

**AUTOMATED GUIDED VEHICLE
(KENDERAAN KAWALAN AUTOMATIK)**

Oleh

Ahmad Izuan B Ismail

**Disertasi ini dikemukakan kepada
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA**

**Sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat keperluan
untuk ijazah dengan kepujian**

SARJANA MUDA KEJURUTERAAN (KEJURUTERAAN MEKATRONIK)

**Pusat Pengajian Kejuruteraan
Elektrik dan Elektronik
Universiti Sains Malaysia**

Mac 2006

ABSTRAK

AGV atau “Automated Guided Vehicle” merupakan suatu sistem yang membolehkan sebuah robot berfungsi secara automatik tanpa kawalan secara manual. Robot AGV yang telah diprogramkan dengan fungsi tertentu mampu menjalankan kerja-kerja dengan sendiri tanpa memerlukan bantuan atau kawalan dari manusia. Terdapat beberapa mod atau kaedah yang biasa digunakan dalam membangunkan sistem AGV antaranya adalah menggunakan kamera (webcam), sistem sonar atau ultrasonic dan penderia diod pemancar. Pemprosesan imej digunakan sebagai sumber data sekiranya sumber adalah dari kamera atau webcam. Setiap imej yang diambil akan diproses sebagai sistem penglihatan robot. Sistem ultrasonic pula menggunakan gelombang bunyi untuk mengesan kedudukan halangan atau sesuatu benda. Pembalikan gelombang ini adalah sebagai data dalam sistem AGV. Dan penderia diod pemancar merupakan alat AGV yang paling ringkas sebagai contoh aplikasi seperti “line follower”. AGV “automated guided vehicle” merupakan salah satu projek tahun akhir dimana sebuah robot yang dilengkapi dengan sistem AGV dibangunkan dengan bantuan sistem penglihatan dari sebuah webcam(USB). Robot AGV yang dibina mempunyai sepasang tayar yang dikawal dengan DC motor, dan empat roda bebas yang boleh berputar 360° tanpa kawalan motor. Dua roda dengan kawalan motor DC akan mengawal arah pergerakan robot ke kiri atau kanan semasa beroperasi. Tiga perkara penting yang perlu diberi perhatian dengan teliti semasa membangunkan sistem AGV menggunakan kaedah kamera iaitu pemprosesan imej, pengendalian mikropengawal dan pemilihan perkakasan(hardware) seperti kamera dan sistem motor. Sistem yang paling penting dalam membangunkan robot AGV ini adalah pemprosesan imej dari webcam. Proses ini dilakukan menggunakan perisian teknikal komputer MATLAB7.0 R14. Sebuah mikropengawal digunakan untuk mengawal motor setelah menerima isyarat dari komputer. Pengendalian terhadap mikropengawal juga penting untuk menentukan arah pergerakan robot AGV supaya lebih persis dan jitu. Seterusnya pemilihan perkakasan seperti jenis dan keupayaan motor yang bersesuaian dan jenis kamera perlu dilihat dengan lebih teliti kerana perkakasan ini merupakan elemen penting dalam menghasilkan sistem AGV yang baik.

ABSTRACT

AGV or “Automated Guided Vehicle” is a system which enables a robot be functional automatically; without any manual control. An AGV robot which is programmed with certain functions is able to carry out tasks by itself without any help from any control or human beings. There are a few modes or methods which are often being used to develop the AGV system. Among them are using camera (webcam), sonar or ultrasonic system and diode emitting sensor. If a camera or webcam is used image processing is the data source for the system. Each image taken will be processed as the robot’s eyesight system. The ultrasonic system uses sound waves to trace any obstacles or objects in its surroundings. The reflections of the waves are used as the data in the AGV system. Diode emitting sensor is the simplest of all AGV tools; for example the line follower. AGV or “Automated Guided Vehicle” is one of the final year projects which develop a robot aided with an eyesight system from a webcam. The AGV robot which had been developed is built on a pair of tyres which is controlled by a DC motor, and 4 wheels which can freely rotate a 360° rotation without any control from a motor. The two tyres controlled by a DC motor serve the function of controlling the movement of the robot; either left or right movement. There are three important things that must be emphasized during the development of the AGV system using the camera method which is image processing, microcontroller handling and the selection of hardware such as the camera and motor system. The most important system in developing the AGV robot is the image processing from webcam. This process is done using computer technical software called MATLAB7.0 R14. A microcontroller is used to control the motor after receiving signals from the computer. The handling of micro control is vital to determine the smoothness of the AGV robot’s movement. The selection of hardware, such as the type and the capability of the motor, the type of camera, must be done wisely as this hardware is vital elements to produce a reliable AGV robot system.

PENGHARGAAN

Alhamdulillah syukur kehadiran Illahi kerana dengan limpah kurnia dan inayah daripada-Nya, akhirnya laporan projek tahun akhir ini dapat disiapkan bagi memenuhi keperluan khusus pengijazahan saya ini. Sesungguhnya tidak dapat diberikan dengan kata diatas budi baik serta sembilang bantuan yang telah diberikan oleh individu-individu yang terlibat secara langsung mahupun tidak langsung dalam membangunkan Projek Tahun Akhir ini.

Pelbagai pengalaman yang amat berguna dan bermakna yang telah saya tempuhi dan pelajari di sepanjang proses menyempurnakan Projek Tahun Akhir. Selain itu, saya dapat memantapkan lagi sifat keyakinan dalam diri dengan mengaplikasikan segala ilmu yang ditimba melalui program pengijazahan selama empat tahun kedalam Projek ini.

Saya ingin merakamkan jutaan terima kasih kepada Dr. Mohd Rizal bin Arshad selaku penyelia projek kerana telah banyak membantu, memberi membimbing serta memberi tunjuk ajar yang amat berguna dalam menjayakan projek ini. Ini merupakan saat yang paling berharga bagi saya untuk mempelajari ilmu-ilmu kejuruteraan dari seorang yang lebih berpengalaman dalam bidang robotik.

