



## KOLEJ UNIVERSITI TEKNIKAL KEBANGSAAN MALAYSIA

### BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS\*

JUDUL: MEKANISMA ROBOT SELARI : PEMBANGUNAN BAGI PENGASINGAN PRODUK DALAM PROSES PEMBUATAN

SESI PENGAJIAN : 2005

Saya : AHMAD ZURAIMI BIN ZULKIFLI

mengaku membenarkan tesis (PSM/Sarjana/Doktor Falsafah) ini disimpan di Perpustakaan Kolej Universiti Teknikal Kebangsaan Malaysia (KUTKM) dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

1. Tesis adalah hak milik Kolej Universiti Teknikal Kebangsaan Malaysia.
2. Perpustakaan Kolej Universiti Teknikal Kebangsaan Malaysia dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. \*\*Sila tandakan (✓)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh:

(TANDATANGAN PENYELIA)

(TANDATANGAN PENULIS)

Alamat Tetap:  
A3 JLN TMN KAYA

PENGKALAN AUR

34000 TAIPING PERAK

Cop Rasmi:

**MOHD. IRMAN BIN RAMLI**  
Jurutera Pengajar  
Fakulti Kejuruteraan Pembuatan  
Kolej Universiti Teknikal Kebangsaan Malaysia  
Karung Berkunci 1200, Ayer Keroh  
75450 Melaka

Tarikh: 25 NOV 2005

Tarikh: 25 NOV 2005

\* Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (PSM).  
\*\* Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan Universiti Teknikal Malaysia Melaka sebagai SULIT atau TERHAD.



## KOLEJ UNIVERSITI TEKNIKAL KEBANGSAAN MALAYSIA

Karung Berkunci 1200, Ayer Keroh, 75450 Melaka

Tel : 06-233 2421, Faks : 06 233 2414

Email : fkp@kutkm.edu.my

### FAKULTI KEJURUTERAAN PEMBUATAN

Rujukan Kami (Our Ref) :  
Rujukan Tuan (Your Ref):

25 November 2005

Pustakawan  
Perpustakaan Kolej Universiti Teknikal Kebangsaan Malaysia  
KUTKM, Ayer Keroh  
MELAKA.

Saudara,

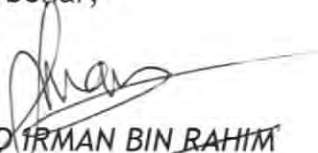
**PENKELASAN TESIS SEBAGAI SULIT/TERHAD**  
**- TESIS SARJANA MUDA KEJURUTERAAN PEMBUATAN (PROSES PEMBUATAN):**  
**AHMAD ZURAIMI ZULKIFLI**  
**TAJUK: MEKANISMA ROBOT SELARI : PEMBANGUNAN BAGI PENGASINGAN**  
**PRODUK DALAM PROSES PEMBUATAN**

Sukacita dimaklumkan bahawa tesis yang tersebut di atas bertajuk "***Mekanisma Robot Selari : Pembangunan Bagi Pengasingan Produk Dalam Proses Pembuatan***" mohon dikelaskan sebagai terhad untuk tempoh lima (5) tahun dari tarikh surat ini. memandangkan ia mempunyai nilai dan potensi untuk dikomersialkan di masa hadapan.

Sekian dimaklumkan. Terima kasih.

"BERKHIDMAT UNTUK NEGARA KERANA ALLAH"

Yang benar,

  
**MOHD IRMAN BIN RAHIM**  
Pensyarah, **RAMLI**  
Fakulti Kejuruteraan Pembuatan  
(Penyelia Utama)  
☎06-2332122



**KOLEJ UNIVERSITI TEKNIKAL KEBANGSAAN  
MALAYSIA**

**Mekanisma Robot Selari :  
Pembangunan Bagi Pengasingan  
Produk Dalam Proses Pembuatan**

Tesis ini dikemukakan bagi mematuhi syarat Kolej Universiti Teknikal Kebangsaan  
Malaysia untuk Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Pembuatan ( Proses)

Oleh


**Ahmad Zuraimi Zulkifli**

Fakulti Kejuruteraan Pembuatan

November 2005

## PENGAKUAN

Saya dengan ini mengesahkan, tesis bertajuk “Mekanisma Robot Selari : Pembangunan Bagi Pengasingan Produk Dalam Proses Pembuatan” adalah hasil kajian saya kecuali yang ditandakan di dalam rujukan .



