

BAB 4

IMPLEMENTASI

4.1 Implementasi Algoritma

Untuk menentukan gerakan robot selanjutnya, mula-mula kita harus mengetahui posisi setiap robot yang ada di lapangan. Data ini dimasukkan dalam bentuk array. Namun input posisi robot yang diterima belum tentu teratur. Karena itu pengecekan posisi robot perlu dilakukan. Meskipun begitu, ada beberapa aturan input yang diberikan. Pertama, urutan data dalam *array* adalah:

- sel 0-7 adalah informasi posisi robot tim sendiri dalam bentuk koordinat (x,y).
- sel 8-15 adalah informasi posisi robot tim musuh dalam bentuk koordinat (x,y).
- sel 16-17 adalah informasi posisi bola dalam bentuk koordinat (x,y).
- sel 18-21 adalah informasi arah robot dalam derajat.

Algoritma yang digunakan mengasumsikan robot pemain terdiri dari 3 robot pemain dan 1 robot penjaga gawang. Robot musuh juga terdiri dari 4 robot. Data koordinat dimasukkan teratur tiap 2 sel sebagai koordinat (x,y). sel pertama adalah koordinat x, dan sel berikutnya adalah koordinat y. 2 sel pertama adalah koordinat robot 1, 2 sel berikutnya adalah koordinat robot 2, dan seterusnya sampai robot terakhir di tim.

Posisi robot musuh juga harus sesuai kriteria tersebut. Tapi karena dalam algoritma tidak diperlukan pengenalan setiap robot musuh sebagai objek yang berbeda, maka data koordinat untuk robot musuh dianggap sudah teratur. Arah menghadap robot berhubungan dengan posisi robot tim sendiri. Nilai arah sel pertama di kumpulan informasi arah robot adalah nilai arah dari koordinat robot pertama di tim sendiri teratur sampai sel terakhir.

Untuk memeriksa urutan koordinat robot, tiap koordinat harus diperiksa partisinya. Pengecekan partisi akan menentukan sebuah koordinat masuk ke partisi lapangan mana. Detail mengenai pengecekan partisi akan dijelaskan di bab selanjutnya. Jika nilai partisinya sesuai dengan urutan robot, maka data koordinat tersebut sudah terurut. Namun bila tidak, berarti data tersebut belum terurut.

Untuk mengurutkan partisi, mula-mula koordinat pertama di periksa masuk ke partisi mana. Jika masuk partisi 1, maka koordinat robot 1 dianggap sudah benar. Namun bila tidak, koordinat ditukar dengan posisi yang seharusnya dan posisi itu dianggap sudah benar. Apabila dilakukan operasi penukaran koordinat, maka arah bergerak robot juga ikut ditukar sesuai pasangan koordinatnya.

Setelah tahap pertama selesai, ada 1 koordinat yang sudah masuk ke posisi yang tepat dan 3 koordinat yang belum tentu benar. Selanjutnya koordinat yang belum tentu benar tersebut diperiksa masuk partisi mana dan dilakukan penukaran bila ternyata posisinya salah. Proses ini diulang lagi sampai semua koordinat sudah pasti benar.

Dalam implementasinya, proses pemeriksaan ini tidak menggunakan looping tetapi percabangan menggunakan *if-else* secara manual. Implementasi ini dipilih karena dikhawatirkan ada robot yang berdekatan sehingga tertukar satu sama lain. Jika menggunakan *looping*, bisa jadi ada 2 robot yang dideteksi sebagai 1 robot yang sama sehingga memungkinkan terjadi infinite looping karena kedua robot yang berdekatan tersebut

4.2 Penentuan Gerakan Robot

Untuk menghindari kekosongan lapangan, Setiap robot dipasangkan dengan sebuah partisi. Partisi ini diatur agar mempunyai toleransi untuk menghindari kemungkinan robot melenceng dari partisinya karena kesalahan input atau tertabrak lawan sehingga tidak terdeteksi. Jika hal ini sampai terjadi, maka robot tersebut akan dianggap sebagai robot partisi lain dan bertukar dengan robot partisi tersebut. Karena jalur komunikasi tiap robot sudah ditentukan sebelumnya, maka

kedua robot tersebut akan bertukar perintah dan bergerak tidak sesuai dengan yang diharapkan.

Saat bola sudah terlihat, akan dipilih satu robot yang memiliki bola di lapangannya sebagai robot aktif. Mula-mula diperiksa koordinat bola termasuk dalam partisi yang mana. Lalu robot yang dipasangkan dengan partisi tersebut lalu dipilih sebagai robot aktif.

Selanjutnya ditentukan sasaran tembak. Sasaran tembak adalah bagian di depan gawang musuh yang menjadi target tembakan. Sasaran tembak ini tergantung dari posisi bola. Bila bola berada di bagian atas lapangan, maka sasaran tembak juga berada di bagian atas gawang. Namun bila bola berada di bagian bawah lapangan, maka sasaran tembak juga berada di bagian bawah gawang. Sasaran tembak diatur agar berada sejauh $\frac{1}{4}$ lebar gawang dari pinggir gawang sesuai posisinya. Posisi gawang yang semacam itu memang masih berisiko, namun setidaknya posisi tersebut mempunyai kemungkinan masuk lebih besar daripada posisi sebaliknya.

Selanjutnya dicek apakah robot berada dalam jarak tembak atau tidak. Jarak tembak yang dimaksud adalah daerah di sekitar bola yang cukup dekat untuk menembak. Cara mengeceknya adalah dengan menghitung selisih koordinat bola dan robot. Apakah lebih kecil dari nilai yang diinginkan atau tidak. Jika nilainya ternyata lebih besar, maka robot dinilai terlalu jauh dari bola dan robot akan diperintahkan untuk berjalan menuju bola.

Namun jika nilainya ternyata lebih kecil, maka jumlah musuh antara robot dan gawang akan diperiksa. Apabila nilainya lebih besar dari nilai yang diinginkan, maka kemungkinan tembakan akan gagal cukup besar. Jika hal ini terjadi, maka robot akan diperintahkan untuk melakukan passing. Namun jika jumlah musuh lebih sedikit dari nilai yang diinginkan, maka robot akan diperintahkan untuk menembak bola.

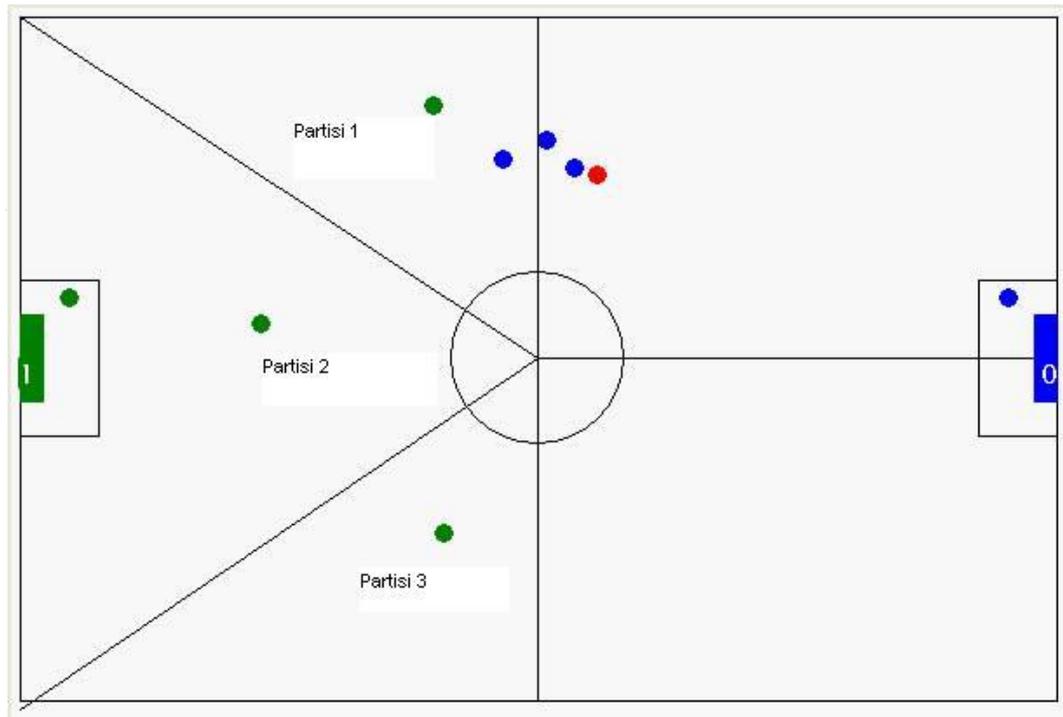
Setelah memberikan perintah pada robot aktif, robot lain juga harus digerakkan ke posisi standar. Posisi standar tiap robot adalah di tengah lapangannya masing-masing. Namun khusus untuk robot penjaga gawang posisi standarnya tergantung

posisi bola. Seperti penentuan sasaran tembak, jika bola berada di atas lapangan, maka robot penjaga gawang akan bergerak ke bagian atas gawang sejauh $\frac{1}{4}$ lebar gawang dari atas gawang. Namun bila tidak, maka robot akan bergerak ke bagian bawah gawang dengan jarak yang sama.

4.3 Pengecekan Partisi

Untuk mengecek nomor partisi dari sebuah titik, diperiksa koordinat titik tersebut dan dibandingkan dengan setiap daerah partisi. Karena daerah partisi ditentukan dengan kombinasi persamaan garis, maka untuk menentukan apakah sebuah titik berada dalam sebuah partisi, koordinat titik tersebut dimasukkan kedalam persamaan-persamaan garis yang membentuk partisi tersebut. Jika hasilnya cocok, maka koordinat tersebut berada di dalam daerah partisi yang diperiksa.

Namun apabila tidak cocok, koordinat titik itu dimasukkan ke dalam kombinasi persamaan garis partisi lain sampai ditemukan partisi yang cocok. Setiap partisi memiliki 2 batas utama (selain batas lapangan). Jika diperiksa semua, maka kemungkinan terburuk ada 8 persamaan yang diperiksa. Tapi dari 4 partisi ini, ada yang memiliki batas yang sama. Karena itu dalam perhitungannya, pengecekan partisi ini dilakukan secara bertahap satu demi satu persamaan. Hal ini diperlukan untuk mengurangi pengecekan yang dilakukan.



Gambar 4.1 Pembagian Partisi Robot

Persamaan yang digunakan untuk implementasi ini merupakan persamaan linier sederhana yang membagi lapangan menjadi 4 bagian.

- Partisi Robot 1

Partisi ini dibatasi oleh pertidaksamaan

$$\frac{P}{L} \leq \frac{x}{y} \quad (4.1)$$

dan

$$y \geq \frac{1}{2}L \quad (4.2)$$

- Partisi Robot 2

Partisi ini dibatasi oleh pertidaksamaan

$$\frac{P}{L} \geq \frac{x}{y} \quad (4.3)$$

dan

$$Lx + Py \geq PL \quad (4.4)$$

- Partisi Robot 3

Partisi ini dibatasi oleh pertidaksamaan

$$y \leq \frac{1}{2}L \quad (4.5)$$

dan

$$Lx + Py \leq PL \quad (4.6)$$

- Partisi Robot 4

Partisi ini dibatasi oleh pertidaksamaan

$$x \geq (P - p) \quad (4.7)$$

dan

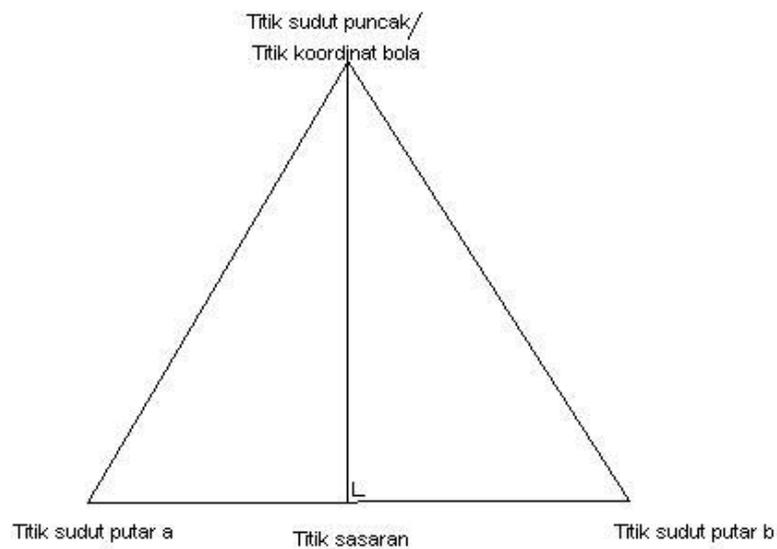
$$-l \leq (L - y) \leq l \quad (4.8)$$

4.4 Pengecekan Jumlah Musuh

Untuk memeriksa jumlah musuh yang menghalangi robot aktif, mula mula harus ditentukan dulu kriteria robot yang mengganggu robot aktif. Robot yang mengganggu robot aktif didefinisikan sebagai robot musuh yang berada di antara bola dan sasaran tembakan.

Daerah tembakan di depan musuh didefinisikan sebagai daerah segitiga dengan sudut puncak segitiga berada di koordinat asal tembakan, dan melebar ke arah

gawang dengan garis lurus dari bola kesasaran merupakan garis tinggi segitiga. Daerah ini berbentuk segitiga karena jarak yang bisa ditempuh robot musuh untuk mengganggu jalannya bola berbanding lurus dengan jarak yang dapat ditempuh bola.



Gambar 4.2 Gambar Daerah Tembakan

Untuk menghitungnya, mula-mula ditentukan dulu ketiga sudut segitiga. Dari ketiga sudut, sudut puncak sudah diketahui karena merupakan titik koordinat bola. Namun kedua sudut lain belum diketahui karena titik sasaran merupakan titik tengah alas segitiga. Kedua titik tersebut dihitung dari rotasi titik sasaran sebesar α dengan titik puncak sebagai titik pusat rotasi. Kedua titik ini selanjutnya kita sebut sebagai titik sudut putar a dan c

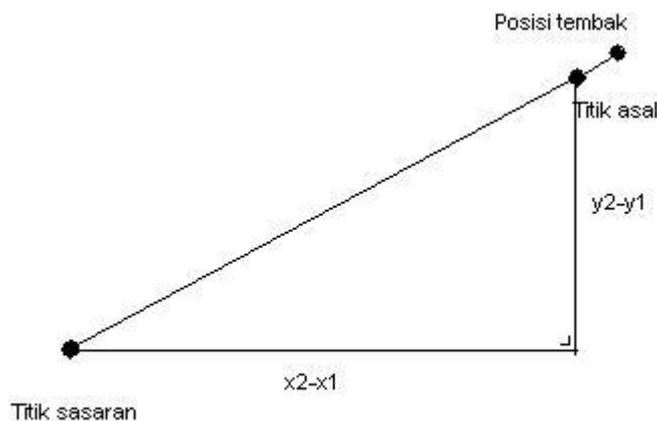
Setelah ketiga titik diidentifikasi, garis batas daerah tembakan dapat dihitung. Daerah tembakan dibatasi oleh dua garis yang masing-masing melewati titik sudut putar dan berawal di titik puncak. Daerah ini juga dibatasi oleh garis alas segitiga, namun karena robot musuh yang menghadang umumnya berada di daerah segitiga

dan bukan di belakang garis, maka garis ini bisa kita abaikan. Lagipula robot yang berada di belakang sasaran juga merupakan ancaman bagi keberhasilan tembakan.

Untuk membuat persamaan garis tersebut, mula-mula tentukan gradien dari kedua garis. Setelah gradiennya ditemukan, masukkan koordinat titik sudut putar untuk mendapatkan persamaan dari kedua garis. Lalu, koordinat robot musuh diperiksa satu persatu. Jika posisinya berada diantara kedua garis, berarti robot tersebut berpotensi menghadang jalannya bola. Selanjutnya, jumlah robot yang mengancam tersebut dilempar ke bagian lain untuk diproses lebih lanjut.

