

INTEGRASI ROBOT PENGAWASAN JAUH PINTAR MENGUNAKAN KAEDAH PEMBELAJARAN MENDALAM, KAWALAN AUTONOMI DAN PEMETAAN

Zulphanizam Amir Syahputra

Ts Dr Abdul Hadi bin Abd Rahman

Fakulti Teknologi dan Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia

ABSTRAK

Integrasi Robot Pengawasan Jauh Pintar menggunakan kaedah Pembelajaran Mendalam, Kawalan Autonomi dan Pemetaan merupakan sebuah robot yang biasanya digunakan untuk tujuan menyelamatkan orang dan pemerhatian sesebuah tempat. Robot pengawasan yang sedia ada hanya menggunakan WiFi untuk mengawal robot dan melihat strim video yang menyukarkan proses penstriman data. Hal ini kerana teknologi WiFi tidak mampu menawarkan penghantaran data pada jarak yang jauh dan mempunyai kelewatan yang tinggi untuk menghantar dan menerima data. Semakin jauh signal WiFi, semakin tinggi kelewatan data yang diterima dari robot. Penyelesaian bagi masalah tersebut adalah dengan menggunakan Radio RF dimana modul RF ini dapat menghantar data pada jarak jauh dan menimilismakan kelewatan data. Selain itu, robot pengawsan kebiasaanya menggunakan kamera biasa untuk memaparkan strim video. Oleh itu, untuk menaiktarafkan robot pengawasan ini supaya menjadi pintar, sistem pengecaman objek akan ditambah menggunakan teknik pembelajaran mendalam (*Deep Learning*). Sebelum memilih teknik Deep Learning yang bakal digunakan dalam robot ini, tiga teknik Deep Learning, iaitu *You Only Look Once (YOLO)*, *Faster Region-based Convolutional Neural Networks (R-CNN)* dan *Single Shot Detector (SSD)* akan diuji dan dipilih berdasarkan kecepatan ia mengenal pasti objek. Ini akan memudahkan proses untuk merekodkan objek yang dijumpai sepanjang robot bergerak. Di samping itu, masalah yang dihadapi oleh kebanyakan robot pengawasan adalah ia hanya mampu bergerak secara manual. Dalam projek ini, pengendalian secara separa autonomi akan ditambah. Ia akan menggunakan sensor

Ultrasonik untuk menentukan jarak robot dengan objek dihadapan dan sisi. Seterusnya, robot pengawasan ini boleh memetakan perjalanan yang dilalui robot. Teknik yang digunakan untuk memetakan kawasan perjalanan robot adalah *Simultaneous Localization and Mapping (SLAM)*. Hasil daripada kajian ini, data yang diterima dari robot pengawasan akan memudahkan komputer untuk melakukan proses pengecaman objek dan juga menghasilkan peta berdasarkan rekod perjalanan robot. Robot juga boleh dikawal secara manual sepenuhnya atau separa autonomi pada jarak yang jauh.

1 PENGENALAN

Robotik telah menjadi ruji pembuatan maju selama lebih dari setengah abad. Oleh kerana robot dan peralatan persisian mereka menjadi lebih canggih, boleh dipercayai, dan kecil, sistem ini semakin digunakan untuk tujuan hiburan, ketenteraan, dan pengawasan. Robotik pengawasan yang dikawal secara jarak jauh ditakrifkan sebagai mana-mana robot yang dikawal dari jauh untuk menangkap imej / video untuk tujuan tertentu. Robot mudah alih yang dikawal dari jauh mempunyai peraturan penting dalam bidang penyelamatan dan tentera.

Robot penyelamat adalah sejenis robot pengawasan yang telah direka untuk tujuan menyelamatkan orang. Situasi biasa yang menggunakan robot penyelamat adalah kemalangan perlombongan, bencana alam, situasi tebusan, dan letupan. Berurusan dengan rupa bumi yang pelbagai memerlukan permintaan pada sistem pendorong robot bergerak. Pengurusan kuasa dan sistem pemanduan generasi baru menggunakan transmisi yang sangat efisien untuk mendapatkan kelajuan yang lebih tinggi, ketepatan, dan ketahanan untuk bekerja dalam pelbagai persekitaran. Mengkonfigurasi robot mudah alih untuk beroperasi dalam persekitaran yang tidak tersusun adalah cabaran reka bentuk dan menggunakan lebih banyak kuasa. Sistem ini mesti dapat mengatasi kedua-dua halangan yang kerap dibentuk seperti tangga dan bentuk yang tidak ditentukan seperti batu, pokok yang jatuh, dan benda lain yang lain.

Sejak beberapa tahun kebelakangan ini, beberapa kajian telah dilaporkan mengenai rangkaian neural, sistem bioinspirasi dan kecerdasan pengkomputeran, dan

bagaimana ia digunakan untuk membantu robot bergerak untuk meningkatkan kemampuan operasi mereka. Rangkaian saraf selalu dikaitkan dengan tugas kognitif seperti pembelajaran, penyesuaian, dan pengoptimuman. Pengiktirafan, pembelajaran, membuat keputusan, dan tindakan merupakan masalah navigasi utama. Malangnya, sistem tersebut sangat kompleks dan memerlukan banyak parameter penalaan kerana ia berdasarkan algoritma genetik. Penggunaan pemprosesan imej yang intensif memerlukan masa yang lama dan tidak dilaksanakan kepada robot pengawasan kos rendah. Dalam sistem kami, rangkaian saraf dengan kemampuan luar biasa mereka untuk mendapatkan data yang rumit atau data yang kurang tepat adalah sesuai untuk robot bergerak. Kami juga mencadangkan sistem kamera untuk mengesan mangsa di kawasan robot.

2 PENYATAAN MASALAH

Kaedah pengawalan robot kawalan jauh sedia ada kebiasaannya menggunakan teknologi WiFi, di mana ia tidak mampu menawarkan penghantaran data pada jarak yang jauh dan juga mempunyai kelewatan untuk menghantar dan menerima data, contohnya strim video dari kamera robot. Ini akan menyebabkan penggunaan robot kawalan sedia ada tidak begitu efisien.

Selain itu, sistem visualisasi kamera sedia ada tidak dapat mengenal pasti objek dan ianya hanya mampu memaparkan video biasa. Kamera sedia ada juga tidak mampu melihat kawasan yang teramat gelap. Fungsi kawalan secara autonomi juga tidak tersedia pada robot kawalan robot pengawasan jauh sedia ada. Ini menyukarkan pengguna untuk mengambil kembali robot apabila robot terputus hubungan dengan komputer induk. Dengan fungsi ini, robot akan kembali ke tempat permulaan robot tersebut sekiranya terputus hubungan.

Fungsi pemetaan juga tidak tersedia pada robot pengawasan sedia ada. Fungsi pemetaan amat penting dalam kategori robot seperti ini kerana ia dapat membantu para penyelidik atau pengguna memahami di sesuatu kawasan tersebut.

