



TESIS-TE142599

MANUVER KELOMPOK NPC BERBASIS BOIDS

Yonly Adrianus Benufinit
2212205206

DOSEN PEMBIMBING
Moch. Hariadi ST., M.Sc., Ph.D.
Dr. Supeno Mardi SN, ST., MT.

PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN JARINGAN CERDAS MULTIMEDIA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2015



THESIS-TE142599

NPC GROUP MANEUVER BASED ON BOIDS

Yonly Adrianus Benufinit
2212205206

THESIS ADVISER
Moch. Hariadi ST., M.Sc., Ph.D.
Dr. Supeno Mardi SN, ST., MT.

PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN JARINGAN CERDAS MULTIMEDIA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2015

Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (MT)

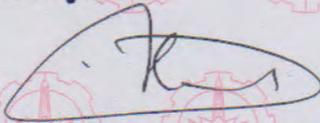
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

oleh:

Yonly Adrianus Benufinit
NRP. 2212205206

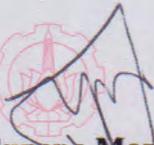
Tanggal Ujian: 08 Januari 2015
Periode Wisuda: Maret 2015

Disetujui oleh:



(Pembimbing I)

1. Moch. Hariadi ST., M.Sc., Ph.D.
NIP. 196912091997031002



(Pembimbing II)

2. Dr. Supeno Mardi Susiki Nugroho, ST, MT.
NIP. 197003131995121001



(Penguji I)

3. Dr. Surya Sumpeno, ST., M.Sc
NIP. 196906131997021003



(Penguji II)

4. Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, ST., MT
NIP. 196806011995121009

Direktur Program Pascasarjana,



Prof. Dr. Ir. Adi Soeprijanto, MT.
NIP. 196404051990021001

MANUVER KELOMPOK NPC BERBASIS BOIDS

Nama : Yonly Adrianus Benufinit
NRP : 2212205206
Pembimbing I : Moch. Hariadi, ST., M.Sc., Ph.D
Pembimbing II : Dr. Supeno Mardi SN, ST., MT.

ABSTRAK

Perkembangan teknologi *game* komputer sekarang ini semakin bertambah pesat. *Non Player Character (NPC)* sangat penting dalam pengembangan sebuah *game* perang berbasis *Real Time Strategy (RTS)*. Untuk itulah sebuah *NPC* didesain dan diberi teknik *Artificial Intelligence (AI)* yang sesuai sehingga dapat melakukan manuver secara berkelompok disuatu medan pertempuran. Dalam penelitian ini, perancangan *NPC* meliputi analisa *game*, identifikasi perilaku *NPC*, dan merancang *Finite State Machine (FSM)* untuk *NPC*. *FSM* digunakan untuk menentukan gerak pasukan (*Army*) yang akan berperang melawan musuh (*Enemy*) yang diimplementasikan dalam Algoritma *Boids*, dan simulasi *game* menggunakan *Unity 3D*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *NPC* dapat bermanuver secara kelompok dalam beberapa skenari, sehingga dapat diketahui skenario yang lebih kuat dalam bermanuver.

Kata kunci : *Artificial Intelligence, Finite State Machine, Gerak Pasukan, Non Player Character, Real Time Strategy, Algoritma Boids.*



NPC GROUP MANEUVER BASED ON BOIDS

Name : Yonly Adrianus Benufinit

NRP : 2212205206

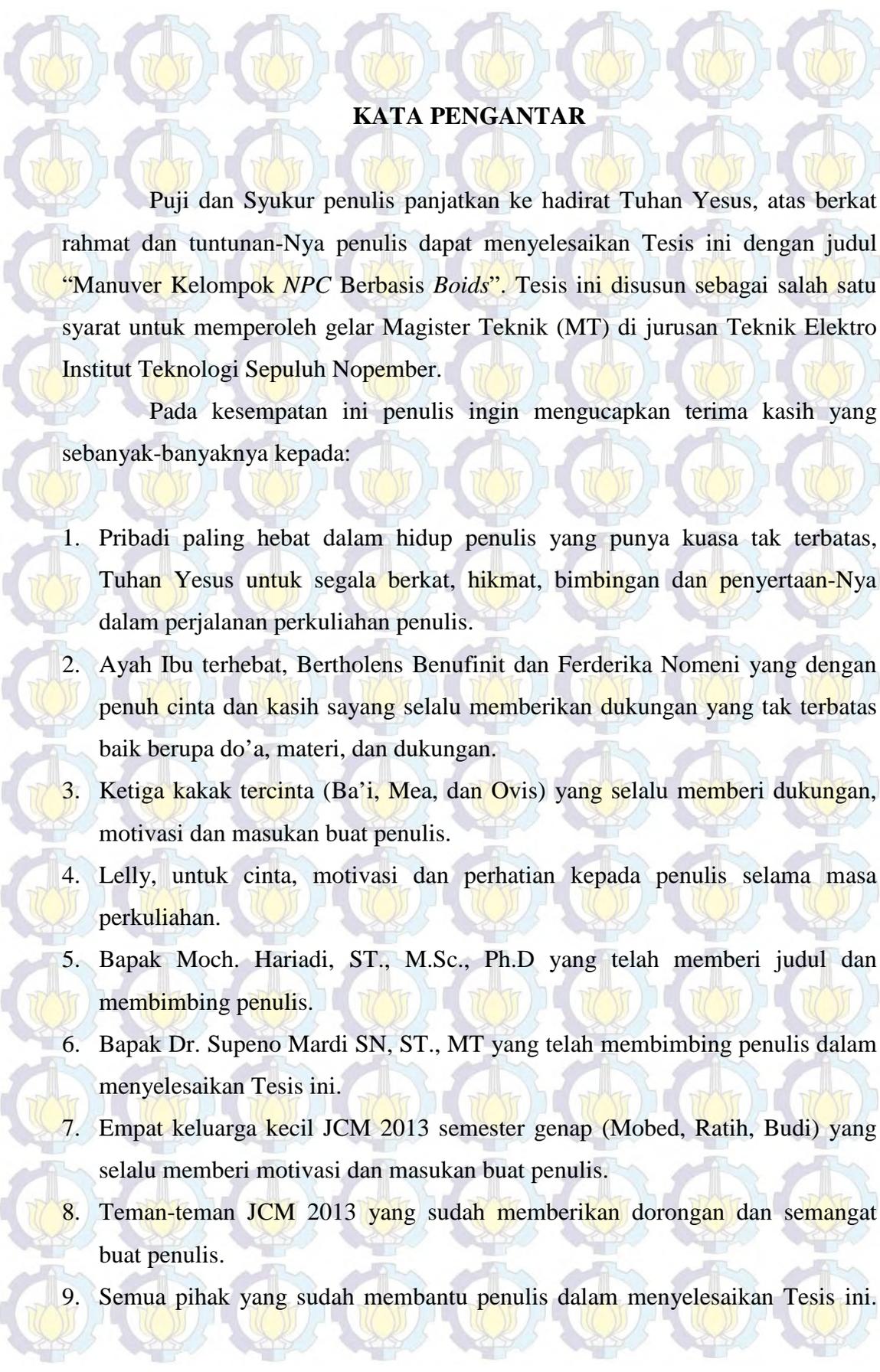
Supervisor I : **Moch. Hariadi, ST., M.Sc., Ph.D**

Co-Supervisor II : **Dr. Supeno Mardi SN, ST., MT.**

ABSTRACT

The development of technology in computer games lately is growing rapidly. Non Player Character (NPC) is required to develop a war game in the principle of Real Time Strategy (RTS). That's why the NPC must be designed and equipped by an appropriate Artificial Intelligence (AI) technique, and they can be maneuver in groups in the battlefield. In this research, the design of NPC consists of the analysis of the game, identification of the behavior NPC, and map out the Finite State Machine (FSM) for NPC. FSM is used to determine the troop movement (Army) who gun against the Enemy that will be implemented in Boids Algorithm, and the simulation of the game is using Unity 3D. The results showed that the NPC can maneuver in groups in some scenarios, so the most powerful scenario in maneuver can be seen.

Key Words : Artificial Intelligence, Finite State Machine, The Troop Movement, Non Player Character, Real Time Strategy, Boids Algorithm.

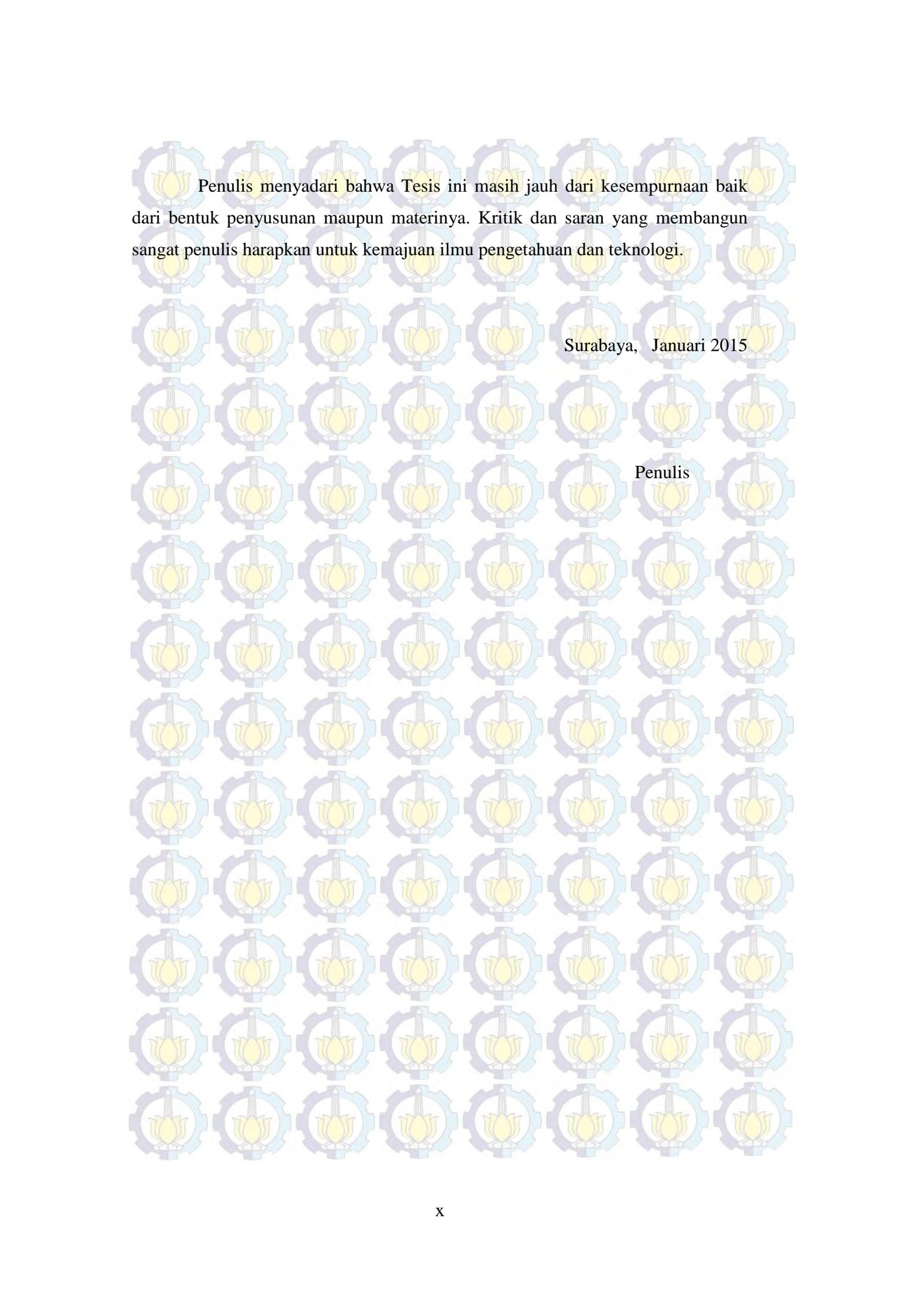


KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yesus, atas berkat rahmat dan tuntunan-Nya penulis dapat menyelesaikan Tesis ini dengan judul “Manuver Kelompok *NPC* Berbasis *Boids*”. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik (MT) di jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada:

1. Pribadi paling hebat dalam hidup penulis yang punya kuasa tak terbatas, Tuhan Yesus untuk segala berkat, hikmat, bimbingan dan penyertaan-Nya dalam perjalanan perkuliahan penulis.
2. Ayah Ibu terhebat, Bertholens Benufinit dan Ferderika Nomeni yang dengan penuh cinta dan kasih sayang selalu memberikan dukungan yang tak terbatas baik berupa do’a, materi, dan dukungan.
3. Ketiga kakak tercinta (Ba’i, Mea, dan Ovis) yang selalu memberi dukungan, motivasi dan masukan buat penulis.
4. Lelly, untuk cinta, motivasi dan perhatian kepada penulis selama masa perkuliahan.
5. Bapak Moch. Hariadi, ST., M.Sc., Ph.D yang telah memberi judul dan membimbing penulis.
6. Bapak Dr. Supeno Mardi SN, ST., MT yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan Tesis ini.
7. Empat keluarga kecil JCM 2013 semester genap (Mobed, Ratih, Budi) yang selalu memberi motivasi dan masukan buat penulis.
8. Teman-teman JCM 2013 yang sudah memberikan dorongan dan semangat buat penulis.
9. Semua pihak yang sudah membantu penulis dalam menyelesaikan Tesis ini.



Penulis menyadari bahwa Tesis ini masih jauh dari kesempurnaan baik dari bentuk penyusunan maupun materinya. Kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi.

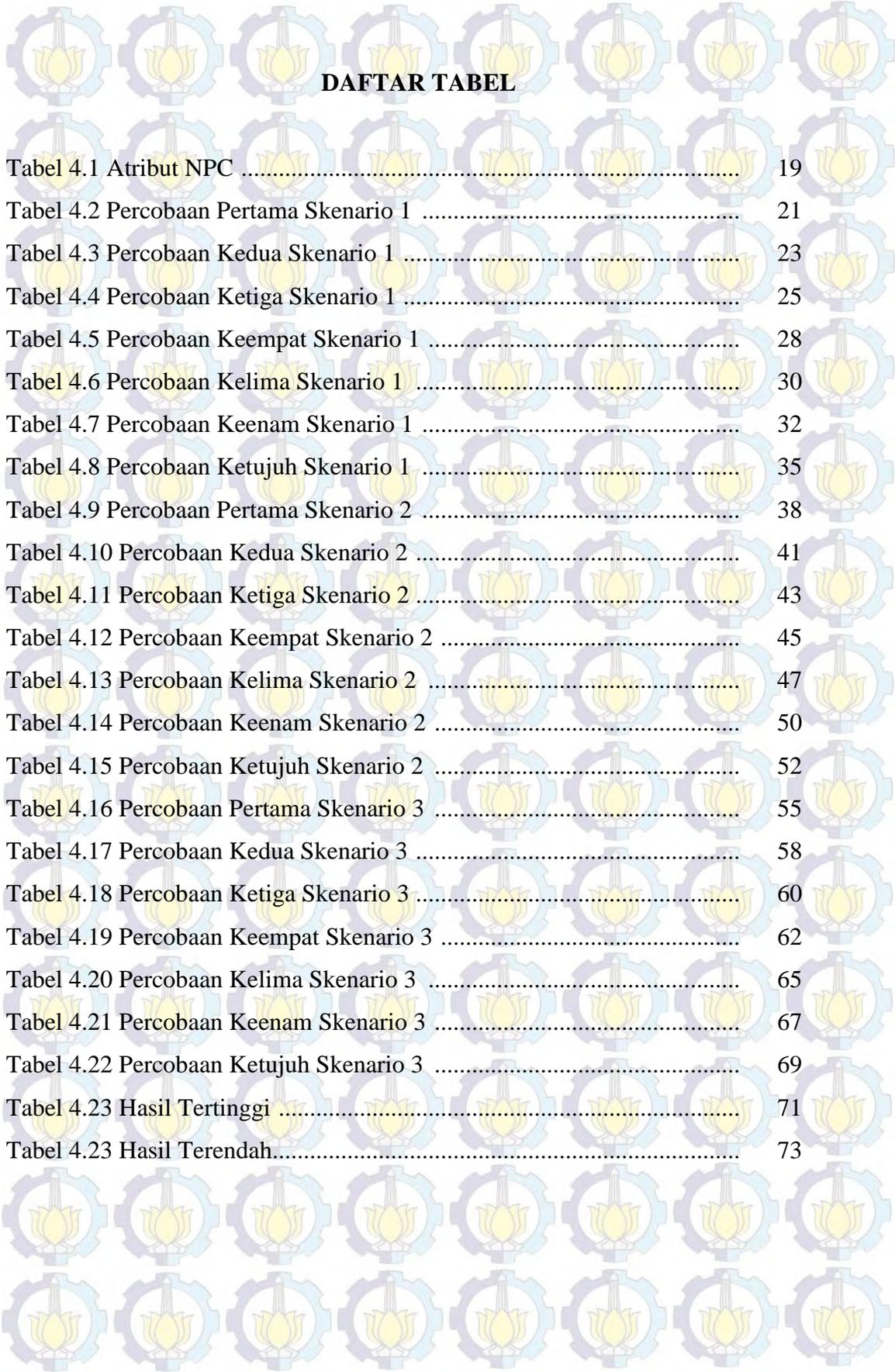
Surabaya, Januari 2015

Penulis



DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan	i
Abstrak	v
Abstract	vii
Kata Pengantar	ix
Daftar Isi	xi
Daftar Gambar	xii
Daftar Tabel	xiv
1. BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
2. BAB 2 KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	3
2.1 Manuver	3
2.2 Non Player Character (NPC)	4
2.3 Algoritma BOIDS	4
2.4 Finite State Machine (FSM)	5
3. BAB 3 METODE PENELITIAN	7
3.1 Data Penelitian	7
3.2 Desain Sistem	8
4. BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Menganalisa NPC	19
4.2 Hasil Uji Coba Skenario	20
4.3 Hasil Tertinggi	71
4.4 Hasil Terendah	71
5. BAB 5 KESIMPULAN	75
5.1 Kesimpulan	75
5.2 Saran	75
Daftar Pustaka	77



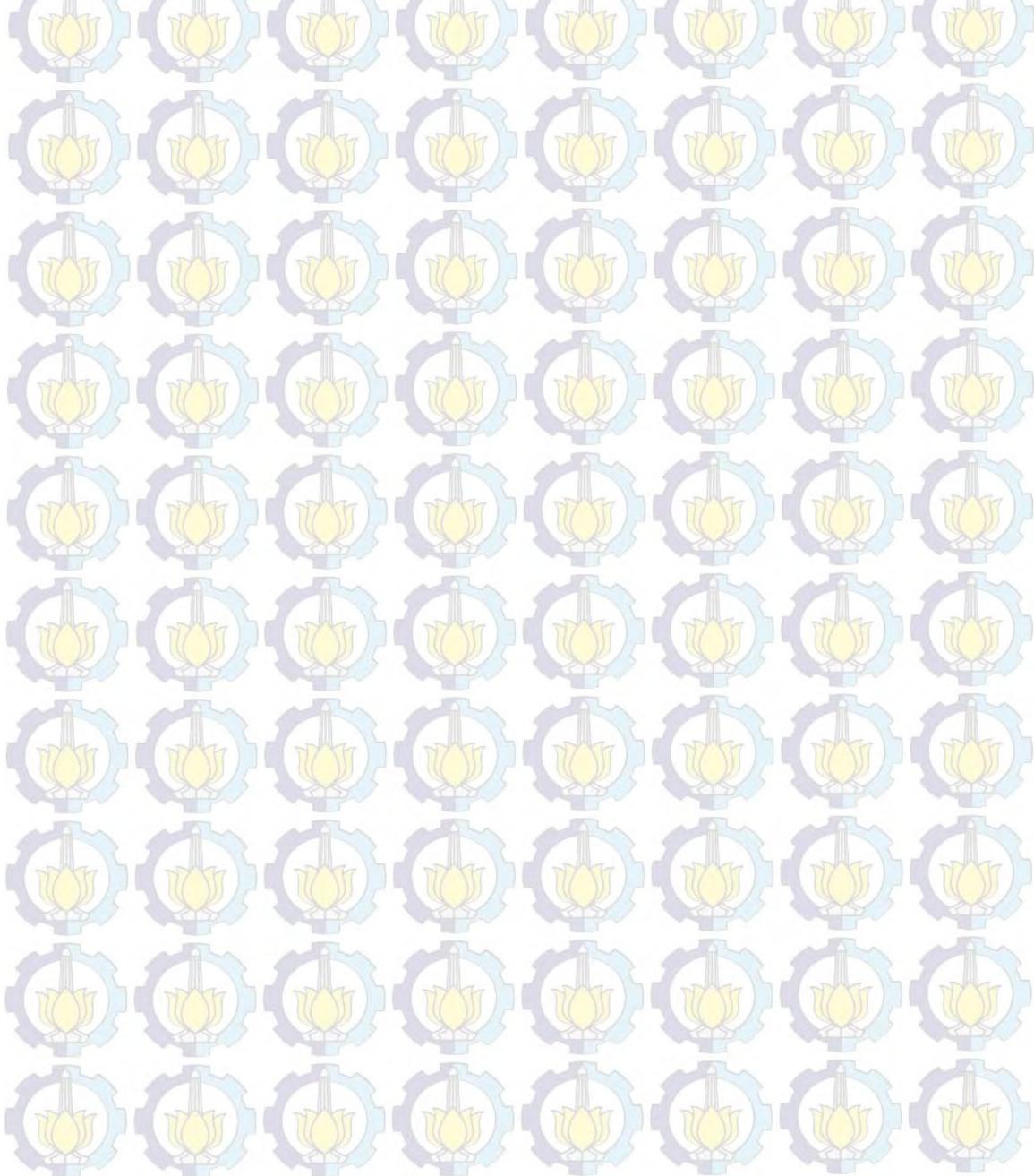
DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Atribut NPC	19
Tabel 4.2 Percobaan Pertama Skenario 1	21
Tabel 4.3 Percobaan Kedua Skenario 1	23
Tabel 4.4 Percobaan Ketiga Skenario 1	25
Tabel 4.5 Percobaan Keempat Skenario 1	28
Tabel 4.6 Percobaan Kelima Skenario 1	30
Tabel 4.7 Percobaan Keenam Skenario 1	32
Tabel 4.8 Percobaan Ketujuh Skenario 1	35
Tabel 4.9 Percobaan Pertama Skenario 2	38
Tabel 4.10 Percobaan Kedua Skenario 2	41
Tabel 4.11 Percobaan Ketiga Skenario 2	43
Tabel 4.12 Percobaan Keempat Skenario 2	45
Tabel 4.13 Percobaan Kelima Skenario 2	47
Tabel 4.14 Percobaan Keenam Skenario 2	50
Tabel 4.15 Percobaan Ketujuh Skenario 2	52
Tabel 4.16 Percobaan Pertama Skenario 3	55
Tabel 4.17 Percobaan Kedua Skenario 3	58
Tabel 4.18 Percobaan Ketiga Skenario 3	60
Tabel 4.19 Percobaan Keempat Skenario 3	62
Tabel 4.20 Percobaan Kelima Skenario 3	65
Tabel 4.21 Percobaan Keenam Skenario 3	67
Tabel 4.22 Percobaan Ketujuh Skenario 3	69
Tabel 4.23 Hasil Tertinggi	71
Tabel 4.23 Hasil Terendah.....	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Model Flocking Dalam Bermanuver	3
Gambar 2.2 Contoh Diagram State Sederhana	6
Gambar 3.1 Game RTS	7
Gambar 3.2 Flowchart Metode Penelitian	8
Gambar 3.3 Diagram Alir Perancangan	9
Gambar 3.4 FSM untuk NPC Infanteri (Army)	10
Gambar 3.5 FSM untuk NPC Roket (Army)	11
Gambar 3.6 FSM untuk NPC Panther (Army)	12
Gambar 3.7 FSM untuk NPC Panther (Enemy)	13
Gambar 3.8 Diagram Alir Implementasi	14
Gambar 3.9 Simulasi Manuver Kelompok NPC Skenario 1	15
Gambar 3.10 Simulasi Manuver Kelompok NPC Skenario 2	16
Gambar 3.11 Simulasi Manuver Kelompok NPC Skenario 3	17
Gambar 4.1 Screenshot Manuver Skenario 1	20
Gambar 4.2 Grafik Hasil Percobaan Pertama Dari Skenario 1	22
Gambar 4.3 Grafik Hasil Percobaan Kedua Dari Skenario 1	24
Gambar 4.4 Grafik Hasil Percobaan Ketiga Dari Skenario 1	26
Gambar 4.5 Grafik Hasil Percobaan Keempat Dari Skenario 1	29
Gambar 4.6 Grafik Hasil Percobaan Kelima Dari Skenario 1	31
Gambar 4.7 Grafik Hasil Percobaan Keenam Dari Skenario 1	33
Gambar 4.8 Grafik Hasil Percobaan Ketujuh Dari Skenario 1	36
Gambar 4.9 Screenshot Manuver Skenario 2	38
Gambar 4.10 Grafik Hasil Percobaan Pertama Dari Skenario 2	39
Gambar 4.11 Grafik Hasil Percobaan Kedua Dari Skenario 2	42
Gambar 4.12 Grafik Hasil Percobaan Ketiga Dari Skenario 2	44
Gambar 4.13 Grafik Hasil Percobaan Keempat Dari Skenario 2	46
Gambar 4.14 Grafik Hasil Percobaan Kelima Dari Skenario 2	48
Gambar 4.15 Grafik Hasil Percobaan Keenam Dari Skenario 2	51
Gambar 4.16 Grafik Hasil Percobaan Ketujuh Dari Skenario 2	53

Gambar 4.17 Screenshot Manuver Skenario 3	55
Gambar 4.18 Grafik Hasil Percobaan Pertama Dari Skenario 3	56
Gambar 4.19 Grafik Hasil Percobaan Kedua Dari Skenario 3	59
Gambar 4.20 Grafik Hasil Percobaan Ketiga Dari Skenario 3	61
Gambar 4.21 Grafik Hasil Percobaan Keempat Dari Skenario 3	63
Gambar 4.22 Grafik Hasil Percobaan Kelima Dari Skenario 3	66
Gambar 4.23 Grafik Hasil Percobaan Keenam Dari Skenario 3	68
Gambar 4.24 Grafik Hasil Percobaan Ketujuh Dari Skenario 3	70



DAFTAR PUSTAKA

1. Alessandro Ribeiro da Silva, Wallace Santos Lages, and Luiz Chaimowicz, *Improving Boids Algorithm in GPU using Estimated Self Occlusion*, Universidade Federal de Minas Gerais.
2. Michael Buro, *Call for AI Research in RTS Games*, Department of Computing Science, University of Alberta, Edmonton, AB, T6J 2E8, Canada.
3. Raul Lara-Cabrera, Carlos Cotta and Antonio J. Fernandez-Leiva, *A review of computational intelligence in RTS games*.
4. Yunifa Miftachul Arif, Ady Wicaksono, and Fachrul Kurniawan, *Pergantian Senjata NPC pada Game FPS Menggunakan Fuzzy Sugeno*, Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Saintek, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, Jurusan Multimedia, SMKN 3 Batu.
5. Supeno Mardi Susiki Nugroho, Yunifa Miftachul Arif, Mochamad Hariadi, and Mauridhi H Purnomo, *Perilaku Taktis Untuk Non-Player Characters Di Game Peperangan Meniru Strategi Manusia Menggunakan Fuzzy Logic Dan Hierarchical Finite State Machine*, Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, STIMIK Asia Malang.
6. Supeno Mardi Susiki Nugroho, ErvanWahyudi, Diah Puspito W, Christyowidiasmoro, Mochamad Hariadi, and Mauridhi H Purnomo, *Perilaku Agen Cerdas Berbasis BOIDS Untuk Simulasi Kerumunan Pada Keadaan Bahaya*, Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

7. Alun Sujjada, Mochamad Hariadi, Supeno Mardi S.N, *Formasi Pasukan Perang Menggunakan Algoritma Boids*, Pasca Sarjana Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
8. Matahari Bhakti Nendya, Samuel Gandang Gunanto, R. Gunawan Santosa, *Pemetaan Perilaku Non-Playable Character Pada Permainan Berbasis Role Playing Game Menggunakan Metode Finite State Machine*, Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta.
9. APRK Topics. “Boids Algorithm”. <http://fmsys.com/topics/boids>. Diakses pada tanggal 03 April 2014.
10. Wikipedia. “Taktik Perang”. http://id.wikipedia.org/wiki/Taktik_perang. Diakses pada tanggal 03 April 2014.

