

“Saya mengakui bahawa saya telah membaca karya ini pada pandangan saya karya ini adalah memadai dari skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Elektrik (Kawalan , Instrumentasi dan Automasi).”

Tandatangan 

Nama Penyelia :PN. MAASPALIZA BINTI AZRI

Tarikh : 7 Mei 2007

DEVELOPMENT OF A CS8 HUMANOID ROBOT (LEG II)


MOHAMMAD RHIYAAD BIN KAMSHAH

This Report Is Submitted In Partial Fulfillment Of Requirements For The Degree of
Bachelor In Electrical Engineering (Control, Instruments And Automation)

**Fakulti Kejuruteraan Elektrik
Universiti Teknikal Malaysia Melaka**

MAY 2007


“Saya akui laporan ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan petikan yang tiap-tiap satunya saya jelaskan sumbernya.”

Tandatangan : 

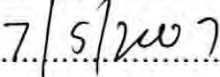
Nama : MOHAMMAD RHIYAAD BIN KAMSHAH

Tarikh : 7/5/2007

"I hereby declared that this report is a result of my own work except for the excerpts that have been cited clearly in the references."

Signature : 

Name : MOHAMMAD RHIYAAD BIN KAMSHAH

Date : 

Disini saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih untuk Ayah dan Ibu tersayang serta ahli keluarga yang sentiasa menyokong saya tanpa berbelah bahagi untuk menjayakan projek ini. Juga berterima kasih kepada penyelia saya iaitu Puan Maaspaliza Binti Azri yang memberi tunjuk ajar kepada saya ketika berada dibawah seliaan beliau. Tidak lupa juga kepada ahli kumpulan *CS8 Humanoid Robot* yang bertungkus-lumus dalam menjayakan projek ini. Bantuan anda semua yang terlibat dan tidak terlibat secara langsung amat saya hargai.

ABSTRAK

Robot tidak asing lagi pada kita bagi zaman sekarang dan ia bukan sesuatu yang baru dalam kehidupan kita. Ia banyak digunakan dikilang atau industri berat di negara kita dan digunakan untuk mengangkat dan melakukan kerja – kerja berat. Untuk membina robot, interaksi antara perisian dan perkakasan amat penting kerana ia berhubung antara satu sama lain. Jika tidak mementingkan salah satu perkara tersebut , hasil yang berlaku amatlah tidak memuaskan dan tidak menepati kriteria yang dikehendaki. *Humanoid robot* adalah satu projek yang amat mencabar kerana penghasilan robot ini memerlukan setiap bahagian beroperasi dengan bagus dan tepat. Bagi bahagian ini, ia lebih terjurus kepada pembinaan bahagian kaki. Bahagian kaki mempunyai bahagian penting peha, lutut, betis dan buku lali. Bahagian kajian utama adalah bahagian dari betis dan buku lali. Setiap bahagian tersebut digabungkan menggunakan *servomotor* yang sudutnya boleh disetkan kepada sudut yang dimahukan mengikut sudut pergerakan seakan-akan kaki manusia. Program yang digunakan adalah program *PIC* untuk menggerakkan *servomotor* tersebut. Setiap bahagian memainkan peranan penting apabila robot bergerak. Contohnya, apabila kaki melangkah, setiap bahagian anggota robot akan berubah untuk mengekalkan kestabilan. Apabila robot stabil, ia boleh melakukan pergerakan seperti berjalan dan berdiri tegak.

ABSTRACT

In this particular period, robot is familiar and it is not new in our life. Used in factory or heavy industry to carry and facilitate the heavy work. To build it, interaction between hardware and software is important because both related each other. If not, the result will be not satisfy and not exactly follow the criteria. Humanoid Robot project is challenging because to build it, each part need to operate better and accurate. For this part, it's more focus on build the leg part. It's includes important part like thigh, knee, calf and ankle. Important revision is more in calf and ankle. Each part is joints by a servomotor that the angle can be setting like human leg angle. These projects use the PIC program to actuate the servomotor. Each part really played the important role when moving. Example when walking, each part angle will change to maintain the stabilized. If the robot stable, it can make movement like walking and standing still.

