

SISTEM PENGLIHATAN ROBOT BOLA SEPAK MANUSIA LAWAN KECERDASAN BUATAN ATAS PLATFORM MUDAH ALIH

Mohamad Syazwan bin Shafei

Dr. Abdul Hadi bin Abd Rahman

Fakulti Teknologi & Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia

ABSTRAK

Sistem Penglihatan Robot Bola Sepak merupakan sistem yang biasanya digunakan untuk permainan robot bola sepak. Sistem penglihatan robot yang sedia ada menggunakan *colour patch* yang menyukarkan proses penentuan kamera. Hal ini kerana, *colour patch* mudah dipengaruhi oleh cahaya dan memerlukan jumlah cahaya yang betul untuk menjalankan sistem tersebut tanpa sebarang masalah. Penyelesaian bagi masalah tersebut adalah dengan menggunakan *Aruco patch* di mana *patch* ini tidak dipengaruhi oleh cahaya dan menjadikan proses penentuan kamera cepat dan mudah. Selain itu, sistem ini akan digunakan atas platform mudah alih yang bermaksud padang robot pada skala yang lebih kecil. Platform mudah alih ini boleh dibawa ke mana-mana dan digunakan untuk pembelajaran untuk pelajar atau penyelidik atau menjadi pameran untuk orang ramai mengenai sistem penglihatan robot bola sepak. Sistem ini dihasilkan mengikut konsep sistem yang sedia ada. Perkara yang membezakan dua sistem ini adalah penggunaan komponen untuk proses penentuan kamera dan pengecaman ID robot dan bola serta menggunakan strategi bola sepak yang sedia ada. Penentuan kamera merupakan proses utama dalam penglihatan komputer yang digunakan untuk mengenal pasti kedudukan sebenar robot daripada imej. Seterusnya, proses pengecaman ID robot dan bola akan dijalankan. Akhirnya, sistem akan menghantar arahan kepada robot untuk bermain bola sepak mengikut strategi yang telah ditetapkan.

1 PENGENALAN

Kebanyakan robot digunakan di seluruh dunia terutamanya dalam industri pembuatan. Walaupun kebanyakan robot hari ini digunakan di industri, kemajuan pesat dalam teknologi telah membolehkan robot digunakan dalam bidang lain seperti pertanian, pembinaan, penjagaan kesihatan, hiburan dan pendidikan. Robot bola sepak ialah robot yang mampu berfungsi secara sendirian tanpa kawalan atau pengaruh peranti lain yang biasanya digunakan dalam pelbagai pertandingan seperti Fira Roboworld Cup atau Fira Malaysia Cup. Terdapat pelbagai jenis kategori robot bola sepak iaitu Simurosot, Mirosoot, Androsot dan Hurocop.

Dalam kajian ini, sistem penglihatan robot bola sepak hanya difokuskan untuk kategori Androsot (*Android Soccer Tournament*). Kategori Androsot menggunakan robot manusia iaitu Biolod Premium. Robot manusia adalah sistem yang sangat bersepadu termasuk reka bentuk mekanikal, sensor pasif, sistem penglihatan, sistem bekalan kuasa, komunikasi sistem, dan algoritma dalam pengaturcaraan perisian. Biasanya kategori ini dimainkan oleh dua kumpulan di mana setiap kumpulan mempunyai tiga robot yang terdiri daripada dua pemain dan satu penjaga gol. Platform yang digunakan dalam perlawanan robot bola sepak ini adalah menggunakan padang seluas 360 cm x 190 cm. Semua robot dikawal menggunakan sistem penglihatan komputer. Penentuan kamera dalam penglihatan sistem robot mudah alih digunakan untuk mengubah kedudukan robot dalam imej kamera kepada kedudukan fizikal robot tersebut. Objektif kaedah penentuan kamera yang digunakan dalam kajian ini adalah untuk menyelesaikan herotan lensa bukan linear (*non-linear lens distortion*) menggunakan rangkaian saraf tiruan (*artificial neural network*). (Pratomo, Zakaria & Faidzul 2015).