BIOGRAFI PENULIS

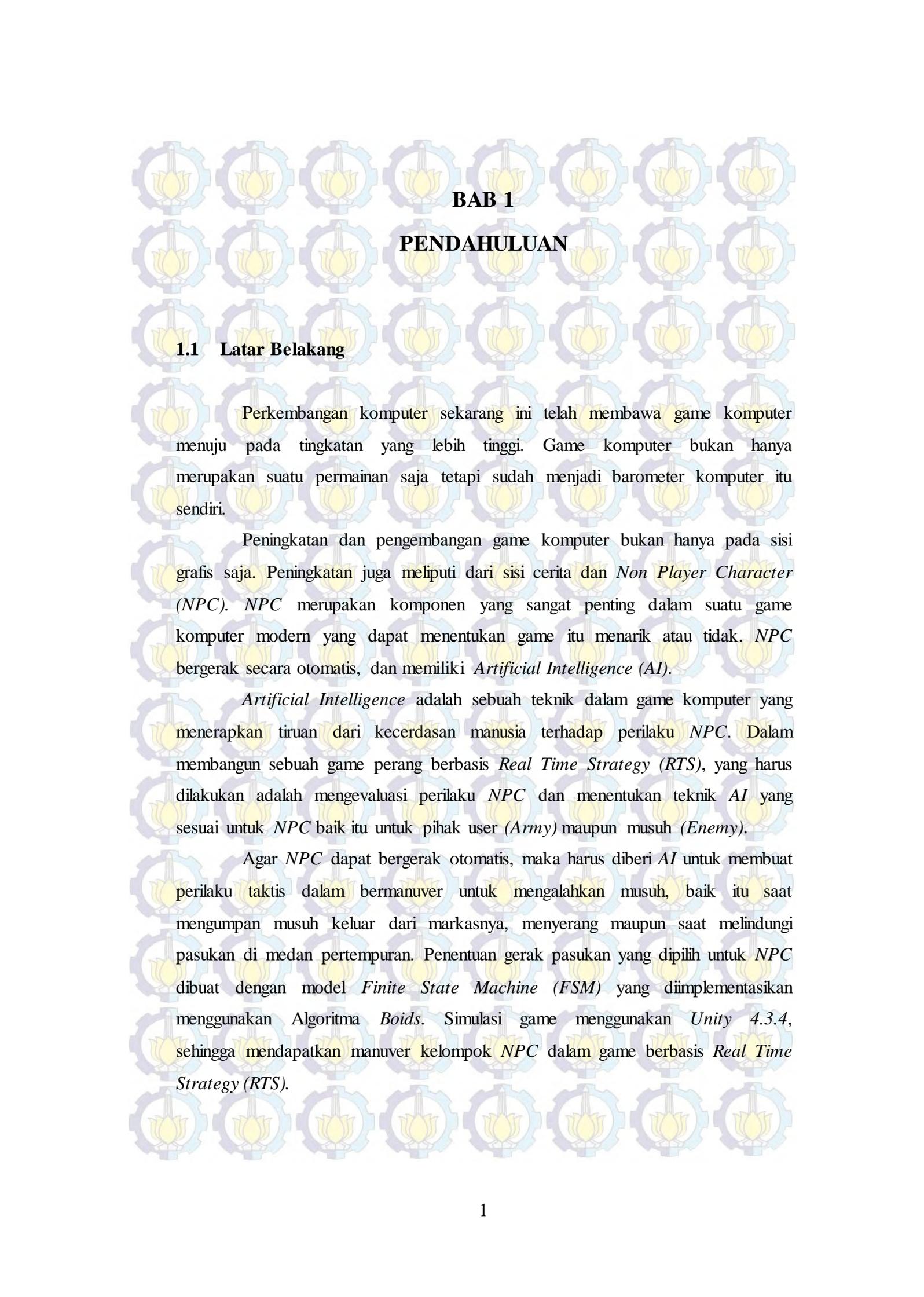


Yonly Adrianus Benufinit lahir di SoE, Nusa Tenggara Timur, 7 Juni 1989, Putra bungsu dari 4 bersaudara pasangan Bertholens Benufinit dan Ferderika Nomeni.

Mulai memasuki jenjang Sekolah Dasar pada tahun 1994 di Sekolah Dasar Inpres Oelpetu, Kabupaten Timor Tengah Selatan, Nusa Tenggara Timur hingga tamat. Pada tahun 2000 melanjutkan pendidikan ke Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 SoE hingga tamat.

Kemudian di tahun 2003 masuk ke Sekolah Menengah Atas Negeri 1 SoE hingga tamat pada tahun 2006.

Pada tahun 2006 melanjutkan studi ke perguruan tinggi di Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Komputer (STIKOM) Uyelindo Kupang dan mengambil jurusan Teknik Informatika hingga mendapatkan gelar S.Kom pada tahun 2011, kemudian melanjutkan pendidikan S2 Magister Teknik di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2013-2015 dengan bidang keahlian Jaringan Cerdas Multimedia, Jurusan Teknik Elektro dan meraih gelar Master Teknik (MT).



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan komputer sekarang ini telah membawa game komputer menuju pada tingkatan yang lebih tinggi. Game komputer bukan hanya merupakan suatu permainan saja tetapi sudah menjadi barometer komputer itu sendiri.

Peningkatan dan pengembangan game komputer bukan hanya pada sisi grafis saja. Peningkatan juga meliputi dari sisi cerita dan *Non Player Character (NPC)*. *NPC* merupakan komponen yang sangat penting dalam suatu game komputer modern yang dapat menentukan game itu menarik atau tidak. *NPC* bergerak secara otomatis, dan memiliki *Artificial Intelligence (AI)*.

Artificial Intelligence adalah sebuah teknik dalam game komputer yang menerapkan tiruan dari kecerdasan manusia terhadap perilaku *NPC*. Dalam membangun sebuah game perang berbasis *Real Time Strategy (RTS)*, yang harus dilakukan adalah mengevaluasi perilaku *NPC* dan menentukan teknik *AI* yang sesuai untuk *NPC* baik itu untuk pihak user (*Army*) maupun musuh (*Enemy*).

Agar *NPC* dapat bergerak otomatis, maka harus diberi *AI* untuk membuat perilaku taktis dalam bermanuver untuk mengalahkan musuh, baik itu saat mengumpukan musuh keluar dari markasnya, menyerang maupun saat melindungi pasukan di medan pertempuran. Penentuan gerak pasukan yang dipilih untuk *NPC* dibuat dengan model *Finite State Machine (FSM)* yang diimplementasikan menggunakan Algoritma *Boids*. Simulasi game menggunakan *Unity 4.3.4*, sehingga mendapatkan manuver kelompok *NPC* dalam game berbasis *Real Time Strategy (RTS)*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penelitian sebelumnya yaitu menggunakan bentuk formasi dalam melakukan penyerangan terhadap musuh berupa formasi sejajar, formasi V dan formasi kotak. Oleh karena itu penulis mencoba untuk mengembangkan game ini ke arah sisi cerita dengan merancang manuver kelompok *NPC* untuk mendapatkan beberapa skenario dalam melakukan penyerangan terhadap musuh (*enemy*).

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat manuver kelompok *NPC* dalam melakukan penyerangan lewat beberapa skenario. Dengan adanya metode ini diharapkan lebih efektif untuk diterapkan pada game berbasis *Real Time Strategy* sehingga dalam proses berperang tidak hanya dilihat dari bentuk formasi pasukan saja tetapi juga dilihat dari proses bermanuver.

1.4 Manfaat Penelitian

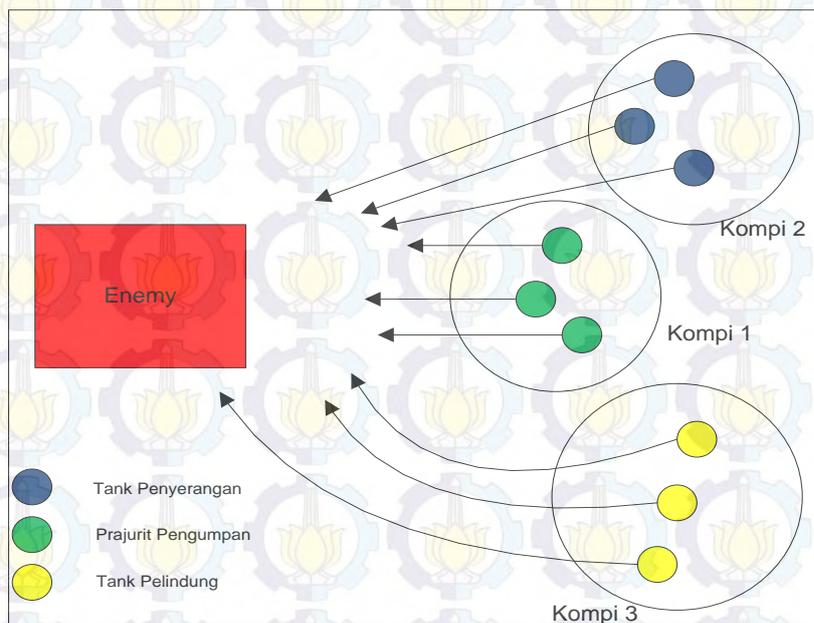
Manfaat dari penelitian ini adalah mendapatkan metode yang tepat untuk melakukan manuver kelompok *NPC* lewat beberapa skenario dalam proses penyerangan ke daerah pertahanan musuh dan melindungi pasukan dari serangan musuh.

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Manuver

Manuver merupakan suatu gerakan yang tangkas dan cepat dari pasukan dalam perang. Taktik perang adalah cabang ilmu militer yang berurusan dengan manuver untuk mencapai tujuan yang ditetapkan oleh strategi. Taktik perang sebagai ilmu dan seni tentang pelaksanaan manuver pasukan dan penggunaan alat senjata untuk memenangkan pertempuran.



Gambar 2.1 Model Flocking Dalam Bermanuver

Gambar 2.1 menjelaskan tentang model *flocking* dalam bermanuver dimana tim *Army* terdiri dari 3 (tiga) kompi yang akan berperang. Kompi yang pertama (infanteri) bertugas untuk mengumpan musuh keluar dari markasnya, kompi yang kedua (roket) melakukan penyerangan terhadap musuh, sedangkan

kompas yang ketiga (panther) melindungi pasukan dari serangan musuh dan maju untuk menghancurkan markas musuh.

2.2 Non Player Character (NPC)

Non Player Character atau yang biasa disebut *NPC* merupakan karakter dalam suatu game yang simulasi perilakunya tidak dapat dikendalikan oleh user. Contoh yang paling banyak ditemui dalam suatu game adalah musuh yang dihadapi ketika bermain game. Keberadaan *NPC* seringkali menjadi faktor yang menyebabkan user tertantang untuk memainkan game tersebut terus – menerus.

Banyak teknik yang digunakan untuk membuat *NPC* dapat berperilaku realistis dan bervariasi. Salah satu teknik yang digunakan adalah *Finite State Machine (FSM)*. Kelebihan utama dari *FSM* adalah implementasi yang mudah dan hasil yang cukup memuaskan pada tingkat tertentu. Dalam perkembangannya, *NPC* dibangun dengan konsep agen.

2.3 Algoritma BOIDS

Algoritma *Boids* adalah sebuah metode yang menggambarkan gerak atau perilaku dari sebuah kelompok. Perilaku yang dihasilkan sangat mirip dengan burung berkelompok.

Tiap *boids* memiliki set dari atribut berikut: posisi p_i , kecepatan v_i , up-vector u_i , dan tiga *steering forces* (*cohesion*, *alignment*, dan *separation*).

a. Cohesion

Cohesion atau pemusatan *flock*, merupakan gaya kemudi yang memindahkan *boids* menuju pusat *flock* yang terlihat. Tindakan ini melengkap pemisahan / jika kemudi ini diaplikasikan, *flockmate* akan bersatu ke dalam posisi tunggal. *Cohesion* dari *boids* b_i dinotasikan oleh k_i dan dihitung dengan dua langkah.

Pertama, dihitung terlebih dahulu pusat dari set V_i yang terlihat secara langsung. Pusat ini dinotasikan dengan c_i dan terhubung ke pusat kepadatan dari semua *boids* yang terlihat.

Boids b_i dikemudikan ke arah tengah dari *visible flock* (V_i) dengan tujuan untuk dihitung sebagai pemindahan kohesi vektor k_i .

b. Alignment

Alignment atau penyesuaian kecepatan (*velocity*), penting bagi *boids* untuk mengikuti gaya dorong. *Boids* menjaga agar tetap sejajar dengan kecepatan *flockmate*-nya.

Laju kecepatan adalah ukuran dari vektor. Oleh karena itu, *boids* akan mempercepat atau memperlambat secara otomatis tergantung *flockmate*-nya. Jika percepatan *boids* terlalu banyak maka akan memindahkan *visibility flockmate* dan keluar secepatnya.

c. Separation

Tiap anggota kelompok cenderung menghindari tubrukan dengan tetangganya. Tujuan ini disebut *separation* atau *collision avoidance*. Ini mengarahkan *boids* untuk menghindari *overcrowding* pada *flockmate* lokal. Jika gaya untuk mengarahkan / mengemudikan ini diterapkan, maka *flock* akan menghilang.

Solusi sederhana untuk gaya ini adalah berbelok pada saat bertemu dengan agen lainnya.

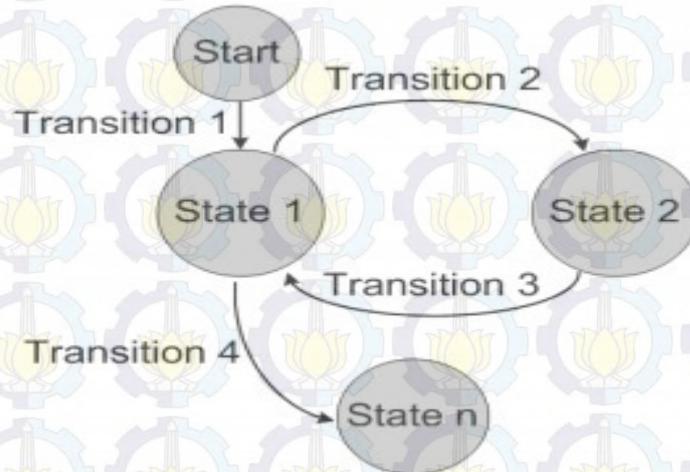
2.4 Finite State Machine (FSM)

Finite State Machine (FSM) adalah pemodelan dari perilaku (*behaviour*) sebuah sistem atau obyek yang kompleks dengan beberapa kondisi atau mode yang terdefiniskan dimana mode transisi berubah sesuai dengan keadaan.

FSM terdiri dari empat elemen utama yakni:

- *State* mendefinisikan kelakuan dan mungkin melakukan aksi.

- Transisi state dimana merupakan perpindahan dari satu *state* ke *state* lain.
- Aturan atau kondisi yang harus dipenuhi supaya ada transisi *state* kejadian.
- Input yang terjadi baik internal maupun external, yang memungkinkan trigger aturan dan mengacu ke transisi *state*.



Gambar 2.2 Contoh Diagram State Sederhana

Gambar 2.2 merupakan contoh diagram *state* sederhana dari *Finite State Machine*.

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Data Penelitian

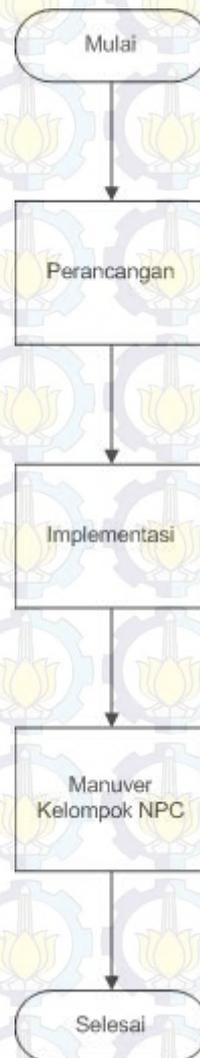
Sebelum melakukan penelitian, harus dipastikan untuk memilih sebuah game engine yang berbasis *Real Time Strategy (RTS)*. Gambar 3.1 menampilkan model tampilan game *RTS* yang digunakan pada penelitian ini, yang terdiri dari dua buah kubu yang berperang yaitu kubu *army* (user) dan kubu *enemy* (musuh). Warna hitam untuk kubu *army* dan merah untuk kubu *enemy*.



Gambar 3.1 Game RTS

3.2 Desain Sistem

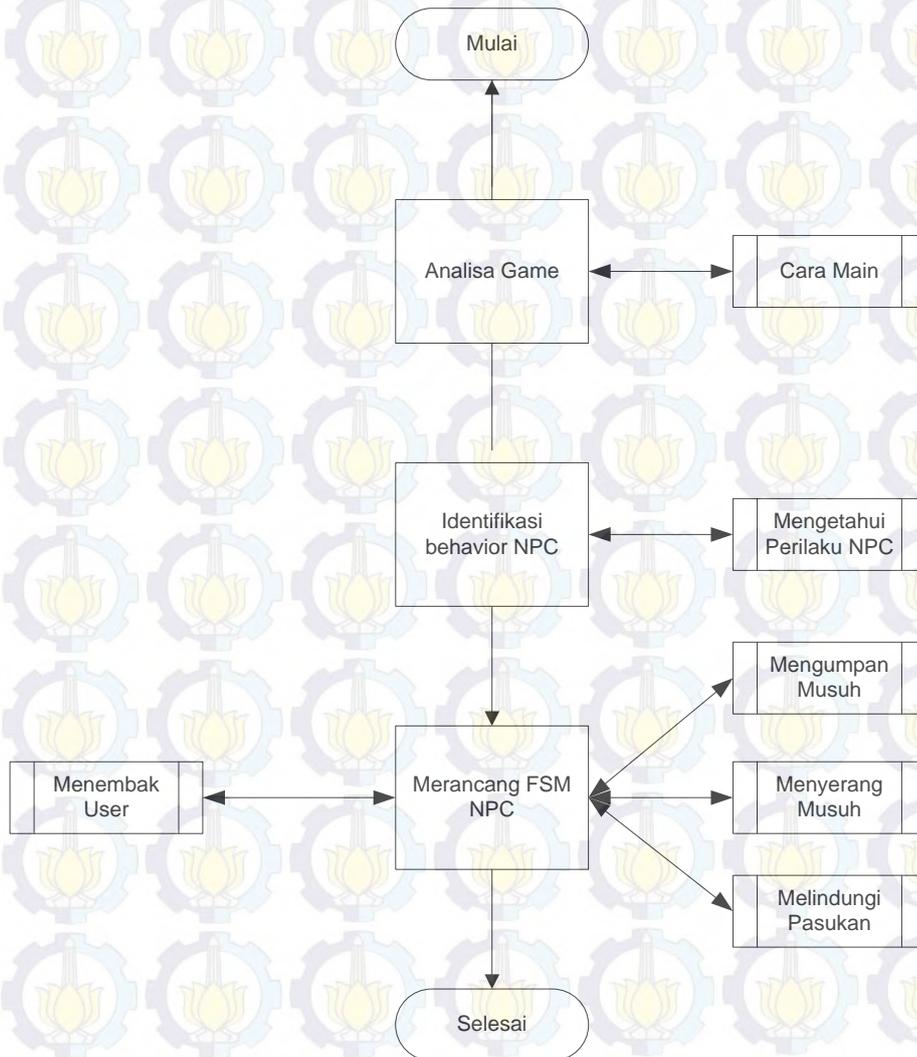
Gambar 3.2 menunjukkan tahapan-tahapan dalam penelitian yang meliputi perancangan, implementasi hingga menghasilkan manuver kelompok NPC berdasarkan situasi medan perang yang dihadapi.



Gambar 3.2 Flowchart Metode Penelitian

a. Perancangan

Perancangan terdiri dari tiga tahap yakni, menganalisa game, mengidentifikasi perilaku *NPC*, dan merancang *Finite State Machine (FSM)* untuk *NPC*. Gambar 3.3 menjelaskan tentang langkah-langkah atau tahapan-tahapan dalam perancangan.



Gambar 3.3 Diagram Alir Perancangan

1. Analisa Game

Analisa dilakukan untuk mengetahui cara bermain game ini dan juga mengetahui sistem *attack* dari *army* yang masih manual dalam berperang.

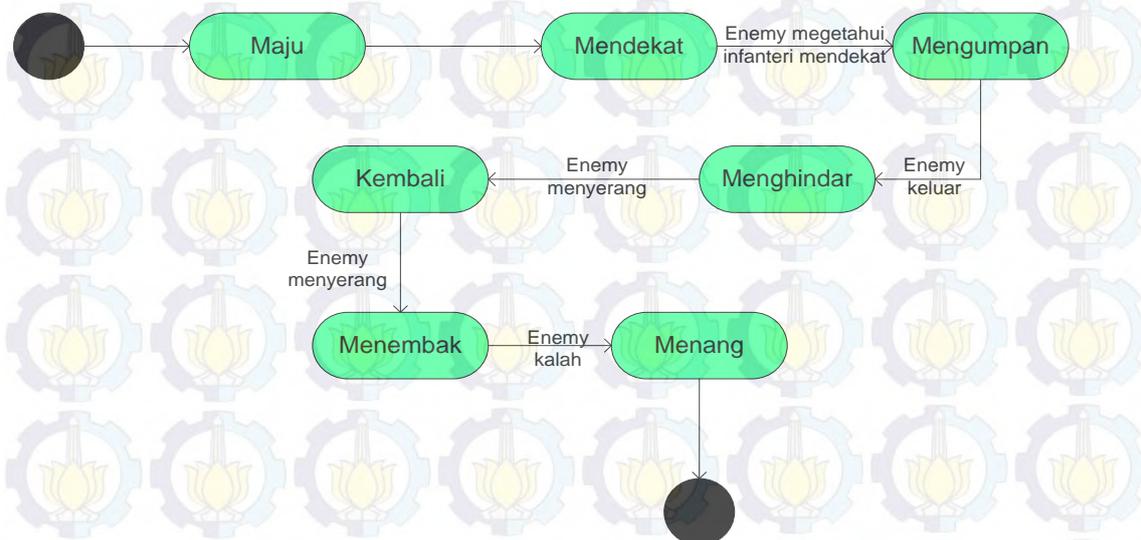
2. Identifikasi Perilaku NPC

Hal pertama yang dilakukan untuk menentukan dan mendesain teknik *AI* yang sesuai untuk *NPC* adalah mengidentifikasi *behavior* dari *NPC* tersebut. Sehingga dapat diketahui perilaku awal dari *NPC* baik itu dari kubu *army* (user) maupun *enemy* (musuh).

3. Merancang Finite State Machine untuk NPC

Disini *FSM* menentukan pergerakan *NPC* dari kubu *army* dan *enemy*. Pada kubu *army*, dimana kompi yang pertama (infanteri) ditentukan untuk maju mengumpun *enemy* keluar dari markasnya, kompi yang kedua (roket) untuk menyerang *enemy*, dan kompi yang ketiga (panther) untuk melindungi pasukan dan melakukan penyerangan ke dalam makas musuh. Dan pada kubu *enemy* dimana *enemy* dirancang untuk maju dan menembak *army* yang mendekati ke daerahnya sendiri.

• Perancangan FSM NPC Infanteri (Army)



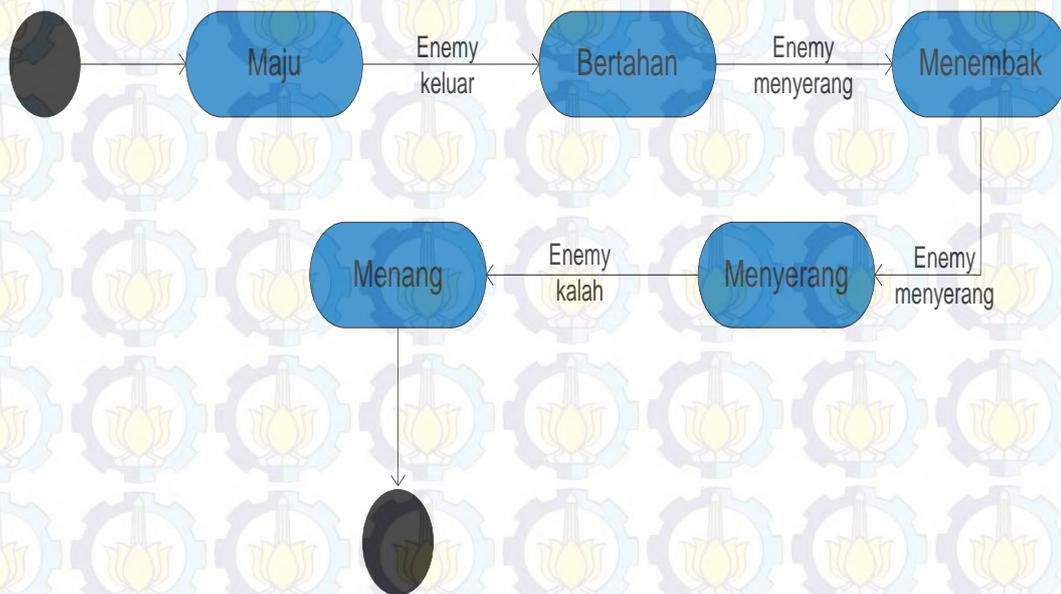
Gambar 3.4 FSM untuk NPC Infanteri (Army)

Gambar 3.4 merupakan perancangan dari NPC infanteri (*army*) dimana *State* awal dari *NPC* infanteri adalah *state* “maju” menuju lokasi perang,

kemudian “mendekat” ke markas *enemy* lalu “mengumpan” *enemy* keluar dari markasnya. Setelah *enemy* keluar maka infanteri “kembali” ke posisi pasukan dan infanteri langsung melepaskan tembakan untuk “menembak” *enemy* sehingga dapat “memenangkan” pertempuran.

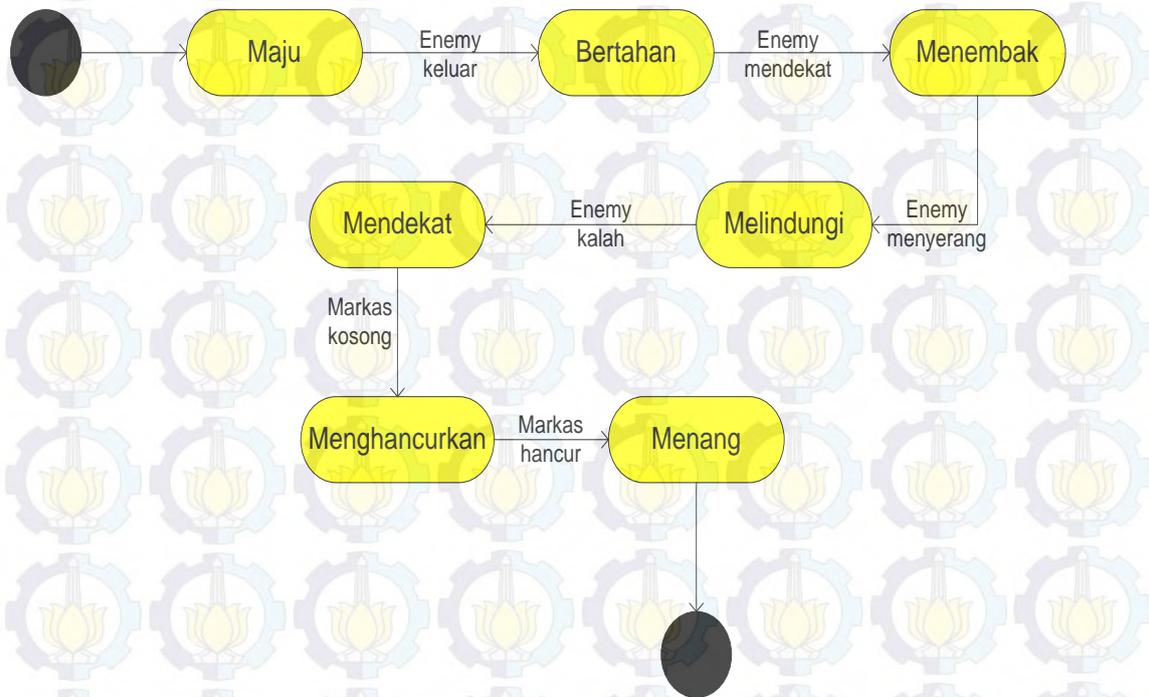
- Perancangan FSM NPC Roket (Army)

State dimulai dengan roket bergerak “maju” ke lokasi perang, dan “bertahan” pada posisi pasukan sambil menunggu *enemy* keluar dari markasnya. Setelah *enemy* mendekat maka roket akan melakukan aksi “menembak” lalu “menyerang” *enemy* untuk dapat memenangkan pertempuran. Sebagaimana yang dijelaskan pada Gambar 3.5, dimana pergerakan dari roket (*army*) akan mendapat reaksi dari tim *enemy*.



