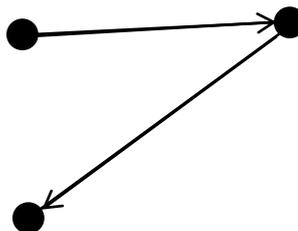
2.3 Jenis Graf

Berdasarkan definisi graf secara umum, graf masih dapat dibedakan lagi menjadi beberapa jenis graf berdasarkan orientasi arah, ada tidaknya gelang atau sisi ganda, jumlah titik dan jumlah titik yang terhubung.

1. Berdasarkan orientasi arah:

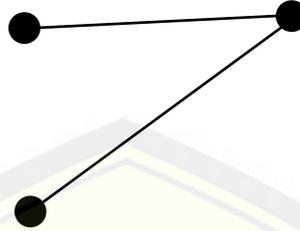
- a. Graf berarah (*direct graph*) adalah pasangan himpunan $(V(G), E(G))$ dimana $V(G)$ adalah himpunan berhingga tak kosong dari elemen berbeda yang disebut titik, dan $E(G)$ adalah himpunan pasangan terurut (u, v) dari titik yang berbeda $u, v \in V(G)$ yang disebut sisi berarah (Slamin, 2009).

Untuk lebih memahami perhatikan gambar 2.3.



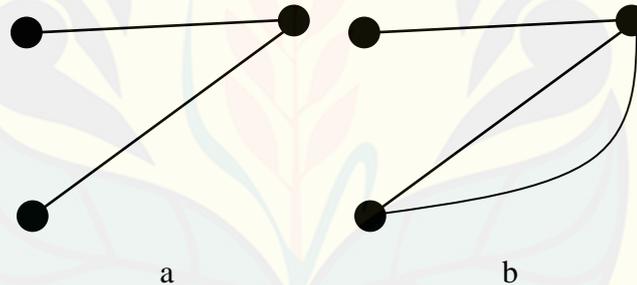
Gambar 2.3 Contoh Graf Berarah

- b. Graf tak Berarah (*undirect graph*) adalah graf yang sisinya tidak memiliki orientasi arah. Untuk lebih memahami perhatikan gambar 2.4.



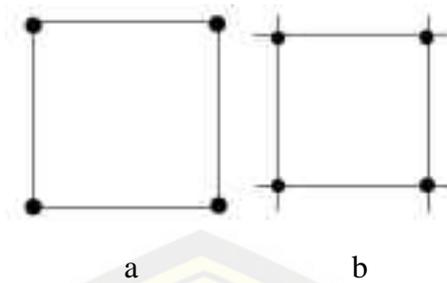
Gambar 2.4 Contoh Graf Tak Berarah

2. Berdasarkan ada tidaknya *loop* atau sisi ganda:
- Graf sederhana adalah sebuah graf yang didalamnya tidak terdapat sisi ganda atau *loop*. Sisi ganda memiliki lebih dari satu sisi penghubung antara dua titik (Slamin, 2009).
 - Graf tak sederhana adalah graf yang mengandung sisi ganda atau *loop*. Contoh pada gambar 2.5.



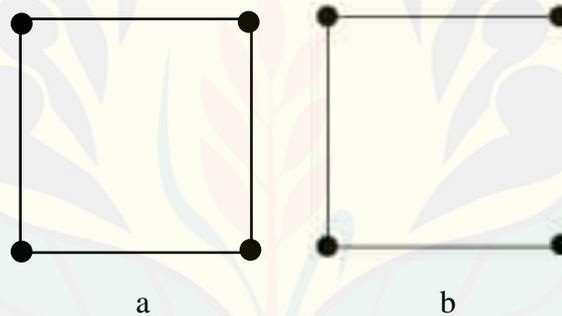
Gambar 2.5 (a) Graf Sederhana dan (b) Graf Tak Sederhana

3. Berdasarkan jumlah titik:
- Graf berhingga adalah graf yang bilamana ordernya n berhingga (Sugeng, 2005).
 - Graf tak berhingga adalah graf yang jumlah titiknya tidak berhingga. Contoh pada gambar 2.6.



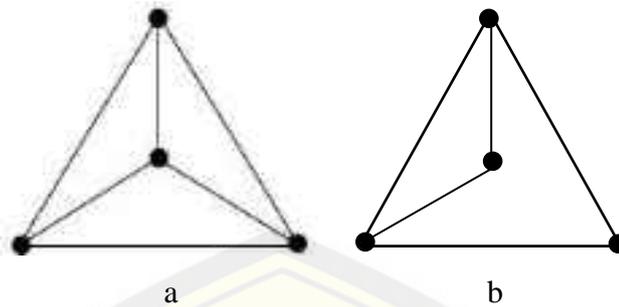
Gambar 2.6 (a) Graf Berhingga dan (b) Graf Tak Berhingga

4. Berdasarkan jumlah titik yang terhubung:
 - a. Graf terhubung yaitu jika setiap pasangan titik v_i dan v_j di dalam himpunan V terdapat *path* dari v_i ke v_j .
 - b. Graf tak terhubung yaitu jika ada minimal dua titik yang berbeda v_i dan v_j di G , sehingga tidak terdapat lintasan dari v_i ke v_j . Contoh graf pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 (a) Graf Terhubung dan (b) Graf Tak Berhubung

5. Berdasarkan order setiap titik
 - a. Graf teratur (*regular*) yaitu graf yang setiap titiknya mempunyai derajat yang sama. Apabila derajat setiap titik adalah r , maka graf tersebut disebut sebagai graf teratur derajat r .
 - b. Graf tak teratur (*irregular*) yaitu graf yang setidaknya memiliki satu derajat yang berbeda dibandingkan derajat titik lainnya.



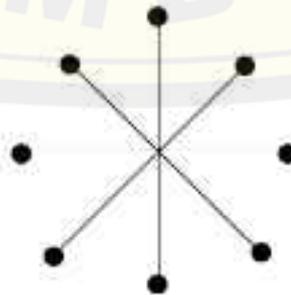
Gambar 2.8 (a) Graf Teratur dan (b) Graf Tak Teratur

2.4 Graf-graf Khusus

Graf khusus adalah sebuah graf yang memiliki karakteristik dan keunikan. Keunikan pada graf khusus yang tidak isomorfis dengan graf lainnya. Sedangkan karakteristik bentuk pada graf khusus memperluas order n tetapi simetri. Berikut adalah beberapa contoh graf khusus.

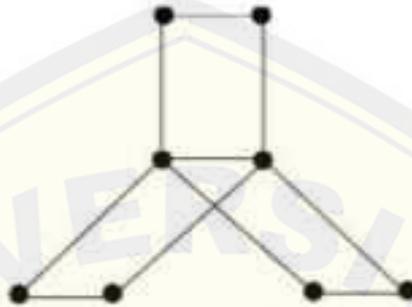
a. Graf Bintang (*Star Graph*)

Suatu graf G lengkap partisi- n adalah graf partisi- n dengan himpunan-himpunan partisi V_1, V_2, \dots, V_n yang memiliki sifat tambahan yaitu jika $u \in V_i$ dan $v \in V_j, i \neq j$ maka $uv \in E(G)$. Jika $|V_i| = p_i$, kemudian graf ini dinotasikan dengan $K(p_1, p_2, \dots, p_n)$. (Order pada bilangan p_1, p_2, \dots, p_n tidak penting). Ingat bahwa graf lengkap partisi- n adalah lengkap jika dan hanya jika $p_i = 1$ untuk semua i , dalam hal ini adalah K_n . Jika $p_i = t$ untuk semua i kemudian graf lengkap partisi- n adalah tetap dan dinotasikan dengan $K_{n(t)}$. Maka, $K_{n(t)} \cong K_n$. Suatu graf bipartisi lengkap dengan himpunan partisi V_1 dan V_2 , dimana $|V_1| = m$ dan $|V_2| = n$, kemudian dinotasikan dengan $K(m, n)$. Graf $K(1, n)$ disebut Graf Bintang (Damayanti, 2011: 36). Contoh graf pada gambar 2.8.

Gambar 2.9 Graf Bintang S_8

b. Graf Buku (*Book Graph*)

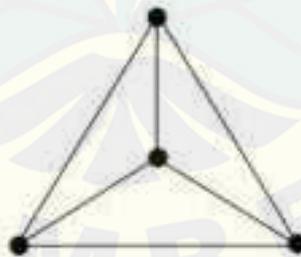
Graf buku tersusun dari orde (m, n) yang merupakan graf perolehan dari hasil perkalian graf bintang $K_{1,n}$ dan graf lintasan dan graf buku dilambangkan dengan $B_{m,n}$ (Pranata, 2017: 59). Contoh dari graf buku pada gambar 2.9.



Gambar 2.10 Graf Buku $B_{3,2}$

c. Graf Roda (*Wheel Graph*)

Graf roda (W_n) adalah hasil join dari sebuah titik dan sebuah siklus berorder n , $K_1 + C_n$. Graf n -siklus membentuk rim/tepi dari roda dan K_1 adalah pusat rodanya. Jika n genap, maka W_n disebut roda genap; jika ganjil, maka W_n disebut roda ganjil. Jadi W_n memiliki $n + 1$ buah titik yang terdiri dari sebuah titik pusat dan n buah tepi tepi serta memiliki diameter 2 (Amalia, 2012: 1). Contoh dari graf roda pada gambar 2.10.

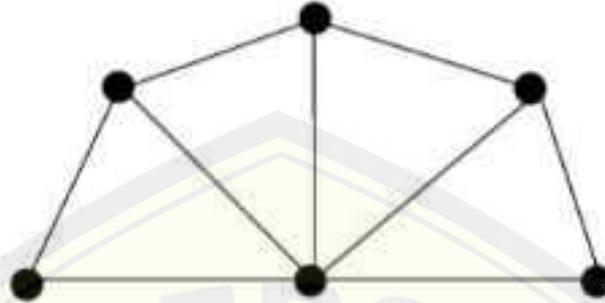


Gambar 2.11 Graf Roda W_4

d. Graf Kipas (*Fan Graph*)

Graf kipas F_n , $n \geq 3$ adalah graf yang diperoleh dengan cara menghapus satu sisi di lingkaran C_n yang terdapat pada graf roda W_n . Banyak titik pada graf kipas adalah $|V(F_n)| = n + 1$ dan banyak sisinya adalah $|E(F_n)| = 2n - 1$. Titik pusat dari F_n , dinotasikan c , adalah titik yang berderajat n . Sementara titik-titik lainnya

dinotasikan dengan v_1, v_2, \dots, v_n (Mashitah, 2014: 122). Contoh dari graf kipas pada gambar 2.11.



Gambar 2.12 Graf Kipas F_5

e. Graf Sikel (*Cycle Graph*)

Graf sikel adalah graf sederhana yang terdiri dari sebuah sikel tunggal dan setiap titiknya berderajat dua. Graf sikel dengan n titik dinotasikan dengan C_n , $n \geq 3$. Jika titik-titik pada C_n adalah v_1, v_2, \dots, v_n maka sisi-sisinya adalah $(v_1, v_2), (v_2, v_3), \dots, (v_{n-1}, v_n), (v_n, v_1)$. Dengan kata lain, ada sisi dari titik terakhir, v_n ke titik pertama, v_1 (Rossen, 2003: 548). Contoh dari graf sikel pada gambar 2.12.



Gambar 2.13 Graf Sikel C_6

f. Graf Lintasan (*Path Graph*)

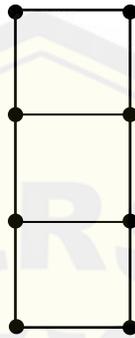
Graf lintasan adalah graf yang terdiri dari sebuah lintasan tunggal. Graf lintasan dengan n titik dilambangkan dengan P_n . P_n memiliki n titik dan dapat diperoleh dari graf sikel dengan menghapus sebuah sisi (Badi', 2016: 15). Contoh dari graf lintasan pada gambar 2.13.



Gambar 2.14 Graf Lintasan P_7

g. Graf Tangga (*Ladder Graph*)

Graf tangga adalah graf yang dibentuk dari hasil kali kartesius graf lintasan dengan dua titik dan graf lintasan dengan n titik. Graf tangga dinotasikan dengan L_n , sehingga $L_n = P_2 \times P_n$ (Gallian, 2018: 20). Contoh dari graf tangga pada gambar 2.14.



Gambar 2.15 Graf Tangga L_4

2.5 Rubik

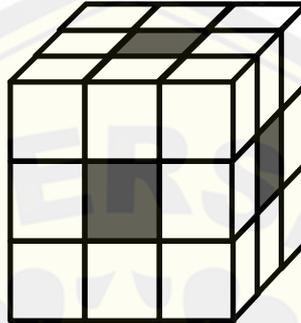
Rubik atau yang sering disebut “Rubik Kubus” adalah sebuah *puzzle* mekanis yang memiliki warna pada setiap sisinya. Ada banyak jenis variasi rubik, mulai dari bentuk sampai ukuran. Rubik yang akan dibahas adalah rubik berukuran $3 \times 3 \times 3$ atau juga dapat disebut rubik standar. Rubik kubus diciptakan oleh seorang professor asal Hungaria yang bernama Erno Rubik pada tahun 1974. Awalnya permainan ini dinamakan “*Magic cube*” oleh penciptanya, tapi kemudian pada tahun 1980 diubah namanya menjadi “*Rubik’s cube*”. Seiring perkembangan zaman rubik tidak hanya berbentuk kubus namun juga ada yang limas segitiga dan berbagai macam (Fauzan: 2012).

Rubik standar memiliki banyak sekali kombinasi atau pola yakni 43.252.003.274.489.856.000 atau sekitar 43 quintilion. Dalam hal ini tentunya tidak sembarang cara atau metode yang digunakan dalam menyelesaikan rubik standar, dibutuhkan algoritma atau metode-metode yang telah ditemukan para ahli dalam menyelesaikannya.

2.5.1 Bagian-bagian Rubik Standar

1) Center

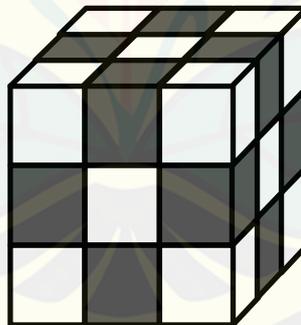
Center adalah bagian tengah dari setiap sisi pada rubik. Bagian ini hanya memiliki satu warna dan posisinya tidak dapat dipindah menggunakan algoritma manapun kecuali dibongkar. Rubik standar memiliki 6 center.



Gambar 2.16 Center

2) Edge

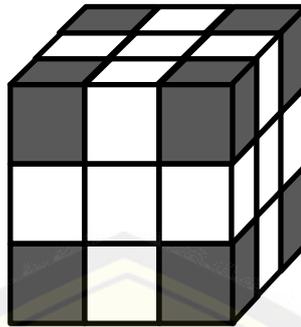
Edge adalah bagian tengah pinggir pada rubik. Bagian ini memiliki 2 warna dan posisinya dapat dipindah menggunakan beberapa algoritma. Rubik standar memiliki 12 edge.



Gambar 2.17 Edge

3) Corner

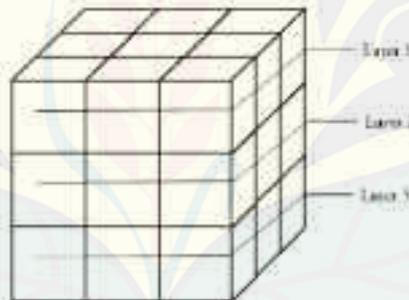
Corner – bagian paling pinggir pada rubik. Bagian ini memiliki 3 warna dan posisinya dapat dipindah dengan menggunakan beberapa algoritma. Rubik standar memiliki 8 corner.



Gambar 2.18 Corner

4) *Layer*

Layer atau juga dapat disebut lapisan dalam rubik terbagi atas 3 yakni *layer 1*, *layer 2* dan *layer 3*. *Layer 1* adalah lapisan pertama yang diposisikan paling atas. *Layer 2* adalah lapisan diantara *layer 1* dan *layer 3* yang letaknya diantara keduanya. *Layer 3* adalah lapisan yang posisinya paling bawah. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.19.

Gambar 2.19 *Layer*

2.5.2 Macam-macam Rubik

Seiring perkembangan zaman, rubik pun banyak sekali memunculkan varietas secara geometris yang tentunya dapat mengasah kita dalam menyelesaikannya menggunakan algoritma yang tepat. Berikut macam-macam dari rubik.

1) Rubik Standar, Rubik Master dan Rubik Professor



Gambar 2.20 Rubik Standar, Rubik Master dan Rubik Professor

2) Rubik *V-Cube* 6, Rubik *V-Cube* 7 dan Rubik *Pocket*Gambar 2.21 Rubik *V-Cube* 6, Rubik *V-Cube* 7 dan Rubik *Pocket*3) Rubik *Fisher*, Rubik *Void* dan Rubik *Square-1*Gambar 2.22 Rubik *Fisher*, Rubik *Void* dan Rubik *Square-1*

4) Rubik *Square-2*, Rubik *Mirror* dan Rubik SkewbGambar 2.23 Rubik *Square-2*, Rubik *Mirror* dan Rubik Skewb Rubik Mirror

5) Rubik Dino, Rubik Master Skewb dan Rubik Master Dino



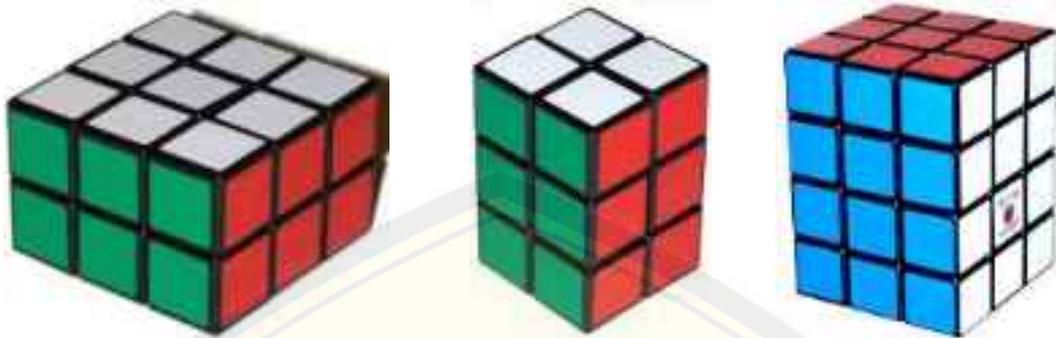
Gambar 2.24 Rubik Dino, Rubik Master Skewb dan Rubik Master Dino

6) Rubik Windmill, Rubik Helikopter dan Rubik Floopy



Gambar 2.25 Rubik Windmill, Rubik Helikopter dan Rubik Floopy

7) Rubik Domino, Rubik Slim Tower dan Rubik Phantom



Gambar 2.26 Rubik Domino, Rubik Slim Tower dan Rubik Phantom

8) Rubik Grown Tower, Rubik Pyraminx dan Rubik Master Pyraminx



Gambar 2.27 Rubik Grown Tower, Rubik Pyraminx dan Rubik Master Pyraminx

9) Rubik Pyramorphix, Master Pyramorphix dan Rubik Tetraminx



Gambar 2.28 Rubik Pyramorphix, Master Pyramorphix dan Rubik Tetraminx

10) Rubik Octahedron, Rubik Skewb Diamond dan Rubik Skewb Ultimate



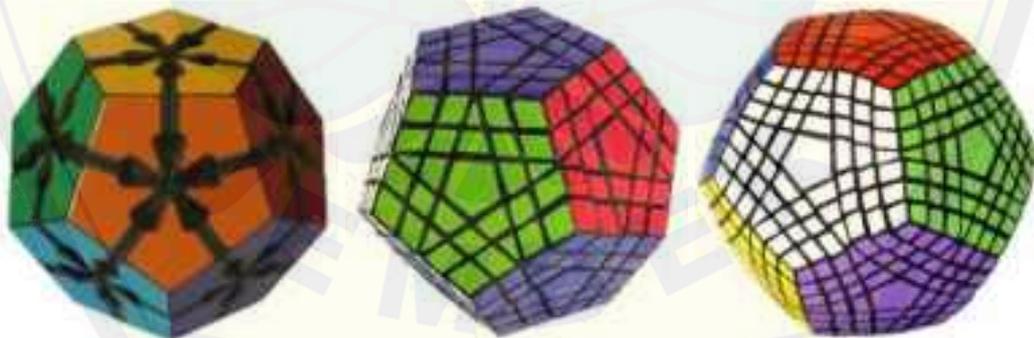
Gambar 2.29 Rubik Octahedron, Rubik Skewb Diamond dan Rubik Skewb Ultimate

11) Rubik Megaminx, Rubik Holey Megaminx dan Rubik Pyraminx Crystal



Gambar 2.30 Rubik Megaminx, Rubik Holey Megaminx dan Rubik Pyraminx Crystal

12) Rubik Flowerminx, Rubik Gigaminx dan Rubik Teraminx



Gambar 2.31 Rubik Flowerminx, Rubik Gigaminx dan Rubik Teraminx

13) Rubik Diamond, Rubik Master Diamond dan Rubik Rainbow Cube



Gambar 2.32 Rubik Diamond, Rubik Master Diamond dan Rubik Rainbow Cube

14) Rubik Magic Jewel, Rubik Dogic dan Rubik Magic Ball



Gambar 2.33 Rubik Magic Jewel, Rubik Dogic dan Rubik Magic Ball

15) Rubik Beach Ball, Rubik 360 dan Rubik Impossiball



Gambar 2.34 Rubik Beach Ball, Rubik 360 dan Rubik Impossiball

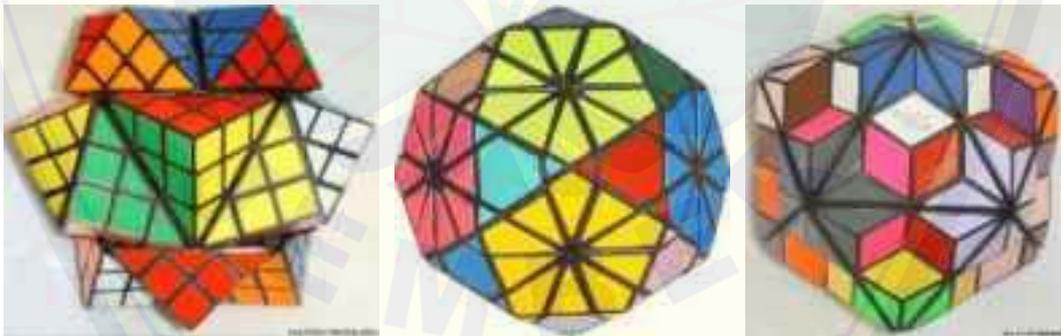
16) Rubik Masterball, Rubik Dreamball dan Rubik Thomas Ball



Gambar 2.35 Rubik Masterball, Rubik Dreamball dan Rubik Thomas Ball

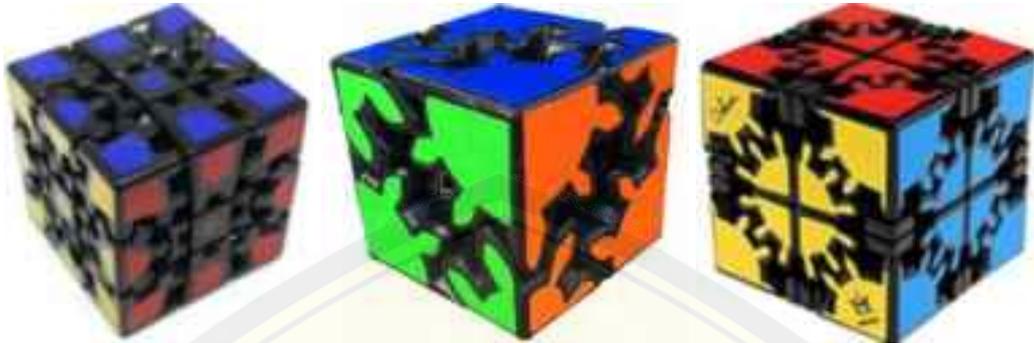
17) Rubik Equator, Rubik Chronoball dan Rubik $11 \times 11 \times 11$ Gambar 2.36 Rubik Equator, Rubik Chronoball dan Rubik $11 \times 11 \times 11$

18) Rubik Nesting Cube, Rubik Icosidodecaminx dan Rubik Rhomball



Gambar 2.37 Rubik Nesting Cube, Rubik Icosidodecaminx dan Rubik Rhomball

19) Rubik Gear, Rubik Gear Shift dan Rubik Gear Meffert David



Gambar 2.38 Rubik Gear, Rubik Gear Shift dan Rubik Gear Meffert David

20) Rubik Gear Meffert Mixed *Up* Black Puzzle Cube, Rubik Gear Ball dan Rubik Dodecahedron GearGambar 2.39 Rubik Gear Meffert Mixed *Up* Black Puzzle Cube, Rubik Gear Ball dan Rubik Dodecahedron Gear21) Rubik Dodecahedron Gear Cone dan Rubik $28 \times 28 \times 28$ Gambar 2.40 Rubik Dodecahedron Gear Cone dan Rubik $28 \times 28 \times 28$

2.5.3 Macam-macam Cara Bermain Rubik

Ada beberapa macam cara dalam menyelesaikan rubik yakni:

1) Bermain biasa

Bermain biasa yakni hanya menyelesaikan rubik tanpa ada rintangan tambahan seperti waktu dan hal lainnya. Cara bermain ini dominan dimainkan oleh seseorang yang baru belajar menyelesaikan rubik.

2) *Speedcubing*

Speedcubing yakni menyelesaikan rubik dengan cepat. Cara bermain ini menggunakan waktu dalam menyelesaikannya dan biasanya kita dapat menemukannya dalam perlombaan rubik. Cara bermain ini dominan dimainkan oleh seseorang yang sudah profesional dalam menyelesaikan rubik.

3) *One-Handedcubing*

One-Handed Speedcubing yakni menyelesaikan rubik dengan cepat dan hanya menggunakan satu tangan. Cara bermain ini dominan dimainkan oleh seseorang yang sudah profesional dalam menyelesaikan rubik. Tidak seperti halnya dengan *speedcubing* dan bermain biasa, *One-Handedcubing* memerlukan waktu yang lebih lama karena hanya menggunakan satu tangan saja.

4) *Blindfoldcubing*

Blindfoldcubing yakni menyelesaikan rubik dengan mata tertutup. Cara bermain ini dominan dimainkan oleh seseorang yang sudah profesional dalam menyelesaikan rubik. Pemain dituntut untuk menghafal sederet algoritma dan pola awal dari rubik tersebut.

5) *Jugglingcubing*

Jugglingcubing yakni menyelesaikan rubik dengan memutar dan melempar rubik. Berbeda dengan cara sebelumnya, *jugglingcubing* memerlukan setidaknya 3 buah rubik. Cara bermain ini dominan dimainkan oleh seseorang yang sudah profesional dalam menyelesaikan rubik

Dalam skripsi ini cara bermain yang akan dibahas yakni *speedcubing*.

2.5.4 Metode Menyelesaikan Rubik Standar

1) Tehnik Bagi Pemula

Tehnik bagi pemula tentunya teruntuk orang yang baru belajar bermain rubik. Tehnik ini tidak diklaim siapa-siapa namun kemungkinan besar penemu dari tehnik ini adalah Erno Rubik. Tahapan dari tehnik ini adalah menyelesaikan *layer* secara berurutan.

2) Fridrich Method

Metode ini diberi nama sesuai dengan nama penemunya, yaitu Jessica Fridrich. Fridrich adalah seorang profesor di bidang elektro dan komputer di Binghamton University. Ia menjadi juara pertama pada *Czech National Championship* pada tahun 1982 sehingga memenangkan tiket ke Budapest World Championship dan berhasil meraih peringkat 10 dunia, 20 tahun kemudian setelah kemenangan pertamanya, pada *Toronto World Championship* tahun 2003, Jessica masih dapat melakukan speedcubing dengan prima dan meraih juara kedua dengan rata-rata 20,48 detik. Juara pertama diraih oleh Dan Knights dengan waktu 20,00 detik. Tahapan dari metode ini adalah membuat *cross*, menyelesaikan *layer 1* sekaligus *layer 2* (F2L) dan terakhir menyelesaikan *layer 3* (OLL dan PLL).

3) Petrus Method

Metode ini dirancang oleh Lars Petrus, *speedcuber* seangkatan Jessica Fridrich. Bila metode Fridrich tergolong sistematis maka metode Petrus jauh lebih intuitif. Metode ini mengharuskan Anda menggunakan logika dan kekuatan pikiran untuk membuat apa yang disebut "*block building*". Pada metode ini, yang pertama diselesaikan adalah blok $2 \times 2 \times 2$ pada rubik, lalu diperluas menjadi $2 \times 2 \times 3$. Selanjutnya seluruh *edge* (warna tengah dari keliling satu sisi rubik, terdiri dari 2 warna) diorientasikan, kemudian kedua sisi rubik yang tersisa diselesaikan dengan algoritma Sune, Allan dan Niklas.

Dengan metode ini, Anda dapat menyelesaikan rubik dengan lebih sedikit gerakan namun lebih banyak berfikir. Metode ini banyak digunakan dalam cabang *fewest moves* (menyelesaikan rubik dengan gerakan paling sedikit).

4) Waterman Method

Waterman Minh Thai, juara rubik dunia yang pertama, menggunakan metode yang disebut dengan *corner-first*. Metode Waterman dikembangkan dari metode *corner-first* tersebut. Orang yang mengembangkan metode ini adalah Marc Waterman, yang telah dapat mencapai rata-rata menyelesaikan rubik dalam 16 detik pada paruh akhir tahun 1980-an. Tahapan dari metode ini adalah menyelesaikan *layer 1* lalu menyelesaikan *layer 3* dan terakhir menyelesaikan *layer 2*.

5) Roux Method

Metode ini dikembangkan oleh Gilles Roux. Langkah dalam metode ini diawali dengan membangun blok $3 \times 2 \times 1$ yang terletak dibagian bawah pada lapis kiri rubik. Tahap kedua adalah dengan menyusun blok $3 \times 2 \times 1$ lainnya pada lapis yang berlawanan. Setelah keempat corner (bagian pinggir dari keliling satu sisi rubik, terdiri dari 3 warna) diselesaikan, yang tersisa adalah enam *edge* dan empat center (bagian tengah dari satu sisi rubik, terdiri dari 1 warna) yang diselesaikan pada tahap terakhir. Metode ini tidak memerlukan banyak rotasi seperti pada metode Fridrich, dengan demikian gerakan Anda saat menyelesaikan rubik lebih efisien.

6) Heise Method

Metode yang memiliki tingkat kerumitan sangat tinggi ini dikembangkan oleh Ryan Heise. Yang pertama kali harus Anda lakukan adalah menyusun empat blok $1 \times 2 \times 2$ yang saling menempel. Hal yang menarik, blok-blok ini tidak perlu memiliki warna yang sama sehingga kita lebih leluasa untuk mengambil keuntungan terhadap blok-blok yang sudah tersusun di awal. Tahap selanjutnya, *edge pieces* akan diorientasikan dan secara bersamaan blok yang telah ada akan disusun sesuai pasangannya, lalu *edge* yang masih tersisa diselesaikan. Bila telah selesai, barulah corner diselesaikan dalam 2 tahap.

7) Zborowski-Bruchem Method

Metode ini dikembangkan oleh Zbigniew Zborowski dari Polandia dan Ron van Bruchem dari Belanda. Keuntungan besar dari metode ini adalah terletak pada eksekusi last *layer* yang sangat cepat. Metode ini diyakini mampu membuat orang yang menguasainya dapat menyelesaikan rubik dengan waktu rata-rata 11 detik, bahkan kurang. Tahapan dari metode ini adalah menyelesaikan *layer* 1 lalu meletakkan *layer* 2 pada suatu kondisi begitupula *layer* 3 dan terakhir menyelesaikannya bersama-sama.

2.6 Algoritma Matematika Rubik Standar

Algoritma adalah metode efektif yang diekspresikan sebagai rangkaian terbatas. Algoritma juga merupakan kumpulan perintah untuk menyelesaikan

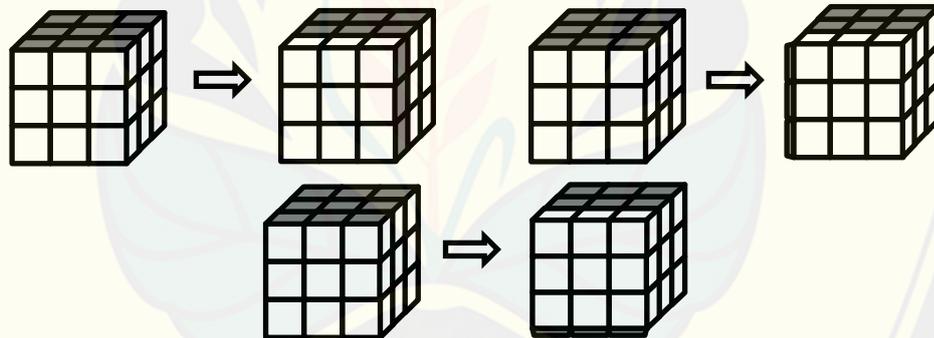
suatu masalah. Perintah-perintah ini dapat diterjemahkan secara bertahap dari awal hingga akhir. Masalah tersebut dapat berupa apa saja, dengan syarat untuk setiap permasalahan memiliki kriteria kondisi awal yang harus dipenuhi sebelum menjalankan sebuah algoritma. Algoritma juga memiliki pengulangan proses (iterasi), dan juga memiliki keputusan hingga keputusan selesai (Maulana, 2017).

Begitupun dengan permasalahan menyelesaikan rubik standar dibutuhkan algoritma yang sesuai dengan kondisi yang ada. Sebelum membahas algoritma, adapun yang dinamakan dengan notasi. Notasi adalah bagian dari algoritma yang menyatakan gerakan tertentu dalam rubik standar. Berikut notasi pada rubik standar (Akbar, 2012).

1) *Front* (F), *Front Aksien* (F') dan *Front Double* (F2)

Front (F) adalah memutar bagian depan rubik anda searah jarum jam. *Front Aksien* (F') adalah memutar bagian depan rubik anda berlawanan arah jarum jam.

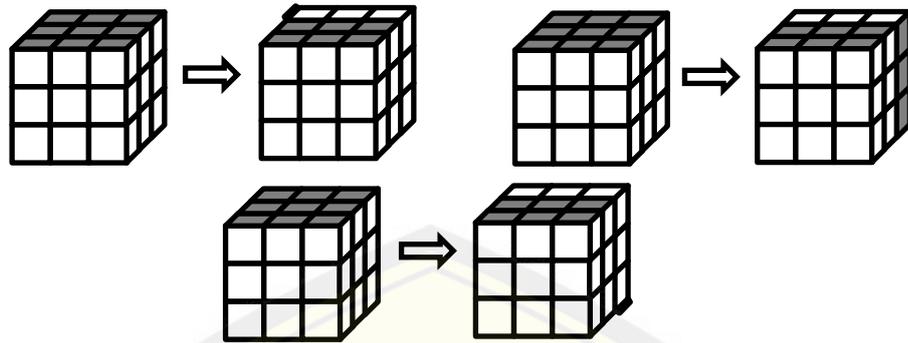
Front Double adalah memutar bagian depan rubik anda 2 kali.



Gambar 2.41 *Front* (F), *Front Aksien* (F') dan *Front Double* (F2)

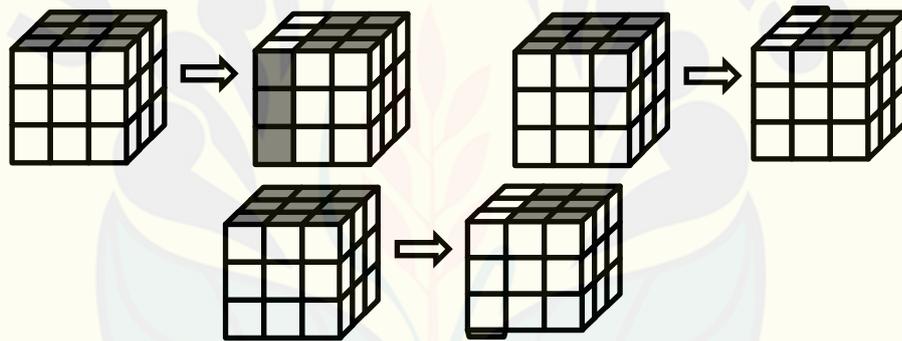
2) *Back* (B), *Back Aksien* (B') dan *Back Double* (B2)

Back (B) adalah memutar bagian belakang rubik anda searah jarum jam. *Back Aksien* (B') adalah memutar bagian belakang rubik anda berlawanan arah jarum jam. *Back Double* adalah memutar bagian belakang rubik anda 2 kali.

Gambar 2.42 *Back (B), Back Aksen (B')* dan *Back Double (B2)*

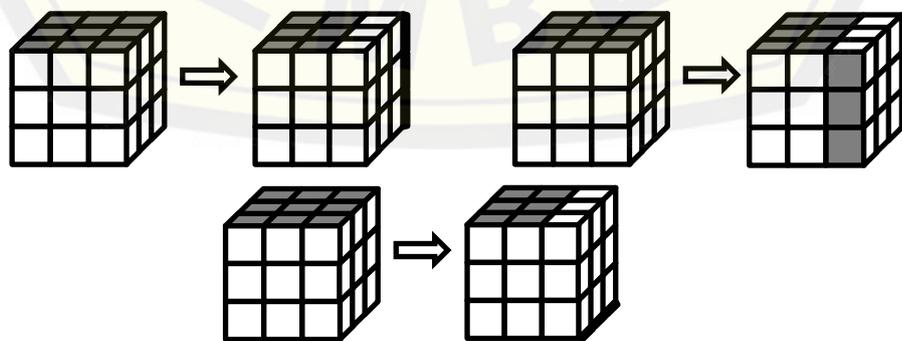
3) *Left (L), Left Aksen (L')* dan *Left Double (L2)*

Left (L) adalah memutar bagian kiri rubik anda searah jarum jam. *Left Aksen (L')* adalah memutar bagian kiri rubik anda berlawanan arah jarum jam. *Left Double (L2)* adalah memutar bagian kiri rubik anda 2 kali.

Gambar 2.43 *Left (L), Left Aksen (L')* dan *Left Double (L2)*

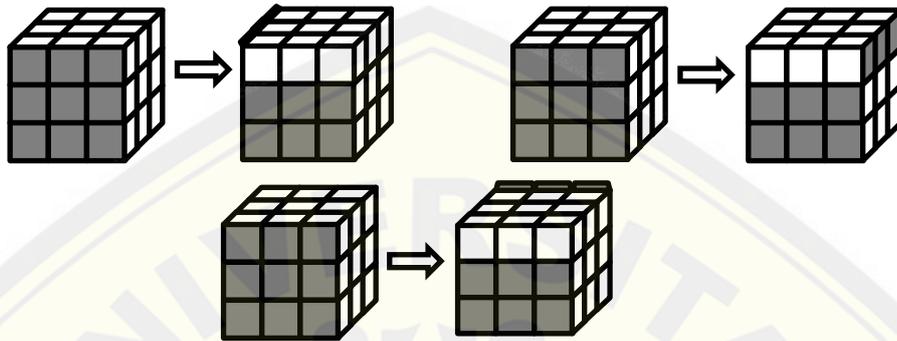
4) *Right (R), Right Aksen (R')* dan *Right Double (R2)*

Right (R) adalah memutar bagian kanan rubik anda searah jarum jam. *Right Aksen (R')* adalah memutar bagian kanan rubik anda berlawanan arah jarum jam. *Right Double (R2)* adalah memutar bagian kanan rubik anda 2 kali.

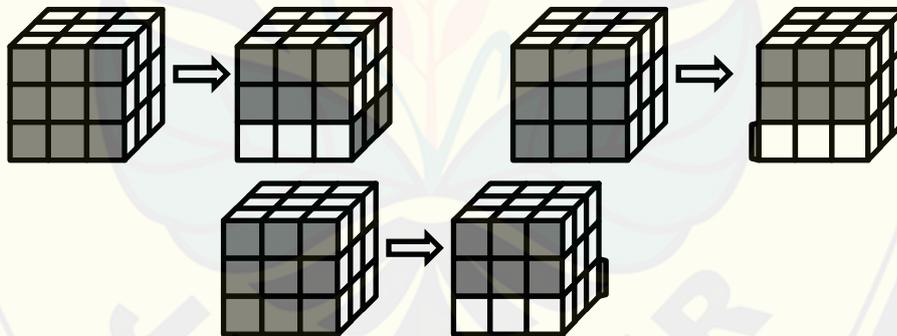
Gambar 2.44 *Right (R), Right Aksen (R')* dan *Right Double (R2)*

5) *Up* (U), *Up* Akses (U') dan *Up* Double (U2)

Up (U) adalah memutar bagian atas rubik anda searah jarum jam. *Up* Akses (U') adalah memutar bagian atas rubik anda berlawanan arah jarum jam. *Up* Double adalah memutar bagian atas rubik anda 2 kali.

Gambar 2.45 *Up* (U), *Up* Akses (U') dan *Up* Double (U2)6) *Down* (D), *Down* Akses (D') dan *Down* Double (D2)

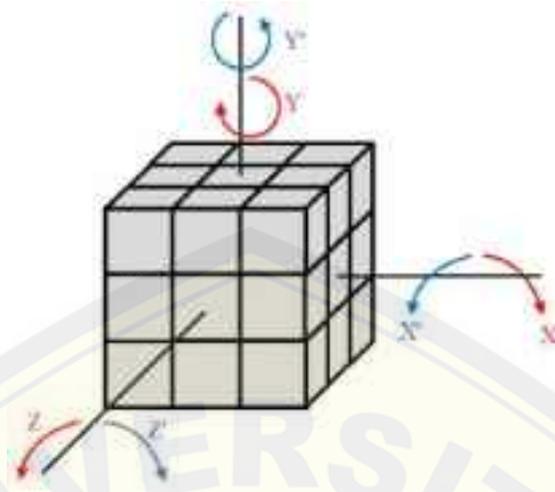
Down (D) adalah memutar bagian bawah rubik anda searah jarum jam. *Down* Akses (D') adalah memutar bagian bawah rubik anda berlawanan arah jarum jam. *Down* Double adalah memutar bagian bawah rubik anda 2 kali.

Gambar 2.46 *Down* (D), *Down* Akses (D') dan *Down* Double (D2)

Algoritma untuk menyelesaikan rubik tersusun dari beberapa notasi rubik seperti diatas. Adapun tahap-tahap dalam menyelesaikan rubik.

7) Rotasi

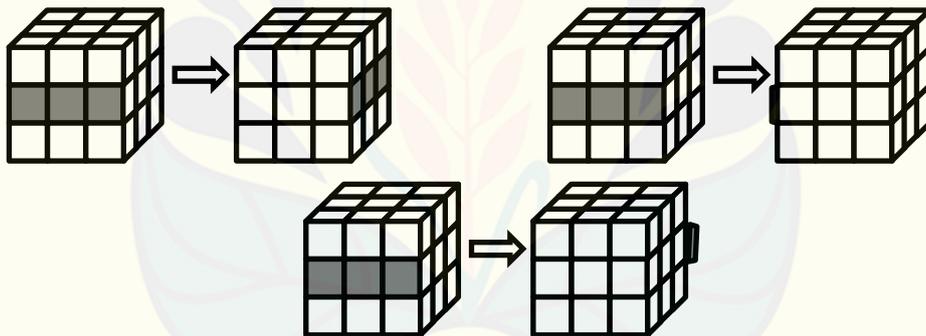
Rotasi rubik terdapat 3 macam yakni X, Y dan Z. X adalah notasi untuk rotasi rubik sesuai sumbu X. Y adalah notasi untuk rotasi rubik sesuai sumbu Y. Z adalah notasi rubik sesuai sumbu Z. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.47.



Gambar 2.47 Rotasi

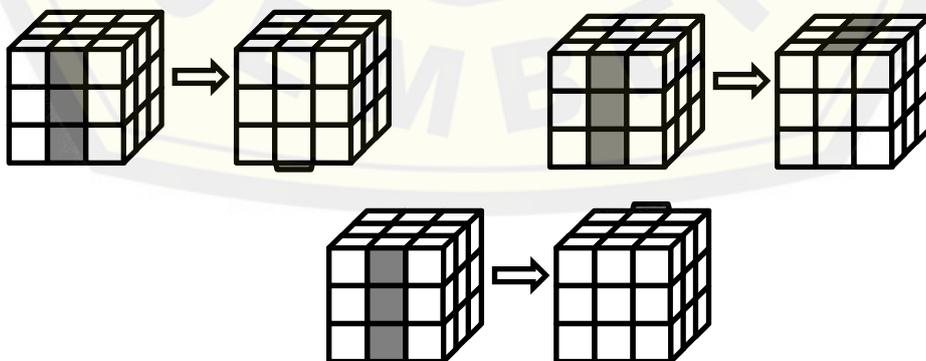
8) Notasi lapisan tengah rubik

Pada notasi lapisan tengah rubik terbagi atas 3 yakni *E-layer*, *M-layer* dan *S-layer*. Berikut gambar dari *E-layer*.



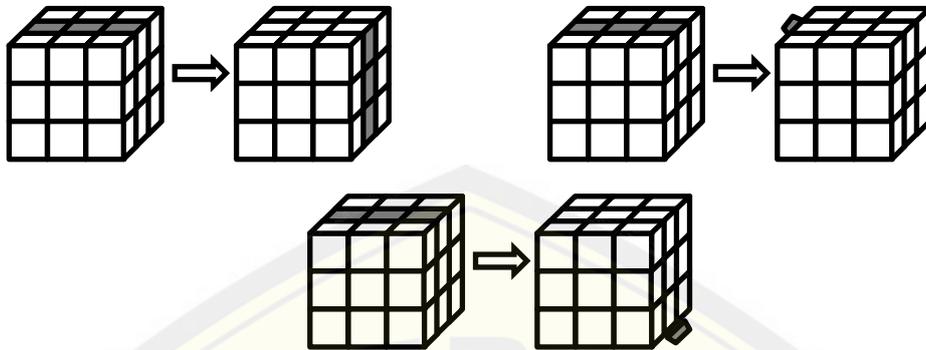
Gambar 2.48 E, E' dan E2

Berikut gambar dari *M-layer*.



Gambar 2.49 M, M' dan M2

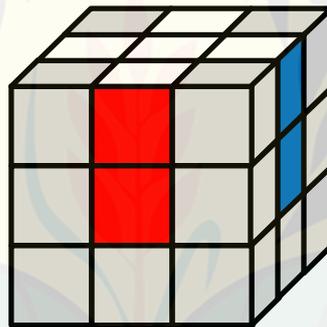
Berikut gambar dari *S-layer*.



Gambar 2.50 S, S' dan S2

9) Menyelesaikan *Layer 1*

Dalam menyelesaikan *layer 1* terbagi menjadi 2 yaitu *cross* dan *insert corner*. *Cross* yakni membuat pola *plus* atau + di *layer* pertama.