Sistem robot bola sepak merupakan sebuah sistem kawalan bijak pelbagai agen terdiri daripada dua atau lebih robot, sistem penglihatan, peralatan komunikasi dan sebuah komputer. Setiap robot di dalam sistem mempunyai mekanisma pergerakan sendiri dan boleh bergerak dengan sendiri dan juga bekerjasama dengan robot-robot lain. (Oku 2016). Secara umumnya, sistem robot bola sepak mempunyai sistem penglihatan, sebuah komputer hos yang mengawal strategi dan kawalan kedudukan robot bola sepak dan sebuah sistem komunikasi yang di antara komputer hos dengan tiga buah robot bola sepak. (Kim 2013)

2 PENYATAAN MASALAH

Sistem penglihatan robot bola sepak Androsot menggunakan pengesanan warna atau *colour patch* menyukarkan proses penentuan kamera. *Colour patch* mudah dipengaruhi oleh cahaya dalam keadaan yang berbeza.

Platform iaitu padang untuk robot manusia untuk kategori Androsot yang sedia ada kompleks dan tidak mudah alih menyukarkan sistem penglihatan ini untuk digunakan bagi tujuan pembelajaran atau bagi tujuan pameran kepada orang ramai. Padang ini amat besar kerana saiznya 360 cm x 190 cm.

3 OBJEKTIF KAJIAN

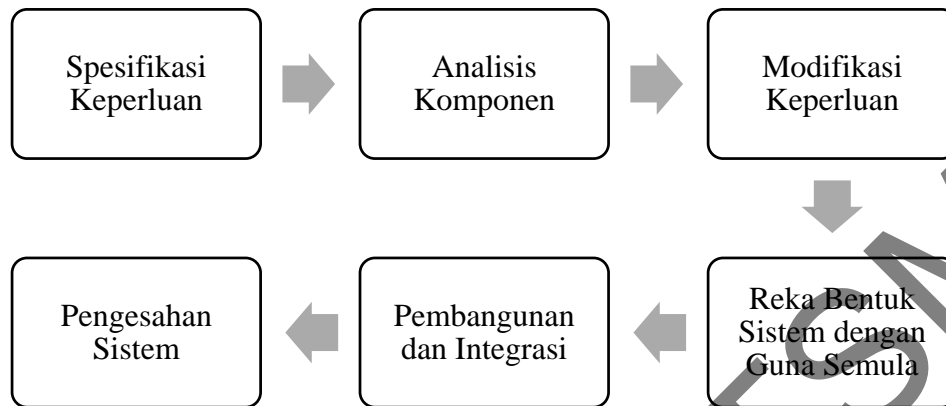
Projek ini bertujuan untuk menghasilkan sistem penglihatan robot bola sepak manusia lawan kecerdasan buatan atas platform mudah alih yang berfokuskan kepada kategori Androsot (*Android Soccer Tournament*). Objektif pertama kajian ini adalah untuk menambah baik sistem penentuan Androsot yang sedia ada dengan menggunakan *Aruco Patch/Aruco Calibration Board* dalam proses penentuan.

Objektif kedua kajian ini adalah untuk membangunkan platform mudah alih berdasarkan padang seluas 120 cm x 90 cm. Platform ini adalah lebih kecil berbanding platform asal dan juga mudah alih.

4 METOD KAJIAN

Penggunaan model pembangunan yang sesuai penting untuk memastikan projek berjalan dengan lancar dan menjamin hasil kerja yang berkualiti. Model sistem penglihatan robot bola sepak manusia lawan kecerdasan buatan atas platform mudah alih menggunakan kaedah berorientasikan guna semula (*reuse-oriented*) digunakan untuk projek ini. Penambahbaikan dilakukan ke atas sistem penentuan yang sedia ada untuk digunakan pada platform mudah alih iaitu ke atas padang yang lebih kecil. Model ini penting untuk memastikan perjalanan projek lancar dan teratur. Rajah 1 menunjukkan carta alir kaedah guna semula yang diguna

untuk membina proses sistem penglihatan robot bola sepak manusia lawan kecerdasan buatan atas platform mudah alih.