Gambar 3.5 FSM untuk NPC Roket (Army)

- Perancangan FSM NPC Panther (Army)

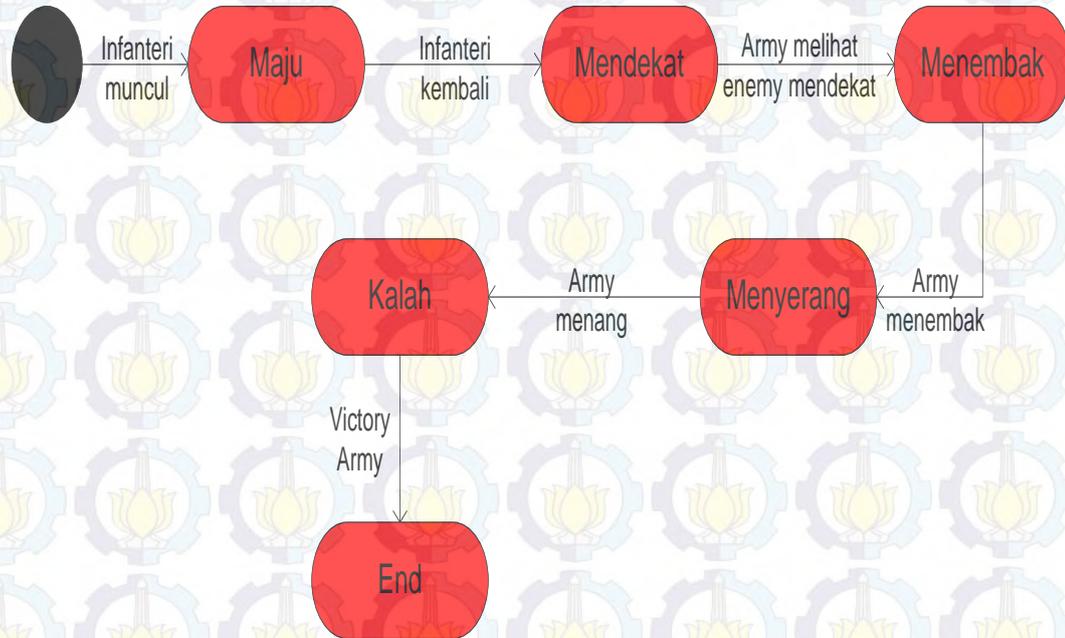


Gambar 3.6 FSM untuk NPC Panther (Army)

Gambar 3.6 menunjukkan pergerakan dari panther (*army*) dalam melakukan penyerangan, dimana *State* awal dari *NPC panther (army)* adalah “maju” dimana panther bergerak menuju lokasi pertempuran. Setelah tiba di lokasi pertempuran maka panther akan “bertahan” sambil menunggu *enemy* keluar dari markasnya. Pada saat *enemy* muncul, panther akan melakukan respon dengan “menembak” *enemy* untuk “melindungi” infanteri dan roket. Ketika semua *enemy* berhasil dikalahkan maka panther akan “mendekat” ke daerah pertahanan *enemy* untuk “menghancurkan” markas dari *enemy* sehingga mendapatkan sebuah *victory* atau “kemenangan” dalam pertempuran

- Perancangan FSM NPC Panther (Enemy)

Gambar 3.7 menjelaskan tentang perancangan *FSM NPC Panther* dari tim *enemy* yang merespon pergerakan dari tim *army*.

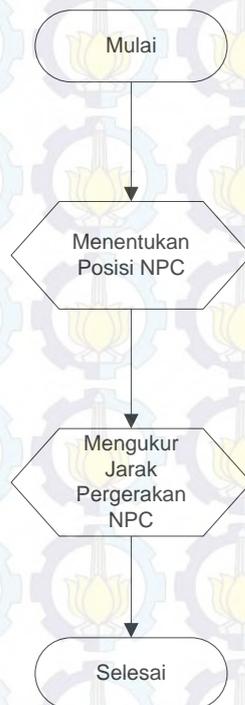


Gambar 3.7 FSM untuk NPC Panther (Enemy)

State awal dari *NPC panther enemy* adalah “maju” dimana *enemy* bergerak keluar dari markasnya ketika melihat infanteri sudah muncul. Selanjutnya *enemy* “mendekat” ke lokasi pertempuran dan langsung “menembak” kemudian “menyerang” pasukan tim *army*. Oleh karena jumlah pasukan yang sedikit maka tim *enemy* “kalah” dalam pertempuran ini sehingga tidak ada satupun pasukan *enemy* yang tersisa.

b. Implementasi

Pada tahap implementasi kali ini yaitu menerapkan Algoritma *Boids* pada *NPC* sehingga *NPC* dapat bergerak secara taktis dalam bermanuver. Gambar 3.8 menjelaskan tentang diagram alir implementasi.



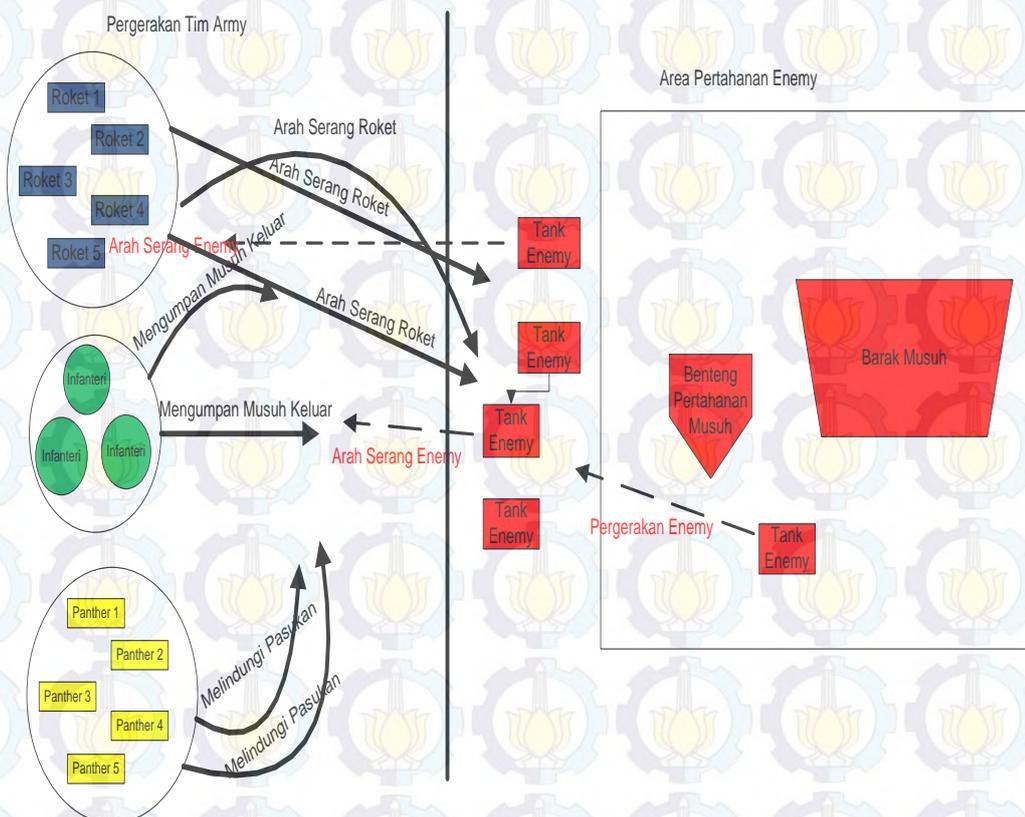
Gambar 3.8 Diagram Alir Implementasi

Setelah *FSM* dirancang dan pada *NPC* diberi *AI* maka selanjutnya adalah membuat implementasi algoritma *Boids* pada *NPC* sehingga dapat berjalan dalam sebuah animasi. Untuk itu dibuat sebuah program yang dapat menggabungkan kondisi dan rumus yang diperhitungkan sehingga saat aplikasi dijalankan dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan dan tujuan yang akan dicapai.

c. Manuver Kelompok *NPC*

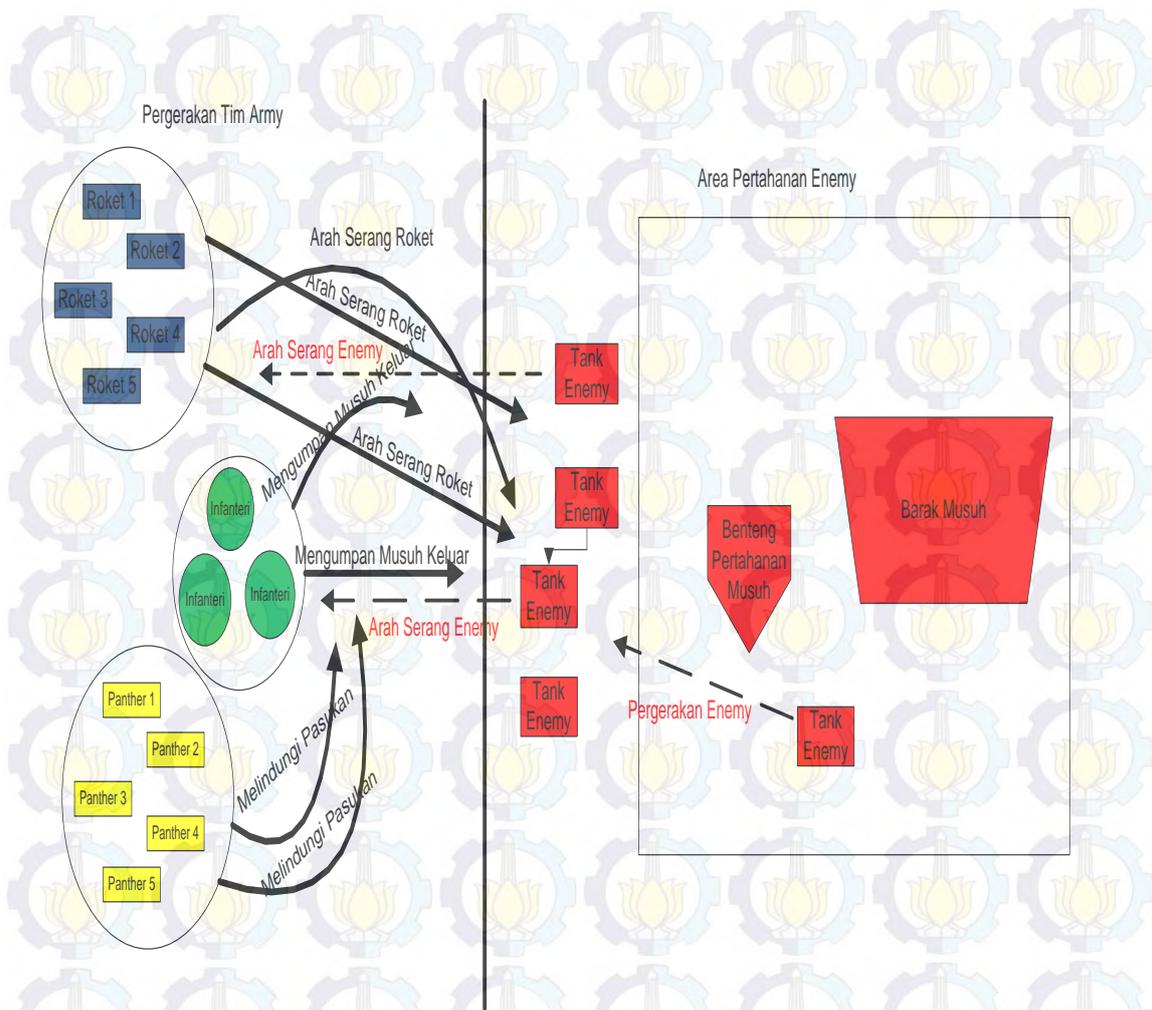
Manuver kelompok *NPC* didapatkan setelah *FSM* mengetahui perilaku *NPC* dan diimplementasikan dalam algoritma *Boids* sehingga menghasilkan sebuah manuver berkelompok yang digunakan *army* untuk maju berperang.

Gambar 3.9 menunjukkan simulasi manuver kelompok *NPC* yang dilakukan pada skenario pertama (posisi sejajar) dimana setelah melakukan tugas untuk mengumpan musuh keluar, maka infanteri akan kembali ke posisi pasukan dengan berbaris sejajar dengan roket dan panther.



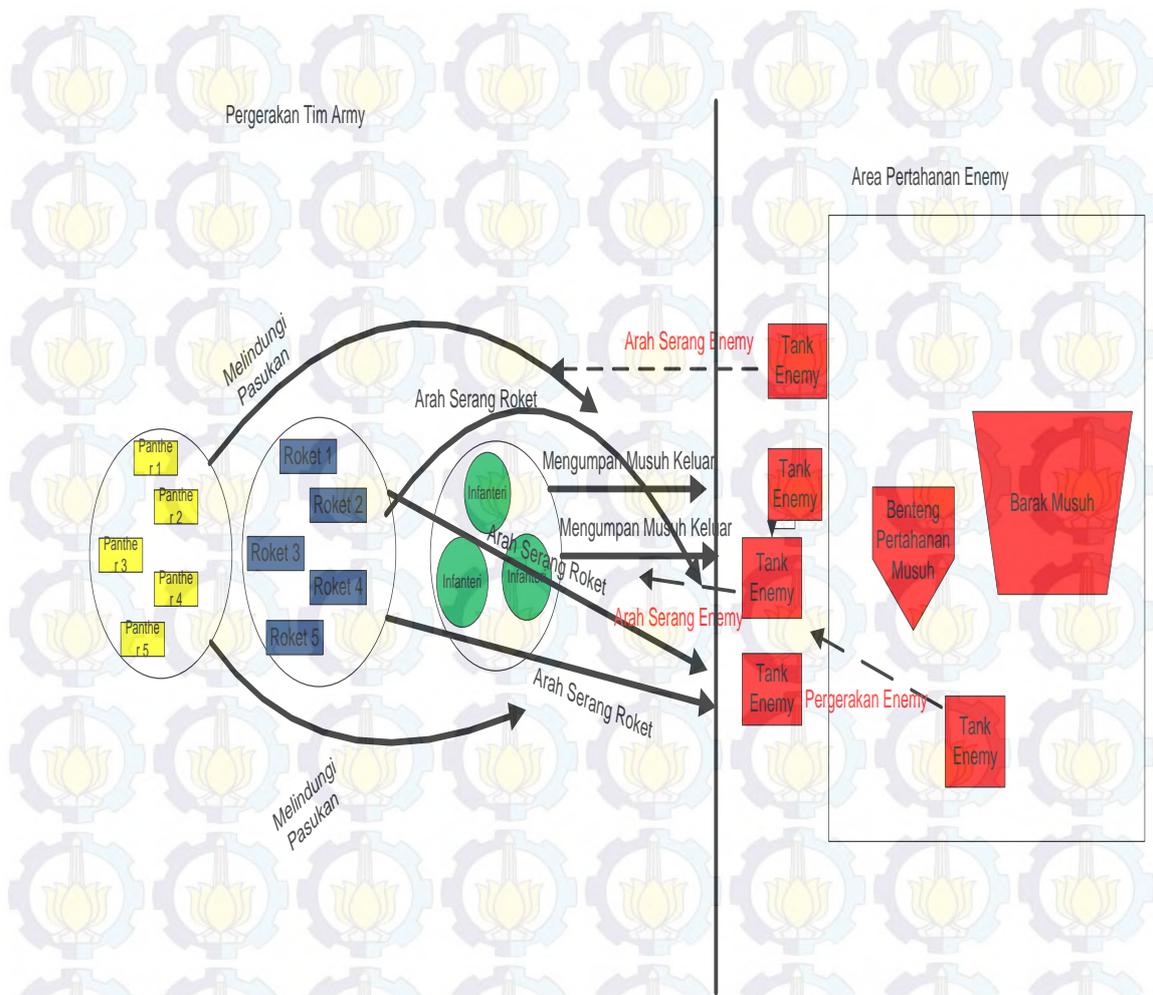
Gambar 3.9 Simulasi Manuver Kelompok NPC Skenario 1 (Berbaris Sejajar)

Infanteri (hijau) bertugas untuk mengumpan musuh (*enemy*) untuk keluar dari markasnya. Setelah musuh mendekat maka roket (biru) langsung melepaskan tembakan ke arah musuh. Dan panther (kuning) bersiap untuk melindungi pasukan dan melakukan penyerangan ke markas musuh.



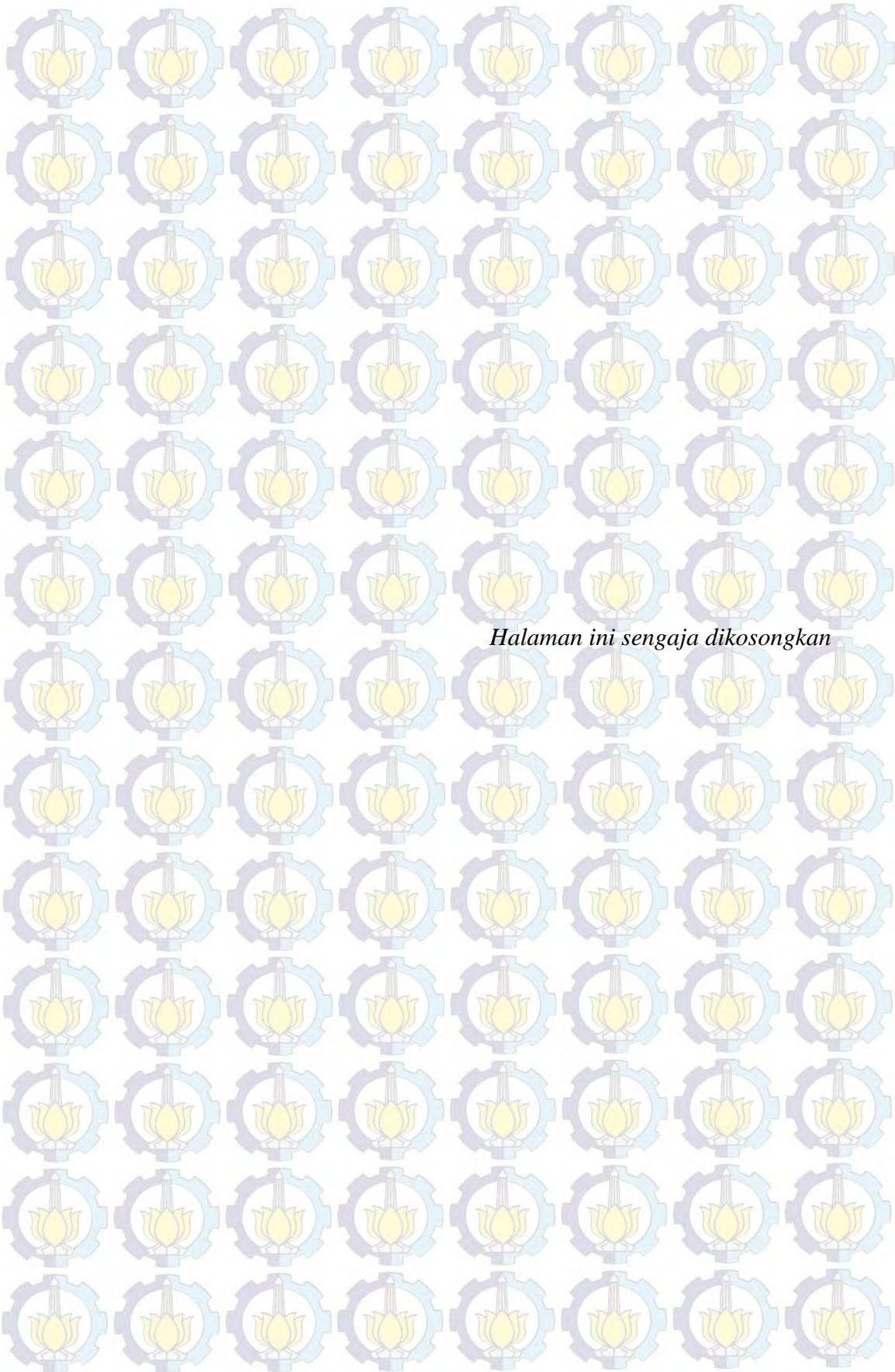
Gambar 3.10 Simulasi Manuver Kelompok NPC Skenario 2 (Segitiga)

Pada Gambar 3.10 yang merupakan simulasi untuk skenario kedua (segitiga), menjelaskan tentang posisi infanteri setelah selesai mengumpun musuh keluar. Infanteri akan kembali ke bergabung dengan roket dan panther dengan membentuk posisi segitiga, dimana infanteri berdiri paling depan dalam melakukan penyerangan, sedangkan roket dan panther berbaris sejajar dibelakang infanteri.



Gambar 3.11 Simulasi Manuver Kelompok NPC Skenario (Berbaris Ke Depan)

Gambar 3.11 menjelaskan tentang posisi pasukan tim *army* dalam melakukan penyerangan. Ini merupakan skenario ketiga dimana posisi pasukan tim *army* adalah berbaris lurus ke depan, dimana infanteri tetap yang terdepan dalam melakukan penyerangan dan diikuti oleh roket dan panther dibelakangnya.



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan disajikan hasil penelitian dan pembahasan tentang manuver kelompok *NPC* berbasis *Boids*. Disini terdiri dari 3 skenario yang dilakukan dalam berperang melawan *enemy* yakni Skenario 1 dengan posisi pasukan berbaris sejajar, Skenario 2 dengan posisi pasukan berbentuk segitiga dan Skenario 3 dengan posisi pasukan berbaris kedepan. Tim *army* terdiri dari 6 unit Infanteri, 6 unit Roket, dan 5 unit Panther. Sedangkan Tim *enemy* terdiri dari 9 unit Panther. Percobaan dilakukan sebanyak 7 kali untuk masing-masing skenario sehingga dapat diketahui skenario mana yang lebih efektif dalam penelitian ini. Untuk lebih jelasnya akan dilampirkan pada sub-sub bab berikut.

4.1 Menganalisa NPC

Menganalisa *NPC* bertujuan untuk mengetahui kekuatan atau atribut dari masing-masing *NPC* yang sudah dirancang, yakni berupa nyawa dan jarak tembak yang sudah ditetapkan untuk masing-masing pasukan.

Tabel 4.1 Atribut NPC

NPC	Nyawa	Jarak Tembak
Infanteri (Army)	20	10
Roket (Army)	100	18
Panther (Army)	200	25
Panther (Enemy)	100	18

Tabel 4.1 menjelaskan tentang atribut dari NPC untuk tim *army* dan tim *enemy*. Tim *army* berupa infanteri yang terdiri dari 6 unit memiliki nyawa 20 dengan jarak tembak 10 meter, roket yang terdiri dari 6 unit dan memiliki nyawa 100 dengan jarak tembak 18 meter dan panther sebanyak 5 unit memiliki nyawa

200 dengan jarak tembak 25 meter. Sedangkan pada tim *enemy* yakni panther sebanyak 9 unit memiliki nyawa 100 dengan jarak tembak 18 meter.

4.2 Hasil Uji Coba Skenario

4.2.1 Skenario Pertama Dengan Posisi Pasukan Berbaris Sejajar

Pada skenario yang pertama ini, pasukan dari tim *army* bergerak menuju daerah dekat markas dari tim *enemy*. Setelah tiba di lokasi perang, maka infanteri akan bergerak maju untuk mengumpan *enemy* keluar lalu kembali ke posisi pasukan tim *army*. Disini infanteri berdiri sejajar dengan roket dan panther dan mulai melepaskan tembakan ke arah *enemy*. Gambar 4.1 merupakan tampilan tentang manuver *NPC* pada skenario pertama (Sejajar).



Gambar 4.1 Screenshoot Manuver Skenario 1 (Berbaris Sejajar)

Untuk hasil uji coba pada skenario pertama (posisi sejajar), akan dilampirkan dalam tabel dan grafik mulai dari percobaan pertama sampai percobaan ketujuh.

1. Percobaan Pertama

Tabel 4.2 Percobaan Pertama Skenario 1

NPC	PA	G	PR	P (%)
Infanteri (A)	6	2	4	66,67
Roket (A)	6	1	5	83,33
Panther (A)	5	0	5	100
Panther (E)	9	9	0	0

Keterangan :

PA = Pasukan Awal

G = Pasukan yang Gugur

PR = Pasukan Akhir

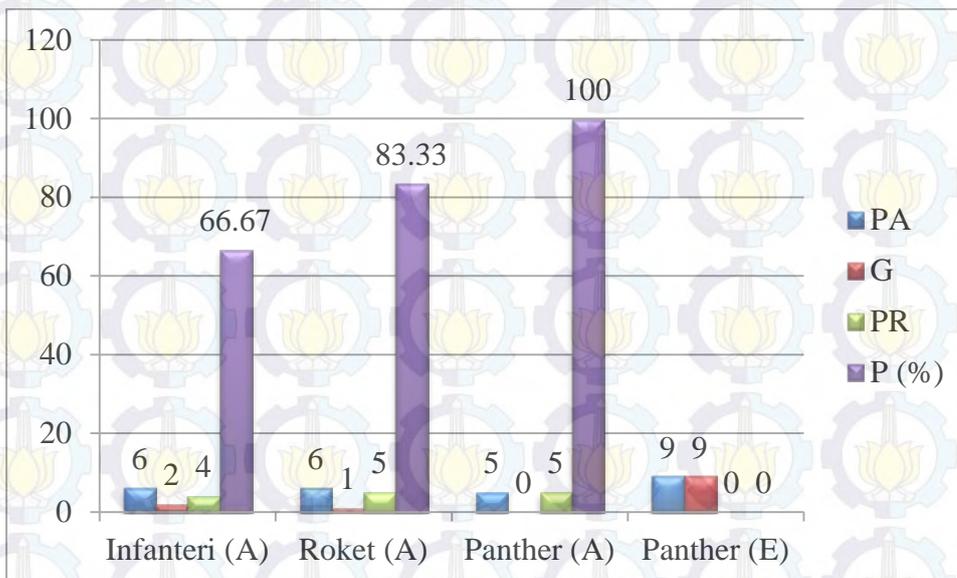
P = Persentase Kekuatan Pasukan

Tabel 4.2 melampirkan hasil percobaan pertama yang dilakukan pada skenario pertama dengan waktu uji coba dilakukan selama 3 menit. Dimana pasukan awal (PA) dari infanteri adalah 6 unit yang akan berperang. Dalam proses berperang ternyata ada 2 unit infanteri yang gugur (G) sehingga jumlah pasukan akhir (PR) dari infanteri tersisa 4 unit. Maka persentasi kekuatan akhir pasukan (P) infanteri adalah 66,67% dari 100% kekuatan awal pasukan.