3 OBJEKTIF KAJIAN

Projek ini bertujuan untuk menambah baik kaedah dan teknik sistem robot pengawasan jauh sedia. Secara umum objektif kajian adalah menghasilkan sebuah platform robot mudah alih yang lebih efisien dan pintar untuk tujuan pengawasan. Sistem ini dapat meningkatkan kualiti robot pengawasan yang sedia ada. Antara objektif tersebut adalah seperti:

- Menambah fungsi kawalan secara autonomi
- Menambah fungsi pengecaman objek
- Menambah fungsi pemetaan pada robot pengawasan jauh sedia ada

Objektif pertama adalah untuk menambah fungsi kawalan secara autonomi sekiranya robot terputus sambungan dengan komputer induk. Robot akan bergerak mengikut laluan yang telah ia lalu sepanjang operasi robot.

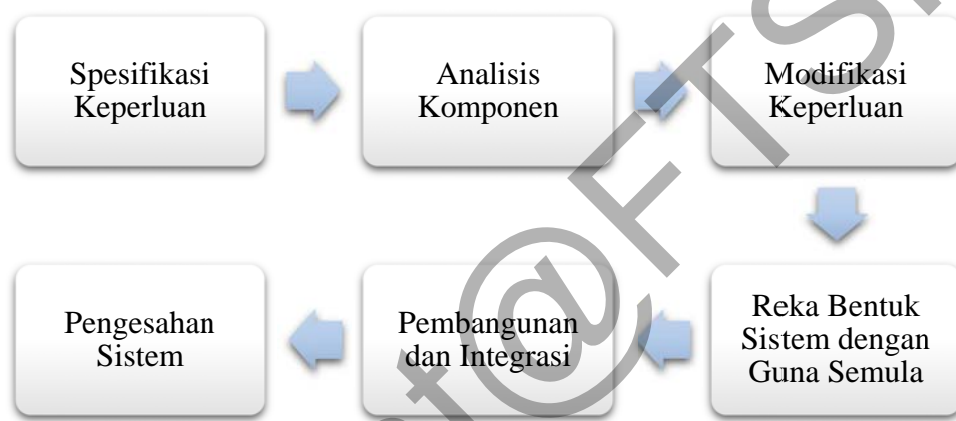
Objek kedua adalah untuk menambah fungsi pengecaman objek menggunakan kamera sedia ada pada robot. Fungsi ini bertujuan untuk menjimatkan masa pengguna. Ia menggunakan teknik pembelajaran mendalam (*Deep Learning*). Oleh itu, beberapa algoritma akan diuji supaya fungsi pengecaman objek mencapai tahap keberkesanan yang tinggi.

Objektif ketiga adalah untuk menambah fungsi pemetaan menggunakan motor sedia ada pada robot. Fungsi ini bertujuan untuk merakam data perjalanan robot dari awal ia bergerak sehingga robot dimatikan. Ia juga bertujuan untuk membantu fungsi kawalan secara autonomi supaya lebih berkesan.

Kesimpulannya, kertas ini membincangkan mengenai pembangunan sistem robot pengawasan jauh pintar dan menjelaskan bagaimana ia beroperasi. Teknik kawalan robot pintar dan pengubahsuaian sistem sedia ada dibincang dan divisualisasi. Visualisasi ini menunjukkan bagaimana robot pengawasan jauh pintar ini bergerak secara autonomi, mengenal pasti objek dan mampu memetakan kawasan sekelilingnya.

4 METOD KAJIAN

Metodologi projek adalah proses dimana perincian setiap kerja sesuatu projek dirancang dengan teliti dan dijalankan mengikut fasa demi fasa. Kaedah berorientasikan guna semula (*reuse-oriented*) digunakan untuk projek ini. Penambahbaikan dilakukan ke atas penglihatan robot pengawasan jauh yang sedia ada untuk menjadikan ia lebih pintar dan efisien.



Rajah Error! No text of specified style in document. Carta Alir Kaedah Guna Semula

Analisis Komponen

Menurut keperluan yang diberikan, komponen-komponen akan dipilih untuk melaksanakan spesifikasi keperluan tersebut. Ia tidak perlulah menyediakan komponen yang padan dengan spesifikasi keperluan tersebut, tetapi kemungkinan besar komponen itu yang digunakan untuk menyediakan beberapa fungsian yang diperlukan.

Modifikasi Keperluan

Semasa peringkat ini, keperluan dianalisis menggunakan maklumat mengenai komponen yang telah ditemui. Ia kemudiannya diubah suai untuk menggambarkan komponen yang ada. Sekiranya pengubahsuaian tidak berjaya, aktiviti analisis komponen mungkin dimasukkan semula untuk mencari penyelesaian alternatif.

Reka Bentuk Sistem dengan Guna Semula

Semasa fasa ini, rangka kerja sistem direka atau rangka kerja yang sedia ada akan digunakan semula. Arkitek akan membuat reka bentuk dengan mengambil kira komponen yang digunakan semula dan mereka akan menganjurkan rangka kerja dengan sewajarnya. Perisian baru mungkin perlu dirancang jika komponen yang boleh digunakan semula tidak tersedia.

Pembangunan dan Integrasi

Perisian yang tidak boleh dibuat akan dibangunkan, dan komponen dan sistem komersil (*Component and Commercial-off-the-self*) disatukan untuk mewujudkan sistem baru. Integrasi sistem, dalam model ini, boleh menjadi sebahagian daripada proses pembangunan dan bukannya satu aktiviti yang berasingan.

Oleh itu, metod kajian dibahagikan kepada beberapa fasa, iaitu fasa perancangan, fasa analisis, fasa reka bentuk dan fasa pengujian.