Rajah 1 Carta Alir Kaedah Guna Semula

4.1 Fasa Spesifikasi Keperluan

Fasa spesifikasi keperluan boleh di bahagikan kepada spesifikasi keperluan pengguna, spesifikasi fungsian, spesifikasi keperluan bukan fungsian dan spesifikasi perisian dan perkakasan. Spesifikasi keperluan pengguna menjelaskan apa yang diperlukan oleh pengguna dalam sistem ini. Semasa dalam proses pembangunan sistem, spesifikasi keperluan pengguna merupakan sesuatu peralatan yang berguna untuk mengenal pasti sistem tersebut akan melakukan fungsi yang diperlukan oleh pengguna. Pentadbir mempunyai kuasa penuh ke atas sistem. Pentadbir boleh melakukan pengemaskinian ke atas sistem untuk memenuhi keperluan pengguna. Pentadbir juga boleh memasang atau menaik taraf komponen perkakasan atau perisian sistem. Pengguna menggunakan sistem ini untuk melakukan semua proses dalam penglihatan robot bola sepak seperti Proses Penentuan Kamera, Pengecaman ID Robot Dan Bola dan Permainan Bola Sepak. Keperluan fungsian menentukan fungsi sistem atau komponennya. Fungsi digambarkan sebagai satu set input, tingkah laku dan output. Terdapat tiga keperluan fungsian iaitu Fungsi Penentuan Kamera, Fungsi Pengecaman ID Robot Dan Bola dan Fungsi Permainan Bola Sepak manakala keperluan bukan fungsian merupakan keperluan kualiti dan keperluan kebolegunaan.

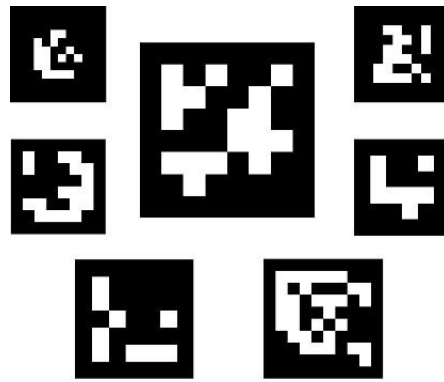
Perkakasan dan perisian yang diguna untuk membangunkan projek harus dipilih dengan teliti. Perkakasan dan perisian yang baik berfungsi dengan lancar serta menyokong pembangunan projek sistem penglihatan robot bola sepak manusia lawan kecerdasan buatan atas platform

mudah alih. Pemilihan perkakasan dan perisian yang tidak tepat boleh menjejaskan hasil projek. Spesifikasi keperluan perkakasan yang digunakan untuk menghasilkan sistem penglihatan robot bola sepak adalah perkakasan asas sesebuah komputer. Senarai spesifikasi keperluan perkakasan yang dicadangkan untuk menghasilkan sistem penglihatan robot bola sepak manusia lawan kecerdasan buatan atas platform mudah alih adalah seperti berikut:

- i. Sistem Pengoperasian: Debian 64-bit (Debian 8 atau ke atas)
- ii. Pemprosesan: Intel(R) Pentium
- iii. Ruang Cakera Keras (*Hardisk*): 10GB atau ke atas
- iv. Ingatan Cakera Rawak (*RAM*): 4GB atau ke atas
- v. Kad Grafik: Intel HD
- vi. Kamera: Logitech Pro Webcam C920
- vii. Robot: Bioloid Premium/Bioloid GP

4.2 Fasa Analisis Komponen

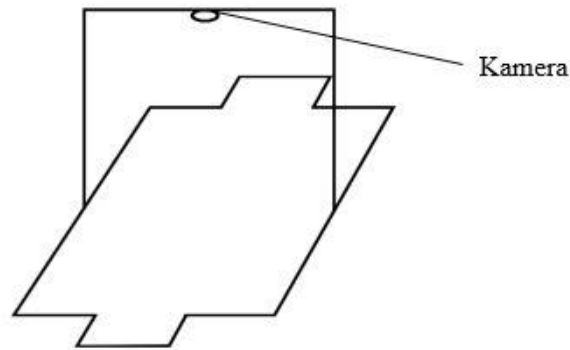
Fasa analisis komponen ini melibatkan proses pengenalan masalah, objektif, persoalan kajian dan menentukan skop. Langkah seterusnya adalah sorotan susastera yang melibatkan pengumpulan, pencarian dan pembacaan jurnal dan kajian lepas bagi mencetus idea dan inspirasi. Contoh topik yang berkaitan dikaji terutama berkaitan dengan sistem penglihatan robot bola sepak yang sedia ada. Penggunaan internet untuk mencapai maklumat berkaitan dan pencarian bahan di Fakulti Teknologi dan Sains Maklumat Universiti Kebangsaan Malaysia dilakukan. Melalui analisis komponen, penanda Aruco akan digunakan dalam proses penentuan kamera untuk sistem penglihatan robot bola sepak ini. Penanda Aruco seperti pada Rajah 2 merupakan penanda sintetik bersegi empat tepat yang terdiri daripada sempadan hitam yang luas dan matriks dedua dalaman yang menentukan pengecamnya (ID). Sempadan hitam memudahkan pengesanan pantas dalam imej dan pengekodan dedua membolehkan pengenalan dan penerapan teknik pengesanan dan pembetulan ralat. Saiz penanda menentukan saiz matriks dalaman. (Babinec et al. 2014)