Tandatangan : .....  
Name : Ahmad Zuraimi Bin Zulkifli  
Tarikh : 25 November 2005



## **DEDIKASI**

*Untuk ayahda, bonda dan keluarga tersayang akan ku membawa pulang bersama kejayaan. Semoga kejayaan ini dapat di kongsi bersama .*

## **PENGHARGAAN**

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh dan salam sejahtera. Alhamdulillah, saya bersyukur ke hadrat Allah S.W.T kerana dengan limpah kurniaNya dan berkat keizinanNya, saya telah menyiapkan Laporan Projek Sarjana Muda ini dalam masa yang telah ditetapkan.

Terlebih dahulu saya ingin mengucapkan setinggi-tinggi ucapan terima kasih dan penghargaan kepada penyelia Projek Sarjana Muda atas bimbingan dan dorongan yang diberi sepanjang menyiapkan laporan ini..

Jutaan terima kasih saya tujukan khas kepada kesemua pensyarah-pensyarah yang terlibat dan rakan – rakan yang banyak membantu sama ada secara langsung atau tidak langsung..

Segala jasa baik semua pihak amat saya hargai.

## ABSTRAK

Proses pengagihan bahan merupakan pergerakan, penyimpanan, perlindungan dan kawalan bahan melalui pembuatan dan proses pengagihan termasuk mengeluarkan dan memasukkan bahan. Di dalam industri pengeluaran terdapat banyak sistem-sistem pengagihan yang digunakan sama ada manual atau pun secara automasi. Tetapi sistem-sistem ini masih lagi mempunyai kelemahan yang tersendiri dan sentiasa diperbaharui untuk mencapai tahap pengendalian yang paling tinggi. Kajian ilmiah dilakukan dengan mendapatkan sumber – sumber sedia ada tentang sistem automasi, perkakasan pengagihan, penggunaan robot dalam industri pembuatan dan kajian yang berkaitan tentang pengagihan automasi. Hasilnya satu kaedah dicadangkan bagi melakukan pembangunan pengagihan produk dalam proses pembuatan dengan menggunakan robot selari yang mempunyai 4 darjah kebebasan.

## **ABSTRACT**

Material segregation process is a movement, storage, protection and control of material through manufacturing which include the input and output process. In manufacturing process there are many segregation system which are used either manually or automatically. However, this system consist a few weaknesses and need to be improved to achieve high controllability. The literature review is done to collect the information about automated system, tool and the robot usage in manufacturing industry and research related to segregation automation. The result is suggested for the development of the manufacturing process using the parallel robot which consists 4 dof.



# KANDUNGAN

Dedikasi	i
Penghargaan	ii
Abstrak	iii
Kandungan	v
Senarai Rajah	ix
Senarai Jadual	xi
Senarai Singkatan	xxi
<b>1. PENGENALAN</b>	<b>1</b>
1.1 Robot selari	2
1.2 Program Logic Control ( PLC )	3
1.3 Latar belakang masalah	5
1.4 Pernyataan masalah	6
1.5 Matlamat kajian	6
1.6 Objektif kajian	6
1.7 Skop kajian	7
1.8 Ringkasan projek	7
1.9 Kepentingan kajian	8
<b>2. KAJIAN ILMIAH</b>	<b>10</b>
2.1 Apakah Program Logic Control (PLC) ?	10
2.2 Kenapa perlu atur cara PLC	12
2.3 Pengenalan kepada pengawal PLC	12
2.4 Anatomi Robot	13
2.5 Robot Selari : Lebih Kuat, Cepat dan Tepat	14

2.6	Apa yang menyebabkan robot selari?	14
2.7	Proses sistem kawalan PLC	15
2.7.1	Kawalan panel tradisional	17
2.7.2	Panel kawalan dengan pengawal PLC	18
2.8	Komponen pengawal PLC	20
2.9	Unit pusat pemrosesan (CPU)	21
2.10	Memori	22
2.11	Pengaturcaraan pengawal PLC	22
2.12	Sistem Automasi	23
2.12.1	Automasi pembungkusan produk	23
2.12.2	Pintu stor automatik	24
2.12.3	Conveyer pengeluaran fleksibel	25
2.12.4	Peranti pengawal palet	26
<b>3.</b>	<b>METODOLOGI</b>	<b>27</b>
3.1	Pengenalan	27
3.2	Konsep rekabentuk sistem kawalan	27
3.3	Sistem kawalan PLC	30
3.3.1	Pengenalan	30
3.3.2	Rekabentuk sistem kawalan PLC	30
3.3.3	Komponen PLC dan kos	32
3.3.4	Permasalahan sistem kawalan PLC	32
3.4	Pengukuran daya kilas	33
3.5	Pengukuran sudut robot selari	36
3.5.1	Sudut putaran aci	37
3.6	Penyambungan dan pendawaian PLC ( Nais FPO-C14RS )	39
3.6.1	Pengenalan	40
3.6.2	Pengaturcaraan PLC (Nais FPO-C14RS)	40