ISI KANDUNGAN

BAB	PERKARA	HALAMAN
	Senarai Jadual	viii
	Senarai Rajah	ix
	Senarai Singkatan	xi
	Senarai Lampiran	xii
I	Pengenalan	
	1.1 Gambaran	1
	1.2 Skop	2
	1.3 Objektif	3
	1.4 Pernyataan Masalah	3
	1.5 Susunan Laporan Projek	3
II	Kajian Selidik	
	2.1 Kajian Selidik Robot Terdahulu	6
	2.1.1 Biped Humanoid Robot	6
	2.1.2 HR-2 Robot	8
	2.1.3 Robot ASIMO	11
	2.2 Teori Asas Robot	12
	2.3 Kajian Berkenaan Komponen Yang Digunakan	13
	2.3.1 Servomotor	13
	2.3.2 PIC	17
	2.3.3 Perisian Proteus Dan Perisian MikroC	18
	2.3.4 Pemilihan Bahan Binaan	19
	2.3.5 Aluminium	20
	2.3.6 PCB (<i>Printed Circuit Board</i>)	21
III	Metodologi	
	3.1 Perjalanan Keseluruhan Projek	22
	3.1.1 Pengiraan Sudut Motor	24
	3.1.2 Berdiri Tegak	26
	3.1.3 Bergerak Ke hadapan	26
	3.2 Pembinaan Projek	28
	3.3 Lakaran Awal Projek	29
	3.4 Kedudukan Servomotor	31
	3.5 Kawalan PIC Bahagian	32
	3.5.1 Membina Projek PIC Dengan Menggunakan <i>MikroC</i>	35
	3.5.2 Litar PIC	44
	3.5.3 PIC 16F877A	46
	3.6 Litar Pengatur Voltan	48
	3.7 MAX232/RS232	49
	3.8 Bekalan Kuasa	51
	3.9 Rekabentuk litar PCB (<i>Printed Circuit Board</i>)	51
	3.10 Cara Litar PCB Dibuat	54

IV	HASIL PELAKSANAAN	
	4.1 Litar PIC	55
	4.2 Pengujian Litar PIC	56
	4.2.1 Pengujian Litar Menggunakan Multimeter	57
	4.3 <i>Voltage Regulator</i> (Pengatur Voltan)	60
	4.4 Lakaran Pergerakan Kaki	61
	4.5 Hasil Pelaksanaan	65
	4.6 Kos Keseluruhan Projek	68
V	KESIMPULAN	
	5.1 Perbincangan	69
	5.2 Cadangan	70
	5.3 Kesimpulan	70
	RUJUKAN	71
	LAMPIRAN	72

SENARAI JADUAL

NO	TAJUK	HALAMAN
2.1	Spesifikasi Biped Humanoid Robot	8
3.1	Penetapan Sudut Setiap <i>Servomotor</i> pada Bahagian kaki	24
3.2	Ciri-ciri PIC 16F877A	33
4.1	Kos Keseluruhan Projek	68

SENARAI RAJAH

NO	TAJUK	HALAMAN
1.1	Skop Projek	2
2.1	Biped Humanoid Robot	6
2.2	DOF Sebelah Kaki	7
2.3	HR-2 Robot	9
2.4	Blok Diagram Teks	9
2.5	Satu Fasa	10
2.6	Dua Fasa	10
2.7	Diagram HR-2 Robot	10
2.8	ASIMO	11
2.9	Kedudukan Penyambung (<i>Joint</i>) Dan Penghubung (<i>Link</i>)	12
2.10	Servomotor	13
2.11	Wayar Servomotor	14
2.12	Gear Servomotor	14
2.13	Keratan Rentas Servomotor	15
2.14	Contoh Gelombang PWM Menggunakan Sudut 60°	16
2.15	Hubungan Antara Denyutan Dengan Pusingan Rotor	17
2.16	Diagram PIC	18
2.17	Plastik Acrylic	19
2.18	PVC	20
2.19	Aluminium	20
3.1	Carta Alir Perjalanan Keseluruhan Projek	23
3.2	Graf Sudut Melawan Masa Bagi Servomotor	24
3.3	Carta Alir Pergerakan Ke hadapan	27
3.4	Diagram Bagi PIC, Servomotor Dan Rangka Robot	29
3.5	Kedudukan Servomotor Dari Pandangan Atas	29
3.6	Lakaran Awal Projek	30
3.7	Pandangan Hadapan Dan Sisi	30
3.8	Pandangan Isometrik	31
3.9	Kedudukan Servomotor	31
3.10	Diagram PIC 16F877A	32
3.11	Alamat-Alamat Yang Terdapat Pada Bank-Bank PIC	34
3.12	Carta Alir Kawalan PIC	36
3.13	Litar LED Berkelip	37
3.14	Tempat Untuk Komponen	38
3.15	Ikon Projek Baru	39
3.16	Paparan Projek Baru	40
3.17	Paparan Program Berjaya	42
3.18	Paparan Menambah Komponen	43
3.19	Paparan Untuk Butang <i>RUN</i>	43
3.20	Litar PIC	45