Rajah 2 Contoh Imej Penanda Aruco

Aruco mencadangkan kaedah untuk membuat kamus dengan bilangan penanda dan jumlah bit boleh dikonfigurasi. Kaedah ini memaksimumkan peralihan bit dan perbezaan intermarker untuk mengurangkan ralat positif dan kadar kekeliruan intermarker masing-masing. Perpustakaan Aruco juga mempunyai ciri-ciri satu kaedah untuk pembetulan ralat. Proses pengesanan terdiri daripada memohon ambang penyesuaian dalam imej skala kelabu dan kemudian mencari calon penanda dengan membuang kontur itu tidak boleh dihampiri oleh segi empat tepat. Seterusnya, kod itu diekstrakan, pengenalpastian tanda dan tahap pembetulan ralat adalah digunakan. (Dos Santos Cesar et al. 2015)

Platform Androsot yang asal akan diubah suai kepada skala yang lebih kecil dan lebih mudah alih. Saiz padang yang akan dihasilkan adalah bersaiz 120cm x 90cm. Komponen-komponen yang akan digunakan untuk menghasilkan padang ini ialah seperti aluminium sebagai rangka padang, papan kayu untuk tapak padang, karpet hitam yang nipis untuk menutup papan kayu tersebut dan kamera Logitech C920 HD Pro Webcam alat penglihatan sistem ini. Setiap komponen yang dipasang boleh dileraikan dan dipasang balik setiap kali bila hendak menggunakan sistem ini di mana-mana sahaja. Hal ini yang menjadikan sistem ini mudah alih. Rajah 3 menunjukkan lakaran platform mudah alih yang telah dihasilkan.



Rajah 3 Lakaran Platform Mudah Alih

4.3 Fasa Pembangunan dan Pengujian Sistem

Sistem Penglihatan Robot Bola Sepak Manusia Lawan Kecerdasan Buatan Atas Platform Mudah Alih ini dibangunkan dalam bentuk perisian yang berdiri sendiri dalam sistem operasi Linux. Sistem ini menggunakan bahasa pengaturcaraan C++ serta menggunakan perpustakaan rujukan daripada sumber terbuka iaitu OpenCV versi 3.2.0. Sistem ini dibangunkan menggunakan perisian Atom IDE.

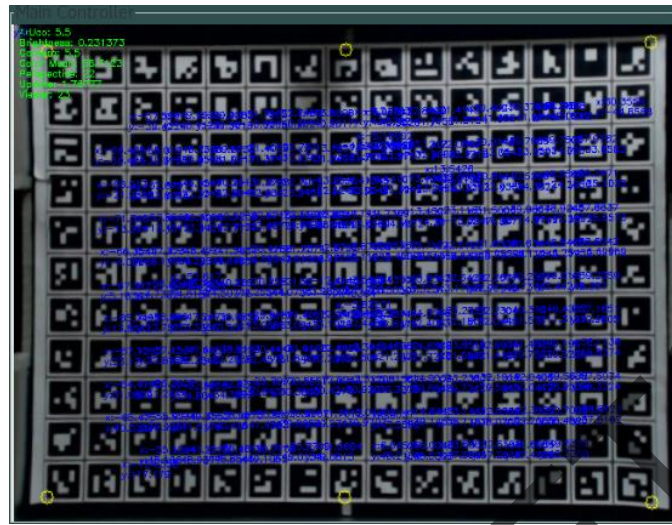
4.3.1 Ujian menggunakan *Aruco Patch/Aruco Calibration Board* dalam proses penentuan kamera

Rajah 4 menunjukkan pandangan padang daripada kamera. Padang tersebut kelihatan senget kerana proses penentuan belum dijalankan menggunakan *Aruco Calibration Board*.