4.5 Menembak Bola ke Gawang dan Passing

Untuk menembak bola ke sasaran, pertama kali harus dicari gradien garis yang melewati titik asal tembakan dan titik sasaran. Selanjutnya, masukkan titik koordinat asal ke persamaan garis yang memiliki nilai gradien yang baru didapat untuk mendapatkan persamaan garisnya.

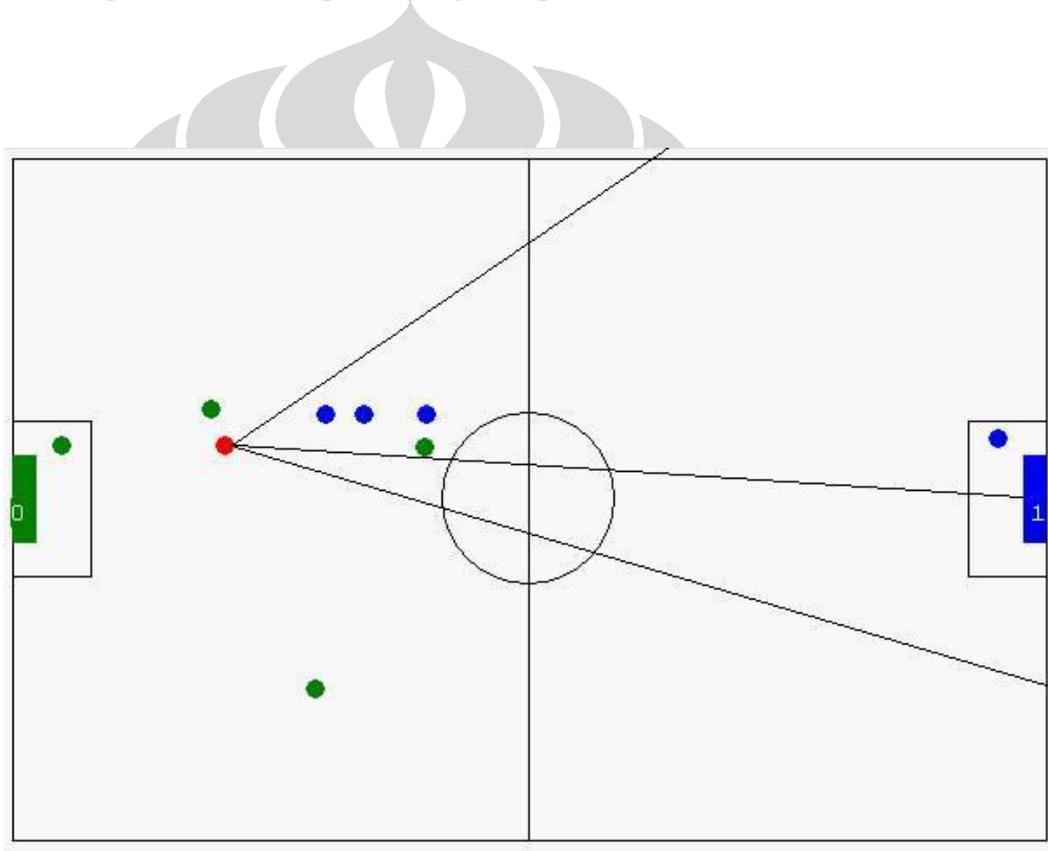


Gambar 4.3 Gambar Posisi Tembak

Setelah itu, ditentukan posisi tembak dari persamaan tersebut. Posisi tembak adalah posisi di belakang bola yang berlawanan arah dengan arah tembak. Posisi tembak didapat dari koordinat bola ditambah jarak tembak sepanjang garis tembakan berlawanan arah dengan arah tembakan.

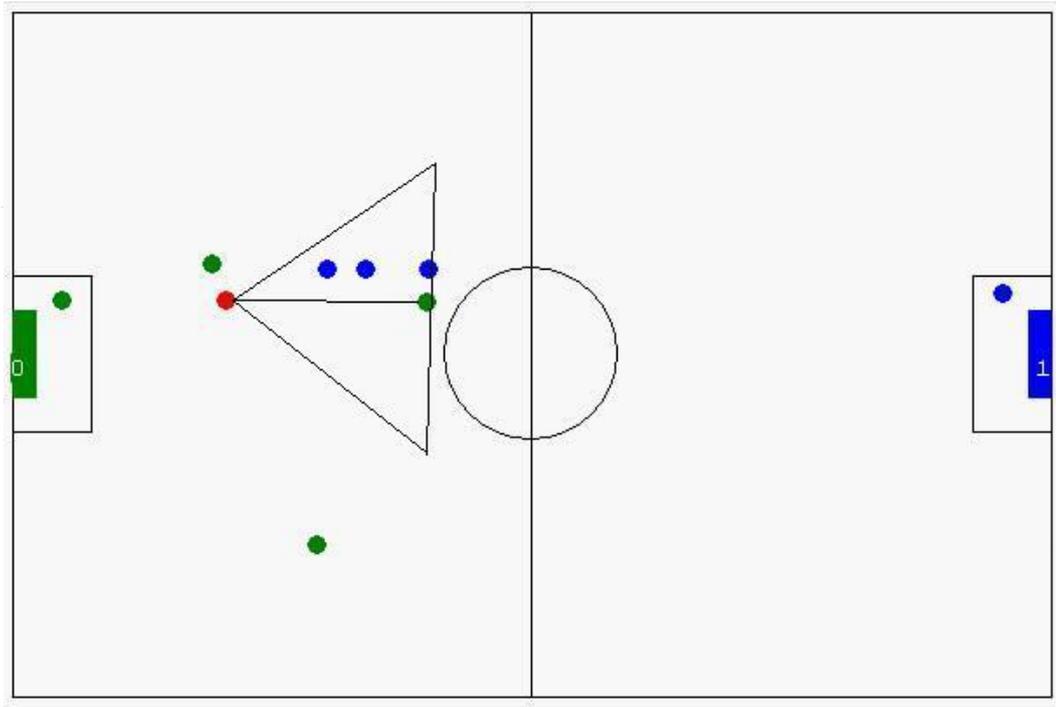
Lalu, posisi robot diperiksa terhadap posisi tembak. Bila robot berada di posisi tembak, maka robot dijalankan ke arah bola untuk memukul bola, namun bila tidak, maka robot dijalankan ke arah posisi tembak.

Untuk mengukur apakah robot sudah berada di posisi tembak atau belum, perlu diberi toleransi jarak untuk mengantisipasi kesalahan input dari kamera. Toleransi ini tidak boleh terlalu besar dan menyebabkan robot salah menembak, atau terlalu kecil dan menyebabkan robot kesulitan menuju ke lokasi karena input dari kamera tidak dapat memberikan posisi yang cukup akurat.



Gambar 4.4 Pengecekan Tembakan

Saat akan menembak bola, mula-mula diperiksa dulu jumlah musuh di depan robot. Jika jumlahnya banyak, maka passing akan dilakukan, namun jika jumlahnya sedikit atau tidak ada sama sekali maka dilakukan shooting ke gawang lawan



Gambar 4.5 Pengecekan Passing

Pada saat akan dilakukan passing, mula-mula diperiksa dulu jumlah musuh di depan robot teman yang paling berpotensi melakukan tembakan. Jika di depannya banyak terdapat musuh, maka passing akan dilakukan ke arah robot tersebut. Namun jika tidak, maka passing akan dilakukan ke robot lain yang paling berpotensi selanjutnya.

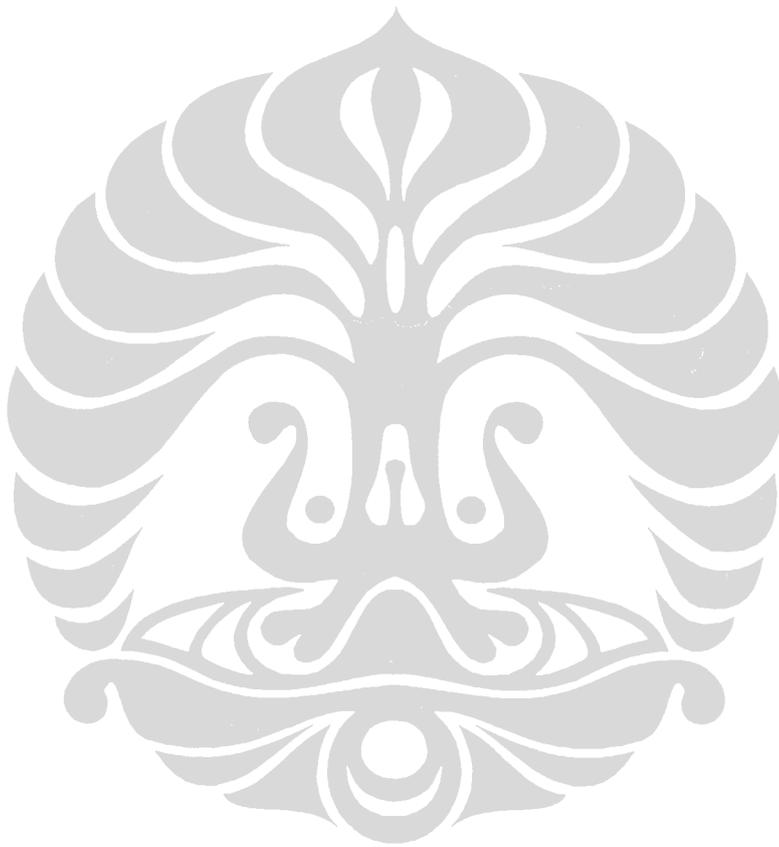
Namun karena implementasi ini terbatas pada 4 robot dengan 3 robot pemain, maka untuk menghemat waktu jika tidak dapat dilakukan passing ke robot pemain teman pertama, maka akan dilakukan passing ke robot pemain teman selanjutnya.

4.6 Menjalankan Robot ke Sasaran

Fungsi berjalan merupakan satu-satunya fungsi yang langsung berhubungan dengan robot. Untuk melakukan fungsi ini, harus dilakukan komunikasi dengan robot terlebih dahulu. Mula-mula dibuat komunikasi dengan robot aktif dan ditentukan variabel untuk memberi perintah ke motor penggerak roda robot.

Selanjutnya dihitung selisih arah yang dibutuhkan robot untuk menghadap ke arah tujuan dan robot diputar sebesar selisih tersebut. Setelah robot menghadap ke arah yang benar, robot dijalankan selama beberapa saat sampai tiba di tujuan. Setelah robot tiba di tujuan, komunikasi antara komputer dengan robot diputus.

Setelah komunikasi dengan robot diputus, robot dianggap sudah berhenti dan siap untuk menerima perintah selanjutnya. Sementara itu, robot lain dapat dijalankan sesuai hasil perhitungan algoritma.



BAB 5

EKSPERIMEN DAN ANALISA

Bab ini akan menceritakan pelaksanaan eksperimen terhadap algoritma yang digunakan menggunakan berbagai konfigurasi variabel dari algoritma ini yang dibandingkan dengan algoritma standar untuk menentukan tingkat kinerja dari algoritma ini. Selain itu, dilakukan juga eksperimen menggunakan berbagai kekuatan tendangan robot untuk menguji pengaruh kekuatan tendangan robot terhadap kinerja robot.

Eksperimen yang dilakukan bertujuan agar analisa yang dilakukan bersifat objektif dan memiliki dasar yang kuat karena didukung oleh data yang konkrit. Hal ini dilakukan karena konsep algoritma tidak dapat dibuktikan hanya dengan analisa algoritma saja tapi harus dibuktikan dengan uji gameplay terhadap algoritma lain.

5.1 Eksperimen

Eksperimen yang dilakukan dalam penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konfigurasi yang optimal dari algoritma ini dengan memperhitungkan tingkat penguasaan bola, tingkat penguasaan lapangan, dan jumlah gol yang dilakukan. Selain untuk menentukan konfigurasi optimal, eksperimen ini juga dilakukan untuk mendapatkan data-data statistik yang dibutuhkan untuk analisa dan evaluasi algoritma. Adapun hal-hal yang akan dievaluasi adalah:

- Jumlah Gol yang Dilakukan

Jumlah gol yang dilakukan dihitung dari jumlah tendangan robot ke gawang lawan yang tidak dapat dihalau lawan dan menghasilkan nilai untuk tim. Jumlah ini selanjutnya dibandingkan dengan jumlah gol total dari kedua tim untuk menentukan persentase gol yang dibuat terhadap seluruh gol. Makin besar persentase gol yang dilakukan, makin baik pula konfigurasi yang

digunakan. Namun pada saat jumlah total gol sangat sedikit, nilai ini tidak dapat dijadikan patokan utama.

- **Tingkat Penguasaan Bola**

Tingkat penguasaan bola dihitung dari jumlah tendangan bola yang dilakukan oleh robot penyerang (bukan robot penjaga gawang) termasuk seluruh tendangan kearah gawang dan tendangan *passing*. Jumlah ini selanjutnya dibandingkan dengan jumlah tendangan total dari kedua tim untuk menentukan persentase penguasaan bola dalam satu permainan. Semakin sering robot sebuah tim menendang bola, berarti semakin sering pula tim tersebut mengendalikan jalannya bola.

- **Tingkat Penguasaan Lapangan**

Tingkat penguasaan lapangan dihitung dari jumlah iterasi dimana bola berada di lapangan lawan. Simulasi ini menggunakan sistem turn-based untuk menentukan gerakan robot. 1 iterasi terjadi jika semua robot sudah melakukan 1 gerakan dan bola sudah berjalan sesuai kecepatannya. Jika bola berada di tengah lapangan, maka dianggap bola tidak dimiliki kedua tim. Nilai ini dibandingkan dengan total jumlah iterasi dikurangi iterasi saat bola berada di tengah lapangan.

- **Jumlah Tendangan yang Berhasil Dihalau (*Blocking*)**

Jumlah tendangan ke gawang dihitung dari jumlah tendangan robot lawan ke gawang sendiri yang tidak menghasilkan gol. Jumlah ini selanjutnya dibandingkan dengan jumlah seluruh tendangan yang ditembakkan ke gawang sendiri baik yang menghasilkan gol atau yang tidak menghasilkan gol.

Eksperimen dilakukan dengan cara mensimulasikan pertandingan sepak bola dengan menggunakan bahasa Robot Basic. Algoritma yang digunakan pada implementasi yang dilakukan diterjemahkan ke dalam bahasa Basic dengan tetap mempertahankan tipe input dan output yang dibutuhkan. Sebagai perbandingan,

dipakai player dengan algoritma standar yang diberi beberapa peningkatan kinerja untuk menyesuaikan dengan simulasi yang digunakan.

Karena input yang dibutuhkan algoritma berupa array posisi robot dan bola, maka simulasi dilakukan dengan menampilkan secara visual representasi grafis dari array tersebut. Lalu untuk setiap iterasi bola dijalankan sesuai arah dan kecepatannya. Setelah bola dijalankan, masing-masing robot diberi kesempatan melangkah satu kali. Jarak terjauh yang dapat ditempuh robot dan bola tergantung dari nilai kecepatan maksimal yang dipakai. Kecepatan seluruh robot sama dan robot tidak dapat berjalan lebih jauh dari kecepatannya dalam 1 iterasi. Bola juga berjalan dengan aturan yang sama, namun untuk setiap iterasi, kekuatan tendangan robot akan berkurang dan setelah beberapa iterasi, kekuatan tendangan robot akan menjadi nol dan bola akan berhenti.

Sebuah tendangan dianggap gol jika bola masuk ke daerah gawang. Namun jika bola ditembakkan dari samping gawang, maka bola akan berhenti tepat sebelum gawang dan tidak menghasilkan nilai. Setelah itu bola dapat diambil oleh salah satu robot dan permainan dapat dilanjutkan. Hal yang sama terjadi jika bola keluar lapangan, bola juga akan berhenti tepat sebelum garis batas lapangan dan semua robot penyerang akan berusaha mengambil bola lebih dulu.

