

PERANCANGAN STRATEGI PENYERANGAN PADA ROBOT SEPAK BOLA

Awang Hendrianto Pratomo^[1,2], Anton Satria Prabuwno^[2], Siti Norul Huda Seikh Abdullah^[2], Mohd. Shanudin Zakaria^[2] dan Kahiruddin Omar^[2]

^[1]Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri,
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta

^[2]Center for Artificial Intelligence Technology, Fakulti Teknologi dan Sains Maklumat,
Universiti Kebangsaan Malaysia

e-mail : awang.upn@gmail.com, (antonsatria, mimi, msz, ko)@ftsm.ukm.my

Abstrak

Strategi menyerang atau bertahan merupakan dasar strategi dalam robot sepak bola. Keberhasilan suatu tim robot sepak bola dipengaruhi oleh keberhasilan pemain robot untuk memasukkan bola ke dalam gawang lawan. Strategi menyerang merupakan faktor utama penentu keberhasilan tim robot sepak bola untuk memenangkan setiap pertandingan. Dalam penelitian ini kami akan membuat perancangan strategi penyerangan yang dipergunakan dan diimplementasikan dalam keadaan yang sesungguhnya. Perancangan strategi tersebut membagikan kawasan lapangan menjadi beberapa kawasan kecil dan 2 kawasan utama, dimana setiap kawasan tersebut akan memberikan aksi yang berbeda. Untuk 2 (dua) kawasan utama serta menentukan strategi mana yang akan dipilih, baik melakukan penyerangan ataupun bertahan. Pada saat kondisi bertahan maka strategi penyerangan menjadi tidak aktif dan robot-robot akan menjaga kawasan pertahanan untuk menghindari masuknya bola ke dalam gawang. Kondisi yang lain akan berganti apabila bola berada pada kawasan lawan, strategi penyerangan menjadi aktif dan semua robot akan memposisikan untuk mendukung proses penyerangan kepihak lawan. Kondisi tersebut akan selalu berganti mengikuti posisi. Dalam penelitian ini menghasilkan suatu rancangan strategi penyerangan dalam bentuk diagram alir untuk memudahkan pemrograman strategi untuk mengimplementasikan kedalam keadaan yang sesungguhnya.

Kata kunci : strategi penyerangan, robot sepak bola, algoritma strategi sepak bola, MIABOT.

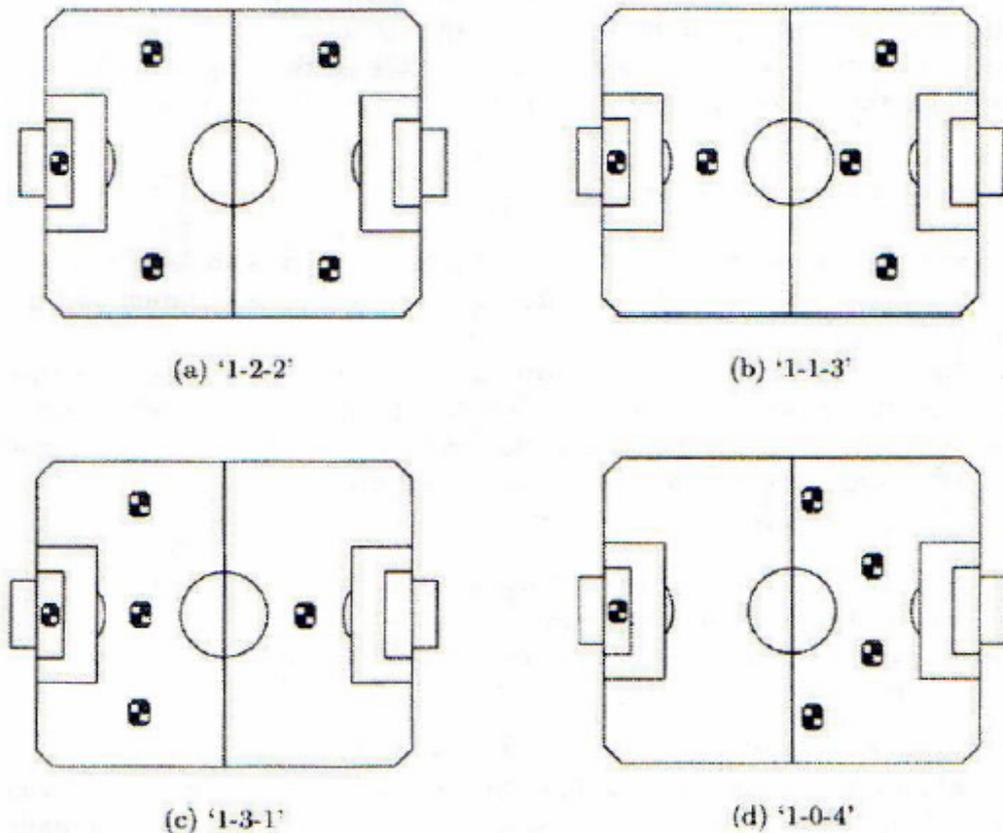
1. PENDAHULUAN

Pertandingan robot soccer bertujuan untuk mengembangkan penelitian tentang kecerdasan buatan dan kecerdasan robotik dengan menyediakan permasalahan-permasalahan dalam skop yang luas di mana teknologi harus saling berkaitan dan diuji. FIRA (*Federation of International Robot-soccer Association*) menyelenggarakan kompetisi RoboCup yang bertujuan untuk menjadikan robot mempunyai kemampuan dalam bermain sepak bola. Berbagai teknologi digunakan serta melibatkan berbagai faktor yang mendukung dalam pengimplementasian kecerdasan robotik. Diantaranya adalah pemodelan, sistem otomatis, kerjasama antar agen, disain strategi, penyelesaian masalah-masalah waktu nyata, robotik dan alat pengecaman objek (Kim et al., 2004).