Rajah 4 Pandangan padang sebelum proses penentuan

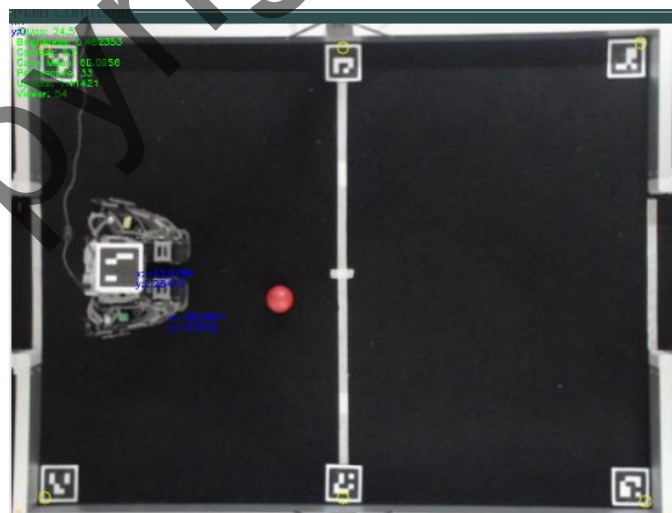
Rajah 5 menunjukkan pandangan padang daripada kamera selepas proses penentuan kamera menggunakan *Aruco Calibration Board*.



Rajah 5 Pandangan padang selepas proses penentuan

4.3.2 Ujian pengecaman ID Robot dan Bola

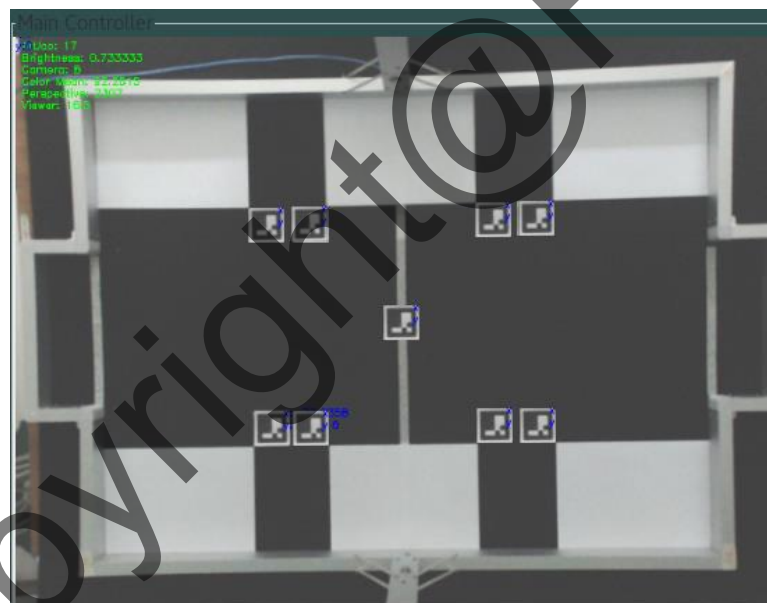
Setelah selesai proses penentuan kamera, pengecaman ID dilakukan dengan meletakkan Aruco Patch di atas robot Bioloid Premium. Hasilnya, ujian ini berjaya mendapatkan koordinat robot dan juga bola seperti dalam Rajah 6 tersebut.



Rajah 6 Pengecaman ID robot dan bola

5 HASIL KAJIAN

Bahagian ini membincang hasil daripada proses pembangunan sistem penglihatan robot bola sepak manusia lawan kecerdasan buatan atas platform mudah alih. Ujian penentuan kamera dilakukan dengan meletakkan penanda Aruco di atas padang seperti Rajah 7 dan juga di atas robot Bioloid Premium yang berketinggian 40. Hasil daripada ujian ini mendapati koordinat penanda Aruco di atas tapak padang dengan di atas robot hanya mempunyai perbezaan sedikit sahaja. Hal ini kerana, sistem ini hanya menggunakan algoritma yang tersedia dalam sistem Aruco yang menjadikan perbezaan koordinat tersebut. Jadual 1 menunjukkan koordinat penanda Aruco di atas tapak padang manakala Jadual 2 menunjukkan nilai koordinat penanda Aruco di atas robot.