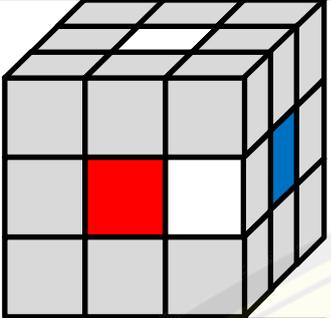
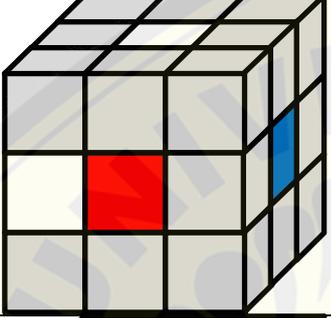
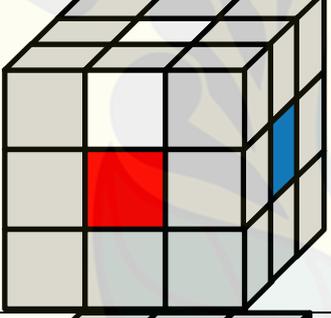
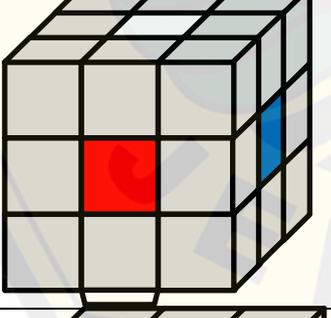
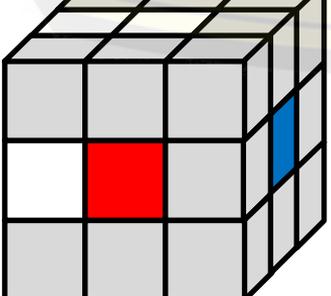


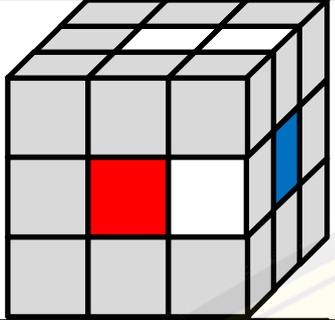
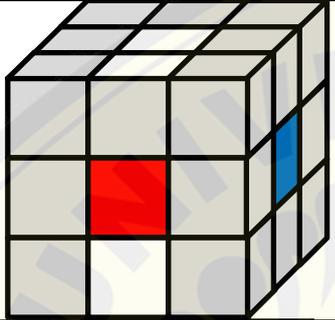
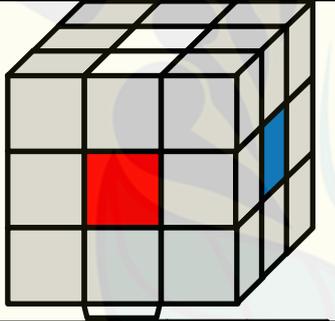
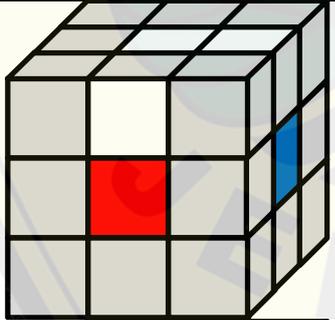
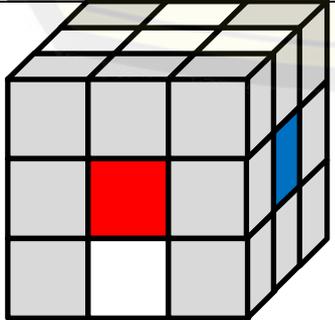
Gambar 2.51 *Cross*

Dalam membuat *cross* ada beberapa yang menjadi permasalahan. Berikut beberapa permasalahan yang dapat ditemui dalam membuat *cross* dan algoritma penyelesaiannya:

Tabel 2.1 Algoritma Penyelesaian *Cross*

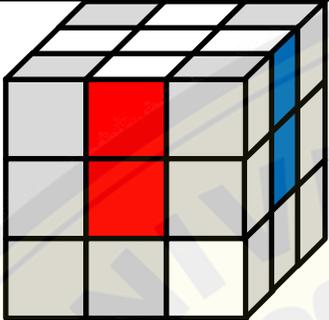
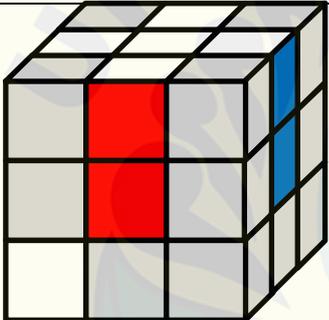
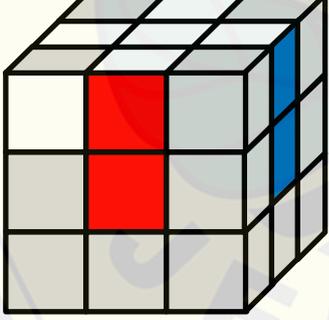
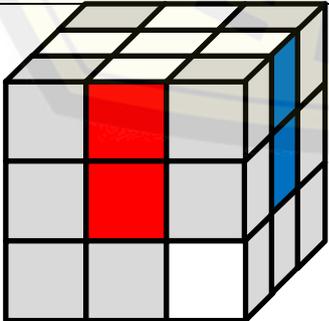
No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
1		Untuk permasalahan ini kita bisa memakai algoritma $F' R$ dan ditambahkan $U/U'/U2$ /tidak tergantung dari warna yang menempel pada <i>edge</i> putih bagian depan. Jadi ada 4 algoritma untuk permasalahan ini: $F' R$ $F' R U$ $F' R U'$ $F' R U2$

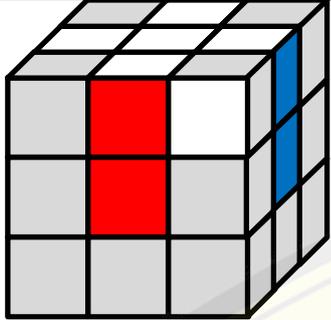
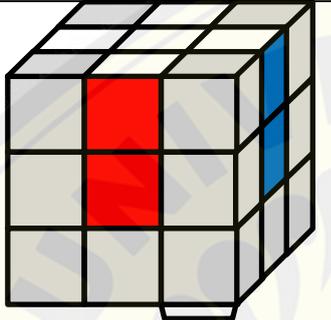
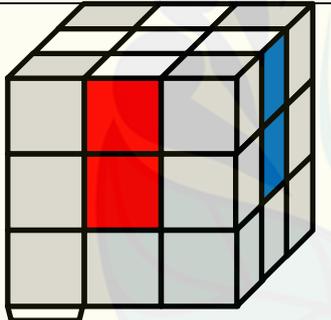
No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
2		<p>Untuk permasalahan ini kita bisa memakai algoritma R dan ditambahkan U/U'/U2/tidak tergantung dari warna yang menempel pada <i>edge</i> putih bagian depan. Jadi ada 4 algoritma untuk permasalahan ini:</p> <p>R R U R U' R U2</p>
3		<p>Untuk permasalahan ini kita bisa memakai algoritma L' dan ditambahkan U/U'/U2/tidak tergantung dari warna yang menempel pada <i>edge</i> putih bagian depan. Jadi ada 4 algoritma untuk permasalahan ini:</p> <p>L' L' U L' U' L' U2</p>
4		<p>Untuk permasalahan ini kita bisa memakai algoritma F R dan ditambahkan U/U'/U2/tidak tergantung dari warna yang menempel pada <i>edge</i> putih bagian depan. Jadi ada 4 algoritma untuk permasalahan ini:</p> <p>F R F R U F R U' F R U2</p>
5		<p>Untuk permasalahan ini kita bisa memakai algoritma F2 dan ditambahkan U/U'/U2/tidak tergantung dari warna yang menempel pada <i>edge</i> putih bagian bawah. Jadi ada 4 algoritma untuk permasalahan ini:</p> <p>F2 F2 U F2 U' F2 U2</p>
6		<p>Untuk permasalahan ini kita bisa memakai algoritma F2 dan ditambahkan U/U'/tidak tergantung dari warna yang menempel pada <i>edge</i> putih bagian depan lalu R. Jadi ada 3 algoritma untuk permasalahan ini:</p> <p>F2 U R F2 U' R F2 R</p>

No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
7		<p>Untuk permasalahan ini kita bisa memakai algoritma F2 dan ditambahkan U/U'/tidak tergantung dari warna yang menempel pada <i>edge</i> putih bagian depan lalu L'. Jadi ada 3 algoritma untuk permasalahan ini:</p> <p>F2 U L' F2 U' L' F2 L'</p>
8		<p>Untuk permasalahan ini kita bisa memakai algoritma D R' dan ditambahkan U/U'/tidak tergantung dari warna yang menempel pada <i>edge</i> putih bagian depan lalu B. Jadi ada 3 algoritma untuk permasalahan ini:</p> <p>D R' U B D R' U' B D R' B</p>
9		<p>Untuk permasalahan ini kita bisa memakai algoritma D lalu ditambahkan U/U2/tidak tergantung dari warna yang menempel pada <i>edge</i> putih bagian bawah lalu R2. Jadi ada 3 algoritma untuk permasalahan ini:</p> <p>D U R2 D U2 R2 D R2</p>
10		<p>Untuk permasalahan ini kita bisa memakai algoritma F' dan ditambahkan U/U'/tidak tergantung dari warna yang menempel pada <i>edge</i> putih bagian depan lalu L'. Jadi ada 3 algoritma untuk permasalahan ini:</p> <p>F' U L' F' U' L' F' L'</p>
11		<p>Ada 2 algoritma untuk permasalahan ini:</p> <p>D R F' R' D' L' F L</p>

Langkah selanjutnya setelah terbentuk cross yakni insert corner atau memasukkan bagian ujung *layer* 1. Berikut beberapa permasalahan yang dapat ditemui dalam memasukkan ujung *layer* 1 dan algoritma penyelesaiannya:

Tabel 2.2 Algoritma Penyelesaian *Layer* 1

No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
12		Untuk permasalahan ini kita bisa memakai algoritma D' dan ditambahkan $U/U'/U2$ /tidak tergantung dari warna yang menempel pada <i>edge</i> putih bagian depan lalu $R' D R$. Jadi ada 4 algoritma untuk permasalahan ini: $D' U R' D R$ $D' U' R' D R$ $D' U2 R' D R$ $D' R' D R$
13		Untuk permasalahan ini kita bisa memakai algoritma D dan ditambahkan $U/U'/U2$ /tidak tergantung dari warna yang menempel pada <i>edge</i> putih bagian depan lalu $L D' L'$. Jadi ada 4 algoritma untuk permasalahan ini: $D U L D' L'$ $D U' L D' L'$ $D U2 L D' L'$ $D L D' L'$
14		Untuk permasalahan ini kita bisa memakai algoritma $L D' L' D$ dan ditambahkan $U/U'/U2$ /tidak tergantung dari warna yang menempel pada <i>edge</i> putih bagian depan lalu $L D' L'$. Jadi ada 4 algoritma untuk permasalahan ini: $L D' L' D U L D' L'$ $L D' L' D U' L D' L'$ $L D' L' D U2 L D' L'$ $L D' L' D L D' L'$
15		Untuk permasalahan ini kita bisa memakai algoritma D' dan ditambahkan $U/U'/U2$ /tidak tergantung dari warna yang menempel pada <i>edge</i> putih bagian depan lalu $L D' L'$. Jadi ada 4 algoritma untuk permasalahan ini: $D' U R' D R$ $D' U' R' D R$ $D' U2 R' D R$ $D' R' D R$

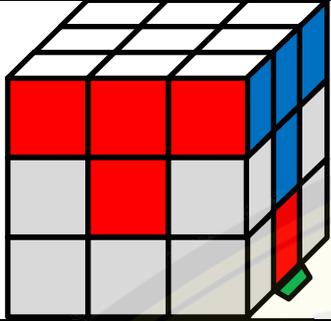
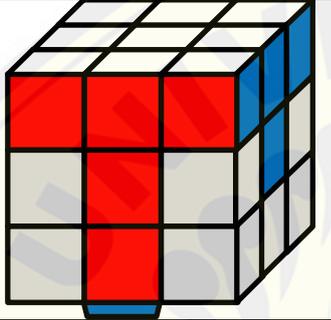
No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
16		Untuk permasalahan ini kita bisa memakai algoritma $L D' L' D$ dan ditambahkan $U/U'/U2$ /tidak tergantung dari warna yang menempel pada <i>edge</i> putih bagian depan lalu $L D' L'$. Jadi ada 4 algoritma untuk permasalahan ini: $R' D R D' U R' D R$ $R' D R D' U' R' D R$ $R' D R D' U2 R' D R$ $R' D R D' R' D R$
17		Untuk permasalahan ini kita bisa memakai algoritma $R' D R$ dan ditambahkan $U/U'/U2$ /tidak tergantung dari warna yang menempel pada <i>edge</i> putih bagian depan lalu $F D2 F'$. Jadi ada 4 algoritma untuk permasalahan ini: $R' D R U F D2 F'$ $R' D R U' F D2 F'$ $R' D R U2 F D2 F'$ $R' D R F D2 F'$
18		Untuk permasalahan ini kita bisa memakai algoritma $L D' L'$ dan ditambahkan $U/U'/U2$ /tidak tergantung dari warna yang menempel pada <i>edge</i> putih bagian depan lalu $F' D2 F$. Jadi ada 4 algoritma untuk permasalahan ini: $L D' L' U F' D2 F$ $L D' L' U' F' D2 F$ $L D' L' U2 F' D2 F$ $L D' L' F' D2 F$

Algoritma-algoritma diatas bisa sebenarnya tidak perlu kita hafalkan. Karena pada tahap ini masih sangat mudah dan bisa di logika.

10) Menyelesaikan *layer 2*

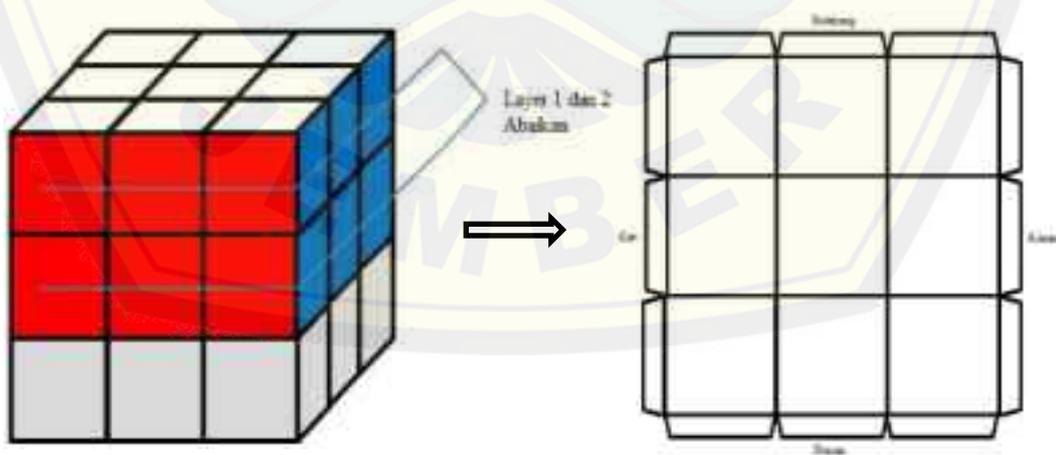
Menyelesaikan *layer 2* bukanlah yang rumit karena hanya ada 2 permasalahan saja berbeda dengan menyelesaikan *layer 1*. Adapun yang menjadi permasalahan dan algoritma penyelesaian dalam menyelesaikan *layer 2*.

Tabel 2.3 Algoritma Penyelesaian *Layer 2*

No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
19		Ada 1 algoritma untuk menyelesaikan permasalahan ini: L D' L'D' F' D F
20		Ada 1 algoritma untuk menyelesaikan permasalahan ini: D' R' D R D F D' F'

11) Menyelesaikan *layer 3*

Setelah menyelesaikan *layer 1* dan *2* mari kita fokuskan hanya pada *layer* ke 3 saja, abaikan *layer 1* dan *2* karena algoritma yang akan dipakai dalam menyelesaikan *layer 3* tidak akan merubah posisi *layer 1* dan *2*. Jadikan bagian bawah rubik menjadi bagian atas.

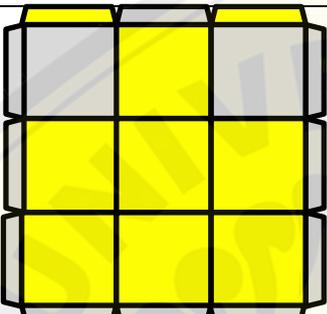
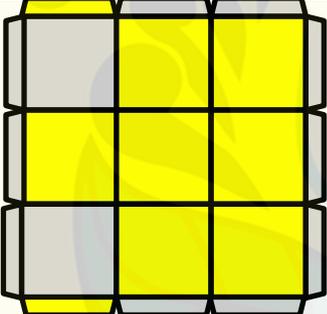
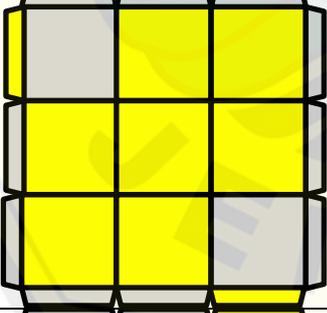
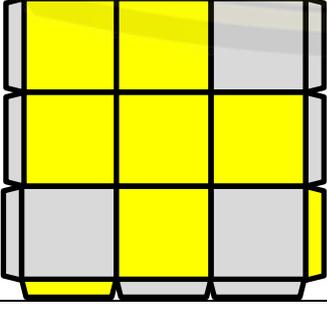


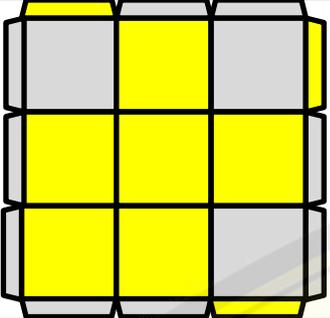
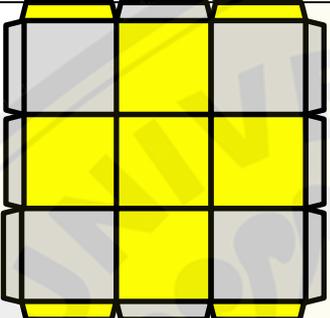
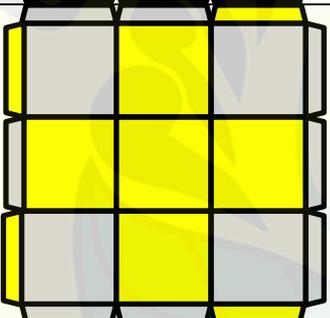
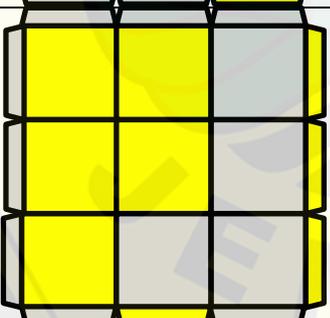
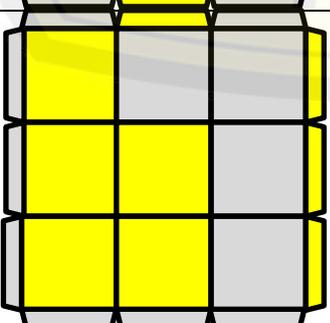
Gambar 2.52 *Layer 3*

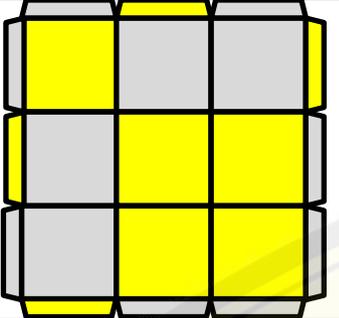
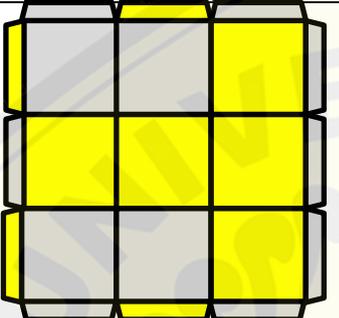
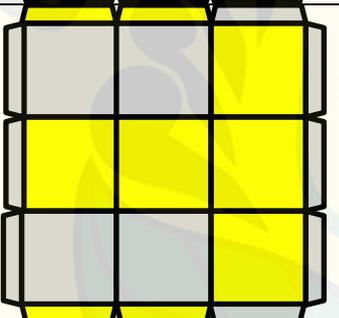
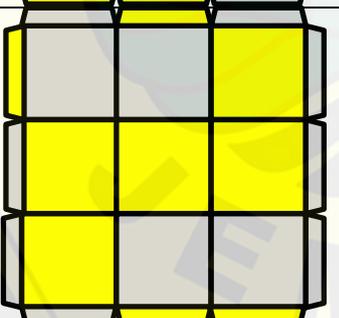
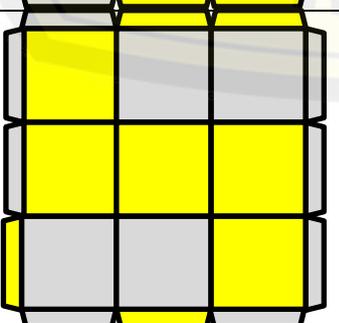
Dalam menyelesaikan *layer 3* terbagi menjadi 2 tahap yakni *Orientation Last Layer* (OLL) dan *Permutation Last Layer* (PLL). OLL adalah tahap

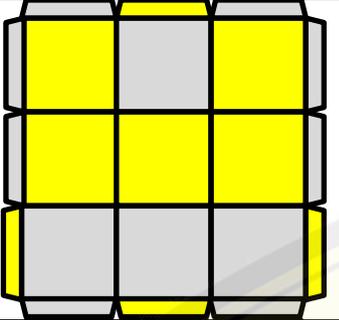
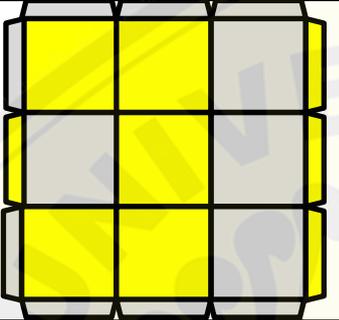
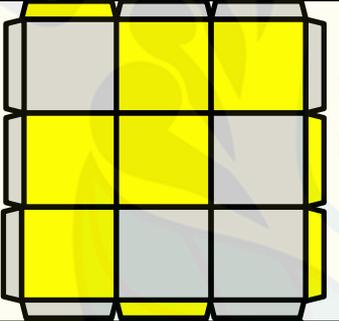
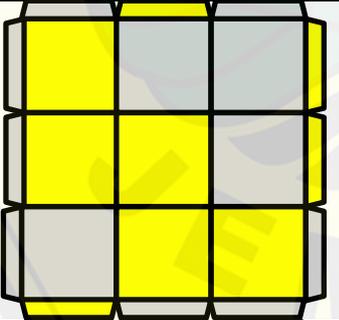
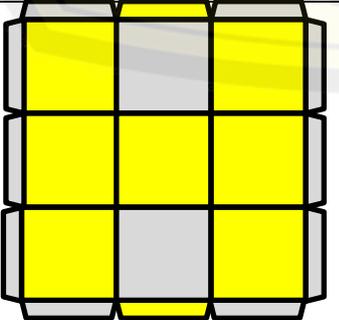
menyelesaikan bagian atas *layer 3* sedangkan PLL adalah tahap menyelesaikan bagian samping *layer 3*. PLL juga menjadi tahap akhir dari menyelesaikan rubik standar. Dalam menyelesaikan OLL ada beberapa yang menjadi permasalahan. Berikut beberapa permasalahan yang dapat ditemui dalam menyelesaikan OLL dan algoritma penyelesaiannya:

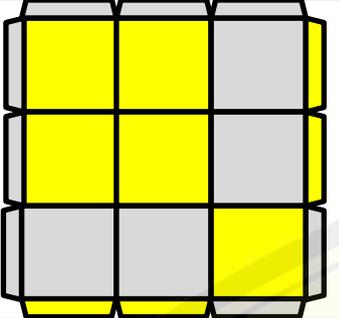
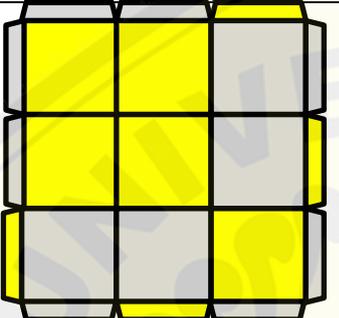
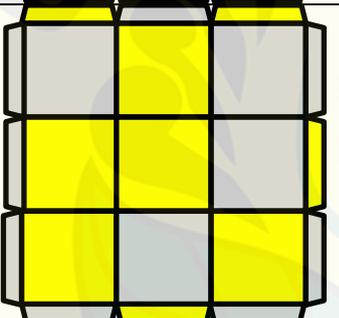
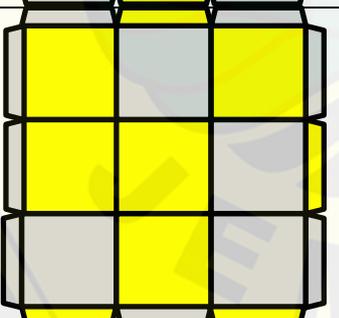
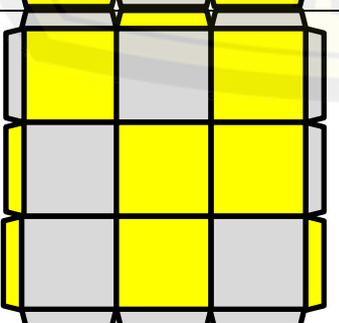
Tabel 2.4 Algoritma Penyelesaian *Orientation Last Layer* (OLL)

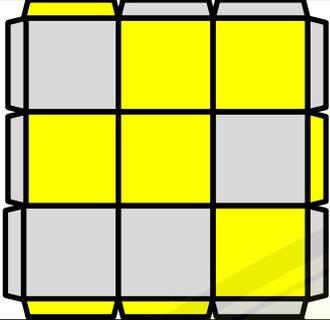
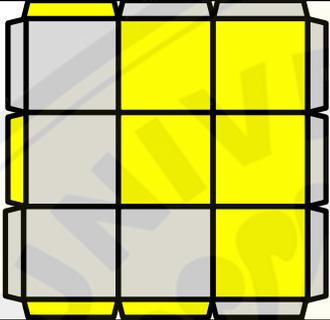
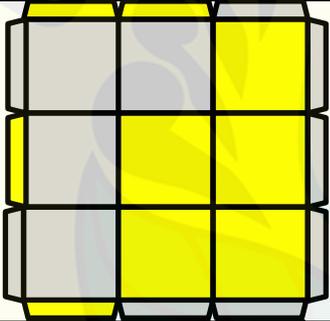
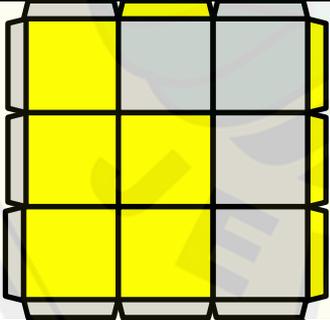
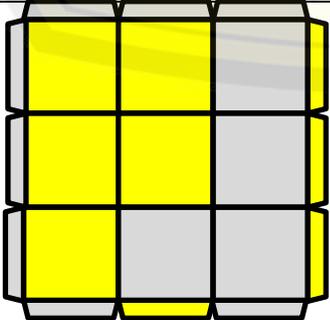
No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
21		$R^2 D' R U^2 R' D R U^2 R$
22		$L F R' F' L' F R F'$
23		$F' L F R' F' L' F R$
24		$R' U' R U' R' U^2 R$

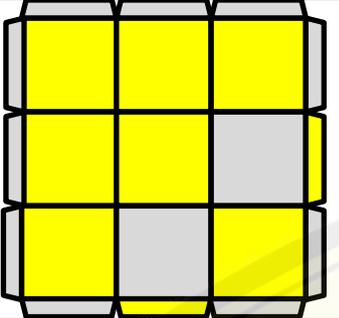
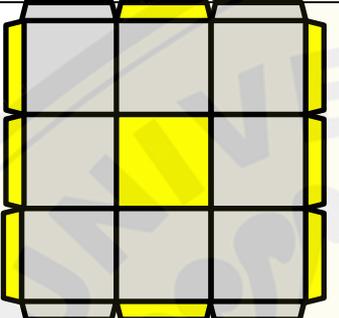
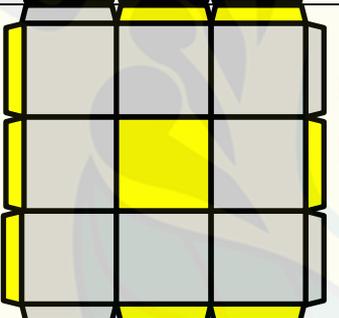
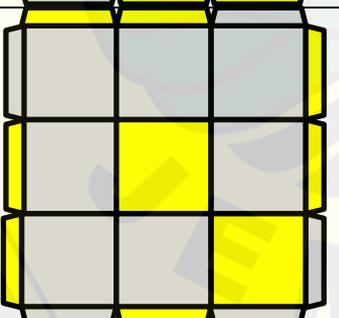
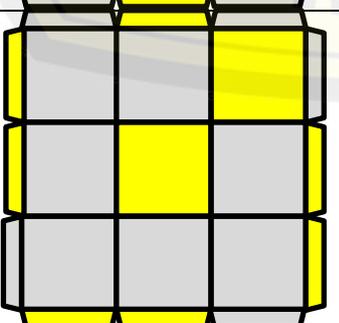
No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
25		$R U R' U R U^2 R'$
26		$F R U R' U' R U R' U' R U R' U' F'$
27		$R U^2 R^2 U' R^2 U' R^2 U^2 R$
28		$F U R U' R' F'$
29		$B' U' R' U R B$

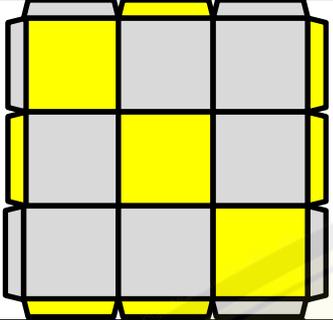
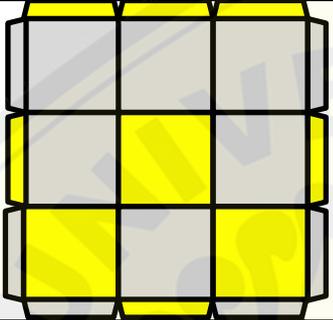
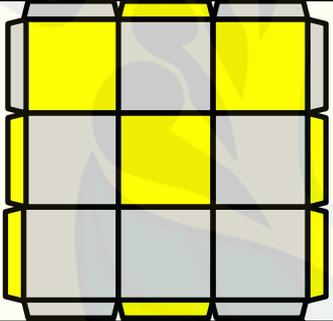
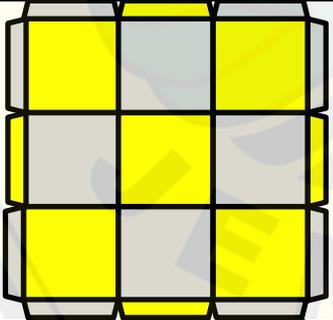
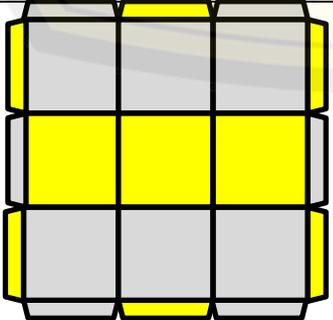
No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
30		$R U^2 R^2 F R F' R U^2 R'$
31		$F R U R' U' F'$
32		$R U R' U' R' F R F'$
33		$R B' R' U' R U B U' R'$
34		$R' F R U R' U' F' U R$

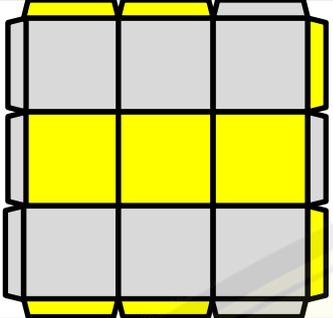
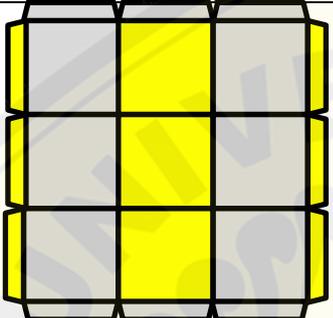
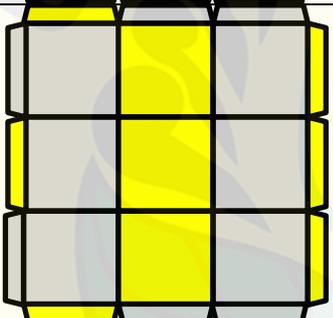
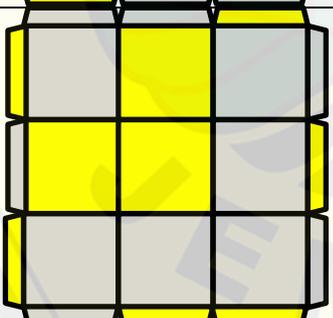
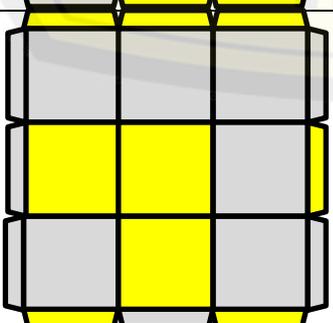
No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
35		$R' U' R U F R B' R' F' B$
36		$R' U' R' F R F' U R$
37		$R U R' U R U' R' U' R' F R F'$
38		$R' U' R U' R' U R U R B' R' B$
39		$R U R' U' L R' F R F' L'$

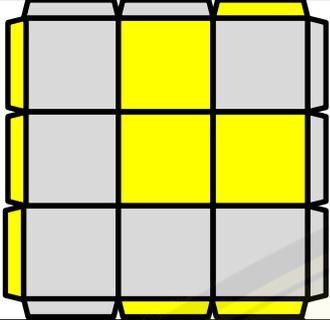
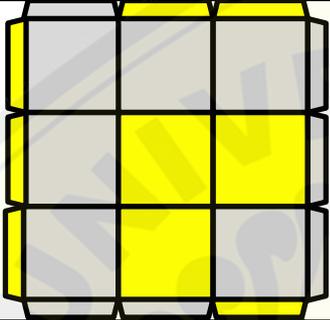
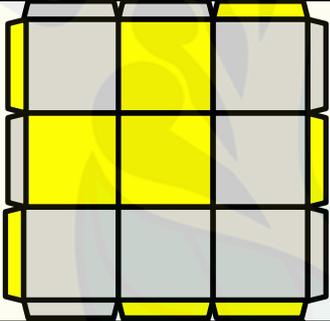
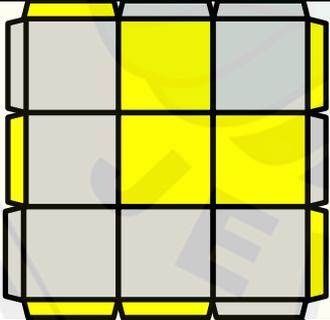
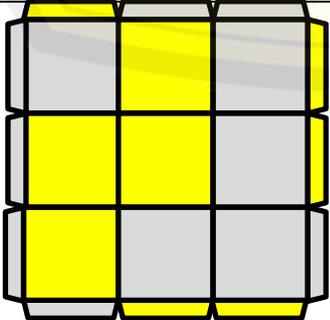
No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
40		$FRU'R'URUR'F'$
41		$LU2L2BLB'LU2L'$
42		$RUR'URU2R'FRUR'U'F'$
43		$R'U'RUFUR'R'U'R'URU'F'$
44		$R2UR'B'RUR2URBR'$

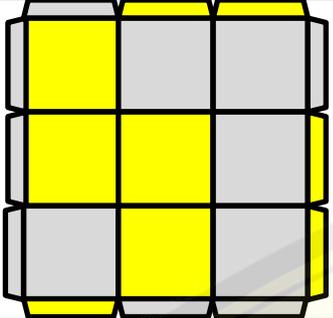
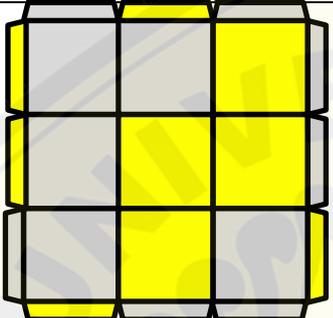
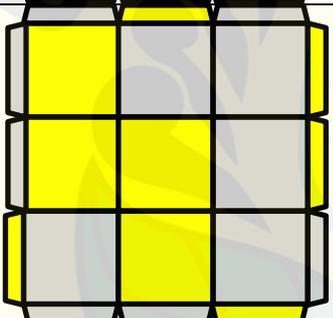
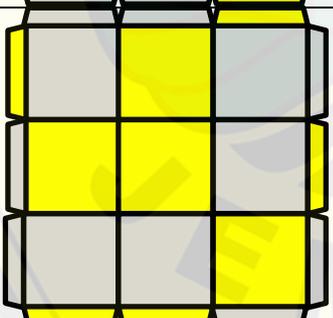
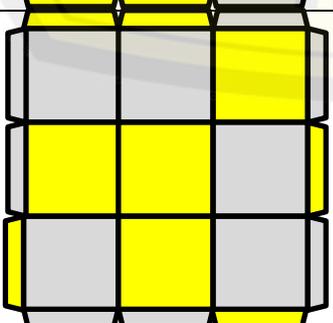
No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
45		$RUR'URUR'R'F'U'FRUR'$
46		$R'UR'FURUR'R'F'R$
47		$RUB'UR'R'URBR'$
48		$B'UR'R'URB$
49		$FURUR'R'F'$

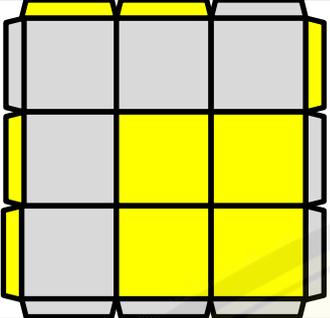
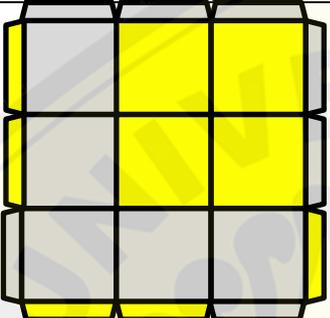
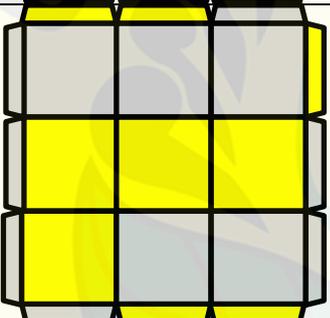
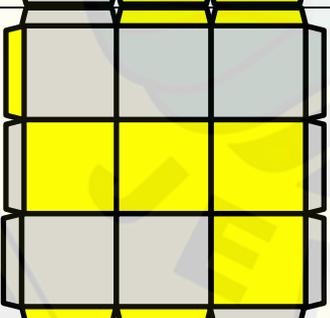
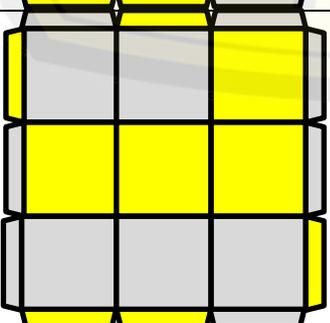
No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
50		$L F R' F' L' R U R U' R'$
51		$R U^2 R^2 F R F' U^2 R' F R F'$
52		$F R U R' U' F' B U L U' L' B'$
53		$B U L U' L' B' U' F R U R' U' F'$
54		$B U L U' L' B' R B U B' U' R'$

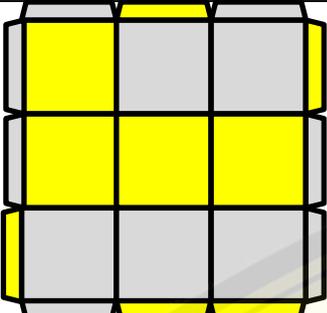
No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
55		$FUR'U'F'UR^2UR'U'F'$
56		$FRUR'UF'U^2F'LFL'$
57		$L'RBRBR'B'L^2FRF'$
58		$L'RBRBR'B'L^2R^2FRF'L'$
59		$FRUR'U'RF'LFR'F'L'$

No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
60		$FURU'R'URU'R'F'$
61		$RU2R2U'RUR'R'U2FRF'$
62		$R'URUR'R'UF'UFR$
63		$LF2R'F'RFR'F'RF'L'$
64		$L'B2RBR'B'RBR'BL$

No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
65		$R' F R' F' R^2 U^2 B' R B R'$
66		$R B' R B R^2 U^2 F R' F' R$
67		$F R U R' U' R U R' U' F'$
68		$F' L' U' L U L' U' L U F$
69		$L F R' F R F^2 L'$

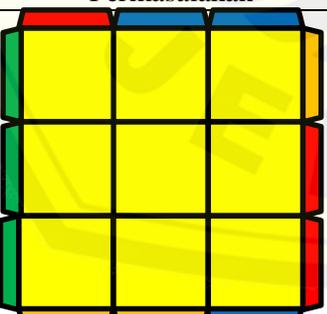
No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
70		L' B' R B' R' B2 L
71		FRUR' U' F' UFRUR' U' F'
72		F' L' U' LUFU' F' L' U' LUF
73		R' U' RFR' F' UFRF'
74		RUR' UR' FRF' RU2R'

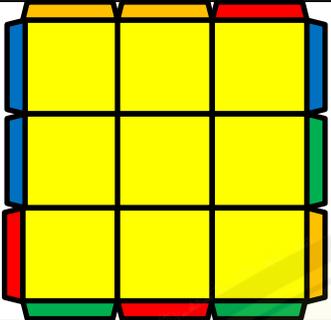
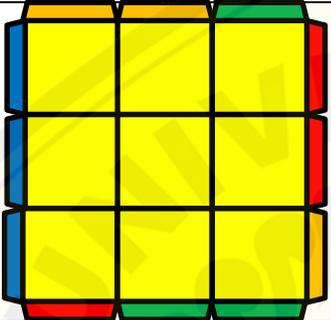
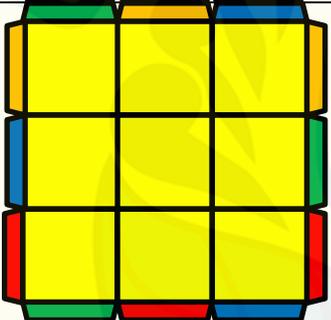
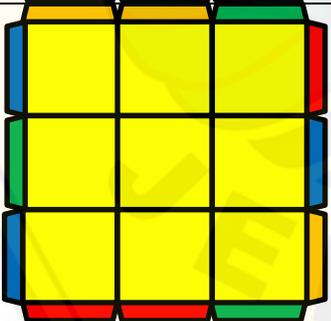
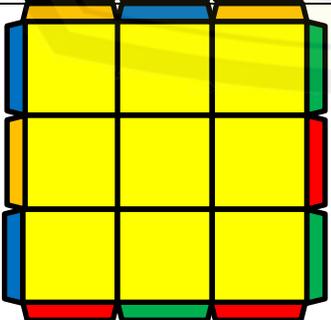
No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
75		L' B2 R B R' B L
76		L F2 R' F' R F' L'
77		L F' L' U' L F L' F' U F
78		R' F R U R' F' R F U' F'
79		L F L' R U R' U' L F' L'

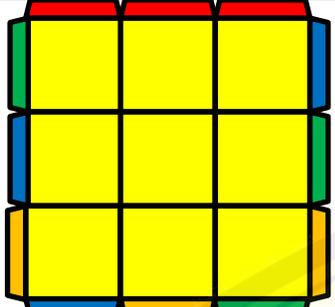
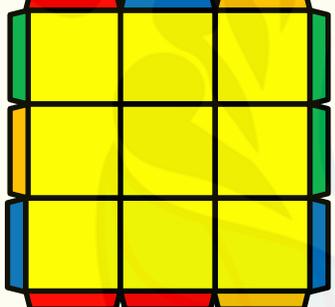
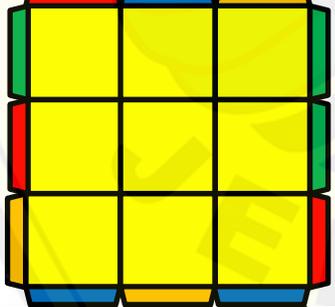
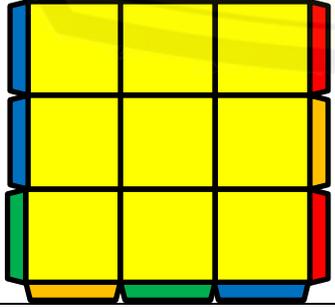
No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
80		$R' F' R L' U' L U R' F R$

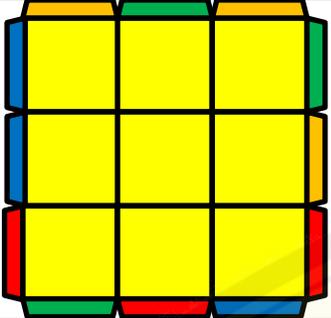
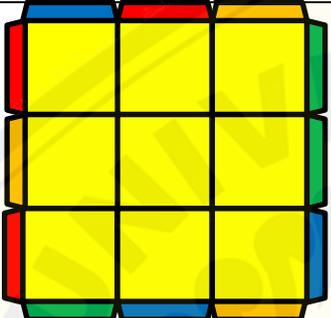
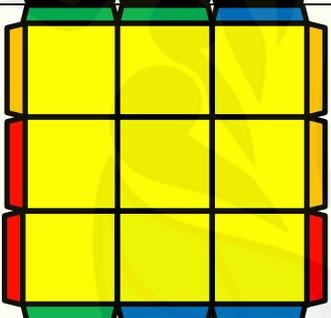
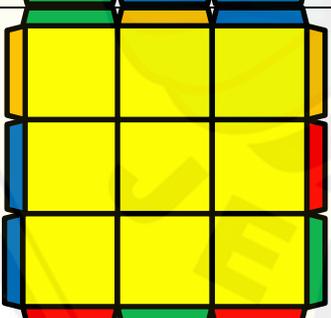
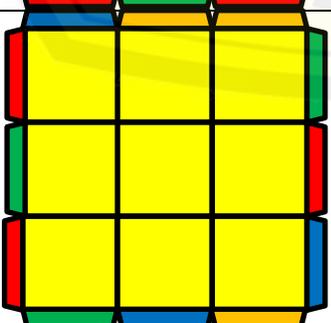
Algoritma-algoritma di atas wajib dihafalkan oleh *speedcuber* namun kalau hanya sebatas belajar biasanya hanya beberapa algoritma saja yang dipakai seperti nomer 3, 4, 5 dan 6 saja. Adapula algoritma tambahan untuk pemula yang bisa dihafalkan hingga sampai mendapatkan salah satu dari 4 permasalahan diatas yakni $F U R U' R' F'$. Ulangi algoritma tersebut hingga mendapat salah satu dari 4 permasalahan di atas sehingga pada tahap ini sebagai pemula yang baru belajar hanya dituntut untuk menghafal 5 algoritma saja. Setelah kita menerapkan algoritma OLL diatas maka kita telah memperoleh bagian atas *layer 3* terisi kuning semua sehingga kita dapat melanjutkan ke tahap berikutnya yakni PLL. Pada tahap OLL ini akan dibagi menjadi 2 yakni algoritma-algoritma untuk *speedcuber* dan algoritma untuk orang yang baru belajar. Adapun yang menjadi permasalahan pada tahap PLL dan algoritma penyelesaiannya untuk *speedcuber*:

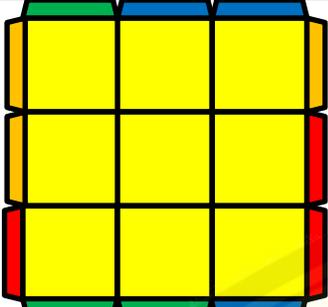
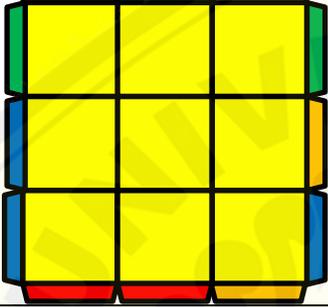
Tabel 2.5 Algoritma Penyelesaian *Permutation Last Layer* (PLL)

No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
81		$L U' R' U L' U2 R U' R' U2 R$

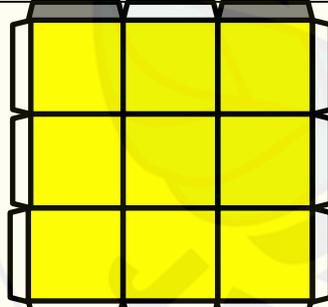
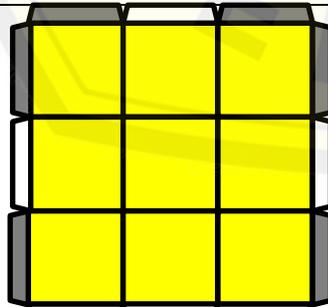
No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
82		$R B' R F2 R' B R F2 R2$
83		$R U2 R' U' R U2 L' U R' U' L$
84		$F R' F' L F R F' L' F R F' L F R' F' L'$
85		$R U R' U' R' F R2 U' R' U' R U R' F'$
86		$R2 L2 D R2 L2 U2 R2 L2 D R2 L2$

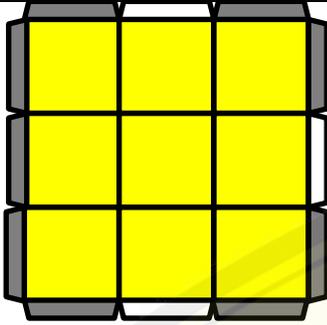
No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
87		$R' U^2 R' U' B' R' B^2 U' B' U B' R B U' R$
88		$R' F R' B^2 R F' R' B^2 R^2$
89		$F R U' R' U' R U R' F' R U R' U' R' F R F'$
90		$B^2 D L' U L' U' L D' B^2 R' U R$
91		$L U L' B^2 D' R U' R' U R' D B^2$

No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
92		$R' U' R F^2 U R U R U' R' U' F^2 R^2 U$
93		$R' U' R B^2 D L' U L U' L D' B^2$
94		$R' U R^2 B^2 U R' B^2 R U' B^2 R^2 U' R$
95		$R' U^2 R U^2 R' F R U R' U' R' F' R^2 U'$
96		$R^2 D' F U' F U F' D R^2 B U' B'$

No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
97		$R U' R^2 F^2 U' R F^2 R' U F^2 R^2 U R'$
98		$R' U R' U' B' D B' D' B^2 R' B' R B R$

Adapun yang menjadi permasalahan pada tahap PLL dan algoritma penyelesaiannya untuk orang yang baru belajar:

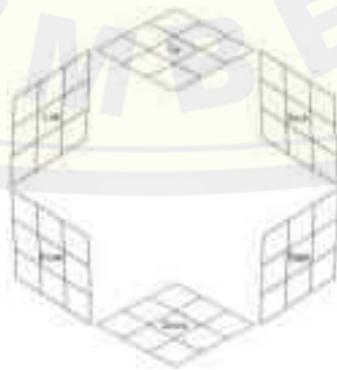
No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
99		$R' F R' B^2 R F' R' B^2 R^2$
100		$R^2 U F B' R^2 F' B U R^2$

No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
101		Untuk permasalahan ini terdapat 2 algoritma tergantung warna apa yang ada pada <i>edge</i> bagian depan: $R2 U F B' R2 F' B U R2$ $R2 U' F B' R2 F' B U' R2$

Setelah memakai algoritma tadi maka didapatkan rubik standar dengan pola semula atau pada tempatnya.