Namun begitu, seiring dengan perkembangan teknologi informasi dan ilmu kecerdasan buatan berbagai disain strategi telah diperkenalkan dan dipertandingkan dalam pertandingan *RoboCup* ini. Semakin hari semakin menarik strategi yang ada, baik pada bagian serangan maupun di bagian pertahanan. Ini disebabkan oleh perancangan strategi yang mempunyai pola dan efektif mampu menguasai keseluruhan permainan sekaligus menjuarai pertandingan *RoboCup* yang dipertandingkan (Kim et al., 2007). Berdasarkan gambar 1, berbagai formasi strategi yang dapat dijalankan dan ini tergantung kepada pola permainan yang ingin ditunjukkan. Strategi yang digunakan melibatkan dua posisi utama yaitu 2 robot penyerang dan 2 robot pertahanan (Kim et al., 1997; Kim et al., 2004). Pola permainan bertumpu kepada lokasi koordinat bola akan menghasilkan pola permainan yang terpusat dan bertumpu kepada satu arah saja (Egly et al., 2005). Strategi yang telah dikembangkan mengabaikan posisi tengah di mana penyerangan hanya bertumpu dalam mengejar bola. Strategi pertahanan bertumpu di sekitar kotak penalti (Ruiz and Uresti., 2008). Ini menyebabkan kawasan tengah mudah diterobos dan terbatas pada serangan jarak jauh dari pihak lawan. Sehingga area pertahanan memperoleh lebih banyak serangan daripada menghasilkan peluang untuk menyerang pihak lawan (Kyrylov., 2006).

Tahap pertama yang akan dikembangkan adalah mengenal pasti algoritma yang sesuai karena melibatkan setengah lapangan yaitu di kawasan pertahanan lawan. Setiap koordinat ukuran gawang, ukuran kotak penalti dan jarak dinding dihitung untuk memastikan jalur terbaik untuk menyerang (Xiau-jun et al., 2006). Tahap kedua adalah menentukan tugas untuk setiap robot. Masing-masing robot akan diberikan tugas sesuai dengan peranan yang telah ditetapkan. Tahap ketiga adalah pemrograman strategi. Pada penelitian ini kami menggunakan bahasa pemrograman C++ dan untuk pengujian strategi menggunakan software *robot soccer simulator* serta *Robot Soccer Engine Merlin System*. Setiap algoritma yang dihasilkan pada tahap

sebelumnya ditukar dalam bentuk pemrograman strategi dan seterusnya dikompilasi menjadi format DLL agar dapat dipahami oleh robot.



Gambar 1. Formasi Dasar pada Robot Sepak Bola

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini membicarakan teori serta teknik-teknik yang sudah ada dan teknik yang akan dipergunakan dalam penelitian ini. Persamaan dan perbedaan terkait dengan penelitian sebelumnya akan diidentifikasi dan dijelaskan secara ilmiah. Setiap kelebihan dan kekurangan dari penelitian sebelum ini akan diidentifikasi dan diperbaiki. Pada bagian ini juga didiskusikan secara terperinci jenis robot yang digunakan dalam penelitian yaitu sistem MIABOT.

2.1. MIABOT (ROBOT SOCCER)

MIABOT merupakan satu robot berbentuk segi empat yang mempunyai empat warna berbeda pada bagian atas sebagai identitas setiap robot. MIABOT mempunyai ukuran 70 mm panjang, 70 mm lebar dan 65 mm tinggi dan berat untuk setiap robot adalah 420 g. MIABOT memiliki processor Atmel ATmega64 dengan kecepatan pemrosesan 14.5 MIPS, memiliki kapasitas penyimpanan 64 Kb dan penyimpanan proses 4 Kb. Robot ini dapat melakukan pertukaran informasi dengan robot yang lain menggunakan teknologi *Bluetooth* dengan kecepatan transfer data 11.5 Kb per detik. Robot ini mempunyai 2 roda di bagian kiri dan kanan dan mampu bergerak dengan kecepatan maksimum 3 m/s. (Merlin., 2003)

2.2. SISTEM PENGLIHATAN MIABOT

MIABOT tidak mempunyai sistem penglihatan yang terpasang dibagian robot. Namun robot ini dapat melihat atas bantuan kamera yang terletak diatas lapangan (Pratomo et al. 2010). Kamera mempunyai peranan untuk menangkap gambar keseluruhan lapangan dan mengirimkan informasi tersebut ke komputer. Untuk mengoperasikan robot sepak bola ini kami menggunakan perangkat lunak dan *RobotSoccer Engine*. Setiap gambar yang diterima kamera akan diproses untuk mengetahui koordinat robot-robot tersebut ketika berada diatas lapangan. Identitas robot dapat dideteksi menggunakan warna yang ditempelkan pada bagian atas robot. Robot-robot tersebut memiliki warna yang berlainan untuk membedakan robot satu dengan yang lain. Identitas dari robot dan bola diterjemahkan sebagai koordinat posisi robot dan bola didalam lapangan. Strategi robot bola sepak melakukan tindakan berdasarkan koordinat robot dan bola di lapangan. Robot tersebut menerima informasi yang dikirimkan oleh komputer menggunakan media *Bluetooth*. Proses akan berulang setiap saat, sejak komputer menerima informasi dari kamera sampai dengan robot-robot tersebut mengambil tindakan atas perintah yang diberikan (Pratomo et al., 2011).