Untuk roket, jumlah pasukan awal adalah sebanyak 6 unit. Setelah menyelesaikan proses berperang, dapat diketahui ada 1 unit roket yang gugur dan jumlah pasukan dari roket berkurang menjadi 5 unit. Sehingga dapat dilihat persentase kekuatan akhir dari roket adalah 83,33%.

Pasukan dari tim *army* yang ketiga yakni panther yang berjumlah 5 unit. Disini terlihat bahwa panther merupakan pasukan yang memiliki kekuatan paling besar sehingga dalam melakukan penyerangan terhadap musuh, tidak ada satu unit yang gugur. Maka jumlah pasukan akhir dari panther tetap 5 unit dengan persentase kekuatan akhir pasukan adalah 100%.

Sedangkan dari tim *enemy*, ada 9 unit panther yang siap berperang. Pada saat berperang, tim *enemy* hanya mampu mengalahkan 2 unit infanteri dan 1 unit roket dari tim *army*. Semua unit dari tim *enemy* gugur sehingga persentase kekuatan akhir pasukan adalah 0%.



Gambar 4.2 Grafik Hasil Percobaan Pertama Dari Skenario 1

Gambar 4.2 menunjukkan grafik tentang jumlah pasukan awal (PA), pasukan yang gugur (G), jumlah pasukan akhir (PR), dan persentase kekuatan akhir pasukan (P) dari tim *army* dan tim *enemy*.

Jumlah pasukan awal infanteri dari tim *army* adalah sebanyak 6 unit yang ditandai dengan warna biru pada grafik. Dalam berperang ternyata ada 2 unit infanteri yang gugur (grafik merah), maka jumlah pasukan akhir dari infanteri tersisa 4 unit (grafik hijau). Sehingga grafik berwarna ungu menunjukkan persentase kekuatan akhir dari pasukan infanteri sebesar 66,67%, yang didapatkan dari jumlah pasukan akhir dibagi jumlah pasukan awal kemudian dikalikan dengan 100% kekuatan awal pasukan.

Dari pasukan roket, diketahui ada 6 unit pasukan awal seperti yang ada pada grafik warna biru. Hasil uji coba menyatakan 1 unit roket yang gugur (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir dari roket (grafik hijau) adalah 5 unit. Maka persentase kekuatan akhir dari roket adalah sebesar 83,33% (grafik ungu), lebih tinggi dari persentase kekuatan akhir pasukan infanteri.

Sementara itu pasukan awal dari panther untuk tim *army* adalah sebanyak 5 unit (grafik biru). Panther dari tim *army* tidak ada yang gugur saat berperang (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir panther tetap 5 unit (grafik hijau).

Dengan demikian persentase kekuatan akhir dari panther tetap 100% seperti yang ada pada grafik warna ungu. Hasil uji coba membuktikan bahwa panther dari tim *army* memiliki kekuatan yang besar sehingga sangat sulit untuk ditaklukan atau gugur dalam berperang.

Untuk pasukan awal dari tim *enemy* terdiri dari 9 unit panther yang ditandai dengan grafik biru. Grafik merah menunjukkan bahwa semua unit panther dari tim *enemy* dinyatakan gugur sehingga tidak ada pasukan yang tersisa (grafik hijau). Maka persentase kekuatan akhir dari pasukan panther tim *enemy* adalah 0% (grafik ungu).

Dari uji coba pertama pada skenario pertama didapati hasil yang sangat efektif dalam bermanuver yakni persentase kekuatan akhir dari pasukan tim *army* sangat tinggi yakni infanteri 66,67%, roket 83,33%, dan panther 100%.

2. Percobaan Kedua

Tabel 4.3 Percobaan Kedua Skenario 1

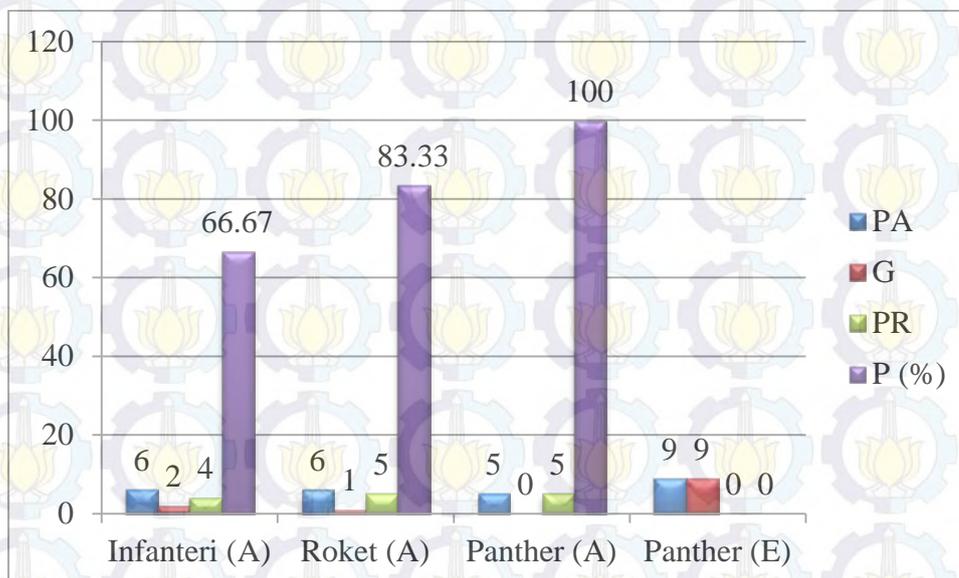
NPC	PA	G	PR	P (%)
Infanteri (A)	6	2	4	66,67
Roket (A)	6	1	5	83,33
Panther (A)	5	0	5	100
Panther (E)	9	9	0	0

Tabel 4.3 melampirkan hasil percobaan kedua yang dilakukan pada skenario pertama dengan waktu uji coba dilakukan selama 3 menit. Dimana pasukan awal (PA) dari infanteri adalah 6 unit yang akan berperang. Dalam proses berperang ada 2 unit infanteri yang gugur (G) sehingga jumlah pasukan akhir (PR) dari infanteri tersisa 4 unit. Maka persentasi kekuatan akhir pasukan (P) infanteri adalah 66,67% dari 100% kekuatan awal pasukan.

Untuk roket, jumlah pasukan awal adalah sebanyak 6 unit. Setelah selesai berperang, dapat diketahui ada 1 unit roket yang gugur dan jumlah pasukan dari roket berkurang menjadi 5 unit. Sehingga dapat dilihat persentase kekuatan akhir dari roket adalah 83,33%.

Pasukan dari tim *army* yang ketiga yakni panther yang berjumlah 5 unit. Disini terlihat bahwa panther merupakan pasukan yang memiliki kekuatan paling besar sehingga dalam melakukan penyerangan terhadap musuh, tidak ada satu unit yang gugur. Maka jumlah pasukan akhir dari panther tetap 5 unit dengan persentase kekuatan akhir pasukan adalah 100%.

Sedangkan dari tim *enemy*, ada 9 unit panther yang siap berperang. Pada saat berperang, tim *enemy* hanya mampu mengalahkan 2 unit infanteri dan 1 unit roket dari tim *army*. Semua unit dari tim *enemy* gugur sehingga persentase kekuatan akhir pasukan adalah 0%.



Gambar 4.3 Grafik Hasil Percobaan Kedua Dari Skenario 1

Gambar 4.3 menunjukkan grafik tentang jumlah pasukan awal (PA), pasukan yang gugur (G), jumlah pasukan akhir (PR), dan persentase kekuatan akhir pasukan (P) dari tim *army* dan tim *enemy*.

Jumlah pasukan awal infanteri dari tim *army* adalah sebanyak 6 unit yang ditandai dengan warna biru pada grafik. Dalam berperang ada 2 unit infanteri yang gugur (grafik merah), maka jumlah pasukan akhir dari infanteri tersisa 4 unit (grafik hijau). Sehingga grafik berwarna ungu menunjukkan persentase kekuatan akhir dari pasukan infanteri sebesar 66,67%, yang didapatkan dari jumlah pasukan

akhir dibagi jumlah pasukan awal kemudian dikalikan dengan 100% kekuatan awal pasukan.

Dari pasukan roket, diketahui ada 6 unit pasukan awal seperti yang ada pada grafik warna biru. Hasil uji coba menyatakan 1 unit roket yang gugur (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir dari roket (grafik hijau) adalah 5 unit. Maka persentase kekuatan akhir dari roket adalah sebesar 83,33% (grafik ungu), lebih tinggi dari persentase kekuatan akhir pasukan infanteri.

Sementara itu pasukan awal dari panther untuk tim *army* adalah sebanyak 5 unit (grafik biru). Panther dari tim *army* tidak ada yang gugur saat berperang (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir panther tetap 5 unit (grafik hijau). Dengan demikian persentase kekuatan akhir dari panther tetap 100% seperti yang ada pada grafik warna ungu. Hasil uji coba membuktikan bahwa panther dari tim *army* memiliki kekuatan yang besar sehingga sangat sulit untuk ditaklukan atau gugur dalam berperang.

Untuk pasukan awal dari tim *enemy* terdiri dari 9 unit panther yang ditandai dengan grafik biru. Grafik merah menunjukkan bahwa semua unit panther dari tim *enemy* dinyatakan gugur sehingga tidak ada pasukan yang tersisa (grafik hijau). Maka persentase kekuatan akhir dari pasukan panther tim *enemy* adalah 0% (grafik ungu).

Dari uji coba kedua pada skenario pertama didapati hasil yang sangat efektif sama seperti pada uji coba pertama dimana persentase kekuatan akhir dari pasukan tim *army* sangat tinggi yakni infanteri 66,67%, roket 83,33%, dan panther 100%.

3. Percobaan Ketiga

Tabel 4.4 Percobaan Ketiga Skenario 1

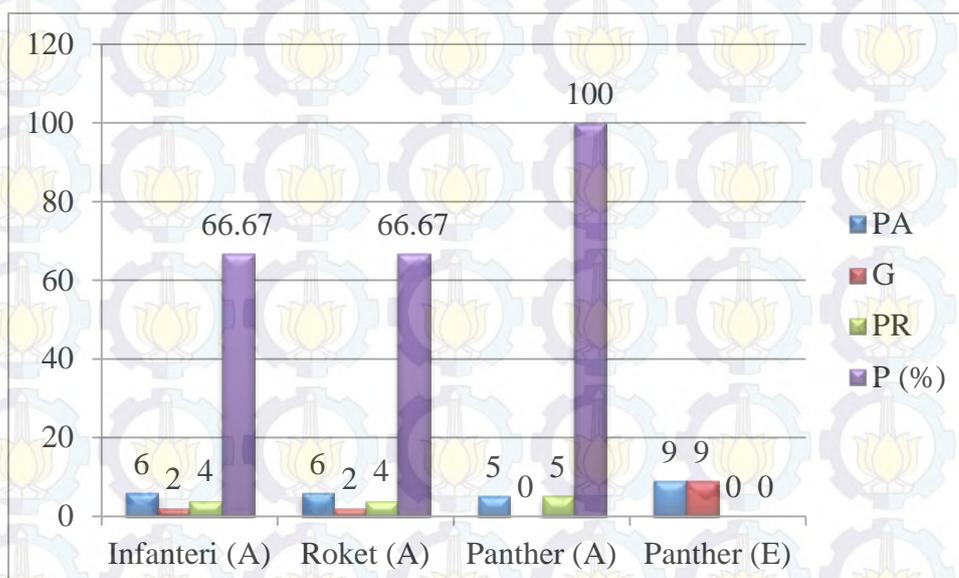
NPC	PA	G	PR	P (%)
Infanteri (A)	6	2	4	66,67
Roket (A)	6	2	4	66,67
Panther (A)	5	0	5	100
Panther (E)	9	9	0	0

Tabel 4.4 melampirkan hasil percobaan ketiga yang dilakukan pada skenario pertama dengan waktu uji coba dilakukan selama 3 menit. Dimana pasukan awal (PA) dari infanteri adalah 6 unit yang akan berperang. Dalam proses berperang ada 2 unit infanteri yang gugur (G) sehingga jumlah pasukan akhir (PR) dari infanteri tersisa 4 unit. Maka persentasi kekuatan akhir pasukan (P) infanteri adalah 66,67% dari 100% kekuatan awal pasukan.

Untuk roket, jumlah pasukan awal adalah sebanyak 6 unit. Setelah selesai berperang, dapat diketahui ada 2 unit roket yang gugur dan jumlah pasukan dari roket berkurang menjadi 4 unit. Sehingga dapat dilihat persentase kekuatan akhir dari roket adalah 66,67%.

Pasukan dari tim *army* yang ketiga yakni panther yang berjumlah 5 unit. Disini terlihat bahwa panther merupakan pasukan yang memiliki kekuatan paling besar sehingga dalam melakukan penyerangan terhadap musuh, tidak ada satu unit yang gugur. Maka jumlah pasukan akhir dari panther tetap 5 unit dengan persentase kekuatan akhir pasukan adalah 100%.

Sedangkan dari tim *enemy*, ada 9 unit panther yang siap berperang. Pada saat berperang, tim *enemy* mampu mengalahkan 2 unit infanteri dan 2 unit roket dari tim *army*. Semua unit dari tim *enemy* gugur sehingga persentase kekuatan akhir pasukan adalah 0%.



Gambar 4.4 Grafik Hasil Percobaan Ketiga Dari Skenario 1

Gambar 4.4 menunjukkan grafik tentang jumlah pasukan awal (PA), pasukan yang gugur (G), jumlah pasukan akhir (PR), dan persentase kekuatan akhir pasukan (P) dari tim *army* dan tim *enemy*.

Jumlah pasukan awal infanteri dari tim *army* adalah sebanyak 6 unit yang ditandai dengan warna biru pada grafik. Dalam berperang ada 2 unit infanteri yang gugur (grafik merah), maka jumlah pasukan akhir dari infanteri tersisa 4 unit (grafik hijau). Sehingga grafik berwarna ungu menunjukkan persentase kekuatan akhir dari pasukan infanteri sebesar 66,67%, yang didapatkan dari jumlah pasukan akhir dibagi jumlah pasukan awal kemudian dikalikan dengan 100% kekuatan awal pasukan.

Dari pasukan roket, diketahui ada 6 unit pasukan awal seperti yang ada pada grafik warna biru. Hasil uji coba menyatakan 2 unit roket yang gugur (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir dari roket (grafik hijau) adalah 4 unit. Maka persentase kekuatan akhir dari roket adalah sebesar 66,67% (grafik ungu), sama dengan persentase kekuatan akhir pasukan infanteri.

Sementara itu pasukan awal dari panther untuk tim *army* adalah sebanyak 5 unit (grafik biru). Panther dari tim *army* tidak ada yang gugur saat berperang (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir panther tetap 5 unit (grafik hijau). Dengan demikian persentase kekuatan akhir dari panther tetap 100% seperti yang ada pada grafik warna ungu. Hasil uji coba membuktikan bahwa panther dari tim *army* memiliki kekuatan yang besar sehingga sangat sulit untuk ditaklukan atau gugur dalam berperang.

Untuk pasukan awal dari tim *enemy* terdiri dari 9 unit panther yang ditandai dengan grafik biru. Grafik merah menunjukkan bahwa semua unit panther dari tim *enemy* dinyatakan gugur sehingga tidak ada pasukan yang tersisa (grafik hijau). Maka persentase kekuatan akhir dari pasukan panther tim *enemy* adalah 0% (grafik ungu).

Dari uji coba ketiga pada skenario pertama didapati hasil yang berbeda dimana kekuatan akhir dari pasukan tim *army* yakni infanteri 66,67%, roket 66,67%, dan panther 100%. Untuk sementara hasil dari uji coba pertama dan kedua masih lebih tinggi dan lebih efektif untuk digunakan dalam bermanuver.

4. Percobaan Keempat

Tabel 4.5 Percobaan Keempat Skenario 1

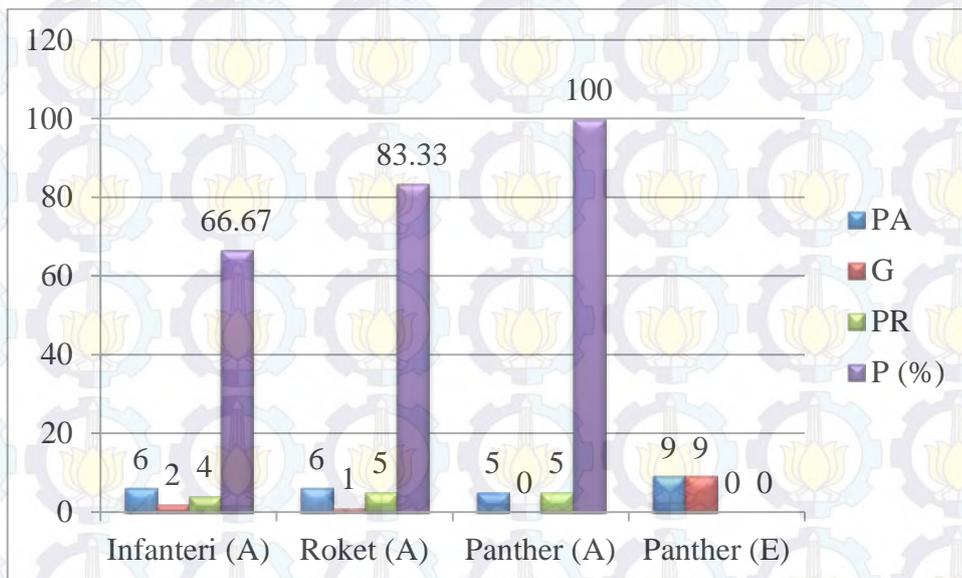
NPC	PA	G	PR	P (%)
Infanteri (A)	6	2	4	66,67
Roket (A)	6	1	5	83,33
Panther (A)	5	0	5	100
Panther (E)	9	9	0	0

Tabel 4.5 melampirkan hasil percobaan keempat yang dilakukan pada skenario pertama dengan waktu uji coba dilakukan selama 3 menit. Dimana pasukan awal (PA) dari infanteri adalah 6 unit yang akan berperang. Dalam proses berperang ada 2 unit infanteri yang gugur (G) sehingga jumlah pasukan akhir (PR) dari infanteri tersisa 4 unit. Maka persentasi kekuatan akhir pasukan (P) infanteri adalah 66,67% dari 100% kekuatan awal pasukan.

Untuk roket, jumlah pasukan awal adalah sebanyak 6 unit. Setelah selesai berperang, dapat diketahui ada 1 unit roket yang gugur dan jumlah pasukan dari roket berkurang menjadi 5 unit. Sehingga dapat dilihat persentase kekuatan akhir dari roket adalah 83,33%.

Pasukan dari tim *army* yang ketiga yakni panther yang berjumlah 5 unit. Disini terlihat bahwa panther merupakan pasukan yang memiliki kekuatan paling besar sehingga dalam melakukan penyerangan terhadap musuh, tidak ada satu unit yang gugur. Maka jumlah pasukan akhir dari panther tetap 5 unit dengan persentase kekuatan akhir pasukan adalah 100%.

Sedangkan dari tim *enemy*, ada 9 unit panther yang siap berperang. Pada saat berperang, tim *enemy* hanya mampu mengalahkan 2 unit infanteri dan 1 unit roket dari tim *army*. Semua unit dari tim *enemy* gugur sehingga persentase kekuatan akhir pasukan adalah 0%.



Gambar 4.5 Grafik Hasil Percobaan Keempat Dari Skenario 1

Gambar 4.5 menunjukkan grafik tentang jumlah pasukan awal (PA), pasukan yang gugur (G), jumlah pasukan akhir (PR), dan persentase kekuatan akhir pasukan (P) dari tim *army* dan tim *enemy*.

Jumlah pasukan awal infanteri dari tim *army* adalah sebanyak 6 unit yang ditandai dengan warna biru pada grafik. Dalam berperang ada 2 unit infanteri yang gugur (grafik merah), maka jumlah pasukan akhir dari infanteri tersisa 4 unit (grafik hijau). Sehingga grafik berwarna ungu menunjukkan persentase kekuatan akhir dari pasukan infanteri sebesar 66,67%, yang didapatkan dari jumlah pasukan akhir dibagi jumlah pasukan awal kemudian dikalikan dengan 100% kekuatan awal pasukan.

Dari pasukan roket, diketahui ada 6 unit pasukan awal seperti yang ada pada grafik warna biru. Hasil uji coba menyatakan 1 unit roket yang gugur (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir dari roket (grafik hijau) adalah 5 unit. Maka persentase kekuatan akhir dari roket adalah sebesar 83,33% (grafik ungu), lebih tinggi dari persentase kekuatan akhir pasukan infanteri.

Sementara itu pasukan awal dari panther untuk tim *army* adalah sebanyak 5 unit (grafik biru). Panther dari tim *army* tidak ada yang gugur saat berperang (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir panther tetap 5 unit (grafik hijau).

Dengan demikian persentase kekuatan akhir dari panther tetap 100% seperti yang ada pada grafik warna ungu. Hasil uji coba membuktikan bahwa panther dari tim *army* memiliki kekuatan yang besar sehingga sangat sulit untuk ditaklukan atau gugur dalam berperang.

Untuk pasukan awal dari tim *enemy* terdiri dari 9 unit panther yang ditandai dengan grafik biru. Grafik merah menunjukkan bahwa semua unit panther dari tim *enemy* dinyatakan gugur sehingga tidak ada pasukan yang tersisa (grafik hijau). Maka persentase kekuatan akhir dari pasukan panther tim *enemy* adalah 0% (grafik ungu).

Dari uji coba keempat pada skenario pertama didapati hasil yang sangat efektif sama seperti pada uji coba pertama dimana persentase kekuatan akhir dari pasukan tim *army* sangat tinggi yakni infanteri 66,67%, roket 83,33%, dan panther 100%.

5. Percobaan Kelima

Tabel 4.6 Percobaan Kelima Skenario 1

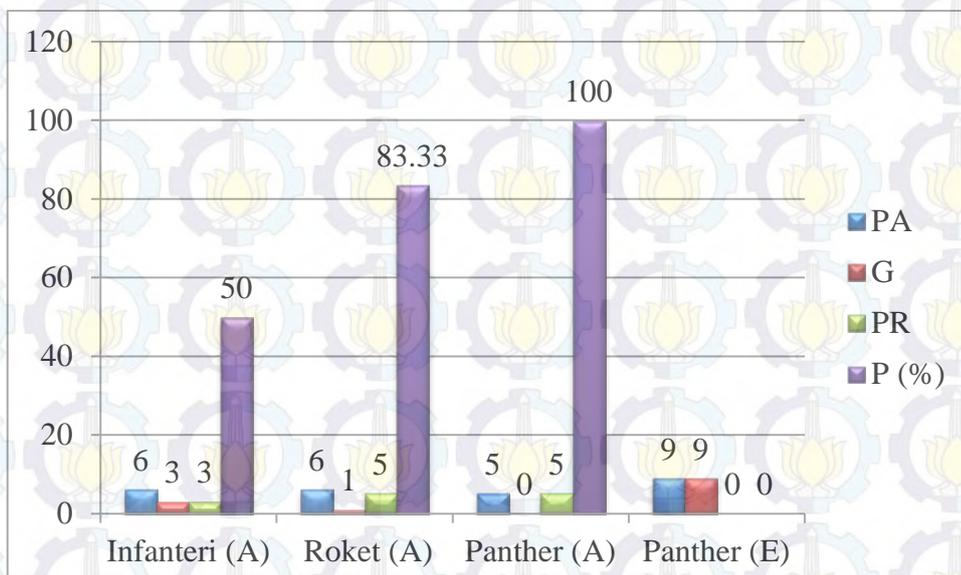
NPC	PA	G	PR	P (%)
Infanteri (A)	6	3	3	50
Roket (A)	6	1	5	83,33
Panther (A)	5	0	5	100
Panther (E)	9	9	0	0

Tabel 4.6 melampirkan hasil percobaan kelima yang dilakukan pada skenario pertama dengan waktu uji coba dilakukan selama 3 menit. Dimana pasukan awal (PA) dari infanteri adalah 6 unit yang akan berperang. Dalam proses berperang ternyata ada 3 unit infanteri yang gugur (G) sehingga jumlah pasukan akhir (PR) dari infanteri tersisa 3 unit. Maka persentasi kekuatan akhir pasukan (P) infanteri adalah 50% dari 100% kekuatan awal pasukan.

Untuk roket, jumlah pasukan awal adalah sebanyak 6 unit. Setelah selesai berperang, dapat diketahui ada 1 unit roket yang gugur dan jumlah pasukan dari roket berkurang menjadi 5 unit. Sehingga dapat dilihat persentase kekuatan akhir dari roket adalah 83,33%.

Pasukan dari tim *army* yang ketiga yakni panther yang berjumlah 5 unit. Disini terlihat bahwa panther merupakan pasukan yang memiliki kekuatan paling besar sehingga dalam melakukan penyerangan terhadap musuh, tidak ada satu unit yang gugur. Maka jumlah pasukan akhir dari panther tetap 5 unit dengan persentase kekuatan akhir pasukan adalah 100%.

Sedangkan dari tim *enemy*, ada 9 unit panther yang siap berperang. Pada saat berperang, tim *enemy* mampu mengalahkan 3 unit infanteri dan 1 unit roket dari tim *army*. Semua unit dari tim *enemy* gugur sehingga persentase kekuatan akhir pasukan adalah 0%.



Gambar 4.6 Grafik Hasil Percobaan Kelima Dari Skenario 1

Gambar 4.6 menunjukkan grafik tentang jumlah pasukan awal (PA), pasukan yang gugur (G), jumlah pasukan akhir (PR), dan persentase kekuatan akhir pasukan (P) dari tim *army* dan tim *enemy*.

Jumlah pasukan awal infanteri dari tim *army* adalah sebanyak 6 unit yang ditandai dengan warna biru pada grafik. Dalam berperang ada 3 unit infanteri yang gugur (grafik merah), maka jumlah pasukan akhir dari infanteri tersisa 3 unit (grafik hijau). Sehingga grafik berwarna ungu menunjukkan persentase kekuatan akhir dari pasukan infanteri sebesar 50%, yang didapatkan dari jumlah pasukan

akhir dibagi jumlah pasukan awal kemudian dikalikan dengan 100% kekuatan awal pasukan.

Dari pasukan roket, diketahui ada 6 unit pasukan awal seperti yang ada pada grafik warna biru. Hasil uji coba menyatakan 1 unit roket yang gugur (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir dari roket (grafik hijau) adalah 5 unit. Maka persentase kekuatan akhir dari roket adalah sebesar 83,33% (grafik ungu), lebih tinggi dari persentase kekuatan akhir pasukan infanteri.

Sementara itu pasukan awal dari panther untuk tim *army* adalah sebanyak 5 unit (grafik biru). Panther dari tim *army* tidak ada yang gugur saat berperang (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir panther tetap 5 unit (grafik hijau). Dengan demikian persentase kekuatan akhir dari panther tetap 100% seperti yang ada pada grafik warna ungu. Hasil uji coba membuktikan bahwa panther dari tim *army* memiliki kekuatan yang besar sehingga sangat sulit untuk ditaklukan atau gugur dalam berperang.

Untuk pasukan awal dari tim *enemy* terdiri dari 9 unit panther yang ditandai dengan grafik biru. Grafik merah menunjukkan bahwa semua unit panther dari tim *enemy* dinyatakan gugur sehingga tidak ada pasukan yang tersisa (grafik hijau). Maka persentase kekuatan akhir dari pasukan panther tim *enemy* adalah 0% (grafik ungu).

Dari uji coba kelima pada skenario pertama didapati hasil yang berbeda dimana kekuatan akhir dari pasukan tim *army* yakni infanteri 50%, roket 83,33%, dan panther 100%. Untuk sementara hasil dari uji coba pertama masih lebih tinggi dan lebih efektif untuk digunakan dalam bermanuver.