Tidak lupa juga kepada semua kakitangan dan juruteknik yang terlibat khasnya kepada En Amir Hamid dan En Nor Azhar Zabidin yang telah banyak memberi kerjasama dan memberi sokongan padu kepada saya. Ribuan terima kasih juga kepada semua pelajar ijazah lanjutan di makmal robotik URRG yang banyak memberi nasihat dan idea-idea bernas untuk memantapkan hasil projek ini.

Akhirnya, saya amat berhutang budi kepada semua teman-teman seperjuangan iaitu mahasiswa mahasiswi yang terlibat kerana sudi memberi nasihat dan pertolongan dalam menyelesaikan masalah-masalah yang telah saya dihadapi. Semoga mereka akan mencapai kejayaan yang diimpikan kelak.

Tidak ketinggalan juga kepada keluarga tersayang yang secara tidak langsung memberikan saya kekuatan dan perangsang dan terima kasih diucapkan kerana tidak pernah putus mengirimkan doa disepanjang membangunkan projek ini.

Kepada yang terlibat sama ada secara langsung mahupun tidak langsung didalam memberi bimbingan kepada saya menyiapkan Projek Tahu Akhir, terima kasih sekali lagi diatas budi kalian semua.

Ahmad Izuan bin Ismail

Mac 2006

KANDUNGAN

	Muka Surat
ABSTRAK	ii
PENGHARGAAN	iii
KANDUNGAN	v
SENARAI GAMBARAJAH	vii
PRAKATA	

BAB 1 PENGENALAN

- 1.1 Pendahuluan
- 1.2 Objektif dan Skop Projek
- 1.3 Konsep asas AGV
- 1.4 Proses Pembinaan Robot AGV
- 1.5 Kesimpulan

BAB 2 KAJIAN ILMIAH

- 2.1 Pengenalan
- 2.2 Perkembangan Teknologi Robot
- 2.3 Teknologi Robot AGV
- 2.4 Elemen-elemen AGV
 - 2.4.1 Pemprosesan dan Analisa Imej
 - 2.4.2 Perisian Bahasa Teknikal MATLAB
 - 2.4.3 Imej dari Kamera USB
 - 2.4.4 Mikropengawal
 - 2.4.4.1 Mikropengwal PIC 16F877
 - 2.4.5 Spesifikasi Motor dan Pemacu pg79
 - 2.4.5.1 Motor DC
 - 2.4.5.2 Pemacu 10A8DD
 - 2.4.6 Kamera USB
 - 2.4.7 Komunikasi sesiri RS232
 - 2.4.7.1 Konfigurasi Port Pin Isyarat Siri
- 2.5 Kesimpulan

BAB 3 PERLAKSAAN PROJEK

- 3.1 Pengenalan
- 3.2 Rekabentuk Mekanikal Robot
 - 3.2.1 Dimension
 - 3.2.2 Roda Bebas
- 3.3 Rekabentuk Perisian
 - 3.3.1 Parameter Kamera dan Kalibrasi
 - 3.3.2 Pemprosesan Imej
 - 3.3.3 Pendekatan dan Kaedah Pemprosesan Imej
 - 3.3.4 Antaramuka Pengguna
- 3.4 Rekabentuk Elektronik
 - 3.4.1 Mikropengawal
 - 3.4.1.1 Rekabentuk PCB
 - 3.4.1.2 Pengujian
 - 3.4.2 DC Motor
 - 3.4.2.1 Pemacu Motor
 - 3.4.3 Komunikasi Sesiri RS232
 - 3.4.4 Sumber Kuasa
 - 3.4.5 Penyambungan Peranti AGV

BAB 4 KEPUTUSAN DAN IMPLEMENTASI

- 4.1 Pengenalan
- 4.2 Keputusan *Centre*
- 4.3 Keputusan *Left*
- 4.4 Keputusan *Too Right*

RUJUKAN

- LAMPIRAN A: CARTA ALIR KESELURUHAN AGV**
- LAMPIRAN B: CARTA ALIR ATURCARA MATLAB**
- LAMPIRAN C: CARTA ALIR ATURCARA MIKROPENGAWAL PIC**
- LAMPIRAN D: ATURCARA MATLAB**
- LAMPIRAN E: ATURCARA MIKROPENGAWAL PIC**
- LAMPIRAN F: HELAIAN DATA**

SENARAI GAMBARAJAH**Muka Surat****BAB 1**

- Rajah 1.1** Gambaran Robot AGV melalui litar
- Rajah 1.2** Konsep Asas Robot AGV
- Rajah 1.3** Gambaran hasil Robot AGV

BAB 2

- Rajah 2.1** Robot Pathfinder (NASA)
- Rajah 2.2** Sistem Simpanan dan Capaian Automatik, ASRS
- Rajah 2.3** Tetingkap Asas MATLAB
- Rajah 2.4** Aturan bingkai imej dari kamera
- Rajah 2.5** Penyimpanan imej ke memory
- Rajah 2.6** Struktur Asas Mikroprosesor
- Rajah 2.7** Struktur Asas Mikropengawal
- Rajah 2.8** PIC 16F877 40-pin
- Rajah 2.9** Pin Layout PIC 16F877
- Rajah 2.10** Kabel RS232
- Rajah 2.11** Penyambungan Sesiri
- Rajah 2.12** Kedudukan bit pada Komunikasi Sesiri

BAB 3

- Rajah 3.1** Posisi Kedudukan Kamera USB
- Rajah 3.1** Dimensi Robot AGV
- Rajah 3.2** Roda Castor
- Rajah 3.3** Paparan video pada MATLAB
- Rajah 3.4** Kawasan Pemprosesan Imej
- Rajah 3.5** Kedudukan Imej Sensor
- Rajah 3.6** Skala Warna Kelabu
- Rajah 3.7** Gambarajah blok Pemprosesan Imej
- Rajah 3.8** Antaramuka Pengguna
- Rajah 3.9** *Layout* PCB PIC 16F877
- Rajah 3.10** Sambungan Peranti RS232

- Rajah 3.11** Sambungan Bekalan Kuasa
- Rajah 3.12** Sambungan keseluruhan Robot AGV