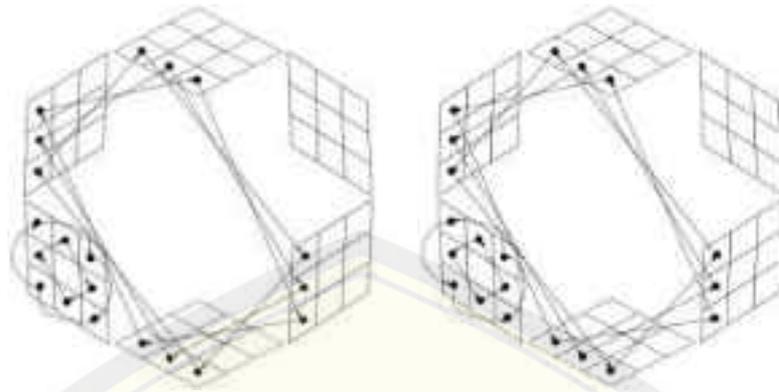
2.7 Desain Algoritma Penyelesaian dalam Bentuk Graf Berarah

Hal yang juga penting dalam penelitian ini adalah bagaimana mengubah algoritma penyelesaian rubik menjadi graf berarah. Desain dapat dibentuk dari perpindahan titik awal ke titik setelah diberikan algoritma. Desain graf juga bergantung pada tujuan. Pada penelitian ini akan dibuat graf-graf dari algoritma yang telah ada dan yang akan dikembangkan. Algoritma yang akan dikembangkan yakni algoritma yang mirip dengan algoritma pada tehnik pemula namun pada saat menyusun *layer 2* akan diselesaikan dengan bersamaan. Tidak seperti tehnik pemula untuk menyelesaikan *layer 2* harus dimasukkan satu persatu sehingga membutuhkan langkah yang lebih banyak. Untuk lebih jelasnya desain algoritma penyelesaian dalam bentuk graf berarah dapat dilihat pada gambar.



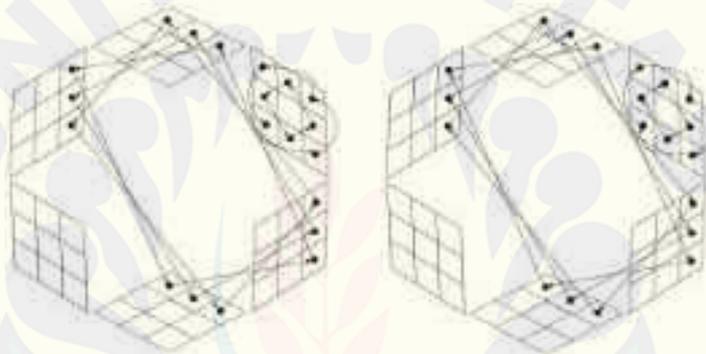
Gambar 2.53 Bagian Rubik Standar

1) *Front* (F) dan *Front* Akses (F')



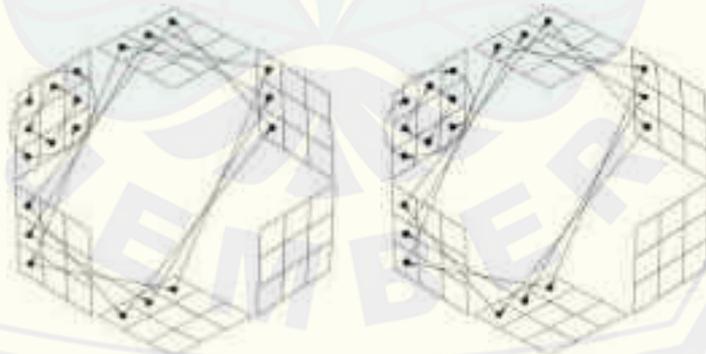
Gambar 2.54 Graf *Front* dan *Front* Akses

2) *Back* (B) dan *Back* Akses (B')



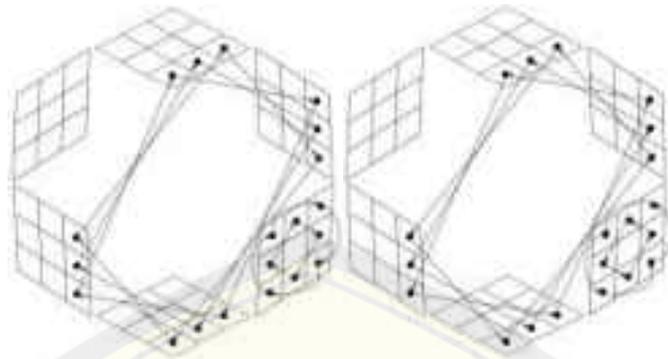
Gambar 2.55 *Back* dan *Back* Akses

3) *Left* (L) dan *Left* Akses (L')



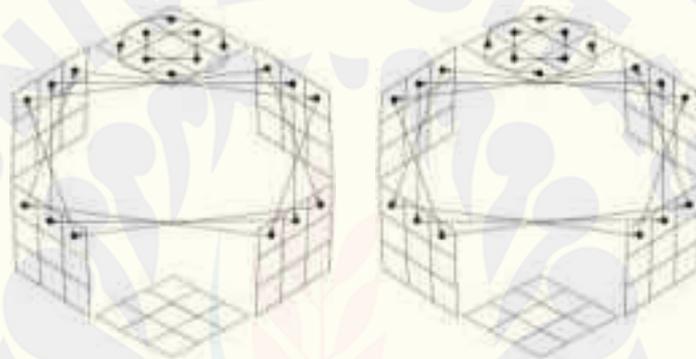
Gambar 2.56 *Left* dan *Left* Akses

4) *Right* (R) dan *Right* Akses (R')



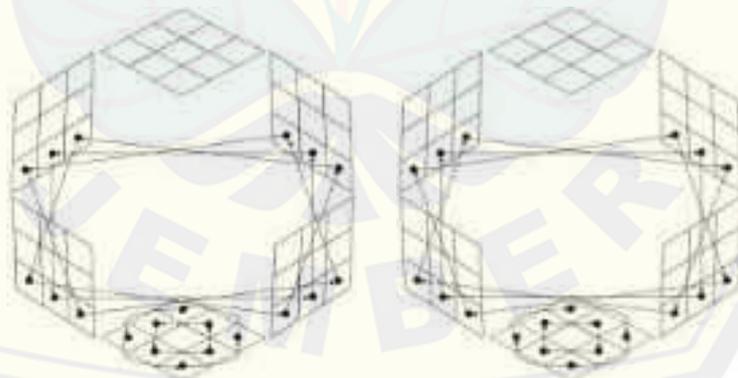
Gambar 2.57 *Right* dan *Right* Aksen

5) *Up* (U) dan *Up* Aksen (U')



Gambar 2.58 *Up* dan *Up* Aksen

6) *Down* (D) dan *Down* Aksen (D')



Gambar 2.59 *Down* dan *Down* Aksen

2.8 Penelitian yang Relevan

Beberapa penelitian yang relevan dan menjadi acuan dalam penelitian ini yaitu penelitian mengenai graf berarah dalam algoritma menyelesaikan rubik seperti yang terdapat pada tabel 2.6.

Tabel 2.6 Persamaan dan Perbedaan dengan Penelitian Sebelumnya

No	Penelitian Relevan	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1.	Ahmad Fauzan (2012) berjudul Penyelesaian <i>Blindfold</i> Rubik dengan Visualisasi Graf	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan graf pada <i>blindfold</i> rubik sangat membantu untuk memahami tehnik dasar bermain rubik secara <i>blindfold</i>	Peneliti juga menggunakan visual graf dalam membantu untuk memahami tehnik bermain rubik	Peneliti menggunakan strategi dan posisi awal yang berbeda dalam menyelesaikan rubik standar
2.	Ahmad Naufal Hakim (2018) berjudul Penerapan Graf pada Permainan Kubus Rubik	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan matematika diskrit terkait graf dapat menyelesaikan suatu permasalahan pada pengoptimalan langkah dalam menyelesaikan permainan rubik standar	Peneliti juga menggunakan graf dalam menyelesaikan rubik standar	Peneliti bukan menunjukkan pengoptimalan algoritma namun menemukan algoritma baru dalam menyelesaikan rubik standar
3.	Behnam Barzegar dkk (2011) berjudul <i>Optimal Solution For Solve Rubik's Cube</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa Metode Fridrich dapat mengoptimalkan penggunaan algoritma	Peneliti juga mengutamakan keoptimalan dalam algoritma yang akan dipakai	Peneliti tidak menggunakan metode Fridrich melainkan membuat metode sendiri

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan (*research and Develop*). Dalam penelitian pengembangan bertujuan untuk menghasilkan suatu algoritma yang nantinya diuji kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Seels dan Richey (dalam Hobri, 2010) penelitian pengembangan (*Developal research*) merupakan penelitian yang terfokus dalam menghasilkan suatu algoritma yang prosesnya dibuat seteliti mungkin dan hasilnya akan dievaluasikan. Peneliti mengembangkan algoritma penyelesaian rubik standar dalam bentuk graf berarah.

3.2 Daerah dan Subjek Penelitian

Daerah penelitian merupakan tempat yang akan digunakan sebagai tempat pelaksanaan penelitian. Pelaksanaan uji coba penelitian akan diadakan di sekitar kampus Universitas Jember. Subjek penelitian merupakan pihak atau individu yang akan dijadikan sebagai sampel dalam sebuah penelitian. Peneliti akan mengambil subjek penelitian warga atau mahasiswa sekitar kampus yang bisa menyelesaikan rubik standar.

3.3 Sumber Data

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sumber data lapangan, dimana peneliti melakukan sendiri untuk memperoleh data yang dibutuhkan dari subjek penelitian. Sumber data dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Sumber Data Penelitian

No	Data	Sumber Data Penelitian
1.	Kevalidan	Penelitian dikatakan valid apabila memenuhi kriteria kevalidan. Kevalidan diperoleh melalui validasi oleh validator. Validator pada penelitian ini yaitu 2 orang yang ahli dalam algoritma penyelesaian rubik standar.
2.	Kepraktisan	Penelitian dikatakan praktis apabila respon pengguna memenuhi kriteria kepraktisan. Data kepraktisan algoritma didapatkan melalui wawancara dan lembar observasi terhadap praktisi yang kemudian dianalisis.
3.	Kefektifan	Keefektifan algoritma didapatkan melalui 3 aspek yaitu yang pertama aspek kognitif dianalisis melalui graf yang terbentuk, aspek psikomotorik melalui tes. Kedua aspek afektif melalui angket.

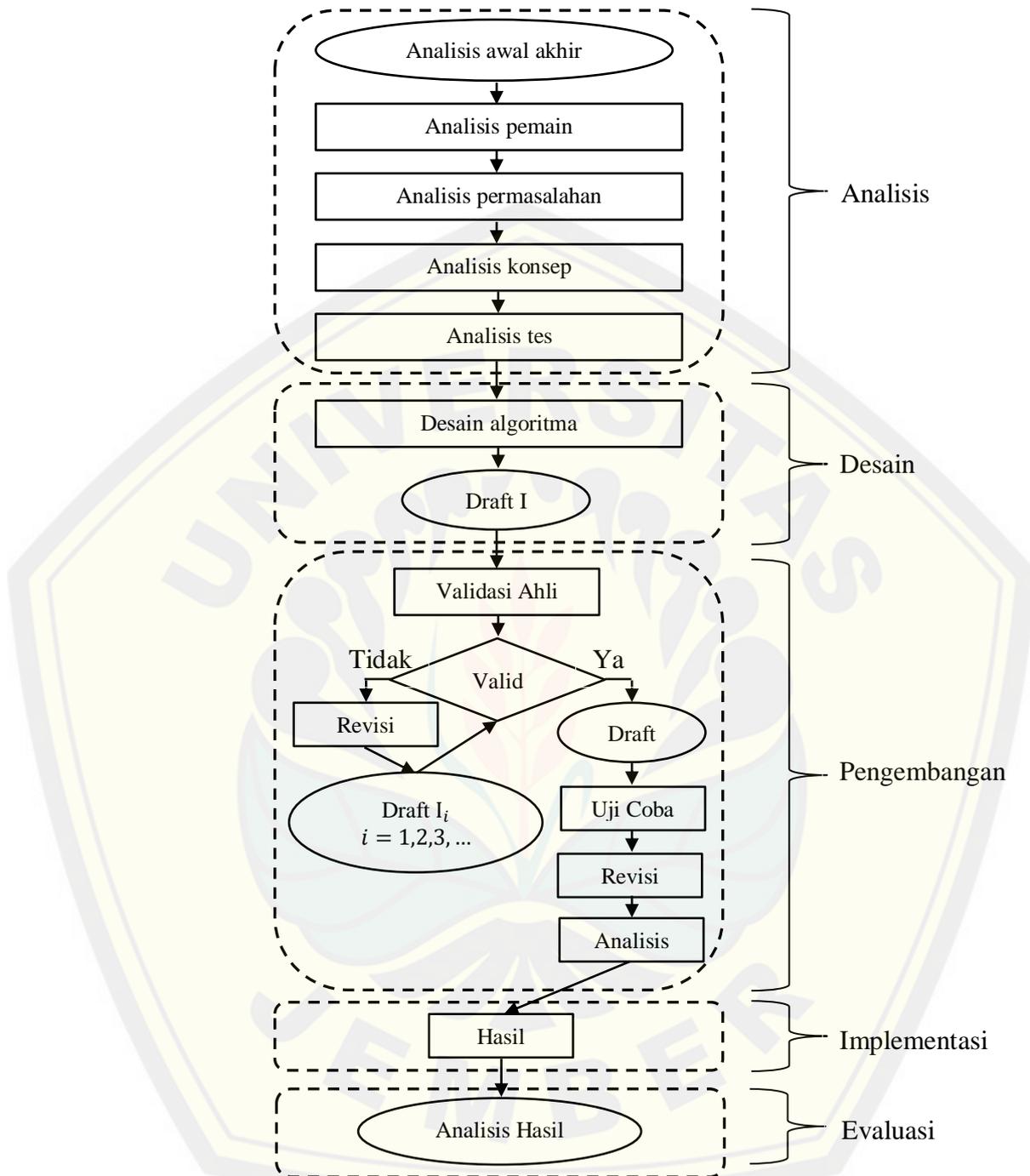
3.4 Definisi Operasional

Definisi operasional adalah definisi yang dirumuskan oleh peneliti tentang istilah-istilah yang menjadi pedoman penelitian dengan maksud untuk menyamakan persepsi antara peneliti dengan orang-orang yang terkait dengan penelitian (Sanjaya, 2013: 287). Definisi operasional yang perlu dijelaskan dalam penelitian sebagai berikut.

1. Algoritma pengembangan adalah algoritma yang dikembangkan dari algoritma-algoritma yang sudah ada dan dipadukan dengan strategi penyelesaian rubik standar. Pada penelitian ini algoritma pengembangan didapatkan dari 3 algoritma dasar dalam penyelesaian OLL.
2. Strategi yang digunakan dalam penelitian ini hampir sama dengan metode pemula yakni dengan menyelesaikan *layer* 1 lalu *layer* 2 dan terakhir *layer* 3. Perbedaannya terletak pada *layer* 3. Pada metode pemula *layer* 3 memecah menjadi 2 tahap lagi yakni OLL dan PLL namun dalam algoritma pengembangan akan menyelesaikan *layer* 3 sekaligus.
3. Algoritma acakan didapatkan dari sebuah web beralamatkan iamthecu.be.
4. Graf berarah berfungsi sebagai arah perpindahan dari setiap notasi yang ada pada algoritma. Graf juga berfungsi sebagai tolak ukur algoritma pengembangan lebih efektif dari algoritma yang biasa atau tidak

3.5 Model Pengembangan

Diagram model Pengembangan ADDIE dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Penelitian ADDIE

Keterangan:

→ Urutan kegiatan

- - - - -> Siklus yang mungkin dilaksanakan

○ Kegiatan awal dan akhir

 Proses kegiatan

 Pertanyaan

3.6 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian adalah langkah-langkah atau urutan-urutan yang harus dilalui atau dikerjakan dalam suatu penelitian. Berikut langkah-langkah dalam penelitian ini.

3.6.1 Tahap Analisis

Tahap analisis merupakan tahap dimana peneliti mencari dan menganalisis hal-hal yang penting dalam penelitian. Adapun yang dianalisis yakni analisis awal akhir, pemain, konsep dan tes.

a. Analisis awal akhir

Analisis awal akhir adalah kegiatan yang dilakukan untuk mendiagnosis awal masalah dasar dengan cara menentukan tujuan yang akan dicapai pada penelitian kali ini. Tujuan akan didapatkan dengan cara melihat kondisi-kondisi yang mungkin dalam suatu penelitian.

b. Analisis pemain

Analisis pemain adalah kegiatan telaah tentang karakteristik pemain yang sesuai dengan rancangan dan pengembangan algoritma. Analisis pemain merupakan hal yang perlu diperhatikan pada tahap awal perencanaan. Hal tersebut dilakukan dengan cara mengamati karakteristik pemain dengan mempertimbangkan ciri, pengalaman dan kemampuan pemain.

c. Analisis konsep

Analisis konsep dilakukan untuk mengidentifikasi, merinci dan menyusun konsep-konsep yang relevan yang akan diajarkan berdasarkan analisis awal akhir. Hal tersebut untuk menyusun tujuan pembelajaran yang sesuai pada pokok bahasan yang disusun secara sistematis. Dalam penelitian ini akan dilakukan identifikasi mengenai algoritma yang akan dikembangkan berdasarkan hasil dari analisis awal akhir yang kemudian dirinci dan disusun konsep-konsep media pembelajaran guna mencapai tujuan.

d. Analisis tes

Analisis tes adalah kegiatan yang dilakukan untuk mendapatkan data-data yang diperlukan sehingga penelitian dapat dikatakan valid, praktis maupun efektif. Tes akan diberikan pada subjek penelitian dalam menggunakan algoritma-algoritma yang telah dikembangkan maupun yang sudah ada. Dari data tersebutlah yang nantinya akan dianalisis kembali apakah algoritma yang dikembangkan telah valid, praktis ataupun efektif.

3.6.2 Tahap Desain

Tahap desain bertujuan untuk merancang algoritma yang terdiri atas pemilihan algoritma, pemilihan format, perancangan awal algoritma, dan penyusunan tes pada algoritma. Pada tahap desain ini dihasilkan indikator yang didapatkan dari analisis awal-akhir.

a. Pemilihan algoritma

Pemilihan algoritma dilakukan untuk menentukan algoritma yang tepat untuk menyajikan permasalahan dari rubik standar. Algoritma yang digunakan yakni algoritma pada tehnik pemula dan algoritma yang akan dikembangkan. Algoritma yang akan dikembangkan nantinya yakni algoritma untuk menyelesaikan *layer 3* sekaligus atau menggabungkan tahap OLL dan PLL.

b. Pemilihan format

Peneliti memilih format internasional dalam algoritmanya yakni U (*Up*), D (*Down*), R (*Right*), L (*Left*), F (*Front*), B (*Back*).

c. Rancangan awal algoritma

Rancangan awal algoritma yang digunakan adalah draft I dan instrumen penelitian, meliputi lembar validasi, lembar angket respon pengguna.

d. Penyusunan tes

Penyusunan tes dalam penelitian ini untuk menyusun data-data yang dibutuhkan dalam menganalisis hasil penggunaan algoritma yang dikembangkan.

3.6.3 Tahap Pengembangan

Tahap ini dilakukan untuk menghasilkan draft II algoritma. Draft II merupakan algoritma yang telah direvisi berdasarkan masukan-masukan dari para

ahli dan data yang diperoleh dari hasil uji coba. Kegiatan-kegiatan pada tahap ini meliputi:

a. Validasi dari para ahli

Rancangan algoritma yang telah disusun pada tahap desain (draft I) selanjutnya divalidasi oleh para ahli, para ahli yang dimaksud adalah mereka yang ahli dalam bidangnya dan bisa memberi masukan, saran dari para ahli. Validasi ahli bertujuan untuk menciptakan sebuah algoritma yang berkualitas. Algoritma kemudian dinilai oleh validator sehingga dapat diketahui kelayakannya untuk diterapkan pada subjek penelitian. Validator terdiri dari dua orang yang ahli dalam algoritma penyelesaian rubik standar. Aspek validasi meliputi validasi algoritma, validasi materi dan validasi pengguna. Masukan dan saran dari validator untuk memperbaiki algoritma (draft I) agar mendapatkan algoritma yang valid pada algoritma (draft ke - II). Jika belum mendapat validasi dari para validator maka akan direvisi ulang.

b. Uji Coba

Algoritma yang telah dihasilkan draft II selanjutnya diuji cobakan kepada subjek penelitian. Uji coba yang dilakukan menggunakan algoritma yang telah ada dan dikembangkan. Hasil uji coba tersebut dianalisis untuk mengetahui sejauh mana keefektifan dari algoritma tersebut. Kemudian lembar angket diberikan kepada subjek penelitian untuk mengukur kepraktisan algoritma yang telah dikembangkan pada aplikasi Macromedia Flash versi 8. Algoritma dikatakan praktis jika dapat memberikan kemudahan kepada penggunanya. Instrumen yang digunakan untuk kriteria ini adalah angket yang diberikan kepada para pengguna dan wawancara pada beberapa pemain atau sampel.

3.6.4 Tahap Implementasi

Langkah awal dalam tahap implementasi adalah mengetahui atau menentukan pengguna algoritma yang telah dikembangkan individu (perorangan) atau lembaga. Langkah selanjutnya adalah pemilihan waktu implementasi dan pemilihan algoritma implementasi. Dalam penelitian ini peneliti mengimplementasikan algoritma yang telah dikembangkan kepada warga atau mahasiswa sekitar kampus. Waktu pengimplementasian akan dilaksanakan pada

hari yang telah disepakati oleh pihak peneliti dan subjek penelitian. Algoritma yang digunakan ditampilkan pada aplikasi Macromedia Flash 8.

3.6.5 Tahap Evaluasi

Tahap evaluasi adalah tahap akhir dari penelitian ini. Pada tahap ini akan diadakan evaluasi hasil olah data yang telah diterima dari subjek penelitian sehingga dapat diketahui keefektifan dan kepraktisan algoritma yang telah dikembangkan.

3.7 Instrumen dan Metode Pengumpulan Data

Kriteria pengembangan algoritma terdiri dari kriteria kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan. Valid adalah menurut cara yang semestinya, berlaku dan sah. Sedangkan praktis adalah mudah dan senang memakainya. Efektif adalah ada akibatnya atau dapat membawa hasil. Dalam mencapai kriteria tersebut dibutuhkan adanya instrumen penelitian yang mendukung. Instrumen merupakan alat yang digunakan untuk mengumpulkan data yang dibutuhkan dalam penelitian.

Pengumpulan data adalah cara yang dapat digunakan peneliti untuk mengumpulkan data. Tujuan pengumpulan data adalah untuk memperoleh hasil yang dapat digunakan sesuai dengan tujuan pendidikan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Wawancara

Wawancara adalah proses untuk memperoleh data berupa informasi lebih dalam dengan cara tanya jawab. Proses wawancara dilaksanakan setelah melaksanakan tes. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan data mengenai respon praktisi dalam menggunakan algoritma yang ada aplikasi Vectorian Giotto.

b. Metode Tes

Tes adalah serentetan perintah atau latihan serta alat lain yang digunakan untuk mengukur keterampilan, pengetahuan inteligensi, kemampuan atau bakat yang dimiliki oleh individu atau kelompok. Metode tes dilakukan untuk mengetahui hasil kemampuan yang diperoleh praktisi dengan menggunakan algoritma yang telah divalidasi oleh para ahli.

c. Metode Angket

Angket adalah pertanyaan tertulis yang digunakan untuk memperoleh informasi dari responden dalam arti laporan pribadinya atau hal-hal yang diketahui. Metode angket digunakan untuk mengetahui respon praktisi setelah menggunakan algoritma yang ada pada aplikasi Vectorian Giotto. Instrumen metode angket terdiri dari kemudahan membuka dan menggunakan algoritma, kemudahan memahami materi graf yang diberikan dalam algoritma, tingkat kesulitan menggunakan algoritma, dan tingkat motivasi praktisi setelah menggunakan algoritma yang telah dikembangkan.

d. Validasi Para Ahli

Validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat-tingkat kevalidan dan kesahihan suatu instrumen. Validasi para ahli berkaitan dengan algoritma dan materi graf berarah yang terdiri dari dua orang yang ahli dalam algoritma penyelesaian rubik standar.

Berdasarkan pemaparan di atas pengembangan algoritma dalam penelitian ini dapat dikatakan berkualitas apabila memenuhi kriteria sebagai berikut.

1. Kevalidan

Kevalidan algoritma ditentukan oleh para ahli (Validator) yang merupakan orang-orang yang berkompeten dalam bidang matematika dan mampu menilai pengembangan algoritma dengan baik. Hasil validator digunakan sebagai bahan analisis kekurangan sehingga perlunya merevisi algoritma tersebut. Dalam menilai algoritma ini dibutuhkan instrumen yaitu berupa lembar validasi dimana didalamnya mencakup 3 aspek. Menurut (Yamasari, 2010: 2) untuk memenuhi kevalidan perlu tiga aspek yang diperlukan untuk penilaian oleh para ahli yaitu:

- a. Aspek format, meliputi (1) kejelasan petunjuk penggunaan algoritma, (2) kemudahan penggunaan algoritma, (3) keunggulan algoritma yang dikembangkan, (4) kesesuaian ukuran teks dan gambar, (5) kesesuaian ilustrasi gambar dengan materi, (6) kesesuaian pemilihan bahasa, (7) kesesuaian pemilihan ukuran dan jenis huruf, (8) kreativitas dan inovasi dalam algoritma.
- b. Aspek isi, meliputi (1) kesesuaian materi dalam algoritma, (2) kesesuaian materi dengan tingkat pengetahuan praktisi, (3) kesesuaian penjabaran materi dalam algoritma dengan tujuan pembelajaran.

c. Aspek bahasa, meliputi (1) kebakuan bahasa, (2) kemudahan praktisi memahami bahasa yang digunakan, (3) pemilihan gaya bahasa dalam penyampaian materi graf berarah.

2. Kepraktisan

Kepraktisan suatu algoritma dapat dilihat dari kemudahan praktisi mengoperasikannya. Dengan demikian kriteria ini dapat menggunakan wawancara dan lembar observasi praktisi sebagai alat ukur kepraktisannya. Menggunakan wawancara dapat digunakan sebagai bahan analisis mengenai respon pengguna setelah menggunakan algoritma yang dikembangkan. Pengguna dalam penelitian ini yaitu praktisi.

3. Keefektifan

Algoritma penyelesaian rubik standar yang dikembangkan ini dikatakan efektif jika memenuhi indikator keefektifan yang ditunjukkan dari aspek psikomotorik, dan afektif. Aspek kognitif melalui tes *debugging*, aspek psikomotorik melalui tes *profiling*. Sedangkan aspek afektif diukur melalui angket respon pengguna.

3.8 Metode Analisis Data

Analisis data merupakan hal yang penting dalam sebuah penelitian agar peneliti dapat menjelaskan data hasil serta informasi penelitian yang didapatkan dan dapat dipertanggungjawabkan. Maleong (Kulsum, 2011) berpendapat bahwa analisis data adalah proses mengorganisasikan dan mengurutkan data ke dalam pola, kategori, dan satuan uraian dasar sehingga dapat ditemukan tema dan dapat dirumuskan hipotesis kerja seperti yang disarankan oleh data. Analisis data yang di dapat penelitian menggunakan beberapa teknik analisis data yaitu:

1. Analisis kevalidan

Algoritma yang dikembangkan dalam penelitian ini membutuhkan tugas validator yaitu dua orang yang ahli dalam algoritma penyelesaian rubik standar. Langkah-langkah untuk menentukan aspek penelitian kevalidan adalah sebagai berikut:

a. Rekapitulasi data penelitian algoritma dalam tabel yang meliputi aspek (A_i), indikator (I_i), dan nilai (V_{j_i}) untuk masing-masing validator.

- b. Menentukan rata-rata nilai hasil validasi dari validator untuk setiap indikator dengan rumus:

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

Keterangan :

I_i = rata – rata hasil validasi dari semua validator untuk setiap indikator

v_{ji} = data nilai validator ke-j terhadap indikator ke-i

n = banyak validator

- c. Menggunakan rata – rata nilai untuk setiap aspek dengan rumus:

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^m I_{ji}}{m}$$

Keterangan :

A_i = rata – rata total untuk semua aspek

I_{ji} = rata – rata untuk aspek ke-i

m = banyak aspek

- d. Menentukan nilai rata- rata total dari rata – rata untuk semua aspek dengan rumus:

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

Keterangan :

V_a = rata – rata total semua aspek

A_i = rata – rata nilai untuk aspek ke-i

n = banyak aspek

Nilai V_a kemudian dihitung menjadi koefisien korelasi (a) yang diinterpretasikan ke dalam kategori yang menunjukkan kevalidan dari instrumen hasil pengembangan. Tingkat kevalidan dalam kategori koefisien korelasi pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Tingkat Kevalidan Kategori Koefisien Korelasi

Besaran a	Interpretasi
$0,8 < a \leq 1$	Sangat Tinggi

Besaran a	Interpretasi
$0,6 < a \leq 0,8$	Tinggi
$0,4 < a \leq 0,6$	Sedang
$0,2 < a \leq 0,4$	Rendah
$ a \leq 0,2$	Sangat Rendah

Sumber: Supranata (2005: 42)

Algoritma dikatakan valid jika dalam kriteria validasi menunjukkan nilai minimal tinggi dengan interpretasi $0,6 < a < 0,8$ dan nilai maksimal yang sangat tinggi dengan interpretasi $0,8 < a < 1$

2. Analisis Kepraktisan

Analisis kepraktisan dalam penelitian ini menggunakan analisis hasil angket respon pengguna dan wawancara. Apabila presentase nilai rata – rata respon pengguna dalam angket menunjukkan kategori baik atau sangat baik, maka algoritma yang dikembangkan dikatakan praktis. Untuk memperoleh nilai rata-rata respon dalam angket respon pengguna dilakukan langkah – langkah berikut:

Tabel 3.3 Kategori Persentase Angket Penggunaan Algoritma

Kategori Persentase	Nilai
Sangat Baik	$P > 95\%$
Baik	$80\% < P \leq 95\%$
Cukup	$65\% < P \leq 80\%$
Kurang Baik	$50\% < P \leq 65\%$
Kurang Sekali	$P < 50\%$

- Melakukan rekapitulasi data angket respon pengguna algoritma dalam tabel yang meliputi indikator (I_i), dan nilai jawaban angket (K_{ji}) untuk masing-masing responden.
- Menemukan rata – rata nilai jawaban angket semua responden untuk setiap indikator dengan rumus sebagai berikut.

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

I_i = rata – rata nilai hasil jawaban angket dari semua responden untuk setiap indikator

K_{ji} = data nilai respon ke-j indikator ke-i

n = banyaknya responden

- c. Menentukan nilai rata – rata total (R) untuk indikator

$$R = \sum_i^n I_i$$

R = rata – rata total nilai

I_i = rata – rata nilai indikator ke- i

n = banyaknya indikator

- d. Menentukan nilai rata – rata total ke dalam persentase nilai rata – rata respon pengguna kemudian dicocokkan dengan tabel 3. 3

$$P = R \times 100\%$$

P = persentase nilai rata – rata angket respon

R = rata – rata total nilai

Wawancara dalam penelitian ini digunakan sebagai penguat atau pendukung angket respon pengguna terhadap algoritma yang digunakan. Algoritma akan dianggap berhasil jika pengguna senang dan memberikan respon positif.

3. Analisis Keefektifan

Analisis Keefektifan dalam penelitian digunakan untuk menganalisis respon praktisi terhadap algoritma yang telah dikembangkan oleh peneliti. Algoritma dapat dikatakan efektif apabila memenuhi beberapa kriteria tes. Algoritma penyelesaian rubik standar dalam bentuk graf berarah yang dikembangkan peneliti dapat dikatakan efektif apabila minimal 2 algoritma pengembangan yang digunakan dalam 3 kondisi awal permasalahan memiliki lebih sedikit langkah daripada algoritma yang biasa digunakan. Algoritma pengembangan akan ditampilkan dalam *software* Macromedia Flash versi 8.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan:

1. Proses pengembangan algoritma berbentuk graf berarah menggunakan Macromedia Flash versi 8 melalui tahapan-tahapan yang didasarkan pada model ADDIE. Hasil proses pengembangan adalah sebagai berikut:
 - a. Tahap analisis (*analysis*), pada tahap ini dilakukan analisis terhadap pemain rubik standar dimana pemain memiliki dasar dalam menyelesaikan rubik standar namun algoritma yang digunakan masihlah algoritma biasa dan memiliki langkah yang kurang efektif dalam penyelesaiannya. Dominan pemain mempelajari algoritma dari buku.
 - b. Tahap desain (*design*), proses pembuatan algoritma didasarkan pada hasil analisis pada tahap sebelumnya sehingga peneliti tidak hanya membuat algoritma pengembangan namun juga disajikan dalam *software* Macromedia Flash versi 8. Kendala pada tahap ini yaitu saat membuat 3 permasalahan dalam 1 file dan terjadi *crash* sehingga file tidak dapat dijalankan. Solusi untuk permasalahan ini yaitu memisahkan 1 permasalahan dengan permasalahan lainnya sehingga dibuat 3 file yang berbeda.
 - c. Tahap pengembangan (*develop*), dalam menentukan kevalidan algoritma dilakukan oleh 2 validator yaitu 2 orang yang ahli dalam algoritma penyelesaian rubik standar. Tingkat kepraktisan didasarkan pada hasil analisis lembar observasi praktisi dan tingkat keefektifan berdasarkan aspek kognitif, psikomotorik, dan afektif didasarkan pada analisis graf, tes *debugging* dan *profiling* dan angket. Kesulitan pada tahap ini yaitu mencari subjek penelitian dikarenakan komunitas-komunitas rubik sudah *off* 10 tahun lebih sehingga subjek penelitian harus mencari satu-satu atau perorangan .
 - d. Tahap implementasi (*implement*), ini dilakukan di area sekitar kampus dan yang menjadi subjek penelitian yakni orang-orang yang dapat menyelesaikan rubik standar dan memahami algoritma dasar.

- e. Tahap evaluasi (*evaluate*), ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keefektifan dan kepraktisan dari algoritma yang dikembangkan sehingga bukan hanya valid namun juga praktis dan efektif.
2. Hasil validasi algoritma pengembangan yang terdiri dari aspek format, aspek isi, dan aspek bahasa termasuk pada kriteria Valid dengan rata-rata 8,7 atau nilai koefisien korelasi 0,87 termasuk kategori “Sangat Tinggi”. Sementara itu hasil validasi instrumen penelitian menunjukkan kategori “Sangat Tinggi” dimana rata-rata total validasi untuk pedoman wawancara mencapai 4,25 atau nilai koefisien korelasi 0,85. Rata-rata validasi lembar observasi sebesar 4,1 atau nilai koefisien korelasi 0,82. Berdasarkan uji coba yang telah dilakukan didapatkan hasil penggunaan algoritma pengembangan berbentuk graf berarah menggunakan *software* Macromedia Flash versi 8 termasuk pada tingkat kepraktisan dikategorikan baik dengan rata-rata total mencapai 4,56 atau dengan hasil presentase mencapai 91,2%. Kemudian hasil keefektifan algoritma berdasarkan aspek kognitif, psikomotorik, dan afektif didapatkan tingkat keefektifan “Baik” pada semua aspek. Aspek kognitif menunjukkan. Aspek yang kedua yaitu psikomotorik didapatkan dari 2 tes yaitu tes *debugging* dan *profiling*. Pada tes *debugging* telah membuktikan bahwasanya algoritma pengembangan maupun biasa dapat menyelesaikan rubik standar. Pada tes *profiling* juga didapatkan kesimpulan bahwasanya pada setiap permasalahan algoritma pengembangan memiliki lebih sedikit langkah daripada algoritma biasa. Rata-rata algoritma pengembangan memiliki setidaknya 11 langkah lebih sedikit daripada algoritma biasa. Aspek yang terakhir yaitu afektif didapatkan hasil rata-rata total mencapai 1,89 dengan presentase sebesar 94,5%.. Hasil dari penelitian pengembangan ini yaitu suatu produk akhir berupa algoritma berbentuk graf berarah.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengembangan algoritma ini, saran dari peneliti untuk pengguna dan peneliti lain yang mengembangkan penelitian sejenis adalah sebagai berikut:

- 1) Bagi pengguna, dapat menggunakan algoritma pengembangan ini dalam menyelesaikan rubik standar dengan tetap memperhatikan keefektifan dari penggunaan algoritma.
- 2) Untuk peneliti yang mengembangkan algoritma penyelesaian rubik standar hendaknya membuat inovasi-inovasi baru dalam strategi penyelesaian rubik standar maupun tampilan algoritma yang akan ditampilkan haruslah lebih menarik untuk menambah minat dan pemahaman pengguna algoritma.
- 3) Bagi peneliti lain, dapat digunakan sebagai bahan referensi dan masukan dalam mengembangkan algoritma rubik standar. Selain itu peneliti lain juga dapat mengembangkan hal serupa namun pada jenis rubik lainnya yang tentunya lebih kompleks lagi tingkat kerumitannya ataupun menyempurnakan hal-hal yang masih menjadi kekurangan dalam algoritma pengembangan ini, misalnya dengan penambahan algoritma dasar.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, Fairozal Zulhaydar, dkk. 2012. Penyelesaian Permainan Rubik's Cube dengan Metode Algoritma Genetika. *Jurnal Teknik Informatika* halaman 1-7.
- Amalia, Rica, dan Darmaji. 2012. Dimensi Partisi pada Graf Serupa Roda dengan Penambahan Anting. *Jurnal Teknik POMITS* 1(1): 1-6.
- Arifin, Zainal. 2012. *Konsep dan Model Pengembangan Kurikulum*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Badi', Anis Mukibatul. 2016. *Pola Banyak Sisi dan Sikel Hamilton Graf Berpangkat dari Graf Lintasan dan Graf Bintang*. Tidak diterbitkan Skripsi. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim
- Damayanti, Reni Tri. 2011. Automorfisme Graf Bintang dan Graf Lintasan. *Jurnal Jurusan Matematika* 2: 35-40
- Fauzan, Ahmad. 2012. *Penyelesaian Blindfold Rubik dengan Visualisasi Graf*. Tidak diterbitkan Makalah IF2091 Struktur Diskrit – Sem. I Tahun 2011/2012.
- Gallian, Joseph A. 2018. A Dynamic Survey of Graph Labeling. *The Electronic Journal of Combinatorics* 21: 1-502
- Harary, F. 1969. *Graph Theory*. Wesley: Publishing Company, Inc..
- Hasmawati. 2015. *Bahan Ajar Graf*. Buku tidak diterbitkan.
- Kulsum, U. 2011. *Pengembangan Instrumen Keterampilan Melukis Garis Istimewa Pada Segitiga dan Penskorannya Menurut Standar Proses Komunikasi Matematis NCTM (National Council of Teacher of Mathematics) Untuk Siswa Sekolah Menengah Pertama (SMP)*. Tidak Diterbitkan Skripsi. Jember: FKIP Universitas Jember.
- Mashitah, Lioni. 2014. Defisiensi Sisi-Ajaib Super dari Graf Kipas. *Jurnal Matematika UNAND* 2(3): 121-125.
- Maulana, Gun Gun. 2017. Pembelajaran Dasar Algoritma dan Pemrograman menggunakan El-Goritma Berbasis Web. *Jurnal Teknik Mesin* 6: 69-73
- Munir, R. 2009. *Matematika Diskrit*. Bandung: Informatika Bandung.
- Nugroho, D. B. 2008. *Catatan Kuliah (2 SKS) MX 324 Pengantar Teori Graf*. Yogyakarta: Universitas Kristen Satya Wacana.

- Pranata, dkk. 2017. Pelabelan *Prime Cordial* untuk Graf Buku dan Graf Matahari yang Diperumum. *Jurnal Ilmiah Matematika dan Terapan* 14(1): 56-69
- Rokicki, Tomas. 2008. Twenty-Five Moves Suffice for Rubik's Cube. <http://arxiv.org/abs/0803.3435> (diakses tanggal 13 Januari 2019).
- Rossen, K. H. 2003. *Discrete Mathematics and its Applications, fifth edition*. New York: VAGA.
- Sagala, Syaiful. 2005. *Konsep dan Makna Pembelajaran*. Bandung: Penerbit Alfabeta
- Sam, M., dan Yuliani. 2016. Penerapan Algoritma Prim untuk Membangun Pohon Merentang Minimum (Minimum Spanning Tree) dalam Pengoptimalan Jaringan Transmisi Nasional Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Dinamika* 7(1): 50-61.
- Sanjaya, W. 2013. *Penelitian Pendidikan*. Bandung: Prenada Algoritma group.
- Slamin. 2009. *Desain Jaringan Pendekatan Teori Graf*. Jember: Universitas Jember.
- Sugeng, Kiki Ariyanti. 2005. Magic and Antimagic Labeling of Graphs. *Thesis*. Australia: University of Ballarat.
- Sugiarta, Awandi Nopyan. 2007. *Pengembangan Model Pengelolaan Program Pembelajaran Kolaboratif Untuk Kemandirian Anak Jalanan Di Rumah Singgah (Studi Terfokus di Rumah Singgak Kota Bekasi)*. Desertasi tidak diterbitkan. Repository UPI.
- Supranata, S. 2005. *Analisis, Validitas, Reliabilitas, dan Interpretasi Hasil Tes*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Trisiana, Anita dan Wartoyo. 2016. Desain Pengembangan Model Pembelajaran Pendidikan Kewarganegaraan Melalui ADDIE Model Untuk Meningkatkan Karakter Mahasiswa di Universitas Slamet Riyadi Surakarta. *Jurnal PKn Progresif* 11: 312-330
- Yamasari, E. 2010. Pengembangan Algoritma Pembelajaran Matematika Berbasis ICT Yang Berkualitas. Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana X ITS 2010. [online]. <http://jurnal.unikal.ac.id/index.php/Delta/article/view/433>. [Diakses 13 Januari 2019].

LAMPIRAN

Lampiran A Matrik Penelitian

MATRIK PENELITIAN

Nama : Karisma Bayu Cipta Wijaya (150210101014)

- Dosen Pembimbing 1 : Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D
- Dosen Pembimbing 2 : Arif Fatahillah, S.Pd., M.Si.

Kompustabel

Judul	Rumusan Masalah	Variabel	Indikator	Sumber Data	Metode Penelitian
Pengembangan Algoritma Penyelesaian Rubik Standar dalam Bentuk Graf Berarah	1. Bagaimana proses pengembangan algoritma penyelesaian rubik standar dalam bentuk graf berarah? 2. Bagaimana hasil	1. Pengembangan algoritma 2. Algoritma Penyelesaian Rubik Standar 3. Rubik Standar 4. Graf Berarah	1. Pengembangan algoritma penyelesaian rubik standar menggunakan model ADDIE: a. Tahap Analisis (<i>Analysis</i>) b. Tahap Desain	1. Kepustakaan 2. Subjek penelitian warga atau mahasiswa sekitar kampus yang bisa menyelesaikan rubik standar	1. Jenis Penelitian: Penelitian pengembangan 2. Subjek Penelitian: warga atau mahasiswa sekitar kampus yang bisa menyelesaikan

Judul	Rumusan Masalah	Variabel	Indikator	Sumber Data	Metode Penelitian
	pengembangan algoritma penyelesaian rubik standar dalam bentuk graf berarah?		(<i>Design</i>) c. Tahap Pengembangan (<i>Develop</i>) d. Tahap Implementasi (<i>Implement</i>) e. Tahap Evaluasi (<i>Evaluate</i>) 2. Algoritma yang meliputi kevalidan, kepraktisan dan Keefektifan 3. Pemain diharapkan mampu menyelesaikan rubik standar dengan algoritma		rubik standar 3. Prosedur Penelitian: a. Tahap Analisis (<i>Analysis</i>) b. Tahap Desain (<i>Design</i>) c. Tahap Pengembangan (<i>Develop</i>) d. Tahap Implementasi (<i>Implement</i>) e. Tahap Evaluasi (<i>Evaluate</i>) 4. Metode

Judul	Rumusan Masalah	Variabel	Indikator	Sumber Data	Metode Penelitian
			yang telah dikembangkan		Pengumpulan Dara: a. Validasi Ahli b. Tes c. Angket d. Wawancara 5. Metode Analisis: a. Analisis data instrumen validasi ahli b. Analisis data hasil tes c. Analisis data hasil angket

No	Aspek Kriteria	Indikator	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	Format	7. Keunggulan dibandingkan algoritma yang sudah ada										
		8. Kesesuaian ilustrasi gambar algoritma dengan materi										
		9. Kejelasan petunjuk penggunaan algoritma										
		10. Kreativitas dan inovasi dalam algoritma										

No	Bagian Perbaikan	Saran

*) Jika kolom yang disediakan kurang, saran dapat ditulis dibalik kertas ini

Jember,

2019

Validator

(.....)

