


“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 : EN.SYED NAJIB BIN SYED SALIM

Tarikh : 7/5/2007 .....

**ROBOT HUMANOID CS8 (PINGGANG FLEKSIBEL)**


**MUHAMMAD IHSANUDDIN BIN HAI HOM**

**Laporan Ini Dikemukakan Sebagai Memenuhi Sebahagian Daripada Syarat  
Penganuregahan Ijazah Sarjana Muda Elektrik (Kawalan, Instrumentasi dan  
Automasi)**

**Fakulti Kejuruteraan Elektrik  
Universiti Teknikal Malaysia Melaka**

**MEI 2007**

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

Tandatangan :.....

Nama : MUHAMMAD IHSANUDDIN BIN HAI HOM

Tarikh :..... 7/5/2007

## ABSTRAK

Dalam era globalisasi penggunaan robot tidaklah asing lagi dalam sektor perindustrian bagi menggantikan tenaga manusia. Perkara ini terjadi kerana ia dapat mengurangkan keluaran yang kurang memuaskan, kos, masa dan juga ruang bekerja. Antara robot yang memerlukan kajian yang lama adalah pembangunan robot humanoid. Pembinaan robot humanoid dikatakan mencabar kerana interaksi antara perisian dan perkakasan serta ia mempunyai sifat fizikal asas manusia seperti kepala, badan, pinggang, tangan dan kaki. Oleh itu, projek ini berkaitan dengan kajian bagaimana sesebuah robot yang seakan-akan manusia dibina. Dalam laporan projek ini, dijelaskan bahagian yang akan dibina ialah bahagian pinggang robot. Ini adalah bagi memastikan pinggang yang akan dibina adalah seakan-akan manusia biasa iaitu boleh memusingkan pinggang ke kiri dan ke kanan berdasarkan situasi yang telah ditetapkan. Matlamat utama projek ini ialah bahagian pinggang yang di buat dapat digabungkan dengan bahagian lain seperti badan dan kaki robot. Bahagian pinggang robot yang dibuat mempunyai tiga buah motor servo dimana satu pada bahagian pinggang dan dua pada pangkal peha. Setelah siap dibuat, hasil yang diperolehi ialah bahagian pinggang boleh bergerak seperti yang telah dirancangkan. Disini juga terdapat beberapa ujikaji yang telah dilakukan bagi memastikan bahagian pinggang robot dapat berfungsi dengan lancar seperti menguji litar PIC dan perkakasan pinggang robot.

## ABSTRACT

In globalization era, using robot in industrial sector is not strange to replace human being energy. This thing happens because it can reduce low quality product, cost, time and work space. Among robot need old study is development humanoid robot. Humanoid robot constructions reputedly challenge as interaction among software and hardware and it has human heart physical property as head, body, waist, extremity. The software development is more difficult then hardware development. Therefore, this project is about how to make humanoid robot. In this project report, the part has to be build is waist of the robot. Where the movement of the waist likes human being where they can turn left and turn right depend on their situation. The main objective of this project is to combine the waist with another part of this robot likes body and lag to make this robot more prefects. Robot waist made have three servo motor where they have one at the waist robot and two at the base thigh. After complete built, the result is the waist robot can move as that has been planned. There also experiment were some which has been done to ensure waist robot can functions smoothly such as test PIC circuit and waist hardware robot.

## ISI KANDUNGAN

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>HALAMAN</b>
	<b>KANDUNGAN</b>	v
	Senarai Jadual	vi
	Senarai Rajah	vii
	Senarai Lampiran	ix
<b>I</b>	<b>PENDAHULUAN</b>	
	1.1 Pengenalan	1
	1.2 Gambaran Keseluruhan	2
	1.3 Skop	3
	1.4 Objektif	3
	1.5 Penyataan Masalah	4
	1.6 Susunan Laporan Projek	4
<b>II</b>	<b>KAJIAN LITERATUR</b>	
	2.1 Kajian Selidik Robot	5
	2.1.1 BIPED Humanoid Robot	5
	2.1.2 HR-2 Robot	8
	2.2 Teori Asas Robot	10
	2.3 Perisian MikroC	12
	2.4 Perisian Proteus	12
	2.5 PCB (Printed Circuit Board)	12
	2.5.1 Kelebihan PCB	13
	2.5.2 Pembinaan Asas PCB Double-Sided	14