3.7 Kawalan motor DC	41
3.7.1 Pengenalan	41
3.7.2 Motor DC	41
3.7.3 Pengawal motor DC	42
3.7.4 Pemasangan Motor DC pada robot selari.	42
3.8 Pembangunan Sistem Kawalan bagi Robot Selari	44
3.8.1 Pengenalan	44
3.8.2 Penggerak Motor Servo	44
3.8.3 Litar Pengawal ( SumoBoard )	45
3.8.4 Pengaturcaraan kawalan Servo	48
3.8.5 Pemasangan motor servo pada Robot Selari	50
<b>4. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN</b>	<b>53</b>
4.1 Pengenalan	53
4.2 Keperluan peralatan	53
4.3 Penggerak Robot Selari	54
4.4 Laluan pergerakan Robot Selari	54
4.5 Tatacara operasi	55
4.6 Keputusan ujian	55
4.7 Pengubahsuaian	56
4.8 Kesimpulan	58
<b>5. PENUTUP</b>	<b>59</b>
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Cadangan pembaikan	60

**RUJUKAN**

61

**LAMPIRAN**

- A Senarai perkakasan dan kos
- B Aturcara BASIC Stamp



## SENARAI RAJAH

RAJAH		HALAMAN
1.1	Lakaran reka bentuk sistem pengasingan yang akan dibangunkan	4
2.1	Contoh bentuk sistem kawalan PLC	16
2.2	Panel kawalan Tradisional	17
2.3	Panel kawalan PLC	18
2.4	Komponen kawalan PLC	21
2.5	Sistem pembungkusan klasik	23
2.6	Sistem pintu stor automasi	24
2.7	Gambar rajah skematik sistem kawalan <i>conveyor</i> pengeluaran automatik	25
2.8	(a) Konsep Peranti Pengawal Palet dan (b) Penyambungan kebebasan Peranti Pengawal Palet.	26
3.1	Kedudukan <i>conveyor</i> (a) <i>Conveyor</i> suapan (b) <i>Conveyor</i> boleh ubah (c) <i>Conveyor</i> kemasukan 1 (d) <i>Conveyor</i> kemasukan 2 (e) <i>Conveyor</i> bertingkat	28
3.2	Reka bentuk setiap <i>conveyor</i>	29
3.3	Susun atur sistem kawalan	31
3.4	Penimbang pegas	33
3.5	Kaedah pengukuran daya kilas	34
3.6	Jangka sudut	36

3.7	Langkah pengukuran sudut	37
3.8	Pengukuran sudut bagi setiap motor	38
3.9	Langkah pelarasan PLC	39
3.10	Pengawal PLC ( Nais FPO-C14RS )	40
3.11	<i>Ladder diagram</i> yang digunakan	40
3.12	Motor DC	41
3.13	Litar pengawal kelajuan motor dc	42
3.14	Proses rekabentuk penghubung	43
3.15	Pemasangan motor dc pada robot selari	44
3.16	SumoBoard	46
3.17	BASIC Stamp 2	46
3.18	Skematik PCB SumoBoard ( <i>Parallax</i> )	47
3.19	Keterangan voltan PCB SumoBot	48
3.20	Gambajah tempoh bagi 1.5 ms denyutan setiap 20 ms	49
3.21	<i>Servo Horn</i>	50
3.22	Motor servo	50
3.23	Pendawaian servo	51
3.24	Sambungan kabel RS232	51
4.1	Posisi robot selari. (a) kedudukan asal , (b) kedudukan posisi 1 (c) kedudukan posisi 2	55

## SENARAI JADUAL

RAJAH		HALAMAN
2.1	Ringkasan fungsi bagi PLC	11
3.1	Spesifikasi servo	45
3.2	Sudut putaran servo	45

## SENARAI RINGKASAN

<i>4dof</i>	-	<i>4 degree of freedom</i>
<i>C.I.M</i>	-	<i>Computer Integrated Manufacturing</i>
<i>F.A</i>	-	<i>Flexible Automation</i>
<i>F.M.S</i>	-	<i>Flexible Manufacturing Service</i>
<i>PSM</i>	-	Projek Sarjana Muda
<i>PLC</i>	-	<i>Program Logic Control</i>
<i>PHD</i>	-	<i>Palet Handling Device</i>
<i>VDC</i>	-	<i>Volt Direct Current</i>
<i>dc</i>	-	<i>direct current</i>
<i>Nm</i>	-	<i>Newton meter</i>
<i>N</i>	-	<i>Newton</i>



# BAB 1

## PENGENALAN

### 1. Pengenalan

Proses pengagihan bahan merupakan pergerakan, penyimpanan, perlindungan dan kawalan bahan melalui pembuatan dan proses pengagihan termasuk mengeluarkan dan memasukkan bahan. Pengawalan bahan mestilah dijalankan dengan baik, cekap dan menggunakan kos yang rendah, mengikut masa yang ditetapkan, berketepatan, dan tanpa merosakkan bahan. Pengagihan atau pengawalan bahan merupakan sesuatu yang penting, di mana boleh menimbulkan isu dalam pengeluaran.