Robot yang menjadi lawan akan bergerak menuju bola dengan kecepatan yang sama dan menggunakan *subroutine* mengejar bola yang sama dengan robot tim sendiri. Robot penjaga gawang milik musuh juga menggunakan algoritma yang sama dengan robot penjaga gawang tim. Hanya Hal ini dilakukan karena fokus utama dari eksperimen ini adalah menguji algoritma robot penyerang. Hasil dari eksperimen ini akan dijelaskan lebih lanjut pada subbab 5.2.

Lapangan yang digunakan memiliki ukuran 800x600 pixel. Perbandingan ukuran lapangan resmi seharusnya 6050x4050. Namun dalam eksperimen ini digunakan ukuran layar maksimal agar jalannya robot dapat terlihat jelas. Jika mengikuti perbandingan ukuran lapangan asli, maka ukuran lapangan yang digunakan

seharusnya 800x535 pixel. Namun ukuran ini akan menimbulkan kesulitan saat menguji hitungan hasil simulasi secara manual karena koordinat titik sasaran kemungkinan besar tidak berupa bilangan bulat. Lagipula perbedaan itu tidak mempengaruhi hasil percobaan.

Dalam pengujian, dicoba beberapa nilai yang dimasukkan ke dalam variabel-variabel pengujian. Variabel ini antara lain jumlah musuh maksimal, kekuatan tendangan robot, dan ada tidaknya partisi yang digunakan.

Jumlah musuh maksimal adalah jumlah robot musuh yang berada di depan robot yang akan menembak bola dan berada diantara dua garis batas segitiga tembakan seperti yang telah dijelaskan pada subbab 3.6. Jumlah ini menentukan jumlah robot musuh yang menghadang robot penembak sebelum tembakan dianggap memiliki kemungkinan sukses yang rendah dan bola akan dioper ke robot lain. Namun, pada saat nilainya sama dengan jumlah robot musuh, maka operan tidak akan pernah dilakukan dan robot akan selalu berusaha menendang kearah gawang. Dalam eksperimen, nilai ini dilambangkan dengan variabel "m".

Kekuatan tendangan robot adalah jarak terjauh yang dapat ditempuh bola setelah ditendang oleh robot dalam satu iterasi. Saat bola ditembakkan oleh robot, kecepatannya adalah kecepatan maksimal dengan arah sesuai arah tembakan robot yang makin lama makin berkurang dengan persentase tertentu dan akhirnya berhenti. Nilai variabel ini diperlukan untuk menguji perbandingan kecepatan bola dengan kecepatan robot. Hasil pengujian ini akan menentukan seberapa keras robot harus menendang bola dalam percobaan sebenarnya. Dalam eksperimen, nilai ini dilambangkan dengan variabel "KickPower".

Ada tidaknya partisi menentukan implementasi partisi yang dilakukan dalam strategi. Jika ada, maka partisi diimplementasikan dan robot akan bergerak di partisinya masing-masing dan beberapa robot dapat bergerak diluar partisinya meskipun dengan beberapa batasan. Jika tidak, maka robot dapat bergerak bebas di lapangan tanpa batasan. Pengujian ini dilakukan untuk menentukan pengaruh partisi dan hubungannya dengan algoritma passing. Dalam eksperimen, nilai ini

tidak dilambangkan dengan variabel apapun namun diimplementasikan dalam simulasi.

Eksperimen ini dilaksanakan dengan menjalankan simulasi pertandingan robot soccer sebanyak 40 variasi dengan nilai variabel *m*, variabel *KickPower*, dan implementasi partisi yang berbeda-beda selama 15000 iterasi atau kurang lebih satu jam. Untuk setiap Iterasi, dicatat jumlah gol yang dilakukan kedua tim, jumlah tendangan yang dilakukan kedua tim, jumlah iterasi saat bola berada di tiap lapangan, dan jumlah bola yang berhasil dihalau untuk kedua tim. Perincian dari eksperimen yang dilakukan bisa dilihat pada Tabel 5.1

Tabel 5.1 Perincian Eksperimen

	ManSpeed	KickPower	m	Keterangan
Tes 1	10	10	1	Normal
Tes 2	10	10	2	Normal
Tes 3	10	10	3	Normal
Tes 4	10	10	4	Tidak ada passing
Tes 5	10	20	1	Normal
Tes 6	10	20	2	Normal
Tes 7	10	20	3	Normal
Tes 8	10	20	4	Tidak ada passing
Tes 9	10	30	1	Normal
Tes 10	10	30	2	Normal
Tes 11	10	30	3	Normal
Tes 12	10	30	4	Tidak ada passing
Tes 13	10	40	1	Normal
Tes 14	10	40	2	Normal
Tes 15	10	40	3	Normal
Tes 16	10	40	4	Tidak ada passing
Tes 17	10	50	1	Normal
Tes 18	10	50	2	Normal
Tes 19	10	50	3	Normal
Tes 20	10	50	4	Tidak ada passing
Tes 21	10	10	1	Tidak ada partisi

Tes 22	10	10	2	Tidak ada partisi
Tes 23	10	10	3	Tidak ada partisi
Tes 24	10	10	4	Tidak ada partisi dan passing
Tes 25	10	20	1	Tidak ada partisi
Tes 26	10	20	2	Tidak ada partisi
Tes 27	10	20	3	Tidak ada partisi
Tes 28	10	20	4	Tidak ada partisi dan passing
Tes 29	10	30	1	Tidak ada partisi
Tes 30	10	30	2	Tidak ada partisi
Tes 31	10	30	3	Tidak ada partisi
Tes 32	10	30	4	Tidak ada partisi dan passing
Tes 33	10	40	1	Tidak ada partisi
Tes 34	10	40	2	Tidak ada partisi
Tes 35	10	40	3	Tidak ada partisi
Tes 36	10	40	4	Tidak ada partisi dan pass
Tes 37	10	50	1	Tidak ada partisi
Tes 38	10	50	2	Tidak ada partisi
Tes 39	10	50	3	Tidak ada partisi
Tes 40	10	50	4	Tidak ada partisi dan passing

Dalam simulasi yang dilakukan, ada dua tim robot yang bertanding, tim biru melawan tim hijau. Tim biru menggunakan strategi dasar yang didapat dari *website* Robot Basic. Sedangkan tim hijau menggunakan strategi yang dirancang penulis seperti yang telah dijelaskan di bab 3.

Pada akhir dari setiap tes, dicatat parameter-parameter yang diperlukan dalam analisa. Parameter-parameter itu adalah:

- GreenScore: menyatakan jumlah gol yang berhasil dicetak tim hijau ke gawang tim biru
- BlueScore: menyatakan jumlah gol yang berhasil dicetak tim biru ke gawang tim hijau
- GreenKick: menyatakan jumlah tendangan bola yang dilakukan oleh robot penyerang(bukan *goalkeeper*) tim hijau.

- BlueKick: menyatakan jumlah tendangan bola yang dilakukan oleh robot penyerang(bukan *goalkeeper*) tim biru.
- GreenBall: menyatakan jumlah iterasi dimana bola berada di lapangan milik tim hijau.
- BlueBall: menyatakan jumlah iterasi dimana bola berada di lapangan milik tim biru.
- GreenBlock: menyatakan jumlah tendangan robot tim biru yang berhasil dihalau oleh robot penjaga gawang tim hijau.
- BlueBlock: menyatakan jumlah tendangan robot tim hijau yang berhasil dihalau oleh robot penjaga gawang tim biru.

Hasil dari seluruh eksperimen dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Tabel Hasil Evaluasi

	GreenScore	Bluescore	GreenKick	BlueKick	GreenBall	Blueball	GreenBlock	BlueBlock
Tes 1	1	0	2424	5637	13076	1901	7	27
Tes 2	0	0	2333	6528	14122	863	14	9
Tes 3	1	0	2543	6984	13900	1071	9	6
Tes 4	0	0	2467	6944	13536	1445	14	21
Tes 5	8	3	1137	2469	12549	2250	146	43
Tes 6	7	6	1187	2757	12528	2241	154	23
Tes 7	4	7	1255	2909	12736	2068	146	24
Tes 8	8	3	1429	3161	12879	1925	167	47
Tes 9	17	17	761	1136	10063	4405	104	67
Tes 10	16	13	739	1191	9746	4753	131	77
Tes 11	10	21	729	1370	10894	3604	130	50
Tes 12	8	20	786	1687	12006	2501	132	33
Tes 13	28	10	642	677	8591	5789	56	76
Tes 14	19	9	546	790	9603	4927	80	81
Tes 15	13	16	558	833	9434	5088	91	67
Tes 16	11	23	576	1004	10833	3587	102	62
Tes 17	44	12	512	516	6513	7581	53	82
Tes 18	35	8	445	580	6512	7766	56	106

Tes 19	34	9	485	596	9015	5268	30	67
Tes 20	22	24	462	790	10789	3451	74	31
Tes 21	10	0	5025	4655	8688	6147	9	188
Tes 22	10	0	4553	4738	8206	6627	13	352
Tes 23	19	0	4524	4958	8237	6458	22	260
Tes 24	22	0	4646	4923	7278	7358	30	313
Tes 25	31	1	2939	2080	9188	5312	89	145
Tes 26	39	0	2996	2483	8554	5838	59	208
Tes 27	37	1	2525	2532	7759	6617	43	201
Tes 28	39	0	2793	2893	6967	7386	35	255
Tes 29	26	15	1422	1047	8951	5405	92	122
Tes 30	38	9	1497	1211	9048	5228	91	144
Tes 31	36	11	1407	1223	7797	6456	43	162
Tes 32	31	16	1426	1449	7582	6666	74	189
Tes 33	37	14	920	726	9332	4872	107	119
Tes 34	35	15	978	788	8770	5433	72	111
Tes 35	40	18	865	907	8642	5401	87	100
Tes 36	48	17	897	927	7631	6313	47	109
Tes 37	39	17	688	575	10141	3989	55	36
Tes 38	49	16	756	555	8823	5141	58	85
Tes 39	45	13	693	640	8912	5182	47	88
Tes 40	42	24	683	708	8630	5354	45	63

Selanjutnya, hasil eksperimen tersebut harus diolah untuk menghasilkan data yang dapat dijadikan dasar analisa. Karena yang akan dibandingkan adalah nilai dari kedua tim, maka untuk setiap parameter dihitung persentasenya berdasarkan total jumlah parameter yang sama untuk kedua tim. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

- Persentase GreenScore = $\text{GreenScore}/(\text{GreenScore}+\text{BlueScore}) \times 100\%$
- Persentase BlueScore = $\text{BlueScore}/(\text{GreenScore}+\text{BlueScore}) \times 100\%$
- Persentase GreenKick = $\text{GreenKick}/(\text{GreenKick}+\text{BlueKick}) \times 100\%$
- Persentase BlueKick = $\text{BlueKick}/(\text{GreenKick}+\text{BlueKick}) \times 100\%$
- Persentase GreenBall = $\text{GreenBall}/(\text{GreenBall}+\text{BlueBall}) \times 100\%$
- Persentase BlueBall = $\text{BlueBall}/(\text{GreenBall}+\text{BlueBall}) \times 100\%$

- Persentase GreenBlock = $\text{GreenBlock}/(\text{GreenBlock}+\text{BlueScore})\times 100\%$
- Persentase Blue Block = $\text{BlueBlock}/(\text{Blueblock}+\text{GreenScore})\times 100\%$

Seluruh persentase dari parameter yang didapat bisa dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Tabel Persentase Hasil Eksperimen

	GreenScore	Bluescore	GreenKick	BlueKick	GreenBall	Blueball	GreenBlock	BlueBlock
Tes 1	100.00%	0.00%	30.07%	69.93%	87.31%	12.69%	100.00%	96.43%
Tes 2	-	-	26.33%	73.67%	94.24%	5.76%	100.00%	100.00%
Tes 3	100.00%	0.00%	26.69%	73.31%	92.85%	7.15%	100.00%	85.71%
Tes 4	-	-	26.21%	73.79%	90.35%	9.65%	100.00%	100.00%
Tes 5	72.73%	27.27%	31.53%	68.47%	84.80%	15.20%	97.99%	84.31%
Tes 6	53.85%	46.15%	30.10%	69.90%	84.83%	15.17%	96.25%	76.67%
Tes 7	36.36%	63.64%	30.14%	69.86%	86.03%	13.97%	95.42%	85.71%
Tes 8	72.73%	27.27%	31.13%	68.87%	87.00%	13.00%	98.24%	85.45%
Tes 9	50.00%	50.00%	40.12%	59.88%	69.55%	30.45%	85.95%	79.76%
Tes 10	55.17%	44.83%	38.29%	61.71%	67.22%	32.78%	90.97%	82.80%
Tes 11	32.26%	67.74%	34.73%	65.27%	75.14%	24.86%	86.09%	83.33%
Tes 12	28.57%	71.43%	31.78%	68.22%	82.76%	17.24%	86.84%	80.49%
Tes 13	73.68%	26.32%	48.67%	51.33%	59.74%	40.26%	84.85%	73.08%
Tes 14	67.86%	32.14%	40.87%	59.13%	66.09%	33.91%	89.89%	81.00%
Tes 15	44.83%	55.17%	40.12%	59.88%	64.96%	35.04%	85.05%	83.75%
Tes 16	32.35%	67.65%	36.46%	63.54%	75.12%	24.88%	81.60%	84.93%
Tes 17	78.57%	21.43%	49.81%	50.19%	46.21%	53.79%	81.54%	65.08%
Tes 18	81.40%	18.60%	43.41%	56.59%	45.61%	54.39%	87.50%	75.18%
Tes 19	79.07%	20.93%	44.87%	55.13%	63.12%	36.88%	76.92%	66.34%
Tes 20	47.83%	52.17%	36.90%	63.10%	75.77%	24.23%	75.51%	58.49%
Tes 21	100.00%	0.00%	51.91%	48.09%	58.56%	41.44%	100.00%	94.95%
Tes 22	100.00%	0.00%	49.00%	51.00%	55.32%	44.68%	100.00%	97.24%
Tes 23	100.00%	0.00%	47.71%	52.29%	56.05%	43.95%	100.00%	93.19%
Tes 24	100.00%	0.00%	48.55%	51.45%	49.73%	50.27%	100.00%	93.43%
Tes 25	96.88%	3.13%	58.56%	41.44%	63.37%	36.63%	98.89%	82.39%
Tes 26	100.00%	0.00%	54.68%	45.32%	59.44%	40.56%	100.00%	84.21%

Tes 27	97.37%	2.63%	49.93%	50.07%	53.97%	46.03%	97.73%	84.45%
Tes 28	100.00%	0.00%	49.12%	50.88%	48.54%	51.46%	100.00%	86.73%
Tes 29	63.41%	36.59%	57.59%	42.41%	62.35%	37.65%	85.98%	82.43%
Tes 30	80.85%	19.15%	55.28%	44.72%	63.38%	36.62%	91.00%	79.12%
Tes 31	76.60%	23.40%	53.50%	46.50%	54.70%	45.30%	79.63%	81.82%
Tes 32	65.96%	34.04%	49.60%	50.40%	53.21%	46.79%	82.22%	85.91%
Tes 33	72.55%	27.45%	55.89%	44.11%	65.70%	34.30%	88.43%	76.28%
Tes 34	70.00%	30.00%	55.38%	44.62%	61.75%	38.25%	82.76%	76.03%
Tes 35	68.97%	31.03%	48.81%	51.19%	61.54%	38.46%	82.86%	71.43%
Tes 36	73.85%	26.15%	49.18%	50.82%	54.73%	45.27%	73.44%	69.43%
Tes 37	69.64%	30.36%	54.47%	45.53%	71.77%	28.23%	76.39%	48.00%
Tes 38	75.38%	24.62%	57.67%	42.33%	63.18%	36.82%	78.38%	63.43%
Tes 39	77.59%	22.41%	51.99%	48.01%	63.23%	36.77%	78.33%	66.17%
Tes 40	63.64%	36.36%	49.10%	50.90%	61.71%	38.29%	65.22%	60.00%

Dari seluruh parameter yang didapat, Pada tes 2 dan tes 4 tidak terdapat nilai persentase dari parameter jumlah gol yang didapat. Hal ini terjadi karena pada saat dilakukan eksperimen, kedua tim tidak dapat mencetak gol sama sekali. Dan pada seluruh eksperimen saat kekuatan tendangan robot sama dengan kecepatan robot (KickPower = 10), total gol yang didapat tidak lebih dari satu. Karena itu dalam analisa, data jumlah gol yang dilakukan saat kekuatan tendangan robot sama dengan kecepatan robot (10) tidak digunakan.