2.6	Motor Servo	15
2.7	Penentuan Nilai Denyutan Untuk Motor Servo	15

### **III**

#### **METODOLOGI**

3.1	Metodologi	17
3.2	Perkakasan	19
3.2.1	Motor Servo	19
3.2.2	Bagaimana Motor Servo berfungsi	21
3.2.3	PIC 16F877A	24
3.2.4	PCB UV Dua Lapisan	25
3.2.4.1	Langkah-langkah pembinaan litar PCB UV	25
3.3	Proses Kawalan Motor Servo	27
3.4	Carta Alir Perancangan Projek	28
3.5	Lakaran Awal Robot	30
3.6	Kedudukan Motor Servo	31
3.7	Kawalan PIC Bahagian	32
3.8	Kaedah Pinggang Robot Beroperasi	34
3.9	Pembinaan Perisian	36

### **IV**

#### **KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN**

4.1	Perlaksanaan Projek	38
4.2	Hasil Akhir	39
4.3	Ujian Pada Litar PIC	41
4.3.1	Litar Pengatur Voltan	41
4.3.2	Litar PIC 16F877A	42
4.3.3	Litar RS 232	45
4.4	Ujian Pada Motor Servo	46
4.4.1	Gerakan Motor Servo	46
4.4.2	Gerakkan motor servo dengan bahagian pinggang	47

4.5	Litar PIC Yang Digunakan	49
4.6	Hasil Yang Diperolehi	52
4.7	Kos Yang Digunakan	54
<b>V</b>	<b>CADANGAN DAN KESIMPULAN</b>	
5.1	Kesimpulan	55
5.2	Cadangan	56
	<b>RUJUKAN</b>	<b>57</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	<b>58</b>



**SENARAI JADUAL**

<b>NO</b>	<b>TAJUK</b>	<b>HALAMAN</b>
2.1	Nilai sudut yang digunakan untuk pergerakan motor servo	15
3.1	Panduan rujukan ciri-ciri PIC 16F877A	23
4.1	Senarai harga barang yang telah digunakan	54

## SENARAI RAJAH

NO	TAJUK	HALAMAN
2.1	Rekabentuk Biped Humanoid Robot	6
2.2	Darjah kebebasan	7
2.3	Darjah kebebasan pada bahagian pinggang robot	8
2.4	Rekabentuk HR-2 Robot	9
2.5	Fasa pergerakan	10
2.6	Kedudukan motor pada pangkal peha	10
2.7	Perbezaan antara penghubung dan penyambung	11
2.8	Graf masa denyutan lawan sudut putaran	16
2.9	Sudut bagi motor servo	16
3.1	Hubungan antara denyutan dengan pusingan rotor motor servo	20
3.2	Tiga wayar asas motor servo	20
3.3	Gear motor servo	21
3.4	Keratan rentas motor servo	21
3.5	Gambarajah operasi motor servo	22
3.6	Blok diagram hubungan antara setiap robot	24
3.7	Gambarajah turutan kawalan PIC ke atas motor servo	27
3.8	Carta alir proses membuat robot	29
3.9	Lakaran awal robot yang menggunakan perisian SolidWorks	30
3.10	Kedudukan motor servo pada setiap sendi	31
3.11	Gambarajah PIC	32
3.12	Gambarajah bagi setiap bahagian yang dikawal dengan PIC	33
3.13	Carta alir pergerakan pinggang robot	35
4.1	Lukisan sebenar rekabentuk bahagian pinggang menggunakan perisian AutoCad	39
4.2	Bahagian pinggang yang telah siap dibina	39
4.3	Pandangan atas	40