BAB 4

- Rajah 4.1** Keputusan *centre*
- Rajah 4.2** Paparan video kedudukan *centre*
- Rajah 4.3** Kedudukan sensor center pada imej
- Rajah 4.4** Keputusan *Left*
- Rajah 4.5** Paparan video kedudukan kiri
- Rajah 4.6** kedudukan sensor *left* pada imej
- Rajah 4.7** Keputusan *Too Right*
- Rajah 4.8** Paparan video *too right*
- Rajah 4.9** Kedudukan sensor *Too Right* pada imej

1.0 PENGENALAN

1.1 Pendahuluan

Sebuah robot yang dilengkapi dengan sistem AGV mampu bergerak dengan sendiri tanpa memerlukan kawalan dari luar. Ia mampu melakukan proses secara automatik untuk bergerak mengikut haluan yang telah ditetapkan. Sistem pintar ini boleh terdiri dari beberapa teknik pemprosesan seperti teknik pemprosesan imej. Sistem AGV atau “Automated Guided Vehicle” yang dibangunkan adalah berasaskan sistem kamera yang menggunakan konsep pemprosesan imej melalui sebuah kamera USB. Imej yang diperolehi dari kamera akan diproses dalam sebuah komputer dengan perisian teknikal MATLAB7.0 yang dilengkapi dengan kemudahan fungsi pemprosesan imej. Penghantaran data siri merupakan teknik yang digunakan untuk menghubungkan antara komputer dan sistem AGV

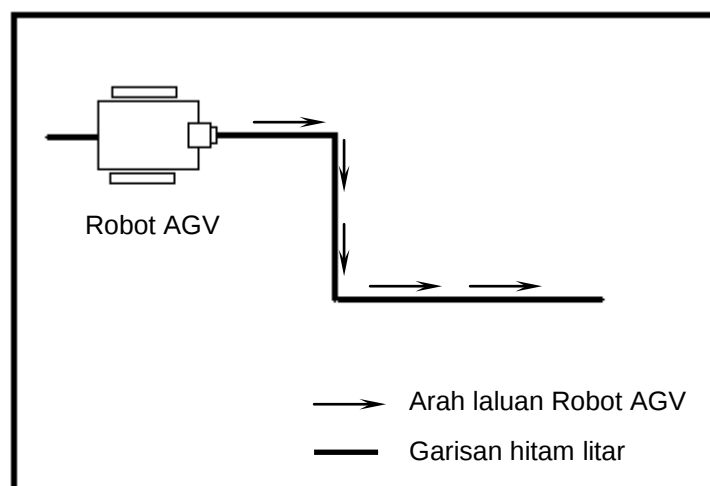
Dari segi rekabentuk mekanikal, robot AGV dikawal melalui dua buah motor DC berkuasa tinggi yang mengawal dua roda berasingan kiri dan kanan. Roda bebas juga digunakan sebagai mengikut arah pergerakan roda bermotor. Pergerakan motor DC dikawal oleh mikropengawal PIC16F877 melalui sebuah pemacu motor model 10A8DD. Mikropengawal akan mengawal ciri-ciri motor seperti halaju dan arah pergerakan melalui pemacu motor. Pemacu motor yang digunakan mampu menggerakkan dua buah motor DC secara serentak dengan pemodulatan lebar denyut (PWM) yang berbeza.

Untuk membangunkan Robot dengan sistem AGV memerlukan penelitian dari semua struktur rekabentuk iaitu rekabentuk mekanikal, rekabentuk elektronik, rekabentuk perisian dan rekabentuk penggabungan keseluruhan. Kesemua rekabentuk amatlah penting bagi memastikan antaramuka antara sistem adalah bersesuaian. Setiap data atau isyarat maklumat dapat dihantar dari satu sistem (e.g PC) ke satu sistem (e.g pemacu motor) yang lain dengan cepat dan tepat.

1.2 Objektif dan Skop Projek

Robot AGV yang dibangunkan merupakan sebuah robot boleh reprogram (programmable) yang bergerak secara automatik melakukan tugas-tugas yang telah ditetapkan tanpa sebarang kawalan luaran. Ia mampu menjalankan proses tanpa memerlukan sokongan lain. Tugas yang dimaksudkan dalam projek ini adalah mengekalkan kedudukan robot dalam satu garisan litar semasa melaluinya.

Ini merupakan objektif utama projek AGV yang akan dibangunkan. Robot AGV yang dilengkapi dengan sebuah kamera perlu melalui sebuah litar garisan hitam dan mengekalkan kedudukan supaya berada diatas garisan hitam pada sebarang situasi. Terdapat juga halangan seperti selekoh dan garisan lengkung yang harus dilalui robot AGV dan masih boleh mengekalkan kedudukannya. Robot AGV ini akan melalui beberapa jenis litar lain yang telah ditetapkan seperti litar garis lurus, litar garis lengkung dan litar selekoh tepat. Ini adalah bertujuan untuk memastikan keupayaan robot AGV mampu mengesan laluan yang pada sebarang situasi dan keadaan.