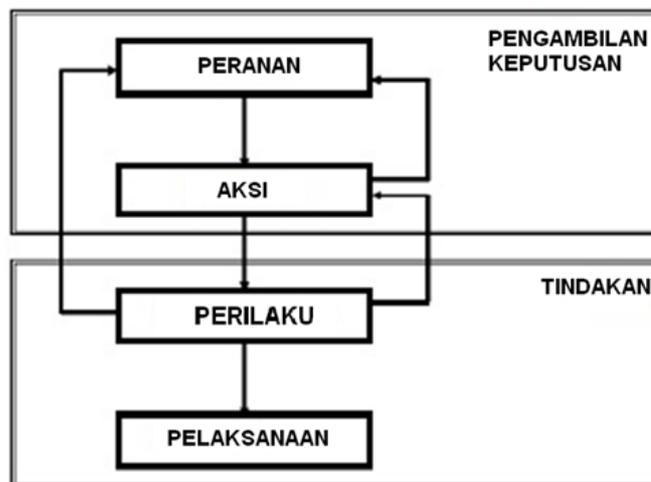
2.3. SIMULATOR

Robot Soccer Simulator merupakan satu perangkat lunak yang digunakan dalam pengujian pengembangan strategi. Ini karena simulator akan memberikan simulasi pertandingan yang sebenarnya. Simulator juga dapat membantu pengembangan strategi untuk melihat hasil pemrograman yang telah dilaksanakan sekaligus memperbaiki kelemahan yang ada. Berdasarkan *graphical user interface* (GUI) simulator robot sepak bola memodelkan keadaan yang sebenarnya dari lapangan pertandingan dan posisi setiap robot. Pemrogram dapat melihat dengan mudah pergerakan robot yang telah dikembangkan serta memudahkan untuk merencanakan setiap tindakan yang diambil dalam menghadapi setiap situasi yang akan terjadi. Bagaimanapun harus dipertimbangkan 4 isu utama perbedaan antara simulator dan kondisi yang sebenarnya.

1. *Frame per seconds* (fps) – dalam simulator sebanyak 60 fps digunakan dan tidak dipengaruhi oleh cahaya dibandingkan dengan kondisi yang sebenarnya yang hanya 30 fps dan sangat dipengaruhi oleh kondisi cahaya.
2. Perubahan – tiada perubahan antara robot dan lapangan dalam simulator dibandingkan dengan system sebenarnya.
3. Tergelincir – dalam sistem waktu nyata, ada kemungkinan adanya dampak tergelincirnya robot yang sedang bergerak diakibatkan oleh jenis lapangan dan roda yang dipakai.
4. Suasana lingkungan – simulator tidak dipengaruhi oleh suasana lingkungan dibandingkan sistem waktu nyata yang dapat dipengaruhi oleh kekuatan cahaya.

3. METODOLOGI

Setiap robot mempunyai peranan yang berbeda pada lokasi yang berbeda. Gambar 2 menunjukkan pola peranan untuk masing-masing robot (Kim et al. 2004) seperti ditunjukkan dalam gambar 2 berikut:



Gambar.2. Diagram Peranan Robot

Level peranan (*role*), pemrogram akan memberikan peranan kepada robot mana yang memiliki peranan dalam strategi yang dikembangkan. Ini bertujuan untuk menentukan area yang akan ditempati robot tersebut dapat mempunyai peranan sebagai penyerang atau robot pertahanan. Posisi robot yang akan diperkenalkan adalah penjaga gawang, robot pertahanan, robot pemain tengah dan robot penyerang (*striker*).

Level aksi (*action*), pemrogram akan mengatur perilaku robot mengikuti lokasi dan tindakan yang telah ditentukan sebelumnya. Robot mengambil keputusan berdasarkan peranan yang telah ditentukan. Sebagai contoh aksi yang dapat dilakukan adalah *Shooting()*, *Blocking()*, *Shaking()*, *Change_position()* dan sebagainya. Fungsi-fungsi tersebut akan dipanggil berdasarkan situasi yang terjadi. Misalnya ketika bola berada didepan gawang lawan maka penyerang utama akan melakukan tembakan agar bola dapat masuk kedalam gawang lawan.

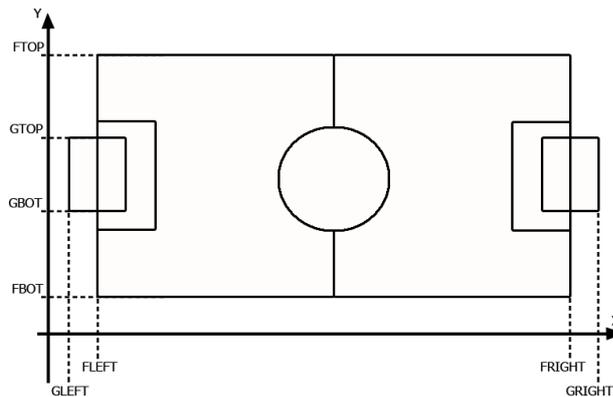
Level berikutnya adalah perilaku (*behavior*). Dalam level ini bagaimana aksi robot yang akan dipilih menjadi isu utamanya. Robot-robot ini akan menganalisis kawasan lapangan dan lokasi pemain yang lain. Hal ini akan menentukan peranan masing-masing robot untuk melakukan jalan terbaik dengan menghindari rintangan atau pun menabrak robot lawan jika robot-robot itu akan melakukan pergerakan.

Level terakhir adalah pelaksanaan (*execution*). Isu utama pada bagian ini adalah masalah pergerakan robot. Setiap robot akan bergerak sesuai dengan instruksi yang telah diberikan mengikuti pemrograman strategi yang telah dibuat dan diatur mengikuti situasi yang terjadi pada saat itu dan motor robot akan bergerak seperti yang telah diprogramkan sebelumnya. Strategi yang akan dikembangkan harus memenuhi kebutuhan tugas yang telah dinyatakan dalam bagian sebelumnya. Dalam bagian ini, diagram alir untuk setiap peranan akan

didiskusikan dan diuraikan secara terperinci. Metode yang dipergunakan untuk menyempurnakan peranan masing-masing robot juga akan dinyatakan guna memudahkan penanganan kondisi yang dihadapi oleh robot dan tindakan yang akan diambil oleh robot-robot tersebut.