NO	TAJUK	HALAMAN
3.21	Blok Diagram Bagi Litar PIC Bahagian Kaki	46
3.22	PIC 16F877A	47
3.23	Litar Bagi PIC16F877A Dengan Pembekal Frekuensi Dan Keluaran Setiap Pin	47
3.24	Pengatur Voltan	48
3.25	Litar Bagi Pengatur Voltan IC78L05	48
3.26	RS232 / MAX 232	49
3.27	Kabel <i>Bootloader</i>	49
3.28	Kedudukan Pin MAX 232	50
3.29	Litar Bagi RS232	50
3.30	Bekalan Kuasa Yang Digunakan	51
3.3.1a	Double Layer PCB	52
3.3.1b	Lapisan Atas (Top Layer)	53
3.3.1c	Lapisan Bawah (Bottom Layer)	53
4.1	Hasil Litar PIC	55
4.2	Contoh Litar PIC Yang Diuji	56
4.3a	Denyutan Pada Port B	56
4.3b	Denyutan Pada Port C	57
4.3c	Denyutan Pada Port D	57
4.4a	Pengujian Pada Pin 1	58
4.4b	Pengujian Pada Pin 11	58
4.4c	Pengujian Pada Pin 32	59
4.4d	Pengujian Pada Masukan Pengatur Voltan	59
4.4e	Pengujian Pada Keluaran Pengatur Voltan	60
4.5	Litar Pengatur Voltan	61
4.6	Robot Berdiri Tegak	61
4.7	Kaki Kanan Melangkah	62
4.8	Kaki Kanan Tegak	62
4.9	Robot Berdiri Tegak Kembali 1	63
4.10	Kaki Kiri Bergerak Kehadapan	63
4.11	Kaki Kiri Tegak	64
4.12	Robot Berdiri Tegak Kembali 2	64
4.13	Pengujian Litar PIC Menggunakan Osiloskop	65
4.14	Hasil Keluaran Denyutan Pada Osiloskop	65
4.15	Gabungan Peha, Betis Dan Buku Lali Yang Telah Siap	66
4.16	Litar PCB Beserta Komponen	66
4.17a	Pandangan Sisi Robot	67
4.17b	Pandangan Hadapan Robot	67
4.18	Gabungan Bahu, Lengan Dan Gripper	68

SENARAI SINGKATAN

PWM	-	Pulse Width Modulation
PCB	-	Printed Circuit Board
PIC	-	Peripheral Interface Controller
DC	-	Direct Current
DOF	-	Degree Of Freedom
I/O	-	Input / Output
LED	-	Light Emitting Diode
IC	-	Integrated Circuit
UV	-	Ultra Violet
CS	-	Control Student
UTeM	-	Universiti Teknikal Malaysia Melaka
FKE	-	Fakulti Kejuruteraan Elektrik

SENARAI LAMPIRAN

NO	TAJUK	HALAMAN
A	Perancangan Projek	73
B	Litar PIC	74
C	Maklumat PIC (Datasheets)	75
D	Cara Membuat Permulaan Projek PIC	80
E	Rujukan Pantas PIC	83
F	Aturcara Lutut	94
G	Aturcara Buku Lali	96
H	Robot ASIMO	98