5.2 Evaluasi Hasil Eksperimen

Nilai variabel yang penulis tentukan belum tentu merupakan nilai yang optimal, karena itu perlu dilakukan pengujian untuk menentukan nilai optimal dari variabel tersebut. Selain itu, eksperimen ini juga menguji kinerja algoritma yang digunakan dibandingkan dengan algoritma sampel.

Yang akan dievaluasi dari eksperimen yang dilaksanakan adalah pengaruh penggunaan partisi dalam algoritma serta hubungannya dengan kekuatan tendangan dan nilai musuh terbanyak, pengaruh nilai variabel m dalam kinerja

algoritma, pengaruh kekuatan tendangan robot terhadap kinerja algoritma, dan kinerja penjaga gawang.

5.2.1 Pengaruh Penggunaan Partisi

Untuk menguji pengaruh penggunaan partisi ini, perlu dibandingkan seluruh hasil eksperimen baik yang menggunakan partisi maupun yang tidak.

Mula-mula diperiksa pengaruh penggunaan partisi pada jumlah gol yang dicetak kedua robot. Perbandingan dari eksperimen dengan penggunaan partisi terhadap jumlah gol dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Persentase Jumlah Gol Dengan Implementasi Partisi

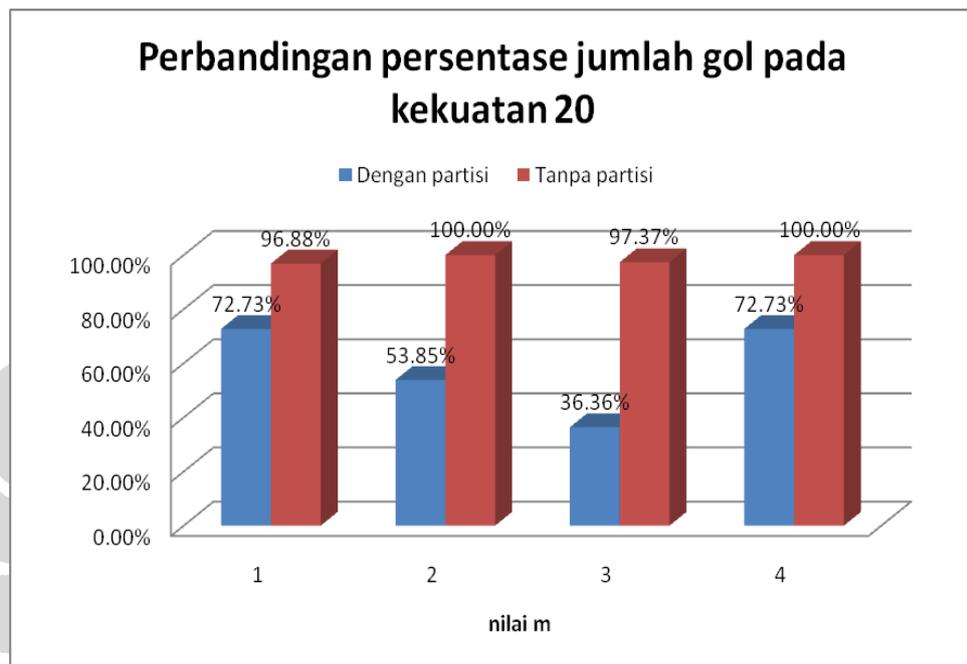
		KickPower				
		10	20	30	40	50
m	1	100.00%	72.73%	50.00%	73.68%	78.57%
	2	-	53.85%	55.17%	67.86%	81.40%
	3	100.00%	36.36%	32.26%	44.83%	79.07%
	4	-	72.73%	28.57%	32.35%	47.83%

Sedangkan hasil dari eksperimen tanpa implementasi partisi dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Persentase Jumlah Gol Tanpa Implementasi Partisi

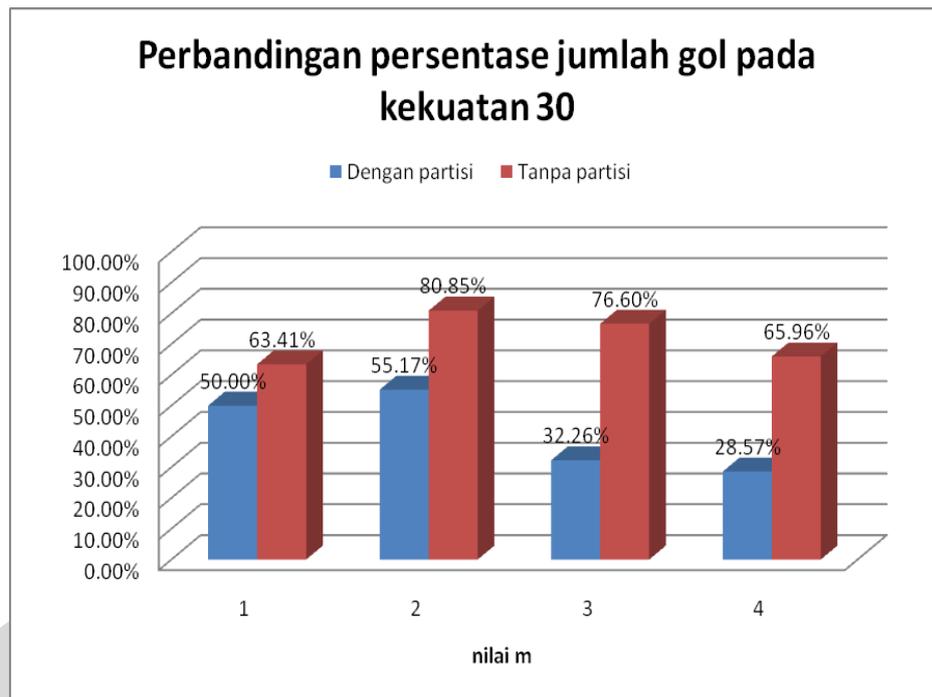
		KickPower				
		10	20	30	40	50
m	1	100.00%	96.88%	63.41%	72.55%	69.64%
	2	100.00%	100.00%	80.85%	70.00%	75.38%
	3	100.00%	97.37%	76.60%	68.97%	77.59%
	4	100.00%	100.00%	65.96%	73.85%	63.64%

Selain data pada kekuatan 10 yang tidak dapat digunakan, Data dari eksperimen dengan kekuatan lain dapat dibandingkan dari Gambar 5.1 berikut.

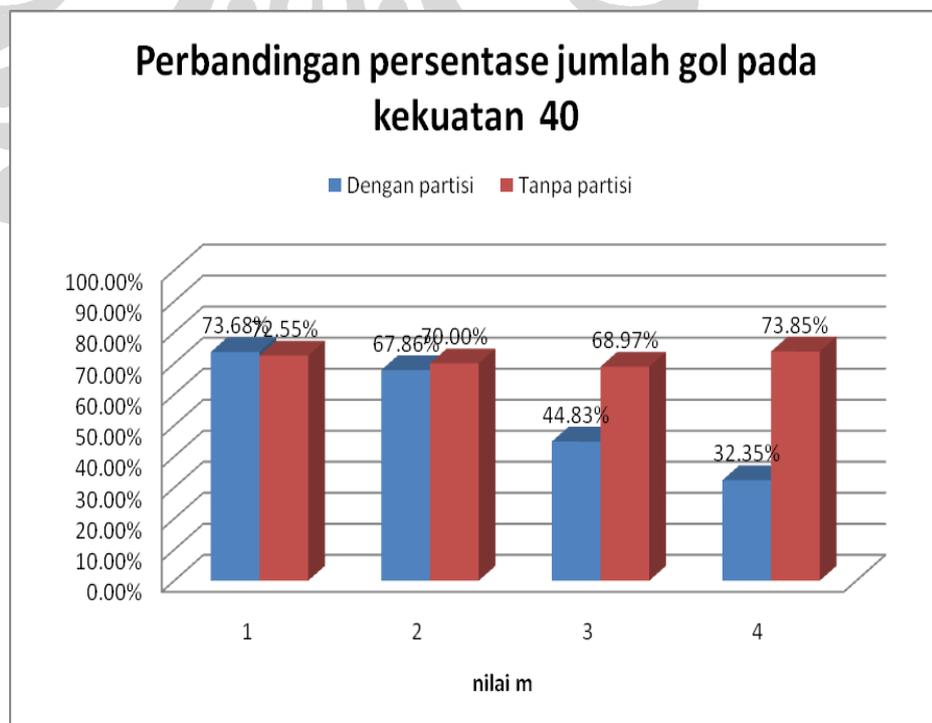


Gambar 5.1 Perbandingan Persentase Jumlah Gol Pada Kekuatan 20

Seperti terlihat pada gambar, implementasi partisi tidak berpengaruh baik pada strategi yang digunakan. Semakin besar nilai m semakin besar pula penurunan kinerja strategi. Ini disebabkan makin besar nilai m robot makin jarang melakukan operan. Namun karena bola terlalu pelan, sebelum sampai ke robot gawang lawan bola sudah dipotong oleh robot musuh karena terlalu banyak musuh yang menghadang. Hal yang sama terjadi pula pada kekuatan 30 dan 40 seperti terlihat pada Gambar 5.2 dan 5.3 berikut.



Gambar 5.2 Perbandingan Persentase Jumlah Gol Pada Kekuatan 30

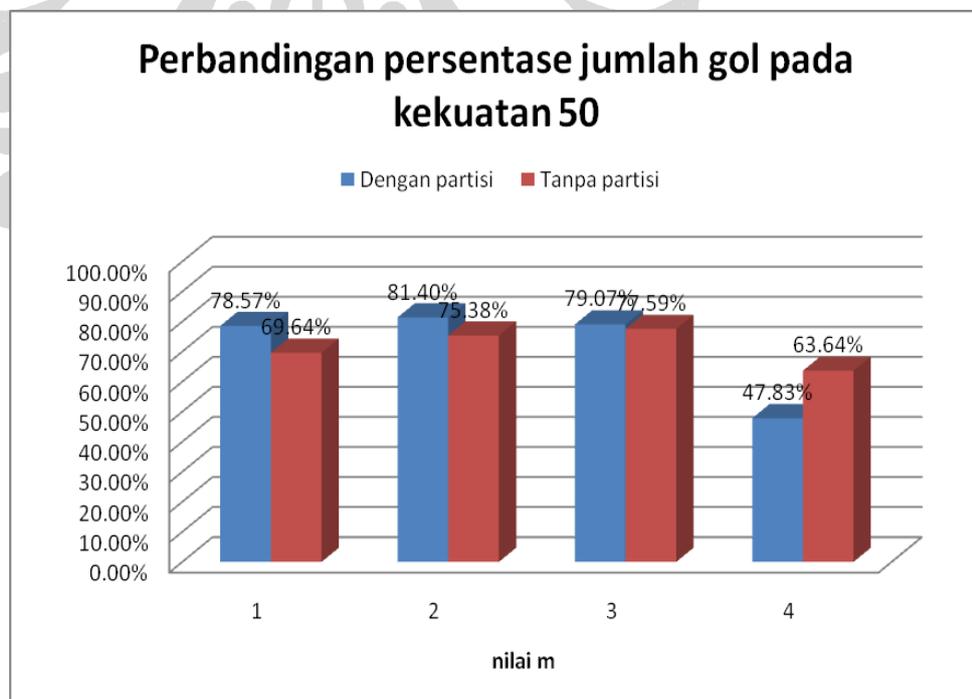


Gambar 5.3 Perbandingan Persentase Jumlah Gol Pada Kekuatan 40

Penggunaan partisi pada kekuatan 30-40 terlihat menimbulkan penurunan kinerja strategi. Namun selisihnya cenderung mengalami penurunan. Nilai pada eksperimen dengan partisi terlihat mengalami peningkatan terutama pada nilai $m = 1$. Sedangkan nilai pada eksperimen yang tidak mengimplementasi partisi terlihat konstan dan tidak mengalami perubahan.

Namun nilai pada $m = 4$ terlihat konstan dan justru lebih rendah daripada nilai pada kekuatan 20. Hal ini mungkin terjadi karena pada saat $m = 4$ tidak terjadi passing sama sekali sehingga implementasi partisi justru menyulitkan robot untuk menyerang karena robot terbagi di 3 partisi.

Dari pola yang terlihat, dapat diasumsikan bahwa kinerja robot dengan menggunakan partisi akan mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya kekuatan tendangan. Dan pada suatu variabel akan lebih baik dibanding robot yang tidak mengimplementasikan partisi.



Gambar 5.4 Perbandingan Persentase Jumlah Gol Pada Kekuatan 50

Pada Gambar 5.4 terlihat pada kekuatan 50 implementasi partisi meningkatkan kinerja strategi keculi pada saat $m = 4$. Hal ini disebabkan karena saat $m = 4$, robot tidak akan melakukan passing. Jadi tendangan akan selalu mengarah ke gawang musuh. Hal ini terkadang bagus, karena mungkin saja robot lain di tim sendiri lebih dekat ke gawang lawan dibandingkan robot penyerang tim lawan. Dan robot tersebut dapat mencetak gol dengan mudah. Namun kejadian ini tidak begitu sering terjadi karena dalam strategi yang digunakan robot akan mencoba mengejar bola sambil tetap berada di partisinya. Sehingga kemungkinan besar robot akan berada tidak jauh dari robot musuh.

Lalu pada nilai m yang lain, Passing yang dilakukan cukup efektif untuk menjauhkan bola dari musuh dan memberi kesempatan robot rekan satu tim untuk menembak bola ke gawang musuh. Peningkatan paling tinggi terlihat pada saat $m = 2$. Hal ini disebabkan karena pada saat $m = 1$ bola terlalu sering dioper ke robot lain dan tembakan ke gawang jarang dilakukan. Namun memang sebagian besar tembakan menghasilkan gol. Sedangkan pada saat nilai $m = 3$ robot terlalu sering menembak ke arah gawang lawan walaupun banyak robot musuh yang dapat mengganggu jalannya bola. Sehingga bola dapat dengan mudah direbut oleh musuh.