4.1 Fasa Perancangan

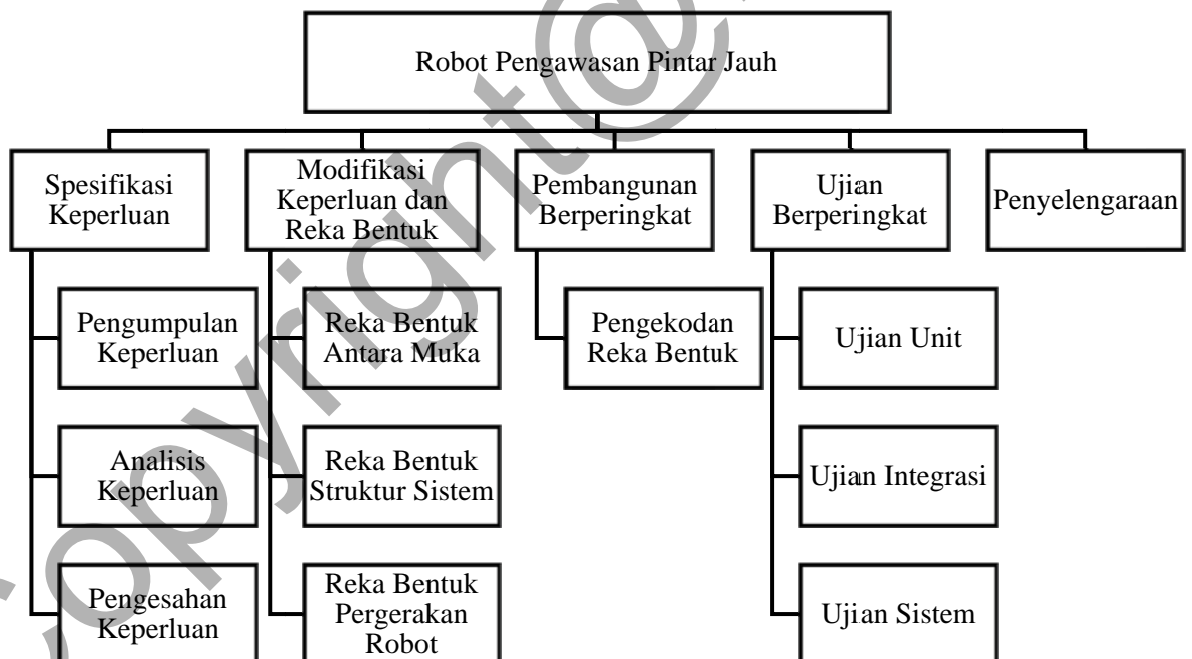
Fasa ini melibatkan proses pengenaltastian masalah, objektif dan menentukan skop kajian. Pengenalpastian masalah dan objektif kajian telah dibincangkan. Langkah seterusnya adalah sorotan susastera yang melibatkan pengumpulan, pencarian dan pembacaan jurnal dan kajian lepas bagi mencetus idea dan inspirasi. Contoh topik yang berkaitan dikaji terutama berkaitan dengan konsep reka bentuk sistem robot pengawasan jauh pintar sedia ada. Penggunaan internet untuk mencapai maklumat berkaitan dikumpul, distruktur dan disintesis dan dipersembah secara kritis dan kreatif dalam fasa analisis.

Skop kajian ini memfokuskan untuk kegunaan industri di mana sesiapa pun boleh menggunakan robot pengawasan jauh pintar ini untuk tujuan pengawasan jarak jauh di mana-mana sahaja terutamanya kawasan yang terdedah dengan bahan kimia yang berbahaya kepada manusia seperti nuklear dan beracun. Robot ini boleh juga digunakan untuk tujuan penyelamatan. Berikut adalah jadual pelaksanaan projek ini.

4.2 Fasa Analisis

Fasa ini melibatkan analisis dan tafsiran maklumat yang dikumpul dalam fasa perancangan. Analisis tentang kesesuaian topik dan menilai kepentingan untuk menjalankan kajian ini dilakukan. Selain daripada itu, analisis tentang perkakasan dan perisian juga dijalankan untuk memastikan perkakasan dan perisian yang sedia ada adalah sesuai untuk membangunkan projek ini.

Rajah 1.2 menunjukkan pecahan kerja yang digunakan dalam proses pembangunan projek Integrasi Robot Pengawasan Jauh Pintar Dengan Kaedah Pembelajaran Mendalam, Kawalan Secara Autonomi Dan Pemetaan. Pecahan kerja ini dibahagikan kepada Spesifikasi Keperluan, Modifikasi Keperluan dan Reka Bentuk, Pembangunan Berperingkat, Ujian Berperingkat dan Penyelenggaraan.



Rajah 1.2 Struktur pecahan kerja

Perisian dan perkakasan yang akan digunakan semasa pembangunan sistem ini dibentangkan di bahagian ini. Berikut merupakan spesifikasi perisian dan spesifikasi perkakasan yang digunakan untuk membangunkan sistem serta yang perlu ada oleh pengguna untuk menggunakan sistem ini.

Spesifikasi Perisian

Berikut adalah spesifikasi perisian yang digunakan untuk membangun sistem ini :

1. Komputer induk :

Sistem operasi : Ubuntu 18.04 64bit

Bahasa pengaturcaraan : Python 3.5

Pustaka : OpenCV Library

2. Raspberry Pi :

Sistem operasi : Raspbian Stretch 32bit

Bahasa pengaturcaraan : Python 3.5

3. Arduino :

Bahasa pengaturcaraan : Java / C++

Spesifikasi Perangkat

Berikut adalah spesifikasi perangkat yang digunakan untuk membangun sistem ini :

Komputer induk :

Platform : Desktop

Cip pemrosesan : AMD Ryzen 7 2700 3.2Ghz (Boleh sehingga 4.1Ghz)

Cip Grafik : NVIDIA Geforce RTX 2080Ti

Memori : 32GB DDR4

Robot :

Komputer : Raspberry Pi 3 B+

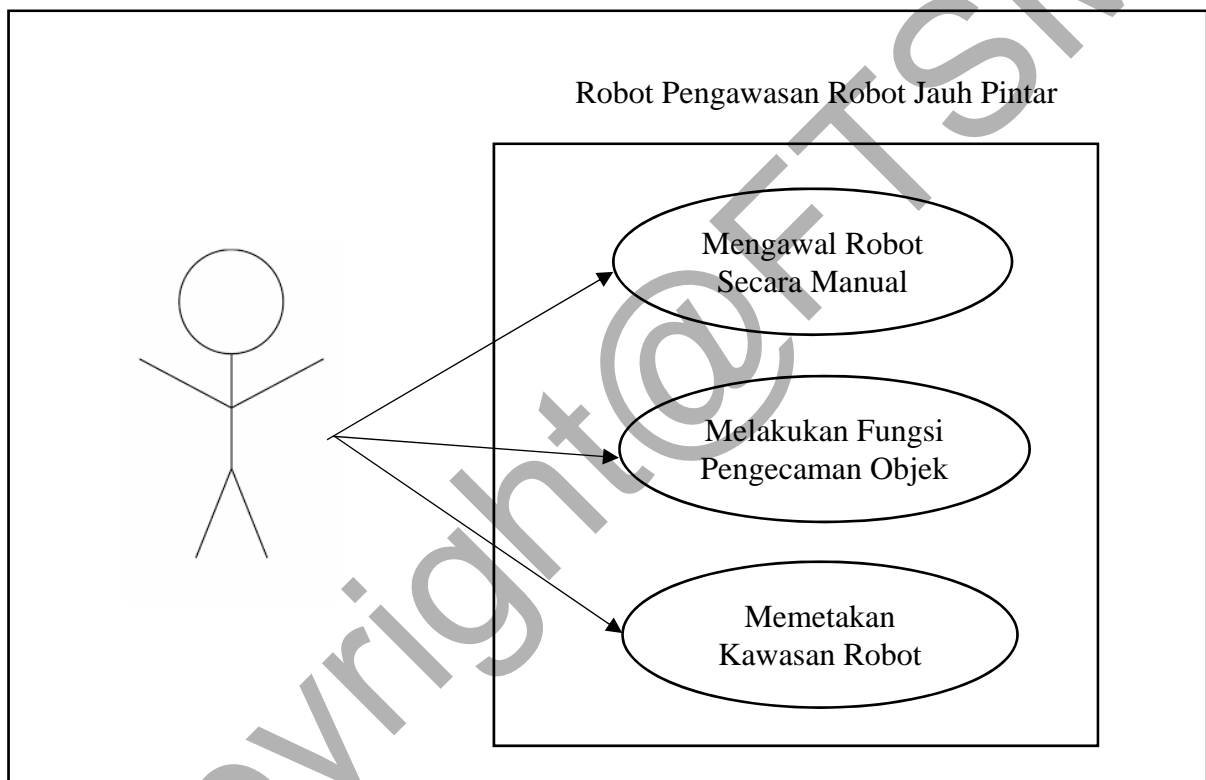
Kamera : Raspberry Pi Camera 2.0 (Wide Angle)