LEMBAR OBSERVASI PRAKTISI

Hari, tanggal :

Berilah tanda check list (\checkmark) pada pilihan yang telah disediakan yang sesuai dengan keadaan sebenarnya!

Keterangan : 1 = berarti “tidak memenuhi objek yang diamati”, 2 = berarti “kurang memenuhi objek yang diamati”, 3 = berarti “cukup memenuhi objek yang diamati”, 4 = berarti “memenuhi objek yang diamati”, 5 = berarti “sangat memenuhi objek yang diamati”

No	Objek yang diamati	Kriteria					Catatan
		1	2	3	4	5	
1	Peneliti menggunakan algoritma pengembangan dalam menjelaskan materi graf berarah						
2	Peneliti menguasai cara menggunakan algoritma pengembangan						
3	Peneliti dapat membantu pemain yang kesulitan menggunakan algoritma pengembangan						
4	Peneliti menggunakan menggunakan bahasa yang mudah dimengerti dalam menyampaikan materi						
5	Peneliti menyampaikan materi secara runtut dan terarah						

Jember,

2019

Observer

(.....)

PEDOMAN WAWANCARA

No	Pertanyaan
1.	Bagaimana pendapat kalian tentang algoritma pengembangan untuk menyelesaikan rubik standar ini?
2.	Apakah algoritma pengembangan untuk menyelesaikan rubik standar ini bermanfaat bagi kalian?
3.	Apa yang dapat kalian ambil dalam algoritma yang telah dikembangkan ini?
4.	Bagaimana perasaan kalian belajar algoritma pengembangan untuk menyelesaikan rubik standar ini?
5.	Apakah kalian sudah pernah menggunakan algoritma pengembangan semacam ini sebelumnya?
6.	Apa saja kendala yang kalian alami dalam menggunakan algoritma pengembangan ini?
7.	Bagaimana hasil yang didapat setelah mempelajari dan menggunakan algoritma pengembangan ini?
8.	Apakah menurut kalian algoritma pengembangan ini layak digunakan pada lomba?

Keterangan : * Khusus pemain

LEMBAR VALIDASI PEDOMAN WAWANCARA**Petunjuk:**

1. Bapak/Ibu/Saudara/Saudari dapat memberikan penilaian dengan memberikan tanda *check* (√) pada kolom yang tersedia.
2. Makna penilaian adalah 1 (tidak sesuai), 2 (kurang sesuai), 3 (cukup sesuai), 4 (sesuai), 5 (sangat sesuai).
3. Berilah saran revisi pada tempat yang tersedia.

No	Butir pertanyaan	Skor				
		1	2	3	4	5
1	Pertanyaan komunikatif dan mudah dipahami					
2	Kalimat pertanyaan jelas dan tidak ambigu					
3	Kalimat pertanyaan sudah menggunakan tanda baca yang benar					
4	Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia					

Saran :

.....

.....

.....

.....

Jember,
Validator

2019

(.....)

*Lampiran C Lembar Validasi Lembar Observasi***LEMBAR VALIDASI LEMBAR OBSERVASI**

Petunjuk:

1. Bapak/Ibu/Saudara/Saudari dapat memberikan penilaian dengan memberikan tanda *check* (√) pada kolom yang tersedia.
2. Makna penilaian adalah 1 (tidak sesuai), 2 (kurang sesuai), 3 (cukup sesuai), 4 (sesuai), 5 (sangat sesuai).
3. Berilah saran revisi pada tempat yang tersedia.

No	Butir pertanyaan	Skor				
		1	2	3	4	5
1	Kejelasan petunjuk					
2	Keruntutan pertanyaan					
3	Keakuratan pernyataan dengan pilihan jawaban					
4	Sudah mencerminkan kegiatan pada penggunaan media pembelajaran					
5	Kejelasan penggunaan bahasa					

Saran :

.....

.....

.....

.....

Jember,

2019

Validator

(.....)

Lampiran D Angket Respon Pengguna

**LEMBAR ANGKET RESPON PENGGUNA
PENGEMBANGAN ALGORITMA PENYELESAIAN RUBIK STANDAR
DALAM BENTUK GRAF BERARAH**

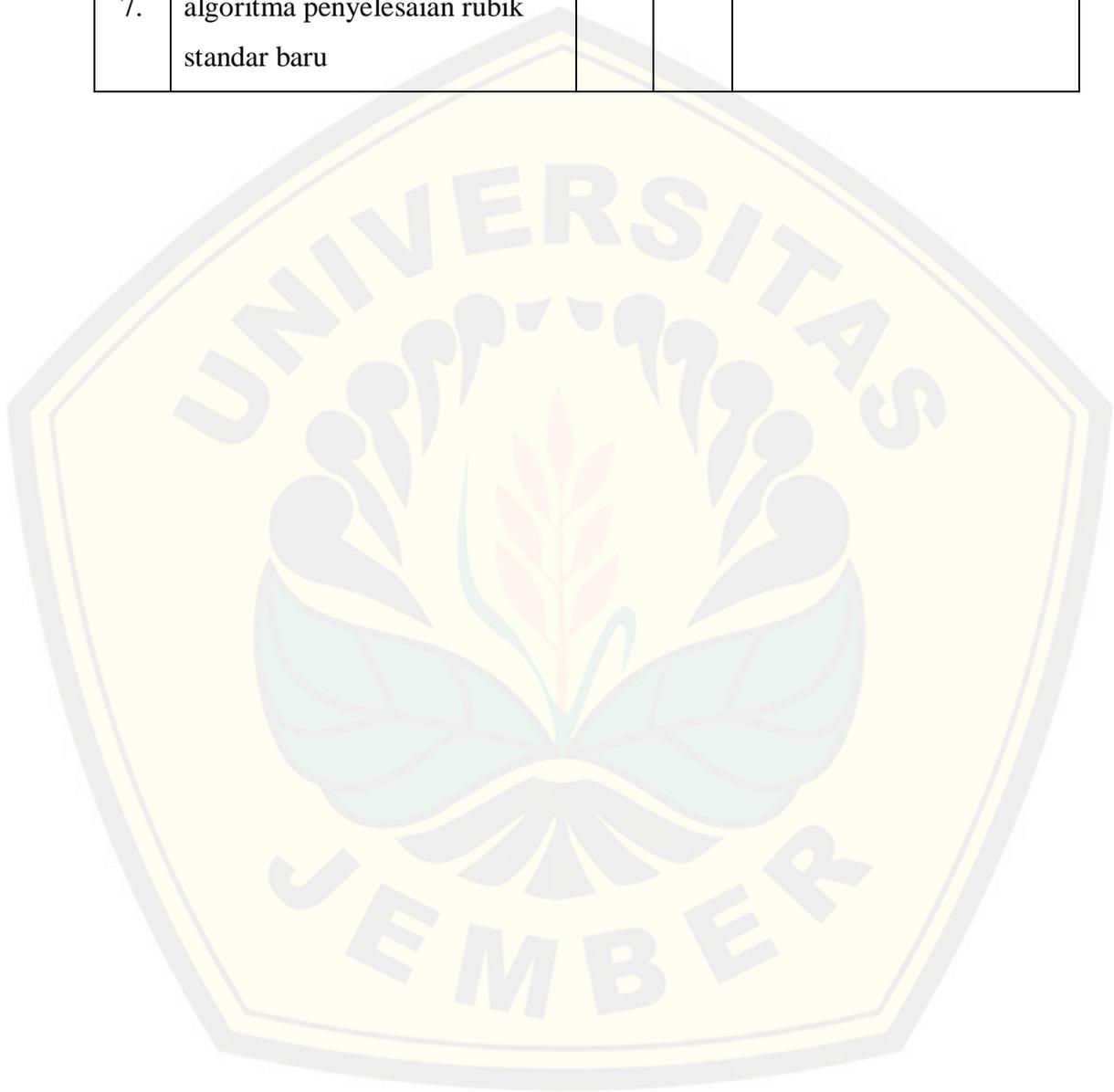
PETUNUK PENGISIAN

1. Berilah tandah *check* (\checkmark) pada kolom yang sesuai untuk menilai kualitas algoritma.
2. Keterangan : S = Setuju dan TS = Tidak Setuju

Nama :

No	Kriteria	TS	S	Keterangan
1.	Saya dapat memahami instruksi dalam menggunakan algoritma pada awal permainan			
2.	Saya dapat memahami materi graf berarah pada permainan rubik standar			
3.	Saya dapat mengemukakan pendapat setelah menggunakan algoritma			
4.	Saya merasa algoritma ini bermanfaat untuk menunjang pembelajaran			
5.	Saya merasa senang belajar dengan algoritma yang telah dikembangkan ini			
6.	Saya tidak merasa bosan belajar dengan algoritma yang telah			

No	Kriteria	TS	S	Keterangan
	dikembangkan ini			
7.	Saya termotivasi untuk belajar algoritma penyelesaian rubik standar baru			



Lampiran E Analisis Kevalidan

A. Data Validasi Algoritma

Rata-Rata Hasil Penilaian Setiap Indikator (I_i) dari Semua Validator

No.	Aspek Kriteria	Indikator	Nilai Validator (V_{ji})		I_i
			V_{1i}	V_{2i}	
1.	Materi dan algoritma	1. Keseuaian materi dalam algoritma	9	9	9
		2. Kesesuaian materi dengan tingkat pengetahuan pemain	8	8	8
		3. Kesesuaian penjabaran materi dalam algoritma dengan tujuan pembelajaran	9	8	8,5
		4. Kejelasan algoritma	8	9	8,5
2	Kebahasaan	5. Kebakuan bahasa	9	8	8,5
		6. Kemudahan dalam memahami bahasa yang digunakan	10	8	9
3	Format	7. Keunggulan dibandingkan algoritma yang sudah ada	9	9	9
		8. Kesesuaian ilustrasi gambar algoritma dengan materi	9	8	8,5
		9. Kejelasan petunjuk penggunaan algoritma	8	8	8
		10. Kreativitas dan inovasi dalam algoritma	10	10	10

Rata-Rata Nilai Setiap Aspek1. Aspek Materi dan algoritma (A_1)

Rata-rata Indikator A_1				Rata-rata
I_1	I_2	I_3	I_4	
9	8	8,5	8,5	8,5

2. Aspek Kebahasaan (A_2)

Rata-rata Indikator A_2		Rata-rata
I_5	I_6	
8,5	9	8,75

3. Aspek Format (A_3)

Rata-rata Indikator A_3				Rata-rata
I_7	I_8	I_9	I_{10}	
9	8,5	8	10	8,875

4. Rata-rata semua aspek

Rata-rata Setiap Aspek (A_i)			Rata-rata (V_a)
A_1	A_2	A_3	
8,5	8,75	8,875	8,7

Mengubah nilai rata-rata total V_a menjadi nilai koefisien korelasi (a)

$$a = \frac{8,7}{10} = 0,87$$

Kategori Interpretasi Koefisien Validitas

Besaran a	Interpretasi
$0,8 < a \leq 1$	Sangat Tinggi
$0,6 < a \leq 0,8$	Tinggi
$0,4 < a \leq 0,6$	Sedang
$0,2 < a \leq 0,4$	Rendah

Besaran α	Interpretasi
$ \alpha \leq 0,2$	Sangat Rendah

Sumber: Supranata (2005: 42)

B. Data Validasi Instrumen

1. Validasi Pedoman Wawancara

No	Butir pertanyaan	Nilai Validator (V_{ji})		I_i
		V_{1i}	V_{2i}	
1	Pertanyaan komunikatif dan mudah dipahami	5	4	4,5
2	Kalimat pertanyaan jelas dan tidak ambigu	4	4	4
3	Kalimat pertanyaan sudah menggunakan tanda baca yang benar	5	3	4
4	Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia	5	4	4,5
Rata-rata total V_a				4,25

Mengubah nilai rata-rata V_a menjadi nilai koefisien korelasi (α)

$$\alpha = \frac{4,25}{5} = 0,85$$

2. Validasi Lembar Observasi

No	Butir pertanyaan	Nilai Validator (V_{ji})		I_i
		V_{1i}	V_{2i}	
1	Kejelasan petunjuk	4	4	4
2	Keruntutan pertanyaan	5	4	4,5
3	Keakuratan pernyataan dengan pilihan jawaban	5	3	4
4	Sudah mencerminkan kegiatan pada penggunaan media pembelajaran	4	4	4

5	Kejelasan penggunaan bahasa	4	4	4
Rata-rata total V_a				4,1

Mengubah nilai rata-rata V_a menjadi nilai koefisien korelasi (a)

$$a = \frac{4,1}{5} = 0,82$$



Lampiran F Analisis Kepraktisan

No.	Observer	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5
1	Chika Ramadhanty Twine Ayu Putri	4	5	5	4	5
2	Inggil Ismiharto	5	5	4	5	4
3	Adelia Putri Liowardani	4	5	4	5	4
4	Dodi Pratama	4	5	5	5	4
5	Yuris Mimbadri	5	5	5	4	4
	Rata-rata	4,4	5	4,6	4,6	4,2

$$\text{Rata-rata Total} = \frac{4,4+5+4,6+4,6+4,2}{5} = \frac{22,8}{5} = 4,56$$

$$\text{Presentase Lembar Observasi Praktisi} = \frac{4,56}{5} \times 100\% = 91,2\%$$

Kategori Presentase Lembar Observasi Penggunaan Algoritma

Kategori Persentase	Nilai
Sangat Baik	$P > 95\%$
Baik	$80\% < P \leq 95\%$
Cukup	$65\% < P \leq 80\%$
Kurang Baik	$50\% < P \leq 65\%$
Kurang Sekali	$P < 50\%$

Lampiran G Analisis Keefektifan

A. Aspek Kognitif

Setelah menemukan graf dari setiap algoritma pengembangan dan biasa maka kita cari order, degree masuk ($d_m(v)$) dan degree keluar ($d_k(v)$). Order dan degree untuk setiap permasalahan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Algoritma Permasalahan 1	Degree Masuk $d_m(v)$																		Order $ V(G) $
	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8	r_9	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5	g_6	g_7	g_8	g_9	
Pengembangan	0	0	4	0	0	3	4	3	6	4	2	4	3	0	3	6	4	6	32
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9	o_1	o_2	o_3	o_4	o_5	o_6	o_7	o_8	o_9	
	4	3	6	2	0	4	4	2	6	4	0	0	3	0	0	6	3	4	
	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8	b_9	w_1	w_2	w_3	w_4	w_5	w_6	w_7	w_8	w_9	
Biasa	0	0	0	0	0	0	4	2	4	0	0	4	0	0	2	0	0	4	46
	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8	r_9	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5	g_6	g_7	g_8	g_9	
	4	2	4	3	0	3	4	4	5	3	1	3	3	0	3	5	3	5	
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9	o_1	o_2	o_3	o_4	o_5	o_6	o_7	o_8	o_9	
	5	4	5	3	0	3	4	3	5	3	2	2	3	0	2	5	4	4	
b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8	b_9	w_1	w_2	w_3	w_4	w_5	w_6	w_7	w_8	w_9		
3	0	3	2	0	2	4	2	3	2	3	3	0	0	3	1	3	3		

Algoritma Permasalahan 1	Degree Keluar $d_k(v)$																		Order $ V(G) $
	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8	r_9	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5	g_6	g_7	g_8	g_9	
Pengembangan	0	0	4	0	0	3	4	3	6	4	2	4	3	0	3	6	4	6	32
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9	o_1	o_2	o_3	o_4	o_5	o_6	o_7	o_8	o_9	
	4	3	6	2	0	4	4	2	6	4	0	0	3	0	0	6	3	4	
	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8	b_9	w_1	w_2	w_3	w_4	w_5	w_6	w_7	w_8	w_9	
0	0	0	0	0	0	4	2	4	0	0	4	0	0	2	0	0	4		

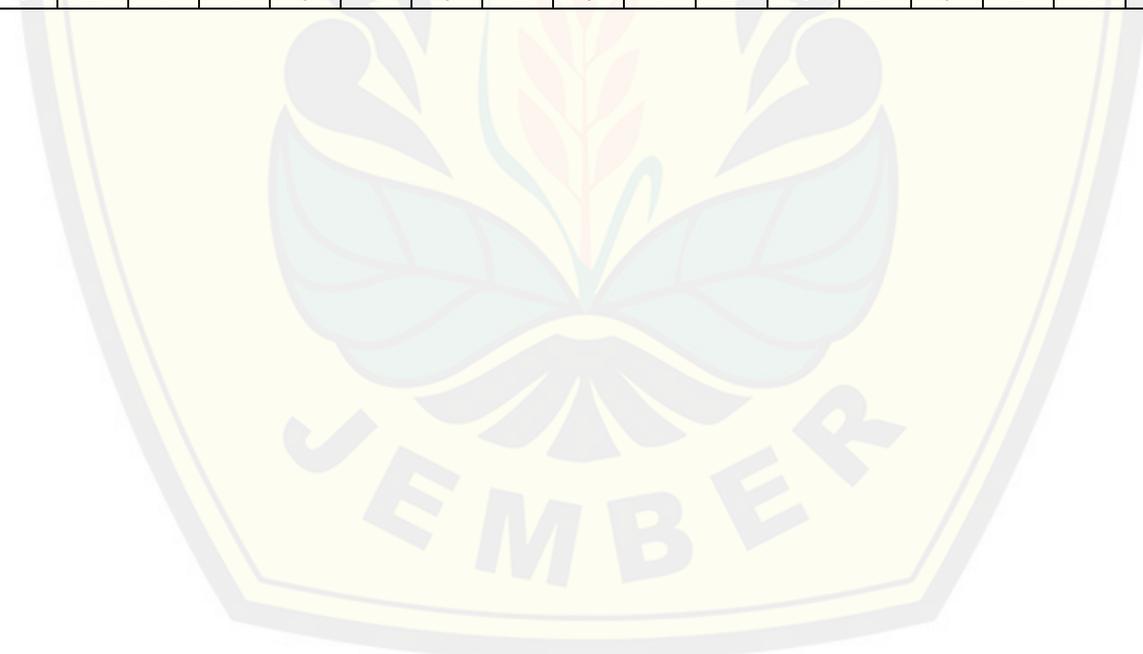
Algoritma	Degree Keluar ($d_k(v)$)																		Order $ V(G) $
Biasa	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8	r_9	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5	g_6	g_7	g_8	g_9	46
	4	2	4	3	0	3	4	4	5	3	1	3	3	0	3	5	3	5	
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9	o_1	o_2	o_3	o_4	o_5	o_6	o_7	o_8	o_9	
	5	4	5	3	0	3	4	3	5	3	2	2	3	0	2	5	4	4	
b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8	b_9	w_1	w_2	w_3	w_4	w_5	w_6	w_7	w_8	w_9		
3	0	3	2	0	2	4	2	3	2	3	3	0	0	3	1	3	3		

Algoritma	Degree Masuk $d_m(v)$																		Order $ V(G) $
Permasalahan 2	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8	r_9	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5	g_6	g_7	g_8	g_9	39
Pengembangan	2	2	4	2	0	4	4	4	6	4	2	2	4	0	2	6	4	4	
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9	o_1	o_2	o_3	o_4	o_5	o_6	o_7	o_8	o_9	
	4	4	6	2	0	4	2	2	4	2	0	0	2	0	0	4	2	2	
b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8	b_9	w_1	w_2	w_3	w_4	w_5	w_6	w_7	w_8	w_9		
0	0	3	0	0	2	2	2	5	0	0	2	0	0	2	2	2	2	4	
Biasa	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8	r_9	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5	g_6	g_7	g_8	g_9	46
	4	2	4	4	0	4	6	4	6	4	2	2	4	0	2	6	4	4	
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9	o_1	o_2	o_3	o_4	o_5	o_6	o_7	o_8	o_9	
	6	4	6	4	0	4	4	2	4	2	0	2	2	0	2	4	2	4	
b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8	b_9	w_1	w_2	w_3	w_4	w_5	w_6	w_7	w_8	w_9		
2	2	4	2	0	4	4	4	6	2	0	2	2	0	2	4	2	4		

Algoritma Permasalahan 2	Degree Keluar ($d_k(v)$)																		Order $ V(G) $
	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8	r_9	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5	g_6	g_7	g_8	g_9	
Pengembangan	2	2	4	2	0	4	4	4	6	4	2	2	4	0	2	6	4	4	
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9	o_1	o_2	o_3	o_4	o_5	o_6	o_7	o_8	o_9	
	4	4	6	2	0	4	2	2	4	2	0	0	2	0	0	4	2	2	
	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8	b_9	w_1	w_2	w_3	w_4	w_5	w_6	w_7	w_8	w_9	
Biasa	0	0	3	0	0	2	2	2	5	0	0	2	0	0	2	2	2	4	
	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8	r_9	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5	g_6	g_7	g_8	g_9	
	4	2	4	4	0	4	6	4	6	4	2	2	4	0	2	6	4	4	
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9	o_1	o_2	o_3	o_4	o_5	o_6	o_7	o_8	o_9	
	6	4	6	4	0	4	4	2	4	2	0	2	2	0	2	4	2	4	
Biasa	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8	b_9	w_1	w_2	w_3	w_4	w_5	w_6	w_7	w_8	w_9	
	2	2	4	2	0	4	4	4	6	2	0	2	2	0	2	4	2	4	

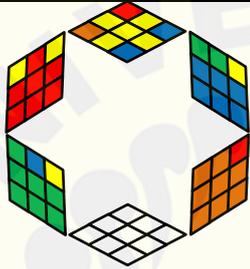
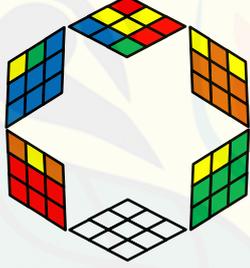
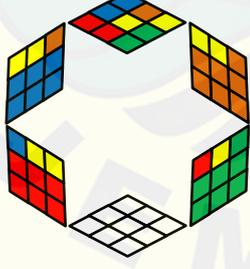
Algoritma Permasalahan 3	Degree Masuk $d_m(v)$																		Order $ V(G) $
	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8	r_9	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5	g_6	g_7	g_8	g_9	
Pengembangan	2	2	4	2	0	4	4	4	6	4	2	2	4	0	2	6	4	4	
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9	o_1	o_2	o_3	o_4	o_5	o_6	o_7	o_8	o_9	
	4	4	6	2	0	4	2	2	4	2	0	0	2	0	0	4	2	2	
	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8	b_9	w_1	w_2	w_3	w_4	w_5	w_6	w_7	w_8	w_9	
Biasa	0	0	3	0	0	2	2	2	5	0	0	2	0	0	2	2	2	4	
	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8	r_9	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5	g_6	g_7	g_8	g_9	
	4	2	4	4	0	4	6	4	6	4	2	4	4	0	4	6	4	6	
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9	o_1	o_2	o_3	o_4	o_5	o_6	o_7	o_8	o_9	
	6	4	6	4	0	4	6	4	6	4	2	4	4	0	4	6	4	6	
Biasa	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8	b_9	w_1	w_2	w_3	w_4	w_5	w_6	w_7	w_8	w_9	
	4	2	4	4	0	4	6	4	6	4	2	4	2	0	2	4	2	4	

Algoritma Permasalahan 3	Degree Keluar ($d_k(v)$)																		Order $ V(G) $
	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8	r_9	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5	g_6	g_7	g_8	g_9	
Pengembangan	2	2	4	2	0	4	4	4	6	4	2	2	4	0	2	6	4	4	39
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9	o_1	o_2	o_3	o_4	o_5	o_6	o_7	o_8	o_9	
	4	4	6	2	0	4	2	2	4	2	0	0	2	0	0	4	2	2	
	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8	b_9	w_1	w_2	w_3	w_4	w_5	w_6	w_7	w_8	w_9	
Biasa	0	0	3	0	0	2	2	2	5	0	0	2	0	0	2	2	2	4	48
	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8	r_9	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5	g_6	g_7	g_8	g_9	
	4	2	4	4	0	4	6	4	6	4	2	4	4	0	4	6	4	6	
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9	o_1	o_2	o_3	o_4	o_5	o_6	o_7	o_8	o_9	
	6	4	6	4	0	4	6	4	6	4	2	4	4	0	4	6	4	6	
	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8	b_9	w_1	w_2	w_3	w_4	w_5	w_6	w_7	w_8	w_9	
	4	2	4	4	0	4	6	4	6	4	2	4	2	0	2	4	2	4	



B. Aspek Psikomotorik

Dalam penelitian ini aspek psikomotorik dapat dilihat dari perbandingan banyak langkah algoritma biasa dan pengembangan. Disini peneliti mengambil 3 permasalahan dengan bentuk unik kondisi awal dan sesuai level. Peneliti juga menggunakan *software* Macromedia Flash versi 8 sebagai media menjalankan algoritma biasa dan pengembangan. Berikut data yang diperoleh:

Permasalahan	Kondisi Awal	Bentuk	Level	Banyak langkah	
				Biasa	Pengembangan
1		Cross	Mudah	27	17
2		Little L	Sedang	30	14
3		Half Diagonal	Sulit	29	22

Dari tabel di atas didapatkan ketiga algoritma pengembangan dari setiap masalah memiliki lebih sedikit langkah. Didapatkan pula rata-rata selisih langkah antara algoritma biasa dengan pengembangan yakni:

$$x = \frac{(27 - 17) + (29 - 22) + (30 - 14)}{3} = \frac{33}{3} = 11$$

Dari perhitungan di atas didapatkan rata-rata selisih langkah dari setiap algoritma pengembangan yakni 11 langkah lebih sedikit daripada algoritma biasa. Terbukti algoritma pengembangan efektif.

C. Aspek Afektif

No	Nama	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I_7
1	Lingkar Pamungkas	2	2	2	2	2	2	2
2	Ahmad Rizal	2	2	2	2	2	2	2
3	Aris Wahyudi	2	2	2	1	2	2	2
4	Agil Rahmatullah	2	2	2	2	2	2	2
5	Gunawan	2	2	2	2	2	2	2
6	Arief Putra Mada	2	1	2	2	2	2	2
7	Tohirun Dian Tian Mada	2	1	2	2	2	2	2
8	M. Figo Davistama	2	2	2	2	2	2	2
9	Doni Aditya Hadi	2	2	2	2	2	2	2
10	Cakra Surya Adi Kusuma	2	2	2	2	2	2	2
11	Bima Lintang P.	2	2	1	1	2	2	2
12	Bayu Wahyudi	1	2	2	2	2	2	1
13	Achmad Erfan Afandi	2	1	2	2	1	2	2
14	Jimmy Yanuar H. F.	2	2	2	2	2	1	2
15	Andika Pratama R.	2	2	2	2	2	1	2
Rata-rata		1,93	1,8	1,93	1,86	1,93	1,86	1,93

$$\text{Rata-rata Total} = \frac{1,93+1,8+1,93+1,86+1,93+1,86+1,93}{7} = \frac{13,24}{7} = 1,89$$

$$\text{Presentase Lembar Observasi Praktisi} = \frac{1,89}{2} \times 100\% = 94,5\%$$

Kategori Presentase Angket Siswa

Kategori Persentase	Nilai
Sangat Baik	$P > 95\%$
Baik	$80\% < P \leq 95\%$
Cukup	$65\% < P \leq 80\%$
Kurang Baik	$50\% < P \leq 65\%$
Kurang Sekali	$P < 50\%$

Lampiran H Transkrip Wawancara

TRANSKRIP WAWANCARA

Nama Pengguna : Lingkar Pamungkas

Kode Pengguna : S1

Hasil Wawancara dengan Pengguna

P10101 : *Bagaimana pendapat Lingkar setelah menggunakan algoritma pengembangan penyelesaian rubik standar?*

S10101 : *Untuk algoritmanya saya tertarik karena menggunakan algoritma biasa namun dimodifikasi sehingga mudah untuk dihafalkan tinggal lihat pola. Kalau kendalanya sih cuma kadang kebalik antara notasi satu sama yang lain karena sudah lama gak main juga.*

P10102 : *Berarti harus sering bermain rubik ya biar gak kebalik antara satu notasi dengan notasi lainnya?*

S10102 : *Iya mungkin itu bisa jadi solusi. Sibuk sama kuliah juga soalnya mangkanya gak bisa sering-sering bermain rubik.*

P10201 : *Apakah algoritma pengembangan untuk menyelesaikan rubik standar ini bermanfaat bagi Lingkar?*

S10201 : *Alhamdulillah secara pribadi menurut saya ini bermanfaat karena biasanya saya ya nyelesaikan rubik pakai algoritma itu-itu saja, ternyata ada yang lebih mudah.*

P10301 : *Apa yang dapat Lingkar ambil dalam algoritma yang telah dikembangkan ini?*

S10301 : *Mungkin menambah wawasan tentang rumus untuk menyelesaikan rubik dengan menggabungkan algoritma-algoritma dasar.*

P10401 : *Bagaimana perasaan Lingkar belajar algoritma pengembangan untuk menyelesaikan rubik standar ini?*

S10401 : *Alhamdulillah senang bisa mengingat kembali algoritma untuk menyelesaikan rubik standar ini.*

P10501 : *Apakah Lingkar sudah pernah menggunakan algoritma pengembangan semacam ini sebelumnya?*

S10501 : *Saya cuma belajar dari buku itupun rumus gampang, kalau masalah algoritma pengembangan atau*

bukan saya juga kurang paham tapi cuma tau kalau memang ada algoritma khusus untuk yang lomba-lomba.

P10601 : Apa saja kendala yang Lingkar alami dalam menggunakan algoritma pengembangan ini?

S10601 : Mungkin ya cuma kebalik antara satu notasi sama notasi lainnya

P10701 : Bagaimana hasil yang didapat setelah mempelajari dan menggunakan algoritma pengembangan ini?

S10701 : Alhamdulillah dapat wawasan baru lalu bisa menyelesaikan satu masalah dengan cara yang lain.

P10801 : Apakah menurut Lingkar algoritma pengembangan ini layak digunakan pada lomba?

S10801 : Yasudah jelas bisa sekali.

Nama Pengguna : Andika Pratama

Kode Pengguna : S2

Hasil Wawancara dengan Pengguna

P20101 : Bagaimana pendapat Andika setelah menggunakan algoritma pengembangan penyelesaian rubik standar?

S20101 : Menarik hanya saja lebih mudah kalau dipraktekkan sendiri tanpa melihat langkah-langkah dari aplikasinya tadi.

P20102 : Berarti Andika bingung jika algoritma disajikan dalam aplikasi?

S20102 : Iya sedikit.

P20201 : Apakah algoritma pengembangan untuk menyelesaikan rubik standar ini bermanfaat bagi Andika?

S20201 : Bermanfaat.

P20301 : Apa yang dapat Andika ambil dalam algoritma yang telah dikembangkan ini?

S20301 : Alhamdulillah bisa mengingat kembali algoritma rubik yang dulu, dan ternyata bisa dikembangkan.

P20401 : Bagaimana perasaan Andika belajar algoritma pengembangan untuk menyelesaikan rubik standar ini?

S20401 : Senang kok.

P20501 : Apakah Andika sudah pernah menggunakan algoritma pengembangan semacam ini sebelumnya?

S20501 : Belum, saya belajar rubik saja dari temen.

P20601 : Apa saja kendala yang Andika alami dalam menggunakan algoritma pengembangan ini?

S20601 : Algoritma pengembangan ini bagus tapi saya sepertinya lebih terbiasa dengan algoritma saya yang dulu.

P20701 : Bagaimana hasil yang didapat setelah mempelejadi dan menggunakan algoritma pengembangan ini?

S20701 : Dapat ilmu baru

P20801 : Apakah menurut Andika algoritma pengembangan ini layak digunakan pada lomba?

S20801 : Mungkin saja bisa.

Nama Pengguna : Achmad Erfan Afandi

Kode Pengguna : S3

Hasil Wawancara dengan Pengguna

P30101 : Bagaimana pendapat Erfan setelah menggunakan algoritma pengembangan penyelesaian rubik standar?

S30101 : Menarik

P30102 : Bagian mananya yang menarik?

S30102 : Ya ternyata bisa satu kondisi diselesaikan dua cara.

P30201 : Apakah algoritma pengembangan untuk menyelesaikan rubik standar ini bermanfaat bagi Erfan?

S30201 : Bermanfaat sih tapi tidak terlalu.

P30301 : Apa yang dapat Erfan ambil dalam algoritma yang telah dikembangkan ini?

S30301 : Menambah ilmu.

P30401 : Bagaimana perasaan Erfan belajar algoritma pengembangan untuk menyelesaikan rubik standar ini?

S30401 : Biasa saja.

P30501 : Apakah Erfan sudah pernah menggunakan algoritma pengembangan semacam ini sebelumnya?

S30501 : Belum pernah, saya pertama kali bisa rubik pas SMP, setelah masuk SMA sampai sekarang tidak pernah bermain rubik lagi jadi ya belajarnya cuma pas SMP itupun hanya algoritma biasa.

P30601 : Apa saja kendala yang Erfan alami dalam menggunakan algoritma pengembangan ini?

S30601 : Kurang paham tentang grafnya yang anda maksud.

P30701 : Bagaimana hasil yang didapat setelah mempelajari dan menggunakan algoritma pengembangan ini?

S30701 : Dapat algoritma baru.

P30801 : Apakah menurut Erfan algoritma pengembangan ini layak digunakan pada lomba?

S30801 : Gak paham juga, gak pernah ikut lomba.



Lampiran I Dokumentasi Kegiatan









No	Aspek Kriteria	Indikator	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	Format	7. Keunggulan dibandingkan algoritma yang sudah ada									✓	
		8. Kesesuaian ilustrasi gambar algoritma dengan materi								✓		
		9. Kejelasan petunjuk penggunaan algoritma								✓		
		10. Kreativitas dan inovasi dalam algoritma										✓

No	Bagian Perbaikan	Saran
		Menambahkan algoritma dasar untuk rumus lanjutan

*) Jika kolom yang disediakan kurang, saran dapat ditulis dibalik kertas ini

Jember, 11 Juli 2019

Validator

(Roby Fahrurrozi.....)

No	Aspek Kriteria	Indikator	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		algoritma yang sudah ada										
		8. Kesesuaian ilustrasi gambar algoritma dengan materi									✓	
		9. Kejelasan petunjuk penggunaan algoritma								✓		
		10. Kreativitas dan inovasi dalam algoritma										✓

No	Bagian Perbaikan	Saran

*) Jika kolom yang disediakan kurang, saran dapat ditulis dibalik kertas ini

Jember, 11 Juli 2019

Validator

[Signature]
 (Moch. Yump Akh. Putra, F)

Validasi Pedoman Wawancara

LEMBAR VALIDASI PEDOMAN WAWANCARA

Petunjuk:

1. Bapak/Ibu/Saudara/Saudari dapat memberikan penilaian dengan memberikan tanda check (✓) pada kolom yang tersedia.
2. Makna penilaian adalah 1 (tidak sesuai), 2 (kurang sesuai), 3 (cukup sesuai), 4 (sesuai), 5 (sangat sesuai).
3. Berilah saran revisi pada tempat yang tersedia.

No	Butir pertanyaan	Skor				
		1	2	3	4	5
1	Pertanyaan komunikatif dan mudah dipahami				✓	
2	Kalimat pertanyaan jelas dan tidak ambigu				✓	
3	Kalimat pertanyaan sudah menggunakan tanda baca yang benar			✓		
4	Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia				✓	

Saran :

Jember, 11 Juli 2019
 Validator

 (Rody Fakhri)

LEMBAR VALIDASI PEDOMAN WAWANCARA

Petunjuk:

1. Bapak/Ibu/Saudara/Saudari dapat memberikan penilaian dengan memberikan tanda check (✓) pada kolom yang tersedia.
2. Makna penilaian adalah 1 (tidak sesuai), 2 (kurang sesuai), 3 (cukup sesuai), 4 (sesuai), 5 (sangat sesuai).
3. Berilah saran revisi pada tempat yang tersedia.

No	Butir pertanyaan	Skor				
		1	2	3	4	5
1	Pertanyaan komunikatif dan mudah dipahami					✓
2	Kalimat pertanyaan jelas dan tidak ambigu				✓	
3	Kalimat pertanyaan sudah menggunakan tanda baca yang benar					✓
4	Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia					✓

Saran :

Jember, 10 Juli 2019
 Validator

 (Muli Yuspita P.F.)

Validasi Lembar Observasi

LEMBAR VALIDASI LEMBAR OBSERVASI

Petunjuk:

1. Bapak/Ibu/Saudara/Saudari dapat memberikan penilaian dengan memberikan tanda check (✓) pada kolom yang tersedia.
2. Makna penilaian adalah 1 (tidak sesuai), 2 (kurang sesuai), 3 (cukup sesuai), 4 (sesuai), 5 (sangat sesuai).
3. Berilah saran revisi pada tempat yang tersedia.

No	Butir pertanyaan	Skor				
		1	2	3	4	5
1	Kejelasan petunjuk				✓	
2	Keruntutan pertanyaan				✓	
3	Keselarasan pernyataan dengan pilihan jawaban			✓		
4	Sudah mencerminkan kegiatan pada penggunaan media pembelajaran				✓	
5	Kejelasan penggunaan bahasa				✓	

Saran :

Jember, 11 Juli 2019

Validator

(*[Signature]*)
 (Rohi F. F. F.)

LEMBAR VALIDASI LEMBAR OBSERVASI

Petunjuk:

1. Bapak/Ibu/Saudara/Saudari dapat memberikan penilaian dengan memberikan tanda check (✓) pada kolom yang tersedia.
2. Makna penilaian adalah 1 (tidak sesuai), 2 (kurang sesuai), 3 (cukup sesuai), 4 (sesuai), 5 (sangat sesuai).
3. Berilah saran revisi pada tempat yang tersedia.

No	Butir pertanyaan	Skor				
		1	2	3	4	5
1	Kejelasan petunjuk				✓	
2	Keruntutan pertanyaan					✓
3	Keselarasan pernyataan dengan pilihan jawaban					✓
4	Sudah mencerminkan kegiatan pada penggunaan media pembelajaran				✓	
5	Kejelasan penggunaan bahasa				✓	

Saran :

Jember, 11 Juli 2019

Validator

(*[Signature]*)
 (Muti Nurul Azzahra, S.Pd)

Lampiran K Lembar Observasi

Obsersvasi Praktisi

LEMBAR OBSERVASI PRAKTIKI

Tgl. tanggal: Jember, 18 Juli 2019

Berilah tanda check list (✓) pada pilihan yang telah disediakan yang sesuai dengan keadaan sebenarnya!

Keterangan: 1 = berarti "tidak memenuhi objek yang diamati", 2 = berarti "kurang memenuhi objek yang diamati", 3 = berarti "agak memenuhi objek yang diamati", 4 = berarti "memenuhi objek yang diamati", 5 = berarti "sangat memenuhi objek yang diamati"

No	Objek yang diamati	Kriteria					Catatan
		1	2	3	4	5	
1	Peneliti menggunakan algoritma pengembangan dalam menjelaskan materi graf berarah				✓		
2	Peneliti menggunakan cara menggunakan algoritma pengembangan				✓		
3	Peneliti dapat membuat pesan yang kemudian menggunakan algoritma pengembangan				✓		
4	Peneliti menggunakan bahasa yang mudah dimengerti dalam menyampaikan materi				✓		
5	Peneliti menyampaikan materi secara runtut dan terarah				✓		

Jember, 18 Juli 2019
Observer

CHIKA IMAHANTY 344

LEMBAR OBSERVASI PRAKTIKI

Tgl. tanggal: Jember, 18 Juli 2019

Berilah tanda check list (✓) pada pilihan yang telah disediakan yang sesuai dengan keadaan sebenarnya!

Keterangan: 1 = berarti "tidak memenuhi objek yang diamati", 2 = berarti "kurang memenuhi objek yang diamati", 3 = berarti "agak memenuhi objek yang diamati", 4 = berarti "memenuhi objek yang diamati", 5 = berarti "sangat memenuhi objek yang diamati"

No	Objek yang diamati	Kriteria					Catatan
		1	2	3	4	5	
1	Peneliti menggunakan algoritma pengembangan dalam menjelaskan materi graf berarah					✓	
2	Peneliti menggunakan cara menggunakan algoritma pengembangan					✓	
3	Peneliti dapat membuat pesan yang kemudian menggunakan algoritma pengembangan				✓		
4	Peneliti menggunakan bahasa yang mudah dimengerti dalam menyampaikan materi					✓	
5	Peneliti menyampaikan materi secara runtut dan terarah					✓	

Jember, 18 Juli 2019
Observer

Bayu Kambarta

LEMBAR OBSERVASI PRAKTIKI

Tgl. tanggal: _____

Berilah tanda check list (✓) pada pilihan yang telah disediakan yang sesuai dengan keadaan sebenarnya!

Keterangan: 1 = berarti "tidak memenuhi objek yang diamati", 2 = berarti "kurang memenuhi objek yang diamati", 3 = berarti "agak memenuhi objek yang diamati", 4 = berarti "memenuhi objek yang diamati", 5 = berarti "sangat memenuhi objek yang diamati"

No	Objek yang diamati	Kriteria					Catatan
		1	2	3	4	5	
1	Peneliti menggunakan algoritma pengembangan dalam menjelaskan materi graf berarah					✓	
2	Peneliti menggunakan cara menggunakan algoritma pengembangan					✓	
3	Peneliti dapat membuat pesan yang kemudian menggunakan algoritma pengembangan					✓	
4	Peneliti menggunakan bahasa yang mudah dimengerti dalam menyampaikan materi					✓	
5	Peneliti menyampaikan materi secara runtut dan terarah					✓	

Jember, 18 Juli 2019
Observer

Bayu Kambarta

LEMBAR OBSERVASI PRAKTIKI

Hari, tanggal : Senin, 14 Juli 2019

Berilah tanda check list (✓) pada pilihan yang telah disediakan yang sesuai dengan keadaan sebenarnya!

Keterangan : 1 = berarti "tidak memenuhi objek yang diamati", 2 = berarti "kurang memenuhi objek yang diamati", 3 = berarti "cukup memenuhi objek yang diamati", 4 = berarti "memenuhi objek yang diamati", 5 = berarti "sangat memenuhi objek yang diamati"

No	Objek yang diamati	Kriteria					Catatan
		1	2	3	4	5	
1	Peneliti menggunakan algoritma pengembangan dalam menjelaskan materi graf herarah				✓		
2	Peneliti menguasai cara menggunakan algoritma pengembangan				✓		
3	Peneliti dapat membantu pemais yang kesulitan menggunakan algoritma pengembangan				✓		
4	Peneliti menggunakan bahasa yang mudah dimengerti dalam menyampaikan materi				✓		
5	Peneliti menyampaikan materi secara runtut dan terarah				✓		

Jember, 14 Juli 2019

Observer


 (Dwi Pratomo)

LEMBAR OBSERVASI PRAKTIKI

Hari, tanggal : Senin, 15 Juli 2019

Berilah tanda check list (✓) pada pilihan yang telah disediakan yang sesuai dengan keadaan sebenarnya!