3.1. SISTEM KOORDINAT LAPANGAN

Berdasarkan simulator robot sepak bola yang digunakan yaitu Robot Soccer 3D simulator yang dibuat oleh Dr. Jun Jo. Dengan basis sistem koordinat, lapangan dibagi menjadi 2 bagian yaitu sumbu X dan sumbu Y. Awal koordinat bukanlah dimulai dengan sumbu X = 0 dan sumbu Y = 0, (0,0) seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3 berikut. Koordinat tepi sebelah kiri dimulai dari GLeft dan koordinat bagian bawah lapangan dimulai dari nilai koordinat FBOT.



Gambar. 3 Sistem Koordinat Lapangan

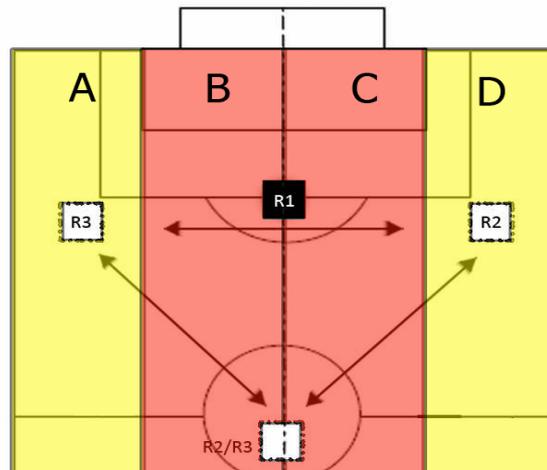
Berdasarkan gambar 3 (Kim et al. 2004), setiap kedudukan tertentu pada lapangan diberi variabel supaya mudah untuk dinilai. Berikut adalah nilai bagi variabel yang digunakan dalam gambar 3:

Tabel.1. Nilai variabel yang dipakai dalam pemrograman strategi robot sepak bola

Variabel	Nilai
FTOP	77.2392
FBOT	6.3730
GTOP	49.6801
GBOT	33.9320
GLEFT	2.8748
GRIGHT	97.3632
FLEFT	6.8118
FRIGHT	93.4259

3.2. PEMBAGIAN AREA LAPANGAN UNTUK PENYERANGAN

Dalam penelitian ini kami hanya membahas strategi penyerangan saja, oleh karena itu hanya sebagian area lapangan yang digunakan. Area serangan merupakan kawasan pertahanan lawan yang mempunyai robot pertahanan dan robot penjaga gawang. Untuk menyempurnakan daya serang dan memudahkan pemrograman strategi penyerangan robot sepak bola, maka area serangan dibagi menjadi 4 yaitu kawasan A, B, C dan D seperti yang ditunjukkan dalam gambar 4.



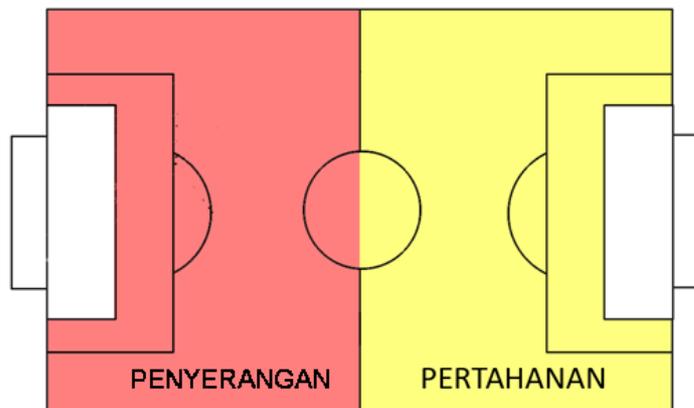
Gambar 4. Gambar Pembagian Kawasan Penyerangan

Berdasarkan gambar 4, kawasan A dan B merupakan kawasan pemain robot R3 aktif dimana kawasan C dan D juga merupakan kawasan pemain robot R2 aktif. Didalam kawasan A dan kawasan B, pemain robot R3 mempunyai peranan tertentu yang akan diuraikan lebih detail dalam bagian selanjutnya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Seperti yang dinyatakan bagian sebelumnya, pembagian tugas ini bertujuan untuk memudahkan pemrograman strategi yang kompleks menjadi beberapa bagian / fungsi yang lebih kecil agar lebih mudah dipahami dan tidak terlalu rumit. Bagian-bagian program dalam pembuatan strategi serangan terdiri dari:

- i- Serangan atau pertahanan
- ii- Peranan Robot R4 sebagai penyerang utama
- iii- Kemampuan robot R2 dan R3 untuk bertahan dan menyerang
- iv- Kondisi robot untuk melakukan *Shaking()*
- v- Kondisi robot untuk melakukan *ShotInRange()*



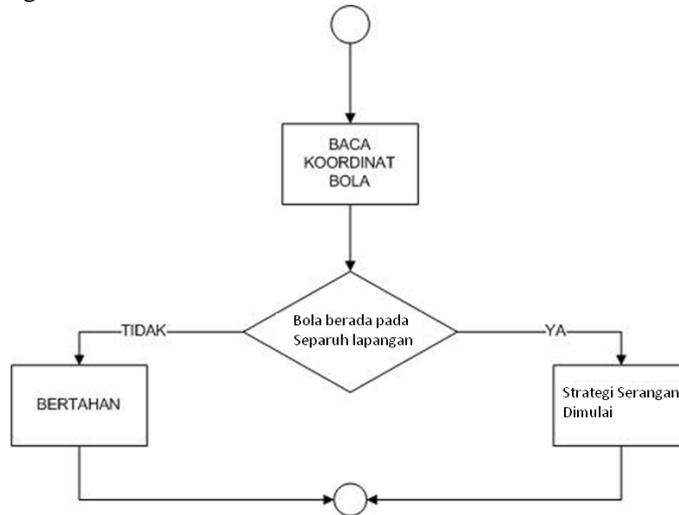
Gambar 5. Area Serangan Dan Pertahanan

4.1. SERANGAN ATAU PERTAHANAN

Tugas penyerangan atau pertahanan merupakan awal dan akhir bagi pemrograman strategi menyerang dalam robot sepak bola. Fungsi *currentball()* (fungsi posisi koordinat bola saat ini) dan *lastball()* (fungsi koordinat bola pada saat sebelum - 1) merupakan fungsi pemrograman yang dipakai untuk mendapatkan koordinat bola. Dengan memakai fungsi tersebut, status strategi penyerangan ini akan dimulai ataupun diakhiri. Gambar berikut menunjukkan area lapangan yang dipakai untuk mengubah status menyerang atau bertahan. Dalam strategi robot sepak bola, posisi bertahan berada di sebelah kiri dan posisi menyerang berada di sebelah kanan.