Model robot : Tracked Mobile Tank Robot Kit

Rangkaian data : 1.2Ghz Transmitter & Receiver dan WiFi (2.4Ghz atau 5Ghz)

Rajah Kes Guna (*Use Case Diagram*)

Rajah 1.3 menunjukkan Rajah Kes Guna Integrasi Robot Pengawasan Jauh Pintar Dengan Kaedah Pembelajaran Mendalam, Kawalan Secara Otonomi Dan Pemetaan. Dalam rajah ini, terdapat tiga kes guna iaitu Mengawal Robot Secara Manual, Melakukan Fungsi Pengecaman Objek dan Memetakan Kawasan Robot.



Rajah 1.3 Rajah Kes Guna Integrasi Robot Pengawasan Jauh Pintar Dengan Kaedah Pembelajaran Mendalam, Kawalan Secara Otonomi Dan Pemetaan

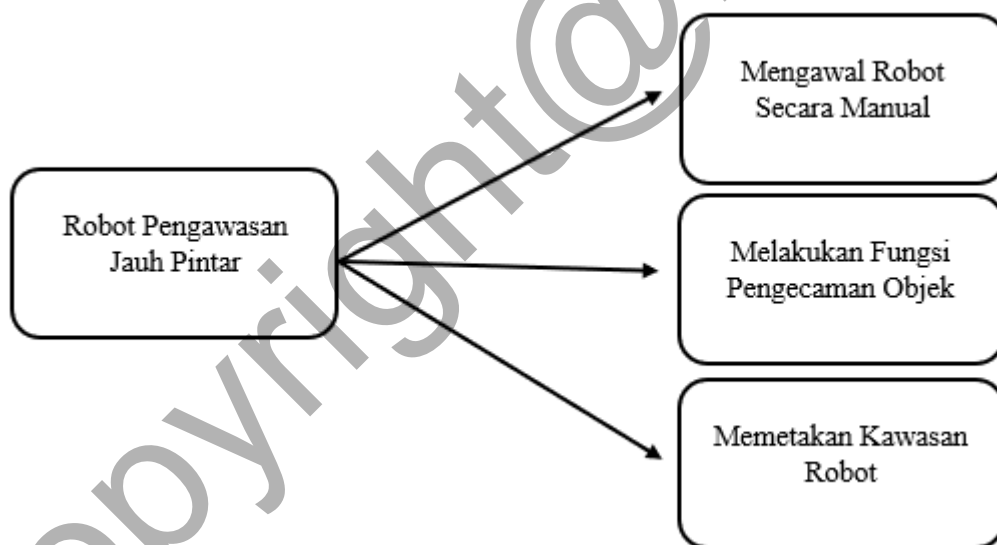
4.3 Fasa Reka Bentuk

Fasa reka bentuk merupakan fasa yang amat penting dalam pembangunan projek yang dijalankan dan memerlukan penelitian yang amat teliti dalam pembangunannya. Bab ini akan memberi gambaran tentang projek yang dibangunkan melalui reka bentuk seni bina, reka bentuk antara muka dan reka bentuk algoritma. Selain itu, skop bab ini adalah menerangkan tentang modul-modul sistem yang terlibat.

Dengan adanya bab ini, proses perancangan projek akan menjadi lebih teratur serta mengelakkan berlakunya kegagalan pembangunan projek yang dijalankan. Setelah itu, proses reka bentuk sistem merupakan fasa yang asas dalam pengurusan sebarang reka bentuk. Bab ini juga menggunakan hasil kajian lepas dari fasa-fasa lepas untuk dijadikan rujukan supaya pembangunan projek menjadi lebih efisien dan lebih teratur.

4.3.1 Reka Bentuk Seni

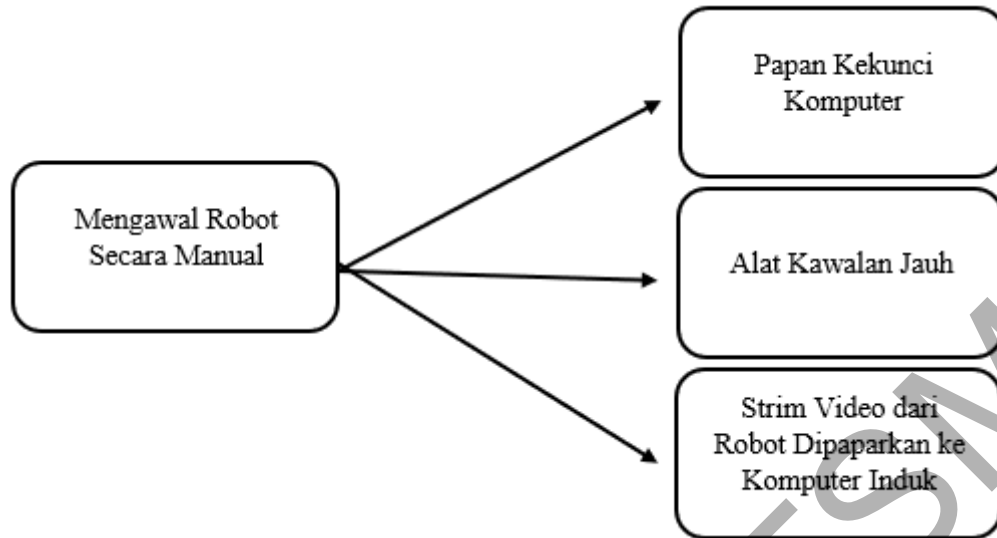
Reka bentuk seni bina akan menggambarkan fungsi sistem projek yang dibangunkan. Ia juga merupakan proses penerangan alatan yang akan digunakan untuk mewujudkan strategi pembangunan sistem. Fasa ini akan membincangkan corak reka bentuk yang digunakan iaitu Carta Hieraki Modul.