Selanjutnya diperiksa pengaruh penggunaan partisi terhadap persentase penguasaan bola. Hasil dari eksperimen menyangkut pengaruh penggunaan partisi dalam penguasaan bola dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Persentase Penguasaan Bola Dengan Implementasi Partisi

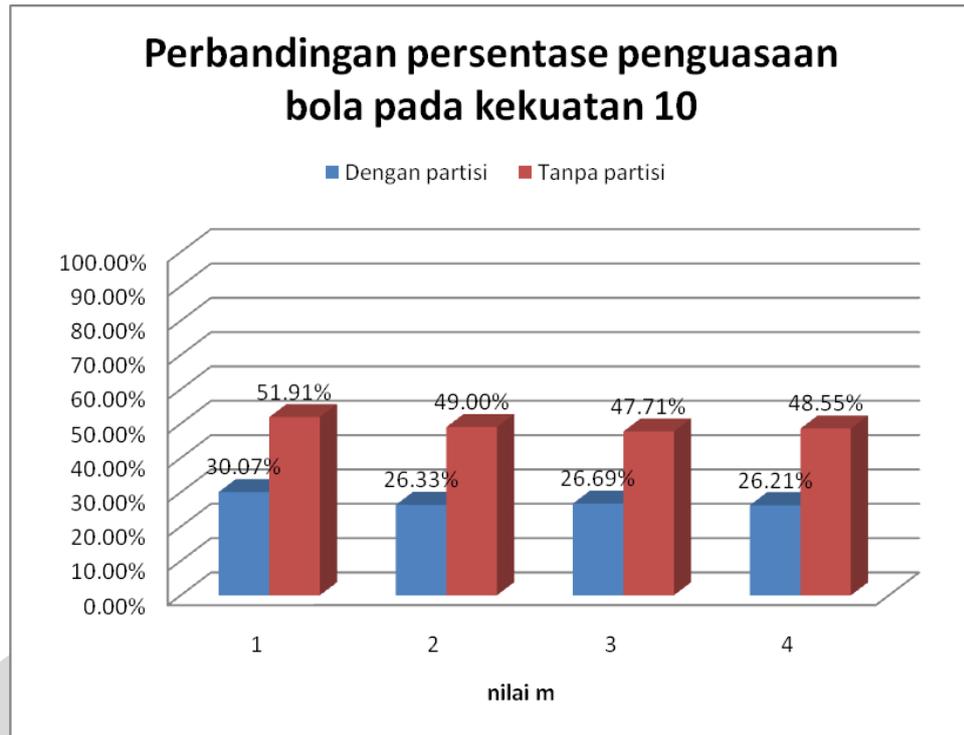
		KickPower				
		10	20	30	40	50
m	1	30.07%	31.53%	40.12%	48.67%	49.81%
	2	26.33%	30.10%	38.29%	40.87%	43.41%
	3	26.69%	30.14%	34.73%	40.12%	44.87%
	4	26.21%	31.13%	31.78%	36.46%	36.90%

Hasil eksperimen yang menampilkan persentase penguasaan bola tanpa implementasi partisi dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Persentase Penguasaan Bola Tanpa Implementasi Partisi

		KickPower				
		10	20	30	40	50
m	1	51.91%	58.56%	57.59%	55.89%	54.47%
	2	49.00%	54.68%	55.28%	55.38%	57.67%
	3	47.71%	49.93%	53.50%	48.81%	51.99%
	4	48.55%	49.12%	49.60%	49.18%	49.10%

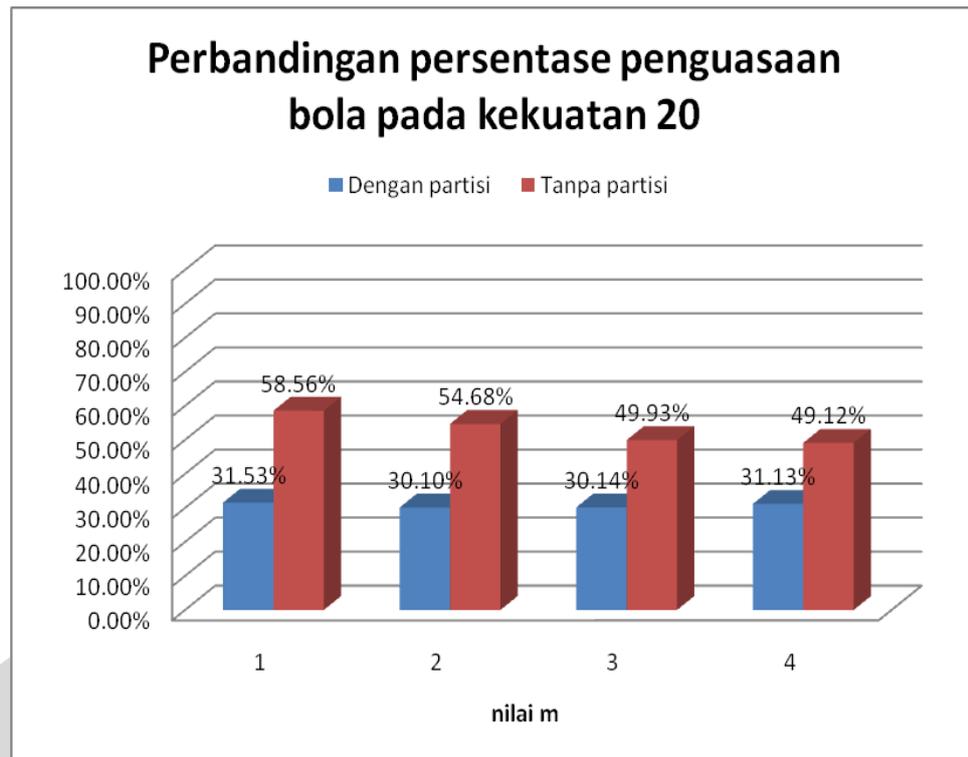
Untuk persentase penguasaan bola, nilai pada kekuatan 10 dapat digunakan. Perbandingan nilai persentase penguasaan bola dapat dilihat pada Gambar 5.5



Gambar 5.5 Perbandingan Persentase Penguasaan Bola Pada Kekuatan 10

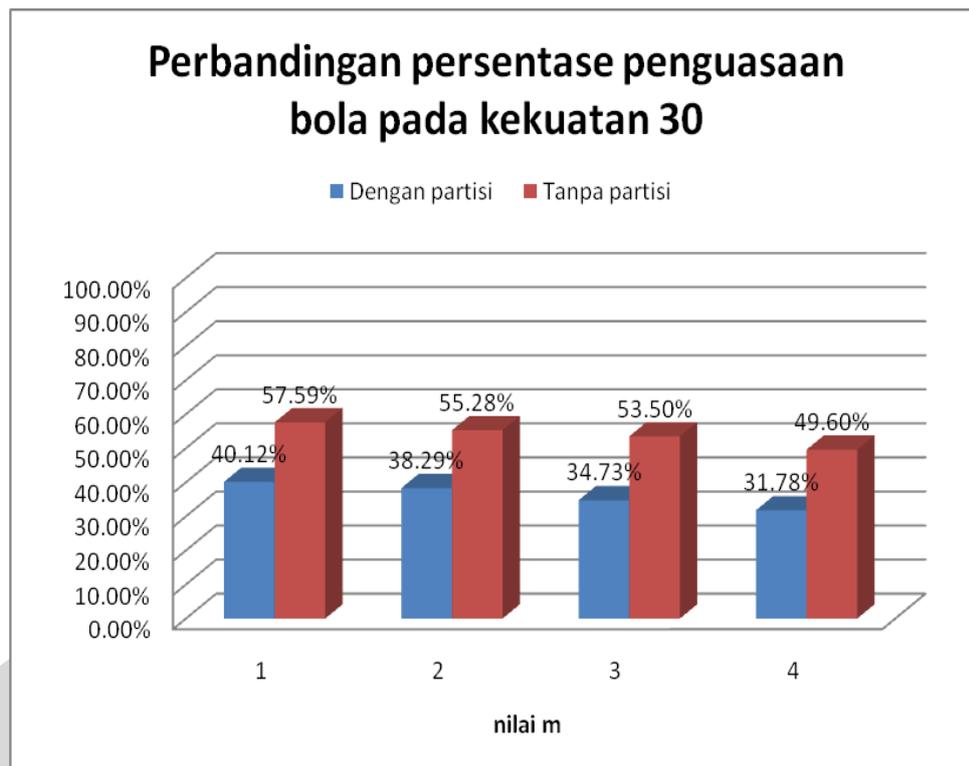
Dari gambar dapat dilihat bahwa penggunaan partisi mengurangi penguasaan bola pada kekuatan 10. Tanpa penggunaan partisi, penguasaan bola cukup berimbang antara kedua tim. Namun dengan implementasi partisi penguasaan bola turun menjadi hanya 1/3 dari setiap kesempatan.

Selanjutnya, perbandingan persentase penguasaan bola pada kekuatan 20 dapat dilihat pada Gambar 5.6.



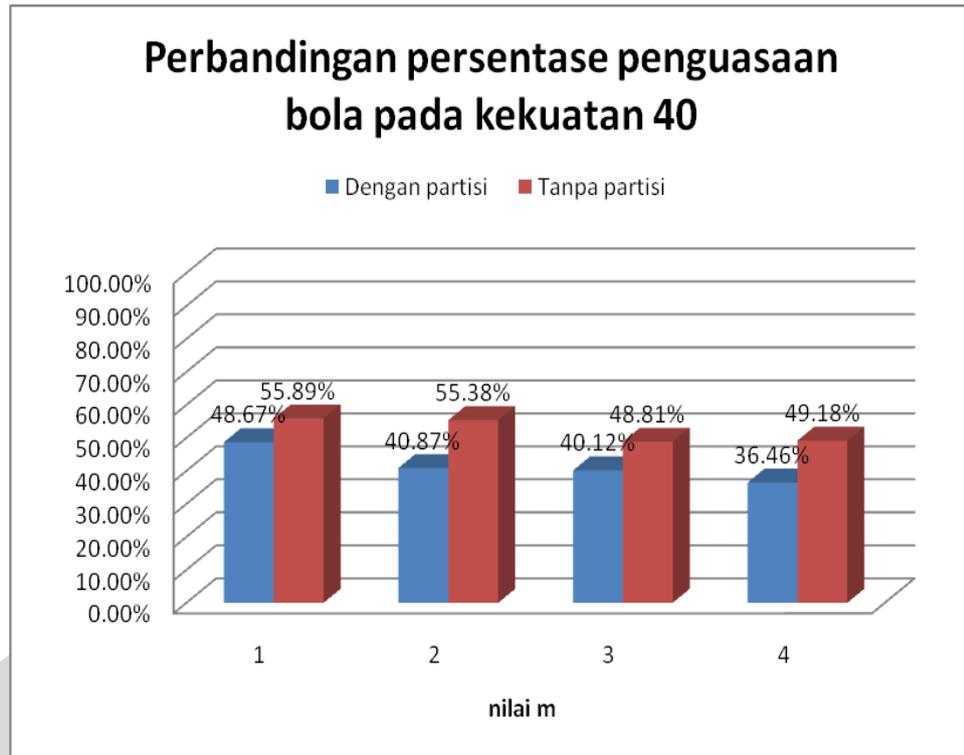
Gambar 5.6 Perbandingan Persentase Penguasaan Bola Pada Kekuatan 20

Pada kekuatan 20, masih belum terlihat perubahan yang mencolok pada nilai persentase. Namun untuk lebih memastikan, grafik persentase penguasaan bola pada kekuatan 30 dapat dilihat pada Gambar 5.7 berikut.



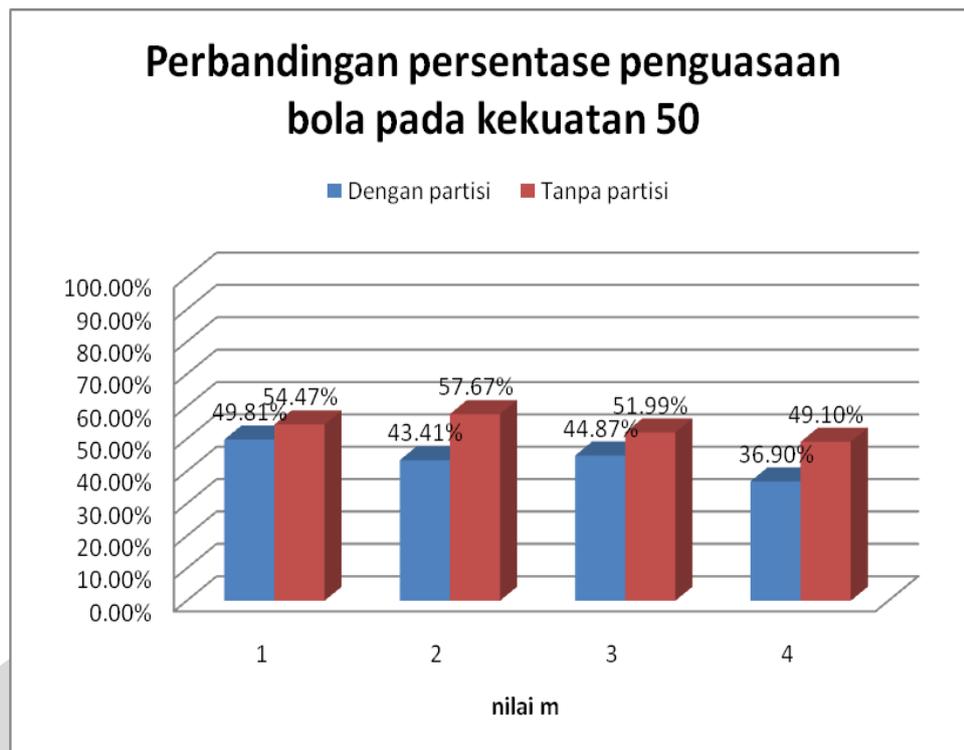
Gambar 5.7 Perbandingan Persentase Penguasaan Bola Pada Kekuatan 30

Pada kekuatan 20 nilai persentase penguasaan bola tidak jauh berbeda dengan saat kekuatan 10 namun pada saat kekuatan 30 nilainya mulai berubah jauh. Perbedaan kekuatan yang sedikit kelihatannya belum terlalu mempengaruhi hasil pengujian saat kekuatan 20. Perubahan baru muncul saat perbedaan kekuatan cukup untuk menembak bola melewati robot lawan ke arah robot rekan satu tim. Namun untuk lebih memastikan lagi perlu dilihat hasil pada beberapa variabel yang lain.



Gambar 5.8 Perbandingan Persentase Penguasaan Bola Pada Kekuatan 40

Pada kekuatan 40, nilai penguasaan bola saat menggunakan partisi mulai mendekati nilai saat partisi tidak diimplementasikan. Bahkan nilainya sudah tidak begitu jauh berbeda dengan nilai eksperimen dengan partisi.



Gambar 5.9 Perbandingan Persentase Penguasaan Bola Pada Kekuatan 50

Nilai pada kekuatan 50 sedikit bertambah dibandingkan nilai pada kekuatan 40, namun peningkatannya lebih kecil dibandingkan peningkatan sebelumnya. Mulai kekuatan 30 sampai kekuatan 50 peningkatan penguasaan bola mengalami penurunan walaupun nilainya makin mendekati nilai eksperimen tanpa partisi.

Dari hasil yang didapat, bisa ditarik kesimpulan bahwa persentase penguasaan bola pada eksperimen dengan partisi nilainya akan relatif berada dibawah nilai persentase pada eksperimen tanpa partisi.

Hal ini disebabkan pada eksperimen dengan menggunakan partisi bola harus dapat ditembakkan cukup jauh dari robot musuh kearah robot rekan satu tim agar robot tersebut dapat mengambil bola lebih cepat dari musuh. Karena saat kekuatan makin tinggi tendangan operan yang dilakukan lebih jauh dibandingkan dengan saat kecepatan lebih rendah, pada eksperimen dengan partisi operan yang dilakukan dapat menghemat waktu lebih banyak dibandingkan dengan saat eksperimen tanpa partisi.

Hal ini terjadi karena pada kekuatan tinggi bola akan berpindah jauh hanya dengan beberapa tendangan. Namun tanpa partisi posisi robot terlalu dekat untuk operan jauh, sehingga terkadang robot perlu untuk mengejar bola bersama dengan robot musuh. Karena itu bola kemungkinan besar direbut oleh musuh. Tapi karena robot penyerang berkumpul di dekat robot musuh, saat robot musuh menembak bola, robot tim dapat merebut bola dengan cara yang sama.

Tapi dengan partisi posisi robot rekan satu tim cukup jauh dari robot yang mengoper bola sehingga setelah bola ditembakkan robot pengoper, robot sasaran dapat mengambil bola lebih dulu dibanding robot musuh. Tapi dengan begini jumlah tendangan yang diperlukan akan lebih kecil dibandingkan saat tidak menggunakan partisi. Karena jika robot terlalu dekat, operan yang terjadi terkadang terlalu pendek sehingga memerlukan lebih banyak tendangan dibanding saat eksperimen dengan implementasi partisi.