4.4	Pandangan isometri	40
4.5	Bahagian pinggang yang telah disambung dengan Bahagian badan dan kaki	41
4.6	Keluaran voltan pada kaki 3 78L05	42
4.7	Keluaran voltan pada kaki pin 1 PIC 16F877A	43
4.8	Keluaran voltan pada kaki pin 11 PIC 16F877A	44
4.9	Keluaran voltan pada kaki pin 13 PIC 16F877A	44
4.10	Keluaran voltan pada kaki pin 16 RS 232	46
4.11	Motor servo bergerak mengikut program yang dibuat	47
4.12	Gerakkan motor servo dengan bahagian pinggang	48
4.13	Litar PIC Yang Digunakan	49
4.14	Litar Bagi pengatur voltan	50
4.15	Litar Bagi RS232	51
4.16	Litar Bagi PIC 16F877A dengan pembekal frekuensi dan keluaran bagi setiap pin	52
4.17	PIC yang diuji menggunakan perisian PROTEUS	53
4.18	Gelombang yang terhasil menunjukkan motor berfungsi seperti yang diprogramkan	53
4.19	Litar PIC yang dibuat	54

**SENARAI LAMPIRAN**

<b>NO</b>	<b>TAJUK</b>	<b>HALAMAN</b>
A	Program untuk bahagian pinggang	58
B	Gambarajah litar PCB daripada perisian PROTEUS	59
C	Spesifikasi Biped Humanoig Robot	61
D	Perisian yang digunakan untuk program	62
E	Motor servo dengan pelbagai bilah	65
F	Kedudukan kaki pin pada PIC 16F877A	66
G	Alamat-alamat yang digunakan terkandung pada setiap bank-bank	67
H	Kedudukan Pin MAX232	68
I	Perancangan projek	69
J	Rujukan bahasa C	70
K	HR-2 Robot	83

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

Bab I menerangkan tentang perkara-perkara asas robot. Apa yang boleh digambarkan dalam projek juga diterangkan secara teliti. Punca-punca masalah yang dihadapi semasa pembinaan robot ini dapat diketahui.

#### **1.1 PENGENALAN**

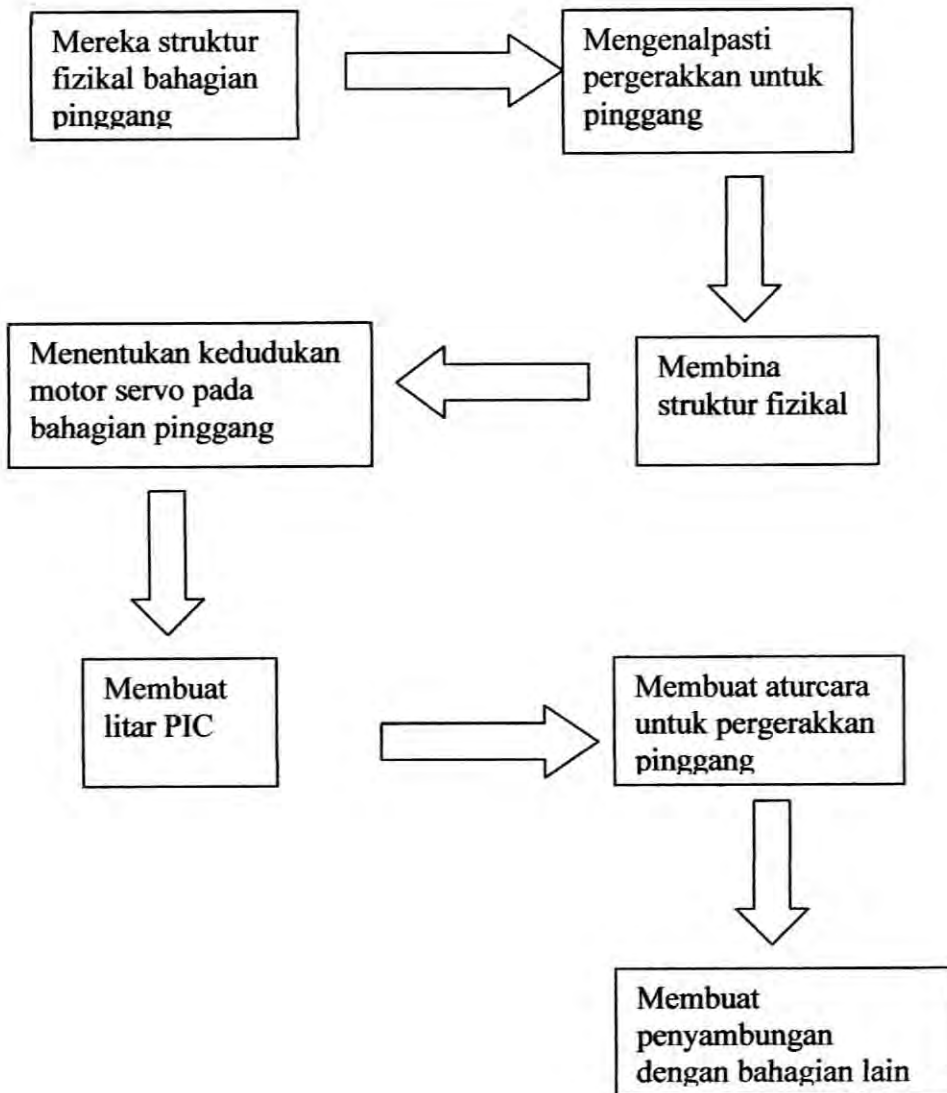
Robot Humanoid adalah robot yang dibina berbentuk seakan-akan manusia. Projek membina robot humanoid masih lagi baru dinegara kita, walau bagaimanapun teknologi menggunakan robot ini telah banyak digunakan dikilang-kilang, namun ia tidak menggunakan atau menghasilkan robot yang sepenuhnya seperti atau berbentuk manusia. Setiap bahagian robot terdiri dari kepala, badan, pinggang, bahu, tangan dan kaki. Setiap bahagian mempunyai peranan masing-masing. Ia boleh berjalan kehadapan dan berundur kebelakang seta boleh mengangkat barangan kecil seberat 3 – 4 Kg.