Rajah 1.4 Carta Hieraki Modul Robot Pengawasan Jauh Pintar

4.3.1.1 Modul Mengawal Robot Secara Manual

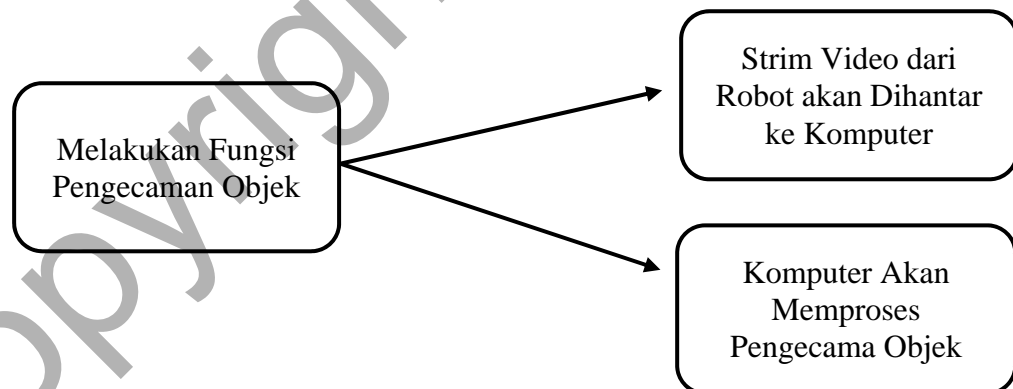
Modul pengawalan robot secara manual ini adalah untuk tujuan peninjauan serta untuk memetakan kawasan pengendalian robot. Robot boleh digerakkan sama ada menggunakan papan kekunci komputer atau alat kawalan jauh. Strim video dari robot akan dipaparkan ke komputer induk untuk memudahkan kawalan robot secara manual.



Rajah 1.5 Modul Mengawal Robot Secara Manual

4.3.1.2 Modul Melakukan Fungsi Pengecaman Objek

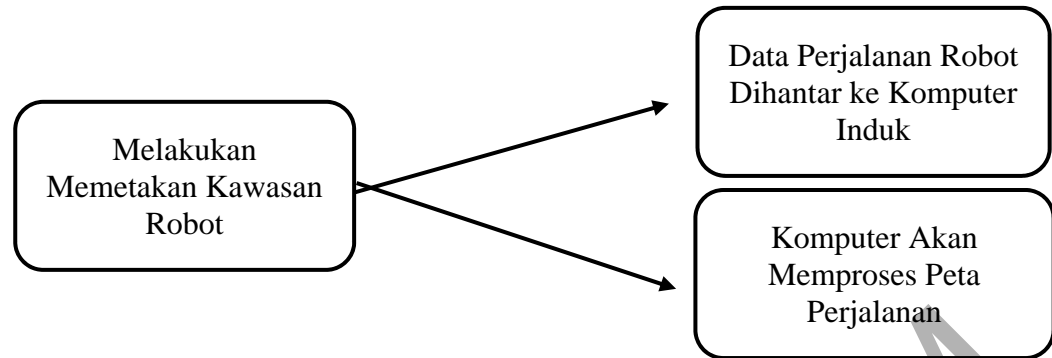
Modul melakukan fungsi pengecaman objek bermula ketika robot sedang bergerak. Robot akan menghantar imej ke komputer dan kemudian komputer akan memproses imej serta mengenal pasti objek yang berada di hadapan robot.



Rajah 1.6: Modul Melakukan Fungsi Pengecaman Objek

4.3.1.3 Modul Memetakan Kawasan Robot

Modul pemetaan kawasan robot adalah untuk memetakan kawasan yang dilalui sepanjang robot beroperasi. Sistem pemetaan ini bermula sejourus robot dihidupkan. Komputer induk akan memproses data menjadi peta perjalanan.



Rajah 1.7 Modul Memetakan Kawasan Robot

4.3.2 REKA BENTUK ANTARA MUKA

Reka bentuk antara muka pengguna ialah proses mereka bentuk antara muka dalam perisian atau peranti komputer dengan gaya dan rupa yang menarik. Tujuan merealisasikan reka bentuk antara muka ialah untuk memudahkan pengguna menggunakan sistem yang akan dibangunkan dan bersifat mesra pengguna. Reka bentuk yang dicadangkan adalah prototaip sahaja, bukan reka bentuk sebenar. Antara muka harus dibina dengan berdasarkan pengalaman pengguna agar sistem robot ini mudah diakses dan difahami oleh pengguna. Selain itu, antara muka memainkan peranan penting dalam pembangunan sistem kerana ia boleh menarik minat pengguna untuk menggunakan sistem tersebut.

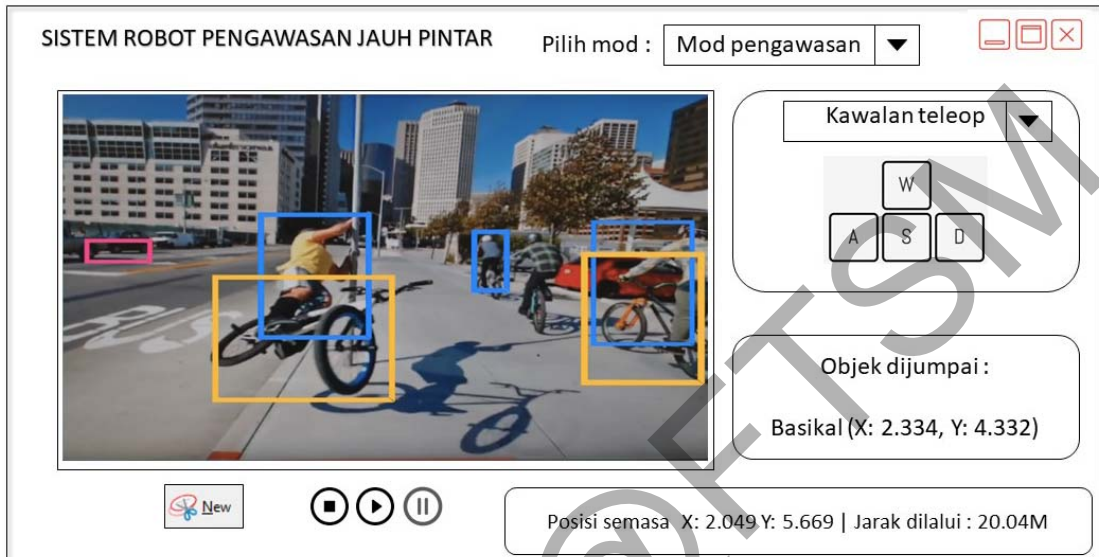
4.3.2.1 Lakaran Antara Muka Sistem

Lakar merupakan kaedah untuk menguji kebolegunaan dan mendapatkan data berkenaan dengan konsep terminologi, aliran kerja, kandungan dan fungsi yang terlibat. Rajah 3.3.1.1 menunjukkan antara muka sistem robot pengawasan jarak jauh pintar.