Terakhir, diperiksa pengaruh partisi terhadap persentase penguasaan lapangan. Hasil dari eksperimen yang menunjukkan hal ini dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Persentase Penguasaan Lapangan Dengan Implementasi Partisi

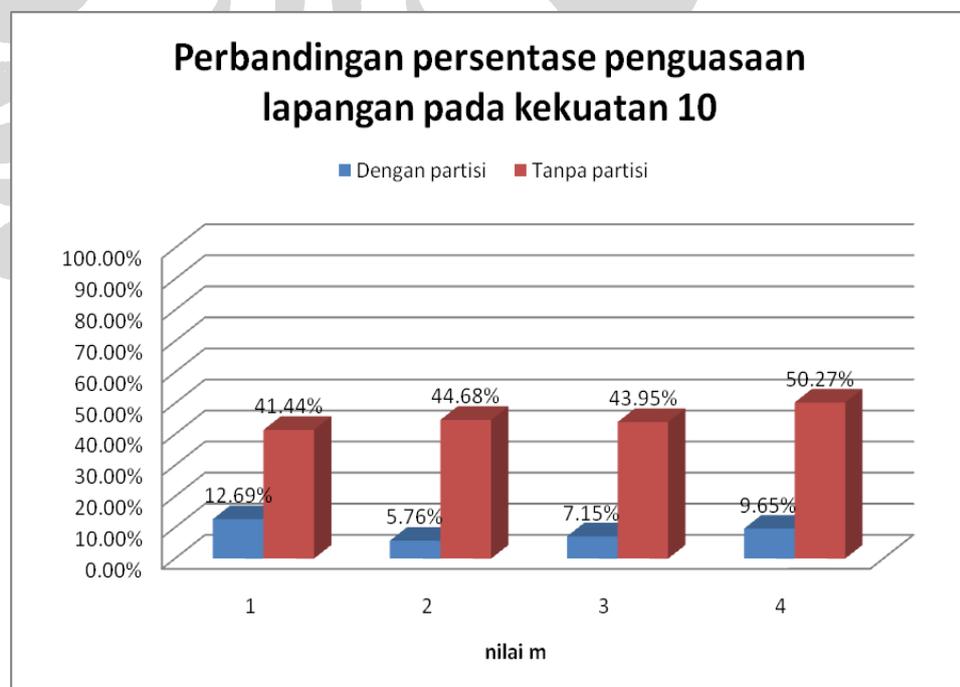
		KickPower				
		10	20	30	40	50
m	1	12.69%	15.20%	30.45%	40.26%	53.79%
	2	5.76%	15.17%	32.78%	33.91%	54.39%
	3	7.15%	13.97%	24.86%	35.04%	36.88%
	4	9.65%	13.00%	17.24%	24.88%	24.23%

Lalu Tabel yang menunjukkan persentase penguasaan lapangan pada eksperimen tanpa implementasi partisi dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Persentase Penguasaan Lapangan Tanpa Implementasi Partisi

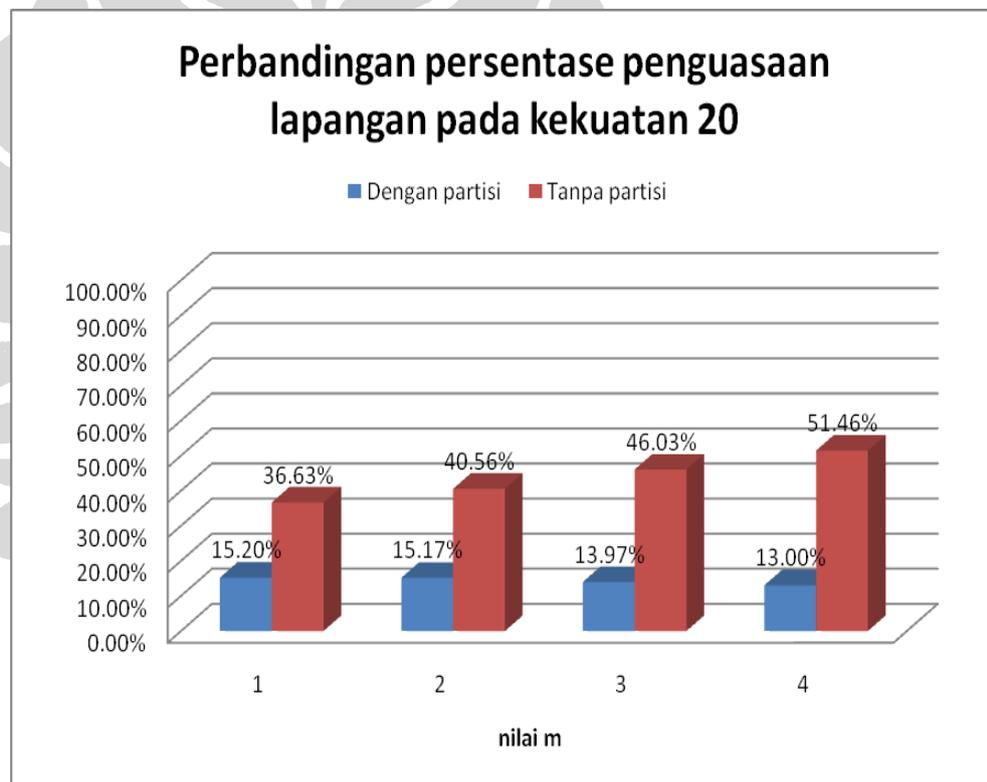
		KickPower				
		10	20	30	40	50
m	1	41.44%	36.63%	37.65%	34.30%	28.23%
	2	44.68%	40.56%	36.62%	38.25%	36.82%
	3	43.95%	46.03%	45.30%	38.46%	36.77%
	4	50.27%	51.46%	46.79%	45.27%	38.29%

Untuk lebih jelasnya, perbandingan penguasaan lapangan pada kekuatan 10 dapat dilihat pada Gambar 5.10.



Gambar 5.10 Perbandingan Persentase Penguasaan Lapangan Pada Kekuatan 10

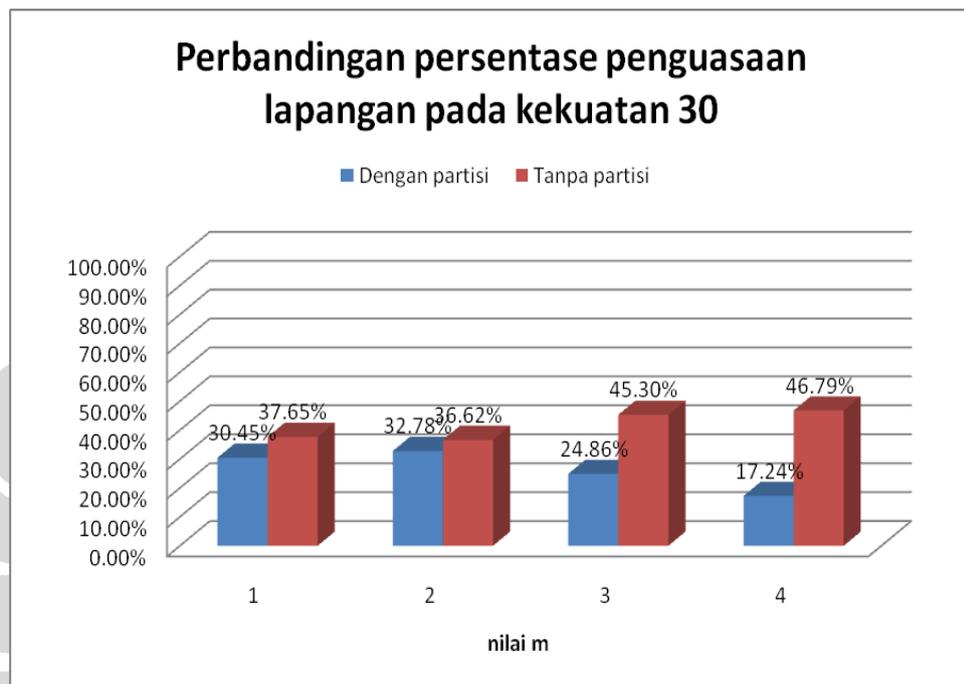
Seperti pada nilai persentase jumlah gol dan persentase penguasaan bola, pada nilai persentase penguasaan lapangan nilainya lebih kecil dari saat tidak menggunakan partisi. Bahkan dibanding nilai saat tidak menggunakan partisi, saat partisi diimplementasikan persentase penguasaan lapangannya turun sampai 1/10 kali lipat. Dibanding itu, nilai saat partisi tidak diimplementasikan terlihat berada di kisaran 50 %. Namun belum tentu nilai ini akan membaik dengan penambahan kecepatan. Untuk melihat apakah ada perubahan yang terjadi perlu dilihat perbandingan penguasaan lapangan pada kekuatan 20 pada Gambar 5.11.



Gambar 5.11 Perbandingan Persentase Penguasaan Lapangan Pada Kekuatan 20

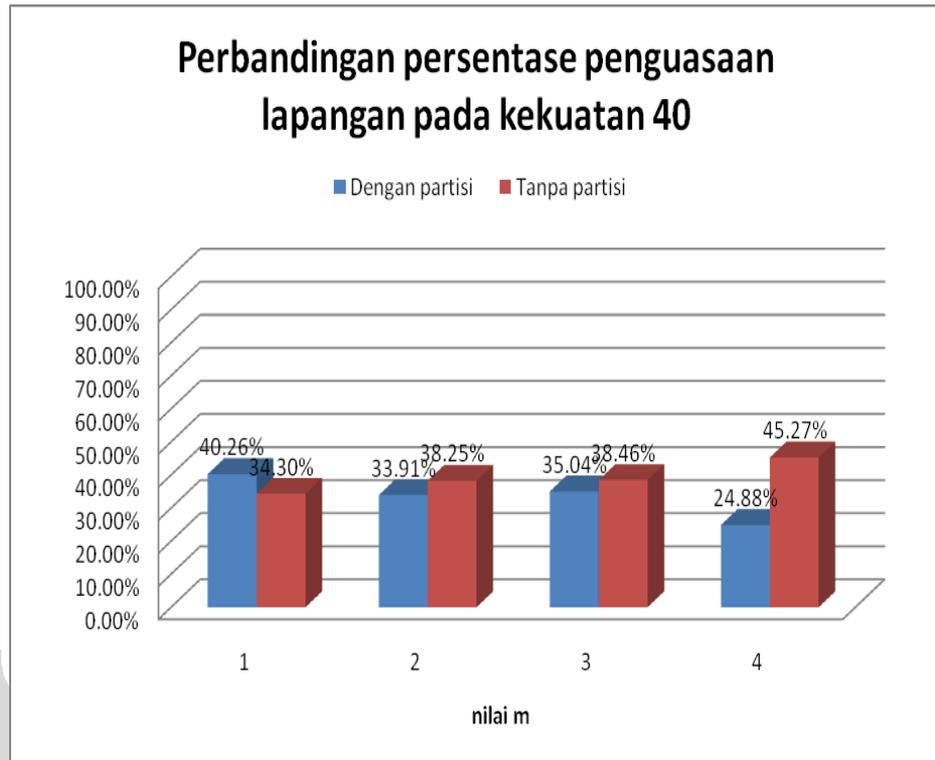
Seperti yang terjadi sebelumnya, nilai persentasenya bertambah pada eksperimen dengan menggunakan partisi saat kekuatannya bertambah. Namun perbedaannya masih terlalu jauh untuk dijadikan patokan. Tapi hal ini mungkin disebabkan nilai awalnya yang memang terlalu kecil. Karena

itu perlu dilihat gambar untuk besar kekuatan lain. Sebaliknya, nilai pada saat partisi tidak diimplementasikan terlihat mengalami sedikit penurunan. Terutama pada nilai m yang kecil.



Gambar 5.12 Perbandingan Persentase Penguasaan Lapangan Pada Kekuatan 30

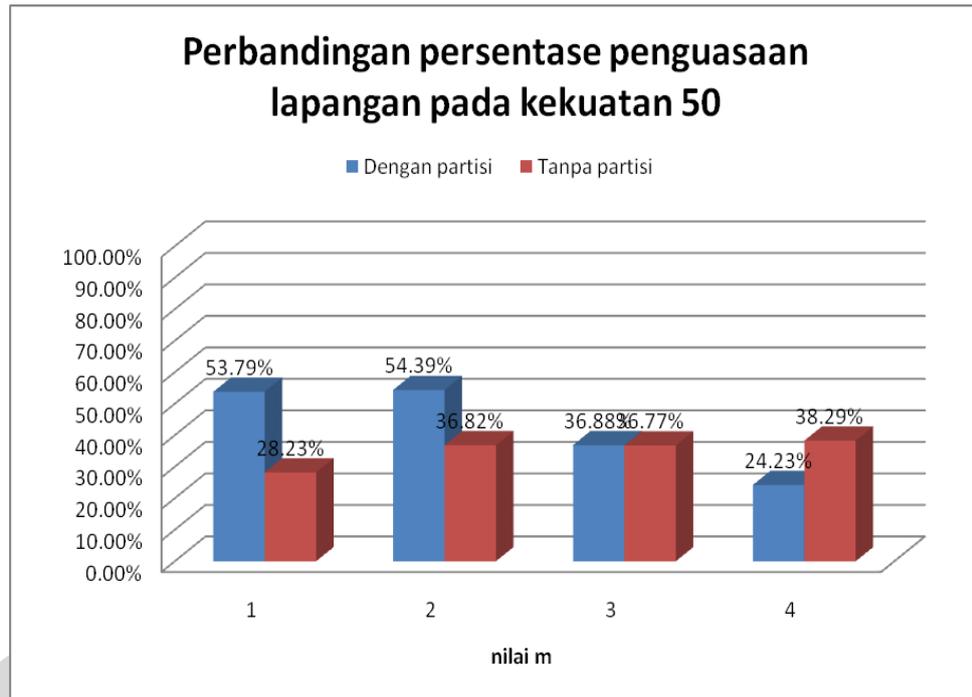
Pada kekuatan 30, Persentase penguasaan bola untuk eksperimen tanpa partisi tidak mengalami perubahan. Namun pada eksperimen dengan implementasi partisi, nilainya bertambah cukup jauh. Perbedaan paling besar terlihat pada nilai m yang lebih kecil dimana nilainya hanya memiliki perbedaan kecil. Kelihatannya kekuatan tendangan robot yang tinggi berdampak positif pada eksperimen dengan penggunaan partisi, dan berdampak negatif pada eksperimen tanpa penggunaan partisi. Terutama saat nilai m makin kecil, pengaruhnya paling terlihat jelas.



Gambar 5.13 Perbandingan Persentase Penguasaan Lapangan Pada Kekuatan 40

Pada kekuatan 40, Nilai persentase penguasaan bola pada eksperimen dengan implementasi partisi terus meningkat. Bahkan pada nilai $m = 1$ persentase penguasaan bola dengan implementasi partisi mengalahkan nilai persentase tanpa penggunaan partisi.

Namun untuk nilai m yang lain strategi tanpa partisi terlihat lebih efektif. Terutama pada saat nilai $m = 4$ dimana nilainya masih berbeda jauh. Tapi nilai persentase eksperimen yang menggunakan partisi kemungkinan besar akan mengalahkan nilai eksperimen tanpa implementasi partisi dilihat dari peningkatan kinerja strategi yang terjadi seiring meningkatnya kekuatan tendangan. Untuk memastikan hal itu perlu dilihat perbandingannya pada kekuatan 50 pada Gambar 5.14.



Gambar 5.14 Perbandingan Persentase Penguasaan Lapangan Pada Kekuatan 50

Pada kekuatan 50, persentase penguasaan lapangan pada eksperimen dengan implementasi partisi mengungguli nilai pada eksperimen tanpa implementasi partisi. Bahkan semakin kecil nilai m , perbedaannya semakin terlihat. Kecuali pada saat nilai $m = 4$ dimana nilainya tidak mengalami perubahan yang signifikan.