Rajah 1.1 Gambaran Robot AGV melalui litar

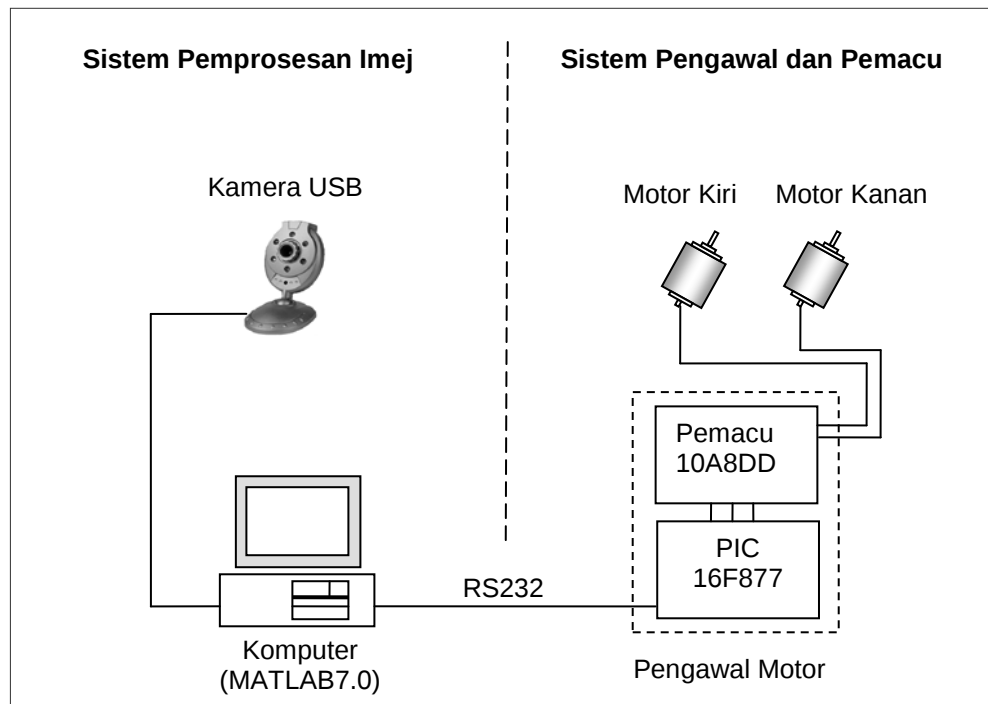
Dalam rajah 1.1 menunjukkan gambaran tentang objektif robot AGV yang hendak dibangunkan. Litar yang hendak digunakan terdiri dari satu garisan hitam dan latarbelakang cerah. Robot AGV yang telah diprogramkan akan melalui litar dibahagian tengah dan berada di atas garisan hitam.

Matlamat robot semasa melalui litar adalah mengekalkan kedudukan ditengah-tengah garisan hitam seperti laluan yang ditunjukkan (laluan anak panah).

1.3 Konsep Asas Robot AGV

Konsep asas pembangunan robot AGV secara ringkas adalah seperti dalam rajah 1.2. Robot AGV boleh dibahagikan kepada dua bahagian utama yang memainkan peranan yang penting dalam menghasilkan keluaran yang baik, iaitu **sistem pemprosesan imej** atau **sistem penglihatan robot** dan **sistem pengawal dan pemacu motor** yang mengawal pergerakan motor robot. Setiap bahagian ini terdiri dari beberapa elemen utama seperti berikut:

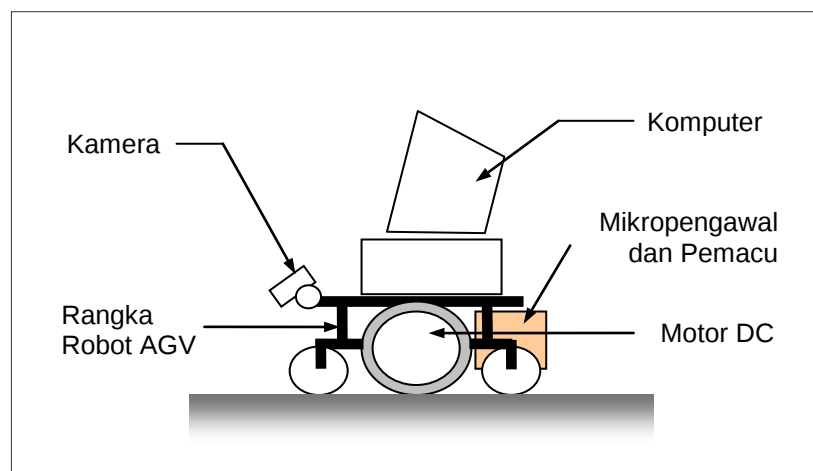
1. Sistem pemprosesan Imej
 - i. Kamera USB
 - ii. Komputer – pemprosesan imej
2. Sistem pengawal dan pemacu
 - i. Mikropengawal PIC16F877
 - ii. Pemacu 10A8DD
 - iii. Motor DC



Rajah 1.2 Konsep Asas Robot AGV

Elemen pertama adalah kamera USB yang digunakan sebagai penerima untuk mengesan kedudukan garisan hitam dengan mendapatkan imej semasa kerangka demi kerangka. Imej yang diperolehi dihantar secara terus melalui port USB pada komputer. Imej-imej ini merupakan data-data digital yang akan diproses menggunakan perisian teknikal MATLAB7.0 yang telah dilengkapi dengan fungsi khas untuk pemprosesan imej. Setelah data-data imej diproses, kemudian komputer akan menghasilkan isyarat digital yang akan dihantar kepada mikropengawal secara sesiri menggunakan kabel RS232. Akhir sekali mikropengawal akan mengawal pemacu motor dan seterusnya menggerakkan motor DC kiri dan motor DC kanan.

Robot AGV ini terdiri daripada dua aturcara utama yang dibina melalui program MATLAB7.0 dan program Code Designer Lite. Program MATLAB7.0 merupakan aturcara yang menjalankan segala proses yang melibatkan pemprosesan imej dari kamera USB. Keluaran dari aturcara ini akan dihantar secara sesiri melalui RS232 kepada mikropengawal PIC dan diterima sebagai masukan kepada aturcara kedua. Aturcara kedua pada mikropengawal PIC adalah untuk mengawal pemacu motor untuk tujuan menggerakkan motor mengikut ciri-ciri yang telah ditetapkan. Ciri-ciri motor ini bergantung kepada keadaan data yang dihantar dari komputer.



Rajah 1.3 Gambaran hasil Robot AGV

Sebagai langkah keselamatan, kesemua sistem elektronik akan menggunakan satu sumber kuasa voltan dan arus. Sumber kuasa yang digunakan adalah +15V voltan dan 2A arus. Ini adalah bertujuan untuk mendapat tahap voltan dan arus yang stabil untuk semua komponen yang digunakan dalam litar.