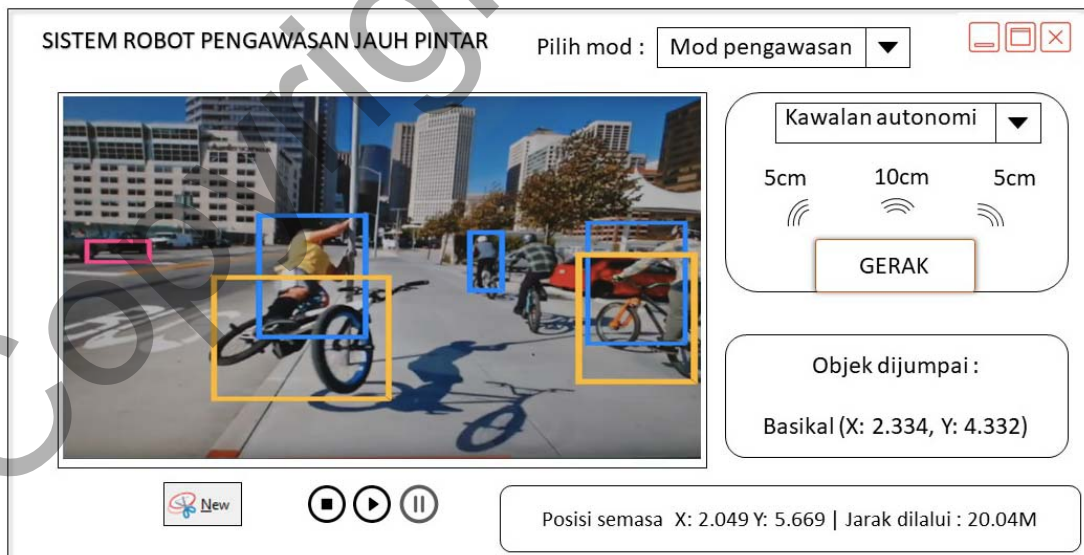
1. Antara muka utama sistem

Antara muka utama sistem robot pengawasan jarak jauh pintar memaparkan visual kamera dari robot serta memaparkan lokasi robot dalam paksi X dan Y.

Ia juga merekodkan jarak perjalanan robot serta nama objek yang telah dikenalpasti dalam fungsi pengecaman objek. Bahagian objek yang dikenalpasti akan diserahkan dalam paparan video.



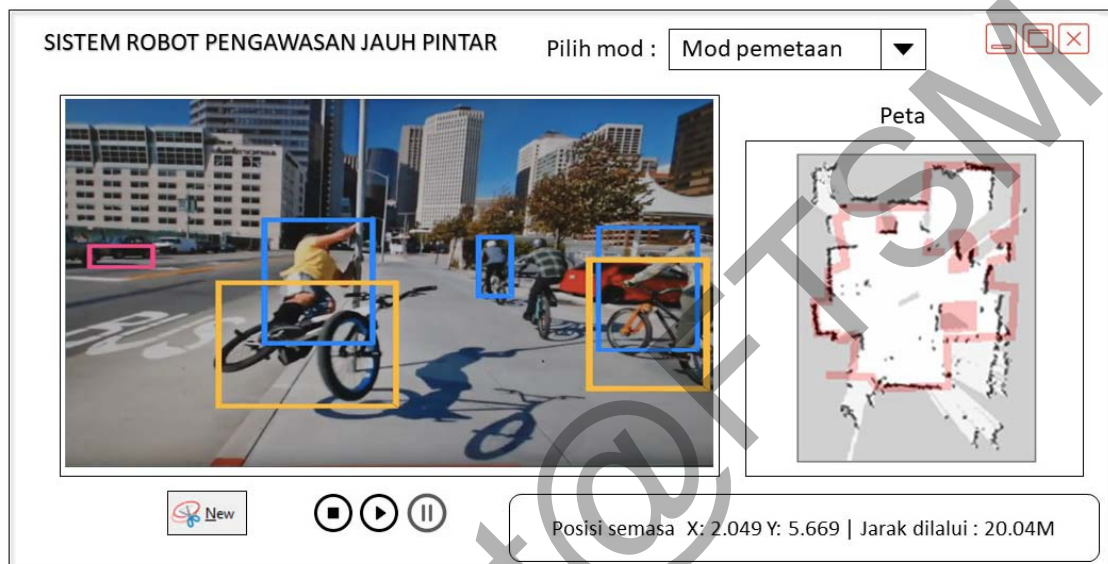
Rajah 1.8 Antara Muka Utama Sistem Robot Pengawasan Jauh Pintar menggunakan kawalan teleop



Rajah 1.9 Antara Muka Utama Sistem Robot Pengawasan Jauh Pintar menggunakan kawalan autonomi

2. Antara muka pemetaan sistem

Antara muka pemetaan sistem juga memaparkan visual kamera robot. Data perjalanan yang dihantar ke komputer akan dijana dan dipaparkan dalam bentuk peta 2D secara masa nyata. Peta tersebut akan terus dijana sehingga robot tersebut berhenti atau dimatikan.



Rajah 2.0 Antara Muka Pemetaan Sistem Integrasi Robot Pengawasan Jauh Pintar Dengan Kaedah Pembelajaran Mendalam, Kawalan Secara Otonomi Dan Pemetaan