BAB I

PENGENALAN

CS8 Humanoid Robot adalah robot yang dibina berasakan seakan-akan bentuk manusia. Projek membina *humanoid robot* masih lagi baru dinegara kita, walaupun teknologi menggunakan robot banyak digunakan di kilang-kilang, namun ia tidak menggunakan atau menghasilkan robot yang sepenuhnya seperti atau berbentuk manusia. Setiap bahagian robot terdiri dari kepala, badan, pinggang, bahu, tangan dan kaki. Bagi projek ini, setiap bahagian mempunyai peranan masing-masing. Ia boleh berjalan kehadapan dan berdiri tegak mengikut darjah sudut yang ditetapkan pada setiap *servomotor* serta boleh mengangkat objek kecil. Tujuan pembinaan robot ini juga adalah kerana keinginan mencipta robot yang berlainan dari robot lain seperti terdapat di Fakulti Elektrik dari segi saiz dan fungsinya. Ia lebih tertumpu pada skop yang kecil iaitu di UTeM. Buat masa ini hanya projek ini yang membina *humanoid robot* dan ia bersaiz besar. Oleh itu, peluang dan risiko ini harus diambil untuk dicuba.

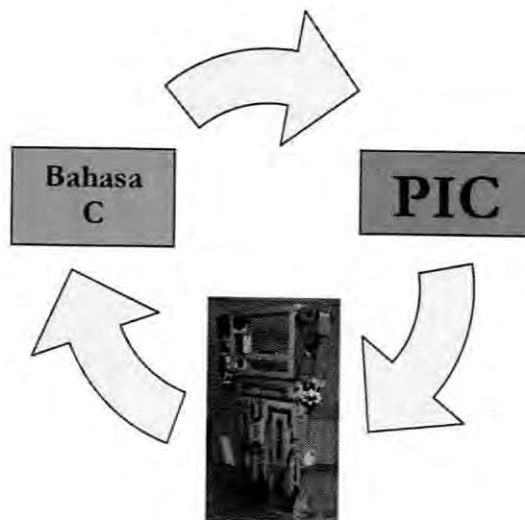
1.1 Gambaran

Seperti yang diketahui, *Humanoid Robot* ini berbentuk manusia dan boleh melakukan pergerakan asas seperti manusia iaitu berjalan dan mengangkat objek kecil. Mempunyai anggota asas manusia seperti kepala, badan, tangan dan kaki. Pada bahagian kaki, fokus diberikan terutama pada betis, dan buku lali. Pergerakan agak perlahan berbanding dari manusia biasa kerana menggunakan *servomotor* yang setiapnya dikawal menggunakan program PIC. Robot ini boleh bergerak kehadapan dan berdiri tegak. Ia bergerak mengikut sudut yang ditetapkan pada program PIC

untuk setiap bahagian lutut dan buku lali. Saiz robot ini agak besar kerana ia didalam perancangan kami untuk membina robot yang saiz lebih besar seakan-akan saiz manusia dan berlainan dengan robot di Fakulti Elektrik UTeM. Paten ini agak biasa berbanding dengan humanoid robot yang berada dipasaran kerana ini adalah percubaan kali pertama dalam menceburi projek ini. Pembaikan akan dilakukan dari masa ke semasa untuk mendapatkan hasil yang memberangsangkan.

1.2 Skop

Skop utama projek ini adalah untuk membina Robot yang bernama *CS8 Humanoid Robot* yang boleh bertindak seperti manusia iaitu berjalan dan mengangkat objek kecil. Selain itu, menggunakan program MikroC untuk mengawal bahagian yang difokuskan iaitu pergerakan bahagian betis dan buku lali. Program tersebut di kawal menggunakan PIC seperti yang ditunjukkan pada Rajah 1.1



Rajah 1.1: Skop Projek

1.3 Objektif

Objektif projek adalah untuk membina robot yang mempunyai fizikal seperti manusia dan lebih menjurus kepada pembinaan betis dan buku lali. Setiap bahagian dibina mengikut struktur seakan-akan manusia. Selepas membina perkakasan, memahami penggunaan *servomotor* sebagai penggerak adalah objektif yang seterusnya, kerana penggerak binaan ini menggunakan *servomotor* sepenuhnya pada setiap bahagian badan sebagai penggerak dan memahami program Proteus untuk melengkapkan litar PIC. Objektif projek ini adalah berkaitan dengan gambaran yang projek berikan.