1.4 Proses Pembinaan Robot AGV

Setelah dilihat dari segi teknikal dan teori, robot AGV mampu dibangunkan dengan menggunakan pendekatan dan mengaplikasi ilmu yang telah dipelajari. Proses penghasilan robot AGV dibahagikan kepada beberapa peringkat yang perlu dilalui mengikut turutan. Ini bertujuan untuk memastikan supaya proses pembinaan robot AGV dihasilkan dengan mudah tanpa sebarang masalah. Setiap peringkat proses mempunyai matlamat yang berbeza.

Seperti yang diketahui, pemprosesan imej merupakan sistem yang paling penting dalam projek ini. Oleh itu proses ini perlu dijalankan terlebih dahulu dengan menggunakan sebuah kamera USB. Objektif pada peringkat ini adalah kamera mampu mengesan kedudukan garisan hitam pada imej yang dipaparkan pada skrin komputer dengan menggunakan perisian teknikal MATLAB7.0.

Proses kedua adalah membina litar mikropengawal PIC 16F877 dengan sebuah papan litar tercetak (PBC). Litar skema mikropengawal PIC lengkap direkabentuk menggunakan perisian EAGLE 4.14 dan ditukarkan dalam bentuk bentangan (*layout*) PCB. Proses ini adalah untuk menghasilkan sebuah mikropengawal yang boleh menerima data, melakukan proses dan menghasilkan isyarat keluaran

Seterusnya adalah proses menguji pemacu dan motor DC. Setiap ciri-ciri motor perlu dikaji dari segi halaju, arah putaran dan keupayaan motor perlu dikenalpasti dalam proses ini. Pada peringkat ini, pemacu perlu

disambung kepada mikropengawal untuk menerima pemodulatan lebar denyut (PWM) dan menggerakkan motor.

Pada peringkat akhir adalah menggabungkan kesemua elemen yang telah diuji satu persatu dan lihat keputusan hasilnya. Segala masalah yang dihadapi semasa penggabungan akan diselesaikan dengan merujuk semula kepada peringkat asas.

1.5 Kesimpulan

2.0 KAJIAN ILMIAH

2.1 Pengenalan

Bahagian ini akan menerangkan beberapa perkara penting yang melibatkan elemen-elemen, peralatan dan perisian yang digunakan dalam membangunkan projek ini. Setiap elemen akan diterangkan secara terperinci sebagai rujukan untuk diaplikasikan semasa proses pembinaan robot AGV. Penyelidikan perlu dilakukan terlebih dahulu sebagai mengkaji konsep-konsep asas setiap proses yang hendak dijalankan dalam projek ini. Setiap elemen ini perlu dikaji dengan teliti dengan merujuk pada buku-buku rujukan, jurnal dan tesis projek yang terdahulu.

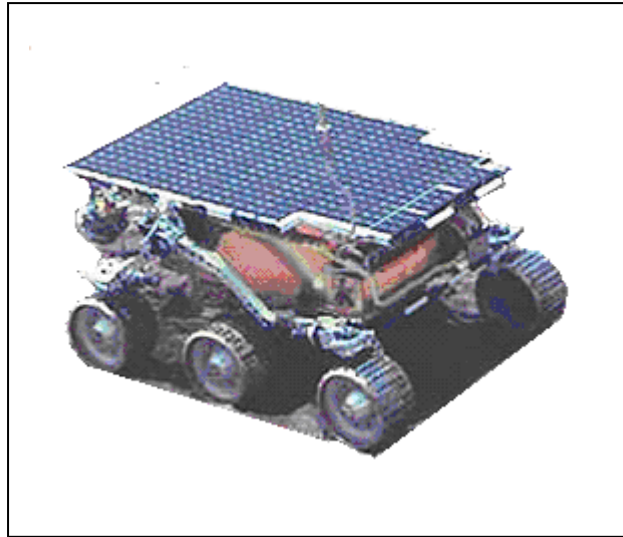
Antara elemen-elemen penting adalah:

1. Pemprosesan Imej
 - Teknik Pemprosesan Imej
 - Image Processing Libraries
 - Teknik Analisa Imej
 - Hingar Imej
 - MATLAB7.0
2. Mikropengawal
3. Spesifikasi Motor dan Pemacu
4. Kamera
5. Komunikasi sesiri RS232
6. Rekabentuk Robot

2.2 Perkembangan Teknologi Robot

Kebanyakan orang menganggap robotik sebagai satu bahagian teknologi, tetapi pada hakikatnya robotik meliputi pelbagai bidang teknologi seperti mekanikal, elektrik, elektronik, sistem, perkakasan, dan perisian komputer serta pelbagai teknologi canggih yang lain. Teknologi rekabentuk robot kini semakin berkembang maju. Bermula dengan terhasilnya manipulator *master and slave* yang dihasilkan oleh *Oak Ridge* dan *Argonne National Laboratories* lewat tahun 1940-an hinggalah penghasilan robot *Path*

Finder (Rajah2.1) untuk penerokaan planet Marikh yang dihasilkan oleh NASA dengan menggunakan konsep separa sistem AGV yang boleh dikawal secara manual dan automatik dari jarak jauh.



Rajah 2.1 Robot Pathfinder (NASA)

Perkembangan teknologi robotik telah mula berkembang dengan pantas bermula dari aplikasi dalam industri. Robot hanya menjalankan kerja-kerja yang berulang dan tidak mampu untuk mempertingkatkan kualiti kerja dengan sendiri. Pada ketika ini, teknologi robotik telah dipertingkatkan dengan kepintaran pada robot yang membenarkan ia berfikir secara bijak (*think smart*) dan boleh membuat keputusan. Kebiasaannya lebih dikenali sebagai robot pintar. Dari teknologi yang sedia ada, kemungkinan pada masa akan datang terdapat lebih banyak atribut yang menyerupai manusia seperti kebolehan deria yang tinggi, lebih pintar, kecekapan yang tinggi dan darjah pergerakan yang lebih baik. Kemajuan dan perkembangan teknologi robot lebih kearah memperlengkapkan mesin dengan pelbagai kebolehan yang sama dengan manusia.