Rajah 7 Lokasi penanda Aruco yang digunakan untuk mengambil koordinat

Jadual 1 menunjukkan koordinat penanda Aruco di atas tapak padang manakala Jadual 2 menunjukkan nilai koordinat penanda Aruco di atas robot.

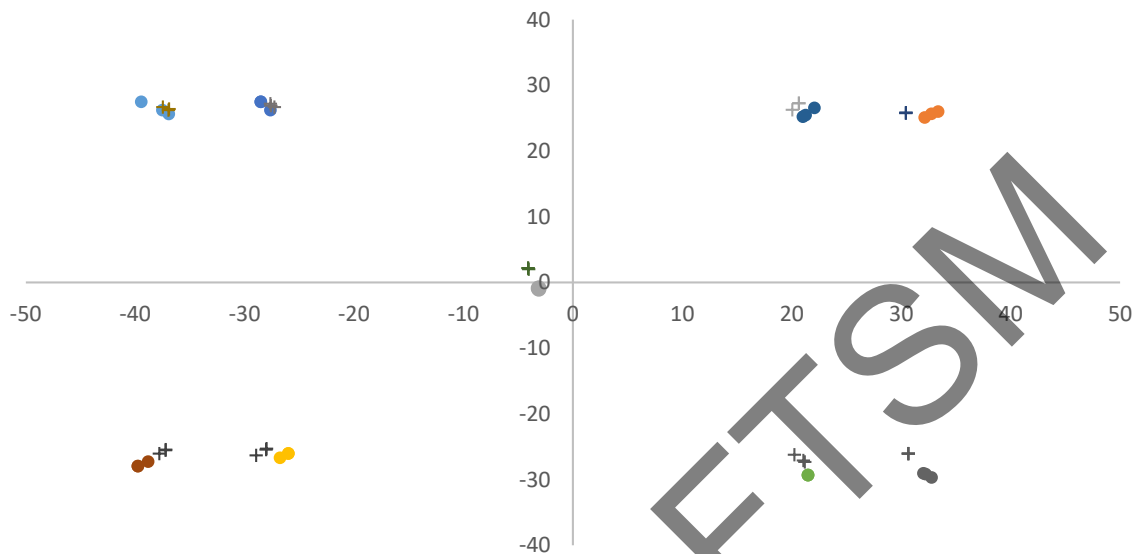
Jadual 1 Koordinat penanda Aruco di atas tapak padang

Atas tapak padang								
	Paksi-x				Paksi-y			
	1	2	3	Purata	1	2	3	Purata
1	-39.4427	-36.927	-37.5114	-37.9604	27.5009	25.666	26.2332	26.4667
2	32.1438	32.7593	33.3748	32.7593	25.1306	25.6789	26.0251	25.61153
3	-3.10225	-3.15001	-3.10163	-3.11796	-1.01884	-0.89159	26.0251	-0.93017
4	-26.7707	-26.0069	-26.0069	-26.2615	-26.664	-26.006	26.0251	-26.2253
5	-28.5157	-27.639	-28.5157	-28.2235	27.5154	26.255	26.0251	27.09527
6	21.4773	21.4773	21.4773	21.4773	-29.2967	-29.2967	26.0251	-29.2967
7	21.2685	22.0662	21.0146	21.44977	25.4936	26.5955	26.0251	25.7798
8	-38.8202	-39.7492	-39.7492	-39.4395	-27.2611	-27.9442	26.0251	-27.7165
9	32.7666	32.0331	32.2381	32.34593	-29.6628	-29.031	26.0251	-29.2802