6. Percobaan Keenam

Tabel 4.7 Percobaan Keenam Skenario 1

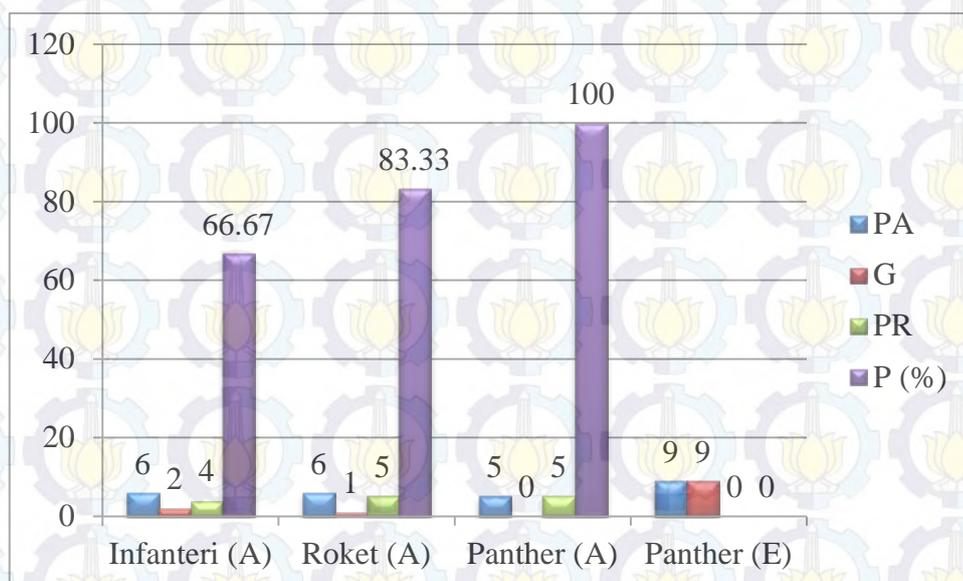
NPC	PA	G	PR	P (%)
Infanteri (A)	6	2	4	66,67
Roket (A)	6	1	5	83,33
Panther (A)	5	0	5	100
Panther (E)	9	9	0	0

Tabel 4.7 melampirkan hasil percobaan keenam yang dilakukan pada skenario pertama dengan waktu uji coba dilakukan selama 3 menit. Dimana pasukan awal (PA) dari infanteri adalah 6 unit yang akan berperang. Dalam proses berperang ada 2 unit infanteri yang gugur (G) sehingga jumlah pasukan akhir (PR) dari infanteri tersisa 4 unit. Maka persentasi kekuatan akhir pasukan (P) infanteri adalah 66,67% dari 100% kekuatan awal pasukan.

Untuk roket, jumlah pasukan awal adalah sebanyak 6 unit. Setelah selesai berperang, dapat diketahui ada 1 unit roket yang gugur dan jumlah pasukan dari roket berkurang menjadi 5 unit. Sehingga dapat dilihat persentase kekuatan akhir dari roket adalah 83,33%.

Pasukan dari tim *army* yang ketiga yakni panther yang berjumlah 5 unit. Disini terlihat bahwa panther merupakan pasukan yang memiliki kekuatan paling besar sehingga dalam melakukan penyerangan terhadap musuh, tidak ada satu unit yang gugur. Maka jumlah pasukan akhir dari panther tetap 5 unit dengan persentase kekuatan akhir pasukan adalah 100%.

Sedangkan dari tim *enemy*, ada 9 unit panther yang siap berperang. Pada saat berperang, tim *enemy* hanya mampu mengalahkan 2 unit infanteri dan 1 unit roket dari tim *army*. Semua unit dari tim *enemy* gugur sehingga persentase kekuatan akhir pasukan adalah 0%.



Gambar 4.7 Grafik Hasil Percobaan Keenam Dari Skenario 1

Gambar 4.7 menunjukkan grafik tentang jumlah pasukan awal (PA), pasukan yang gugur (G), jumlah pasukan akhir (PR), dan persentase kekuatan akhir pasukan (P) dari tim *army* dan tim *enemy*.

Jumlah pasukan awal infanteri dari tim *army* adalah sebanyak 6 unit yang ditandai dengan warna biru pada grafik. Dalam berperang ada 2 unit infanteri yang gugur (grafik merah), maka jumlah pasukan akhir dari infanteri tersisa 4 unit (grafik hijau). Sehingga grafik berwarna ungu menunjukkan persentase kekuatan akhir dari pasukan infanteri sebesar 66,67%, yang didapatkan dari jumlah pasukan akhir dibagi jumlah pasukan awal kemudian dikalikan dengan 100% kekuatan awal pasukan.

Dari pasukan roket, diketahui ada 6 unit pasukan awal seperti yang ada pada grafik warna biru. Hasil uji coba menyatakan 1 unit roket yang gugur (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir dari roket (grafik hijau) adalah 5 unit. Maka persentase kekuatan akhir dari roket adalah sebesar 83,33% (grafik ungu), lebih tinggi dari persentase kekuatan akhir pasukan infanteri.

Sementara itu pasukan awal dari panther untuk tim *army* adalah sebanyak 5 unit (grafik biru). Panther dari tim *army* tidak ada yang gugur saat berperang (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir panther tetap 5 unit (grafik hijau). Dengan demikian persentase kekuatan akhir dari panther tetap 100% seperti yang ada pada grafik warna ungu. Hasil uji coba membuktikan bahwa panther dari tim *army* memiliki kekuatan yang besar sehingga sangat sulit untuk ditaklukan atau gugur dalam berperang.

Untuk pasukan awal dari tim *enemy* terdiri dari 9 unit panther yang ditandai dengan grafik biru. Grafik merah menunjukkan bahwa semua unit panther dari tim *enemy* dinyatakan gugur sehingga tidak ada pasukan yang tersisa (grafik hijau). Maka persentase kekuatan akhir dari pasukan panther tim *enemy* adalah 0% (grafik ungu).

Dari uji coba keenam pada skenario pertama didapati hasil yang sangat efektif sama seperti pada uji coba pertama dimana persentase kekuatan akhir dari pasukan tim *army* sangat tinggi yakni infanteri 66,67%, roket 83,33%, dan panther 100%.

7. Percobaan Ketujuh

Tabel 4.8 Percobaan Ketujuh Skenario 1

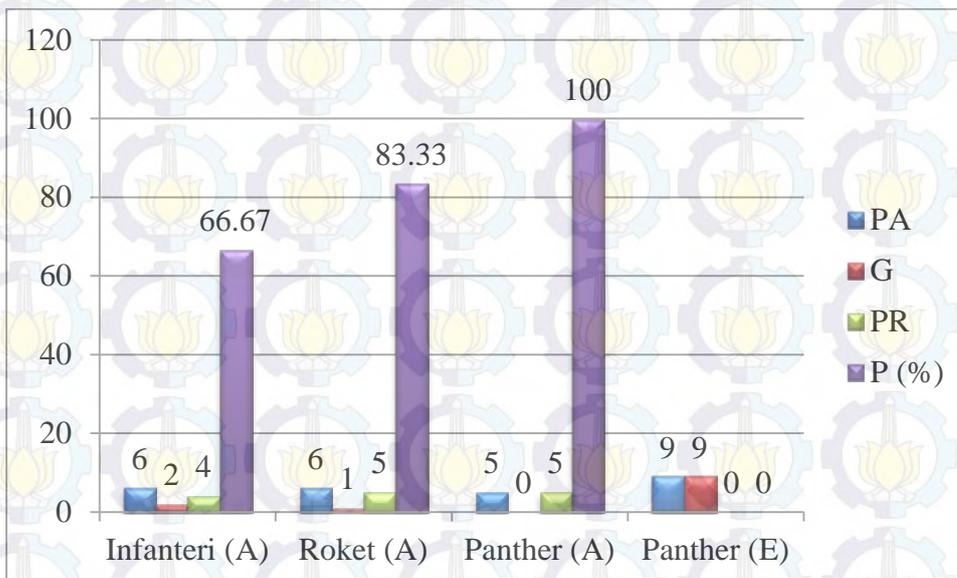
NPC	PA	G	PR	P (%)
Infanteri (A)	6	2	4	66,67
Roket (A)	6	1	5	83,33
Panther (A)	5	0	5	100
Panther (E)	9	9	0	0

Tabel 4.8 melampirkan hasil percobaan ketujuh yang dilakukan pada skenario pertama dengan waktu uji coba dilakukan selama 3 menit. Dimana pasukan awal (PA) dari infanteri adalah 6 unit yang akan berperang. Dalam proses berperang ada 2 unit infanteri yang gugur (G) sehingga jumlah pasukan akhir (PR) dari infanteri tersisa 4 unit. Maka persentasi kekuatan akhir pasukan (P) infanteri adalah 66,67% dari 100% kekuatan awal pasukan.

Untuk roket, jumlah pasukan awal adalah sebanyak 6 unit. Setelah selesai berperang, dapat diketahui ada 1 unit roket yang gugur dan jumlah pasukan dari roket berkurang menjadi 5 unit. Sehingga dapat dilihat persentase kekuatan akhir dari roket adalah 83,33%.

Pasukan dari tim *army* yang ketiga yakni panther yang berjumlah 5 unit. Disini terlihat bahwa panther merupakan pasukan yang memiliki kekuatan paling besar sehingga dalam melakukan penyerangan terhadap musuh, tidak ada satu unit yang gugur. Maka jumlah pasukan akhir dari panther tetap 5 unit dengan persentase kekuatan akhir pasukan adalah 100%.

Sedangkan dari tim *enemy*, ada 9 unit panther yang siap berperang. Pada saat berperang, tim *enemy* hanya mampu mengalahkan 2 unit infanteri dan 1 unit roket dari tim *army*. Semua unit dari tim *enemy* gugur sehingga persentase kekuatan akhir pasukan adalah 0%.



Gambar 4.8 Grafik Hasil Percobaan Ketujuh Dari Skenario 1

Gambar 4.8 menunjukkan grafik tentang jumlah pasukan awal (PA), pasukan yang gugur (G), jumlah pasukan akhir (PR), dan persentase kekuatan akhir pasukan (P) dari tim *army* dan tim *enemy*.

Jumlah pasukan awal infanteri dari tim *army* adalah sebanyak 6 unit yang ditandai dengan warna biru pada grafik. Dalam berperang ada 2 unit infanteri yang gugur (grafik merah), maka jumlah pasukan akhir dari infanteri tersisa 4 unit (grafik hijau). Sehingga grafik berwarna ungu menunjukkan persentase kekuatan akhir dari pasukan infanteri sebesar 66,67%, yang didapatkan dari jumlah pasukan akhir dibagi jumlah pasukan awal kemudian dikalikan dengan 100% kekuatan awal pasukan.

Dari pasukan roket, diketahui ada 6 unit pasukan awal seperti yang ada pada grafik warna biru. Hasil uji coba menyatakan 1 unit roket yang gugur (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir dari roket (grafik hijau) adalah 5 unit. Maka persentase kekuatan akhir dari roket adalah sebesar 83,33% (grafik ungu), lebih tinggi dari persentase kekuatan akhir pasukan infanteri.

Sementara itu pasukan awal dari panther untuk tim *army* adalah sebanyak 5 unit (grafik biru). Panther dari tim *army* tidak ada yang gugur saat berperang (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir panther tetap 5 unit (grafik hijau).

Dengan demikian persentase kekuatan akhir dari panther tetap 100% seperti yang ada pada grafik warna ungu. Hasil uji coba membuktikan bahwa panther dari tim *army* memiliki kekuatan yang besar sehingga sangat sulit untuk ditaklukan atau gugur dalam berperang.

Untuk pasukan awal dari tim *enemy* terdiri dari 9 unit panther yang ditandai dengan grafik biru. Grafik merah menunjukkan bahwa semua unit panther dari tim *enemy* dinyatakan gugur sehingga tidak ada pasukan yang tersisa (grafik hijau). Maka persentase kekuatan akhir dari pasukan panther tim *enemy* adalah 0% (grafik ungu).

Dari uji coba ketujuh pada skenario pertama didapati hasil yang sangat efektif sama seperti pada uji coba pertama dimana persentase kekuatan akhir dari pasukan tim *army* sangat tinggi yakni infanteri 66,67%, roket 83,33%, dan panther 100%.

4.2.2 Skenario Kedua Dengan Posisi Pasukan Membentuk Segitiga

Untuk skenario yang kedua ini, posisi infanteri berada di bagian paling depan dari tim *army*. Sedangkan posisi dari roket dan panther tetap sejajar sehingga membentuk seperti segitiga. Gambar 4.9 merupakan tampilan manuver *NPC* dengan posisi segitiga.



Gambar 4.9 Screenshoot Manuver Skenario 2 (Segitiga)

Untuk hasil uji coba pada skenario kedua (posisi segitiga), akan dilampirkan dalam tabel dan grafik mulai dari percobaan pertama sampai percobaan ketujuh.

1. Percobaan Pertama

Tabel 4.9 Percobaan Pertama Skenario 2

NPC	PA	G	PR	P (%)
Infanteri (A)	6	6	0	0
Roket (A)	6	2	4	66,67
Panther (A)	5	1	4	80
Panther (E)	9	9	0	0

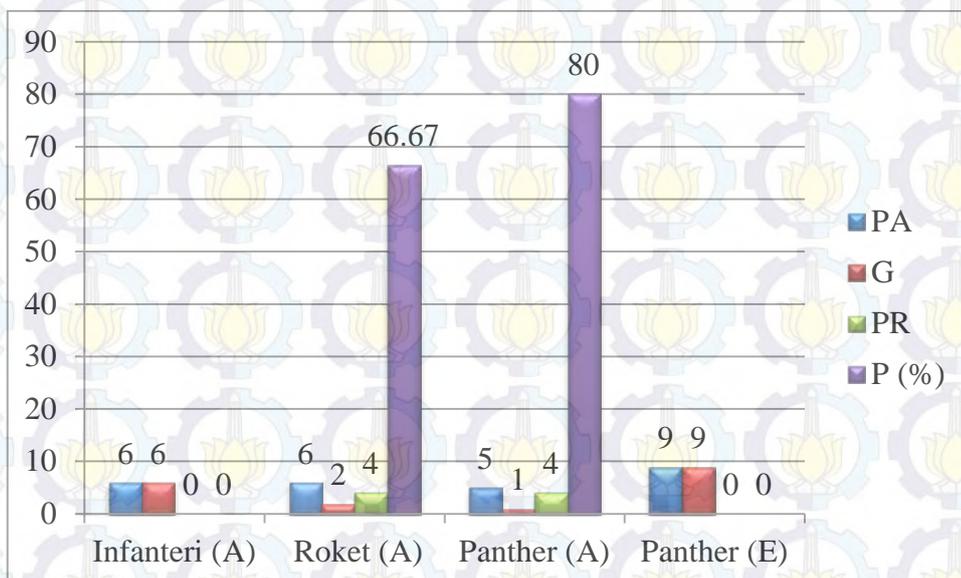
Tabel 4.9 melampirkan hasil percobaan pertama yang dilakukan pada skenario kedua dengan waktu uji coba dilakukan selama 3 menit. Dimana pasukan awal (PA) dari infanteri adalah 6 unit yang akan berperang. Dalam proses berperang ternyata semua infanteri gugur (G) sehingga jumlah pasukan akhir (PR)

dari infanteri tidak ada yang tersisa. Maka persentasi kekuatan akhir pasukan (P) infanteri adalah 0% dari 100% kekuatan awal pasukan.

Untuk roket, jumlah pasukan awal adalah sebanyak 6 unit. Setelah menyelesaikan proses berperang, dapat diketahui ada 2 unit roket yang gugur dan jumlah pasukan dari roket berkurang menjadi 4 unit. Sehingga dapat dilihat persentase kekuatan akhir dari roket adalah 66,67%.

Pasukan dari tim *army* yang ketiga yakni panther yang berjumlah 5 unit. Dalam melakukan penyerangan terhadap musuh, ada 1 unit panther yang gugur. Sehingga jumlah pasukan akhir dari panther adalah 4 unit dengan persentase kekuatan akhir pasukan adalah 80%.

Sedangkan dari tim *enemy*, ada 9 unit panther yang siap berperang. Pada saat berperang, tim *enemy* mampu mengalahkan 6 unit infanteri, 2 unit roket dan 1 unit panther dari tim *army*. Pada akhirnya semua unit dari tim *enemy* gugur sehingga persentase kekuatan akhir pasukan adalah 0%.



Gambar 4.10 Grafik Hasil Percobaan Pertama Dari Skenario 2

Gambar 4.10 menunjukkan grafik tentang jumlah pasukan awal (PA), pasukan yang gugur (G), jumlah pasukan akhir (PR), dan persentase kekuatan akhir pasukan (P) dari tim *army* dan tim *enemy*.

Jumlah pasukan awal infanteri dari tim *army* adalah sebanyak 6 unit yang ditandai dengan warna biru pada grafik. Dalam berperang, semua infanteri gugur (grafik merah), sehingga jumlah pasukan akhir dari infanteri tidak ada yang tersisa (grafik hijau). Grafik berwarna ungu menunjukkan persentase kekuatan akhir dari pasukan infanteri yakni 0%, yang didapatkan dari jumlah pasukan akhir dibagi jumlah pasukan awal kemudian dikalikan dengan 100% kekuatan awal pasukan.

Dari pasukan roket, diketahui ada 6 unit pasukan awal seperti yang ada pada grafik warna biru. Hasil uji coba menyatakan 2 unit roket yang gugur (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir dari roket (grafik hijau) adalah 4 unit. Maka persentase kekuatan akhir dari roket adalah sebesar 66,67% (grafik ungu), lebih tinggi dari persentase kekuatan akhir pasukan infanteri.

Sementara itu pasukan awal dari panther untuk tim *army* adalah sebanyak 5 unit (grafik biru). 1 unit Panther dari tim *army* yang gugur saat berperang (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir panther tersisa 4 unit (grafik hijau). Dengan demikian persentase kekuatan akhir dari panther adalah 80% seperti yang ada pada grafik warna ungu.

Untuk pasukan awal dari tim *enemy* terdiri dari 9 unit panther yang ditandai dengan grafik biru. Grafik merah menunjukkan bahwa semua unit panther dari tim *enemy* dinyatakan gugur sehingga tidak ada pasukan yang tersisa (grafik hijau). Maka persentase kekuatan akhir dari pasukan panther tim *enemy* adalah 0% (grafik ungu).

Dari uji coba pertama pada skenario kedua didapati hasil yang sangat rendah dalam bermanuver yakni persentase kekuatan akhir dari pasukan tim *army* adalah infanteri 0%, roket 66,67%, dan panther 800%.

2. Percobaan Kedua

Tabel 4.10 Percobaan Kedua Skenario 2

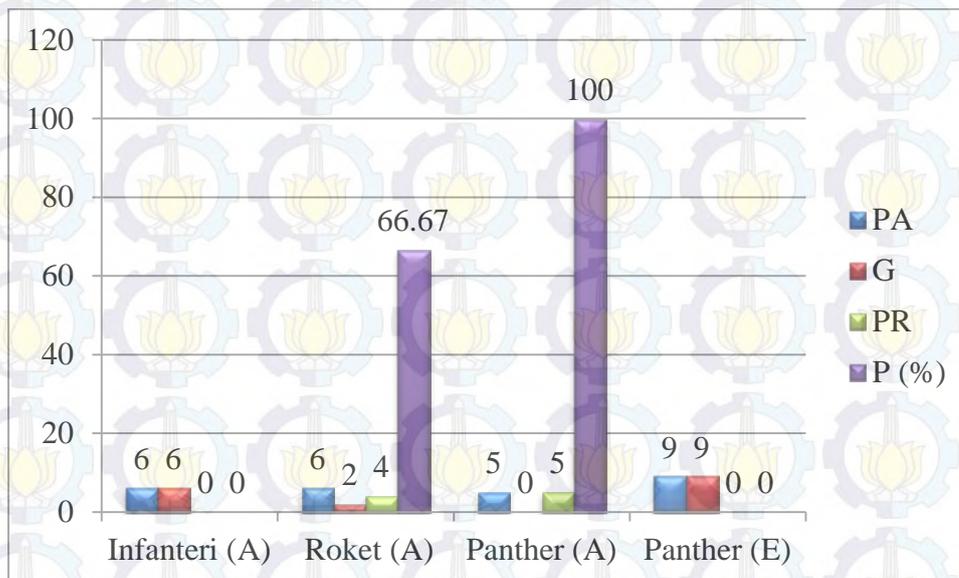
NPC	PA	G	PR	P (%)
Infanteri (A)	6	6	0	0
Roket (A)	6	2	4	66,67
Panther (A)	5	0	5	100
Panther (E)	9	9	0	0

Tabel 4.10 melampirkan hasil percobaan kedua yang dilakukan pada skenario kedua dengan waktu uji coba dilakukan selama 3 menit. Dimana pasukan awal (PA) dari infanteri adalah 6 unit yang akan berperang. Dalam proses berperang semua infanteri gugur (G) sehingga jumlah pasukan akhir (PR) dari infanteri tidak ada yang tersisa. Maka persentasi kekuatan akhir pasukan (P) infanteri adalah 0% dari 100% kekuatan awal pasukan.

Untuk roket, jumlah pasukan awal adalah sebanyak 6 unit. Setelah menyelesaikan proses berperang, dapat diketahui ada 2 unit roket yang gugur dan jumlah pasukan dari roket berkurang menjadi 4 unit. Sehingga dapat dilihat persentase kekuatan akhir dari roket adalah 66,67%.

Pasukan dari tim *army* yang ketiga yakni panther yang berjumlah 5 unit. Dalam melakukan penyerangan terhadap musuh, tidak ada panther yang gugur. Sehingga jumlah pasukan akhir dari panther tetap 5 unit dengan persentase kekuatan akhir pasukan adalah 100%.

Sedangkan dari tim *enemy*, ada 9 unit panther yang siap berperang. Pada saat berperang, tim *enemy* mampu mengalahkan 6 unit infanteri, dan 2 unit roket dari tim *army*. Pada akhirnya semua unit dari tim *enemy* gugur sehingga persentase kekuatan akhir pasukan adalah 0%.



Gambar 4.11 Grafik Hasil Percobaan Kedua Dari Skenario 2

Gambar 4.11 menunjukkan grafik tentang jumlah pasukan awal (PA), pasukan yang gugur (G), jumlah pasukan akhir (PR), dan persentase kekuatan akhir pasukan (P) dari tim *army* dan tim *enemy*.

Jumlah pasukan awal infanteri dari tim *army* adalah sebanyak 6 unit yang ditandai dengan warna biru pada grafik. Dalam berperang, semua infanteri gugur (grafik merah), sehingga jumlah pasukan akhir dari infanteri tidak ada yang tersisa (grafik hijau). Grafik berwarna ungu menunjukkan persentase kekuatan akhir dari pasukan infanteri yakni 0%, yang didapatkan dari jumlah pasukan akhir dibagi jumlah pasukan awal kemudian dikalikan dengan 100% kekuatan awal pasukan.

Dari pasukan roket, diketahui ada 6 unit pasukan awal seperti yang ada pada grafik warna biru. Hasil uji coba menyatakan 2 unit roket yang gugur (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir dari roket (grafik hijau) adalah 4 unit. Maka persentase kekuatan akhir dari roket adalah sebesar 66,67% (grafik ungu), lebih tinggi dari persentase kekuatan akhir pasukan infanteri.

Sementara itu pasukan awal dari panther untuk tim *army* adalah sebanyak 5 unit (grafik biru). Tidak ada yang panther dari tim *army* yang gugur saat berperang (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir panther tetap 5 unit

(grafik hijau). Dengan demikian persentase kekuatan akhir dari panther adalah 100% seperti yang ada pada grafik warna ungu.

Untuk pasukan awal dari tim *enemy* terdiri dari 9 unit panther yang ditandai dengan grafik biru. Grafik merah menunjukkan bahwa semua unit panther dari tim *enemy* dinyatakan gugur sehingga tidak ada pasukan yang tersisa (grafik hijau). Maka persentase kekuatan akhir dari pasukan panther tim *enemy* adalah 0% (grafik ungu).

Dari uji coba kedua pada skenario kedua didapati hasil yang rendah dalam bermanuver yakni persentase kekuatan akhir dari pasukan tim *army* adalah infanteri 0%, roket 66,67%, dan panther 100%. Namun hasil uji coba kedua lebih tinggi dari hasil uji coba pertama.

3. Percobaan Ketiga

Tabel 4.11 Percobaan Ketiga Skenario 2

NPC	PA	G	PR	P (%)
Infanteri (A)	6	6	0	0
Roket (A)	6	2	4	66,67
Panther (A)	5	0	5	100
Panther (E)	9	9	0	0

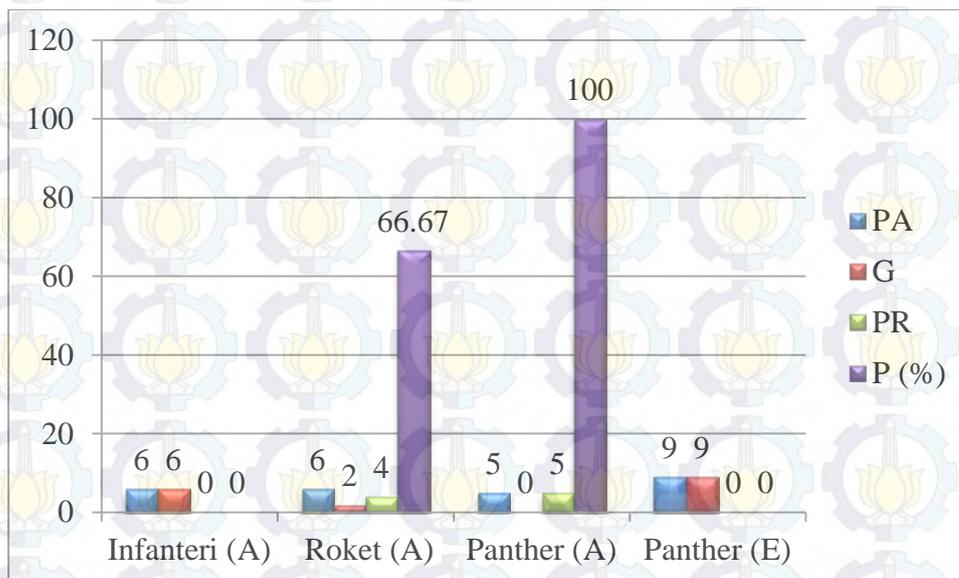
Tabel 4.11 melampirkan hasil percobaan ketiga yang dilakukan pada skenario kedua dengan waktu uji coba dilakukan selama 3 menit. Dimana pasukan awal (PA) dari infanteri adalah 6 unit yang akan berperang. Dalam proses berperang semua infanteri gugur (G) sehingga jumlah pasukan akhir (PR) dari infanteri tidak ada yang tersisa. Maka persentasi kekuatan akhir pasukan (P) infanteri adalah 0% dari 100% kekuatan awal pasukan.

Untuk roket, jumlah pasukan awal adalah sebanyak 6 unit. Setelah menyelesaikan proses berperang, dapat diketahui ada 2 unit roket yang gugur dan jumlah pasukan dari roket berkurang menjadi 4 unit. Sehingga dapat dilihat persentase kekuatan akhir dari roket adalah 66,67%.

Pasukan dari tim *army* yang ketiga yakni panther yang berjumlah 5 unit. Dalam melakukan penyerangan terhadap musuh, tidak ada panther yang gugur.

Sehingga jumlah pasukan akhir dari panther tetap 5 unit dengan persentase kekuatan akhir pasukan adalah 100%.

Sedangkan dari tim *enemy*, ada 9 unit panther yang siap berperang. Pada saat berperang, tim *enemy* mampu mengalahkan 6 unit infanteri, dan 2 unit roket dari tim *army*. Pada akhirnya semua unit dari tim *enemy* gugur sehingga persentase kekuatan akhir pasukan adalah 0%.



Gambar 4.12 Grafik Hasil Percobaan Ketiga Dari Skenario 2

Gambar 4.12 menunjukkan grafik tentang jumlah pasukan awal (PA), pasukan yang gugur (G), jumlah pasukan akhir (PR), dan persentase kekuatan akhir pasukan (P) dari tim *army* dan tim *enemy*.