2.3 Teknologi Robot AGV

AGV atau lebih dikenali *Automated Guided Vehicle* merupakan salah satu teknologi dalam bidang robot yang banyak digunakan dalam pelbagai

bidang dalam industri. AGV juga merupakan pendekatan utama yang selalu digunakan dikalangan penyelidik untuk diaplikasikan dalam pelbagai bidang seperti ketenteraan, kesihatan, gudang automatik dan bidang kerja yang bahaya untuk dilakukan oleh manusia.

Secara asasnya Kenderaan Panduan Automatik (robot AGV) merupakan sejenis robot yang dikendalikan tanpa kakitangan atau pengawalan komputer. Ia merupakan kenderaan pengangkutan bahan yang boleh menjalankan tugas secara automatik. Sistem robot AGV direkabentuk untuk mengikut garis yang dicat di atas lantai atau kabel yang ditanam. Ianya memerlukan kawalan atau panduan daripada komputer utama atau pengaturcaraan pengawalan untuk menjalankan pemprosesan data dan memberitahu laluan yang perlu dilalui.

Robot AGV juga adalah robot khusus iaitu direkabentuk untuk menjalankan satu tugas tertentu dan tidak boleh diprogram semula untuk melakukan tugas yang tidak berkaitan. Kebanyakan Sistem Simpanan dan Capaian Automatik seperti dalam rajah 2.2 (Automated Storage and Retrieval Systems, ASRS) menggunakan sistem teknologi AGV. ASRS adalah gudang automatik yang menggunakan komputer dan robot untuk menyimpan dan mengembalikan barang dalam jumlah yang besar.



Rajah 2.2 Sistem Simpanan dan Capaian Automatik, ASRS

Walaupun teknologi AGV kurang efektif untuk diaplikasikan bagi melakukan tugas-tugas tertentu dalam keadaan persekitaran yang tidak berstruktur. Sistem penglihatan robot merupakan proses yang mempunyai banyak maklumat atau data yang boleh diuji menggunakan teknologi sistem pemrosesan imej AGV. Sistem ini dilengkapi dengan kawalan yang efektif untuk mencari laluan (*path finding*) dan pandu arah. Imej yang diperolehi dari sistem penglihatan robot, ditukar kepada maklumat atau data yang boleh mengesan kedudukan, tanda jalan, sempadan jalan dan arah pergerakan robot AGV.

Terdapat banyak kaedah sistem berasaskan penglihatan yang telah dibangunkan untuk mengesan tanda laluan atau *road tracking*. Setiap kaedah menggunakan ciri-ciri dan pendekatan yang berbeza seperti model laluan yang digunakan (2D, 3D, lurus atau lengkung), alat penerimaan imej (kamera berwarna atau kamera monokrom), kaedah pengiraan data (*template matching*, *Hough*, rangkaian neuron dan penglihatan (mono atau stereo). Kebiasaannya, sistem penglihatan AGV adalah berasaskan teknik mengenal rupabentuk (*feature based technique*) atau menggunakan pengesanan garisan sempadan (*road boundaries detection*).

2.4 Elemen-elemen AGV

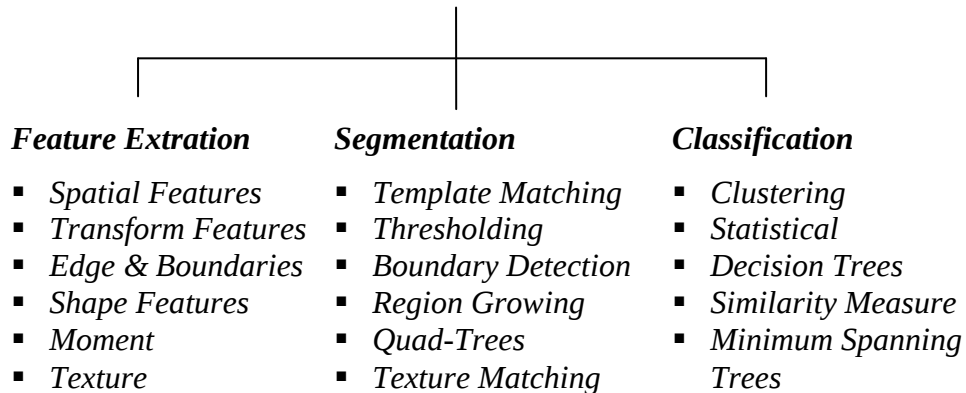
Elemen-elemen AGV merupakan bahagian penting yang terlibat untuk menghasilkan sebuah robot AGV. Setiap bahagian ini perlu dikenalpasti dan diteliti terlebih dahulu sebagai langkah untuk memahami setiap elemen dalam sistem AGV yang hendak dibangunkan. Beberapa elemen utama telah dikenalpasti dan akan diterangkan seperti dibawah.

2.4.1 Pemprosesan dan Analisa Imej

Kebiasaannya, perkara yang penting dalam aplikasi pemprosesan imej adalah untuk mendapatkan sifat atau ciri-ciri penting daripada imej yang diperolehi dari sebuah kamera. Data daripada imej boleh dianalisis dengan menghuraikan setiap data, mentafsir dan

memahami setiap bit pada imej tersebut. Pada asasnya, analisa imej adalah terdiri dari tiga bahagian iaitu Penyarian Sifat (*Feature Extraction*), Segmentasi (*Segmentation*) dan Teknik Klasifikasi (*Classification Technique*).

Teknik Analisis Imej



Objektif analisis ***Segmentation*** adalah untuk mengumpulkan kawasan imej yang mempunyai sifat yang sama kepada entiti yang mewakili sebahagian imej. Satu imej dibahagikan mengikut bentuk objek atau kawasan yang mempunyai sifat yang sama. Antara teknik-teknik segmentation yang biasa digunakan adalah seperti berikut:

- *Thresholding* – Teknik ini merupakan teknik yang paling mudah yang menggunakan teknik *Binary Conversion* dimana setiap piksel pada imej ditukar menjadi nilai binary (hitam / putih). Analisis dilakukan dengan melihat pada histogram imej dan julat piksel hitam dan putih ditentukan. Teknik ini adalah yang paling meluas digunakan dalam aplikasi industri vision kerana mudah, cepat dan senang dikawal.
- *Region growing* – Dalam teknik ini setiap piksel dikumpulkan dalam kawasan (*region*) berdasarkan persamaan atribut atau sifat. Sebahagian kumpulan piksel atau satu kawasan (*region*) akan dikenalpasti dan akan dibesarkan kawasan tersebut. Kawasan yang didefinisikan akan dianalisis untuk menentukan sama ada ia adalah

terasing atau boleh digabungkan dengan kawasan lain. Teknik ini sesuai diaplikasikan untuk imej yang mudah dan tidak sesuai untuk imej yang kompleks.