Berdasarkan gambar 5, dengan menggunakan koordinat bola dan menggunakan fungsi yang ada, strategi penyerangan akan dimulai apabila bola memasuki area penyerangan dan strategi penyerangan akan berakhir apabila bola memasuki area pertahanan, kemudian strategi akan berganti menjadi strategi bertahan.

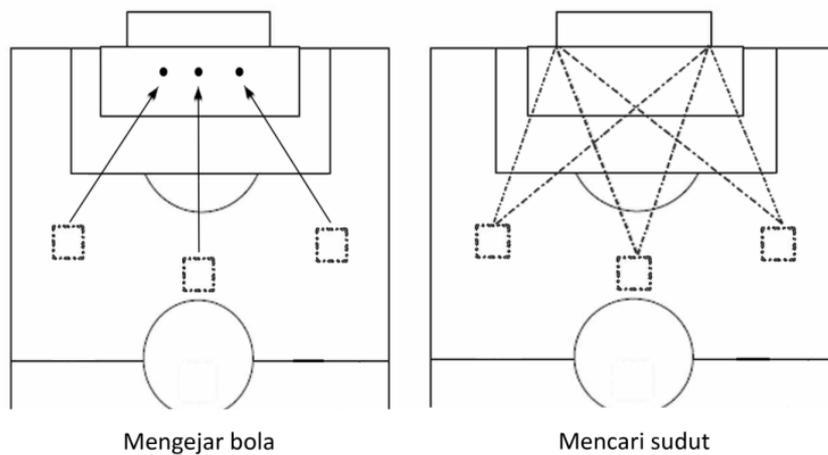
Diagram alir seperti ditunjukkan dalam gambar 6, menunjukkan bagaimana pemrograman strategi penyerangan atau pertahanan dikembangkan.



Gambar 6. Diagram Alir penyerangan atau Pertahanan

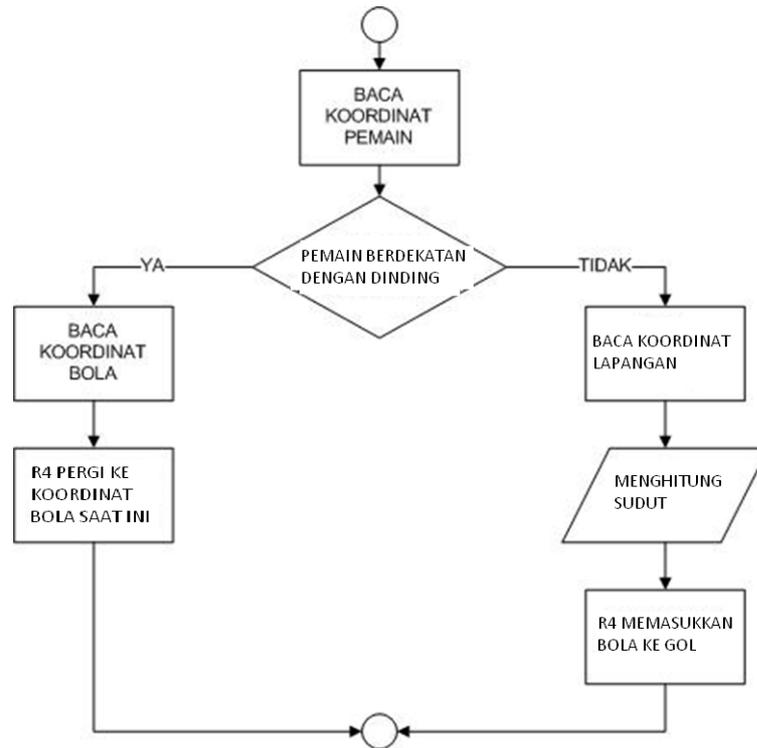
4.2. PERANAN ROBOT R4 SEBAGAI PENYERANG UTAMA

Robot R4 merupakan penyerang utama dalam strategi penyerangan ini. Peranan penyerang terbagi pada 2 bagian utama yaitu mengejar bola saat bola berada di kawasan lawan dan mencari sudut yang sesuai untuk mendorong bola masuk ke dalam gol lawan. Secara umum robot R4 akan aktif sepanjang bola berada di kawasan penyerangan.



Gambar 7. Gambar Peranan Robot R4

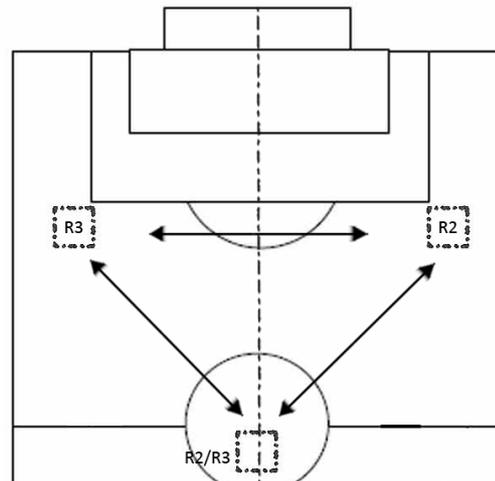
Berdasarkan gambar 7 peranan robot R4 dapat dinyatakan dengan jelas dengan menggunakan diagram alir berikut (gambar 8):