Keterangan : 1 = berarti "tidak memenuhi objek yang diamati", 2 = berarti "kurang memenuhi objek yang diamati", 3 = berarti "cukup memenuhi objek yang diamati", 4 = berarti "memenuhi objek yang diamati", 5 = berarti "sangat memenuhi objek yang diamati"

No	Objek yang diamati	Kriteria					Catatan
		1	2	3	4	5	
1	Peneliti menggunakan algoritma pengembangan dalam menjelaskan materi graf berarah					✓	
2	Peneliti menguasai cara menggunakan algoritma pengembangan					✓	
3	Peneliti dapat membantu pemais yang kesulitan menggunakan algoritma pengembangan					✓	
4	Peneliti menggunakan bahasa yang mudah dimengerti dalam menyampaikan materi				✓		
5	Peneliti menyampaikan materi secara runtut dan terarah					✓	

Jember, 15 Juli 2019

Observer


 (Yuru Mulyadri)

Lampiran L Lembar Angket Pengguna

LEMBAR ANKET RESPON PENGGUNA
PENGEMBANGAN ALGORITMA PENYELESAIAN RUBIK STANDAR
DALAM BENTUK GRAF BERARAH

PETUNJUK PENGGUNA

- Berilah tanda check (✓) pada kolom yang sesuai untuk menilai kualitas algoritma.
- Keterangan: B = Benar dan TS = Tidak Benar

Nama: LINDA PAMUNJAS

No	Kriteria	TS	B	Keterangan
1.	Saya dapat memahami masalah dalam menggunakan algoritma pada soal pemrosesan		✓	
2.	Saya dapat memahami materi graf berarah pada pemrosesan rubik standar		✓	
3.	Saya dapat menggunakan prosedur untuk menggunakan algoritma		✓	
4.	Saya merasa algoritma ini bermanfaat untuk menunjang pembelajaran		✓	
5.	Saya merasa senang belajar dengan algoritma yang telah dikembangkan ini		✓	
6.	Saya tidak merasa bosan belajar dengan algoritma yang telah dikembangkan ini		✓	
7.	Saya tertarik untuk belajar algoritma penyelesaian rubik standar baru		✓	

LEMBAR ANKET RESPON PENGGUNA
PENGEMBANGAN ALGORITMA PENYELESAIAN RUBIK STANDAR
DALAM BENTUK GRAF BERARAH

PETUNJUK PENGGUNA

- Berilah tanda check (✓) pada kolom yang sesuai untuk menilai kualitas algoritma.
- Keterangan: B = Benar dan TS = Tidak Benar

Nama: Amad Rival

No	Kriteria	TS	B	Keterangan
1.	Saya dapat memahami masalah dalam menggunakan algoritma pada soal pemrosesan		✓	
2.	Saya dapat memahami materi graf berarah pada pemrosesan rubik standar		✓	
3.	Saya dapat menggunakan prosedur untuk menggunakan algoritma		✓	
4.	Saya merasa algoritma ini bermanfaat untuk menunjang pembelajaran		✓	
5.	Saya merasa senang belajar dengan algoritma yang telah dikembangkan ini		✓	
6.	Saya tidak merasa bosan belajar dengan algoritma yang telah dikembangkan ini		✓	
7.	Saya tertarik untuk belajar algoritma penyelesaian rubik standar baru		✓	

LEMBAR ANKET RESPON PENGGUNA
PENGEMBANGAN ALGORITMA PENYELESAIAN RUBIK STANDAR
DALAM BENTUK GRAF BERARAH

PETUNJUK PENGGUNA

- Berilah tanda check (✓) pada kolom yang sesuai untuk menilai kualitas algoritma.
- Keterangan: B = Benar dan TS = Tidak Benar

Nama: ANIS ALFIDA

No	Kriteria	TS	B	Keterangan
1.	Saya dapat memahami masalah dalam menggunakan algoritma pada soal pemrosesan		✓	
2.	Saya dapat memahami materi graf berarah pada pemrosesan rubik standar		✓	
3.	Saya dapat menggunakan prosedur untuk menggunakan algoritma		✓	
4.	Saya merasa algoritma ini bermanfaat untuk menunjang pembelajaran	✓		
5.	Saya merasa senang belajar dengan algoritma yang telah dikembangkan ini		✓	
6.	Saya tidak merasa bosan belajar dengan algoritma yang telah dikembangkan ini		✓	
7.	Saya tertarik untuk belajar algoritma penyelesaian rubik standar baru		✓	

**LEMBAR ANGIKET RESPON PENGGUNA
PENGEMBANGAN ALGORITMA PENYELESAIAN RUBIK STANDAR
DALAM BENTUK GRAF BERARAH**

PETUNJUK PENGISIAN

1. Berilah tanda check (✓) pada kolom yang sesuai untuk menilai keefektifan algoritma.
2. Keterangan: S = Sangat dan TS = Tidak Setuju

Nama : M. Fidiyuloh

No	Kriteria	TS	S	Keterangan
1.	Saya dapat memahami masalah dalam menggunakan algoritma pada awal permainan		✓	
2.	Saya dapat memahami rumus graf berarah pada permainan rubik standar		✓	
3.	Saya dapat menggunakan prosedur untuk menggunakan algoritma		✓	
4.	Saya merasa algoritma ini bermanfaat untuk menunjang pembelajaran		✓	
5.	Saya merasa senang belajar dengan algoritma yang telah dikembangkan ini		✓	
6.	Saya tidak merasa bosan belajar dengan algoritma yang telah dikembangkan ini		✓	
7.	Saya tertarik untuk belajar algoritma penyelesaian rubik standar baru		✓	

**LEMBAR ANGIKET RESPON PENGGUNA
PENGEMBANGAN ALGORITMA PENYELESAIAN RUBIK STANDAR
DALAM BENTUK GRAF BERARAH**

PETUNJUK PENGISIAN

1. Berilah tanda check (✓) pada kolom yang sesuai untuk menilai keefektifan algoritma.
2. Keterangan: S = Sangat dan TS = Tidak Setuju

Nama : Gepranudin

No	Kriteria	TS	S	Keterangan
1.	Saya dapat memahami masalah dalam menggunakan algoritma pada awal permainan		✓	
2.	Saya dapat memahami rumus graf berarah pada permainan rubik standar		✓	
3.	Saya dapat menggunakan prosedur untuk menggunakan algoritma		✓	
4.	Saya merasa algoritma ini bermanfaat untuk menunjang pembelajaran		✓	
5.	Saya merasa senang belajar dengan algoritma yang telah dikembangkan ini		✓	
6.	Saya tidak merasa bosan belajar dengan algoritma yang telah dikembangkan ini		✓	
7.	Saya tertarik untuk belajar algoritma penyelesaian rubik standar baru		✓	

**LEMBAR ANGIKET RESPON PENGGUNA
PENGEMBANGAN ALGORITMA PENYELESAIAN RUBIK STANDAR
DALAM BENTUK GRAF BERARAH**

PETUNJUK PENGISIAN

1. Berilah tanda check (✓) pada kolom yang sesuai untuk menilai keefektifan algoritma.
2. Keterangan: S = Sangat dan TS = Tidak Setuju

Nama : Arif, Dhan, Wadit

No	Kriteria	TS	S	Keterangan
1.	Saya dapat memahami instruksi dalam menggunakan algoritma pada awal permainan		✓	
2.	Saya dapat memahami rumus graf berarah pada permainan rubik standar	✓		Saya sudah sedikit bingung
3.	Saya dapat menggunakan prosedur untuk menggunakan algoritma		✓	
4.	Saya merasa algoritma ini bermanfaat untuk menunjang pembelajaran		✓	
5.	Saya merasa senang belajar dengan algoritma yang telah dikembangkan ini		✓	
6.	Saya tidak merasa bosan belajar dengan algoritma yang telah dikembangkan ini		✓	
7.	Saya tertarik untuk belajar algoritma penyelesaian rubik standar baru		✓	

LEMBAR ANGGKET RESPON PENGGUNA
PENGEMBANGAN ALGORITMA PENYELESAIAN RUBIK STANDAR
DALAM BENTUK GRAF BERARAH

PETUNJUK PENGISIAN

1. Berilah tanda check (✓) pada kolom yang sesuai untuk menilai kualitas algoritma.
2. Keterangan : S = Setuju dan TS = Tidak Setuju

Nama : Tetris Dwi Ima Mada

No	Kriteria	TS	S	Keterangan
1.	Saya dapat memahami masalah dalam menggunakan algoritma pada awal permainan		✓	
2.	Saya dapat memahami masalah graf berarah pada permainan rubik standar	✓		
3.	Saya dapat menggunakan pendekatan untuk menggunakan algoritma		✓	
4.	Saya merasa algoritma ini bermanfaat untuk menunjang pembelajaran		✓	
5.	Saya merasa senang belajar dengan algoritma yang telah dikembangkan ini		✓	
6.	Saya tidak merasa bosan belajar dengan algoritma yang telah dikembangkan ini		✓	
7.	Saya tertarik untuk belajar algoritma penyelesaian rubik standar baru		✓	

LEMBAR ANGGKET RESPON PENGGUNA
PENGEMBANGAN ALGORITMA PENYELESAIAN RUBIK STANDAR
DALAM BENTUK GRAF BERARAH

PETUNJUK PENGISIAN

1. Berilah tanda check (✓) pada kolom yang sesuai untuk menilai kualitas algoritma.
2. Keterangan : S = Setuju dan TS = Tidak Setuju

Nama : M. S. A. DAKYATMA

No	Kriteria	TS	S	Keterangan
1.	Saya dapat memahami masalah dalam menggunakan algoritma pada awal permainan		✓	
2.	Saya dapat memahami masalah graf berarah pada permainan rubik standar		✓	
3.	Saya dapat menggunakan pendekatan untuk menggunakan algoritma		✓	
4.	Saya merasa algoritma ini bermanfaat untuk menunjang pembelajaran		✓	
5.	Saya merasa senang belajar dengan algoritma yang telah dikembangkan ini		✓	
6.	Saya tidak merasa bosan belajar dengan algoritma yang telah dikembangkan ini		✓	
7.	Saya tertarik untuk belajar algoritma penyelesaian rubik standar baru		✓	

LEMBAR ANGGKET RESPON PENGGUNA
PENGEMBANGAN ALGORITMA PENYELESAIAN RUBIK STANDAR
DALAM BENTUK GRAF BERARAH

PETUNJUK PENGISIAN

1. Berilah tanda check (✓) pada kolom yang sesuai untuk menilai kualitas algoritma.
2. Keterangan : S = Setuju dan TS = Tidak Setuju

Nama : Dwi Ima Mada

No	Kriteria	TS	S	Keterangan
1.	Saya dapat memahami masalah dalam menggunakan algoritma pada awal permainan		✓	
2.	Saya dapat memahami masalah graf berarah pada permainan rubik standar		✓	
3.	Saya dapat menggunakan pendekatan untuk menggunakan algoritma		✓	
4.	Saya merasa algoritma ini bermanfaat untuk menunjang pembelajaran		✓	
5.	Saya merasa senang belajar dengan algoritma yang telah dikembangkan ini		✓	
6.	Saya tidak merasa bosan belajar dengan algoritma yang telah dikembangkan ini		✓	
7.	Saya tertarik untuk belajar algoritma penyelesaian rubik standar baru		✓	

LEMBAR ANGET RESPON PENGGUNA
PENGEMBANGAN ALGORITMA PENYELESAIAN RIBUK STANDAR
DALAM BENTUK GRAF BERARAH

PETUNJUK PENGISIAN

- Berilah tanda check (\checkmark) pada kolom yang sesuai untuk menilai kualitas algoritma.
- Keterangan: S = Sangat dan TS = Tidak Setuju

Nama: CAHDI SURYATI ADI KUTUPA

No	Kriteria	TS	S	Keterangan
1.	Saya dapat memahami kembali dalam menggunakan algoritma pada awal pertemuan		<input checked="" type="checkbox"/>	
2.	Saya dapat memahami kembali graf berarah pada pertemuan akhir semester		<input checked="" type="checkbox"/>	
3.	Saya dapat menggunakan pedoman untuk menggunakan algoritma		<input checked="" type="checkbox"/>	
4.	Saya merasa algoritma ini bermanfaat untuk menunjang pembelajaran		<input checked="" type="checkbox"/>	
5.	Saya merasa sangat bangga dengan algoritma yang telah dikembangkan ini		<input checked="" type="checkbox"/>	
6.	Saya tidak merasa bangga dengan algoritma yang telah dikembangkan ini		<input checked="" type="checkbox"/>	
7.	Saya terinspirasi untuk belajar algoritma penyelesaian ribuk standar baru		<input checked="" type="checkbox"/>	

LEMBAR ANGET RESPON PENGGUNA
PENGEMBANGAN ALGORITMA PENYELESAIAN RIBUK STANDAR
DALAM BENTUK GRAF BERARAH

PETUNJUK PENGISIAN

- Berilah tanda check (\checkmark) pada kolom yang sesuai untuk menilai kualitas algoritma.
- Keterangan: S = Sangat dan TS = Tidak Setuju

Nama: Amel Cahaya P

No	Kriteria	TS	S	Keterangan
1.	Saya dapat memahami kembali dalam menggunakan algoritma pada awal pertemuan		<input checked="" type="checkbox"/>	
2.	Saya dapat memahami kembali graf berarah pada pertemuan akhir semester		<input checked="" type="checkbox"/>	
3.	Saya dapat menggunakan pedoman untuk menggunakan algoritma	<input checked="" type="checkbox"/>		
4.	Saya merasa algoritma ini bermanfaat untuk menunjang pembelajaran		<input checked="" type="checkbox"/>	
5.	Saya merasa sangat bangga dengan algoritma yang telah dikembangkan ini		<input checked="" type="checkbox"/>	
6.	Saya tidak merasa bangga dengan algoritma yang telah dikembangkan ini		<input checked="" type="checkbox"/>	
7.	Saya terinspirasi untuk belajar algoritma penyelesaian ribuk standar baru		<input checked="" type="checkbox"/>	

LEMBAR ANGET RESPON PENGGUNA
PENGEMBANGAN ALGORITMA PENYELESAIAN RIBUK STANDAR
DALAM BENTUK GRAF BERARAH

PETUNJUK PENGISIAN

- Berilah tanda check (\checkmark) pada kolom yang sesuai untuk menilai kualitas algoritma.
- Keterangan: S = Sangat dan TS = Tidak Setuju

Nama: Pmp. 201901

No	Kriteria	TS	S	Keterangan
1.	Saya dapat memahami kembali dalam menggunakan algoritma pada awal pertemuan	<input checked="" type="checkbox"/>		
2.	Saya dapat memahami kembali graf berarah pada pertemuan akhir semester		<input checked="" type="checkbox"/>	
3.	Saya dapat menggunakan pedoman untuk menggunakan algoritma		<input checked="" type="checkbox"/>	
4.	Saya merasa algoritma ini bermanfaat untuk menunjang pembelajaran		<input checked="" type="checkbox"/>	
5.	Saya merasa sangat bangga dengan algoritma yang telah dikembangkan ini		<input checked="" type="checkbox"/>	
6.	Saya tidak merasa bangga dengan algoritma yang telah dikembangkan ini		<input checked="" type="checkbox"/>	
7.	Saya terinspirasi untuk belajar algoritma penyelesaian ribuk standar baru	<input checked="" type="checkbox"/>		

LEMBAR ANGGKET RESPON PENGGUNA
PENGEMBANGAN ALGORITMA PENYELESAIAN RUBIK STANDAR
DALAM BENTUK GRAF BERARAH

PETUNJUK PENGGUNAAN

1. Berilah tanda check (✓) pada kolom yang sesuai untuk menilai kualitas algoritma.
2. Keterangan : S = Sesuai dan TS = Tidak Sesuai

Nama : **KORRI GINW ANTO**

No	Kriteria	TS	S	Keterangan
1.	Saya dapat memahami masalah dalam menggunakan algoritma pada awal permainan		✓	
2.	Saya dapat memahami materi graf berarah pada permainan rubik standar	✓		
3.	Saya dapat menggunakan pendekatan untuk menggunakan algoritma		✓	
4.	Saya merasa algoritma ini bermanfaat untuk menunjang pembelajaran		✓	
5.	Saya merasa senang belajar dengan algoritma yang telah dikembangkan ini	✓		
6.	Saya tidak merasa bosan belajar dengan algoritma yang telah dikembangkan ini		✓	
7.	Saya tertarik untuk belajar algoritma penyelesaian rubik standar baru		✓	

LEMBAR ANGGKET RESPON PENGGUNA
PENGEMBANGAN ALGORITMA PENYELESAIAN RUBIK STANDAR
DALAM BENTUK GRAF BERARAH

PETUNJUK PENGGUNAAN

1. Berilah tanda check (✓) pada kolom yang sesuai untuk menilai kualitas algoritma.
2. Keterangan : S = Sesuai dan TS = Tidak Sesuai

Nama : **YUSUF N F**

No	Kriteria	TS	S	Keterangan
1.	Saya dapat memahami masalah dalam menggunakan algoritma pada awal permainan		✓	
2.	Saya dapat memahami materi graf berarah pada permainan rubik standar		✓	
3.	Saya dapat menggunakan pendekatan untuk menggunakan algoritma		✓	
4.	Saya merasa algoritma ini bermanfaat untuk menunjang pembelajaran		✓	
5.	Saya merasa senang belajar dengan algoritma yang telah dikembangkan ini		✓	
6.	Saya tidak merasa bosan belajar dengan algoritma yang telah dikembangkan ini	✓		
7.	Saya tertarik untuk belajar algoritma penyelesaian rubik standar baru		✓	

LEMBAR ANGGKET RESPON PENGGUNA
PENGEMBANGAN ALGORITMA PENYELESAIAN RUBIK STANDAR
DALAM BENTUK GRAF BERARAH

PETUNJUK PENGGUNAAN

1. Berilah tanda check (✓) pada kolom yang sesuai untuk menilai kualitas algoritma.
2. Keterangan : S = Sesuai dan TS = Tidak Sesuai

Nama : **DEORA PERAGA D.**

No	Kriteria	TS	S	Keterangan
1.	Saya dapat memahami masalah dalam menggunakan algoritma pada awal permainan		✓	
2.	Saya dapat memahami materi graf berarah pada permainan rubik standar		✓	
3.	Saya dapat menggunakan pendekatan untuk menggunakan algoritma		✓	
4.	Saya merasa algoritma ini bermanfaat untuk menunjang pembelajaran		✓	
5.	Saya merasa senang belajar dengan algoritma yang telah dikembangkan ini		✓	
6.	Saya tidak merasa bosan belajar dengan algoritma yang telah dikembangkan ini	✓		
7.	Saya tertarik untuk belajar algoritma penyelesaian rubik standar baru		✓	

Lampiran M Algoritma

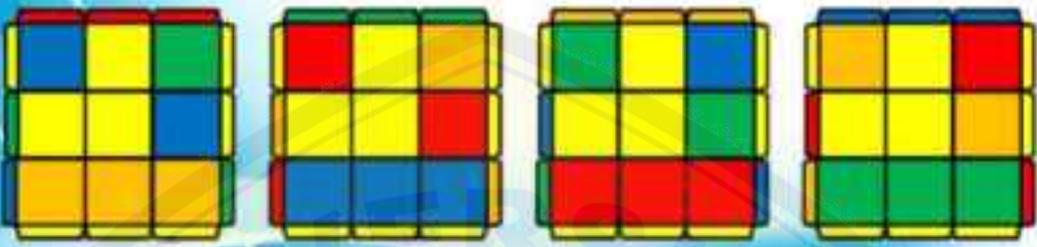
Tampilan Menu



Tampilan Notasi

Tampilan Algoritma Pengembangan

**ALGORITMA PENGEMBANGAN RUBIK STANDAR
(OLL DAN PLL)**



F U R U' R' F' R' U' R U' R' U2 R

PAGE 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 

Tampilan Permasalahan

 **PERMASALAHAN 1**

ALGORITMA ACAKAN
R U2 R' U' R U' R' U R U2 R' U' R U' R'



SOLVE

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

Lampiran N Buku Panduan



**Buku Panduan : Algoritma Pengembangan Rubik Standar Berbentuk Graf
Berarah Berbantuan Macromedia Flash Versi 8**

Penulis : Karisma Bayu Cipta Wijaya

Desain Cover : Karisma Bayu Cipta Wijaya

Disimpan oleh:

Laboratorium Matematika FKIP Universitas Jember

Jalan Kalimantan Nomor 37 Kampus Bumi Tegalboto Jember 68121

Telepon: 0331- 334988, 330738 Faks: 0331-334988

Laman: www.fkip.unej.ac.id

Cetakan I : September 2019

Hak Cipta © 2019, Karisma Bayu Cipta Wijaya

All right reserved

**UNDANG – UNDANG REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 19 TAHUN 2002
TENTANG HAK CIPTA**

**PASAL 72
KETENTUAN PIDANA
SANKSI PELANGGARAN**

- (1) Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu Ciptaan atau memberikan izin untuk itu, dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
- (2) Barangsiapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT karena atas berkah, rahmat, pencerahan, dan petunjuk-Nyalah penulis dapat menyelesaikan buku yang berjudul “Buku Panduan Algoritma Pengembangan Rubik Standar Berbentuk Graf Berarah Berbantuan Macromedia Flash Versi 8” ini meskipun masih banyak kekurangan yang ada dalam penyusunan buku ini.

Pada dasarnya, buku ini merupakan pendamping dari Algoritma Penyelesaian Rubik Standar. Buku ini berisi beberapa hal penting yang berkaitan dengan penggunaan Algoritma Pengembangan Rubik Standar sehingga pengguna dapat mengaplikasikan dan menggunakan Algoritma Penyelesaian Rubik Standar ini.

Dalam pengantar ini, kami juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D. dan Bapak Arif Fatahillah, S.Pd., M.Si. selaku dosen pembimbing skripsi;
2. Teman-teman program studi Pendidikan Matematika angkatan 2015 yang telah memberikan banyak dukungan dan informasi;
3. Semua pihak yang telah membantu sampai terselesaikannya Algoritma Pengembangan Rubik Standar dan buku panduan ini.

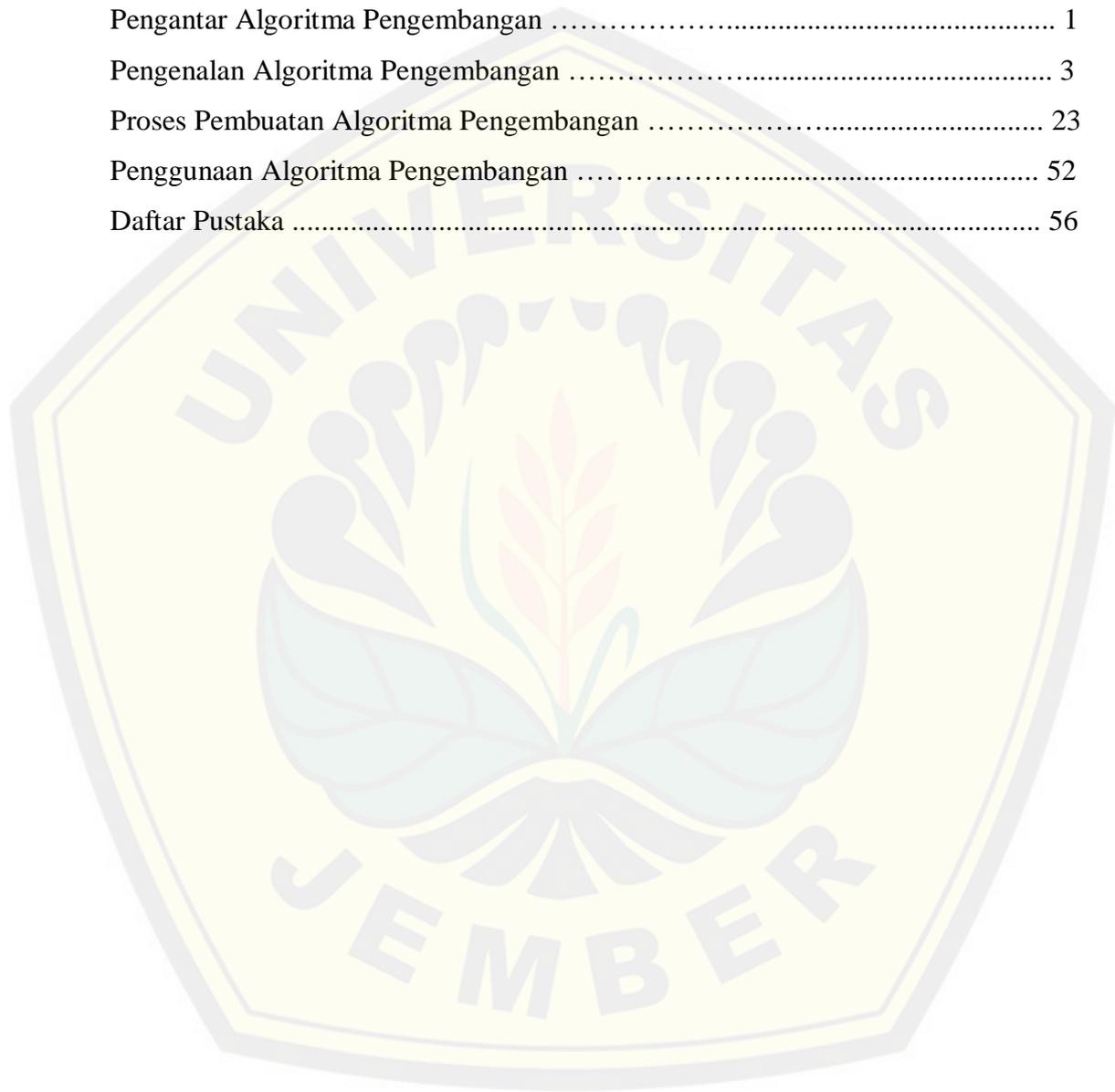
Mengingat bahwa tidak ada yang pernah sempurna di dunia ini dan terlebih lagi buku ini adalah buku yang pertama kali penulis tulis, maka penulis mengharap masukan, kritik, dan saran yang membangun dari pembaca. Semoga buku ini dapat memberi manfaat kepada para pembaca dan kami selaku penulis.

Jember, September 2019

Penulis,

DAFTAR ISI

Halaman Sampul	i
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Pengantar Algoritma Pengembangan	1
Pengenalan Algoritma Pengembangan	3
Proses Pembuatan Algoritma Pengembangan	23
Penggunaan Algoritma Pengembangan	52
Daftar Pustaka	56



1. Pengantar Algoritma Pengembangan

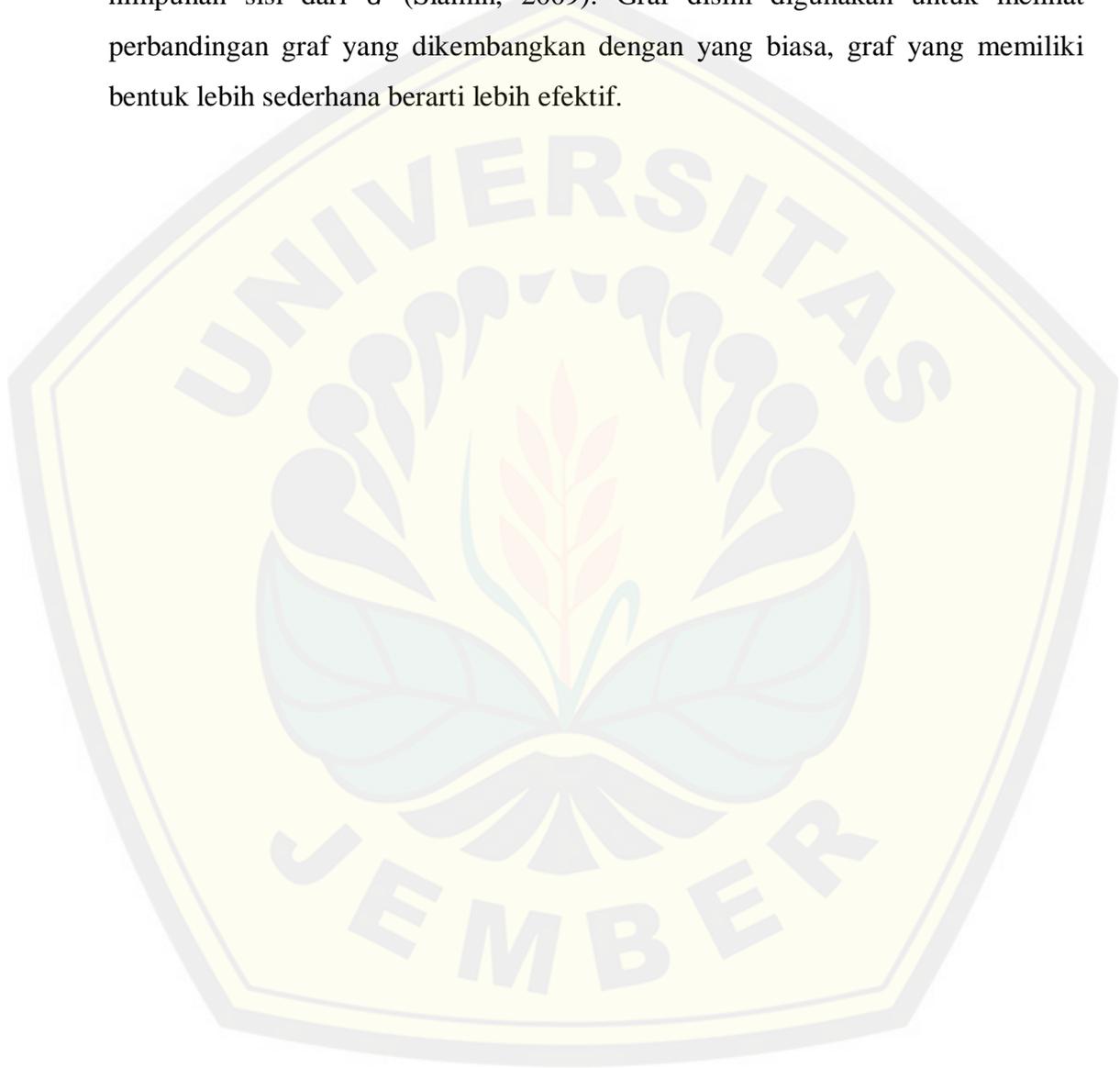
PENDAHULUAN

Algoritma adalah metode efektif yang diekspresikan sebagai rangkaian terbatas. Adapun yang mengatakan algoritma merupakan sekumpulan perintah untuk menyelesaikan suatu permasalahan. Perintah-perintah ini dapat dipahami secara bertahap dari awal hingga akhir. Permasalahan tersebut dapat berupa hal apapun, dengan syarat untuk setiap permasalahan memiliki kriteria kondisi awal yang harus dipenuhi sebelum menjalankan sebuah algoritma. Algoritma juga memiliki pengulangan proses atau iterasi hingga mendapatkan suatu hasil yang baru (Maulana, 2017). Algoritma juga digunakan dalam menyelesaikan permasalahan rubik standar. Telah banyak yang mengembangkan algoritma penyelesaian rubik standar seperti Fridrich, Petrus, Waterman, Roux, Heise, Zborowski-Bruchem dan masih banyak lagi.

Rubik standar memiliki banyak sekali pola Rubik tidak hanya menjadi sebuah permainan namun didalamnya banyak sekali mengandung ilmu salah satunya matematika. Rubik memiliki kaitannya erat dengan kombinatorik yang mana rubik standar sendiri memiliki 43.252.003.274.489.856.000 atau sekitar 43 quintilion pola (Rokicki, 2008) sehingga memungkinkan untuk mengembangkan algoritma penyelesaian rubik standar. Pada buku ini akan disajikan algoritma yang dikembangkan oleh peneliti dengan merujuk algoritma-algoritma dasar yang sering digunakan oleh pemain. Algoritma yang dikembangkan tentunya menggunakan strategi. Strategi yang digunakan dalam algoritma yang dikembangkan ini yaitu mirip dengan tehnik bagi pemula namun saat menyelesaikan *layer* 3 akan menyelesaikan OLL dan PLL secara bersamaan sehingga memungkinkan untuk lebih sedikit dalam menggunakan notasi. Algoritma yang dikembangkan nantinya bukan disajikan dalam bentuk buku namun disajikan dalam *software* Macromedia Flash versi 8.

Algoritma yang dikembangkan bukan hanya sebatas untuk menyelesaikan permasalahan dalam rubik standard namun juga dikaitkan dengan graf. graf G

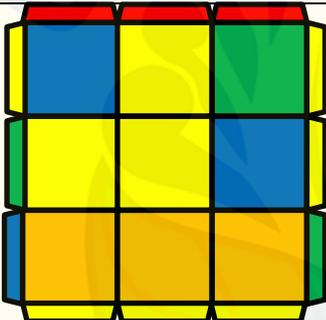
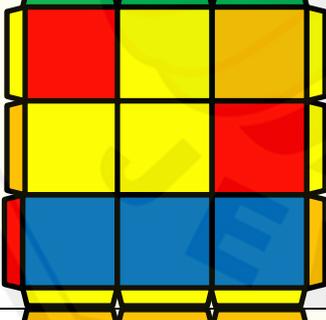
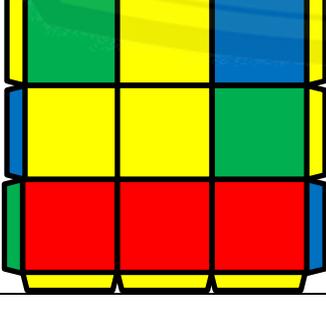
merupakan himpunan $(V(G), E(G))$, dimana $V(G)$ adalah himpunan berhingga tak kosong dari elemen yang disebut *vertex* atau titik, dan $E(G)$ adalah sebuah himpunan (boleh kosong) dari pasangan tak terurut u, v dari titik-titik $u, v \in V(G)$ yang disebut *edge* atau sisi. $V(G)$ disebut himpunan titik dari G dan $E(G)$ disebut himpunan sisi dari G (Slamin, 2009). Graf disini digunakan untuk melihat perbandingan graf yang dikembangkan dengan yang biasa, graf yang memiliki bentuk lebih sederhana berarti lebih efektif.

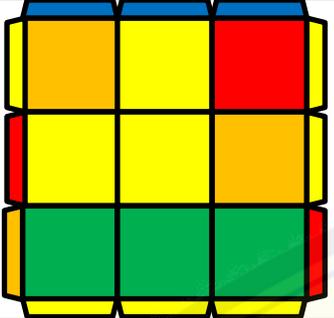
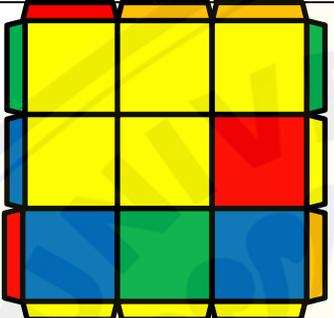
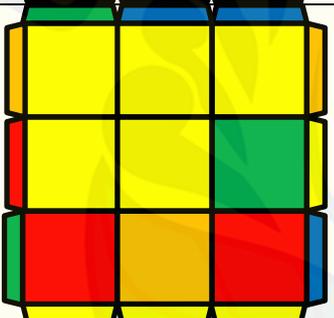
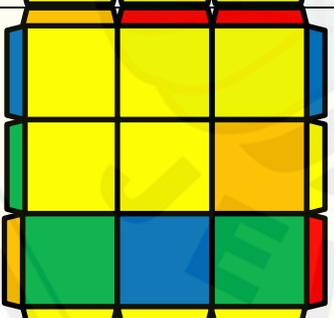
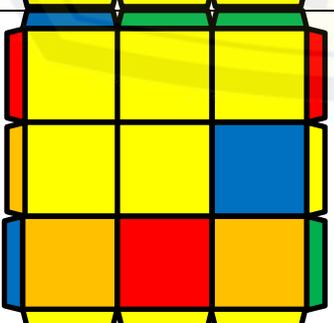


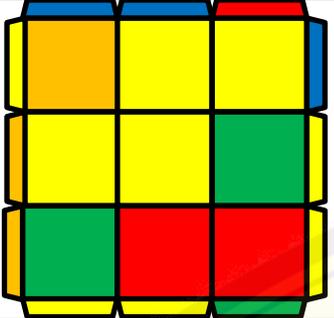
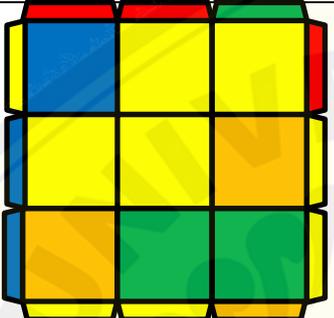
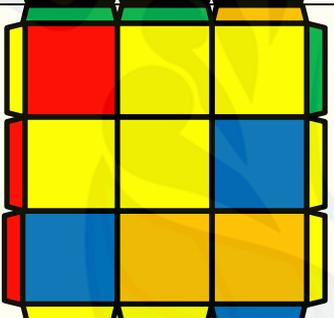
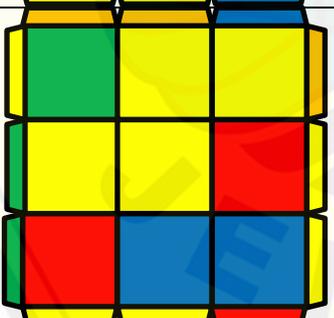
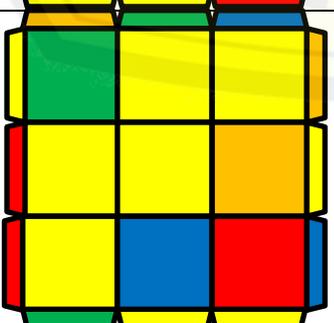
2. Pengenalan Algoritma Pengembangan

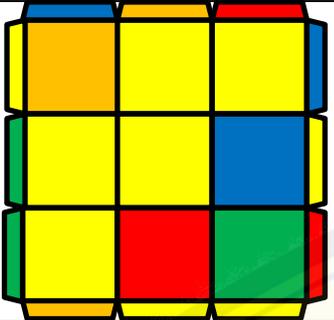
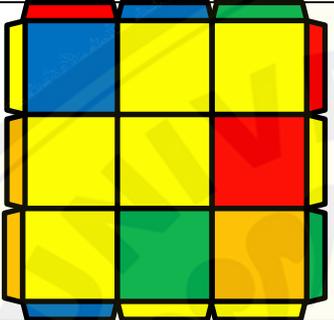
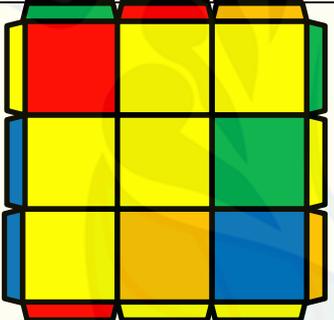
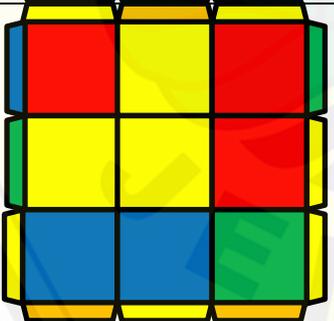
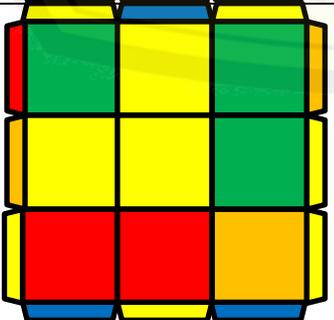
1. Algoritma Pengembangan

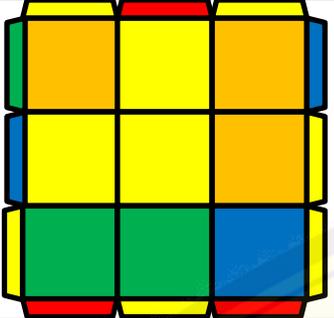
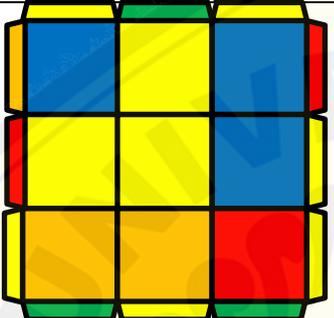
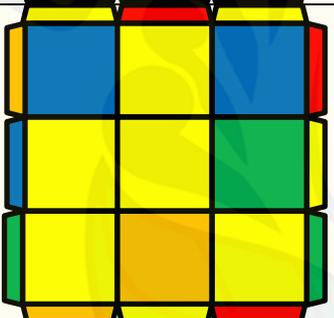
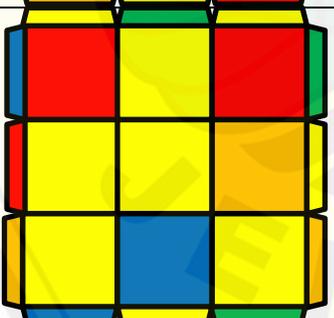
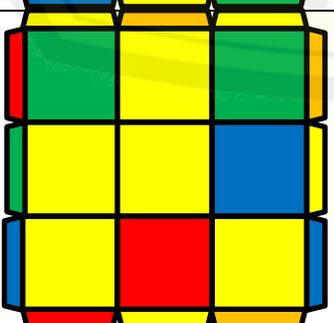
Algoritma yang dikembangkan dalam buku ini telah diuji kevalidan, keefektifan dan kepraktisannya. Seperti yang dikatakan sebelumnya algoritma pengembangan akan menyelesaikan OLL dan PLL secara bersama-sama sehingga algoritma yang nantinya disajikan berfokus pada tahap menyelesaikan *layer* 3 sedangkan algoritma penyelesaian *layer* 1 dan 2 tidak akan disajikan. Pengguna dapat menggunakan algoritma penyelesaian tehnik pemula untuk memudahkan penyelesaian *layer* 1 dan 2. Berikut algoritma yang dikembangkan pada tahap menyelesaikan *layer* 3.

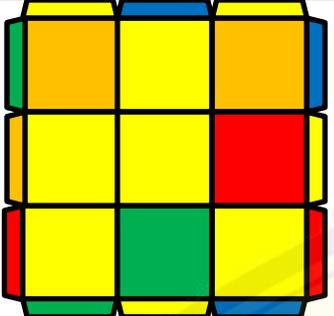
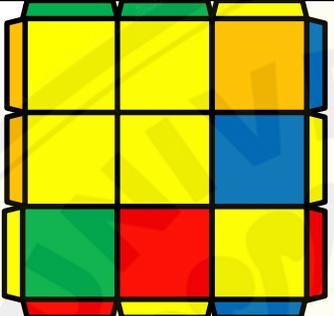
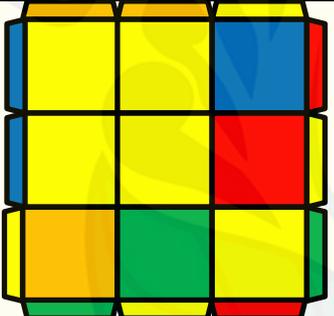
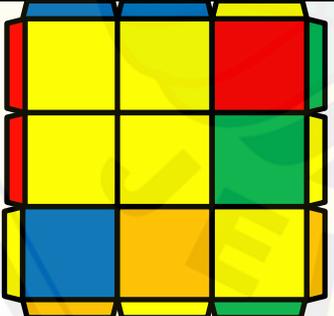
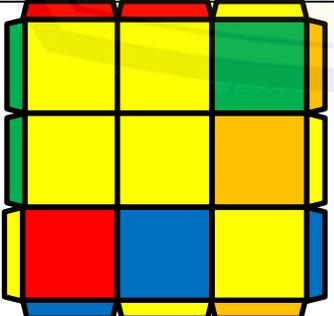
No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
1		F U R U' R' F' R' U' R U' R' U2 R
2		F U R U' R' F' R' U' R U' R' U2 R
3		F U R U' R' F' R' U' R U' R' U2 R

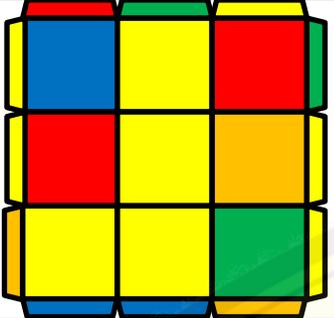
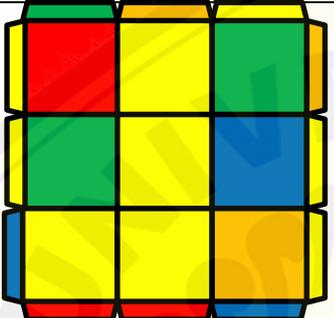
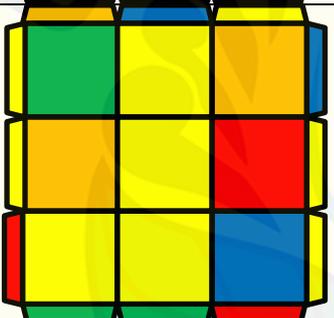
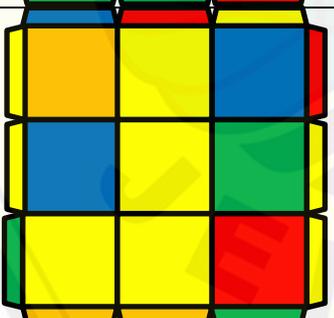
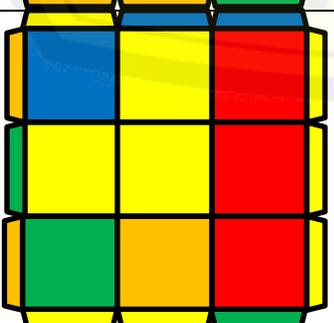
No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
4		F U R U' R' F' R' U' R U' R' U2 R
5		F U R U' R' F' U' R' U' R U' R' U2 R
6		F U R U' R' F' U' R' U' R U' R' U2 R
7		F U R U' R' F' U' R' U' R U' R' U2 R
8		F U R U' R' F' U' R' U' R U' R' U2 R

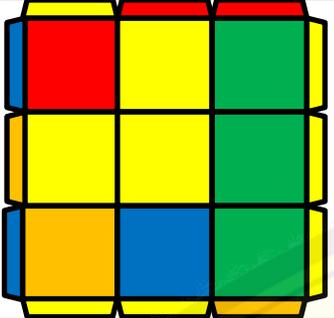
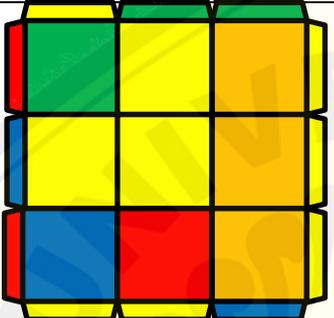
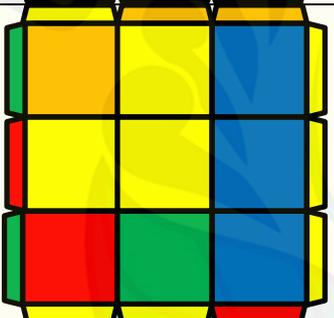
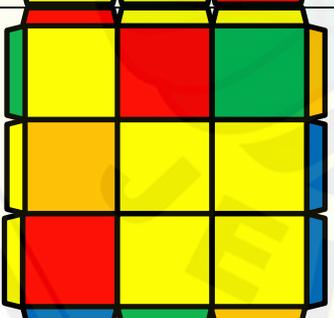
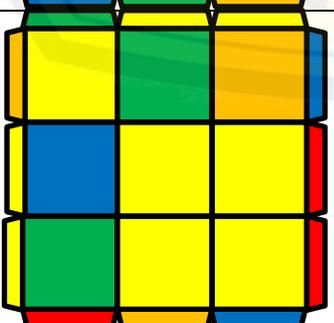
No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
9		$FURUR'F'UR'U'RUR'U2R$
10		$FURUR'F'UR'U'RUR'U2R$
11		$FURUR'F'UR'U'RUR'U2R$
12		$FURUR'F'UR'U'RUR'U2R$
13		$FURUR'F'U2R'U'RUR'U2R$

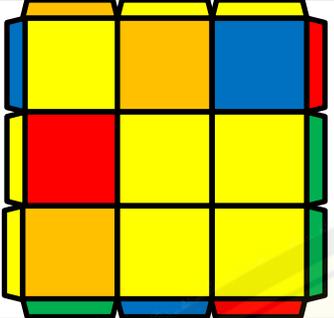
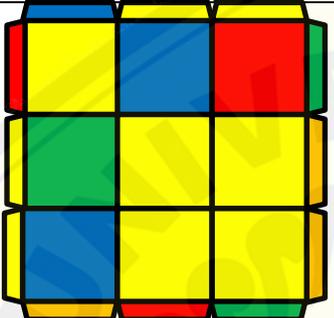
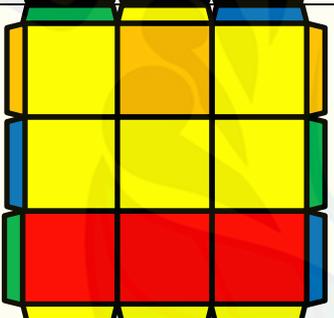
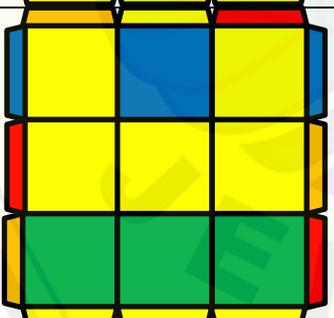
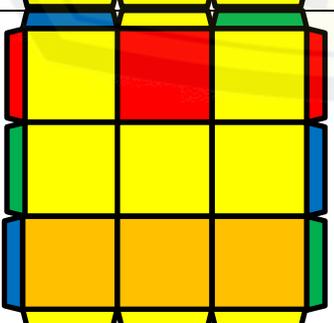
No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
14		F U R U' R' F' U2 R' U' R U' R' U2 R
15		F U R U' R' F' U2 R' U' R U' R' U2 R
16		F U R U' R' F' U2 R' U' R U' R' U2 R
17		F U R U' R' F' R U R' U R U2 R'
18		F U R U' R' F' R U R' U R U2 R'

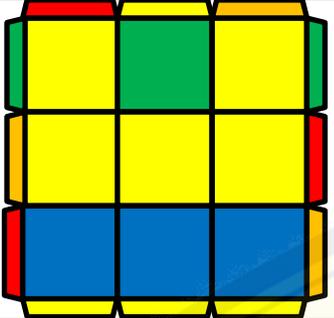
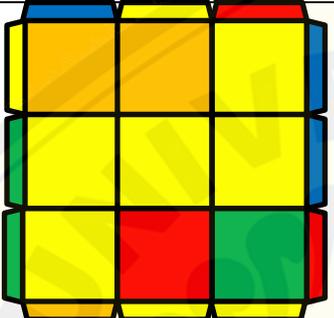
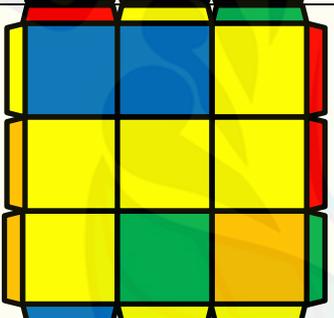
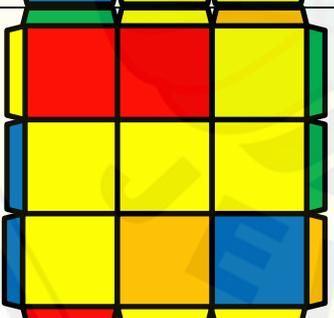
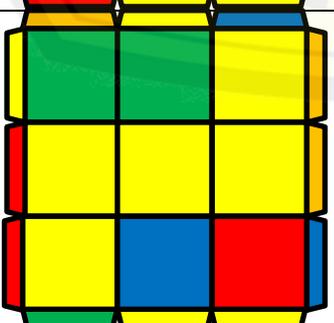
No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
19		$FURUR'R'F'RUR'URU2R'$
20		$FURUR'R'F'RUR'URU2R'$
21		$FURUR'R'F'URUR'URU2R'$
22		$FURUR'R'F'URUR'URU2R'$
23		$FURUR'R'F'URUR'URU2R'$