- *Edge detection* – Teknik berfungsi dengan mengambil kira perubahan keamatan pada setiap piksel pada bahagian *boundary/edge*. Jika kawasan (*region*) yang telah dikenalpasti tetapi bentuk kawasan tersebut tidak diketahui maka teknik ini tidak sesuai digunakan.

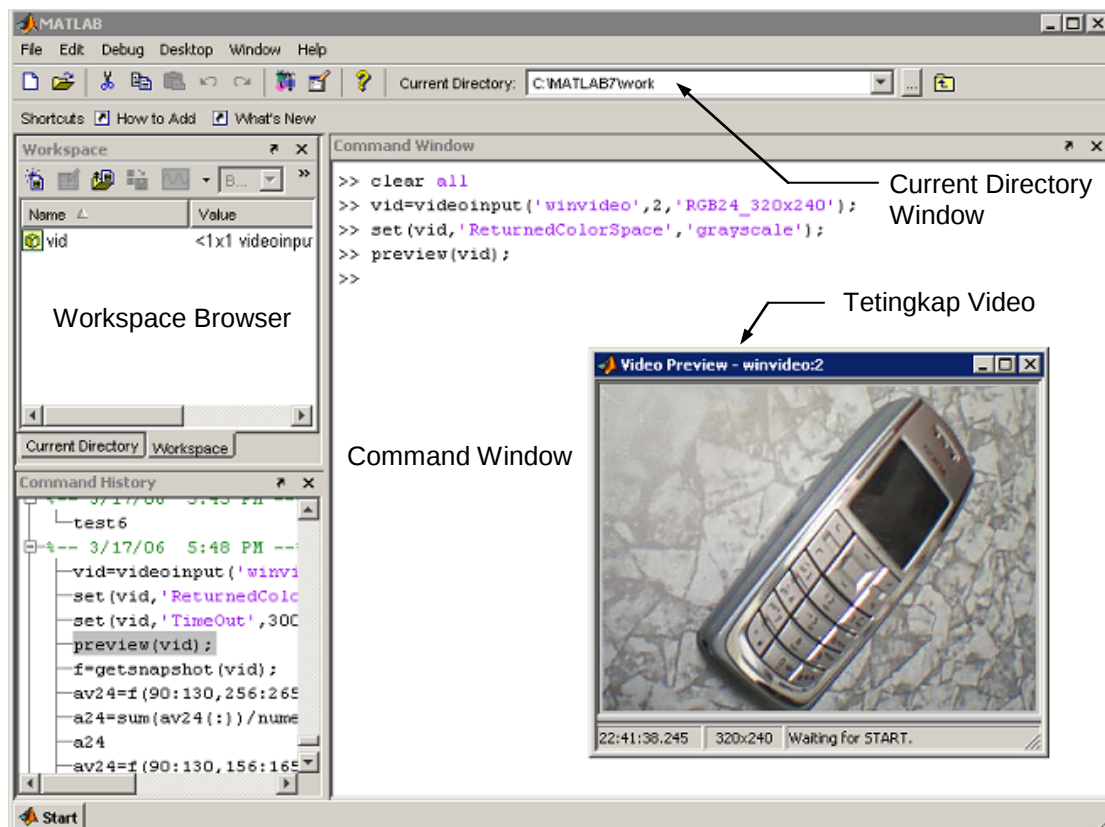
Feature Extraction merupakan analisis imej dengan perbezaan yang dibuat keatas objek berdasarkan features yang memberikan yang unik kepada objek. Features yang dimaksudkan adalah satu parameter yang membenarkan perbandingan dan pengenalan objek contohnya seperti luas, diameter dan perimeter. Analisis ini boleh digunakan untuk mengenalpasti objek atau bahagian dan menentukan lokasi dan orientasinya. *Object Recognition* juga merupakan salah satu teknik analisis imej untuk mengenalpasti objek yang diwakili oleh imej dengan menggunakan maklumat dari *Feature Extraction*. Objek yang telah dikenalpasti pada imej akan diklasifikasikan.

2.4.2 Perisian Bahasa Teknikal MATLAB7.0

MATLAB merupakan bahasa teknikal komputer yang berprestasi tinggi. Ia adalah program yang lengkap meliputi pengiraan, gambaran (*visualization*) dan pengaturcaraan yang mudah dikendalikan dimana permasalahan dan penyelesaian adalah dalam bentuk pengiraan matematik. Kebiasaanya MATLAB digunakan dalam :

- Pengiraan dan Masalah Matematik
- Pembangunan Algoritma Matematik
- Perolehan Data
- Permodelan, Simulasi dan membina Prototaip
- Analisis Data, *Exploration* dan *Visualization*

- Grafik Kejuruteraan dan Saintifik
- Aplikasi pembinaan termasuk Antaramuka Pengguna