Jumlah pasukan awal infanteri dari tim *army* adalah sebanyak 6 unit yang ditandai dengan warna biru pada grafik. Dalam berperang, semua infanteri gugur (grafik merah), sehingga jumlah pasukan akhir dari infanteri tidak ada yang tersisa (grafik hijau). Grafik berwarna ungu menunjukkan persentase kekuatan akhir dari pasukan infanteri yakni 0%, yang didapatkan dari jumlah pasukan akhir dibagi jumlah pasukan awal kemudian dikalikan dengan 100% kekuatan awal pasukan.

Dari pasukan roket, diketahui ada 6 unit pasukan awal seperti yang ada pada grafik warna biru. Hasil uji coba menyatakan 2 unit roket yang gugur (grafik

merah) sehingga jumlah pasukan akhir dari roket (grafik hijau) adalah 4 unit. Maka persentase kekuatan akhir dari roket adalah sebesar 66,67% (grafik ungu), lebih tinggi dari persentase kekuatan akhir pasukan infanteri.

Sementara itu pasukan awal dari panther untuk tim *army* adalah sebanyak 5 unit (grafik biru). Tidak ada yang panther dari tim *army* yang gugur saat berperang (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir panther tetap 5 unit (grafik hijau). Dengan demikian persentase kekuatan akhir dari panther adalah 100% seperti yang ada pada grafik warna ungu.

Untuk pasukan awal dari tim *enemy* terdiri dari 9 unit panther yang ditandai dengan grafik biru. Grafik merah menunjukkan bahwa semua unit panther dari tim *enemy* dinyatakan gugur sehingga tidak ada pasukan yang tersisa (grafik hijau). Maka persentase kekuatan akhir dari pasukan panther tim *enemy* adalah 0% (grafik ungu).

Dari uji coba ketiga pada skenario kedua didapati hasil yang rendah dalam bermanuver yakni persentase kekuatan akhir dari pasukan tim *army* adalah infanteri 0%, roket 66,67%, dan panther 100%. Namun hasil uji coba ketiga lebih tinggi dari hasil uji coba pertama.

4. Percobaan Keempat

Tabel 4.12 Percobaan Keempat Skenario 2

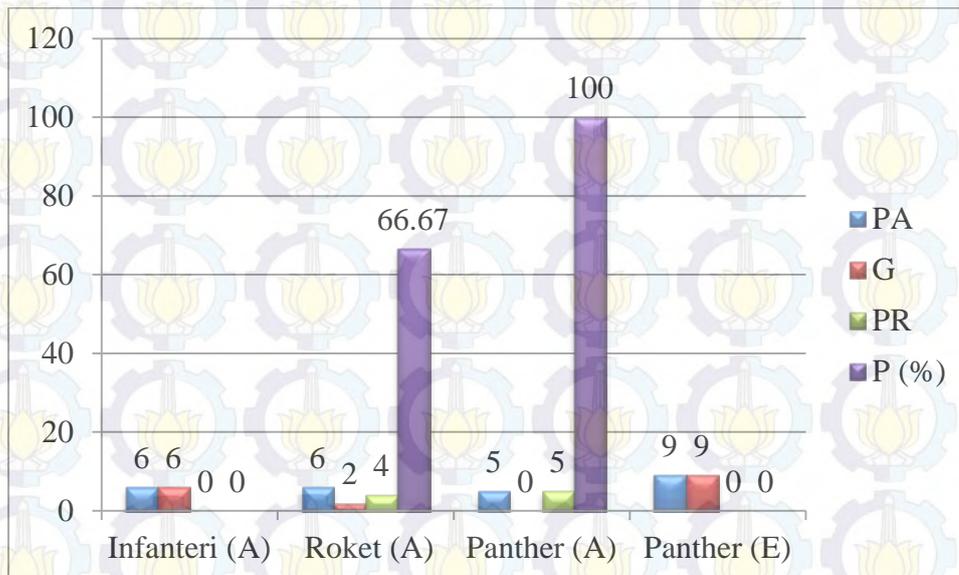
NPC	PA	G	PR	P (%)
Infanteri (A)	6	6	0	0
Roket (A)	6	2	4	66,67
Panther (A)	5	0	5	100
Panther (E)	9	9	0	0

Tabel 4.12 melampirkan hasil percobaan keempat yang dilakukan pada skenario kedua dengan waktu uji coba dilakukan selama 3 menit. Dimana pasukan awal (PA) dari infanteri adalah 6 unit yang akan berperang. Dalam proses berperang semua infanteri gugur (G) sehingga jumlah pasukan akhir (PR) dari infanteri tidak ada yang tersisa. Maka persentasi kekuatan akhir pasukan (P) infanteri adalah 0% dari 100% kekuatan awal pasukan.

Untuk roket, jumlah pasukan awal adalah sebanyak 6 unit. Setelah menyelesaikan proses berperang, dapat diketahui ada 2 unit roket yang gugur dan jumlah pasukan dari roket berkurang menjadi 4 unit. Sehingga dapat dilihat persentase kekuatan akhir dari roket adalah 66,67%.

Pasukan dari tim *army* yang ketiga yakni panther yang berjumlah 5 unit. Dalam melakukan penyerangan terhadap musuh, tidak ada panther yang gugur. Sehingga jumlah pasukan akhir dari panther tetap 5 unit dengan persentase kekuatan akhir pasukan adalah 100%.

Sedangkan dari tim *enemy*, ada 9 unit panther yang siap berperang. Pada saat berperang, tim *enemy* mampu mengalahkan 6 unit infanteri, dan 2 unit roket dari tim *army*. Pada akhirnya semua unit dari tim *enemy* gugur sehingga persentase kekuatan akhir pasukan adalah 0%.



Gambar 4.13 Grafik Hasil Percobaan Keempat Dari Skenario 2

Gambar 4.13 menunjukkan grafik tentang jumlah pasukan awal (PA), pasukan yang gugur (G), jumlah pasukan akhir (PR), dan persentase kekuatan akhir pasukan (P) dari tim *army* dan tim *enemy*.

Jumlah pasukan awal infanteri dari tim *army* adalah sebanyak 6 unit yang ditandai dengan warna biru pada grafik. Dalam berperang, semua infanteri gugur

(grafik merah), sehingga jumlah pasukan akhir dari infanteri tidak ada yang tersisa (grafik hijau). Grafik berwarna ungu menunjukkan persentase kekuatan akhir dari pasukan infanteri yakni 0%, yang didapatkan dari jumlah pasukan akhir dibagi jumlah pasukan awal kemudian dikalikan dengan 100% kekuatan awal pasukan.

Dari pasukan roket, diketahui ada 6 unit pasukan awal seperti yang ada pada grafik warna biru. Hasil uji coba menyatakan 2 unit roket yang gugur (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir dari roket (grafik hijau) adalah 4 unit.

Maka persentase kekuatan akhir dari roket adalah sebesar 66,67% (grafik ungu), lebih tinggi dari persentase kekuatan akhir pasukan infanteri.

Sementara itu pasukan awal dari panther untuk tim *army* adalah sebanyak 5 unit (grafik biru). Tidak ada yang panther dari tim *army* yang gugur saat berperang (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir panther tetap 5 unit (grafik hijau). Dengan demikian persentase kekuatan akhir dari panther adalah 100% seperti yang ada pada grafik warna ungu.

Untuk pasukan awal dari tim *enemy* terdiri dari 9 unit panther yang ditandai dengan grafik biru. Grafik merah menunjukkan bahwa semua unit panther dari tim *enemy* dinyatakan gugur sehingga tidak ada pasukan yang tersisa (grafik hijau). Maka persentase kekuatan akhir dari pasukan panther tim *enemy* adalah 0% (grafik ungu).

Dari uji coba keempat pada skenario kedua didapati hasil yang rendah dalam bermanuver yakni persentase kekuatan akhir dari pasukan tim *army* adalah infanteri 0%, roket 66,67%, dan panther 100%. Namun hasil uji coba keempat lebih tinggi dari hasil uji coba pertama.

5. Percobaan Kelima

Tabel 4.13 Percobaan Kelima Skenario 2

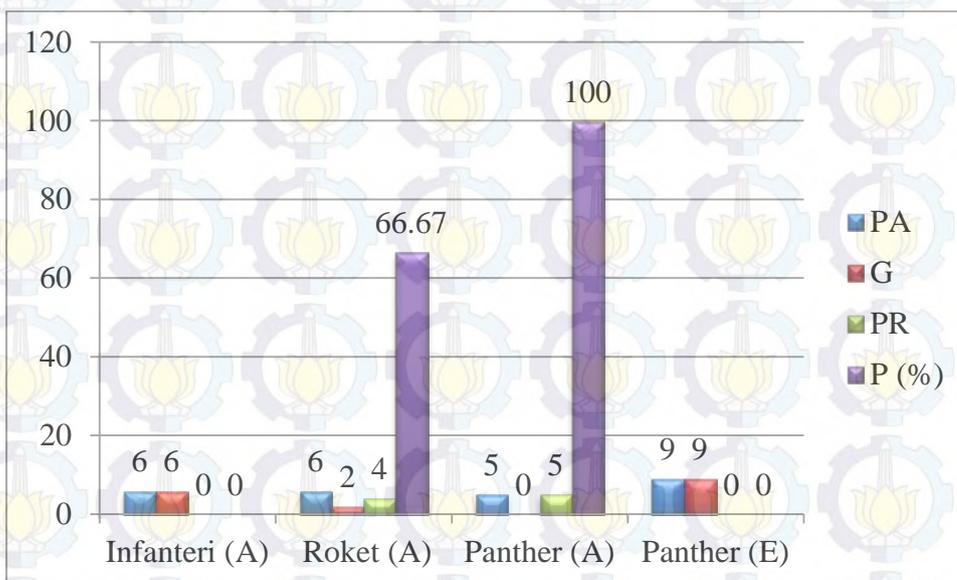
NPC	PA	G	PR	P (%)
Infanteri (A)	6	6	0	0
Roket (A)	6	2	4	66,67
Panther (A)	5	0	5	100
Panther (E)	9	9	0	0

Tabel 4.13 melampirkan hasil percobaan kelima yang dilakukan pada skenario kedua dengan waktu uji coba dilakukan selama 3 menit. Dimana pasukan awal (PA) dari infanteri adalah 6 unit yang akan berperang. Dalam proses berperang semua infanteri gugur (G) sehingga jumlah pasukan akhir (PR) dari infanteri tidak ada yang tersisa. Maka persentasi kekuatan akhir pasukan (P) infanteri adalah 0% dari 100% kekuatan awal pasukan.

Untuk roket, jumlah pasukan awal adalah sebanyak 6 unit. Setelah menyelesaikan proses berperang, dapat diketahui ada 2 unit roket yang gugur dan jumlah pasukan dari roket berkurang menjadi 4 unit. Sehingga dapat dilihat persentase kekuatan akhir dari roket adalah 66,67%.

Pasukan dari tim *army* yang ketiga yakni panther yang berjumlah 5 unit. Dalam melakukan penyerangan terhadap musuh, tidak ada panther yang gugur. Sehingga jumlah pasukan akhir dari panther tetap 5 unit dengan persentase kekuatan akhir pasukan adalah 100%.

Sedangkan dari tim *enemy*, ada 9 unit panther yang siap berperang. Pada saat berperang, tim *enemy* mampu mengalahkan 6 unit infanteri, dan 2 unit roket dari tim *army*. Pada akhirnya semua unit dari tim *enemy* gugur sehingga persentase kekuatan akhir pasukan adalah 0%.



Gambar 4.14 Grafik Hasil Percobaan Kelima Dari Skenario 2

Gambar 4.14 menunjukkan grafik tentang jumlah pasukan awal (PA), pasukan yang gugur (G), jumlah pasukan akhir (PR), dan persentase kekuatan akhir pasukan (P) dari tim *army* dan tim *enemy*.

Jumlah pasukan awal infanteri dari tim *army* adalah sebanyak 6 unit yang ditandai dengan warna biru pada grafik. Dalam berperang, semua infanteri gugur (grafik merah), sehingga jumlah pasukan akhir dari infanteri tidak ada yang tersisa (grafik hijau). Grafik berwarna ungu menunjukkan persentase kekuatan akhir dari pasukan infanteri yakni 0%, yang didapatkan dari jumlah pasukan akhir dibagi jumlah pasukan awal kemudian dikalikan dengan 100% kekuatan awal pasukan.

Dari pasukan roket, diketahui ada 6 unit pasukan awal seperti yang ada pada grafik warna biru. Hasil uji coba menyatakan 2 unit roket yang gugur (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir dari roket (grafik hijau) adalah 4 unit. Maka persentase kekuatan akhir dari roket adalah sebesar 66,67% (grafik ungu), lebih tinggi dari persentase kekuatan akhir pasukan infanteri.

Sementara itu pasukan awal dari panther untuk tim *army* adalah sebanyak 5 unit (grafik biru). Tidak ada yang panther dari tim *army* yang gugur saat berperang (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir panther tetap 5 unit (grafik hijau). Dengan demikian persentase kekuatan akhir dari panther adalah 100% seperti yang ada pada grafik warna ungu.

Untuk pasukan awal dari tim *enemy* terdiri dari 9 unit panther yang ditandai dengan grafik biru. Grafik merah menunjukkan bahwa semua unit panther dari tim *enemy* dinyatakan gugur sehingga tidak ada pasukan yang tersisa (grafik hijau). Maka persentase kekuatan akhir dari pasukan panther tim *enemy* adalah 0% (grafik ungu).

Dari uji coba kelima pada skenario kedua didapati hasil yang rendah dalam bermanuver yakni persentase kekuatan akhir dari pasukan tim *army* adalah infanteri 0%, roket 66,67%, dan panther 100%. Namun hasil uji coba kelima lebih tinggi dari hasil uji coba pertama.

6. Percobaan Keenam

Tabel 4.14 Percobaan Keenam Skenario 2

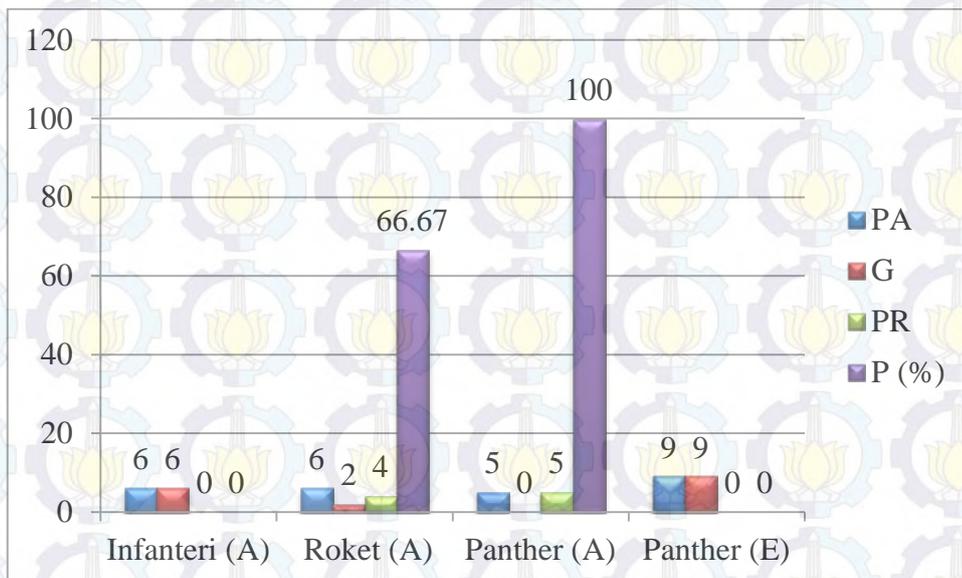
NPC	PA	G	PR	P (%)
Infanteri (A)	6	6	0	0
Roket (A)	6	2	4	66,67
Panther (A)	5	0	5	100
Panther (E)	9	9	0	0

Tabel 4.14 melampirkan hasil percobaan keenam yang dilakukan pada skenario kedua dengan waktu uji coba dilakukan selama 3 menit. Dimana pasukan awal (PA) dari infanteri adalah 6 unit yang akan berperang. Dalam proses berperang semua infanteri gugur (G) sehingga jumlah pasukan akhir (PR) dari infanteri tidak ada yang tersisa. Maka persentasi kekuatan akhir pasukan (P) infanteri adalah 0% dari 100% kekuatan awal pasukan.

Untuk roket, jumlah pasukan awal adalah sebanyak 6 unit. Setelah menyelesaikan proses berperang, dapat diketahui ada 2 unit roket yang gugur dan jumlah pasukan dari roket berkurang menjadi 4 unit. Sehingga dapat dilihat persentase kekuatan akhir dari roket adalah 66,67%.

Pasukan dari tim *army* yang ketiga yakni panther yang berjumlah 5 unit. Dalam melakukan penyerangan terhadap musuh, tidak ada panther yang gugur. Sehingga jumlah pasukan akhir dari panther tetap 5 unit dengan persentase kekuatan akhir pasukan adalah 100%.

Sedangkan dari tim *enemy*, ada 9 unit panther yang siap berperang. Pada saat berperang, tim *enemy* mampu mengalahkan 6 unit infanteri, dan 2 unit roket dari tim *army*. Pada akhirnya semua unit dari tim *enemy* gugur sehingga persentase kekuatan akhir pasukan adalah 0%.



Gambar 4.15 Grafik Hasil Percobaan Keenam Dari Skenario 2

Gambar 4.15 menunjukkan grafik tentang jumlah pasukan awal (PA), pasukan yang gugur (G), jumlah pasukan akhir (PR), dan persentase kekuatan akhir pasukan (P) dari tim *army* dan tim *enemy*.

Jumlah pasukan awal infanteri dari tim *army* adalah sebanyak 6 unit yang ditandai dengan warna biru pada grafik. Dalam berperang, semua infanteri gugur (grafik merah), sehingga jumlah pasukan akhir dari infanteri tidak ada yang tersisa (grafik hijau). Grafik berwarna ungu menunjukkan persentase kekuatan akhir dari pasukan infanteri yakni 0%, yang didapatkan dari jumlah pasukan akhir dibagi jumlah pasukan awal kemudian dikalikan dengan 100% kekuatan awal pasukan.

Dari pasukan roket, diketahui ada 6 unit pasukan awal seperti yang ada pada grafik warna biru. Hasil uji coba menyatakan 2 unit roket yang gugur (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir dari roket (grafik hijau) adalah 4 unit. Maka persentase kekuatan akhir dari roket adalah sebesar 66,67% (grafik ungu), lebih tinggi dari persentase kekuatan akhir pasukan infanteri.

Sementara itu pasukan awal dari panther untuk tim *army* adalah sebanyak 5 unit (grafik biru). Tidak ada yang panther dari tim *army* yang gugur saat berperang (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir panther tetap 5 unit

(grafik hijau). Dengan demikian persentase kekuatan akhir dari panther adalah 100% seperti yang ada pada grafik warna ungu.

Untuk pasukan awal dari tim *enemy* terdiri dari 9 unit panther yang ditandai dengan grafik biru. Grafik merah menunjukkan bahwa semua unit panther dari tim *enemy* dinyatakan gugur sehingga tidak ada pasukan yang tersisa (grafik hijau). Maka persentase kekuatan akhir dari pasukan panther tim *enemy* adalah 0% (grafik ungu).

Dari uji coba keenam pada skenario kedua didapati hasil yang rendah dalam bermanuver yakni persentase kekuatan akhir dari pasukan tim *army* adalah infanteri 0%, roket 66,67%, dan panther 100%. Namun hasil uji coba keenam lebih tinggi dari hasil uji coba pertama.

7. Percobaan Ketujuh

Tabel 4.15 Percobaan Ketujuh Skenario 2

NPC	PA	G	PR	P (%)
Infanteri (A)	6	6	0	0
Roket (A)	6	2	4	66,67
Panther (A)	5	0	5	100
Panther (E)	9	9	0	0

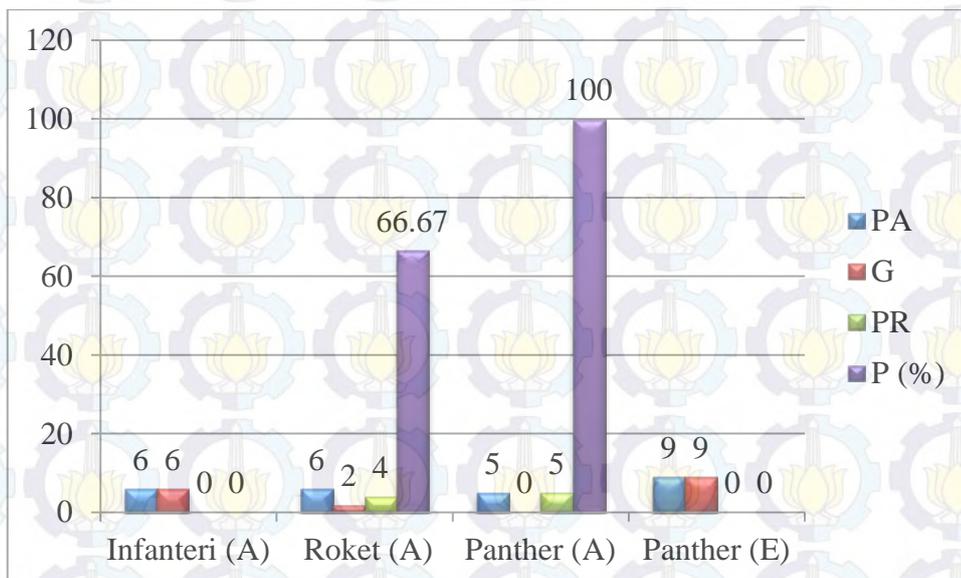
Tabel 4.15 melampirkan hasil percobaan ketujuh yang dilakukan pada skenario kedua dengan waktu uji coba dilakukan selama 3 menit. Dimana pasukan awal (PA) dari infanteri adalah 6 unit yang akan berperang. Dalam proses berperang semua infanteri gugur (G) sehingga jumlah pasukan akhir (PR) dari infanteri tidak ada yang tersisa. Maka persentasi kekuatan akhir pasukan (P) infanteri adalah 0% dari 100% kekuatan awal pasukan.

Untuk roket, jumlah pasukan awal adalah sebanyak 6 unit. Setelah menyelesaikan proses berperang, dapat diketahui ada 2 unit roket yang gugur dan jumlah pasukan dari roket berkurang menjadi 4 unit. Sehingga dapat dilihat persentase kekuatan akhir dari roket adalah 66,67%.

Pasukan dari tim *army* yang ketiga yakni panther yang berjumlah 5 unit. Dalam melakukan penyerangan terhadap musuh, tidak ada panther yang gugur.

Sehingga jumlah pasukan akhir dari panther tetap 5 unit dengan persentase kekuatan akhir pasukan adalah 100%.

Sedangkan dari tim *enemy*, ada 9 unit panther yang siap berperang. Pada saat berperang, tim *enemy* mampu mengalahkan 6 unit infanteri, dan 2 unit roket dari tim *army*. Pada akhirnya semua unit dari tim *enemy* gugur sehingga persentase kekuatan akhir pasukan adalah 0%.



Gambar 4.16 Grafik Hasil Percobaan Ketujuh Dari Skenario 2

Gambar 4.16 menunjukkan grafik tentang jumlah pasukan awal (PA), pasukan yang gugur (G), jumlah pasukan akhir (PR), dan persentase kekuatan akhir pasukan (P) dari tim *army* dan tim *enemy*.

Jumlah pasukan awal infanteri dari tim *army* adalah sebanyak 6 unit yang ditandai dengan warna biru pada grafik. Dalam berperang, semua infanteri gugur (grafik merah), sehingga jumlah pasukan akhir dari infanteri tidak ada yang tersisa (grafik hijau). Grafik berwarna ungu menunjukkan persentase kekuatan akhir dari pasukan infanteri yakni 0%, yang didapatkan dari jumlah pasukan akhir dibagi jumlah pasukan awal kemudian dikalikan dengan 100% kekuatan awal pasukan.

Dari pasukan roket, diketahui ada 6 unit pasukan awal seperti yang ada pada grafik warna biru. Hasil uji coba menyatakan 2 unit roket yang gugur (grafik

merah) sehingga jumlah pasukan akhir dari roket (grafik hijau) adalah 4 unit. Maka persentase kekuatan akhir dari roket adalah sebesar 66,67% (grafik ungu), lebih tinggi dari persentase kekuatan akhir pasukan infanteri.

Sementara itu pasukan awal dari panther untuk tim *army* adalah sebanyak 5 unit (grafik biru). Tidak ada yang panther dari tim *army* yang gugur saat berperang (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir panther tetap 5 unit (grafik hijau). Dengan demikian persentase kekuatan akhir dari panther adalah 100% seperti yang ada pada grafik warna ungu.

Untuk pasukan awal dari tim *enemy* terdiri dari 9 unit panther yang ditandai dengan grafik biru. Grafik merah menunjukkan bahwa semua unit panther dari tim *enemy* dinyatakan gugur sehingga tidak ada pasukan yang tersisa (grafik hijau). Maka persentase kekuatan akhir dari pasukan panther tim *enemy* adalah 0% (grafik ungu).

Dari uji coba ketujuh pada skenario kedua didapati hasil yang rendah dalam bermanuver yakni persentase kekuatan akhir dari pasukan tim *army* adalah infanteri 0%, roket 66,67%, dan panther 100%. Namun hasil uji coba ketujuh lebih tinggi dari hasil uji coba pertama.

4.2.3 Skenario Ketiga Dengan Posisi Pasukan Berbaris Ke Depan

Pada skenario ketiga (berbaris ke depan), posisi infanteri, roket dan panther berbaris lurus ke arah musuh dengan infanteri tetap yang terdepan dalam melakukan penyerangan diikuti roket dan panther. Gambar 4.17 merupakan tampilan manuver *NPC* dengan posisi berbaris ke depan.



Gambar 4.17 Screenshot Manuver Skenario 3 (Berbaris Ke Depan)

Untuk hasil uji coba pada skenario ketiga (posisi berbaris ke depan), akan dilampirkan dalam tabel dan grafik mulai dari percobaan pertama sampai percobaan ketujuh.

1. Percobaan Pertama

Tabel 4.16 Percobaan Pertama Skenario 3

NPC	PA	G	PR	P (%)
Infanteri (A)	6	5	1	16,67
Roket (A)	6	2	4	66,67
Panther (A)	5	0	5	100
Panther (E)	9	9	0	0

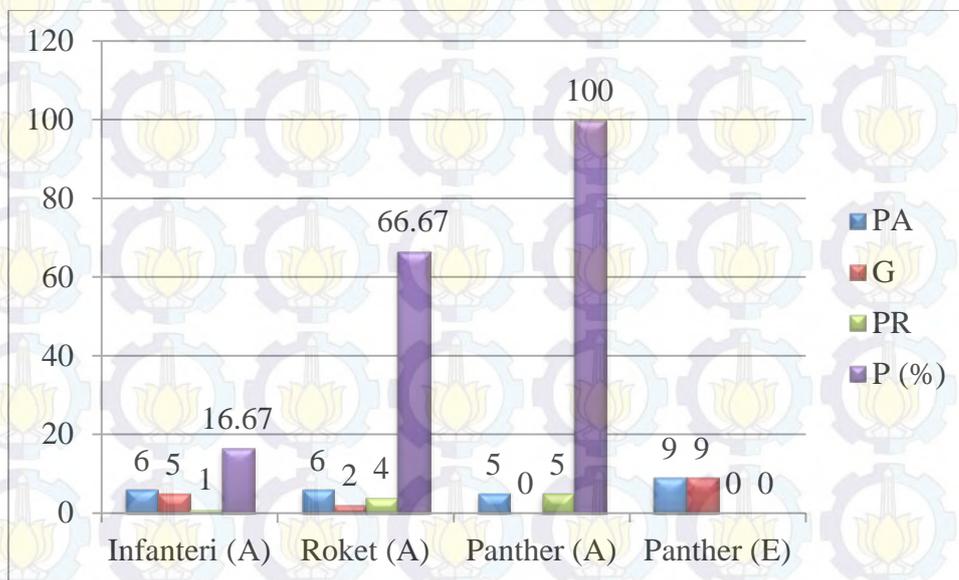
Tabel 4.16 melampirkan hasil percobaan pertama yang dilakukan pada skenario ketiga dengan waktu uji coba dilakukan selama 3 menit. Dimana pasukan awal (PA) dari infanteri adalah 6 unit yang akan berperang. Dalam proses berperang ternyata ada 5 unit infanteri yang gugur (G) sehingga jumlah pasukan

akhir (PR) dari infanteri tersisa 1 unit. Maka persentasi kekuatan akhir pasukan (P) infanteri adalah 16,67% dari 100% kekuatan awal pasukan.