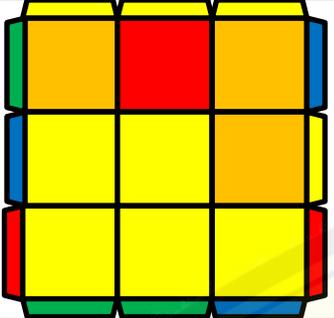
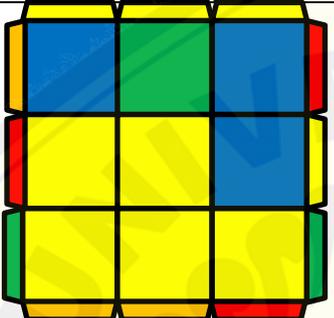
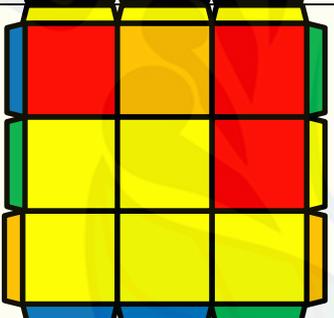
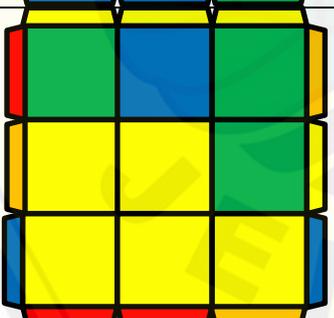
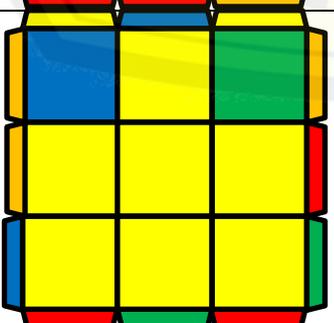
No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
24		$FURUR'R'F'URUR'URU2R'$
25		$FURUR'R'F'U2RUR'URU2R'$
26		$FURUR'R'F'U2RUR'URU2R'$
27		$FURUR'R'F'U2RUR'URU2R'$
28		$FURUR'R'F'U2RUR'URU2R'$

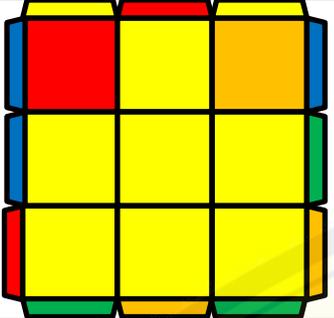
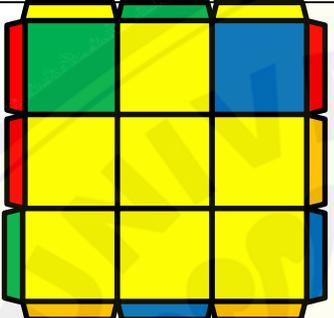
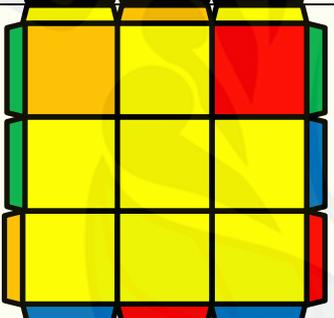
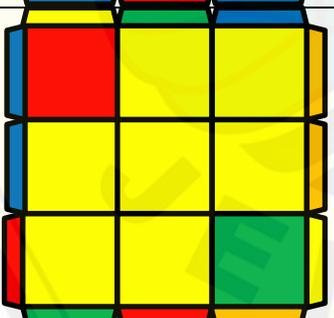
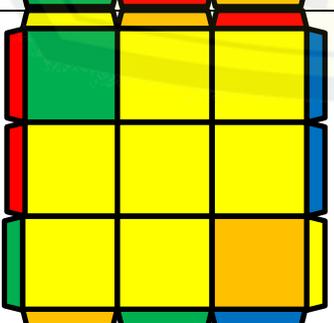
No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
29		$R' U' R U' R' U^2 R F U R U' R' F'$
30		$R' U' R U' R' U^2 R F U R U' R' F'$
31		$R' U' R U' R' U^2 R F U R U' R' F'$
32		$R' U' R U' R' U^2 R F U R U' R' F'$
33		$R' U' R U' R' U^2 R U' F U R U' R' F'$

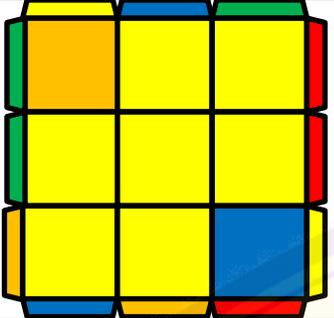
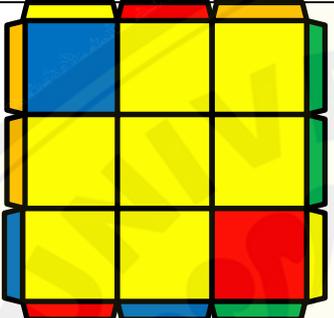
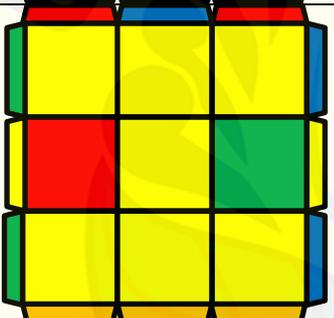
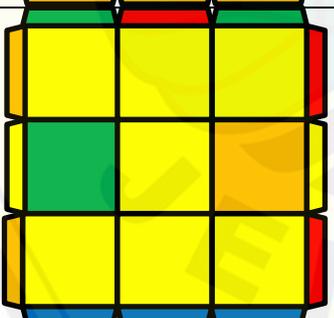
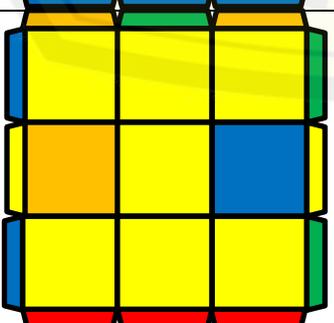
No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
34	 <p>A 3x3 grid representing a Rubik cube face. The top row has Red, Yellow, and Green. The middle row has Yellow, Yellow, and Green. The bottom row has Orange, Blue, and Green.</p>	$R' U' R U' R' U^2 R U' F U R U' R' F'$
35	 <p>A 3x3 grid representing a Rubik cube face. The top row has Green, Yellow, and Orange. The middle row has Yellow, Yellow, and Orange. The bottom row has Blue, Red, and Orange.</p>	$R' U' R U' R' U^2 R U' F U R U' R' F'$
36	 <p>A 3x3 grid representing a Rubik cube face. The top row has Orange, Yellow, and Blue. The middle row has Yellow, Yellow, and Blue. The bottom row has Red, Green, and Blue.</p>	$R' U' R U' R' U^2 R U' F U R U' R' F'$
37	 <p>A 3x3 grid representing a Rubik cube face. The top row has Yellow, Red, and Green. The middle row has Orange, Yellow, and Yellow. The bottom row has Red, Yellow, and Yellow.</p>	$R' U' R U' R' U^2 R U' F U R U' R' F'$
38	 <p>A 3x3 grid representing a Rubik cube face. The top row has Yellow, Green, and Orange. The middle row has Blue, Yellow, and Yellow. The bottom row has Green, Yellow, and Yellow.</p>	$R' U' R U' R' U^2 R U' F U R U' R' F'$

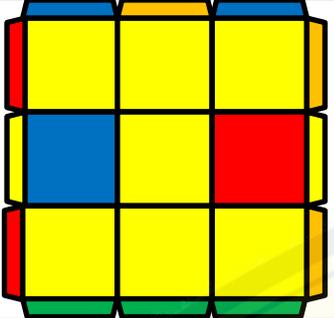
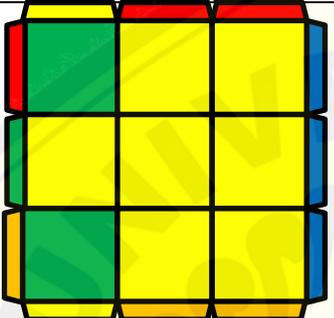
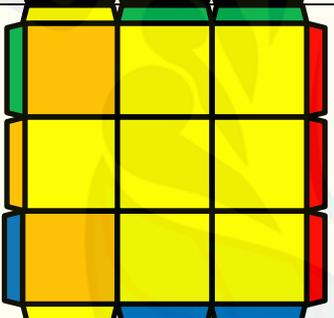
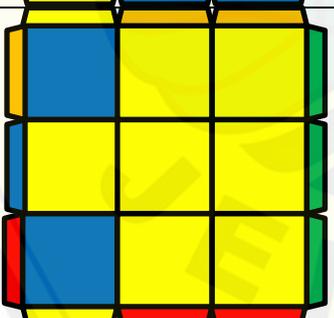
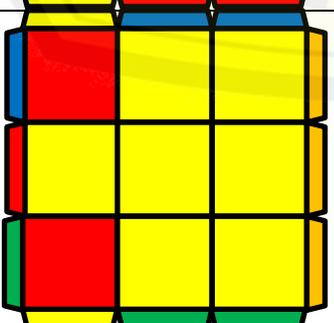
No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
39		$R' U' R U' R' U^2 R U F U R U' R' F'$
40		$R' U' R U' R' U^2 R U F U R U' R' F'$
41		$R' U' R U' R' U^2 R U^2 F U R U' R' F'$
42		$R' U' R U' R' U^2 R U^2 F U R U' R' F'$
43		$R' U' R U' R' U^2 R U^2 F U R U' R' F'$

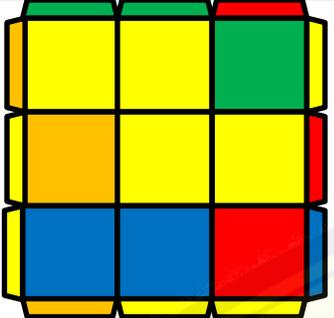
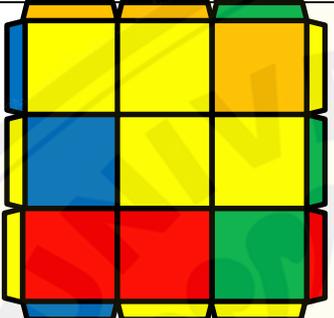
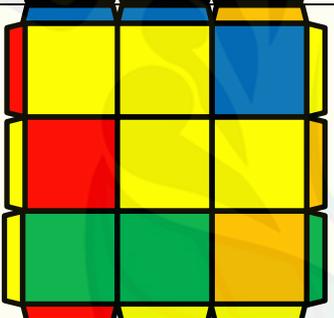
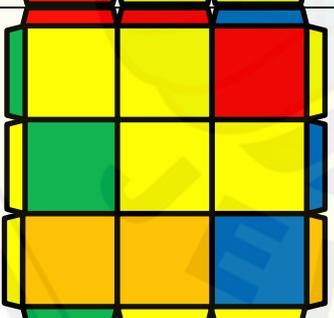
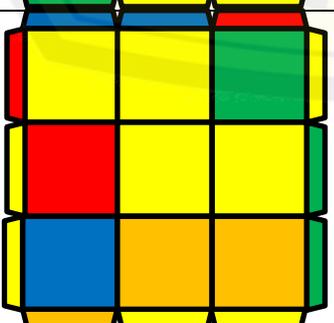
No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
44		$R' U' R U' R' U^2 R U^2 F U R U' R' F'$
45		$R U R' U R U^2 R' U' F U R U' R' F'$
46		$R U R' U R U^2 R' U' F U R U' R' F'$
47		$R U R' U R U^2 R' U' F U R U' R' F'$
48		$R U R' U R U^2 R' U' F U R U' R' F'$

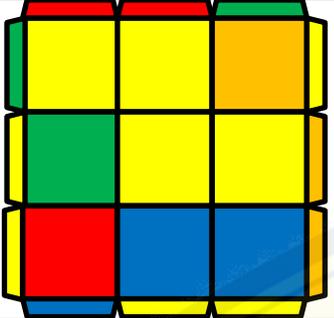
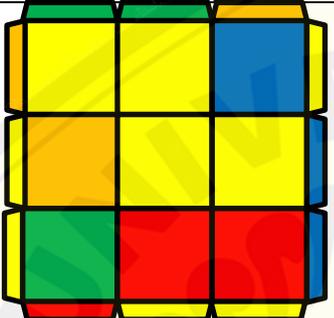
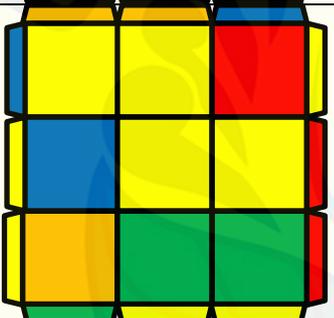
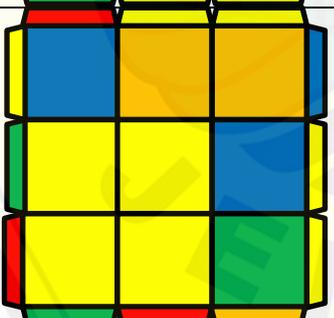
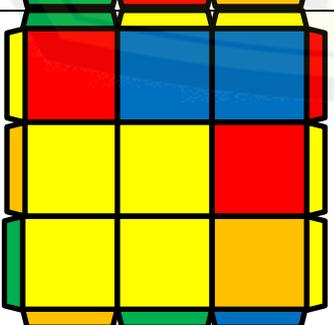
No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
49		$RUR'URU^2R'U^2FURU'R'F'$
50		$RUR'URU^2R'U^2FURU'R'F'$
51		$RUR'URU^2R'U^2FURU'R'F'$
52		$RUR'URU^2R'U^2FURU'R'F'$
53		$R'U'RUR'R'U^2R^2UR'URU^2R'$

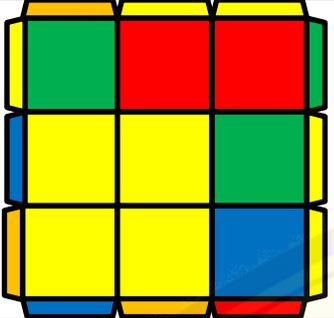
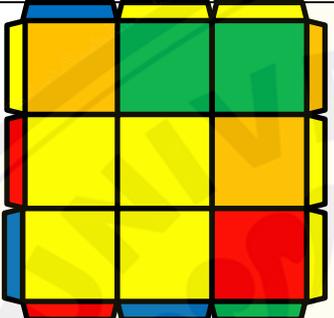
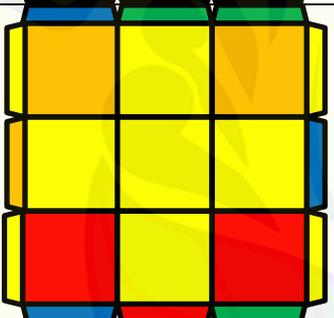
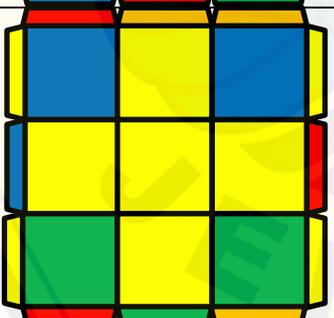
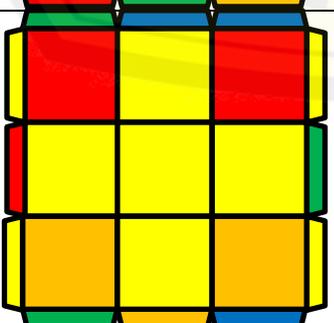
No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
54		$R' U' R U' R' U^2 R^2 U R' U R U^2 R'$
55		$R' U' R U' R' U^2 R^2 U R' U R U^2 R'$
56		$R' U' R U' R' U^2 R^2 U R' U R U^2 R'$
57		$R' U' R U' R' U^2 R U' R U R' U R U^2 R'$
58		$R' U' R U' R' U^2 R U' R U R' U R U^2 R'$

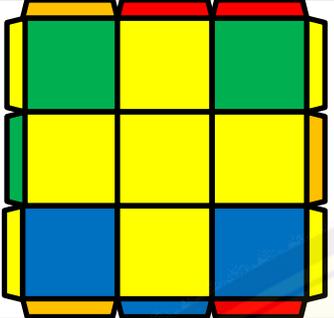
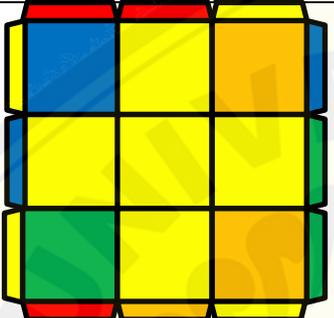
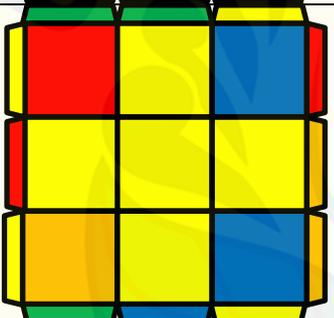
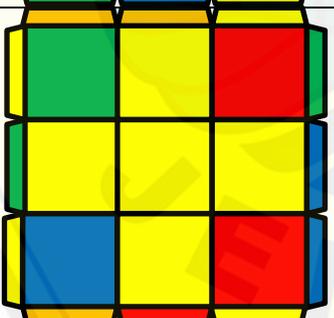
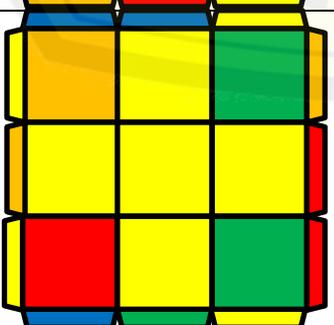
No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
59		$R' U' R U' R' U^2 R U' R U R' U R U^2 R'$
60		$R' U' R U' R' U^2 R U' R U R' U R U^2 R'$
61		$F U R U' R' F' U^2 F U R U' R' F'$
62		$F U R U' R' F' U^2 F U R U' R' F'$
63		$F U R U' R' F' U^2 F U R U' R' F'$

No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
64		$FURU'R'F'U2FURU'R'F'$
65		$R'URUR'R'U2RU2RUR'URU2R'$
66		$R'URUR'R'U2RU2RUR'URU2R'$
67		$R'URUR'R'U2RU2RUR'URU2R'$
68		$R'URUR'R'U2RU2RUR'URU2R'$

No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
69		$FURU'R'F'U'FURU'R'F'$
70		$FURU'R'F'U'FURU'R'F'$
71		$FURU'R'F'U'FURU'R'F'$
72		$FURU'R'F'U'FURU'R'F'$
73		$RUR'URU^2R'FURU'R'F'$

No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
74		$RUR'URU^2R'FURU'R'F'$
75		$RUR'URU^2R'FURU'R'F'$
76		$RUR'URU^2R'FURU'R'F'$
77		$FURU'R'F'UFURU'R'F'$
78		$FURU'R'F'UFURU'R'F'$

No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
79		$FURU'R'F'UFURU'R'F'$
80		$FURU'R'F'UFURU'R'F'$
81		$RUR'URU'R'URU^2R'$
82		$RUR'URU'R'URU^2R'$
83		$RUR'URU'R'URU^2R'$

No	Permasalahan	Algoritma Penyelesaian
84		$RUR'URU'R'URU2R'$
85		$RUR'URU2R'U'RUR'URU2R'$
86		$RUR'URU2R'U'RUR'URU2R'$
87		$RUR'URU2R'U'RUR'URU2R'$
88		$RUR'URU2R'U'RUR'URU2R'$

2. Macromedia Flash versi 8

Macromedia Flash versi 8 adalah salah satu *software* yang dapat digunakan untuk membuat karya animasi. Animasi yang dibuat dapat berupa animasi interaktif maupun non interaktif. Dengan *software* ini kita dapat membuat animasi kartun, desain web, presentasi, portofolio, game dan beberapa media animasi lainnya. Aplikasi ini diproduksi oleh Macromedia Corporation, perusahaan pengembang perangkat lunak dalam bidang animasi, pengembangan web, dan multimedia. Macromedia Flash versi 8 dapat diunduh melalui laman : <https://www.adobe.com>. Dengan menggunakan Macromedia Flash versi 8 algoritma yang dikembangkan dapat ditampilkan berupa animasi sehingga tidak lagi berupa buku yang berisikan algoritma penyelesaian rubik standar. Macromedia Flash versi 8 ini mulai dikembangkan dari tahun 1996, dan pada awalnya hanyalah merupakan animasi sederhana GIF Animation tetapi sekarang sudah menjadi aplikasi besar yang memiliki banyak sekali fitur di bidang animasi. Berikut halaman depan Macromedia Flash versi 8.



Keterangan pada gambar di atas yaitu :

- Menu Bar, terletak di atas yang terdiri dari *File, Edit, View, Insert, Modify, Text, Commands, Control, Window* dan *Help*

1. Menu *File* berfungsi untuk membuat, membuka, menutup, menyimpan, mengimpor, mengekspor, mengatur *publish*, mencetak dan mengedit *file*.
 2. Menu *Edit* berisikan kumpulan perintah seperti *Undo*, *Repeat*, *Cut*, *Copy*, *Paste*, *Clear*, *Duplicate*, *Select All*, *Deselect All*, *Find and Replace*, *Find Next* dan lain-lain.
 3. Menu *View* berisikan kumpulan perintah seperti *Go to*, *Zoom in*, *Zoom out*, *Magnification*, *Preview Mode*, *Work Area* dan lain-lain.
 4. Menu *Insert* berisikan kumpulan perintah *New Symbols*, *Timeline*, *Timeline Effects* dan *Scene*.
 5. Menu *Modify* berisikan kumpulan perintah *Document*, *Convert to symbol*, *Back apart*, *Bitmap*, *Symbols*, *Shape* dan lain-lain.
 6. Menu *Text* berisikan kumpulan perintah *Font*, *Size*, *Style*, *Align*, *Letter spacing*, *Scollable*, *Check Spelling* dan *Spelling setup*.
 7. Menu *Command* berisikan kumpulan perintah *Manage saved Command*, *Get more Command*, *Run Command* dan *No Command Found*.
 8. Menu *Control* berisikan kumpulan perintah *Play*, *Rewind*, *Go to End*, *Step forward one Frame*, *Step backward one Frame*, *Test Movie* dan lain-lain.
 9. Menu *Window* berisikan kumpulan perintah *Duplicate window*, *Toolbars*, *Timeline*, *Tools*, *Properties*, *Library*, *Common Library* dan lain-lain.
 10. Menu *Help* berisikan kumpulan perintah *Flash help*, *Getting started with flash*, *Flash Livedocs*, *What's new in Flash 8* dan lain-lain.
- b. *Tools Bar*
1. *Tools* berisikan kumpulan ikon perintah *Selection tool*, *Subselection tool*, *Free Transform tool*, *Gradient Transform tool* dan lain-lain.
 2. *View* berisikan kumpulan ikon perintah *Hand Tool* dan *Zoom Tool*.
 3. *Color* berisikan kumpulan ikon perintah *Stroke Color*, *Fill Color*, *Black and White*, *No Color* dan *Swap Color*.
 4. *Option* berisikan kumpulan ikon perintah *Object Drawing* dan *Snap to Objects*.

3. Pembuatan Algoritma Pengembangan

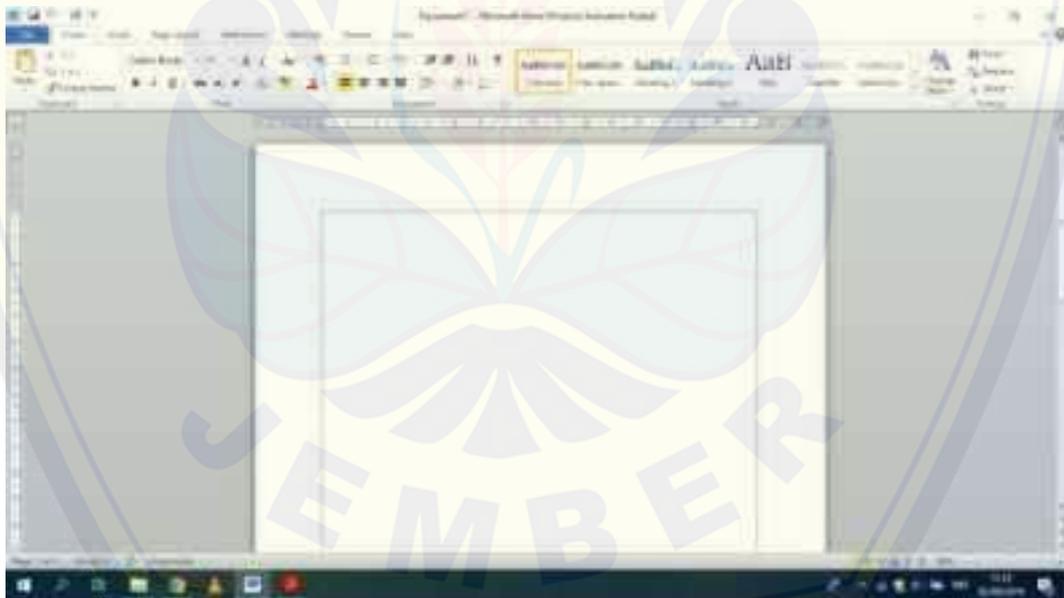
Algoritma Pengembangan dalam Macromedia Flash versi 8

Algoritma yang dikembangkan dibentuk dari tiga algoritma dasar yakni:

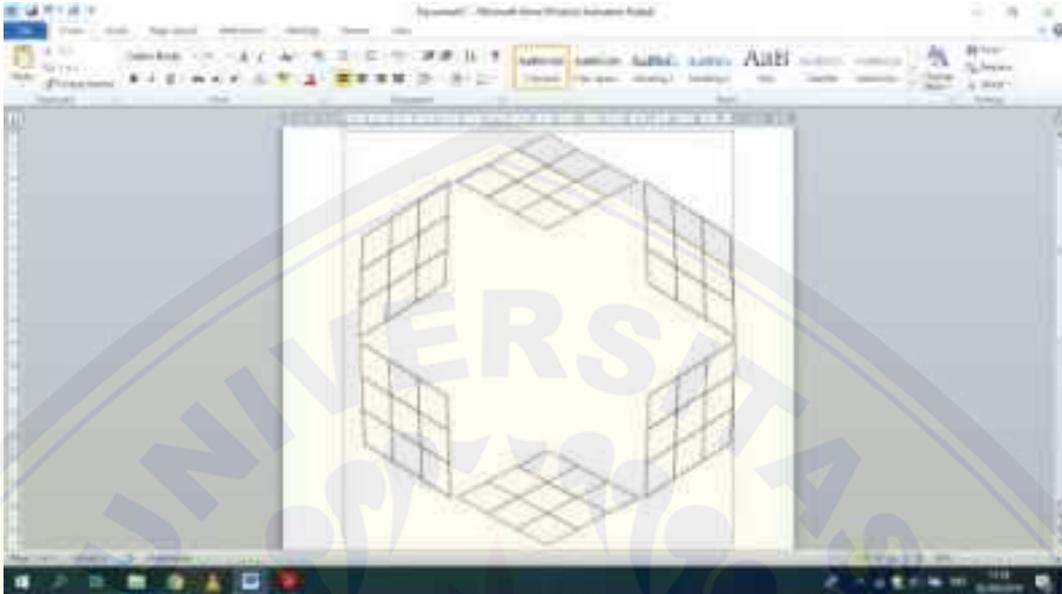
1. $FURU'R'F'$
2. $R'UR'RU'R'U_2R$
3. $RUR'URU_2R'$

Dari 3 algoritma dasar di atas dibentuk menjadi banyak algoritma pengembangan sehingga dapat menyelesaikan berbagai permasalahan saat menyelesaikan *layer* 3. Algoritma pengembangan tersebut dapat dilihat pada halaman 3-20. Desain rubik dan graf dibuat di Microsoft Word. Berikut langkah-langkah membuat desain rubik dan graf di Microsoft Word.

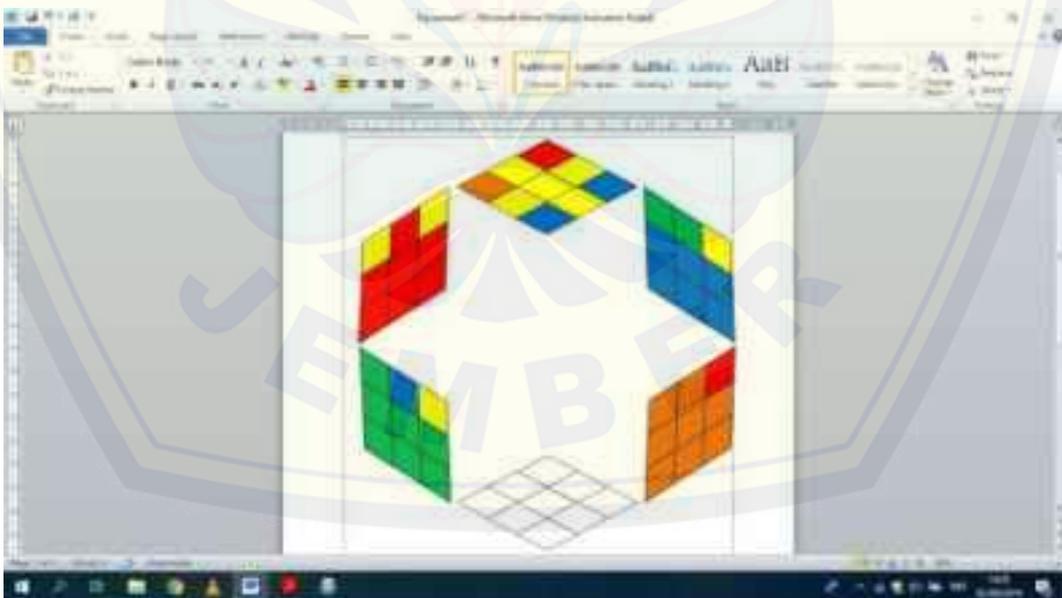
1. Buka Microsoft Word sampai tampilan utama terbuka.



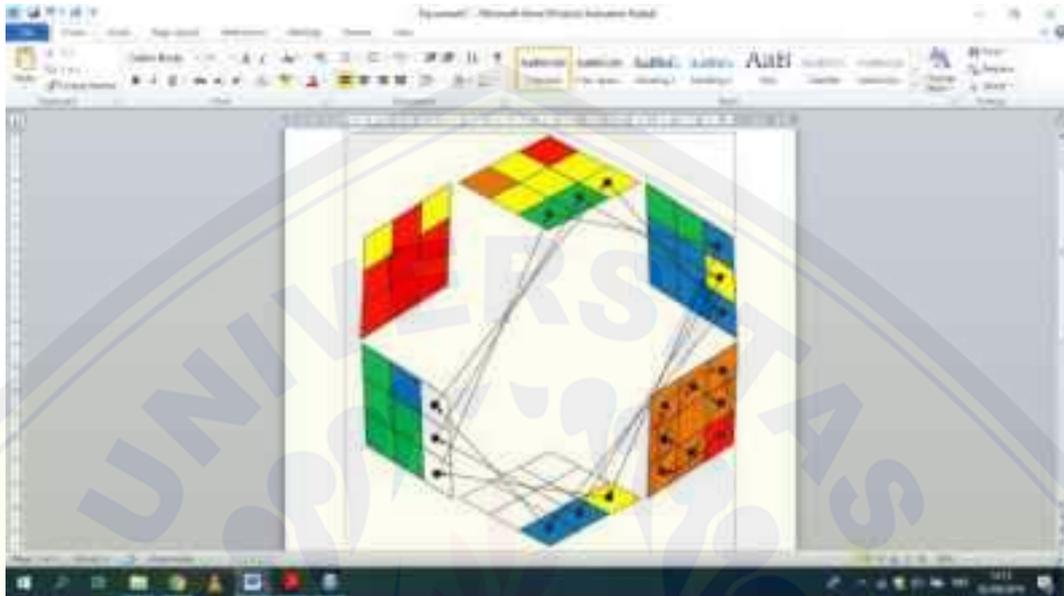
2. Gambar kerangka rubik menggunakan perintah *insert* lalu *shapes* hingga terbentuk seperti gambar di bawah ini.



3. Warnai rubik sesuai permasalahan dengan klik salah satu *piece* lalu klik *format shape fill*, pilih warna yang sesuai hingga semua *piece* terpenuhi dengan warna seperti gambar di bawah ini.



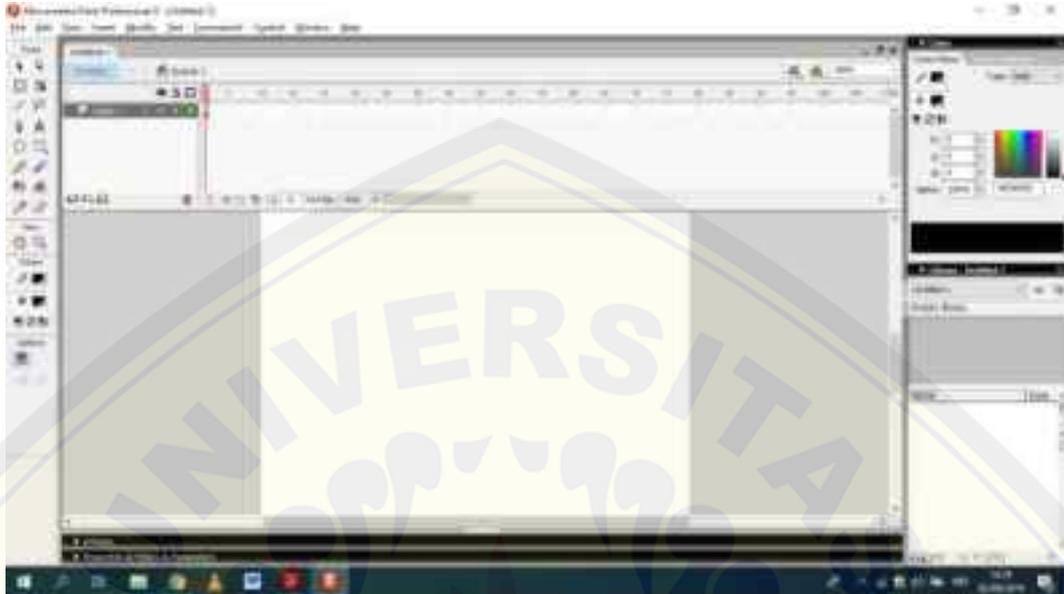
4. Tambahkan graf sesuai dengan notasi atau perpindahan setiap *piece*. Misalkan notasi R maka bagian kanan rubik berputar searah jarum jam sehingga menjadi gambar seperti berikut.



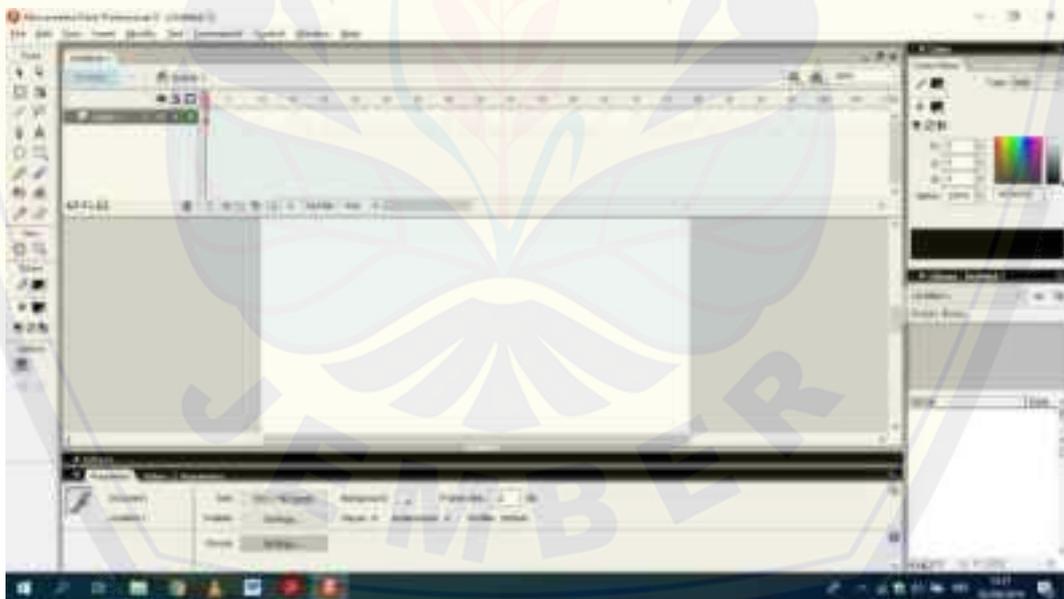
5. Langkah selanjutnya yakni buka Macromedia Flash versi 8 hingga muncul tampilan awal seperti gambar berikut.



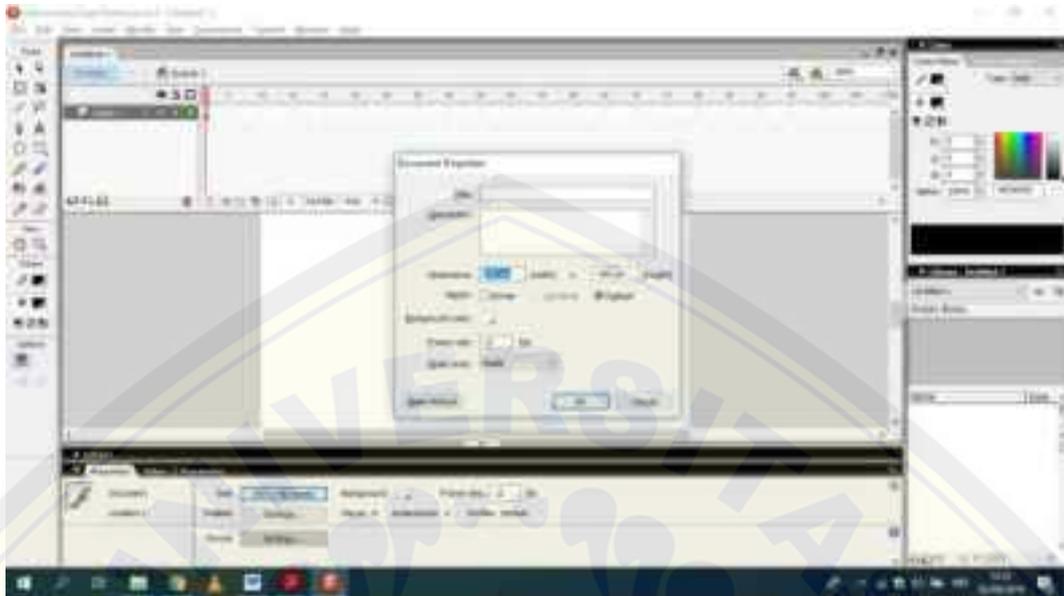
6. Langkah selanjutnya yakni klik *Create New Flash Document* hingga muncul tampilan seperti gambar di bawah ini.



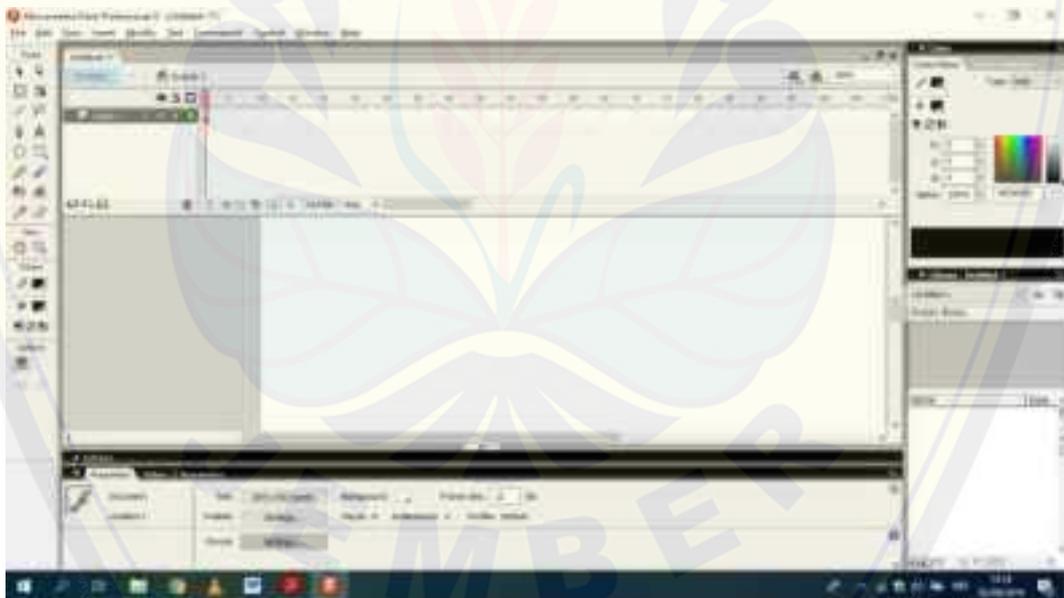
7. Ubah ukuran dimensi menjadi 800×600 dengan cara klik *Properties* di bawah.



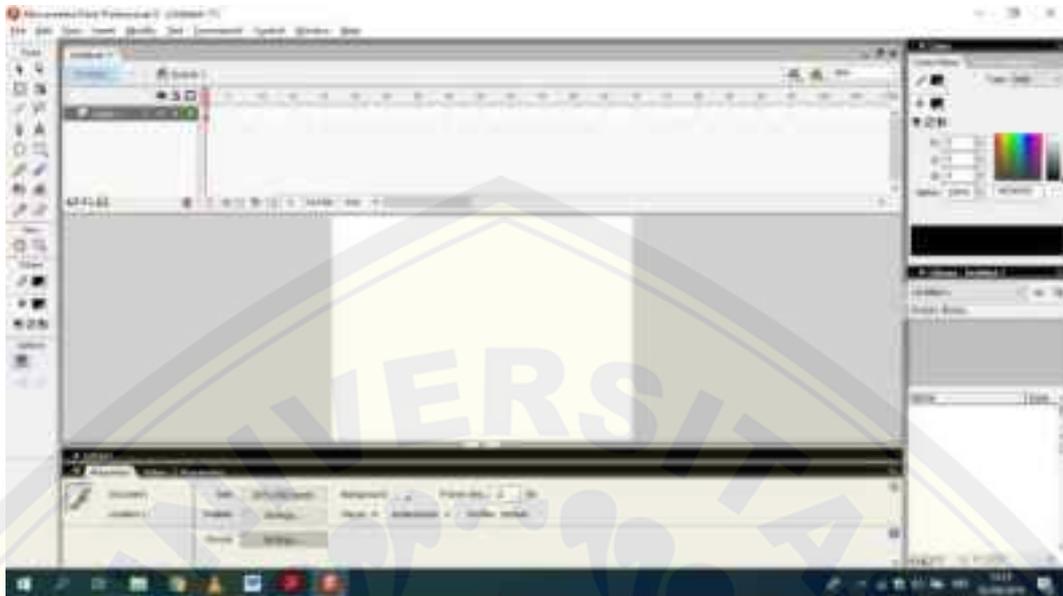
8. Klik kotak bertuliskan 550×400 hingga muncul jendela seperti berikut.



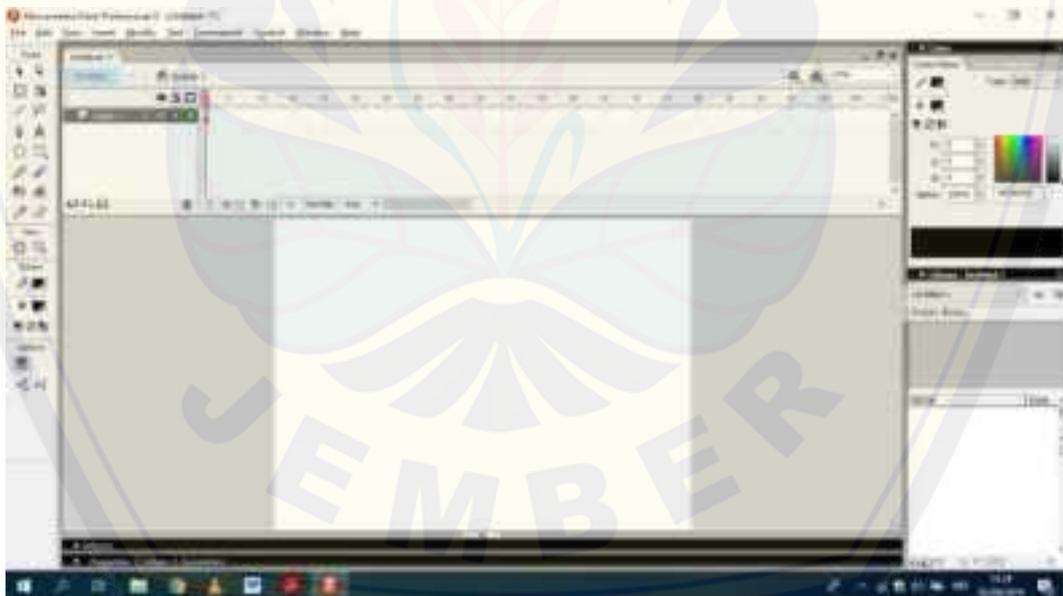
9. Ubah *Dimensions* menjadi 800×600 lalu klik ok.



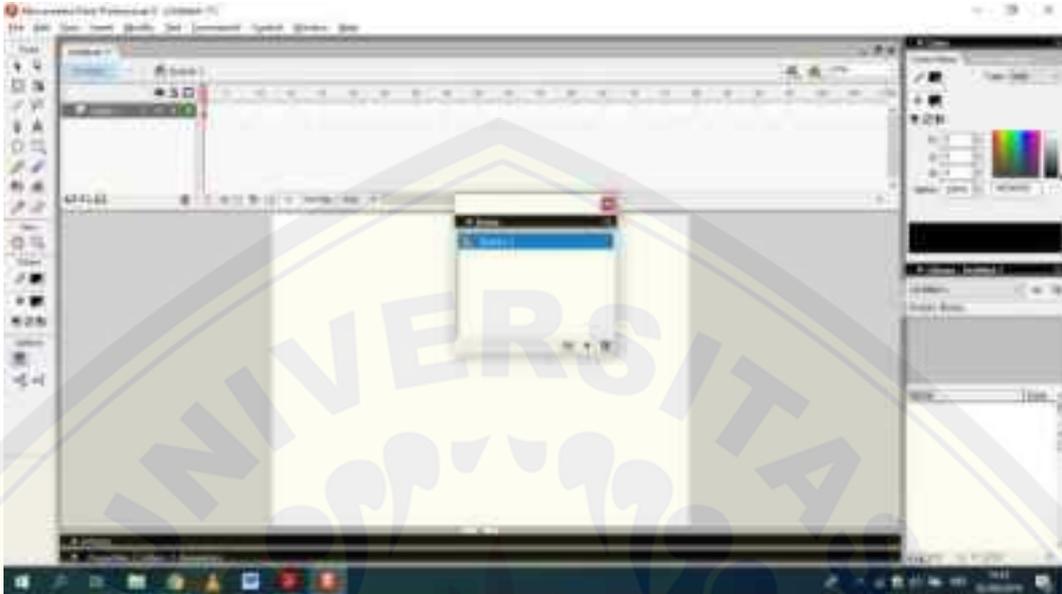
10. Ubah kotak bertuliskan 100% di kanan atas menjadi *Fit in Window*.