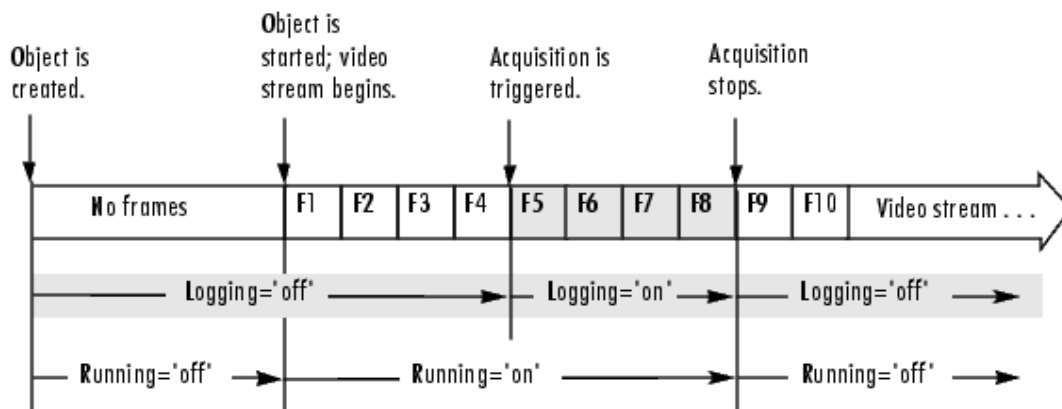
Rajah 2.3 Tetingkap asas MATLAB

MATLAB merupakan sistem interaktif dimana elemen elemen data yang digunakan adalah berasaskan susunan dan bukan dalam bentuk dimensi. Oleh itu, kebanyakan masalah pengiraan teknikal yang diselesaikan melalui MATLAB adalah dalam bentuk matrik. Nama MATLAB adalah gabungan dua perkataan dari **Matix Laboratory**. Pada asasnya program MATLAB menyediakan kemudahan untuk perisian matrik yang dibangunkan dari projek LINPACK (*Linear System Package*) dan EISPACK (*Eigen System Package*). Walaubagaimanapun, program MATLAB yang digunakan pada hari ini telah ditambahbaik dengan LAPACK library (*Linear Algebra Package*) dan BLAS library (*Basic Linear Algebra Package*) dan menghasilkan sebuah perisian pengiraan berasaskan matrik yang lebih baik.

Program MATLAB telah banyak digunakan di kebanyakan universiti sebagai alat pengiraan piawai dalam subjek-subjek khusus seperti matematik lanjutan, kejuruteraan dan sains. Dalam sektor industri pula, MATLAB merupakan program yang digunakan untuk tujuan penyelidikan, pembangunan dan analisis data. Selain itu, MATLAB juga dilengkapi dengan satu aplikasi mudah atau lebih dikenali dengan **toolboxes**. *Image Processing Toolbox* merupakan salah satu aplikasi yang terdiri dari beberapa fungsi MATLAB dalam bentuk M-file. Setiap fungsi ini digunakan untuk melakukan proses pemprosesan imej digital. Terdapat juga lain-lain toolbox yang dalam MATLAB antaranya seperti Pemprosesan Signal, Rangkaian Neural, *Fuzzy Logik* dan *Wavelet Toolbox*.

2.4.3 Imej dari Peranti Kamera USB

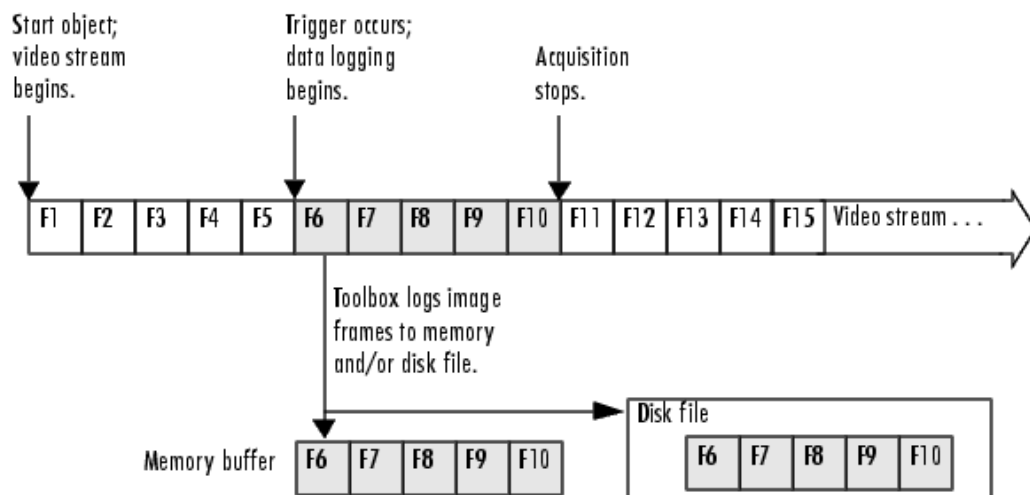
MATLAB merupakan prisian yang boleh digunakan untuk menjalankan pemprosesan imej dengan bantuan ‘image acquisition toolbox’. Ia merupakan yang terbaru dalam MATLAB yang boleh menerima imej dari peranti luar (external device) seperti digital webcam.



Rajah 2.4 Aturan bingkai imej dari kamera

Rajah 2.4 menunjukkan gambaran keseluruhan imej yang diperolehi dari kamera digital. Setiap imej adalah diterima “frame by frame” dan

akan dipaparkan dengan satu tettingkap pada skrin. Walaubagaimanapun tidak kesemua frame akan disimpan kedalam memori sehingga satu picu (trigger) mula diberikan. Selepas satu picu diberikan, setiap frame akan disimpan dalam memori dan ditamatkan dengan memberi satu picu yang lain.



Rajah 2.5 Penyimpanan imej ke memory

2.4.4 Mikropengawal

Mikropengawal merupakan satu peranti kawalan yang beroperasi berasaskan *Logic Arithmetic*, yang mana pemprosesan data pada masukan dan keluarannya (*input/output*) menggunakan pemprosesan logik. Peranti mikropengawal berfungsi sebagai *brain terminal*, membuat keputusan dalam penyelesaian masalah *Arithmetic*, dan aplikasi utamanya digunakan untuk mengawal sesebuah sistem peranti elektrik dan elektronik secara manual ataupun automatik. Mikropengawal biasanya merupakan satu komputer cip-tunggal (*single-cip*) yang berkos murah, yang mana keseluruhan sistem litar dan mikropemprosesnya dilengkapi pada sebuah cip litar bersepadu. Jaluran bahan silikon yang diemparkan (*encapsulated*) pada binaan mikropengawal jenis ini mempunyai persamaan ciri dengan mikropemproses yang ada pada komputer peribadi biasa.