## 1.2 GAMBARAN KESELURUHAN

Memperkatakan tentang ASIMO, WABIAN 2 dan ROBOSAPIEN antara contoh robot manusia yang pasti ramai sudah mengetahui apakah kebolehan dan kemampuan robot tersebut. Namun begitu adakah kita tahu bagaimana robot manusia ini dihasilkan? Jadi bagi mengatasi masalah ini, maka tercetuslah idea untuk mencipta sebuah robot humanoid yang dipanggil sebagai Robot Humanoid CS8. CS 8 adalah singkatan daripada nama *Controlling Structure* manakala 8 itu bermaksud ada lapan bahagian yang akan dikawal iaitu kepala, badan, pinggang, bahu, tangan kanan dan kiri, serta kaki kanan dan kiri. Setiap sendi yang ada pada robot akan digerakkan dengan menggunakan motorservo sebagai peranti yang disambungkan kepada PIC sebagai pengawal.

## 1.3 SKOP

Bagi skop projek ini ialah menghasilkan pinggang robot yang fleksibel, penggunaan motor servo sebagai pemacu untuk menggerakkan pinggang robot. Selain itu, penggunaan PIC sebagai peranti untuk menggerakkan motor servo dan akhir sekali, membuat penggabungan bahagian pinggang dengan bahagian lain seperti badan, kepala, tangan dan kaki robot.



#### 1.4 OBJEKTIF

Objektif projek ini adalah seperti berikut:

- i. Membina struktur fizikal untuk bahagian robot
- ii. Mengadaptasikan pergerakan pinggang robot seakan-akan manusia.
- iii. Mengaplikasikan penggunaan motorservo dan mengkaji cara untuk mengawalinya.
- iv. Mengkaji dan mengenalpasti penggunaan PIC dan cara membuat aturcara

## **1.5 PENYATAAN MASALAH**

Memfokuskan masalah yang timbul dimana hanya berpeluang untuk mengendalikan sesebuah robot sahaja tetapi tidak tahu bagaimana proses untuk membuat sesuatu robot. Lagipun kebanyakan robot manusia yang di bina banyak menggunakan roda untuk bergerak. Jadi dalam projek ini robot manusia yang di bina akan menggunakan kaki untuk bergerak. Sebagai seorang pelajar, peluang seperti ini tidak boleh dilepaskan dimana dapat memahami, mengkaji dan membina struktur binaan asas dan dalaman sesuatu robot.