Untuk roket, jumlah pasukan awal adalah sebanyak 6 unit. Setelah menyelesaikan proses berperang, dapat diketahui ada 2 unit roket yang gugur dan jumlah pasukan dari roket berkurang menjadi 4 unit. Sehingga dapat dilihat persentase kekuatan akhir dari roket adalah 66,67%.

Pasukan dari tim *army* yang ketiga yakni panther yang berjumlah 5 unit. Disini terlihat bahwa panther merupakan pasukan yang memiliki kekuatan paling besar sehingga dalam melakukan penyerangan terhadap musuh, tidak ada satu unit yang gugur. Maka jumlah pasukan akhir dari panther tetap 5 unit dengan persentase kekuatan akhir pasukan adalah 100%.

Sedangkan dari tim *enemy*, ada 9 unit panther yang siap berperang. Pada saat berperang, tim *enemy* mampu mengalahkan 5 unit infanteri dan 2 unit roket dari tim *army*. Namun pada akhirnya semua unit dari tim *enemy* gugur sehingga persentase kekuatan akhir pasukan adalah 0%.



Gambar 4.18 Grafik Hasil Percobaan Pertama Dari Skenario 3

Gambar 4.18 menunjukkan grafik tentang jumlah pasukan awal (PA), pasukan yang gugur (G), jumlah pasukan akhir (PR), dan persentase kekuatan akhir pasukan (P) dari tim *army* dan tim *enemy*.

Jumlah pasukan awal infanteri dari tim *army* adalah sebanyak 6 unit yang ditandai dengan warna biru pada grafik. Dalam berperang ternyata ada 5 unit infanteri yang gugur (grafik merah), maka jumlah pasukan akhir dari infanteri tersisa 1 unit (grafik hijau). Sehingga grafik berwarna ungu menunjukkan persentase kekuatan akhir dari pasukan infanteri sebesar 16,67%, yang didapatkan dari jumlah pasukan akhir dibagi jumlah pasukan awal kemudian dikalikan dengan 100% kekuatan awal pasukan.

Dari pasukan roket, diketahui ada 6 unit pasukan awal seperti yang ada pada grafik warna biru. Hasil uji coba menyatakan 2 unit roket yang gugur (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir dari roket (grafik hijau) adalah 4 unit. Maka persentase kekuatan akhir dari roket adalah sebesar 66,67% (grafik ungu), lebih tinggi dari persentase kekuatan akhir pasukan infanteri.

Sementara itu pasukan awal dari panther untuk tim *army* adalah sebanyak 5 unit (grafik biru). Panther dari tim *army* tidak ada yang gugur saat berperang (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir panther tetap 5 unit (grafik hijau). Dengan demikian persentase kekuatan akhir dari panther tetap 100% seperti yang ada pada grafik warna ungu. Hasil uji coba membuktikan bahwa panther dari tim *army* memiliki kekuatan yang besar sehingga sangat sulit untuk ditaklukan atau gugur dalam berperang.

Untuk pasukan awal dari tim *enemy* terdiri dari 9 unit panther yang ditandai dengan grafik biru. Grafik merah menunjukkan bahwa semua unit panther dari tim *enemy* dinyatakan gugur sehingga tidak ada pasukan yang tersisa (grafik hijau). Maka persentase kekuatan akhir dari pasukan panther tim *enemy* adalah 0% (grafik ungu).

Dari uji coba pertama pada skenario ketiga didapati hasil dalam bermanuver yakni persentase kekuatan akhir dari pasukan tim *army* adalah infanteri 16,67%, roket 66,67%, dan panther 100%.

2. Percobaan Kedua

Tabel 4.17 Percobaan Kedua Skenario 3

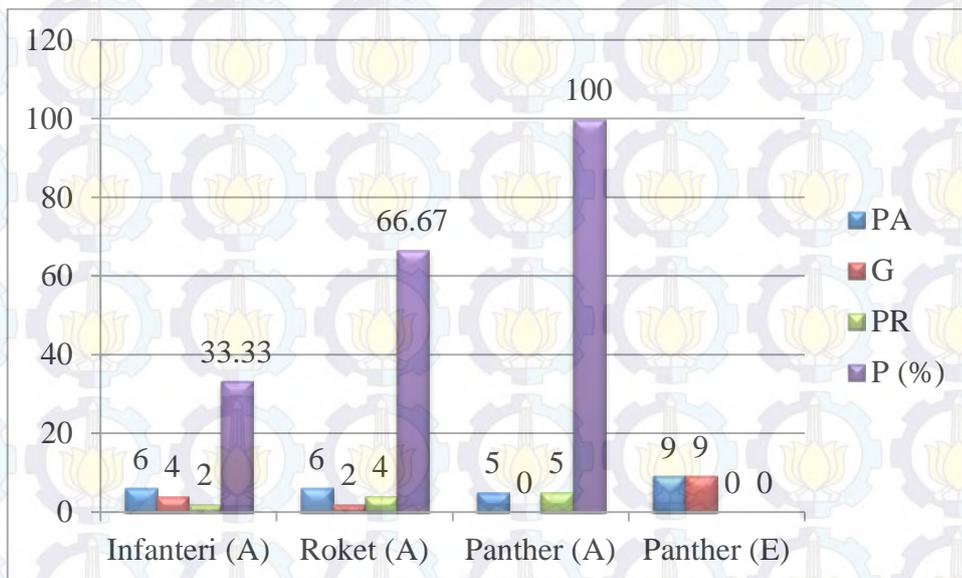
NPC	PA	G	PR	P (%)
Infanteri (A)	6	4	2	33,33
Roket (A)	6	2	4	66,67
Panther (A)	5	0	5	100
Panther (E)	9	9	0	0

Tabel 4.17 melampirkan hasil percobaan kedua yang dilakukan pada skenario ketiga dengan waktu uji coba dilakukan selama 3 menit. Dimana pasukan awal (PA) dari infanteri adalah 6 unit yang akan berperang. Dalam proses berperang ternyata ada 4 unit infanteri yang gugur (G) sehingga jumlah pasukan akhir (PR) dari infanteri tersisa 2 unit. Maka persentasi kekuatan akhir pasukan (P) infanteri adalah 33,33% dari 100% kekuatan awal pasukan.

Untuk roket, jumlah pasukan awal adalah sebanyak 6 unit. Setelah menyelesaikan proses berperang, dapat diketahui ada 2 unit roket yang gugur dan jumlah pasukan dari roket berkurang menjadi 4 unit. Sehingga dapat dilihat persentase kekuatan akhir dari roket adalah 66,67%.

Pasukan dari tim *army* yang ketiga yakni panther yang berjumlah 5 unit. Disini terlihat bahwa panther merupakan pasukan yang memiliki kekuatan paling besar sehingga dalam melakukan penyerangan terhadap musuh, tidak ada satu unit yang gugur. Maka jumlah pasukan akhir dari panther tetap 5 unit dengan persentase kekuatan akhir pasukan adalah 100%.

Sedangkan dari tim *enemy*, ada 9 unit panther yang siap berperang. Pada saat berperang, tim *enemy* mampu mengalahkan 4 unit infanteri dan 2 unit roket dari tim *army*. Namun pada akhirnya semua unit dari tim *enemy* gugur sehingga persentase kekuatan akhir pasukan adalah 0%.



Gambar 4.19 Grafik Hasil Percobaan Kedua Dari Skenario 3

Gambar 4.19 menunjukkan grafik tentang jumlah pasukan awal (PA), pasukan yang gugur (G), jumlah pasukan akhir (PR), dan persentase kekuatan akhir pasukan (P) dari tim *army* dan tim *enemy*.

Jumlah pasukan awal infanteri dari tim *army* adalah sebanyak 6 unit yang ditandai dengan warna biru pada grafik. Dalam berperang ada 4 unit infanteri yang gugur (grafik merah), maka jumlah pasukan akhir dari infanteri tersisa 2 unit (grafik hijau). Sehingga grafik berwarna ungu menunjukkan persentase kekuatan akhir dari pasukan infanteri sebesar 33,33%, yang didapatkan dari jumlah pasukan akhir dibagi jumlah pasukan awal kemudian dikalikan dengan 100% kekuatan awal pasukan.

Dari pasukan roket, diketahui ada 6 unit pasukan awal seperti yang ada pada grafik warna biru. Hasil uji coba menyatakan 2 unit roket yang gugur (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir dari roket (grafik hijau) adalah 4 unit. Maka persentase kekuatan akhir dari roket adalah sebesar 66,67% (grafik ungu), lebih tinggi dari persentase kekuatan akhir pasukan infanteri.

Sementara itu pasukan awal dari panther untuk tim *army* adalah sebanyak 5 unit (grafik biru). Panther dari tim *army* tidak ada yang gugur saat berperang (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir panther tetap 5 unit (grafik hijau).

Dengan demikian persentase kekuatan akhir dari panther tetap 100% seperti yang ada pada grafik warna ungu. Hasil uji coba membuktikan bahwa panther dari tim *army* memiliki kekuatan yang besar sehingga sangat sulit untuk ditaklukan atau gugur dalam berperang.

Untuk pasukan awal dari tim *enemy* terdiri dari 9 unit panther yang ditandai dengan grafik biru. Grafik merah menunjukkan bahwa semua unit panther dari tim *enemy* dinyatakan gugur sehingga tidak ada pasukan yang tersisa (grafik hijau). Maka persentase kekuatan akhir dari pasukan panther tim *enemy* adalah 0% (grafik ungu).

Dari uji coba kedua pada skenario ketiga didapati hasil dalam bermanuver yakni persentase kekuatan akhir dari pasukan tim *army* adalah infanteri 33,33%, roket 66,67%, dan panther 100%. Maka, hasil uji coba kedua lebih tinggi dari hasil uji coba pertama.

3. Percobaan Ketiga

Tabel 4.18 Percobaan Ketiga Skenario 3

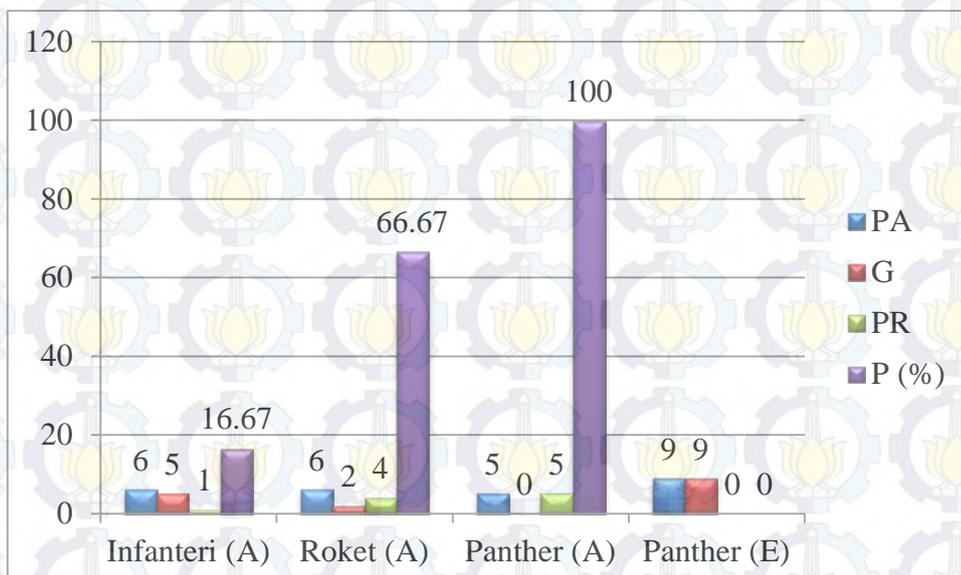
NPC	PA	G	PR	P (%)
Infanteri (A)	6	5	1	16,67
Roket (A)	6	2	4	66,67
Panther (A)	5	0	5	100
Panther (E)	9	9	0	0

Tabel 4.18 melampirkan hasil percobaan ketiga yang dilakukan pada skenario ketiga dengan waktu uji coba dilakukan selama 3 menit. Dimana pasukan awal (PA) dari infanteri adalah 6 unit yang akan berperang. Dalam proses berperang ternyata ada 5 unit infanteri yang gugur (G) sehingga jumlah pasukan akhir (PR) dari infanteri tersisa 1 unit. Maka persentasi kekuatan akhir pasukan (P) infanteri adalah 16,67% dari 100% kekuatan awal pasukan.

Untuk roket, jumlah pasukan awal adalah sebanyak 6 unit. Setelah menyelesaikan proses berperang, dapat diketahui ada 2 unit roket yang gugur dan jumlah pasukan dari roket berkurang menjadi 4 unit. Sehingga dapat dilihat persentase kekuatan akhir dari roket adalah 66,67%.

Pasukan dari tim *army* yang ketiga yakni panther yang berjumlah 5 unit. Disini terlihat bahwa panther merupakan pasukan yang memiliki kekuatan paling besar sehingga dalam melakukan penyerangan terhadap musuh, tidak ada satu unit yang gugur. Maka jumlah pasukan akhir dari panther tetap 5 unit dengan persentase kekuatan akhir pasukan adalah 100%.

Sedangkan dari tim *enemy*, ada 9 unit panther yang siap berperang. Pada saat berperang, tim *enemy* mampu mengalahkan 5 unit infanteri dan 2 unit roket dari tim *army*. Namun pada akhirnya semua unit dari tim *enemy* gugur sehingga persentase kekuatan akhir pasukan adalah 0%.



Gambar 4.20 Grafik Hasil Percobaan Ketiga Dari Skenario 3

Gambar 4.20 menunjukkan grafik tentang jumlah pasukan awal (PA), pasukan yang gugur (G), jumlah pasukan akhir (PR), dan persentase kekuatan akhir pasukan (P) dari tim *army* dan tim *enemy*.

Jumlah pasukan awal infanteri dari tim *army* adalah sebanyak 6 unit yang ditandai dengan warna biru pada grafik. Dalam berperang ada 5 unit infanteri yang gugur (grafik merah), maka jumlah pasukan akhir dari infanteri tersisa 1 unit (grafik hijau). Sehingga grafik berwarna ungu menunjukkan persentase kekuatan akhir dari pasukan infanteri sebesar 16,67%, yang didapatkan dari jumlah pasukan

akhir dibagi jumlah pasukan awal kemudian dikalikan dengan 100% kekuatan awal pasukan.

Dari pasukan roket, diketahui ada 6 unit pasukan awal seperti yang ada pada grafik warna biru. Hasil uji coba menyatakan 2 unit roket yang gugur (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir dari roket (grafik hijau) adalah 4 unit. Maka persentase kekuatan akhir dari roket adalah sebesar 66,67% (grafik ungu), lebih tinggi dari persentase kekuatan akhir pasukan infanteri.

Sementara itu pasukan awal dari panther untuk tim *army* adalah sebanyak 5 unit (grafik biru). Panther dari tim *army* tidak ada yang gugur saat berperang (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir panther tetap 5 unit (grafik hijau). Dengan demikian persentase kekuatan akhir dari panther tetap 100% seperti yang ada pada grafik warna ungu. Hasil uji coba membuktikan bahwa panther dari tim *army* memiliki kekuatan yang besar sehingga sangat sulit untuk ditaklukan atau gugur dalam berperang.

Untuk pasukan awal dari tim *enemy* terdiri dari 9 unit panther yang ditandai dengan grafik biru. Grafik merah menunjukkan bahwa semua unit panther dari tim *enemy* dinyatakan gugur sehingga tidak ada pasukan yang tersisa (grafik hijau). Maka persentase kekuatan akhir dari pasukan panther tim *enemy* adalah 0% (grafik ungu).

Dari uji coba ketiga pada skenario ketiga didapati hasil yang sama dengan uji coba pertama dalam bermanuver yakni persentase kekuatan akhir dari pasukan tim *army* adalah infanteri 16,67%, roket 66,67%, dan panther 100%. Maka, hasil uji coba ketiga masih lebih rendah dari hasil uji coba kedua.

4. Percobaan Keempat

Tabel 4.19 Percobaan Keempat Skenario 3

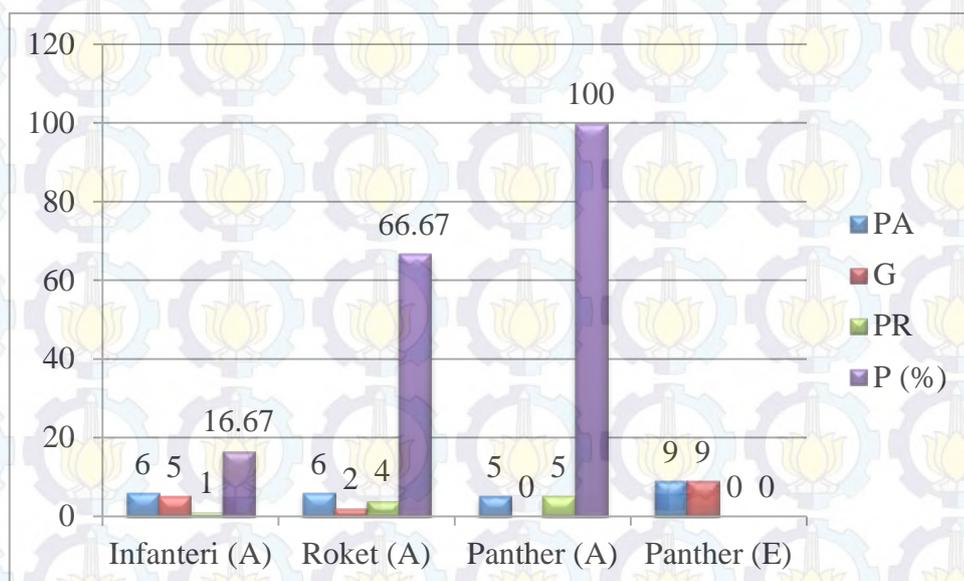
NPC	PA	G	PR	P (%)
Infanteri (A)	6	5	1	16,67
Roket (A)	6	2	4	66,67
Panther (A)	5	0	5	100
Panther (E)	9	9	0	0

Tabel 4.19 melampirkan hasil percobaan keempat yang dilakukan pada skenario ketiga dengan waktu uji coba dilakukan selama 3 menit. Dimana pasukan awal (PA) dari infanteri adalah 6 unit yang akan berperang. Dalam proses berperang ternyata ada 5 unit infanteri yang gugur (G) sehingga jumlah pasukan akhir (PR) dari infanteri tersisa 1 unit. Maka persentasi kekuatan akhir pasukan (P) infanteri adalah 16,67% dari 100% kekuatan awal pasukan.

Untuk roket, jumlah pasukan awal adalah sebanyak 6 unit. Setelah menyelesaikan proses berperang, dapat diketahui ada 2 unit roket yang gugur dan jumlah pasukan dari roket berkurang menjadi 4 unit. Sehingga dapat dilihat persentase kekuatan akhir dari roket adalah 66,67%.

Pasukan dari tim *army* yang ketiga yakni panther yang berjumlah 5 unit. Disini terlihat bahwa panther merupakan pasukan yang memiliki kekuatan paling besar sehingga dalam melakukan penyerangan terhadap musuh, tidak ada satu unit yang gugur. Maka jumlah pasukan akhir dari panther tetap 5 unit dengan persentase kekuatan akhir pasukan adalah 100%.

Sedangkan dari tim *enemy*, ada 9 unit panther yang siap berperang. Pada saat berperang, tim *enemy* mampu mengalahkan 5 unit infanteri dan 2 unit roket dari tim *army*. Namun pada akhirnya semua unit dari tim *enemy* gugur sehingga persentase kekuatan akhir pasukan adalah 0%.



Gambar 4.21 Grafik Hasil Percobaan Keempat Dari Skenario 3

Gambar 4.21 menunjukkan grafik tentang jumlah pasukan awal (PA), pasukan yang gugur (G), jumlah pasukan akhir (PR), dan persentase kekuatan akhir pasukan (P) dari tim *army* dan tim *enemy*.

Jumlah pasukan awal infanteri dari tim *army* adalah sebanyak 6 unit yang ditandai dengan warna biru pada grafik. Dalam berperang ada 5 unit infanteri yang gugur (grafik merah), maka jumlah pasukan akhir dari infanteri tersisa 1 unit (grafik hijau). Sehingga grafik berwarna ungu menunjukkan persentase kekuatan akhir dari pasukan infanteri sebesar 16,67%, yang didapatkan dari jumlah pasukan akhir dibagi jumlah pasukan awal kemudian dikalikan dengan 100% kekuatan awal pasukan.

Dari pasukan roket, diketahui ada 6 unit pasukan awal seperti yang ada pada grafik warna biru. Hasil uji coba menyatakan 2 unit roket yang gugur (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir dari roket (grafik hijau) adalah 4 unit. Maka persentase kekuatan akhir dari roket adalah sebesar 66,67% (grafik ungu), lebih tinggi dari persentase kekuatan akhir pasukan infanteri.

Sementara itu pasukan awal dari panther untuk tim *army* adalah sebanyak 5 unit (grafik biru). Panther dari tim *army* tidak ada yang gugur saat berperang (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir panther tetap 5 unit (grafik hijau). Dengan demikian persentase kekuatan akhir dari panther tetap 100% seperti yang ada pada grafik warna ungu. Hasil uji coba membuktikan bahwa panther dari tim *army* memiliki kekuatan yang besar sehingga sangat sulit untuk ditaklukan atau gugur dalam berperang.

Untuk pasukan awal dari tim *enemy* terdiri dari 9 unit panther yang ditandai dengan grafik biru. Grafik merah menunjukkan bahwa semua unit panther dari tim *enemy* dinyatakan gugur sehingga tidak ada pasukan yang tersisa (grafik hijau). Maka persentase kekuatan akhir dari pasukan panther tim *enemy* adalah 0% (grafik ungu).

Dari uji coba keempat pada skenario ketiga didapati hasil yang sama dengan uji coba ketiga dalam bermanuver yakni persentase kekuatan akhir dari pasukan tim *army* adalah infanteri 16,67%, roket 66,67%, dan panther 100%. Maka, hasil uji coba keempat masih lebih rendah dari hasil uji coba kedua.

5. Percobaan Kelima

Tabel 4.20 Percobaan Kelima Skenario 3

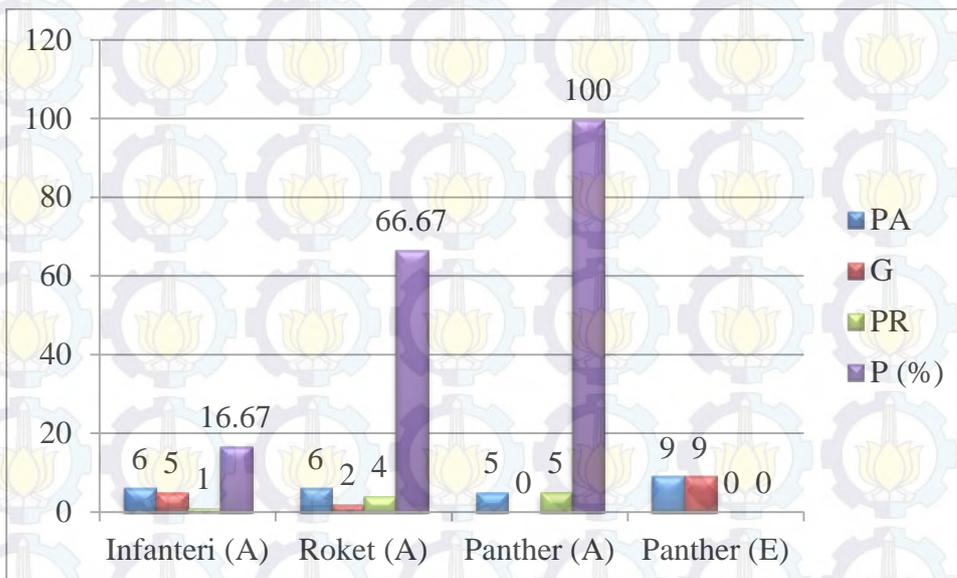
NPC	PA	G	PR	P (%)
Infanteri (A)	6	5	1	16,67
Roket (A)	6	2	4	66,67
Panther (A)	5	0	5	100
Panther (E)	9	9	0	0

Tabel 4.20 melampirkan hasil percobaan kelima yang dilakukan pada skenario ketiga dengan waktu uji coba dilakukan selama 3 menit. Dimana pasukan awal (PA) dari infanteri adalah 6 unit yang akan berperang. Dalam proses berperang ternyata ada 5 unit infanteri yang gugur (G) sehingga jumlah pasukan akhir (PR) dari infanteri tersisa 1 unit. Maka persentasi kekuatan akhir pasukan (P) infanteri adalah 16,67% dari 100% kekuatan awal pasukan.

Untuk roket, jumlah pasukan awal adalah sebanyak 6 unit. Setelah menyelesaikan proses berperang, dapat diketahui ada 2 unit roket yang gugur dan jumlah pasukan dari roket berkurang menjadi 4 unit. Sehingga dapat dilihat persentase kekuatan akhir dari roket adalah 66,67%.

Pasukan dari tim *army* yang ketiga yakni panther yang berjumlah 5 unit. Disini terlihat bahwa panther merupakan pasukan yang memiliki kekuatan paling besar sehingga dalam melakukan penyerangan terhadap musuh, tidak ada satu unit yang gugur. Maka jumlah pasukan akhir dari panther tetap 5 unit dengan persentase kekuatan akhir pasukan adalah 100%.

Sedangkan dari tim *enemy*, ada 9 unit panther yang siap berperang. Pada saat berperang, tim *enemy* mampu mengalahkan 5 unit infanteri dan 2 unit roket dari tim *army*. Namun pada akhirnya semua unit dari tim *enemy* gugur sehingga persentase kekuatan akhir pasukan adalah 0%.



Gambar 4.22 Grafik Hasil Percobaan Kelima Dari Skenario 3

Gambar 4.22 menunjukkan grafik tentang jumlah pasukan awal (PA), pasukan yang gugur (G), jumlah pasukan akhir (PR), dan persentase kekuatan akhir pasukan (P) dari tim *army* dan tim *enemy*.

Jumlah pasukan awal infanteri dari tim *army* adalah sebanyak 6 unit yang ditandai dengan warna biru pada grafik. Dalam berperang ada 5 unit infanteri yang gugur (grafik merah), maka jumlah pasukan akhir dari infanteri tersisa 1 unit (grafik hijau). Sehingga grafik berwarna ungu menunjukkan persentase kekuatan akhir dari pasukan infanteri sebesar 16,67%, yang didapatkan dari jumlah pasukan akhir dibagi jumlah pasukan awal kemudian dikalikan dengan 100% kekuatan awal pasukan.

Dari pasukan roket, diketahui ada 6 unit pasukan awal seperti yang ada pada grafik warna biru. Hasil uji coba menyatakan 2 unit roket yang gugur (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir dari roket (grafik hijau) adalah 4 unit. Maka persentase kekuatan akhir dari roket adalah sebesar 66,67% (grafik ungu), lebih tinggi dari persentase kekuatan akhir pasukan infanteri.

Sementara itu pasukan awal dari panther untuk tim *army* adalah sebanyak 5 unit (grafik biru). Panther dari tim *army* tidak ada yang gugur saat berperang (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir panther tetap 5 unit (grafik hijau).

Dengan demikian persentase kekuatan akhir dari panther tetap 100% seperti yang ada pada grafik warna ungu. Hasil uji coba membuktikan bahwa panther dari tim *army* memiliki kekuatan yang besar sehingga sangat sulit untuk ditaklukan atau gugur dalam berperang.