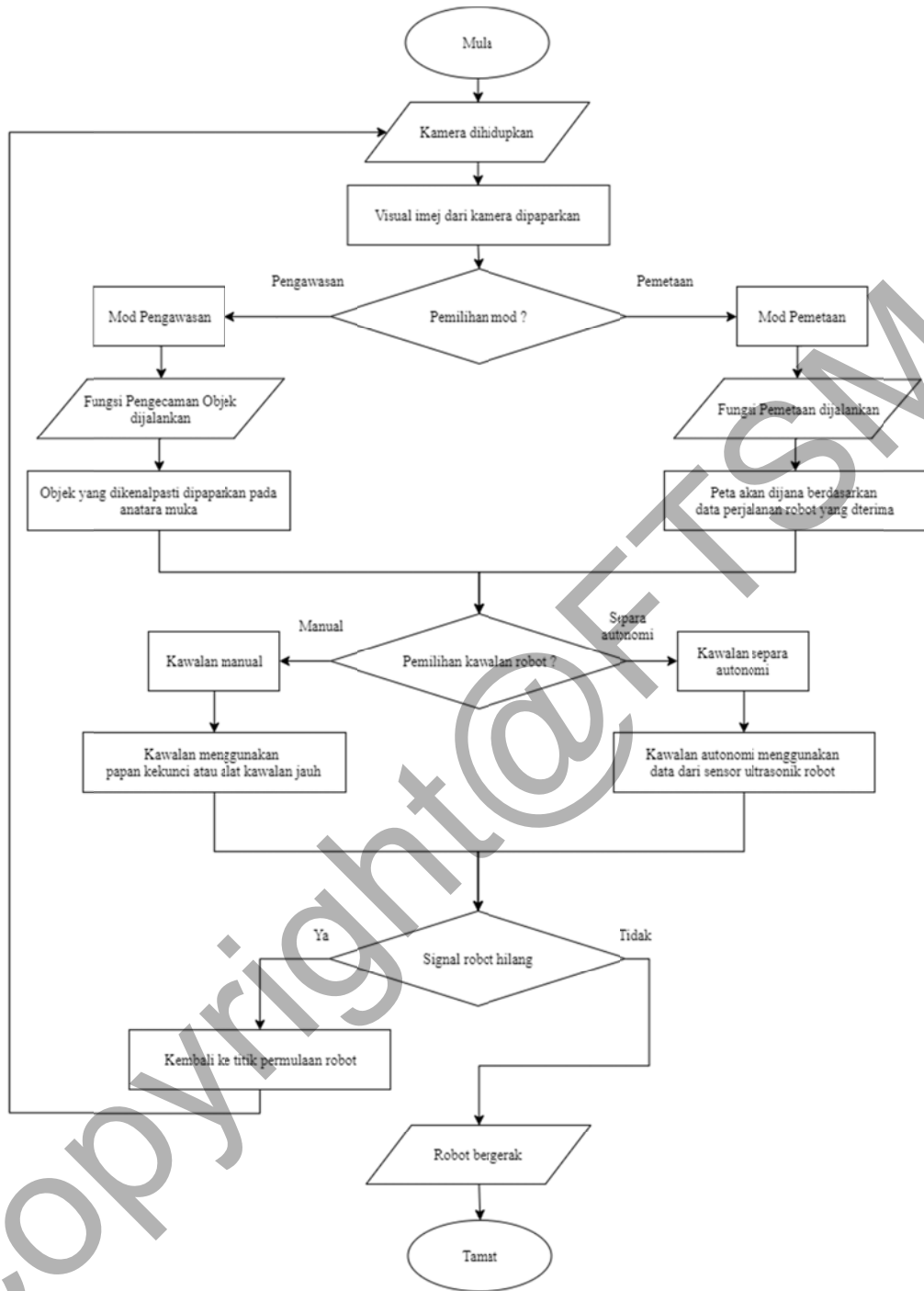
4.3.3 REKA BENTUK ALGORITMA

Reka bentuk algoritma merupakan kaedah yang digunakan untuk membina sesuatu proses untuk menyelesaikan suatu masalah. Reka bentuk algoritma yang digunakan untuk sistem ini adalah rajah carta alir. Rajah carta alir adalah rajah yang menunjukkan urutan proses atau tindakan objek yang terlibat dalam sesebuah sistem.

Rajah 4.8 menunjukkan carta alir Sistem Integrasi Robot Pengawasan Jauh Pintar Dengan Kaedah Pembelajaran Mendalam, Kawalan Secara Autonomi Dan Pemetaan. Sistem ini bermula dengan memaparkan imej kamera robot ke antara muka sistem. Kemudian pengguna harus memilih mod 'Pengawasan' atau 'Pemetaan'. Mod Pengawasan akan menjalankan fungsi pengecaman objek. Objek yang dikenalpasti akan diserlahkan di paparan video. Mod pemetaan akan menunjukkan peta yang dijana berdasarkan data perjalanan robot. Selepas itu, pengguna diberikan pilihan

sama ada untuk mengawal robot secara manual sepenuhnya atau separa autonomi menggunakan bantuan sensor ultrasonik dari robot. Separata autonomi bermaksud jika robot tersekat, pengguna harus mengundur robot menggunakan papan kekunci. Apabila robot sudah bergerak jauh, kemungkinan untuk signal robot hilang adalah tinggi, jika terjadi kehilangan signal robot, robot akan pergi ke titik permulaan berdasarkan data perjalanan yang direkodkan semasa robot mula bergerak. Kemudian proses ini akan berulang. Jika tiada kehilangan signal, robot akan bergerak seperti biasa.

Copyright@FTSM



Rajah 2.1 Carta Alir Sistem Integrasi Robot Pengawasan Jauh Pintar Dengan Kaedah Pembelajaran Mendalam, Kawalan Secara Autonomi Dan Pemetaan

4.4 Fasa Pengujian

Fasa ini bertujuan menguji keberkesanan sistem ini. Kriteria yang diambil kira termasuk ketepatan ia mengesan objek dan keberkesanan robot dalam fungsi kawalan autonomi dan pemetaan. Sekiranya gagal mencapai objektif projek, penyelarasan

perlu dijalankan atau mengimbas kembali fasa analisis bagi membuat penambahbaikan kajian yang mendalam.-

5 HASIL KAJIAN

Fungsi kawalan secara manual, pengecaman objek dan pemetaan sekitar kawasan robot dalam sistem ini akan diuji. Selain itu, pengujian juga dilakukan agar memastikan sistem ini menepati perancangan reka bentuk.

Copyright@FTSM

Pengujian Fungsi Kawalan Robot Secara Manual

Fungsi kawalan robot secara manual diuji dengan menekan butang pada papan kekunci komputer induk. Jadual 1.1 menunjukkan laporan kes ujian bagi fungsi ini.

Jadual 1.1: Kes Ujian Mengawal Robot Secara Manual

Kes Ujian		Kawalan Robot Secara Manual	
ID	U1		
Penerangan Ringkas	Mengawal robot secara manual untuk tujuan peninjauan		
Aktor Utama	Pengguna		
Pra-syarat	Tiada prasyarat		
Langkah	<ol style="list-style-type: none">i. Pengguna mengawal robot menggunakan alat kawalan jauh atau papan kekunci pada komputerii. Robot akan menghantar imej kepada komputer		
Data yang diuji	Keputusan Jangkaan	Keputusan Sebenar	Status Ujian
Bergerak ke hadapan, belakang, kiri dan kanan	Kereta bergerak seperti dinyatakan	Kereta bergerak seperti dinyatakan	Lulus
Bergerak ke atas kiri, atas kanan, bawah kiri dan bawah kanan	Kereta bergerak seperti dinyatakan	Kereta bergerak seperti dinyatakan	Lulus
Memberhentikan kereta	Kereta berhenti seperti dinyatakan	Kereta berhenti seperti dinyatakan	Lulus
Respon kurang dari 100ms	Kereta respon dengan cepat	Respon kereta lambat	Gagal

Pengujian Fungsi Pengecaman Objek

Fungsi pengecaman objek diuji dengan meletakkan satu dan pelbagai objek di hadapan kamera komputer klien. Jadual 1.2 menunjukkan laporan kes ujian bagi fungsi ini.