1.4 Pernyataan Masalah

Pernyataan masalah projek ini lebih terjurus pada permasalahan yang sedia wujud berada di UTeM. Antaranya ialah kekurangan pembinaan struktur fizikal robot yang berbentuk manusia serta menghasilkan pergerakan robot yang seakan manusia. Selain itu, Waktu sekarang, robot di fakulti FKE UTeM hanya mempunyai robot yang kebanyakan menggunakan roda untuk bergerak dan kebanyakannya robot yang sedia ada tidak mempunyai saiz yang tidak besar dan pergerakan *Humanoid Robot* dengan penggunaan *servomotor* yang berbeza dari motor DC yang lain kerana ia menggunakan denyutan (*pulse*) untuk bergerak .

1.5 Susunan Laporan Projek

Laporan ini menerangkan tentang pengenalan memulakan projek berdasarkan gambaran, skop dan objektif serta pernyataan masalah didalam bab1.Seterusnya, dalam bab2, menerangkan kajian yang dilakukan sebelum membuat projek, ini bertujuan untuk sebagai rujukan serta teori yang berkaitan dengan projek.Bagi bab 3 pula, penekanan metodolgi projek ini iaitu bahan, komponen serta program yang digunakan.Ini menjurus kepada pembinaan projek,lakaran awal, penerangan PIC serta komponen yang digunakan untuk

menjayakan projek. Ia juga menerangkan carta alir keseluruhan projek iaitu carta alir ketika robot bergerak serta kawalan PIC setiap bahagian yang terlibat.

Di dalam bab 4, ia lebih kearah hasil pelaksanaan yang telah didapati. Dalam bab ini juga mengandungi gambarajah projek yang telah siap. Ia juga menunjukkan cara-cara pengujian litar PIC yang telah siap. Terdapat juga gambaran mengenai pergerakan kaki pada sudut yang telah ditetapkan.

Dalam bab 5, iaitu bab yang terakhir mengandungi hasil perbincangan mengenai projek, cadangan yang dikemukakan untuk membuatkan hasil projek ini lebih baik, kos keseluruhan projek yang digunakan serta kesimpulan keseluruhan dari projek ini.

BAB II

KAJIAN SELIDIK

Dalam bab ini, ia menerangkan kajian yang telah dilakukan oleh penyelidik sebelum ini mengenai *humanoid robot*. Ia menerangkan segala perkara yang perlu ada pada suatu binaan robot. Ia juga menerangkan spesifikasi setiap robot dan bahagian yang penting pada tubuh robot. Kebanyakan kajian menggunakan *servomotor* sebagai penggerak tetapi menggunakan sistem yang berlainan selain menggunakan PIC.

Disini dapat dibandingkan setiap perbezaan yang ada pada kajian-kajian tersebut. Perbezaan yang paling ketara adalah sistem yang digunakan untuk menggerakkan robot tersebut. Disini ditetapkan mengambil dua kajian yang dilakukan untuk digunakan sebagai rujukan dan kajian ini. Dengan itu juga, dalam bab ini ia turut menerangkan komponen yang digunakan dalam pembinaan robot tersebut. Disamping itu, perbandingan antara kajian robot tersebut dengan projek ini dibuat untuk memastikan projek ini berjalan lancar. Dengan ini, pembinaan *Humanoid Robot* kami dapat dijalankan berpandukan kajian-kajian yang dilakukan sebelum ini.

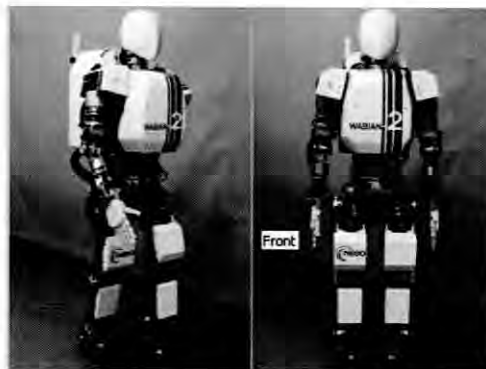
2.1 Kajian Selidik Robot Terdahulu

Sebelum memulakan projek ini, kami telah mengambil beberapa contoh robot yang boleh dibuat rujukan untuk proses pembinaan *CS8 Humanoid Robot*.