Untuk pasukan awal dari tim *enemy* terdiri dari 9 unit panther yang ditandai dengan grafik biru. Grafik merah menunjukkan bahwa semua unit panther dari tim *enemy* dinyatakan gugur sehingga tidak ada pasukan yang tersisa (grafik hijau). Maka persentase kekuatan akhir dari pasukan panther tim *enemy* adalah 0% (grafik ungu).

Dari uji coba kelima pada skenario ketiga didapati hasil yang sama dengan uji coba keempat dalam bermanuver yakni persentase kekuatan akhir dari pasukan tim *army* adalah infanteri 16,67%, roket 66,67%, dan panther 100%. Namun, hasil uji coba kelima masih lebih rendah dari hasil uji coba kedua.

6. Percobaan Keenam

Tabel 4.21 Percobaan Keenam Skenario 3

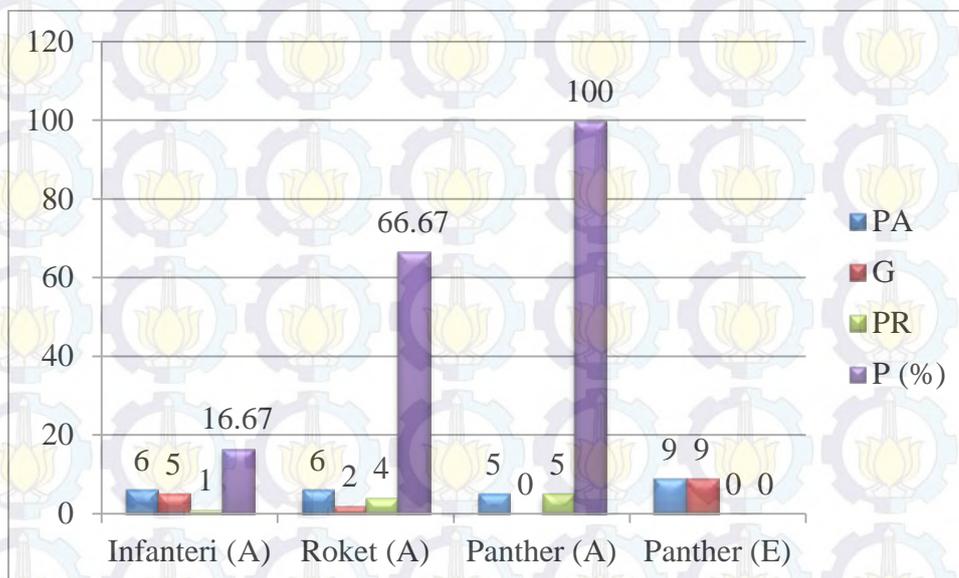
NPC	PA	G	PR	P (%)
Infanteri (A)	6	5	1	16,67
Roket (A)	6	2	4	66,67
Panther (A)	5	0	5	100
Panther (E)	9	9	0	0

Tabel 4.21 melampirkan hasil percobaan keenam yang dilakukan pada skenario ketiga dengan waktu uji coba dilakukan selama 3 menit. Dimana pasukan awal (PA) dari infanteri adalah 6 unit yang akan berperang. Dalam proses berperang ternyata ada 5 unit infanteri yang gugur (G) sehingga jumlah pasukan akhir (PR) dari infanteri tersisa 1 unit. Maka persentasi kekuatan akhir pasukan (P) infanteri adalah 16,67% dari 100% kekuatan awal pasukan.

Untuk roket, jumlah pasukan awal adalah sebanyak 6 unit. Setelah menyelesaikan proses berperang, dapat diketahui ada 2 unit roket yang gugur dan jumlah pasukan dari roket berkurang menjadi 4 unit. Sehingga dapat dilihat persentase kekuatan akhir dari roket adalah 66,67%.

Pasukan dari tim *army* yang ketiga yakni panther yang berjumlah 5 unit. Disini terlihat bahwa panther merupakan pasukan yang memiliki kekuatan paling besar sehingga dalam melakukan penyerangan terhadap musuh, tidak ada satu unit yang gugur. Maka jumlah pasukan akhir dari panther tetap 5 unit dengan persentase kekuatan akhir pasukan adalah 100%.

Sedangkan dari tim *enemy*, ada 9 unit panther yang siap berperang. Pada saat berperang, tim *enemy* mampu mengalahkan 5 unit infanteri dan 2 unit roket dari tim *army*. Namun pada akhirnya semua unit dari tim *enemy* gugur sehingga persentase kekuatan akhir pasukan adalah 0%.



Gambar 4.23 Grafik Hasil Percobaan Keenam Dari Skenario 3

Gambar 4.23 menunjukkan grafik tentang jumlah pasukan awal (PA), pasukan yang gugur (G), jumlah pasukan akhir (PR), dan persentase kekuatan akhir pasukan (P) dari tim *army* dan tim *enemy*.

Jumlah pasukan awal infanteri dari tim *army* adalah sebanyak 6 unit yang ditandai dengan warna biru pada grafik. Dalam berperang ada 5 unit infanteri yang gugur (grafik merah), maka jumlah pasukan akhir dari infanteri tersisa 1 unit (grafik hijau). Sehingga grafik berwarna ungu menunjukkan persentase kekuatan akhir dari pasukan infanteri sebesar 16,67%, yang didapatkan dari jumlah pasukan

akhir dibagi jumlah pasukan awal kemudian dikalikan dengan 100% kekuatan awal pasukan.

Dari pasukan roket, diketahui ada 6 unit pasukan awal seperti yang ada pada grafik warna biru. Hasil uji coba menyatakan 2 unit roket yang gugur (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir dari roket (grafik hijau) adalah 4 unit. Maka persentase kekuatan akhir dari roket adalah sebesar 66,67% (grafik ungu), lebih tinggi dari persentase kekuatan akhir pasukan infanteri.

Sementara itu pasukan awal dari panther untuk tim *army* adalah sebanyak 5 unit (grafik biru). Panther dari tim *army* tidak ada yang gugur saat berperang (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir panther tetap 5 unit (grafik hijau). Dengan demikian persentase kekuatan akhir dari panther tetap 100% seperti yang ada pada grafik warna ungu. Hasil uji coba membuktikan bahwa panther dari tim *army* memiliki kekuatan yang besar sehingga sangat sulit untuk ditaklukan atau gugur dalam berperang.

Untuk pasukan awal dari tim *enemy* terdiri dari 9 unit panther yang ditandai dengan grafik biru. Grafik merah menunjukkan bahwa semua unit panther dari tim *enemy* dinyatakan gugur sehingga tidak ada pasukan yang tersisa (grafik hijau). Maka persentase kekuatan akhir dari pasukan panther tim *enemy* adalah 0% (grafik ungu).

Dari uji coba keenam pada skenario ketiga didapati hasil yang sama dengan uji coba kelima dalam bermanuver yakni persentase kekuatan akhir dari pasukan tim *army* adalah infanteri 16,67%, roket 66,67%, dan panther 100%. Namun, hasil uji coba keenam masih lebih rendah dari hasil uji coba kedua.

7. Percobaan Ketujuh

Tabel 4.22 Percobaan Ketujuh Skenario 3

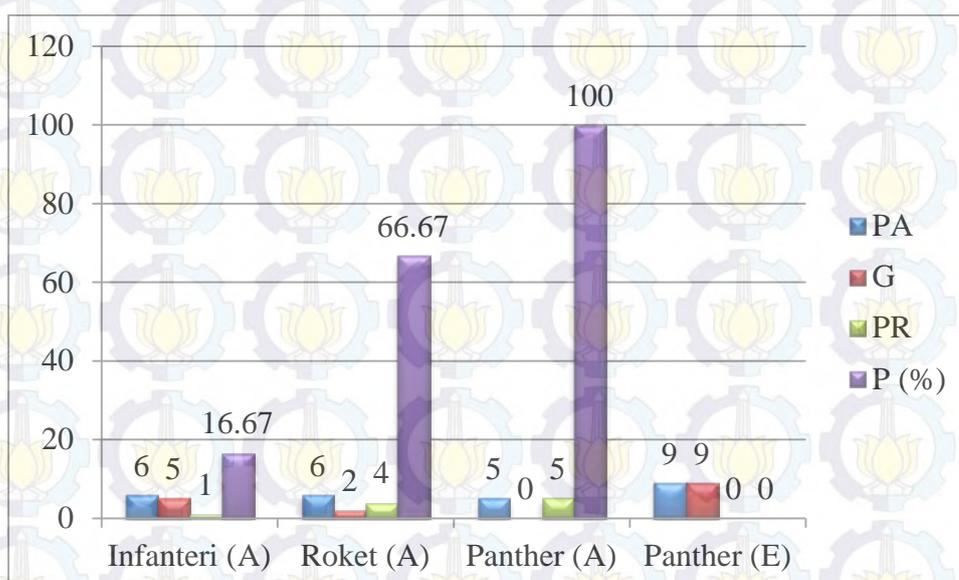
NPC	PA	G	PR	P (%)
Infanteri (A)	6	5	1	16,67
Roket (A)	6	2	4	66,67
Panther (A)	5	0	5	100
Panther (E)	9	9	0	0

Tabel 4.22 melampirkan hasil percobaan ketujuh yang dilakukan pada skenario ketiga dengan waktu uji coba dilakukan selama 3 menit. Dimana pasukan awal (PA) dari infanteri adalah 6 unit yang akan berperang. Dalam proses berperang ternyata ada 5 unit infanteri yang gugur (G) sehingga jumlah pasukan akhir (PR) dari infanteri tersisa 1 unit. Maka persentasi kekuatan akhir pasukan (P) infanteri adalah 16,67% dari 100% kekuatan awal pasukan.

Untuk roket, jumlah pasukan awal adalah sebanyak 6 unit. Setelah menyelesaikan proses berperang, dapat diketahui ada 2 unit roket yang gugur dan jumlah pasukan dari roket berkurang menjadi 4 unit. Sehingga dapat dilihat persentase kekuatan akhir dari roket adalah 66,67%.

Pasukan dari tim *army* yang ketiga yakni panther yang berjumlah 5 unit. Disini terlihat bahwa panther merupakan pasukan yang memiliki kekuatan paling besar sehingga dalam melakukan penyerangan terhadap musuh, tidak ada satu unit yang gugur. Maka jumlah pasukan akhir dari panther tetap 5 unit dengan persentase kekuatan akhir pasukan adalah 100%.

Sedangkan dari tim *enemy*, ada 9 unit panther yang siap berperang. Pada saat berperang, tim *enemy* mampu mengalahkan 5 unit infanteri dan 2 unit roket dari tim *army*. Namun pada akhirnya semua unit dari tim *enemy* gugur sehingga persentase kekuatan akhir pasukan adalah 0%.



Gambar 4.24 Grafik Hasil Percobaan Ketujuh Dari Skenario 3

Gambar 4.23 menunjukkan grafik tentang jumlah pasukan awal (PA), pasukan yang gugur (G), jumlah pasukan akhir (PR), dan persentase kekuatan akhir pasukan (P) dari tim *army* dan tim *enemy*.

Jumlah pasukan awal infanteri dari tim *army* adalah sebanyak 6 unit yang ditandai dengan warna biru pada grafik. Dalam berperang ada 5 unit infanteri yang gugur (grafik merah), maka jumlah pasukan akhir dari infanteri tersisa 1 unit (grafik hijau). Sehingga grafik berwarna ungu menunjukkan persentase kekuatan akhir dari pasukan infanteri sebesar 16,67%, yang didapatkan dari jumlah pasukan akhir dibagi jumlah pasukan awal kemudian dikalikan dengan 100% kekuatan awal pasukan.

Dari pasukan roket, diketahui ada 6 unit pasukan awal seperti yang ada pada grafik warna biru. Hasil uji coba menyatakan 2 unit roket yang gugur (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir dari roket (grafik hijau) adalah 4 unit. Maka persentase kekuatan akhir dari roket adalah sebesar 66,67% (grafik ungu), lebih tinggi dari persentase kekuatan akhir pasukan infanteri.

Sementara itu pasukan awal dari panther untuk tim *army* adalah sebanyak 5 unit (grafik biru). Panther dari tim *army* tidak ada yang gugur saat berperang (grafik merah) sehingga jumlah pasukan akhir panther tetap 5 unit (grafik hijau). Dengan demikian persentase kekuatan akhir dari panther tetap 100% seperti yang ada pada grafik warna ungu. Hasil uji coba membuktikan bahwa panther dari tim *army* memiliki kekuatan yang besar sehingga sangat sulit untuk ditaklukan atau gugur dalam berperang.

Untuk pasukan awal dari tim *enemy* terdiri dari 9 unit panther yang ditandai dengan grafik biru. Grafik merah menunjukkan bahwa semua unit panther dari tim *enemy* dinyatakan gugur sehingga tidak ada pasukan yang tersisa (grafik hijau). Maka persentase kekuatan akhir dari pasukan panther tim *enemy* adalah 0% (grafik ungu).

Dari uji coba ketujuh pada skenario ketiga didapati hasil yang sama dengan uji coba keenam dalam bermanuver yakni persentase kekuatan akhir dari pasukan tim *army* adalah infanteri 16,67%, roket 66,67%, dan panther 100%. Namun, hasil uji coba ketujuh masih lebih rendah dari hasil uji coba kedua.

4.3 Hasil Tertinggi

Setelah dilakukan uji coba sebanyak 21 kali pada ketiga skenario maka didapatkan hasil tertinggi dalam bermanuver yakni pada uji coba pertama yang dilakukan pada skenario pertama (posisi sejajar).

Tabel 4.23 Hasil Tertinggi Pada Penelitian Ini

NPC	PA	G	PR	P (%)
Infanteri (A)	6	2	4	66,67
Roket (A)	6	1	5	83,33
Panther (A)	5	0	5	100
Panther (E)	9	9	0	0

Tabel 4.23 menunjukkan hasil tertinggi yang didapatkan pada penelitian kali ini dimana persentase kekuatan pasukan tim *army* pada posisi sejajar ini lebih tinggi dibandingkan dengan skenario yang lain yakni infanteri (66,67%), roket (83,33%) dan panther (100%). Hasil ini menunjukkan bahwa dalam bermanuver dengan posisi pasukan sejajar lebih efektif. Serangan dari *enemy* tidak berfokus pada infanteri saja tetapi juga kepada roket dan panther dikarenakan posisi berdiri dan jarak tembak antara musuh dengan infanteri sama dengan roket dan panther.

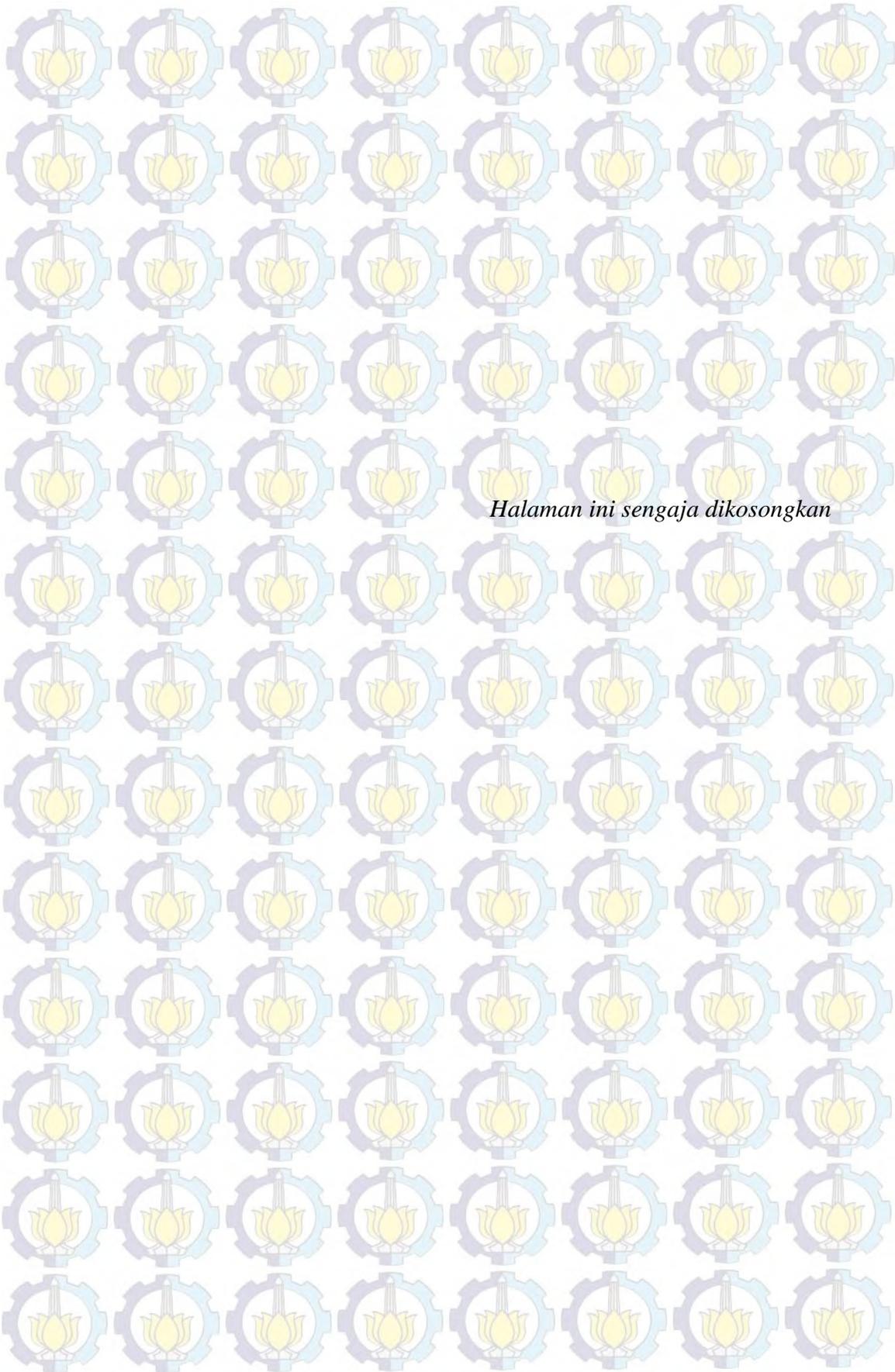
4.4 Hasil Terendah

Dari hasil uji coba sebanyak 21 kali pada ketiga skenario maka diketahui juga hasil terendah dalam bermanuver yakni pada uji coba pertama yang dilakukan pada skenario kedua (posisi segitiga).

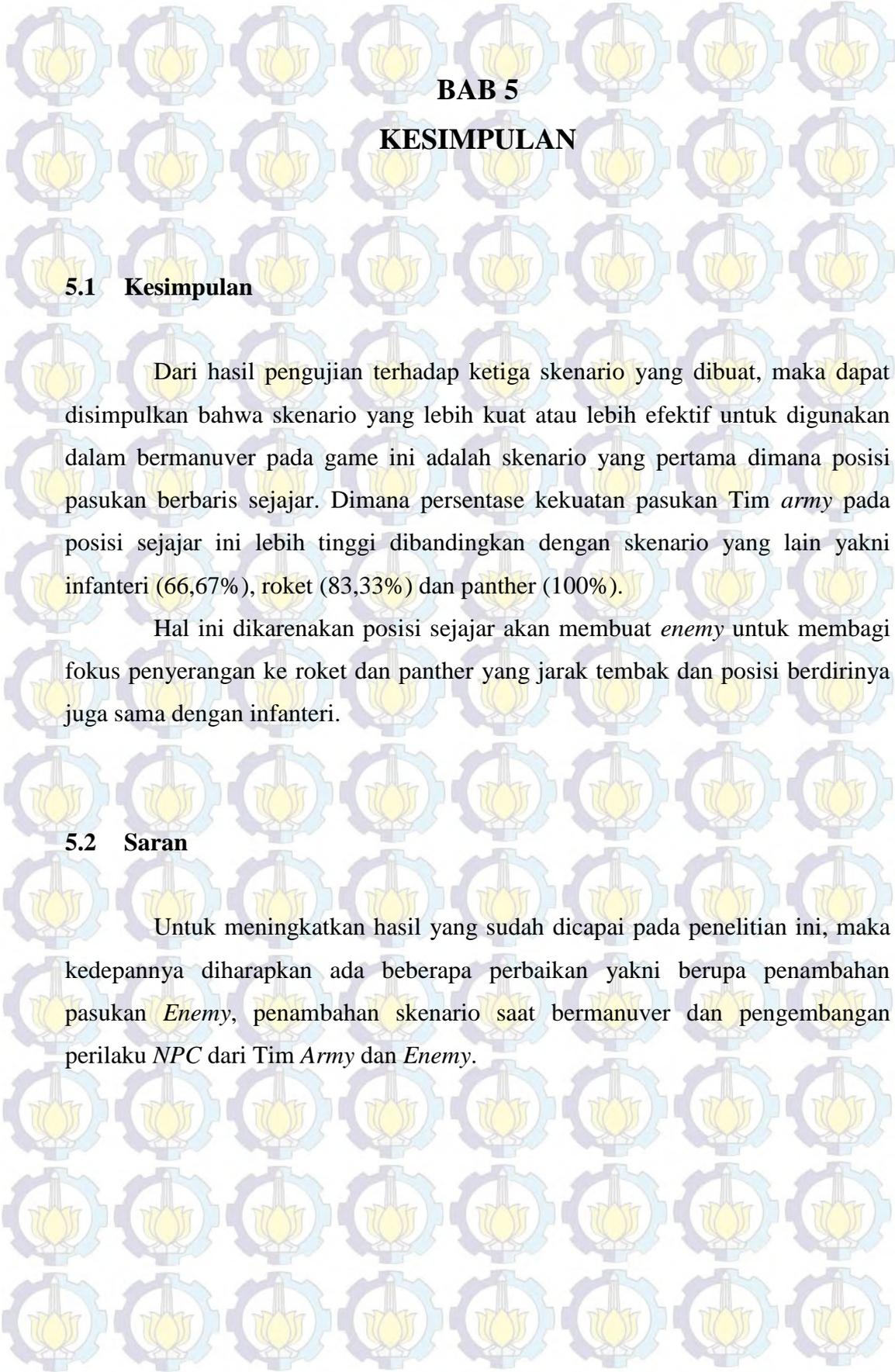
Tabel 4.24 Hasil Terendah Pada Penelitian Ini

NPC	PA	G	PR	P (%)
Infanteri (A)	6	6	0	0
Roket (A)	6	2	4	66,67
Panther (A)	5	1	4	80
Panther (E)	9	9	0	0

Tabel 4.24 menunjukkan hasil terendah yang didapatkan pada penelitian kali ini dimana persentase kekuatan pasukan tim *army* pada posisi segitiga ini lebih rendah dibandingkan dengan skenario yang lain yakni infanteri (0%), roket (66,67%) dan panther (80%). Hasil ini menunjukkan bahwa dalam bermanuver dengan posisi pasukan segitiga tidak efektif. Serangan dari *enemy* akan berfokus pada infanteri saja dikarenakan posisi berdiri dan jarak tembak antara musuh dengan infanteri lebih dekat dibandingkan dengan roket dan panther.



Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB 5

KESIMPULAN

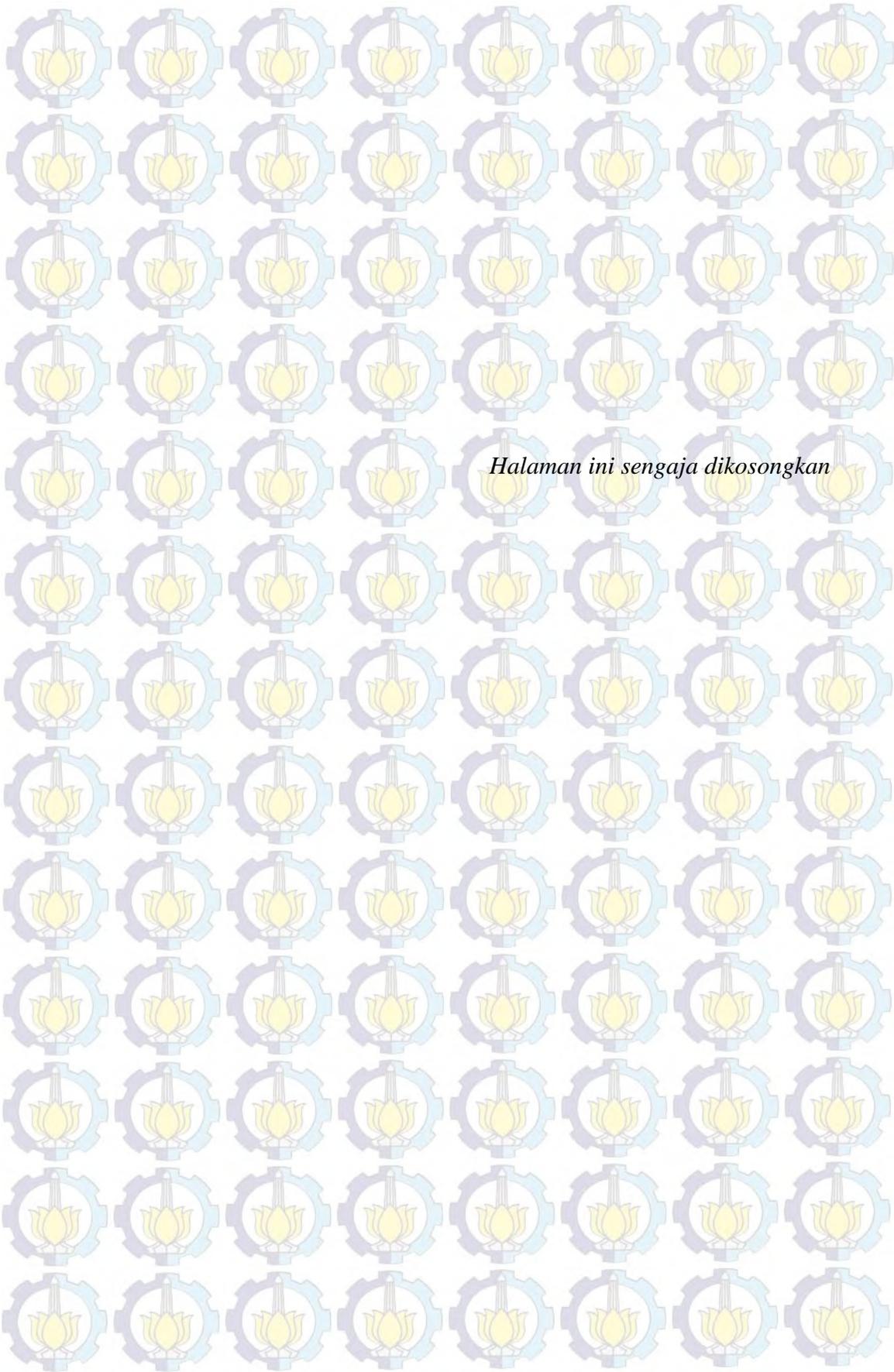
5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian terhadap ketiga skenario yang dibuat, maka dapat disimpulkan bahwa skenario yang lebih kuat atau lebih efektif untuk digunakan dalam bermanuver pada game ini adalah skenario yang pertama dimana posisi pasukan berbaris sejajar. Dimana persentase kekuatan pasukan Tim *army* pada posisi sejajar ini lebih tinggi dibandingkan dengan skenario yang lain yakni infanteri (66,67%), roket (83,33%) dan panther (100%).

Hal ini dikarenakan posisi sejajar akan membuat *enemy* untuk membagi fokus penyerangan ke roket dan panther yang jarak tembak dan posisi berdirinya juga sama dengan infanteri.

5.2 Saran

Untuk meningkatkan hasil yang sudah dicapai pada penelitian ini, maka kedepannya diharapkan ada beberapa perbaikan yakni berupa penambahan pasukan *Enemy*, penambahan skenario saat bermanuver dan pengembangan perilaku *NPC* dari Tim *Army* dan *Enemy*.



Halaman ini sengaja dikosongkan