## **1.6 SUSUNAN LAPORAN PROJEK**

Laporan ini memulakan perbincangan tentang pengenalan, objektif, pernyataan masalah, dan skop di dalam Bab I. Diikuti perbincangan tentang kajian literatur di dalam Bab II. Topik-topik seperti kajian literatur, teori di sentuh pada bab ini untuk menunjukkan robot apakah yang digunakan semasa kajian sebagai rujukan. Teori yang digunakan pula berkaitan dengan bahagian pinggang robot. Di dalam bab III, akan diterangkan metodologi projek dimana segala perkakasan yang digunakan akan diterangkan secara terperinci. Antaranya ialah lakaran awal, perancangan projek dan penentuan kedudukan motor servo pada bahagian pinggang robot

Bab IV pula, akan menerangkan mengenai pelaksanaan projek antaranya pembinaan perkakasan pinggang robot, litar yang digunakan serta kos yang diperlukan untuk membuat bahagian pinggang robot. Selain itu juga, terdapat 5 eksperimen untuk memastikan projek ini berjaya. Akhir sekali ialah bab V, iaitu mengenai cadangan untuk menambahbaik projek dan kesimpulan daripada melakukan projek robot humanoid ini.



## **BAB II**

### **KAJIAN LITERATUR**

Pada bahagian ini, akan menerangkan kajian yang telah dilakukan oleh penyelidik-penyelidik luar mengenai teknik yang digunakan dalam membina robot humanoid. Ia juga menerangkan segala perkara yang perlu ada pada suatu binaan asas robot serta 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. Di sini kita dapat lihat bahawa terdapat perbezaan setiap kajian yang dibuat. Perbezaan yang paling ketara sekali ialah sistem dan prosedur yang digunakan untuk menggerakkan sesuatu robot itu. Disini saya mengambil contoh dua kajian yang telah dilakukan untuk di gunakan sebagai rujukan dan kajian saya. Selain daripada itu, dalam bab ini saya turut menerangkan komponen yang digunakan dalam pembinaan robot.

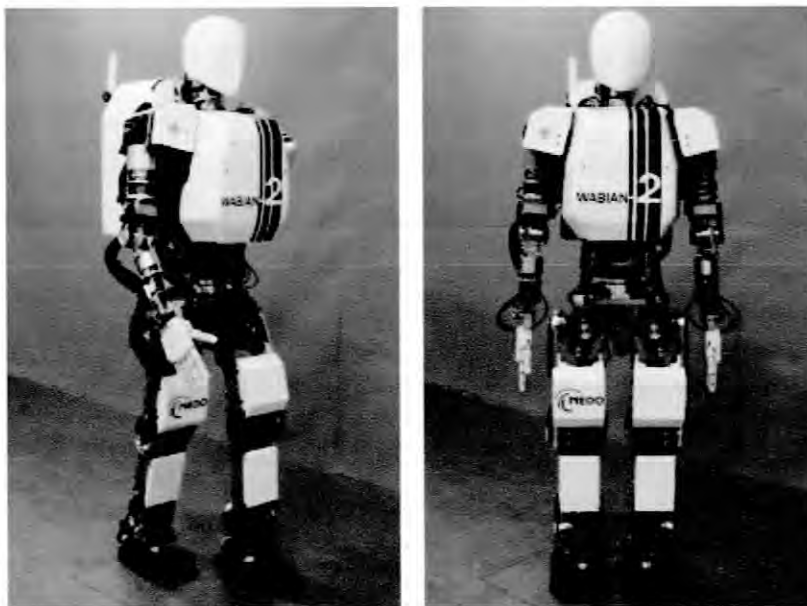
#### **2.1 KAJIAN SELIDIK ROBOT**

##### **2.1.1 BIPED HUMANOID ROBOT**

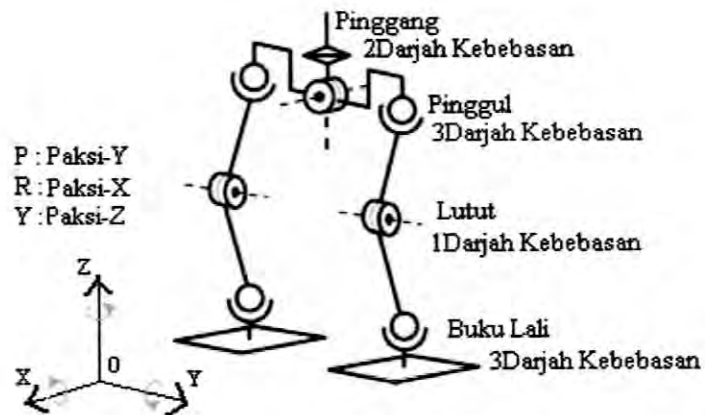
Robot humanoid ini dicipta agar mampu menyesuaikan diri dan bekerja seperti manusia. Dibina dengan menyerupai bentuk fizikal manusia dan dengan