Situasi ini terjadi karena saat kekuatan tendangan rendah, bola tidak dapat ditembak jauh. Sedangkan robot sasaran berada jauh dari robot aktif. Bola yang dioper ke robot rekan satu tim tidak dapat mencapai tujuan dan direbut oleh pemain musuh. Sehingga permainan berkutat di satu bagian lapangan dimana robot kedua tim saling balas menembak bola. Namun saat partisi diimplementasikan, kekuatan robot terbagi di partisinya masing-masing, sehingga musuh dapat mendesak robot lebih jauh.

Saat kekuatan meningkat, perbedaan jumlah ini tertutupi oleh operan yang dilakukan. Posisi robot yang berjauhan menyebabkan operan yang jauh menjadi lebih efektif untuk menjauhkan bola dari musuh. Terutama saat berada di lapangan sendiri dimana ada 3 robot yang dapat saling mengoper.

Sehingga saat bola berada di lapangan sendiri, bola dapat dengan mudah ditembakkan ke arah lapangan lawan.

Namun saat bola berada di lapangan lawan, Robot penyerang berkurang menjadi 2 robot, sehingga butuh waktu lebih lama di lapangan musuh. Tapi dengan bantuan operan perbedaan jumlah ini dapat diatasi, karena robot musuh cenderung berkumpul di satu bagian lapangan. Jika bola ditembak jauh, besar kemungkinan bola akan diambil oleh rekan satu tim.

Jika semua robot berada di satu bagian lapangan, maka biarpun bola sepenuhnya dikendalikan tim, namun tetap saja bola berada di lapangan sendiri. Karena penguasaan lapangan dihitung dari jumlah iterasi dimana bola berada di sebuah lapangan, maka saat eksperimen tanpa partisi dimana operan yang dilakukan dilakukan antar robot yang berdekatan, kemungkinan besar bola juga tidak akan berpindah jauh dari tempatnya semula dan masih berada di lapangan yang sama.

Saat partisi digunakan dan nilai m cukup kecil, strategi ini jauh lebih unggul dibandingkan tanpa menggunakan partisi, bahkan seperti yang telah dijelaskan, persentase golnya sangat tinggi. Karena itu walaupun untuk melakukan satu kali percobaan tembakan ke gawang dibutuhkan saling oper yang memakan iterasi yang lebih sedikit dibanding saat musuh mencoba mencetak gol, namun karena dalam satu pertandingan tim robot lebih sering mencetak gol, maka jumlah iterasi di lapangan lawan cukup banyak.

Penggunaan partisi bertujuan untuk memecah robot agar menguasai sebagian besar area lapangan. Namun ini juga berarti kekuatan robot juga terbagi 3. Namun apabila robot dapat melakukan operan ke robot rekan satu tim, maka kinerjanya justru akan lebih baik. Namun penggunaan partisi tidak akan efektif jika bola tidak dapat mencapai robot rekan satu tim.

Dari situ dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan partisi bergantung dari apakah operan juga digunakan dan berapa kekuatan tendangan robot. Jika situasinya mendukung, penggunaan partisi dapat meningkatkan kinerja strategi, namun bila tidak, implementasinya justru akan memperburuk kinerjanya.

5.2.2 Pengaruh Nilai “m” Secara Global

Nilai m adalah nilai jumlah musuh terbanyak yang boleh ada di depan robot. Jika jumlah robot musuh di depan robot lebih banyak daripada nilai ini, maka operan akan dilakukan. Dan jika jumlah robot musuh sama atau lebih kecil, maka tendangan ke gawang akan dilakukan.

Karena pengaruh nilai m dalam hubungannya dengan penggunaan partisi dan kekuatan tendangan robot sudah dibahas dalam subbab 5.2.1, pada bab ini akan dianalisa pengaruh nilai m secara global dari seluruh eksperimen yang dilakukan.

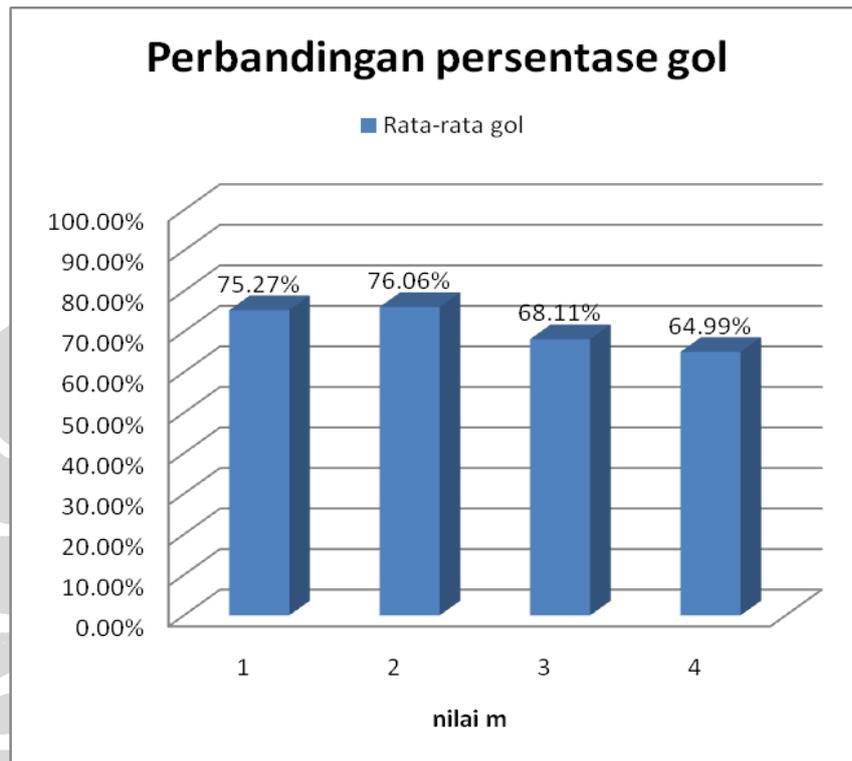
Untuk melihat pengaruh nilai m ini, dihitung rata-rata nilai dari setiap percobaan dengan nilai m yang sama. Dari situ barulah jumlahnya dibandingkan. Untuk setiap variabel percobaan, dihitung rata-rata persentasenya untuk setiap nilai m satu persatu.

Pertama – tama, dilihat pengaruh nilai m pada persentase jumlah gol yang dilakukan. Nilainya dapat dilihat pada Tabel 5.10 berikut.

Tabel 5.10 Rata-rata Persentase Jumlah Gol Untuk Setiap Nilai m

m	AVG
1	75.27%
2	76.06%
3	68.11%
4	64.99%

Untuk lebih jelasnya, persentase jumlah gol dapat dilihat pada Gambar 5.15 berikut.



Gambar 5.15 Perbandingan Rata-Rata Jumlah Gol Untuk Setiap Nilai m

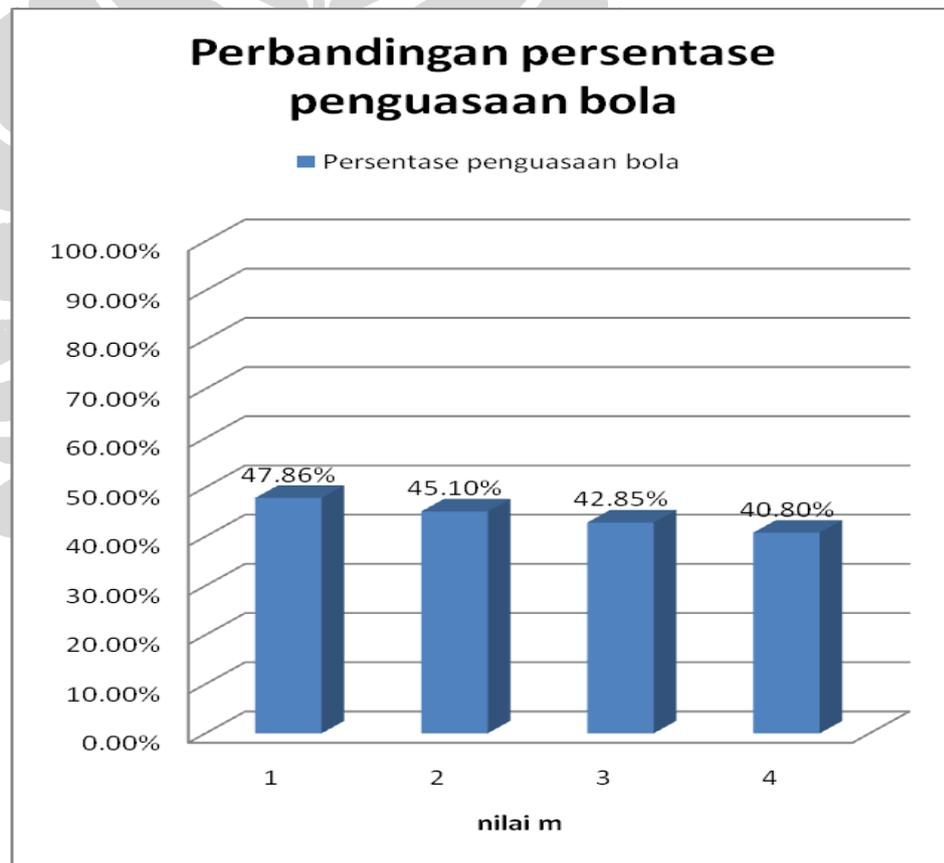
Nilai $m = 2$ terlihat paling tinggi, namun nilai persentasenya tidak begitu jauh dengan saat $m = 1$. Karena itu nilai ini belum bisa dibilang lebih baik daripada $m = 1$. Untuk implementasi dalam strategi, nilai $m = 1$ dan $m = 2$ dapat dianggap sebagai nilai optimal untuk meningkatkan jumlah gol.

Selanjutnya Perbandingan rata-rata persentase penguasaan bola dapat dilihat pada Tabel 5.11 berikut.

Tabel 5.11 Rata-rata Persentase Penguasaan Bola Untuk Setiap Nilai m

m	AVG
1	47.86%
2	45.10%
3	42.85%
4	40.80%

Untuk lebih jelasnya, rata-rata persentase penguasaan bola dapat dilihat pada Gambar 5.16 berikut.



Gambar 5.16 Perbandingan Rata-rata Persentase Penguasaan Bola Untuk Setiap Nilai m

Perbandingan rata-ratanya terlihat lebih linear dengan semakin tinggi nilai m persentasenya juga akan semakin turun. Namun selisih angkanya tidak

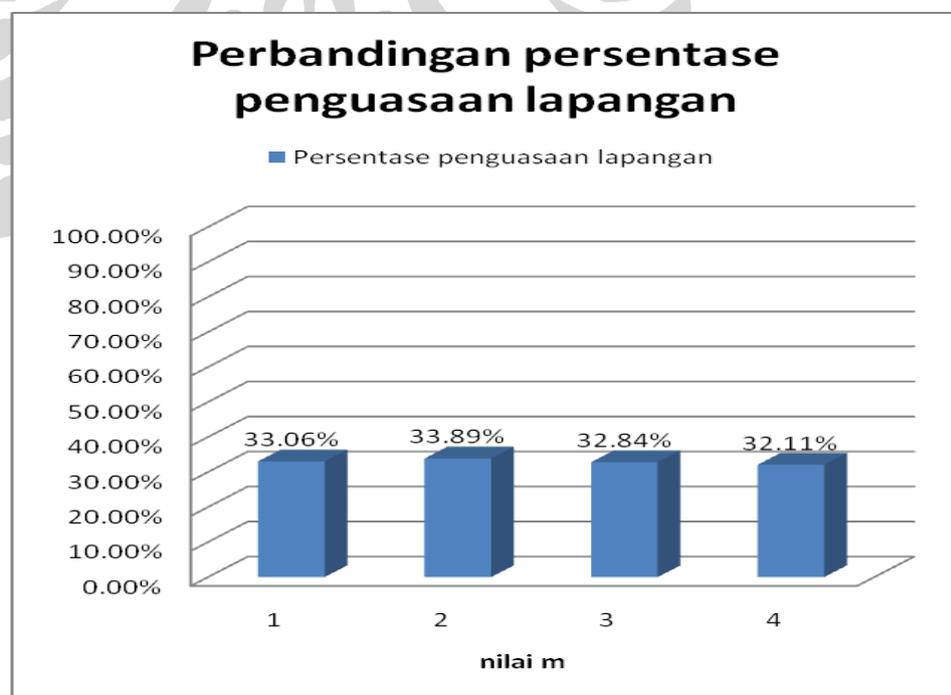
terlalu besar sehingga tidak bisa disimpulkan nilai m terbaik untuk meningkatkan penguasaan bola di setiap situasi.

Terakhir, dibandingkan rata-rata persentase penguasaan lapangan untuk setiap nilai m . Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.12

Tabel 5.12 Rata-rata Persentase Penguasaan Lapangan Untuk Setiap Nilai m

m	AVG
1	33.06%
2	33.89%
3	32.84%
4	32.11%

Untuk lebih jelasnya, perbandingan ini dapat dilihat pada Gambar 5.17.



Gambar 5.17 Perbandingan Rata-rata Persentase Penguasaan Lapangan Untuk Setiap Nilai m

Nilai rata-rata dari persentase penguasaan lapangan terlihat tidak jauh berbeda, Karena itu, dalam hal penguasaan lapangan nilai m tidak berpengaruh besar.

Dari ketiga parameter tersebut terlihat nilai m tidak memberikan pengaruh besar terhadap kinerja strategi. Namun angka tersebut adalah rata-rata dari seluruh kecepatan bola. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, performa strategi sangat bergantung pada kondisi di lapangan. Karena itu yang dapat ditarik kesimpulan dari sini adalah tidak ada nilai m yang efektif untuk semua situasi, tapi ada nilai m optimal yang efektif untuk situasi tertentu.

5.2.3 Pengaruh Kekuatan Tendangan Robot

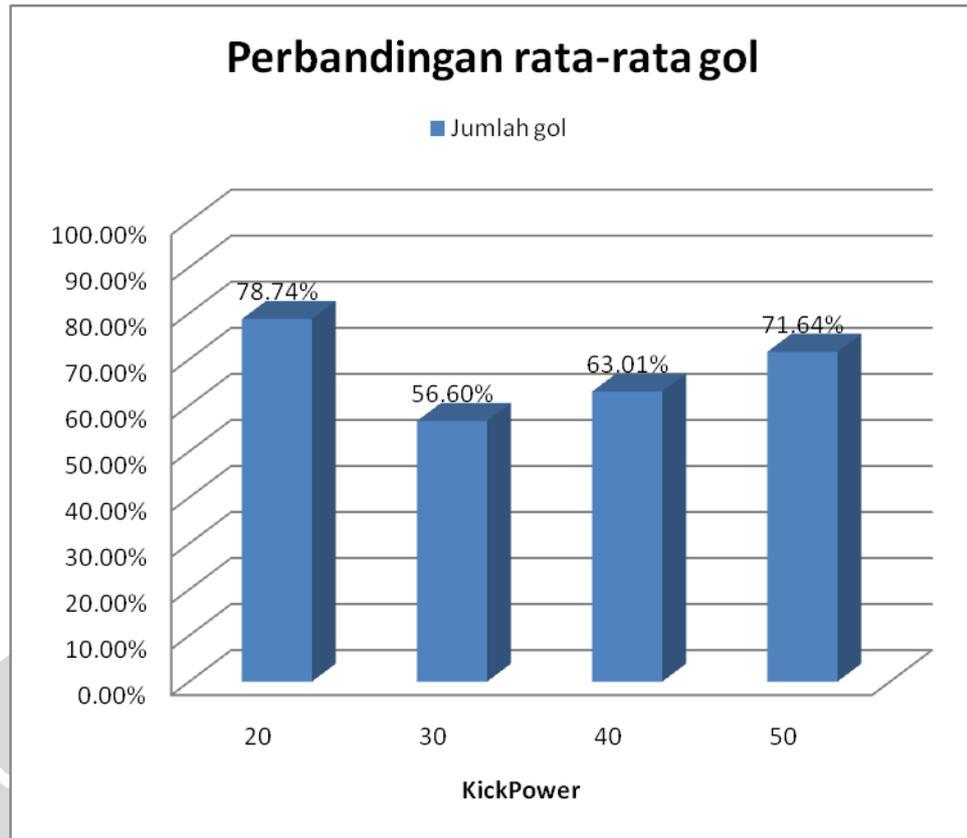
Yang dimaksud dengan kekuatan tendangan robot adalah kecepatan maksimal yang dapat dicapai oleh bola saat ditendang oleh robot. Dengan kata lain kecepatan bola saat ditembakkan oleh robot.