Jadual 1.2: Kes Ujian Melakukan Fungsi Pengecaman Objek

Kes Ujian		Melakukan Fungsi Pengecaman Objek	
ID	U2		
Penerangan Ringkas	Melakukan fungsi pengecaman objek semasa robot sedang beroperasi		
Aktor Utama	Pengguna		
Pra-syarat	Strim video harus lancar		
Langkah	<ol style="list-style-type: none">i. Robot dikawal secara manual atau separa autonomiii. Robot akan menghantar imej kepada komputeriii. Komputer akan memproses imej dan akan mengenal pasti objek yang berada di hadapan objek		
Data yang diuji	Keputusan Jangkaan	Keputusan Sebenar	Status Ujian
Pengecaman satu objek dalam satu masa	Objek dapat dikesan	Objek dapat dikesan	Lulus
Pengecaman pelbagai objek dalam satu masa	Semua objek dapat dikesan serentak	Semua objek dapat dikesan serentak	Lulus
Pengecaman objek dalam gelap	Objek dapat dikesan	Objek tidak dapat dikesan	Gagal

Pengujian Fungsi Pemetaan Kawasan Robot

Fungsi pemetaan kawasan robot akan diuji dengan menggerakkan robot sepanjang ia beroperasi . Jadual 1.4 menunjukkan laporan kes ujian bagi fungsi ini.

Jadual 1.4: Kes Ujian Memetakan Kawasan Robot

Kes Ujian		Memetakan Kawasan Robot	
ID	U3		
Penerangan Ringkas	Memetakan kawasan robot semasa robot sedang beroperasi secara manual atau separa autonomi		
Aktor Utama	Pengguna		
Pra-syarat	Sensor ultrasonik dan <i>decoder</i> motor harus dalam keadaan baik		
Langkah	<ol style="list-style-type: none">i. Robot dikawal secara manual atau separa autonomiii. Data perjalanan robot akan direkodkan di dalam sistem robot dan juga komputer induk.iii. Komputer induk akan memproses data menjadi peta perjalanan.		
Data yang diuji	Keputusan Jangkaan	Keputusan Sebenar	Status Ujian
Robot bergerak sepanjang ia beroperasi	Robot memetakan kawasan tersebut	Robot tidak memetakan kawasan tersebut	Gagal

6 KESIMPULAN

Di akhir bab pendokumentasian ini, telah diterangkan ringkasan sistem, permasalahan sistem, limitasi sistem serta penambahan masa hadapan. Kesemua ini dapat digunakan

untuk memperbaiki sistem yang sedang dibangun ini untuk menjadi lebih baik, menambah lagi kebolehannya serta meningkatkan dampak positifnya terhadap pengguna sistem.

Copyright@FTSM

7 RUJUKAN

- Ajith Thomas, John Hedly. 2019. *FumeBot: A Deep Convolutional Neural Network Controlled Robot*. School of Engineering, Newcastle University, Newcastle upon Tyne NE1 7RU, UK
- Anand Nayyar, Vikram Puri, Nhu Gia Nguyen, Dac Nhuong Le. 2018. *Smart Surveillance Robot for Real-Time Monitoring and Control System in Environment and Industrial Applications*. Department of CA&IT, KCL IM&T Jalandhar, Jalandhar, India, Department of Electronics and Communications Engineering, GNDU, Jalandhar, India, Graduate School, Duy Tan University, Da Nang, Vietnam, Faculty of Information Technology, Haiphong University, Haiphong, Vietnam.
- Ankit Schan. *Zero to Hero: Guide to Object Detection using Deep Learning: Faster R-CNN, YOLO, SSD*. CV-Tricks.com
- B Chirag, A.E. Manjunath, K.B. Badrinath. 2014. *An intelligent cloud based cost effective surveillance robot*. R.V.C.E, Bangalore India.
- Dhanoop Karunakaran. 2018. *Simple Image classification using deep learning — deep learning series 2*.
- Jason Brownlee. *A Gentle Introduction to Object Recognition With Deep Learning. Machine Learning Mastery*.
- K. Damodhar, B. Vanathi and K. Shanmugam. 2016. *A Surveillance Robot For Real Time Monitoring And Capturing Controlled Using Android Mobile*. Computer Science and Engineering, Valliammai Engineering College Chennai, India.
- Koustubh Sinhal. 2016. *Object Detection using Deep Learning for advanced users (Part-1)*. CV-Tricks.com
- Krutthika H.K, Nikhila S, Vibha T.G, Lokesh R. 2017. *Real-Time Remote Monitoring Using Surveillance Robot*. Assistant Professor, Dept. of ECE, Dayananda Sagar College of Engineering, Bengaluru, Karnataka, India, Assistant Professor, Dept. of EIE, Dayananda Sagar College of Engineering, Bengaluru, Karnataka, India, Senior Software Engineer, ABB Pvt Ltd, Bengaluru, Karnataka, India.
- Md. Shadnan Azwan Khan, Shoumik Sharar Chowdhury, Nafis Rafat Niloy, Fatema Tuz Zohra Aurin. 2017. *Simultaneous Localization and Mapping (SLAM) with an Autonomous Robot*. Department of Electrical and Electronic Engineering, School of Engineering and Computer Science, BRAC University.
- S.A. Joshi, Aparna Tondarkar, Krishna Solanke, Rohit Jagtap. 2018. *Surveillance Robot for Military Application*. Marathwada Mitra Mandal's college of Engg., Electronics and Telecommunication Department, karvenagar, Pune.
- Sindhu B M, Sindhu B Manjunath, Praveen Kumar H M, Mr. Rajasekar Mohan. 2016. *Remote Surveillance and Smart Stock Monitoring Robot using Internet of Things*.

Dept. of Electronics and Communication Engineering, PES Institute of Technology, Bangalore-560085

Souvik Saha, Arko Sigh, Palash Bera, Murshed Nawaz Kamal, Soumya Dutta, Uttam Gorian, Sayak Pramanik, Anghshuman Khan, Surajit Sur. 2017. *GPS based smart spy surveillance robotic system using Raspberry Pi for security application and remote sensing*. Dept. of Electronics and Comm. Engineering., University of Engineering. & Management, Jaipur, India

Widodo Budiharto. 2014. *Intelligent Surveillance Robot with Obstacle Avoidance Capabilities Using Neural Network*. School of Computer Science, Bina Nusantara University, Jakarta.

Copyright@FTSM

Copyright@FTSM