ketinggian lebih kurang 1.5 meter dan seberat 64kg dengan bateri <sup>(14)</sup> seperti Rajah 2.1. Antara tujuan pembinaannya adalah untuk membuat kerja rumah, membantu dalam proses perubatan serta memantu dalam proses mencari dan menyelamatkan. Dalam tempoh masa terdekat ini, di mana fenomena masyarakat berumur akan berlaku di Jepun. Ia adalah satu faktor yang mustahak untuk orang tua "berjalan dengan kaki yang sendiri mereka" untuk menyimpan tenaga mereka dan mental yang sihat <sup>(14)</sup>. Oleh itu, terdapat peningkatan dalam keperluan untuk menubuhkan satu model berjalan yang insani di mana ianya boleh disesuaikan untuk rawatan perubatan, dan keperluan untuk mempromosikan pembangunan pemulihan alatan.

Robot humanoid ini mempunyai 2 cara asas berjalan iaitu, jalan secara lutut menegak atau menegang dan jalan secara konvensional. Pada bahagian pinggang robot ini mempunyai 2 DOF ( *Degree Of Freedom* ) seperti Rajah 2.2. Robot ini menggunakan motorservo sebagai penggerak utama.



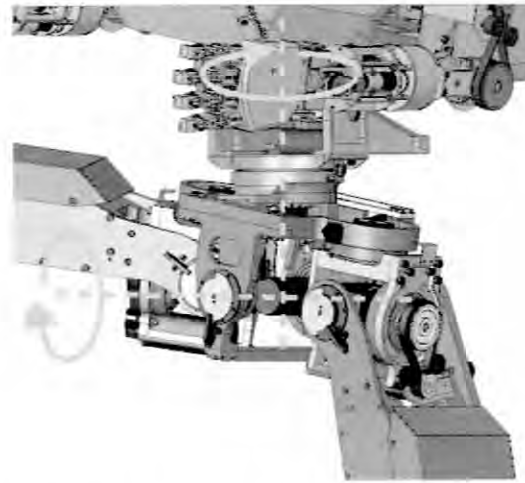
Rajah 2.1: Rekabentuk Biped Humanoid Robot



Rajah 2.2: Darjah Kebebasan

Bagi sistem kawalan pula, robot ini dikawal oleh komputer meliputi *PC 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. Segala spesifikasi mengenai robot ini terdapat pada lampiran <sup>(14)</sup>. Dengan adanya dua darjah kebebasan pada bahagian pinggang membolehkan gerakan cara berjalan lebih menyerupai manusia. Mekanisma baru ini mempunyai kelebihan yang membolehkan robot ini berjalan dengan kedudukan lutut yang tegak bersesuaian dengan pergerakan tulang belakang.

Projek masa depan bagi robot manusia ini ialah menggunakan simulator pergerakan manusia untuk menggerakkan robot

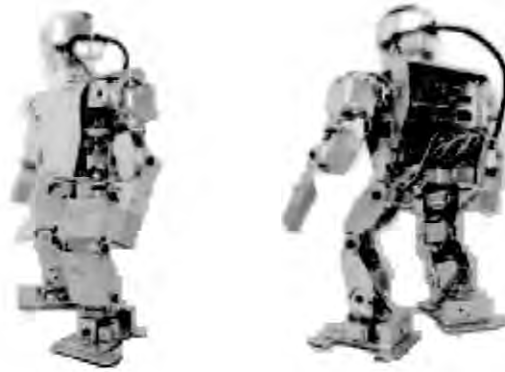


Rajah 2.3 :Darjah kebebasan pada bahagian pinggang

### 2.1.2 HR-2 Robot

Robot ini berlainan sama sekali dengan Biped robot dari segi saiznya. Pembinaan robot ini berpandukan reka bentuk geometri dan pergerakan manusia. Robot ini besaiz kecil dan mempunyai ketinggian kira-kira 30 cm, ia juga boleh bergerak seperti manusia, boleh mengesan sesuatu koordinat menggunakan mata dan tangan serta dapat mengenal jenis muka yang berada dalam memori dan boleh bercakap <sup>(13)</sup>. Robot ini menggunakan motorservo sebagai penggerak dan diprogramkan menggunakan program MATLAB.