Untuk melihat pengaruh kekuatan tendangan robot terhadap kinerja strategi, mula-mula dilihat pengaruhnya terhadap rata-rata persentase jumlah gol. Hasilnya dapat dilihat di Tabel 5.13 berikut.

Tabel 5.13 Rata-rata Persentase Jumlah Gol Untuk Setiap Kekuatan

KickPower	10	20	30	40	50
AVG	-	78.74%	56.60%	63.01%	71.64%

Untuk lebih jelasnya, perbandingan rata-rata persentase jumlah gol dapat dilihat pada Gambar 5.18 berikut.



Gambar 5.18 Perbandingan Rata-rata Persentase Jumlah Gol Untuk Setiap Kekuatan

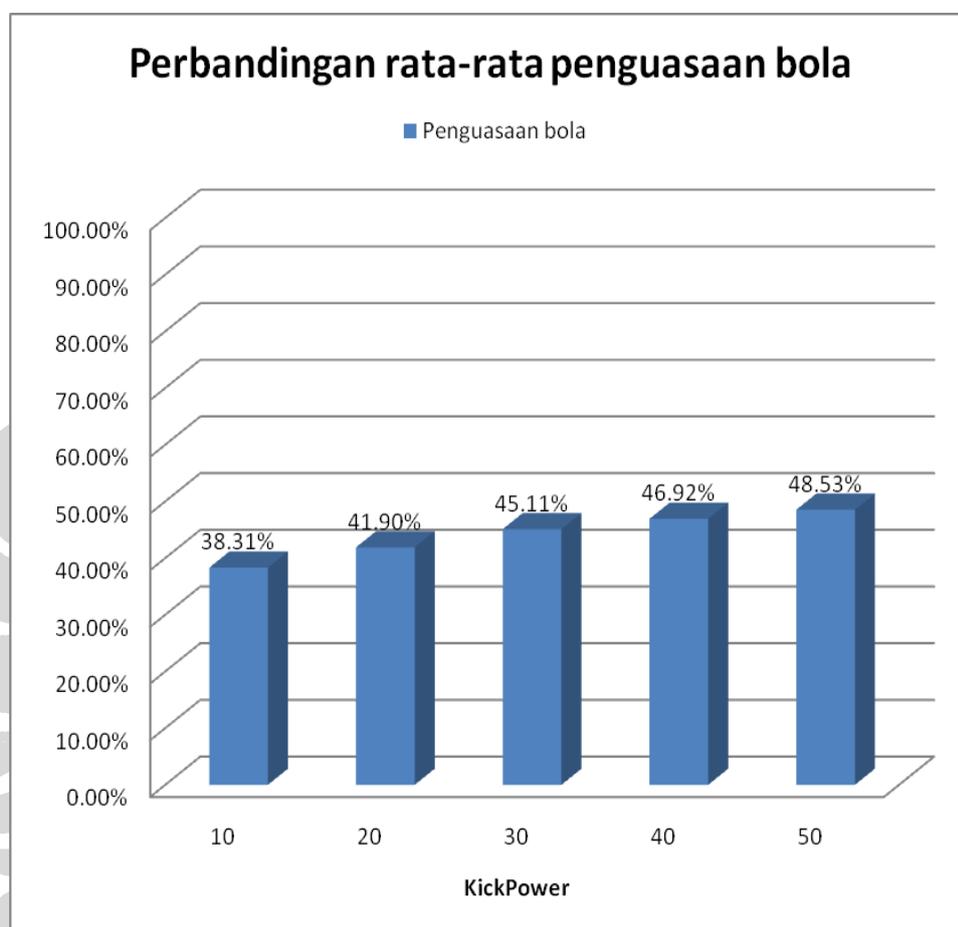
Karena nilai pada kekuatan 10 tidak ada, maka perbandingan dimulai dari kekuatan 20. Seperti terlihat, nilai tertinggi berada pada kekuatan 20. Namun nilai ini tidak dapat dijadikan acuan, karena nilai ini didapat karena tim robot musuh tidak dapat mencetak gol sehingga persentasenya menjadi 100%. Nilai yang wajar baru terlihat mulai kekuatan 30 dan semakin bertambah seiring meningkatnya kecepatan bola.

Selanjutnya diuji persentase penguasaan bola. Hasil eksperimen mengenai rata-rata persentase penguasaan bola dapat dilihat pada Tabel 5.14 berikut.

Tabel 5.14 Rata-rata Persentase Penguasaan Bola Untuk Setiap Kekuatan

KickPower	10	20	30	40	50
AVG	-	50.13%	55.36%	59.30%	64.11%

Untuk lebih jelasnya, perbandingan rata-rata penguasaan bola dapat dilihat pada Gambar 5.19 berikut.



Gambar 5.19 Perbandingan Rata-rata Persentase Penguasaan Bola Untuk Setiap Kekuatan

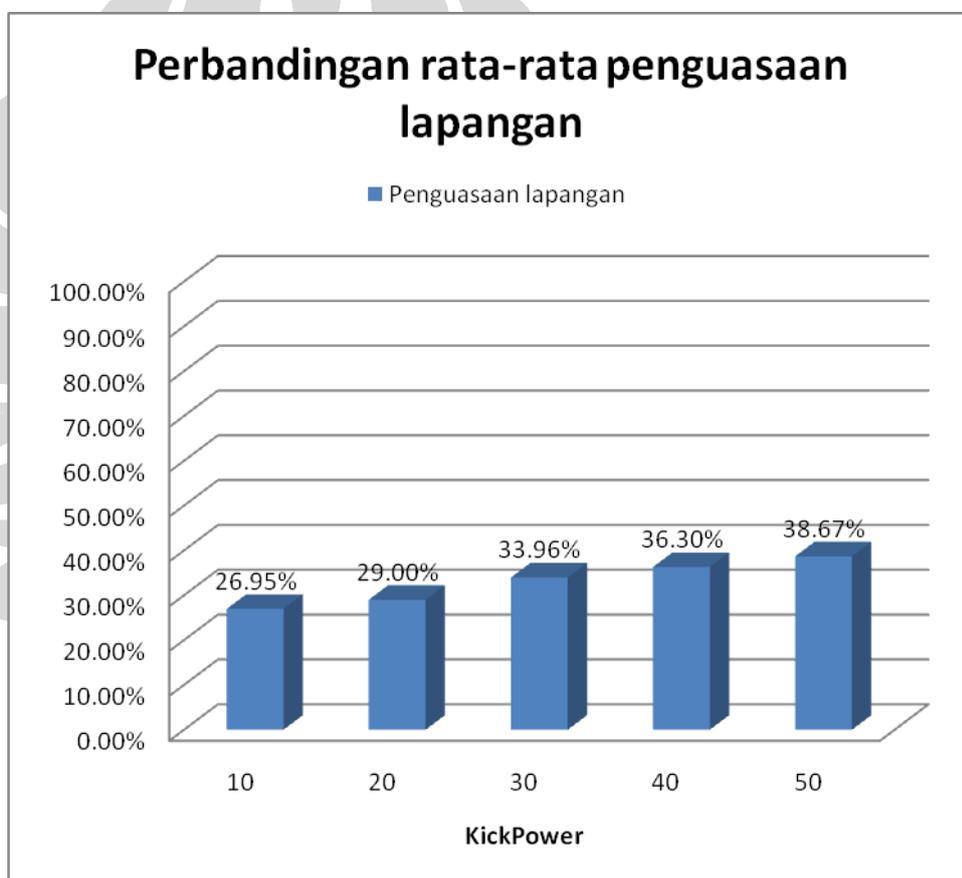
Penguasaan bola jelas terlihat mengalami peningkatan oleh penambahan kekuatan tendangan. Selisih antara 2 variabel yang saling berdekatan juga jelas. Selain itu peningkatannya terlihat linear. Karena itu dapat disimpulkan bahwa secara global peningkatan kekuatan tendangan akan meningkatkan penguasaan bola.

Terakhir, dilihat pengaruh penambahan kekuatan tendangan pada penguasaan lapangan. Hasil eksperimen mengenai rata-rata penguasaan lapangan pada setiap kecepatan dapat dilihat pada Tabel 5.15 berikut.

Tabel 5.15 Rata-rata Persentase Penguasaan Lapangan Untuk Setiap Kekuatan

KickPower	10	20	30	40	50
AVG	26.95%	29.00%	33.96%	36.30%	38.67%

Selengkapnya, rata-rata penguasaan lapangan untuk setiap kekuatan dapat dilihat pada Gambar 5.20.



Gambar 5.20 Rata-rata Persentase Penguasaan Lapangan Untuk Setiap Kekuatan

Dari Gambar 5.20, jelas terlihat bahwa penambahan kekuatan tendangan berpengaruh baik pada penguasaan lapangan. Walaupun perbedaannya tidak terlalu signifikan. Namun jelas terlihat pola peningkatan kinerja strategi dengan adanya penambahan kekuatan.

Dari ketiga variabel tersebut dapat disimpulkan bahwa kekuatan tendangan robot sangat penting untuk menunjang strategi ini. Semakin tinggi kekuatan tendangan robot, semakin jauh jarak tempuh bola, dan semakin jauh bola dari robot musuh. Karena itu kekuatan tendangan robot perlu ditingkatkan tanpa mengurangi akurasi tendangannya.

5.2.4 Kinerja Penjaga Gawang

Untuk mengukur kinerja penjaga gawang (*goalkeeper*), perlu dibandingkan persentase *blocking* yang dilakukan penjaga gawang masing-masing tim. Kekuatan tendangan, nilai m , dan penggunaan partisi mempengaruhi kinerja penjaga gawang. Namun karena variabel-variabel ini hanya dipakai oleh tim sendiri, maka yang dibandingkan adalah nilai persentase dari penjaga gawang tim lawan.

Kinerja penjaga gawang dipengaruhi oleh strategi yang digunakan musuh. Dalam eksperimen ini, robot musuh menggunakan strategi yang sama dalam setiap pertandingan. Karena itu nilai persentase kinerja penjaga gawang tim sendiri hanya dipengaruhi oleh kekuatan tendangan robot.

Karena itu dalam mengukur pengaruh kekuatan tendangan robot pada kinerja penjaga gawang, kinerja penjaga gawang tim sendiri juga ikut diperhitungkan. Untuk masing-masing kekuatan tendangan dihitung rata-rata kinerja dari penjaga gawang kedua tim. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.16 berikut.

Tabel 5.16 Pengaruh Kekuatan Terhadap Kinerja Goalkeeper

KickPower	10	20	30	40	50
AVG	97.56%	90.90%	84.02%	80.30%	70.15%

Untuk lebih jelasnya, hubungan antar nilai tersebut dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 5.21 Pengaruh Kekuatan Terhadap Kinerja Goalkeeper

Dari grafik tersebut, terlihat jelas bahwa dengan bertambahnya kekuatan tendangan, jumlah bola yang dapat ditahan oleh penjaga gawang makin berkurang. Hal ini bukan terjadi karena kinerja penjaga gawang yang makin rendah, namun karena kemampuan robot penyerang yang makin kuat. Hal ini terlihat dari persentase *blocking* robot penjaga gawang sendiri yang selalu tinggi.

Selanjutnya diukur pengaruh implementasi partisi terhadap kinerja penjaga gawang. Disini, hanya nilai dari penjaga gawang tim musuh yang digunakan. Karena partisi hanya digunakan di strategi tim sendiri. Perbandingan rata-rata kinerja untuk masing-masing situasi dapat dilihat pada Tabel 5.17.

Tabel 5.17 Pengaruh Penggunaan Partisi Terhadap Kinerja Goalkeeper

	Dengan partisi	Tanpa partisi
AVG	81.43%	78.83%

Untuk lebih jelasnya, perbandingan kinerja antara kedua situasi dapat dilihat pada Gambar 5.22 berikut.



Gambar 5.22 Pengaruh Penggunaan Partisi Terhadap Kinerja Goalkeeper

Dari gambar terlihat bahwa perbedaan antara kedua nilai diatas tidak terlalu besar, Nilai antara kedua situasi bisa dibilang hampir sama. Karena itu disimpulkan bahwa implementasi partisi tidak berpengaruh terhadap kinerja penjaga gawang.

Terakhir, diperiksa pengaruh nilai m terhadap kinerja penjaga gawang. Di pengujian ini nilai dari penjaga gawang tim sendiri juga tidak diperhitungkan karena tim musuh tidak menggunakan variabel ini. Perbandingan rata-rata nilai dari setiap nilai m dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 5.18 Pengaruh Nilai m Terhadap Kinerja Goalkeeper

m	AVG
1	78.27%
2	81.57%
3	80.19%
4	80.49%

Untuk lebih jelasnya, perbandingan antara rata-rata persentase kinerja penjaga gawang dapat dilihat pada Gambar 5.23 berikut.



Gambar 5.23 Pengaruh Nilai m Terhadap Kinerja Penjaga Gawang

Dari grafik, terlihat perbedaan tipis antara masing-masing nilai. Hal ini membuktikan bahwa nilai m tidak mempengaruhi kinerja penjaga gawang. Hal ini terjadi karena nilai m tidak berkaitan dengan bagaimana robot menembakkan bola. Namun hanya menentukan apakah bola ditembakkan atau tidak.

Dari pengujian yang telah dilakukan, strategi yang dikembangkan oleh penulis untuk robot penyerang tidak mempengaruhi kinerja dari penjaga gawang tim sendiri. Kinerja penjaga gawang hanya dipengaruhi oleh kekuatan tendangan. Karena semakin tinggi kekuatan tendangan robot, semakin sulit bola untuk ditangkap. Hal yang sama juga terjadi saat *passing* dimana bola cepat sulit ditangkap oleh rekan satu tim.

5.3 Rangkuman Eksperimen dan Evaluasi

Persentase yang rendah tidak selalu buruk. Bahkan untuk beberapa variabel justru menunjukkan suatu kelebihan. Contohnya pada penguasaan bola. Beberapa variabel yang rendah menunjukkan bahwa *passing* yang dilakukan efektif, karena robot hanya memerlukan beberapa tendangan operan untuk mencetak gol. Hal ini dibuktikan dengan jumlah gol yang melebihi robot musuh.

Lalu beberapa variabel menunjukkan suatu teknik harus diimplementasikan pada situasi yang tepat. Contohnya strategi partisi. Untuk kecepatan rendah, partisi akan mengurangi kinerja robot. Namun pada kecepatan tinggi justru akan meningkatkan kinerjanya. Tapi bila strategi *passing* tidak diimplementasikan bersama dengan partisi, maka kinerjanya justru menurun.

Selain itu tidak ditemukan variabel m terbaik untuk setiap situasi, karena rata-rata persentase kinerjanya hampir sama. Namun dari nilai individual terlihat nilai m spesifik untuk suatu jenis situasi spesifik.

Terakhir, peningkatan kekuatan tendangan robot ternyata meningkatkan performa strategi di setiap situasi. Hal ini juga terlihat pada nilai individual yang ada. Jadi