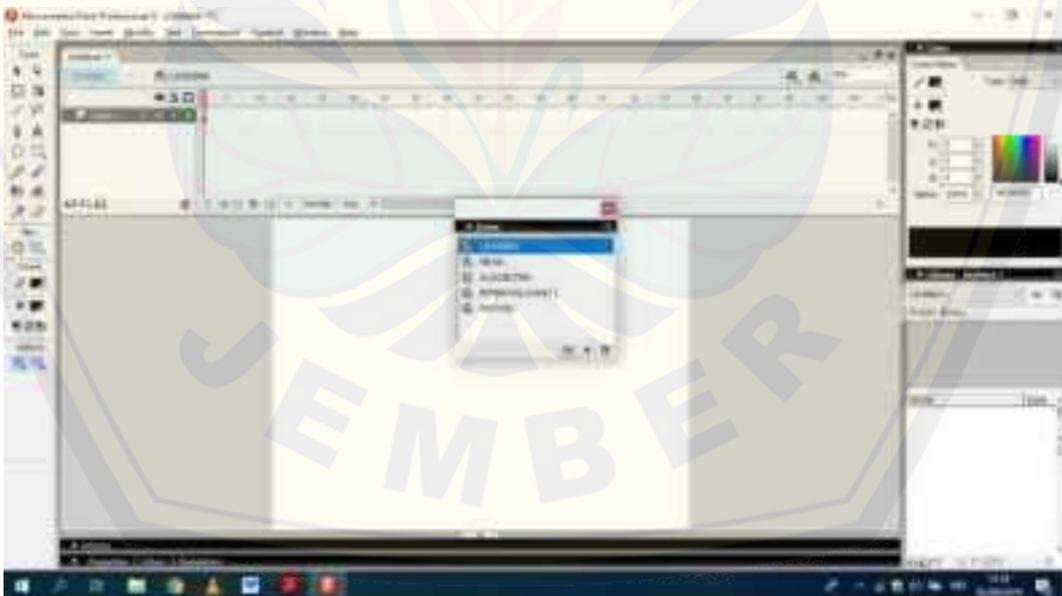
11. Ubah *Frame rate* di kotak bawah menjadi 10 fps dan klik segitiga menghadap bawah di bagian kiri *properties*.



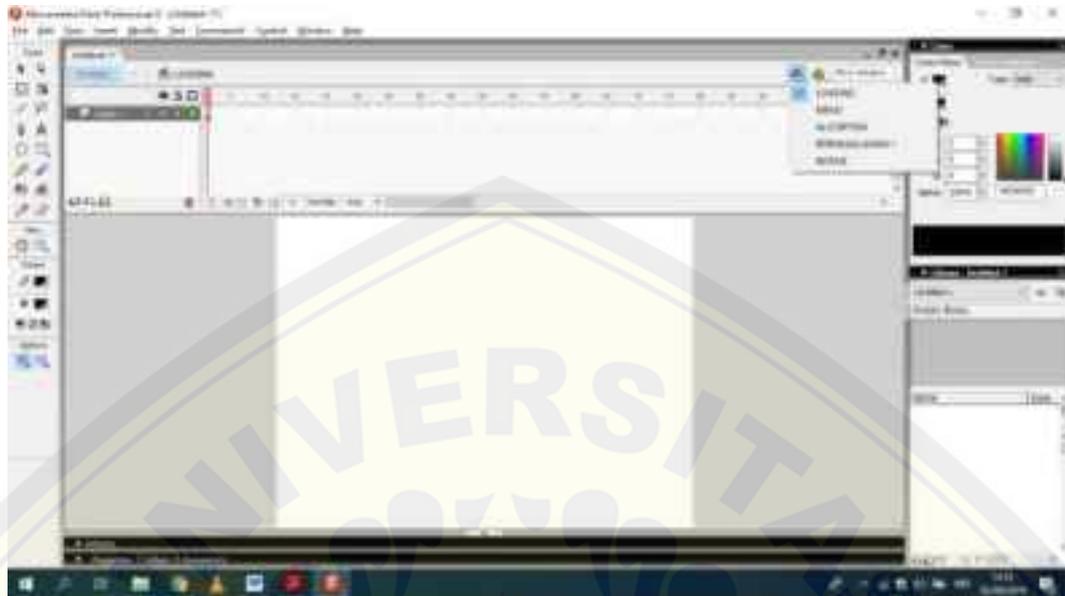
12. Tambahkan *Scene* dengan cara klik *Window* kemudian *Other Panels* lalu *scene* hingga muncul kotak seperti gambar berikut.



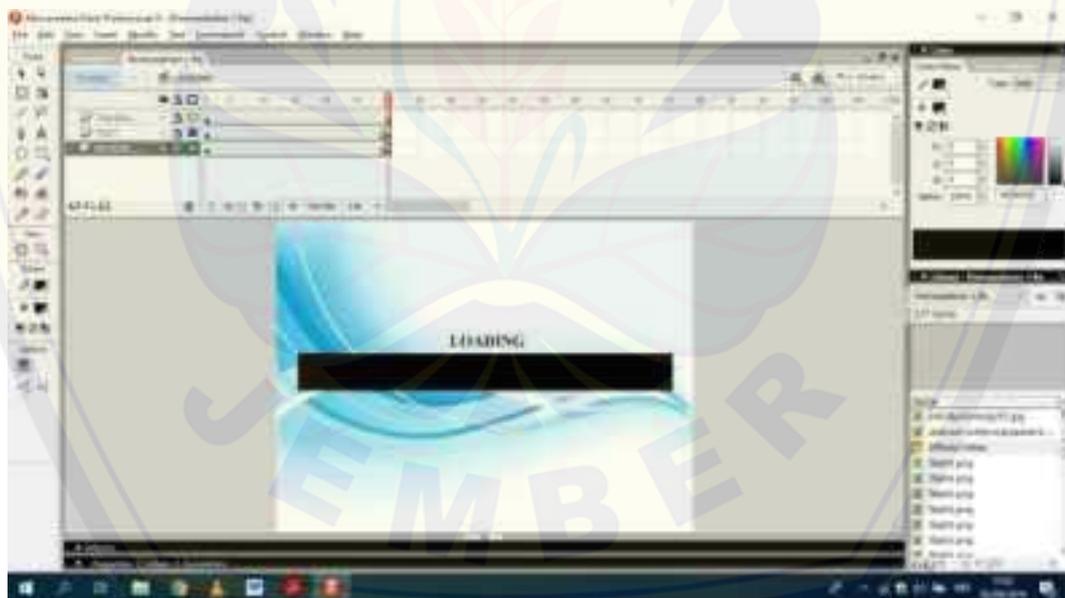
13. Tambahkan *Scene* dengan nama Loading, Menu, Algoritma, Permasalahan 1, Notasi seperti gambar berikut.



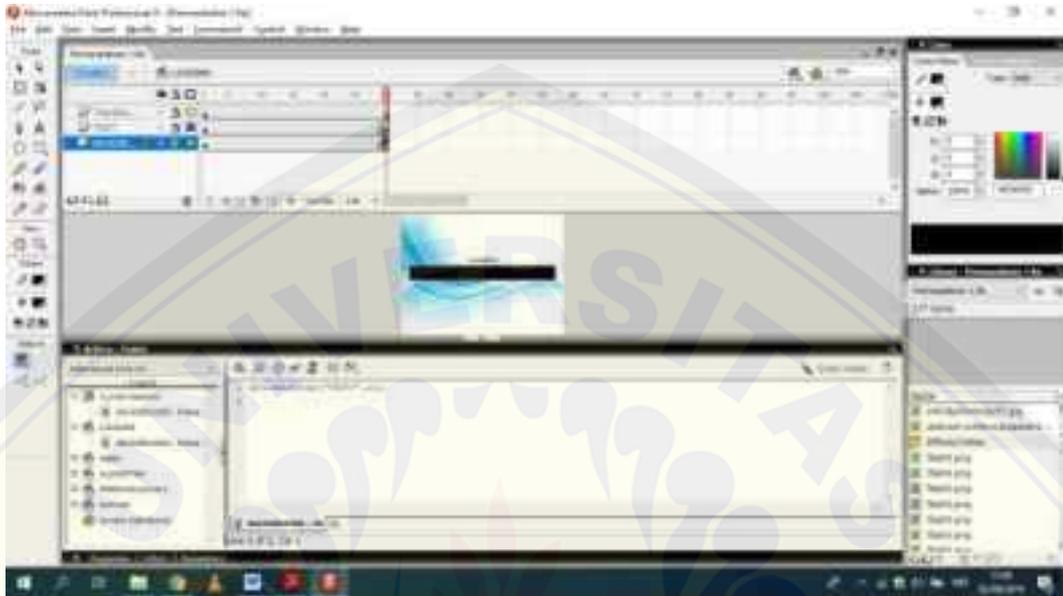
14. Untuk berpindah *scene* klik ikon *edit scene* di atas seperti gambar berikut.



15. Untuk mempersingkat langkah buat animasi *loading* menggunakan transisi atau efek lainnya sekreatif Anda.



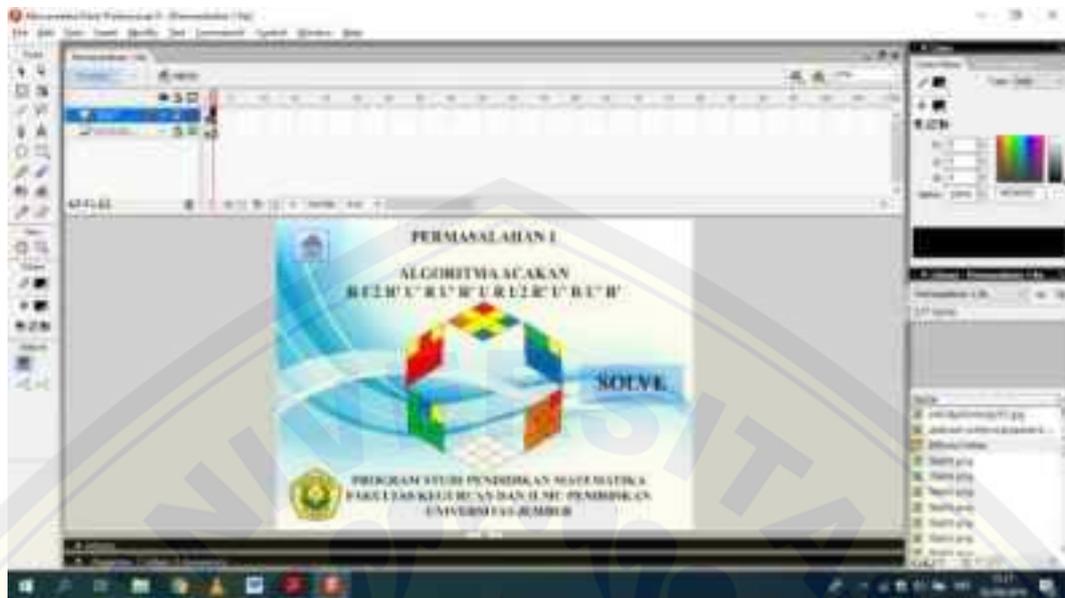
16. Untuk berpindah secara otomatis maka dibutuhkan *action script* maka klik kanan di *layer background frame* terakhir lalu klik *action* dan isi kotak *action frame* seperti gambar berikut.



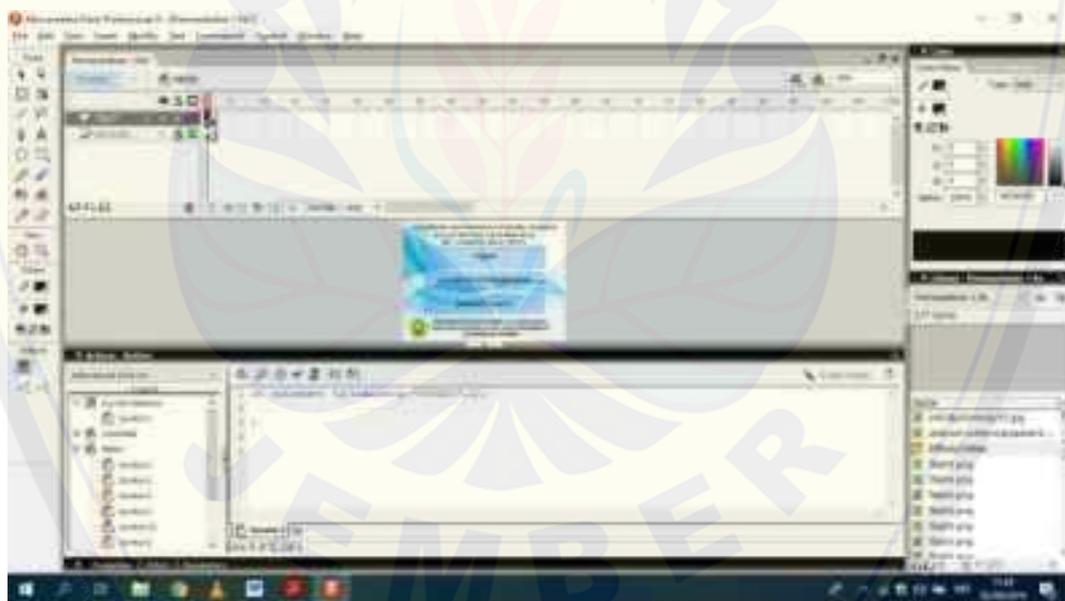
17. Ganti ke *scene* Menu dan buat *frame 1* seperti gambar di bawah ini.



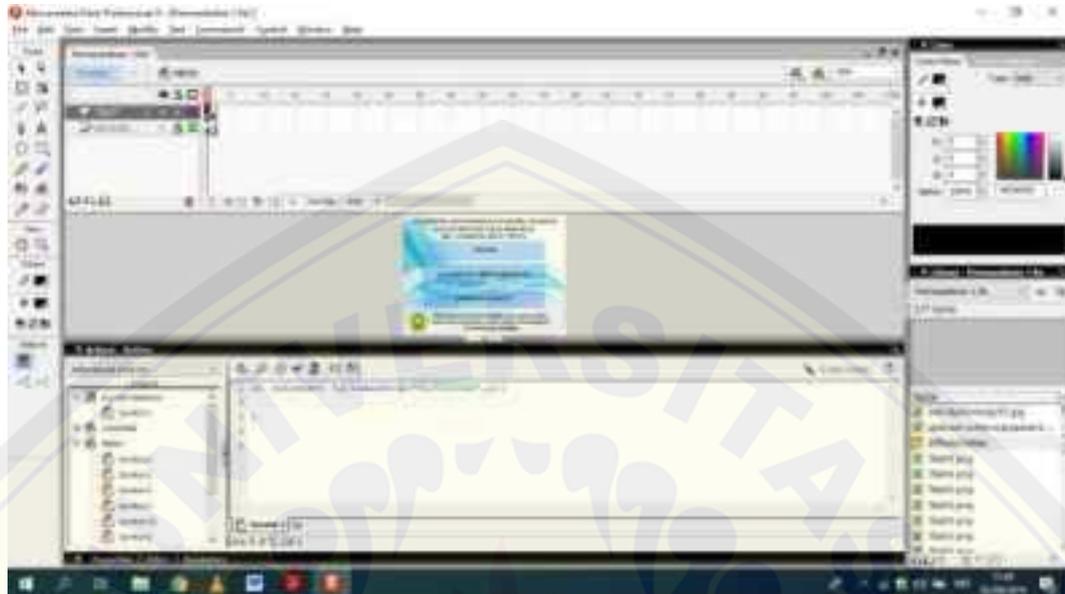
18. Pindah ke *frame 2* lalu buat seperti gambar di bawah ini.



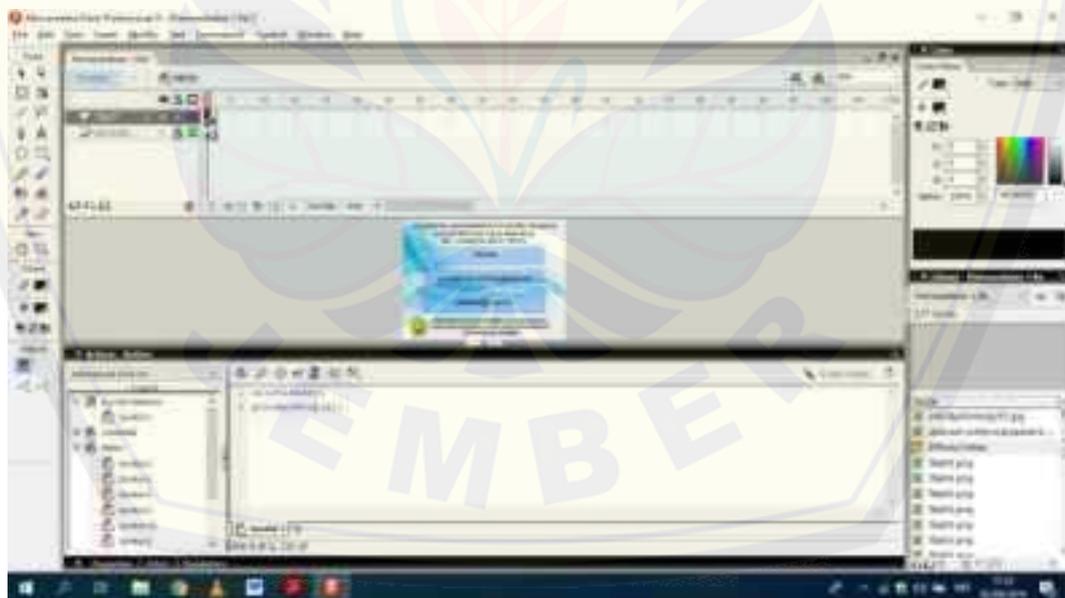
19. Untuk kotak notasi pada *frame 1* beri *action button* seperti gambar berikut.



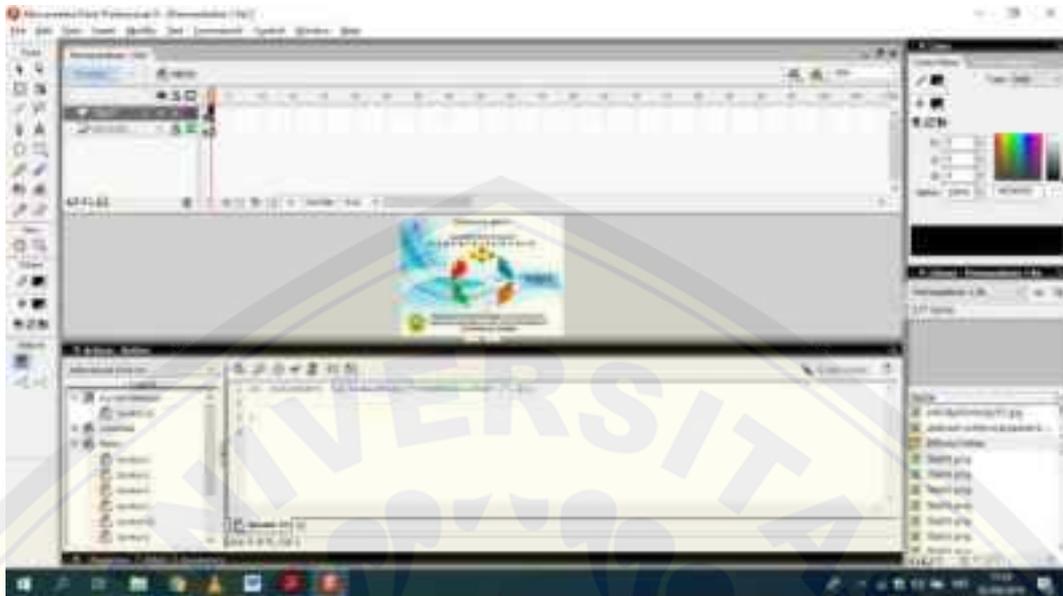
20. Untuk kotak algoritma pengembangan pada *frame 1* beri *action button* seperti gambar berikut.



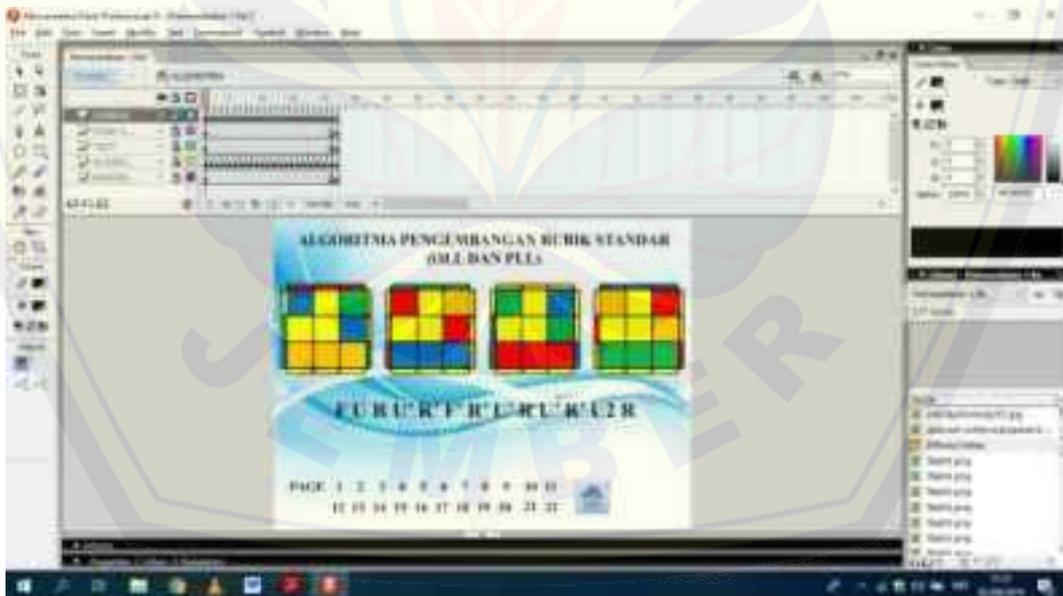
21. Untuk kotak permasalahan 1 pada *frame 1* beri *action button* seperti gambar berikut.



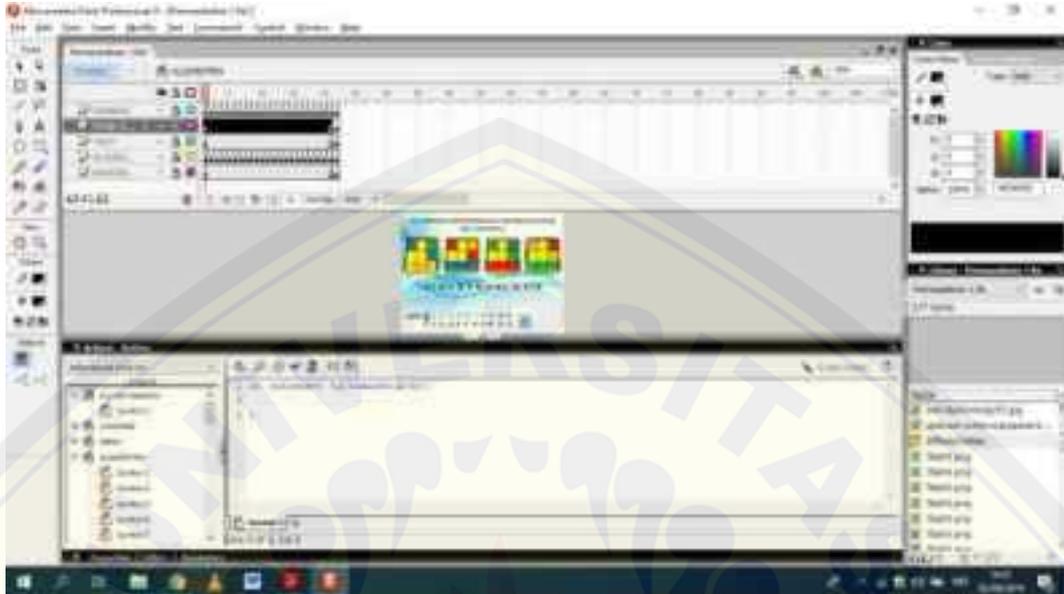
22. Untuk kotak *solve* pada frame 2 beri *action button* seperti gambar berikut.



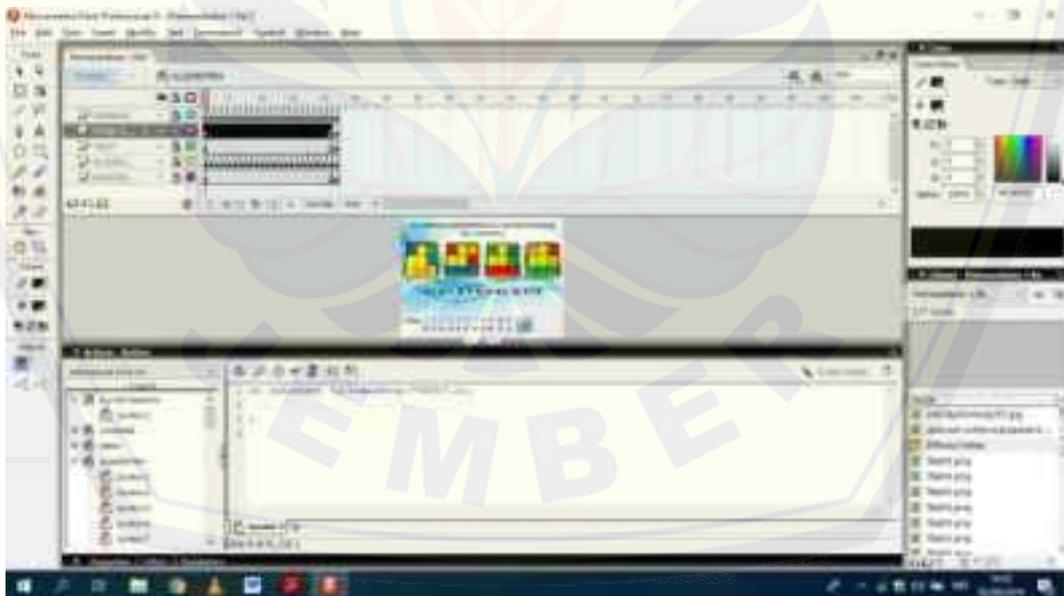
23. Ganti ke *scene* Algoritma dan buat *frame* 1 sampai 22 dengan mengisikan algoritma pengembangan yang telah dibahas sebelumnya beserta gambarnya seperti di bawah ini.



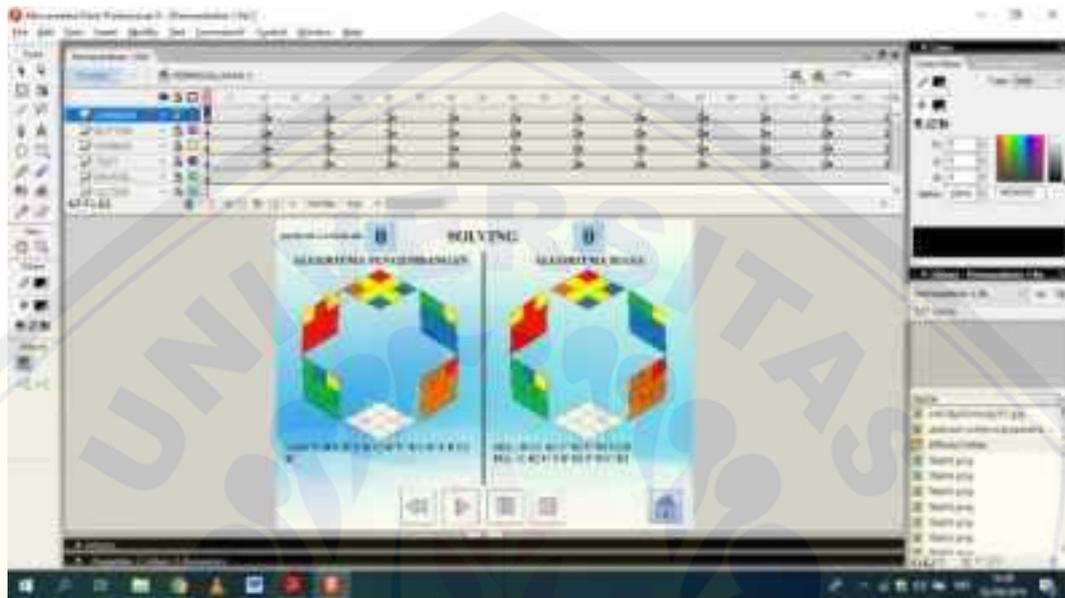
24. Untuk nomor halaman beri *action button* seperti gambar berikut. Setiap halaman menyesuaikan pada *framenya* masing-masing.



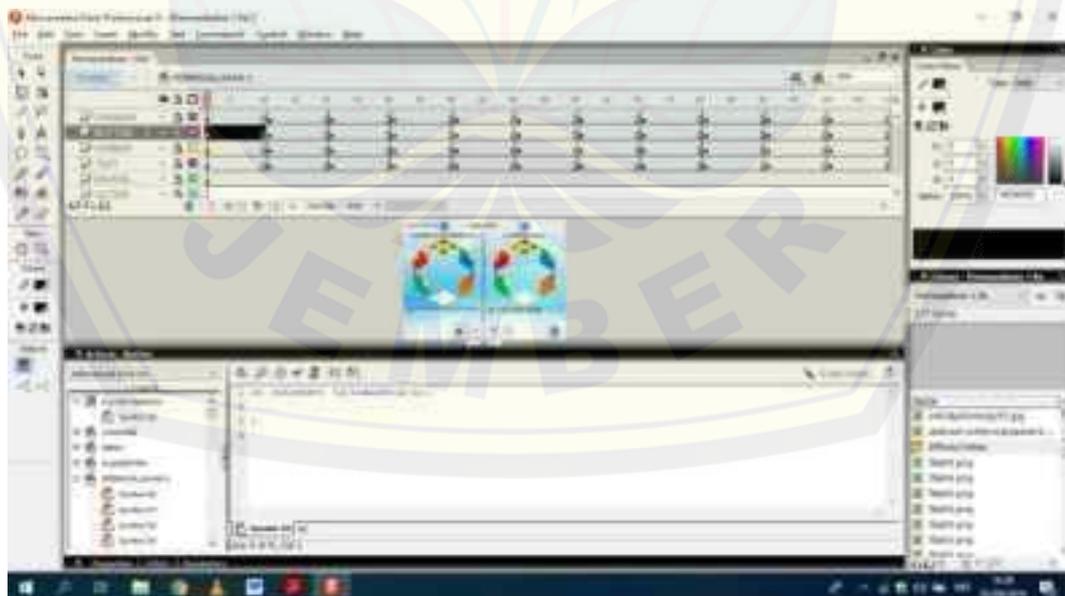
25. Untuk kotak berisikan gambar rumah beri *action button* seperti gambar berikut.



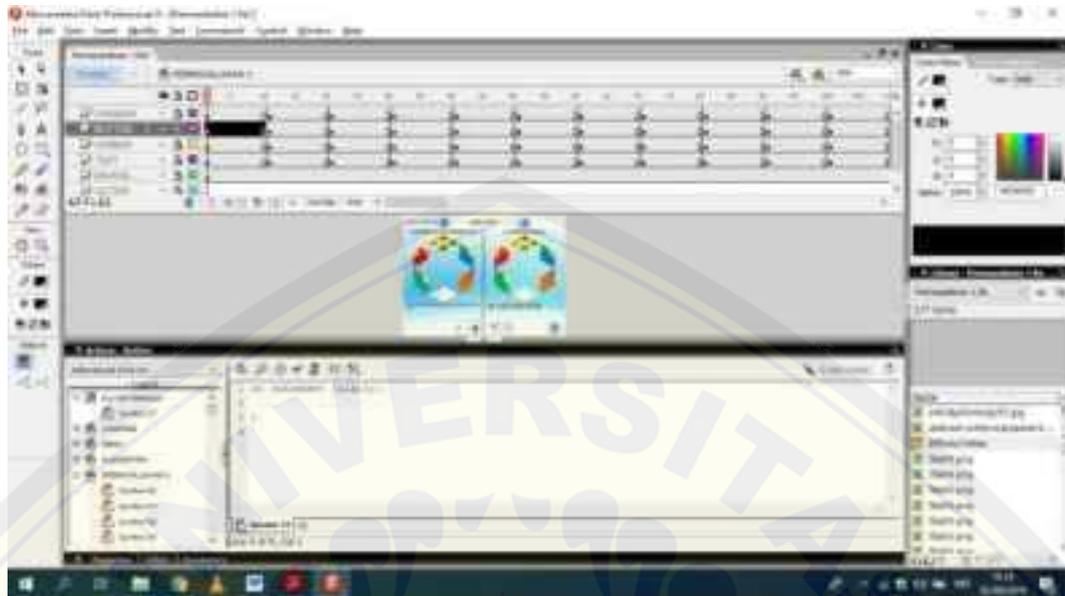
26. Ganti ke *scene* Permasalahan 1 dan buat *frame* 1 dengan mengisikan algoritma penyelesaian setiap langkah setiap permasalahan seperti di bawah ini. Gambar yang telah dibuat di Microsoft Word juga dimasukkan kesini untuk setiap langkah.



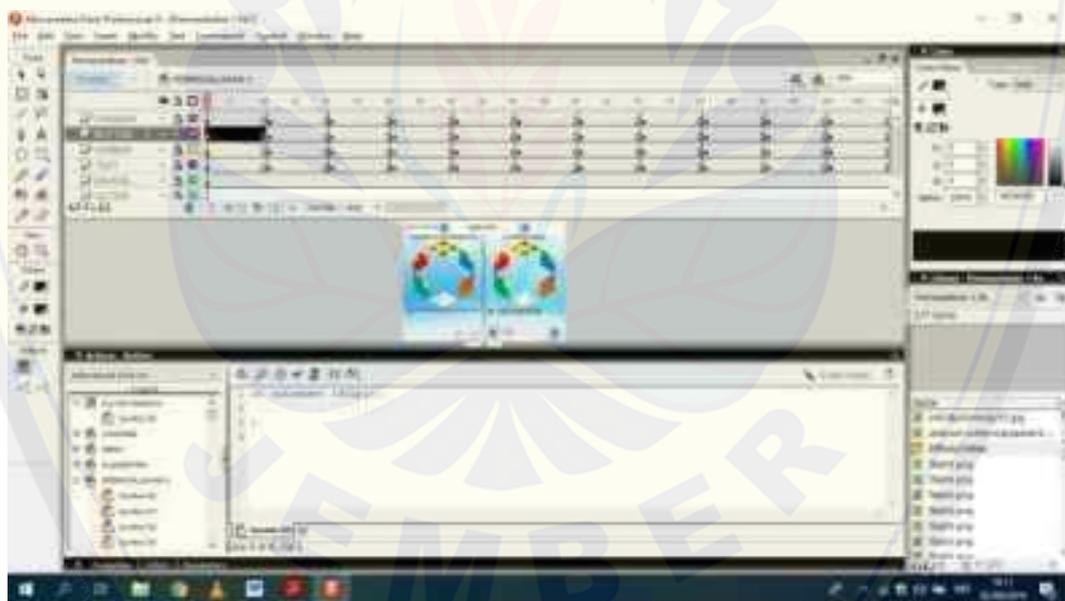
27. Untuk kotak bergambar *previous* beri *action button* seperti gambar di bawah ini.



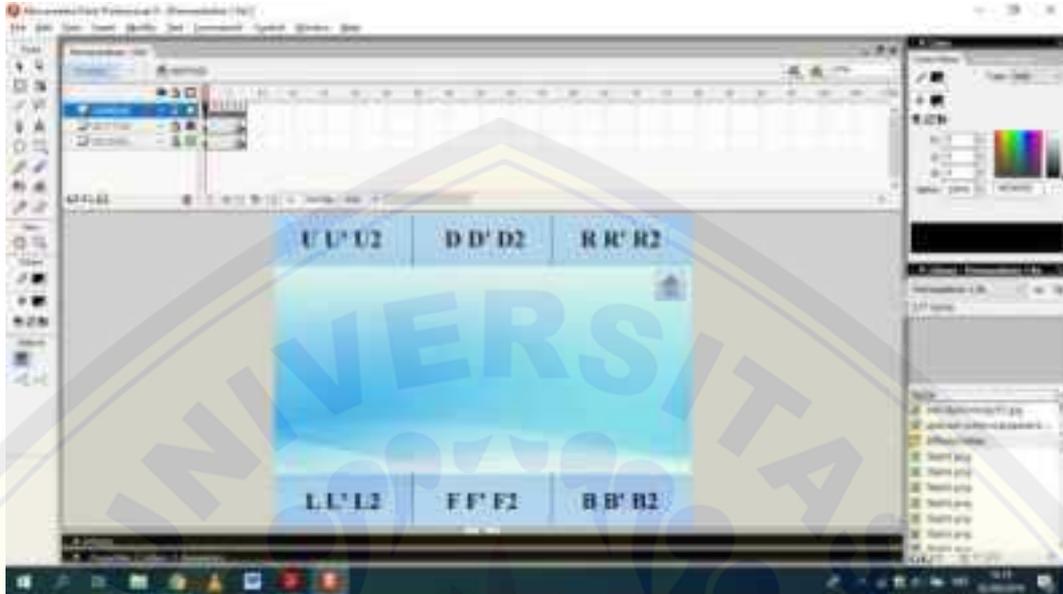
28. Untuk kotak bergambar *play* beri *action button* seperti gambar di bawah ini.



29. Untuk kotak bergambar *pause* beri *action button* seperti gambar di bawah ini.



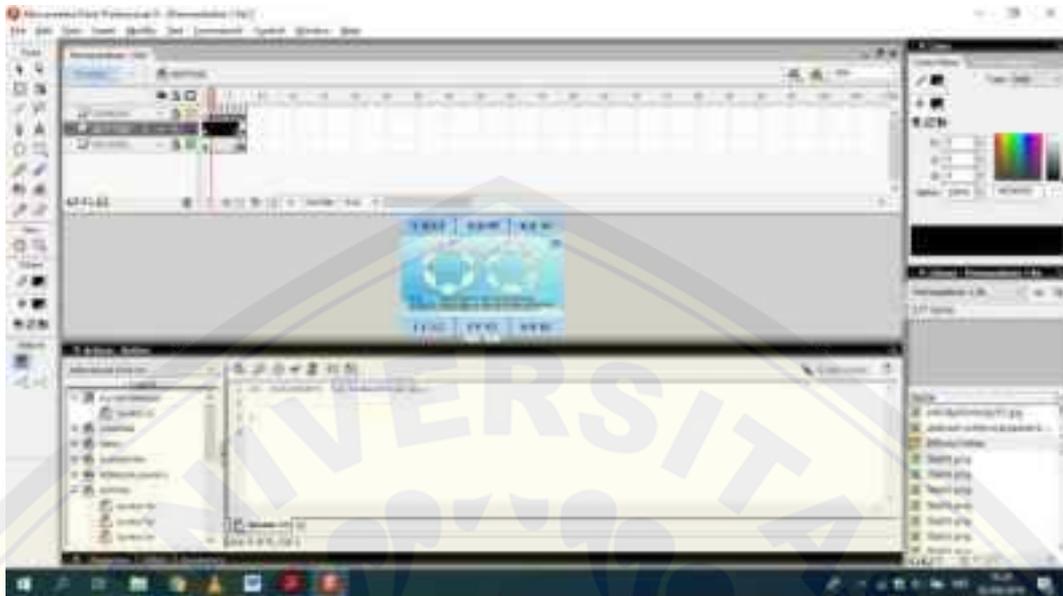
32. Setiap *action button* untuk setiap *frame* disesuaikan dengan tujuan *framena*.
Ganti ke *scene* Notasi, Buatlah *frame* 1 seperti gambar di bawah ini.



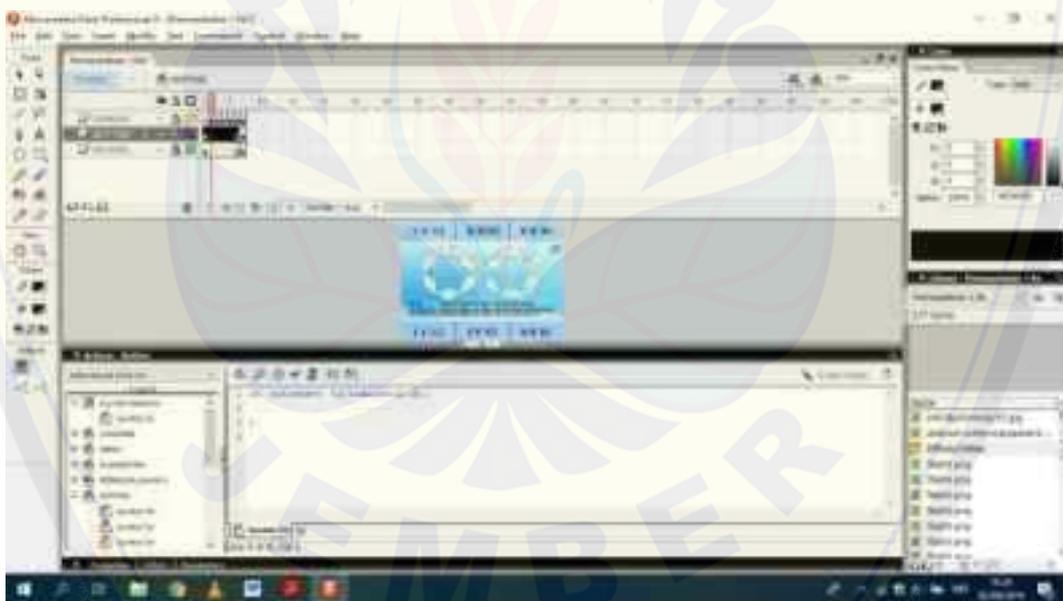
33. Buatlah *frame* ke 2 sampai 7 seperti ini, untuk setiap gambar disesuaikan dengan *action button*nya yaitu U *frame* 2, D *frame* 3, R *frame* 4, L *frame* 5, F *frame* 6 dan B *frame* 7.



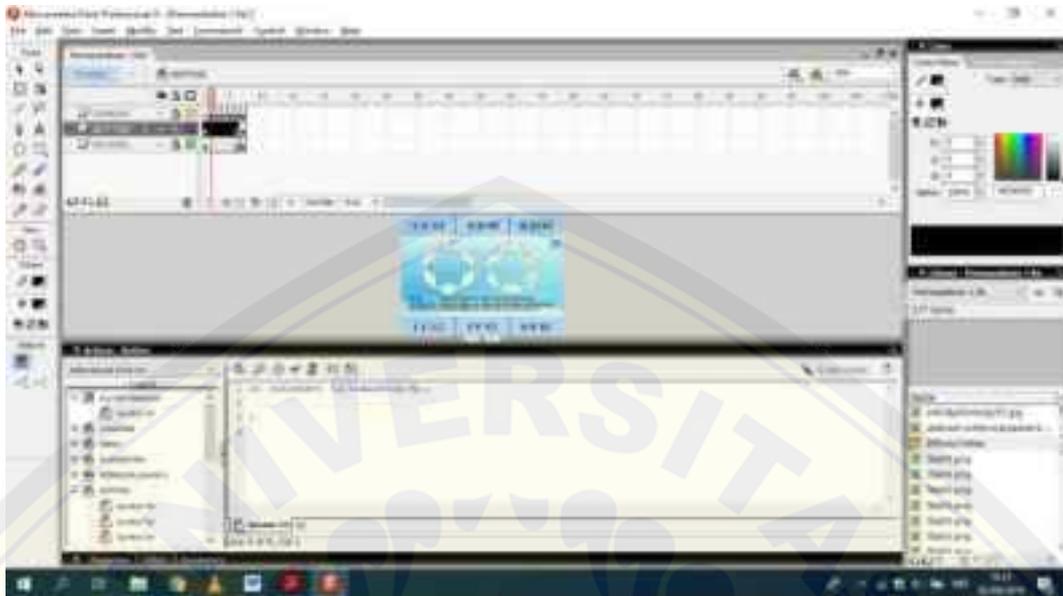
34. Untuk kotak U U' U2 beri *action button* seperti gambar di bawah ini.



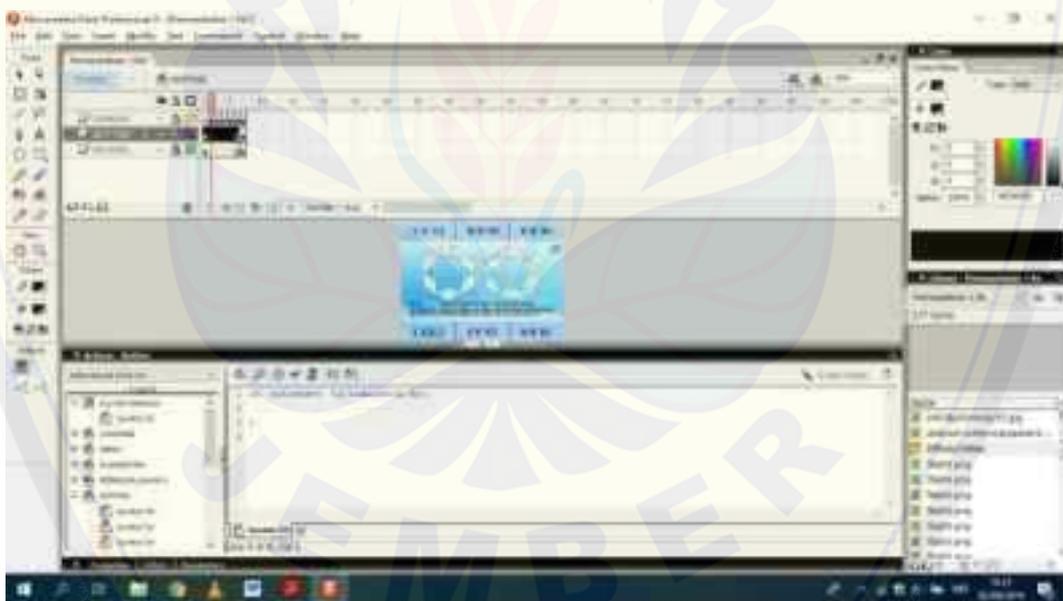
35. Untuk kotak D D' D2 beri *action button* seperti gambar di bawah ini.



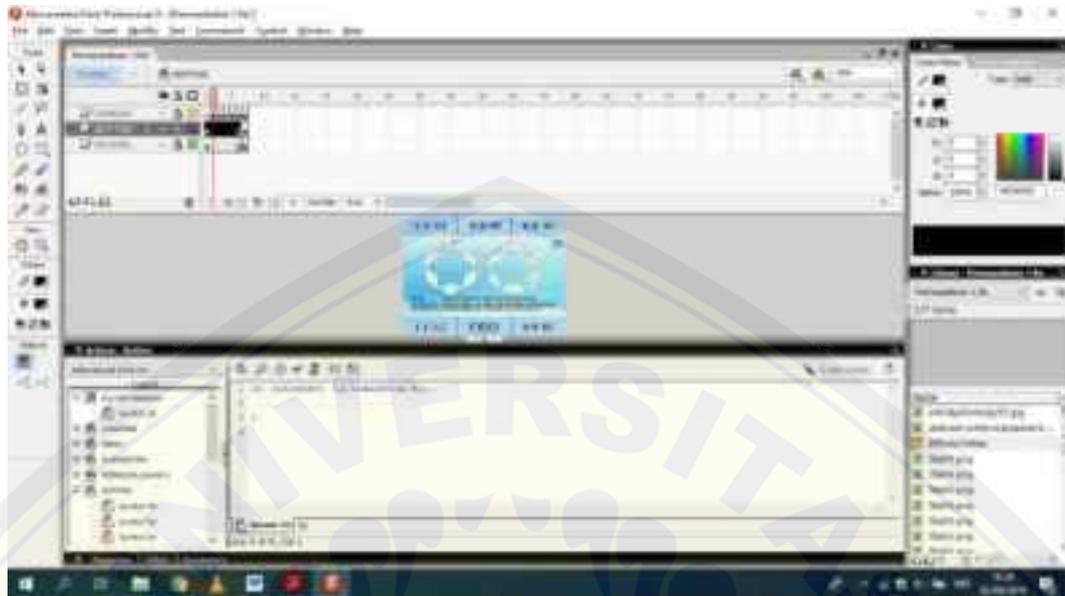
36. Untuk kotak $R R' R^2$ beri *action button* seperti gambar di bawah ini.