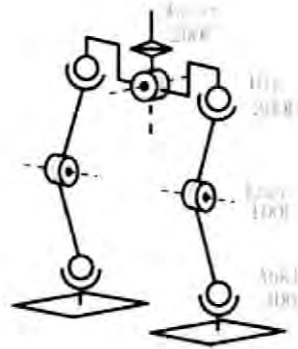
2.1.1 Biped Humanoid Robot

Robot ini dicipta supaya boleh menyesuaikan diri dan bekerja seperti manusia. Ia berbentuk manusia dengan ketinggian lebih kurang 1.5 meter serta seberat 60 kg seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.1. Antara tujuan pembinaan adalah untuk membuat kerja rumah, membantu dalam proses perubatan serta membantu dalam proses mencari dan menyelamatkan. Dalam masa terdekat, fenomena masyarakat berumur akan berlaku di Jepun. Ia adalah satu faktor mustahak untuk orang tua untuk menyimpan tenaga mereka dan mental yang sihat. Oleh itu, terdapat peningkatan keperluan untuk menubuhkan suatu model berjalan yang mesra manusia bahawa boleh disesuaikan untuk rawatan perubatan, dan keperluan untuk pemulihan.

Ia mempunyai 2 cara asas berjalan iaitu, jalan secara lutut menegak atau menegang dan jalan secara konvensional. Pada bahagian kaki mempunyai ia mempunyai 14 DOF (*Degree Of Freedom*), iaitu 7 DOF pada sebelah kaki seperti yang ditunjukkan pada Rajah 2.2 .Ia menggunakan *servomotor* sebagai penggerak utama.



Rajah 2.1: Biped Humanoid Robot



Rajah 2.2: DOF Sebelah Kaki

Bagi sistem kawalan pula, ia dikawal oleh komputer meliputi *PCI CPU board* yang disambung ke *I/O boards* melalui *PCI bus*. Ia juga menggunakan *Real Time System*. Sistem penggerak diletakkan bersama *encoder* pada *shaft* motor dan *photo sensor* diletakkan pada penyambung shaft untuk mengesan pergerakan. Setiap buku lali dilengkapi dengan 6 paksi sensor daya dimana digunakan untuk mengira dan mengesan daya terhadap lantai apabila ia bergerak untuk keseimbangan. Segala spesifikasi mengenai robot terdapat pada Jadual 2.1.

Kajian terhadap robot ini adalah lebih kepada pergerakan pinggang dan pergerakan secara tidak seimbang (terawang-awangan) pada buku lali. Projek pada masa hadapan ialah menghasilkan robot yang menggunakan simulator pergerakan manusia untuk menggerakkan robot. [19]

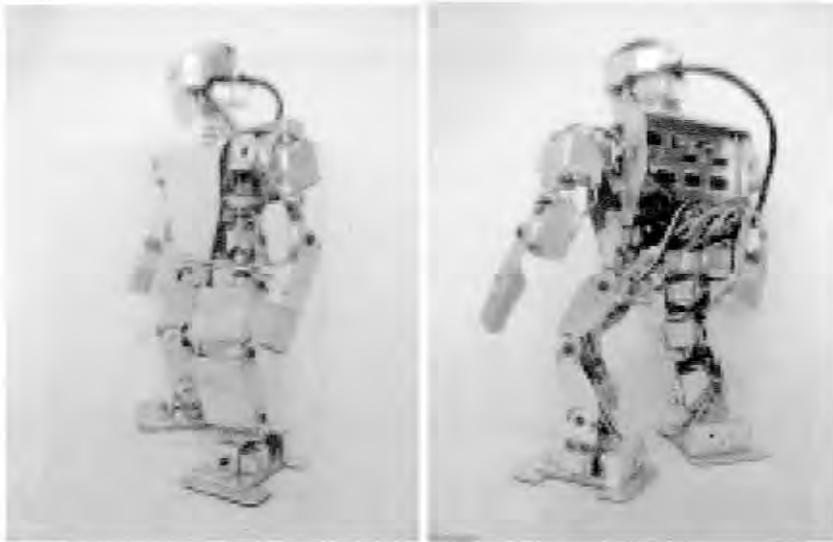
Jadual 2.1: Spesifikasi Biped Humanoid Robot