Gambar 8. Diagram Alir Peranan Robot R4

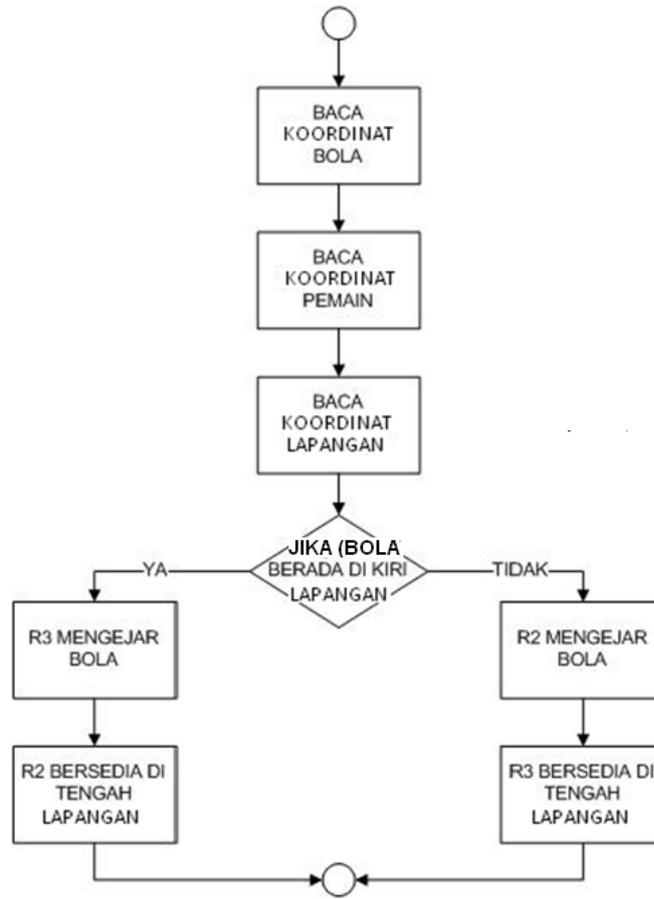
4.3. KEMAMPUAN ROBOT R2 DAN R3 UNTUK BERTAHAN DAN MENYERANG

Robot R2 dan R3 merupakan penyerang pendukung (*co-striker* dalam strategi sepak bola) kepada penyerang utama yaitu robot R4. Posisi robot R2 dan R3 akan selalu bertukar antara penyerang pendukung dan pemain tengah. Situasi ini lebih mudah dipahami dengan menggunakan gambar 9:



Gambar 9. Pertukaran Posisi antara R3 dan R2

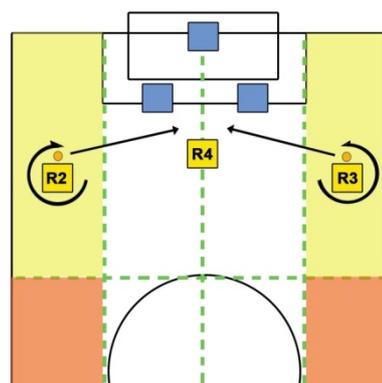
Robot R3 dan R2 harus cepat dalam proses penukaran untuk menghidupkan pola menyerang yang efektif dan efisien. Berikut adalah diagram alir yang dipergunakan untuk bagian pemrograman (gambar 10):



Gambar 10. Diagram Alir Pertukaran Posisi antara Robot R3 dan R2

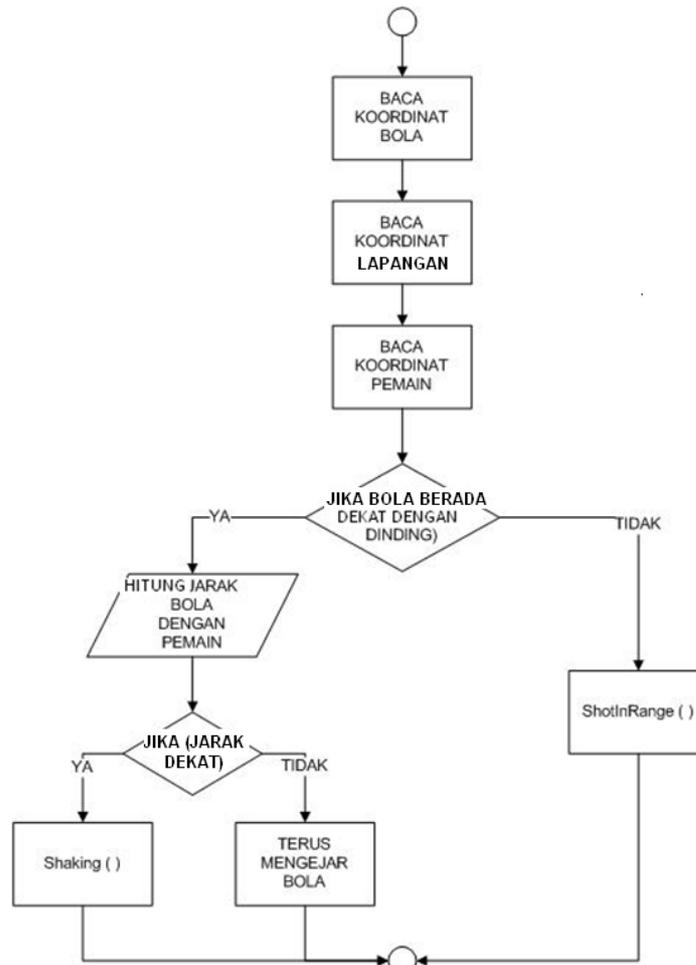
4.4. SITUASI ROBOT UNTUK MELAKUKAN *Shaking()*

Situasi *shaking()* adalah proses untuk mengirimkan bola ke kawasan tengah lapangan yang dilakukan oleh robot R3 (kiri) dan robot R2 (kanan) apabila bola berada pada tepi dinding sebelah kiri atau kanan lapangan. Gambar 11 menjelaskan dengan lebih rinci mengenai situasi *shaking()* ini:



Gambar 11. Gambar Situasi *Shaking ()*

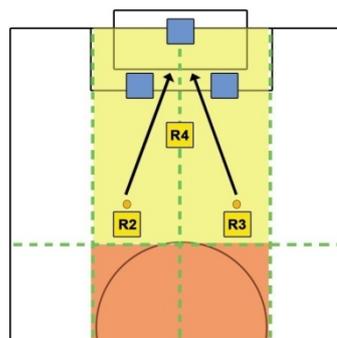
Dalam fungsi *shaking()*, tantangan utamanya adalah menentukan nilai jarak yang diperlukan untuk melakukan *shaking()*. Jika jarak robot yang terlalu jauh dengan bola akan menjadikan operasi *shaking* tidak berjalan dengan baik. Gambar 12 menunjukkan diagram alir bagaimana fungsi *shaking()*.



Gambar 12. Diagram Alir Situasi *Shaking()*

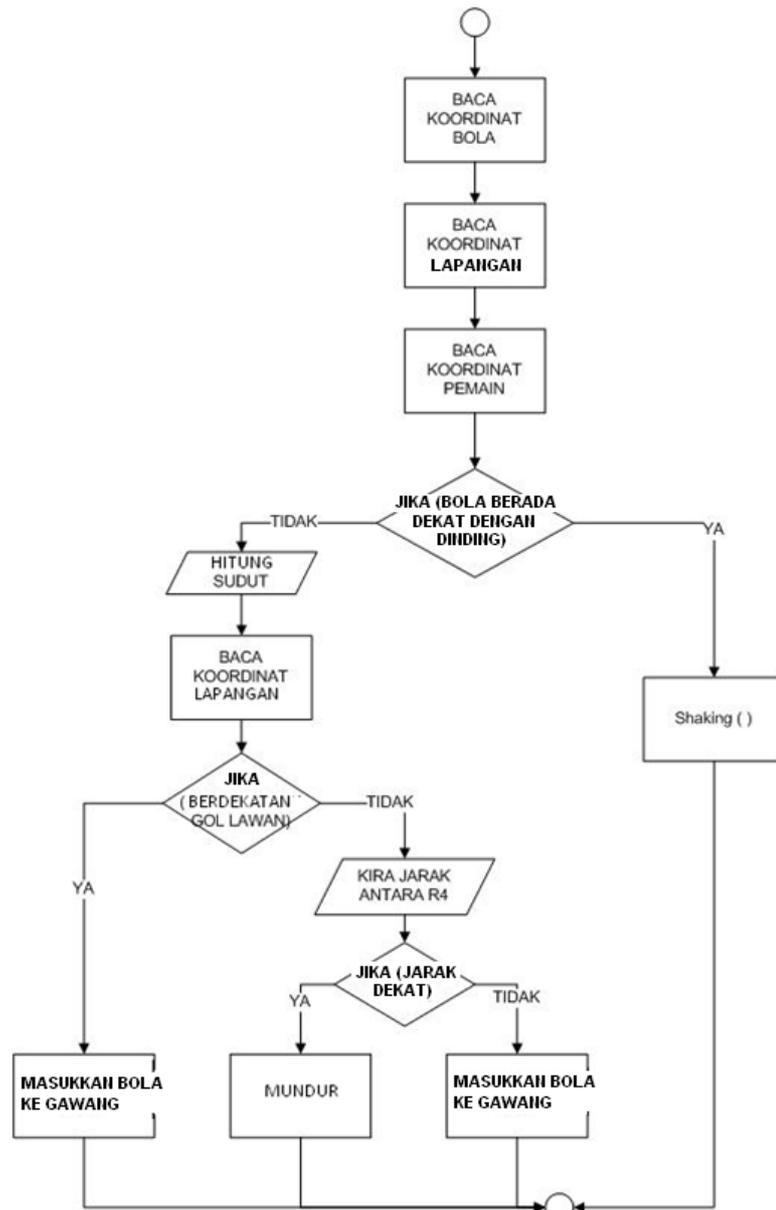
4.5. SITUASI *ShotInRange()*

ShotInRange() adalah situasi yang dihadapi oleh pemain robot R3 dan R2 apabila berada di kawasan yang berdekatan dengan gol lawan. Pada situasi ini, robot R3 atau R2 tidak perlu lagi mengirimkan (*passing*) bola ke kawasan tengah. Robot R2 atau R3 hanya perlu memasukkan bola ke dalam gawang lawan dengan kecepatan yang maksimum. Gambar 13, berikut memberikan gambaran tentang situasi *ShotInRange()*.



Gambar 13. Gambar Situasi *ShotInRange()*

Selain itu, dalam situasi tersebut, robot R2 atau R3 akan berperan seperti peranan robot R4 yaitu mencari sudut dan memasukkan bola ke gawang lawan. Peranan utama tetap diberikan kepada robot R4 untuk memasukkan bola ke dalam gawang. Dalam mengimplementasikan pemrograman strategi penyerangan, fungsi *AvoidAlly()* akan dilaksanakan oleh robot R2 atau R3 untuk bergerak mundur apabila berdekatan dengan robot R4. Gambar 14 adalah diagram alir yang dipergunakan untuk melaksanakan tugas ini.



Gambar 14. Diagram Alir Situasi *ShotInRange* ()

5. KESIMPULAN

Secara keseluruhan, penelitian mengenai strategi penyerangan berdasarkan rancangan sistem diatas dapat dikembangkan untuk mencapai objektif-objektif yang telah ditetapkan. Beberapa dukungan, kelebihan, kelemahan serta rancangan telah dibicarakan untuk memperbaiki penelitian ini. Terdapat berbagai tantangan yang dapat diperbaiki untuk meningkatkan mutu strategi penyerangan ini. Diantaranya dengan menggabungkan satu set *fuzzy* dalam menentukan status penyerangan atau pertahanan. Interaksi antara robot-robot pertahanan juga perlu ditingkatkan untuk memberi keleluasaan bagi robot-robot tersebut tidak mengganggu pengambilan keputusan yang diambil dalam pergerakan robot pertahanan yang lain. Tindakan yang mengganggu ini dapat memberi peluang serta ruang kepada pihak lawan untuk memasukkan bola ke dalam gawang. Strategi penyerangan ini mempunyai kelemahan yaitu interaksi antara robot-robot penyerangan yang lain karena robot-robot itu masih saling bertabrakan antara satu sama lain dan tidak mampu menghindari apabila terjadi singgungan dengan robot yang lain.