Jadual 2 Koordinat penanda Aruco di atas robot

Atas robot								
	Paksi-x				Paksi-y			
	1	2	3	Purata	1	2	3	Purata
1	-37.4722	-36.9097	-36.9635	-37.1151	26.712	26.405	26.2402	26.4524
2	30.4345	30.4345	30.4178	30.42893	25.8577	25.8577	25.7878	25.8344
3	-4.04407	-4.10023	-4.10023	-4.08151	2.02866	2.20853	2.20853	2.148573
4	-28.0411	-27.9981	-28.9522	-28.3305	-25.4269	-25.2898	-26.3002	-25.6723
5	-27.2843	-27.6497	-27.6028	-27.5123	26.7157	27.2106	26.9265	26.95093
6	20.2342	21.0538	21.1872	20.82507	-26.2062	-27.0764	-27.2926	-26.8584
7	20.0557	20.6458	20.6458	20.4491	26.3032	27.2938	27.2938	26.9636
8	-37.2035	-37.2242	-37.794	-37.4072	-25.4288	-25.5239	-26.04	-25.6642
9	30.6474	30.6474	30.6474	30.6474	-26.0302	-26.0302	-26.0302	-26.0302

Koordinat penanda Aruco dalam Jadual 1 dan 2 boleh diilustrasikan sebagai graf serak seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 8



Rajah 8: Graf serak koordinat penanda Aruco di atas robot dan di atas tapak padang

Berdasarkan Rajah 8 tersebut, apa yang boleh disimpulkan adalah sistem ini beroperasi dengan baik kerana setiap penanda Aruco dapat dikesan dan penentukuran kamera dapat dijalankan dengan jayanya walaupun koordinat penanda Aruco berbeza apabila di atas padang dengan di atas robot.

6 KESIMPULAN

Secara kesimpulan, sistem penglihatan robot bola sepak manusia lawan kecerdasan buatan atas platform mudah alih berjaya mencapai mencapai objektif kajian di mana objektif pertama ialah menggunakan penanda Aruco dalam proses penentukuran kamera. Hasil kajian mendapati proses penentukuran kamera menggunakan penanda Aruco adalah lebih senang dan cepat berbanding menggunakan teknik pengesanan warna atau *colour patch*. Objektif kedua kajian ini tercapai iaitu membangunkan platform mudah alih iaitu padang robot bola sepak yang lebih kecil dan senang untuk dibawa untuk digunakan dalam proses pengajaran dan pembelajaran. Namun demikian, terdapat beberapa had sistem yang dikenal pasti semasa menjalankan kajian ini. Had pertama ialah jika pengguna hendak menggunakan sistem ini, pengguna perlu

menyediakan saiz penanda Aruco atau *Aruco Patch* yang tepat selari dengan ketinggian kamera daripada kedudukan *Aruco Patch*. Had kedua ialah sistem penglihatan robot bola sepak ini hanya boleh dijalankan pada sistem operasi Linux buat masa sekarang Had terakhir ialah penyelenggaraan perlu dilakukan terlebih dahulu kepada robot kerana robot yang tidak diselenggara akan menjejaskan pergerakan robot tersebut. Sistem yang telah dibangunkan ini boleh di tambah baik supaya sistem ini boleh digunakan secara efisien dan lagi mudah. Sistem penglihatan robot bola sepak ini boleh dibangunkan pada platform Windows kerana kebanyakan pengguna menggunakan sistem operasi Windows berbanding Linux. Keseluruhan fungsi dalam sistem ini pada platform Linux akan sama seperti pada platform Windows.

7 RUJUKAN

- Babinec, A., Jurišica, L., Hubinský, P. & Duchoň, F. 2014. Visual localization of mobile robot using artificial markers. *Procedia Engineering*, 96, 1–9. doi:10.1016/j.proeng.2014.12.091
- Dos Santos Cesar, D. B., Gaudig, C., Fritsche, M., Dos Reis, M. A. & Kirchner, F. 2015. An evaluation of artificial fiducial markers in underwater environments. *MTS/IEEE OCEANS 2015 - Genova: Discovering Sustainable Ocean Energy for a New World*,. doi:10.1109/OCEANS-Genova.2015.7271491
- Kim, J. 2013. *Robot Intelligence Technology and Applications 2012* hlm.Vol. 208. doi:10.1007/978-3-642-37374-9
- Pratomo, A. H., Zakaria, M. S. & Faidzul, M. 2015. Robust Camera Calibration for the MiroSot and the AndroSot Vision Systems State of the Art 571–585. doi:10.1007/978-3-319-16841-8
- Oku, T. 2016. World ' s largest Science , Technology & Medicine Open Access book publisher c. *Agricultural and Biological Sciences Grain Legumes*,. doi:10.5772/711