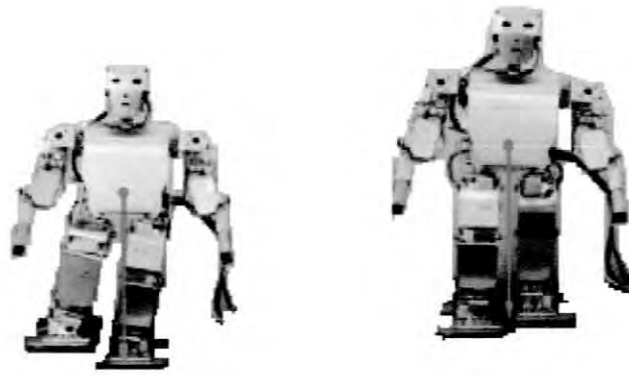
Robot ini mempunyai sejumlah 22 DoF(*degree of freedom*) satu badan, dan 1 pada bahagian pinggang. Rangka robot dibuat dari aluminium berukuran 1 mm agar ia tidak berat dan terlalu besar. Robot ini menggunakan sumber 12 V/8A dari sumber utama. Ia menggunakan 2 jenis penukar voltan iaitu, 5V/1A untuk memberi sumber elektrik kepada litar dan 5V/10A penukar voltan untuk penggerak <sup>(13)</sup>.



Rajah 2.4 : Rekabentuk HR-2 Robot

Menggunakan motorservo sebagai penggerak utama. Motorservo ini dikawal dengan menggunakan *Pulse Width Modulation* (PWM). Untuk proses mengenal dan mengesan muka, robot ini 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)<sup>(13)</sup>. Teks dicakap akan ditukar kepada bunyi oleh penukar alat sintesis iaitu alat yang berupaya menghasilkan pelbagai bunyi seperti Rajah 2. 4

Semasa bergerak, terdapat dua fasa pergerakan yang akan digunakan oleh robot ini iaitu fasa satu, dimana satu kaki berada di atas lantai dan satu lagi digerakkan dari hadapan ke belakang serta fasa dua, dimana ia berlaku apabila kaki yang bergerak dari depan kebelakang mencecah lantai iaitu kedua-dua kaki mencecah lantai seperti Rajah 2.5<sup>(13)</sup>.



Rajah 2.5 : Fasa pergerakan

Bahagian pinggang pada robot ini tidaklah seperti Biped Humanoid Robot iaitu pinggang tidak boleh bergerak hanya pinggul sahaja yang mampu bergerak. Ini membolehkan robot ini bergerak ke kiri dan ke kanan dengan lancar.