Ketinggian	1530 mm
Berat	64.5 kg Bersama bateri 60 kg Tanpa bateri
DOF	Kaki : 7 DOF untuk 2 belah Pinggang : 2 DOF Tangan : 10 DOF untuk 2 belah Leher : 3 DOF Badan : 2 DOF Jumlah : 41 DOF
Sensor	6 paksi Tekanan / tork Sensor Sensor Gambar Pengekod bermagnet
Penggerak	DC Servomotor
Bateri	Bateri Ni-H

2.1.2 HR-2 Robot

Robot ini berlainan dengan Biped robot iaitu dari segi saiz. Pembinaan robot ini berpandukan reka bentuk geometri manusia dan pergerakkan. Ia besaiz sekecil 30 cm dan boleh bergerak seperti manusia, boleh mengesan koordinat menggunakan mata dan tangan serta dapat mengenal jenis muka yang berada didalam memori dan boleh bercakap. Robot ini menggunakan *servomotor* sebagai penggerak. Rajah 2.3 menunjukkan rupa bentuk robot HR-2.

Mempunyai 22 DOF (*degree of freedom*) pada satu badan, 6 DOF pada bahagian kaki. Rangka robot dibuat dari aluminium senipis 1 mm agar ia tidak berat dan terlalu besar. Ia menggunakan sumber 12 V/8A dari sumber utama. Ia menggunakan 2 jenis penukar voltan iaitu, 5V/1A untuk memberi sumber elektrik kepada litar dan 5v/10A penukar voltan untuk penggerak.



Rajah 2.3 : HR-2 Robot

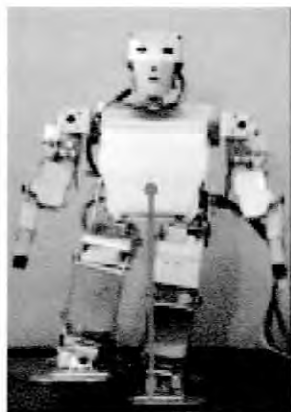
Menggunakan *servomotor* sebagai penggerak utama. *Servomotor* dikawal menggunakan *Pulse Width Modulation (PWM)*. Untuk proses mengenal muka, robot hanya mengenal pasti benda atau objek yang menggunakan warna merah, hijau dan biru sahaja. Untuk proses bercakap pula, ia menggunakan program *Text-to-Speech converter (TTS)*. Blok diagram mengenai teks ditukar kepada bunyi oleh penukar alat sintesis iaitu alat yang berupaya menghasilkan pelbagai bunyi seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.4.



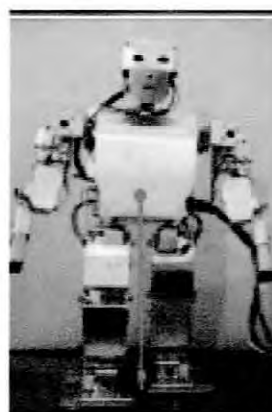
Rajah 2.4 : Blok Diagram Teks

Robot ini menggunakan 2 fasa semasa bergerak iaitu Satu Fasa, dimana satu kaki berada di atas lantai dan satu lagi digerakkan dari hadapan ke belakang seperti dalam Rajah 2.5. Bagi Dua Fasa pula, seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.6

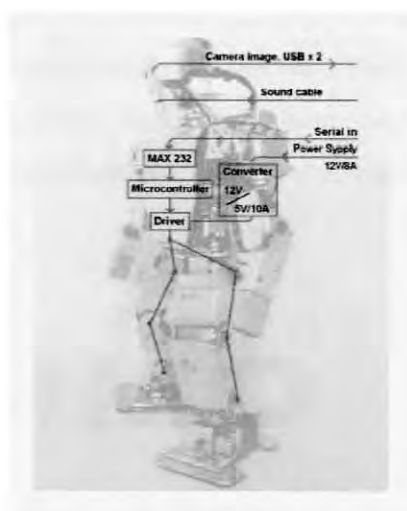
dimana berlaku apabila kaki yang bergerak dari depan kebelakang mencecah lantai iaitu kedua-dua kaki mencecah lantai. Bagi Rajah 2.7, ia menunjukkan diagram bagi kedudukan komponen yang penting dalam binaan robot ini.[10]



Rajah 2.5 : Satu fasa



Rajah 2.6 : Dua fasa



Rajah 2.7: Diagram HR-2 Robot