Perilaku dan pergerakan robot penyerangan yang agak berbeda disebabkan oleh fisik robot. Robot tersebut mempunyai pergerakan yang sangat aktif. Pengujian dalam simulator robot sepak bola mempunyai hasil yang berbeda jika dibandingkan dengan sistem yang sebenarnya. Manfaat utama dalam penelitian dan kajian yang telah dilaksanakan adalah keberhasilan dalam menciptakan strategi penyerangan yang mudah diproses tanpa memberikan beban pada peralatan elektronik dengan tugas yang berat. Strategi yang dikembangkan menunjukkan pergerakan yang terkontrol dimana tingkat keaktifan robot penyerangan semakin bertambah jika

bola berada pada kawasan lawan. Ini dapat meningkatkan keberhasilan dalam memasukkan bola ke dalam gawang lawan. Kawasan pertahanan lawan digunakan sepenuhnya oleh robot-robot penyerang dengan menciptakan berbagai peluang untuk memasukkan bola ke dalam gawang. Formasi dan kedudukan robot-robot penyerangan akan berubah sesuai dengan keadaan dan kedudukan bola selama permainan. Ini adalah penting untuk memastikan robot dapat menjangkau gol ke gawang lawan. Algoritma yang dihasilkan dalam penelitian ini akan diuji pada penelitian yang akan datang.

PENGHARGAAN

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Fakultas Teknologi dan Sains Maklumat Universiti Kebangsaan Malaysia yang telah menyediakan fasilitas dan dukungan keuangan melalui Dana Penelitian Universitas dari Kelompok Riset Pengenalan Pola No. UKM-AP-ICT-17-2009, FRGS UKM-TT-03-FRGS0131-2010 dan UKM-PTS-2011-047.

DAFTAR PUSTAKA

- Chhabra, M., A. Nahar, A. Mukherjee, A. Mathad and S. Chaudhuri, 2004. Novel approaches to vision and motion control for robot soccer. Proceedings of the National Conference on Advanced Manufacturing & Robotics, India, pp. 68-74. DOI: 10.1.1.132.9022
- Egly, U., G. Novak and D. Weber, 2005. Decision making for MiroSOT soccer playing robots, pp. 69-72. http://www.tinyphoon.com/rainbow/tinyphoon/Documents/CLAWAR_EURON_DecisionMaking.pdf
- Kim, C.J., M.S. Park, A.V. Topalov, D. Chwa and S.K. Hong., 2007. Unifying strategies of obstacle avoidance and shooting for soccer robot systems. Proceedings of International Conference on Control, Automation and Systems, Oct. 17-20, Seoul, Korea, pp. 207-211. DOI: 10.1109/ICCAS.2007.4406909
- Kim, J-H., K-C. Kim, D-H. Kim, Y-J. Kim and P. Vadakkepat, 1998. Path planning and role selection mechanism for soccer robots. Proceedings of IEEE International Conference on Robotics and Automation, May 16-20, Leuven, Belgium, pp. 3216-3221. DOI: 10.1109/ROBOT.1998.680920
- Kim, J.H., Kim, D.H., Kim, Y.J., Seow, K.T.: Soccer Robotic. Springer (2004)
- Kyrylov, V., 2006. Balancing gains, risks, costs, and real-time constraints in the ball passing algorithm for the robotic soccer. Simon Fraser University, Canada, pp. 304 – 313. DOI: 10.1007/978-3-540-74024-7_27
- Merlin, 2003, Miabot PRO BT v2 User Manual, Rev. 1.3, Merlin Systems Corp.
- Playne, D. (2008). Knowledge-based role allocation in robot soccer. 10th International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision, 2008. ICARCV 2008. Pp. 1616 - 1619., DOI: [10.1109/ICARCV.2008.4795767](https://doi.org/10.1109/ICARCV.2008.4795767).
- Pratomo, A.H., Prabuwo, A.S., Zakaria, M.S., Omar, K., Nordin, M.J., Sharan, S., Abdullah, S.N.H.S., and Heryanto, A., 2010. Position and Obstacle Avoidance Algorithm in Robot Soccer, Int Journal of Computer science 6 [2], ISSN. 1549-3636, pp: 173-179.
- Pratomo, A.H., Prabuwo, A.S., Abdullah, S.N.H.S., Zakaria, M.S., Nasrudin, M.F., Omar, K., Sahran, S., Nordin, M.J. ,The Development of Ball Control Techniques for Robot Soccer Based on Predefined Scenarios, Published in Journal of Applied Sciences Vol 11, Issue 1, 2011, pp. 111-117, DOI: 10.3923/jas.2011.111.117
- Ruiz, M. A. and J. R. Uresti (2008). Team Agent Behavior Architecture in Robot Soccer. Robotic Symposium, 2008. LARS '08. IEEE Latin American. Pp. 20 – 25., DOI: [10.1109/LARS.2008.35](https://doi.org/10.1109/LARS.2008.35)
- Xiao-Jun, Z., Z. Jing-Tao, et al. (2006). Research on Strategy of Robot Soccer Game Based on Opponent Information. Proceedings of the Fifth International Conference on Machine Learning and Cybernetics, (2006). Pp. 230-234., DOI: [10.1109/ICMLC.2006.258959](https://doi.org/10.1109/ICMLC.2006.258959).