Rajah 2.6: Kedudukan motor pada pangkal peha

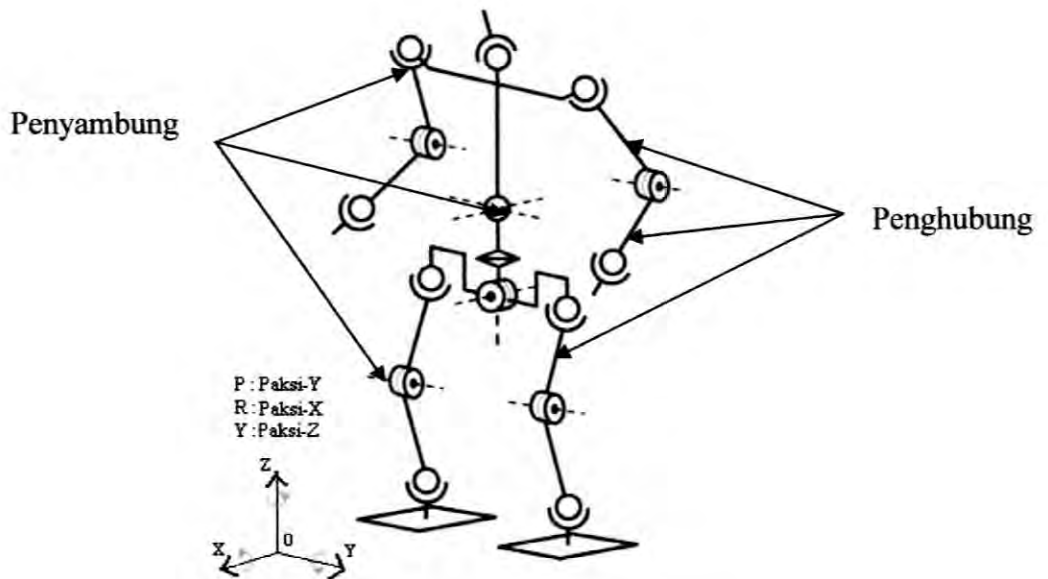
## 2.2 TEORI ASAS ROBOT

Semasa pembinaan robot, terdapat beberapa teori yang digunakan antaranya ialah hubungan antara penghubung (*link*) dengan penyambung (*joint*). Kegunaan penghubung ialah sebagai rangka utama untuk binaan robot,

manakala penyambung pula sebagai penyambung antara penghubung. Penyambung inilah bahagian yang boleh digerakkan sekiranya penghubung adalah dalam keadaan statik. Ini bermaksud bagi binaan pinggang robot, motor servo adalah penyambung.

Setiap penyambung terdapat *Degree of Freedom* (DOF) iaitu darjah kebebasan yang boleh dilakukan oleh penyambung tersebut atau jumlah pergerakan yang boleh dilakukan oleh penyambung tersebut seperti bergerak ke depan dan ke belakang atau bergerak ke kiri dan ke kanan. Sekiranya ia bergerak sebanyak  $45^\circ$ , maka penyambung akan disetkan ke arah sudut tersebut.

Selain itu, terdapat dua jenis pergerakan untuk menggerakkan robot iaitu secara menegak (*elevation*) dan berpusing (*azimuth*). Untuk bahagian pinggang, pergerakan yang digunakan ialah secara berpusing kerana pinggang bergerak dari kiri ke kanan.



Rajah 2.7 : Perbezaan penghubung dan penyambung

### 2.3 PERISIAN MICRO C

MicroC adalah satu perisian yang digunakan untuk menonjolkan alatan pembinaan untuk PICmikros. Ia telah direkabentuk untuk menyediakan pengatur cara dengan penyelesaian yang paling senang untuk membangunkan sesuatu sistem. Penggunaan bahasa C yang lebih mudah berbanding bahasa *assembly* membuatkan perisian ini digunakan semasa membuat program untuk bahagian pinggang robot. Program yang telah siap tadi akan dimuatturun ke dalam PIC yang digunakan.

### 2.4 PERISIAN PROTEUS

Perisian proteus adalah salah satu perisian yang digunakan untuk munguji litar PIC yang dibuat samaada betul atau salah. Perisian ini berfungsi sebagai simulatator yang digunakan untuk menguji program yang telah dibuat dalam micro C untuk mendapatkan hasil yang dikendaki. Litar PIC yang akan digunakan untuk menggerakkan motor servo pada robot akan dibina dan program yang dibuat dimasukkan. Hasil simulasi boleh dilihat apabila litar disambungkan kepada osiloskop dan gelombang yang dikeluarkan adalah hasil daripada program yang dibuat.

### 2.5 PCB (Printed Circuit Board)

Sejarah PCB bermula pada tahun 1904, di mana orang yang mula-mula mengemukakan konsep penghasilan PCB ialah Frank Sprague. Walaupun pada masa itu tiada lagi PCB dihasilkan, tetapi secara teorinya konsep yang beliau kemukakan telah digunapakai dalam pembinaan PCB. Sejak itu, timbul bermacam-macam idea atau konsep dalam penghasilan PCB untuk menyaingi idea yang dikemukakan oleh Frank Sprague.