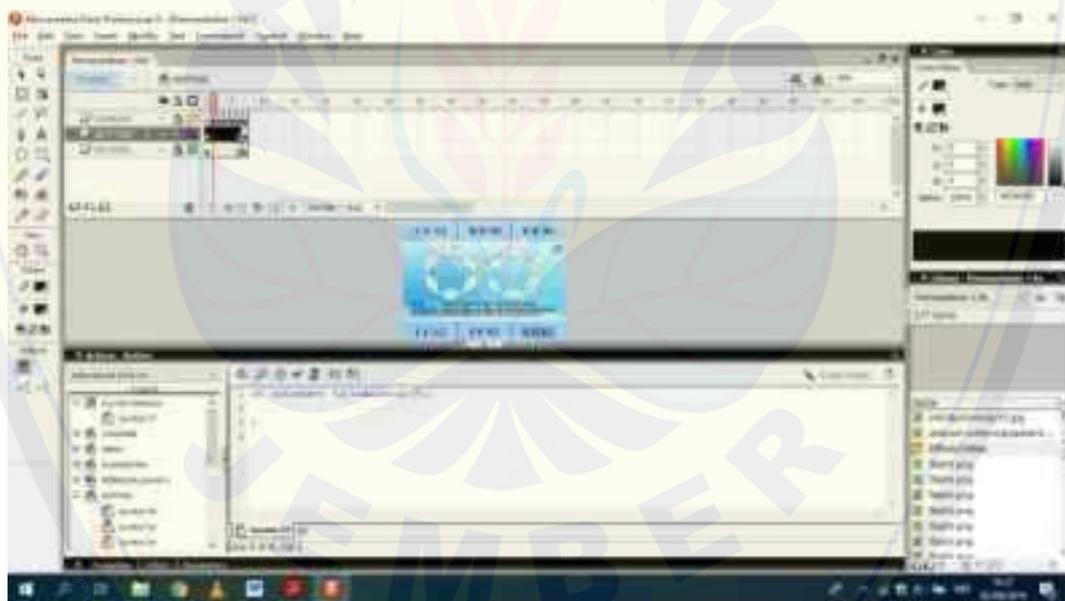
37. Untuk kotak $L L' L^2$ beri *action button* seperti gambar di bawah ini.



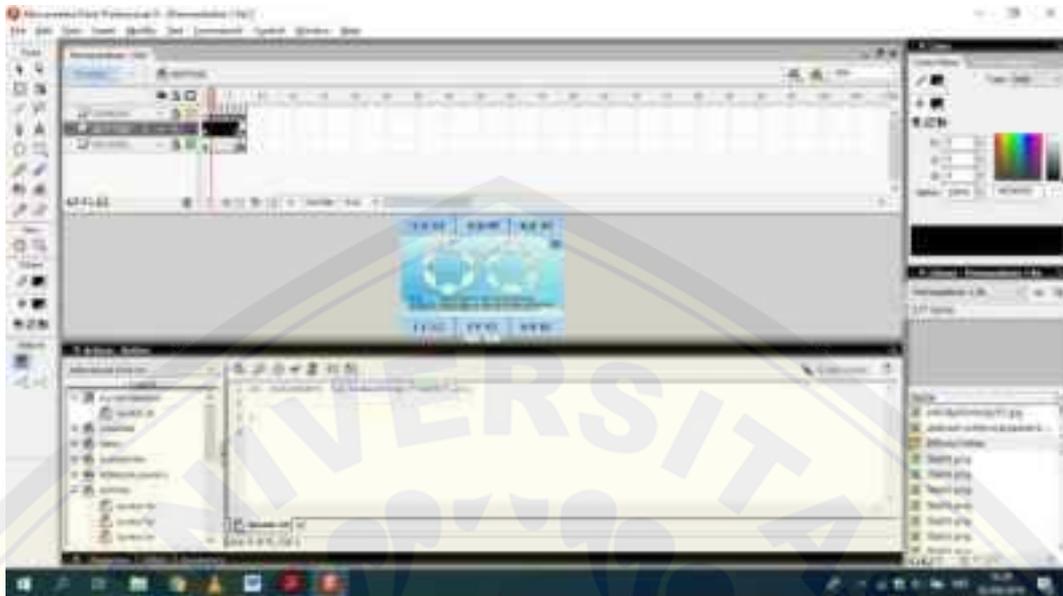
38. Untuk kotak F F' F2 beri *action button* seperti gambar di bawah ini.



39. Untuk kotak B B' B2 beri *action button* seperti gambar di bawah ini.



40. Untuk kotak bergambar rumah beri *action button* seperti dibawah ini.



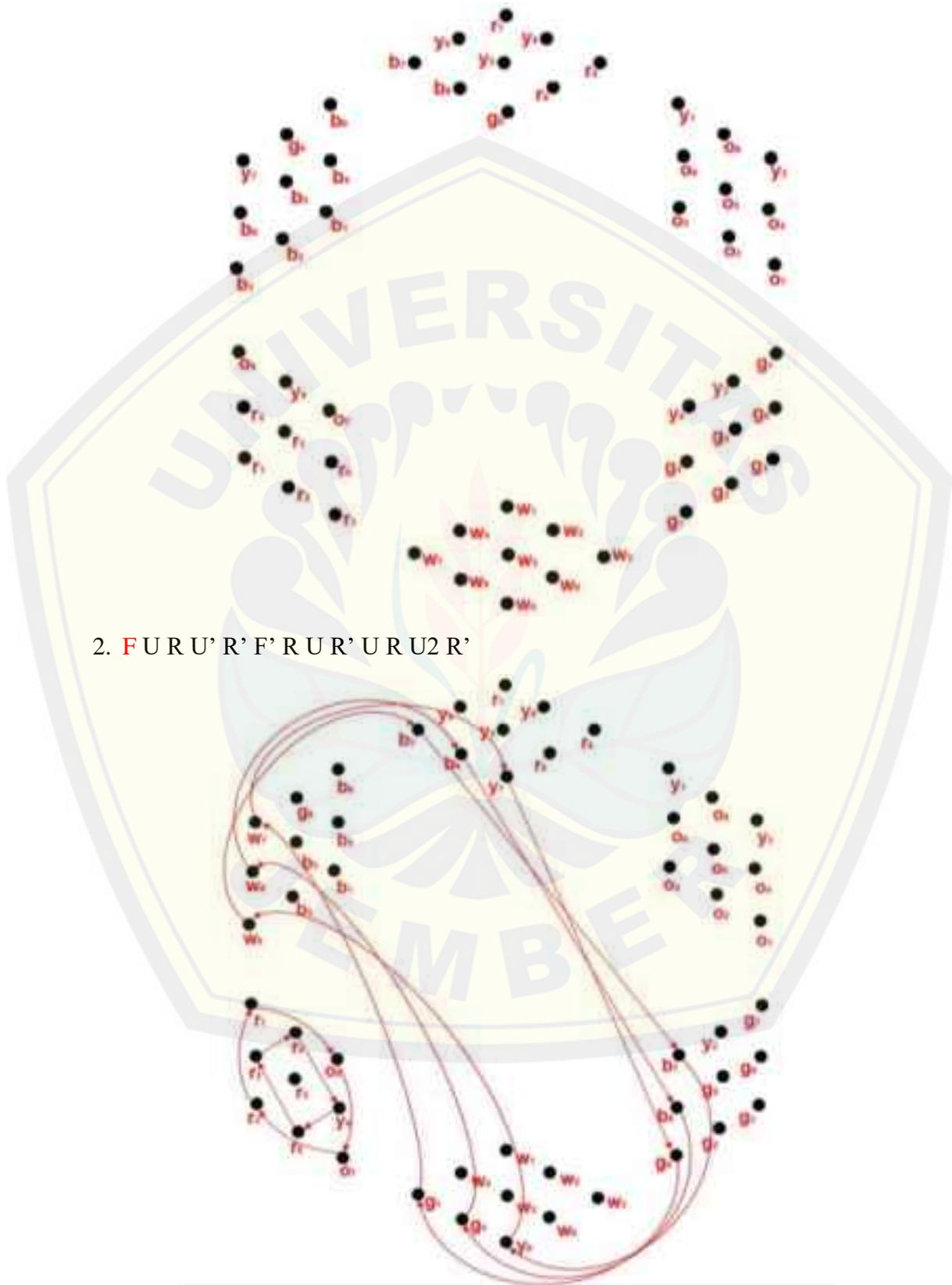
41. Selanjutnya *save file* proyek dengan klik *file* lalu *Save as*. Langkah terakhir klik *ctrl + enter* untuk menjalankan program *flashnya*. Setelah itu akan otomatis aplikasi menyimpan program *flashnya* berdampingan dengan *file* proyeknya seperti gambar di bawah ini.

Permasalahan 1 fla	10/07/2019 15:41	Flash Document	25,164 KB
Permasalahan 1.swf	02/09/2019 16:40	GOM Media file's...	5,958 KB

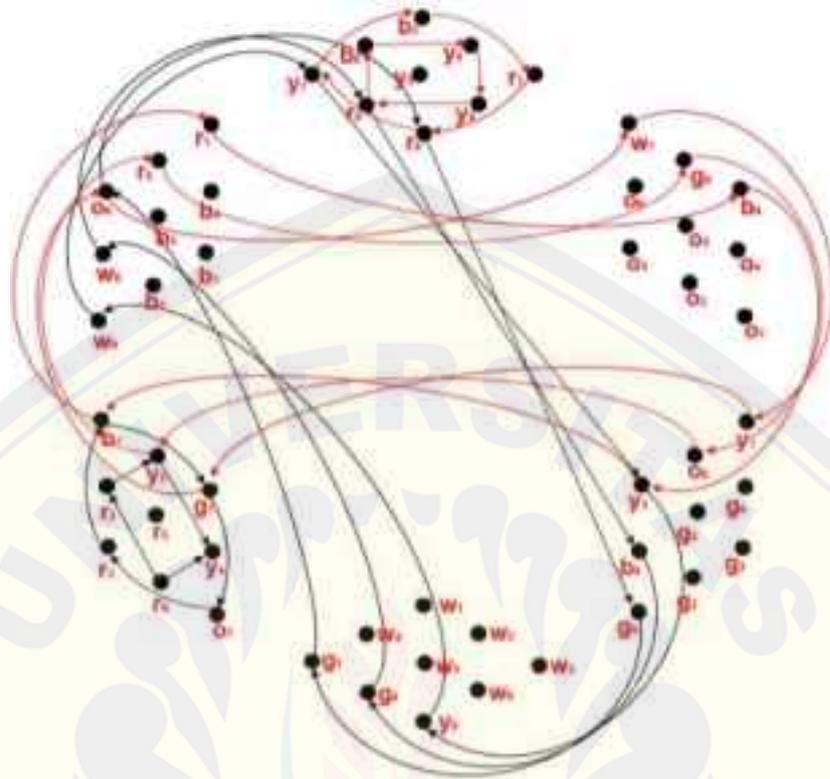
Algoritma Pengembangan dalam Bentuk Graf Berarah

Graf yang terbentuk dari algoritma pengembangan rubik standar didasarkan pada setiap notasi/langkah dimana *vertex* merupakan warna setiap bagian rubik dan *edge* merupakan perpindahan setiap titiknya. Sebagai contoh penulis akan memberikan contoh dalam membuat graf dari algoritma pengembangan permasalahan 2. Algoritma pengembangan permasalahan 2 berisikan notasi $F U R U' R' F' R U R' U R U2 R'$. Berikut proses pembuatan graf dari algoritma pengembangan permasalahan 2.

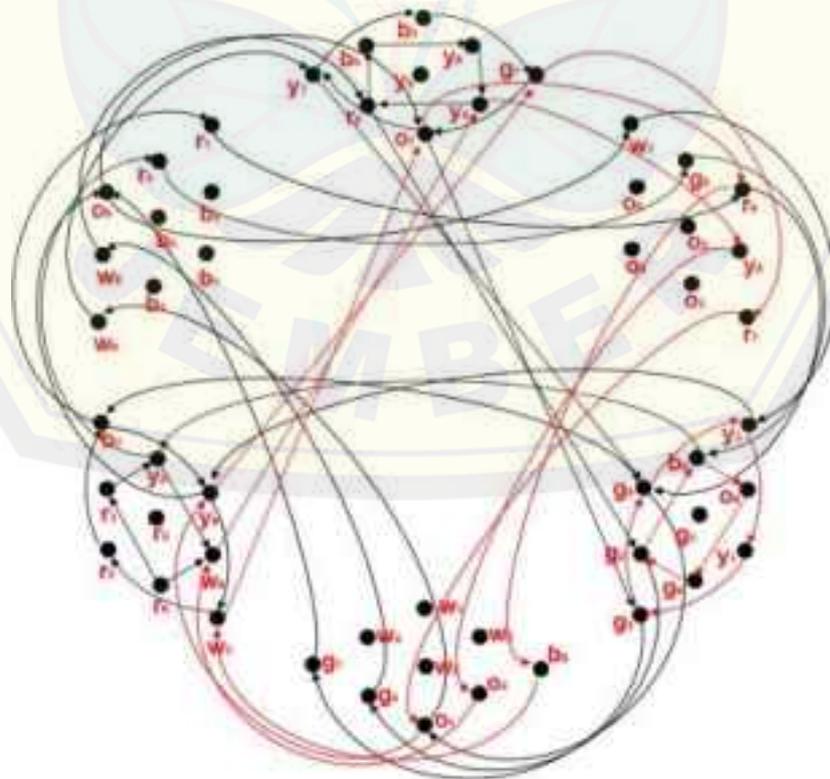
1. FURU'R'F'RUR'URU2R'



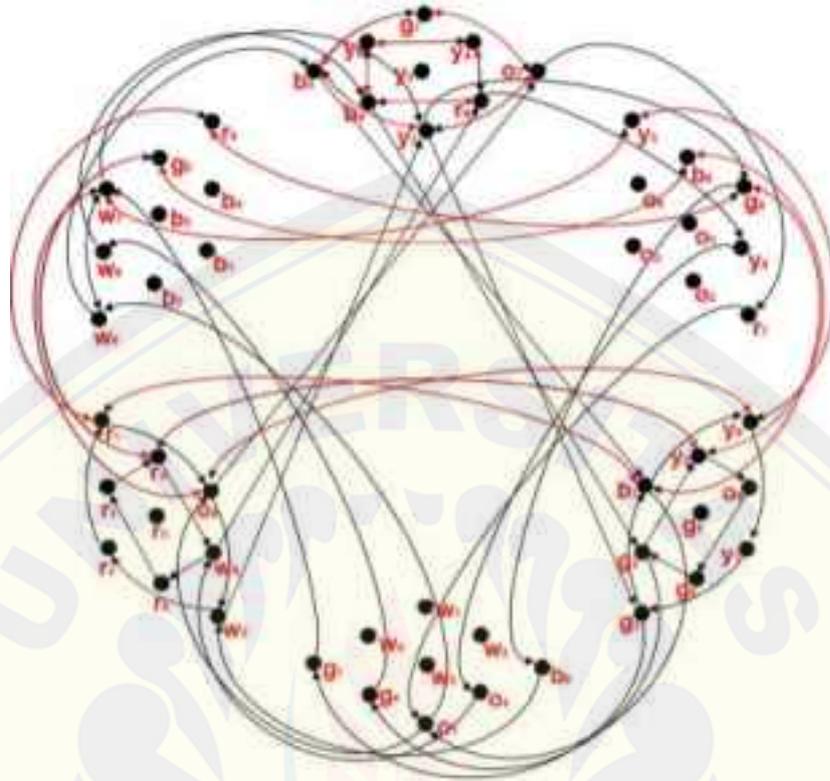
3. **FUR** U' R' F' R U R' U R U² R'



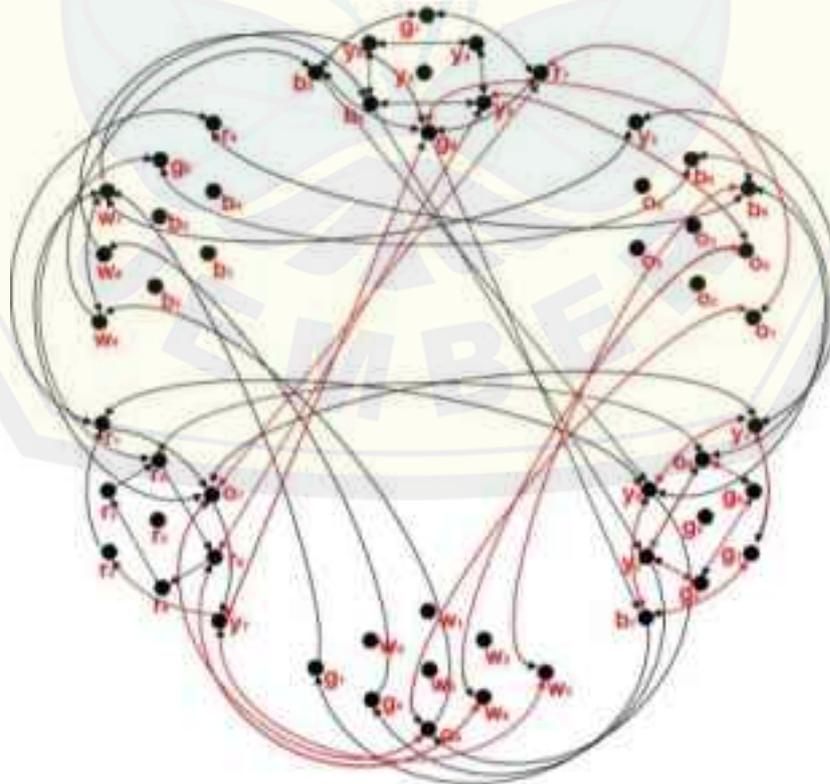
4. **FUR** U' R' F' R U R' U R U² R'



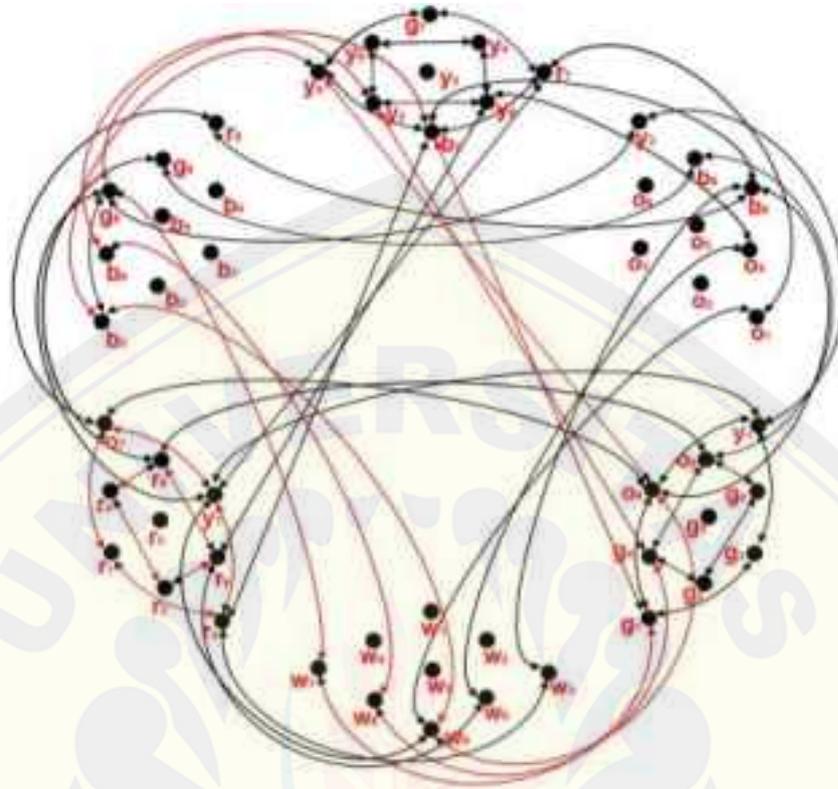
5. **FURU'R'F'RUR'URU2R'**



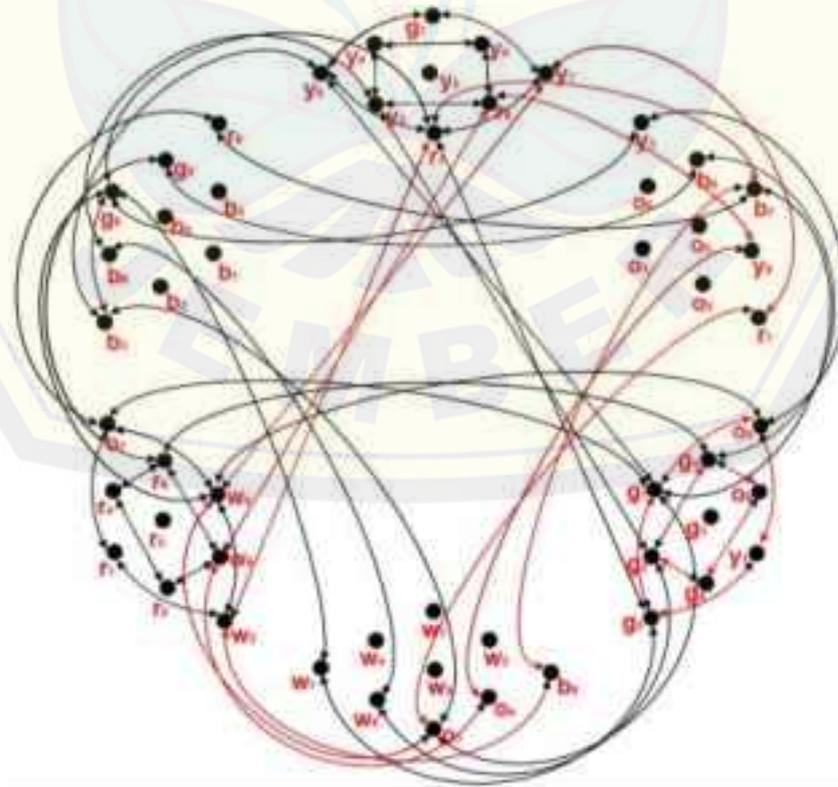
6. **FURU'R'F'RUR'URU2R'**



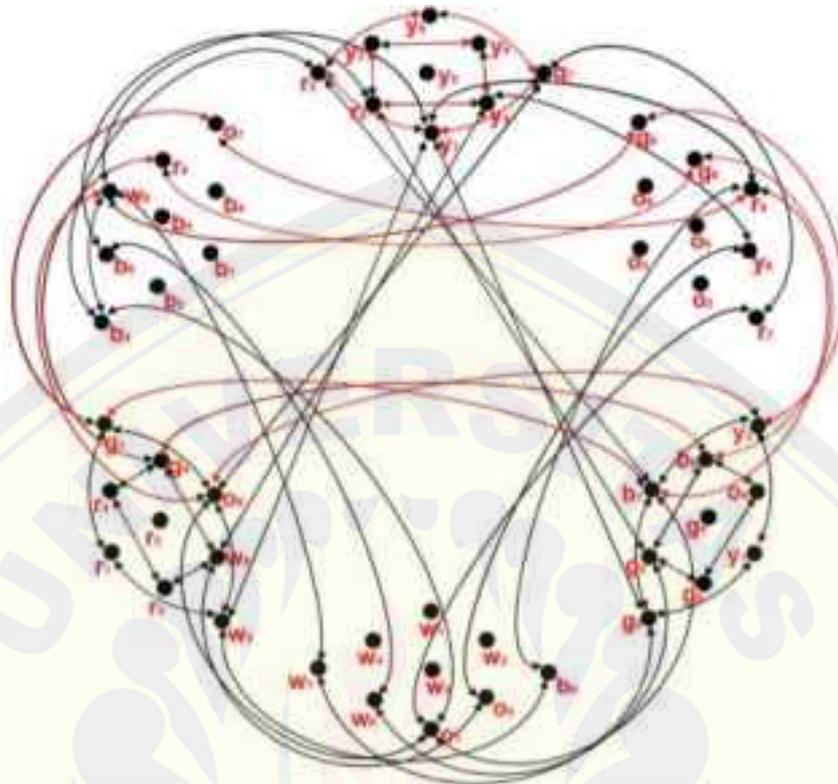
7. $FURUR'R'F'RUR'URU2R'$



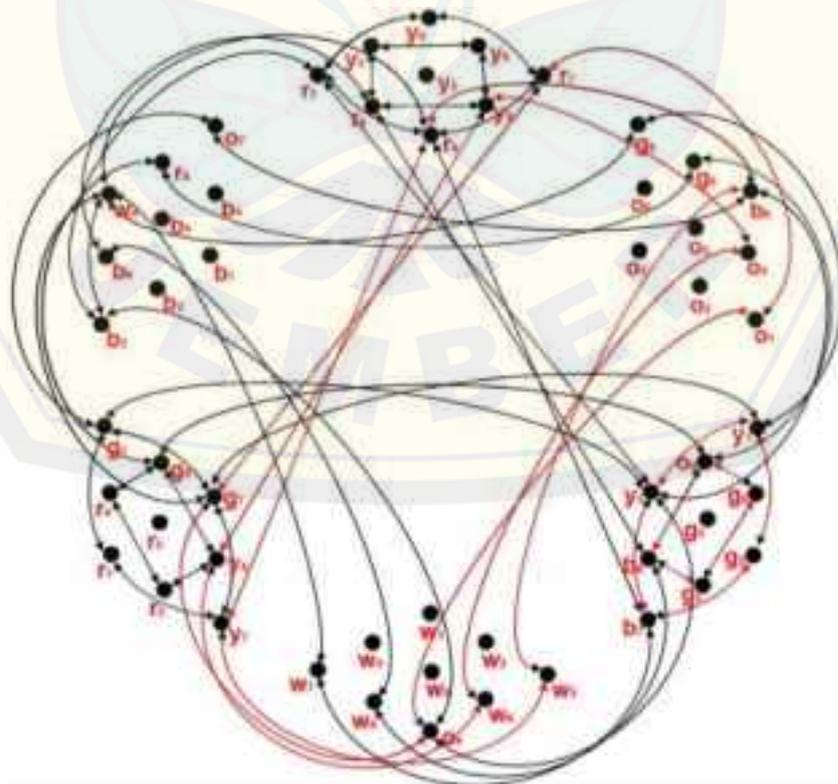
8. $FURUR'R'F'RUR'URU2R'$



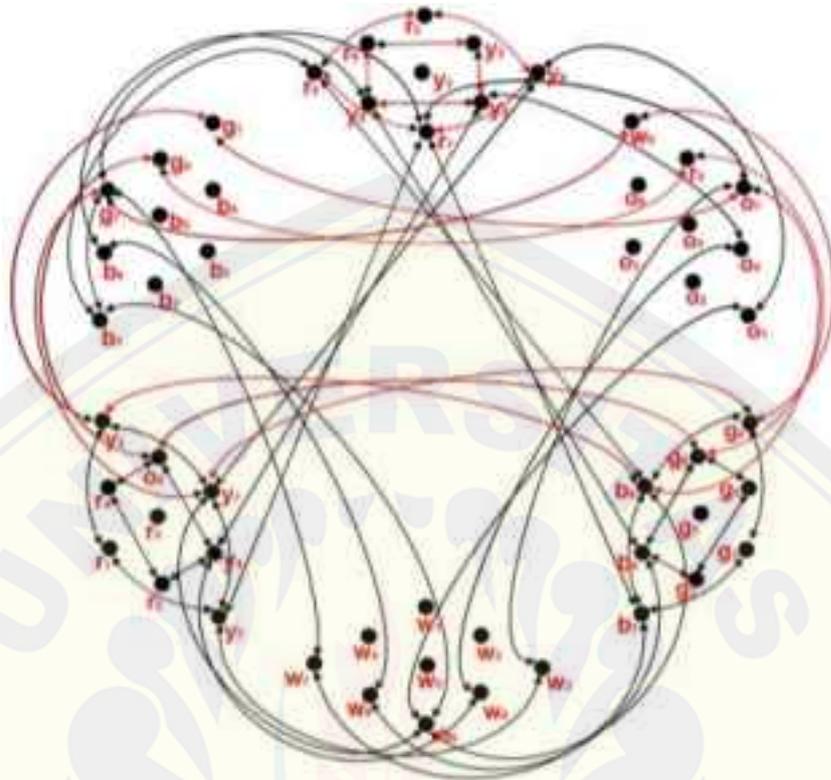
9. $FURUR'R'F'RUR'URU2R'$



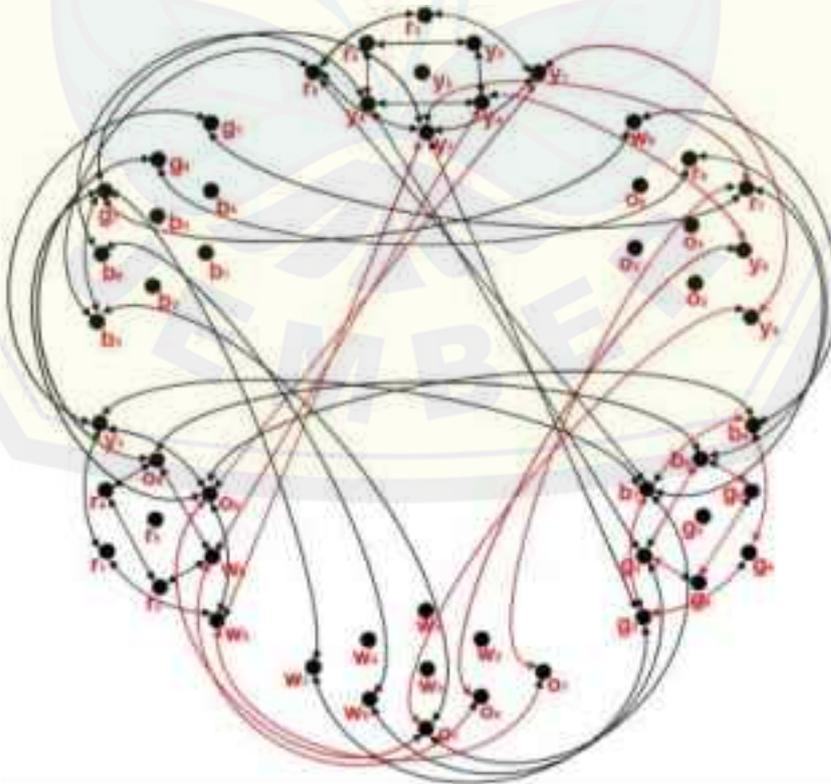
10. $FURUR'R'F'RUR'URU2R'$



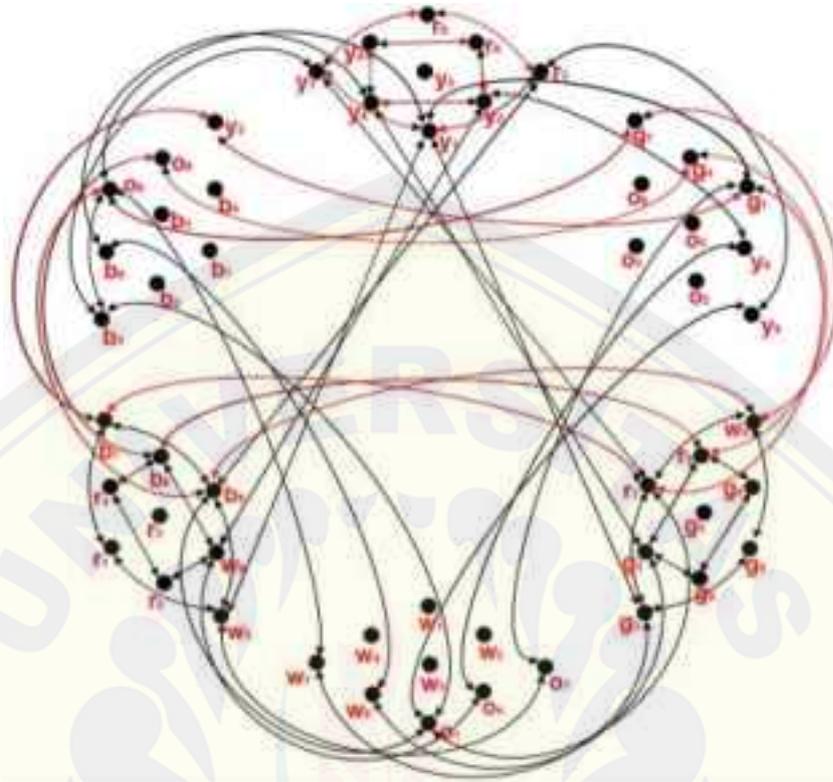
11. $FURUR'R'F'RUR'URU^2R'$



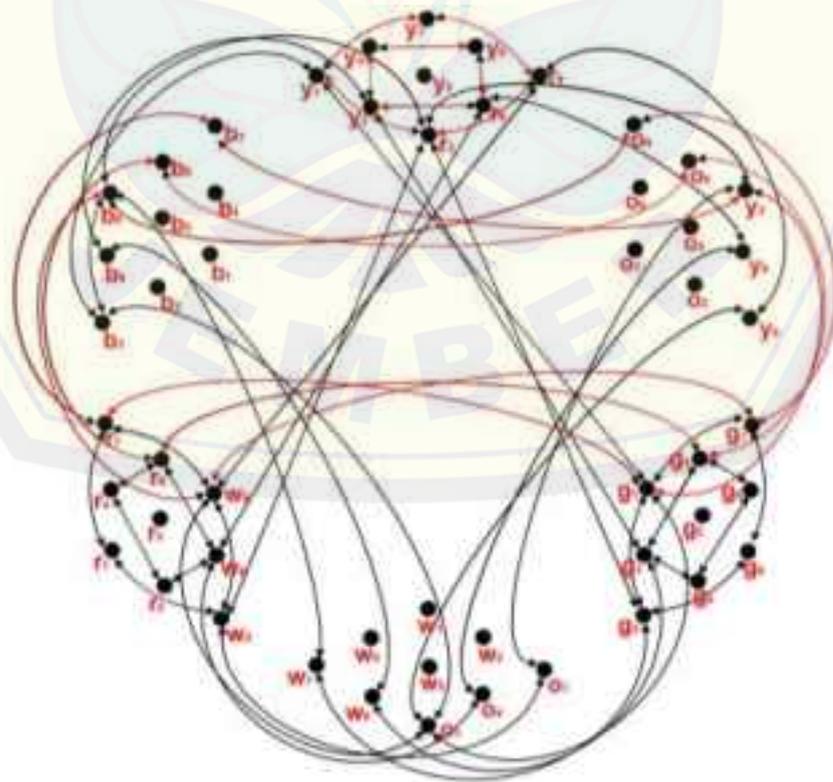
12. $FURUR'R'F'RUR'URU^2R'$



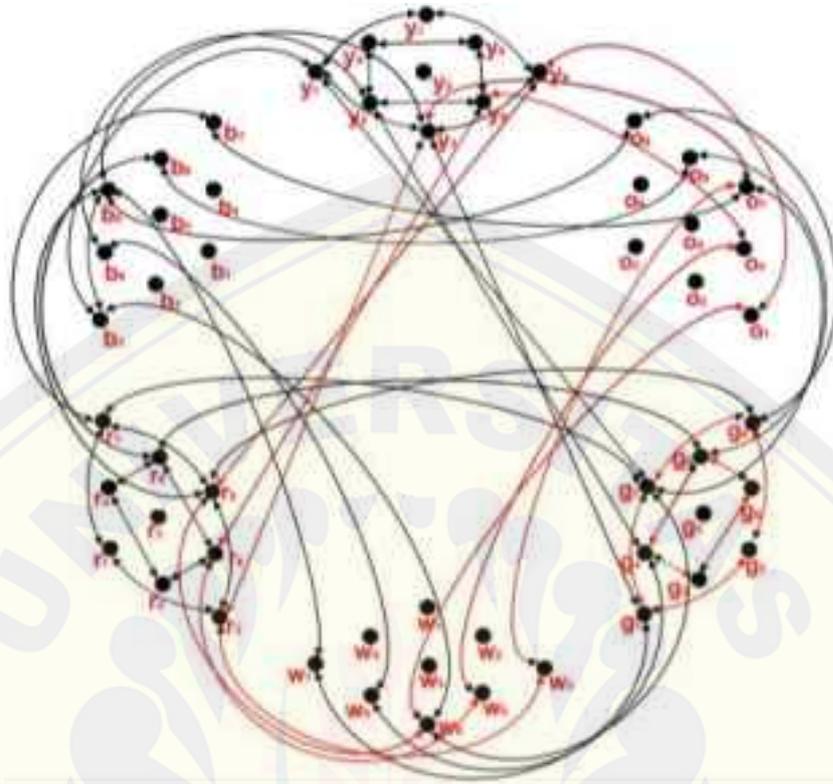
13. $FURUR'R'F'RUR'URU^2R'$



14. $FURUR'R'F'RUR'URU^2R'$



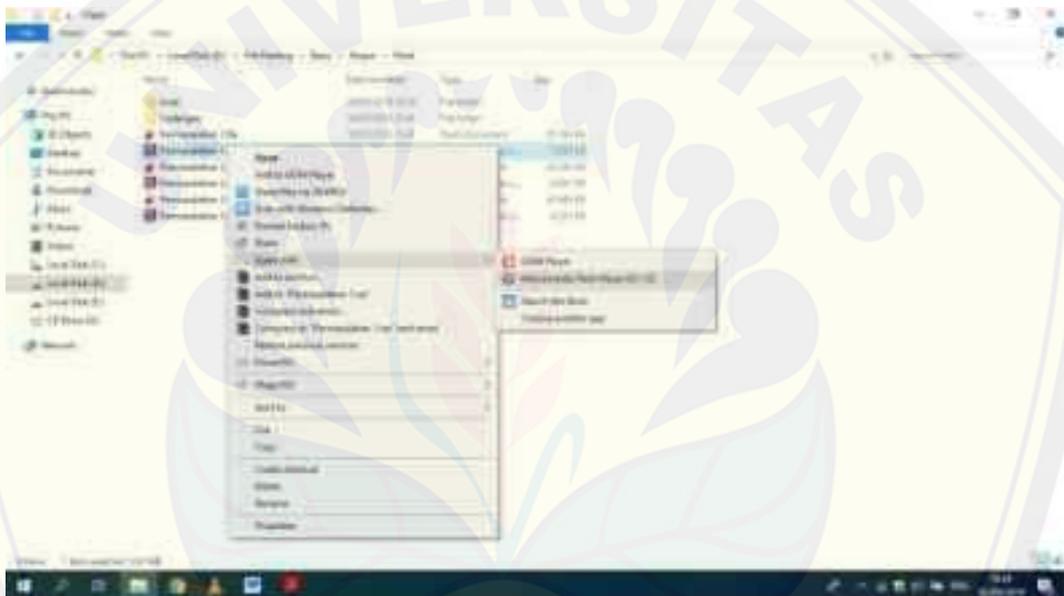
15. $FURUR'R'F'RUR'URU2R'$



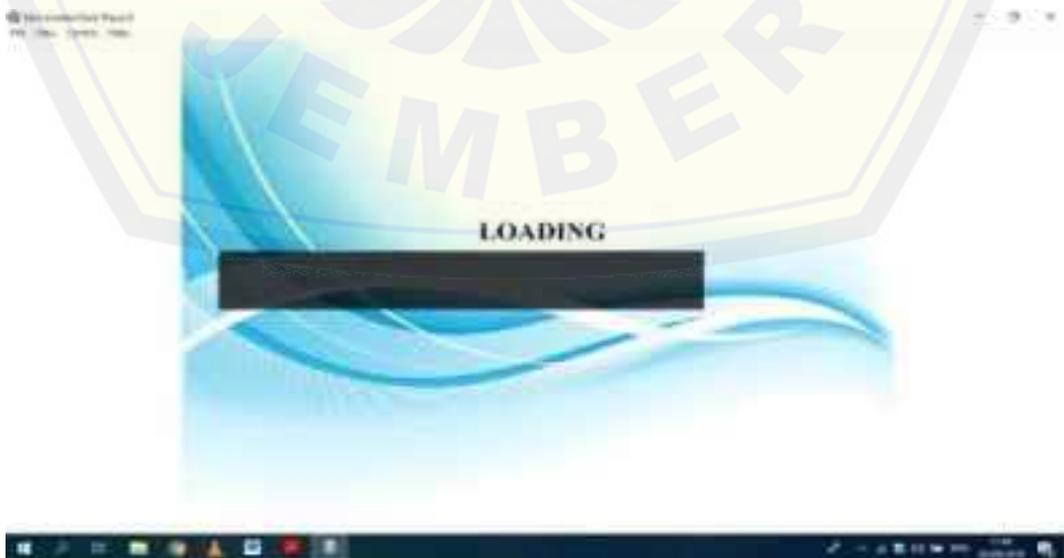
4. Penggunaan Algoritma Pengembangan

Ada dua cara dalam menggunakan algoritma penyelesaian rubik standar yang dikembangkan. Pertama dengan cara manual atau menyelesaikan rubik standard menggunakan tangan. Kedua dengan menggunakan *software* Macromedia Flash versi 8.

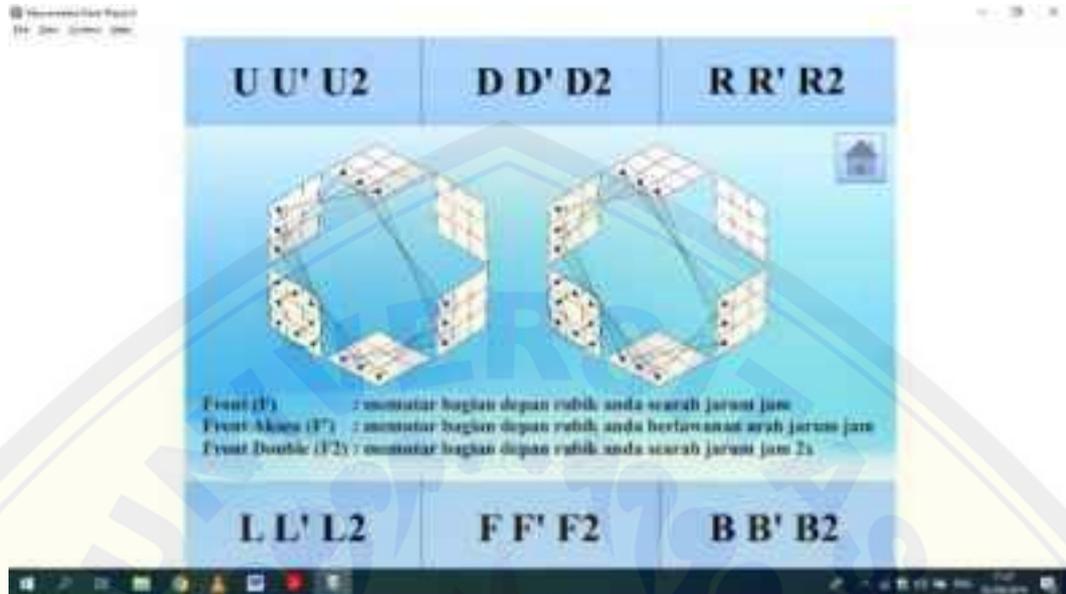
1. Buka program *flashnya* dengan cara klik kanan Permasalahan 1.swf lalu *Open with* kemudian pilih *Macromedia Flash Player 8.0 r22*.



2. Tunggu *loading* selesai hingga masuk ke tampilan menu.



3. Klik notasi untuk mengetahui dasar dari algoritma atau perpindahan setiap notasi.



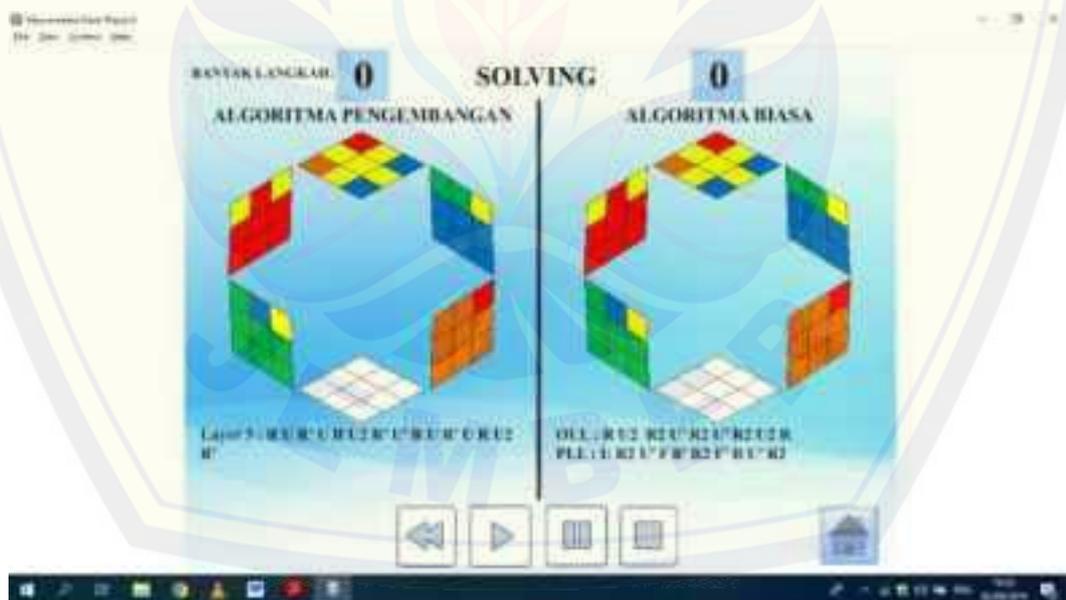
4. Klik tombol bergambar rumah untuk kembali ke menu lalu klik tombol algoritma pengembangan untuk mengetahui algoritma-algoritma yang telah dikembangkan peneliti.



- Klik tombol bergambar rumah untuk kembali ke menu lalu klik tombol permasalahan 1 hingga keluar tampilan seperti berikut.



- Klik *solve* untuk menyelesaikan permasalahan hingga keluar tampilan animasi berikut.



DAFTAR PUSTAKA

- Khalilurrahman, Jihan. 2010. *How to be a Sub 15 Cuber*. Yogyakarta: Gradien Mediatama
- Maulana, Gun Gun. 2017. Pembelajaran Dasar Algoritma dan Pemrograman menggunakan El-Goritma Berbasis Web. *Jurnal Teknik Mesin* 6: 69-73
- Rokicki, Tomas. 2008. Twenty-Five Moves Suffice for Rubik's Cube. <http://arxiv.org/abs/0803.3435>
- Slamin. 2009. *Desain Jaringan Pendekatan Teori Graf*. Jember: Universitas Jember.

Tentang Penulis



Karisma Bayu Cipta Wijaya dilahirkan di Jember, 4 September 1996. Pendidikan dasar dan menengah ditempuh di kota tersebut. Tercatat Bayu merupakan lulusan SDN Kepatihan 1 Jember tahun 2009. Lulusan sekolah menengah pertama di SMPN 2 Jember tahun 2012. Lulusan sekolah menengah atas di SMAN 2 Jember tahun 2015. Lulusan S1 Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Jember tahun 2019.

Ketertarikannya di bidang matematika sudah dimulai sejak menempuh bangku sekolah dasar. Mulai dari kelas 4 SD sudah mulai menggeluti dunia olimpiade matematika. Prestasi yang pernah diraih yaitu Juara 2 OSN Matematika se-Kecamatan Kaliwates tahun 2008, Juara 4 OSN Matematika se-Kabupaten Jember tahun 2008, Juara 2 Cerdas Cermat Semarak FKIP di Unmuh Jember tahun 2015.

 karisma_bayu_cipta

 Karisma Bayu Cipta

 karismabayu96@gmail.com