Di dalam industri pengeluaran terdapat banyak sistem pengagihan yang digunakan sama ada manual atau pun secara automasi. Ini termasuklah *conveyor*, *Automated Guided Vehicles (AGV)*, *crank* dan lain-lain lagi. Tetapi sistem-sistem ini masih lagi mempunyai kelemahan yang tersendiri dan sentiasa diperbaharui untuk mencapai tahap pengendalian yang paling tinggi..

*Conveyor* merupakan salah satu sistem pengangkutan bahan yang banyak digunakan di dalam industri, terutamanya industri yang menggunakan aplikasi talian pengeluaran secara insani yang melibatkan pergerakan pengeluaran yang panjang. Kebanyakan pengangkut ini digunakan apabila sesuatu bahan perlu digerakkan atau diagihkan dalam kuantiti yang agak banyak di antara kedudukan yang tertentu pada

jaluan yang tetap. Terdapat berbagai-bagai jenis *conveyor* yang digunakan pada hari ini bagi meningkatkan kebolehan dan kualiti sistem pengagihan bahan.

Antara salah satu ciri utama di dalam kecenderungan memperkenalkan penukaran robot dari tenaga manusia dalam situasi kerja di industri adalah disebabkan pengawalan yang sukar oleh manusia. Berbagai-bagai robot telah digunakan secara meluas di dalam aplikasi di industri. Kebanyakan aplikasi robot sedang digunakan dalam sektor pembuatan yang melibatkan robot industri. Kebiasaannya aplikasi boleh dicirikan kepada salah satu kategori seperti pengawalan bahan, operasi pemprosesan dan pemasangan serta pemeriksaan.

Untuk memenuhi permintaan ini satu projek sistem pengagihan ( *conveyor* ) cuba dibangunkan dengan mengaplikasikan sistem automasi dan penggunaan robot.

## 1.1 Robot Selari

Robot mula dicipta pada tahun 1921 dan diperkenalkan oleh seorang dramatis berbangsa Czech, Karel Capek dalam drama “ *Rossum's Universal Robot*”. Manakala sebutan atau perkataan robotik pula telah dicipta oleh Isaac Asimov dalam cerita sains fiksi mengenai robot dalam tahun 1940-an. Di dalam *Webster's New World Dictionary* telah mendefinisikan robot sebagai sains dan teknologi pembangunan robot termasuklah dari segi reka bentuknya, pengeluarannya, aplikasinya dan kegunaan lain. Begitu juga di Eropah , Robotik didefinisikan sebagai “ Sains Robotologi” manakala Robotologi pula ditafsirkan sebagai “ cara bagaimana mesin robot digabungkan dan membuat kerja

Robot Selari merupakan salah satu robot yang telah dibangunkan pada masa kini bagi mempertingkatkan kecekapan robot. Robot ini lebih dikenali pada jumlah kakinya yang banyak, seperti seekor lelabah yang menggunakan kakinya untuk menampung

berat badan. Robot ini juga dikenali sebagai *hexapod*, *platform Stewart*, mesin kinematik selari, pergerakan selari, ataupun robot selari. Teori peralatan selari ini telah mula digunakan seawal 1645, seperti mana yang telah digunakan dalam pergerakan simulasi yang telah bermula semenjak setengah abad lalu.

Robot Selari adalah mekanisme dari jenis “*close-loop*” di mana ia disambungkan kepada satu tapak yang mempunyai sejumlah rantai kinematik. Mekanisme selari adalah lebih kuat daripada robot sesiri kerana beban yang ditampung dibahagikan kepada semua kaki, dan sesetengahnya berpendapat ia hanya ditumpukan kepada beban yang berkedudukan seranjang. Dalam perihal yang sama, pergerakan selari adalah lebih persis disebabkan ia lebih bersifat kaku dan kesilapan di bahagian kaki diagihkan sama rata. Robot jenis ini juga adalah lebih laju disebabkan mereka biasanya dilengkapi dengan motor berat yang dipasangkan di atas tapak.

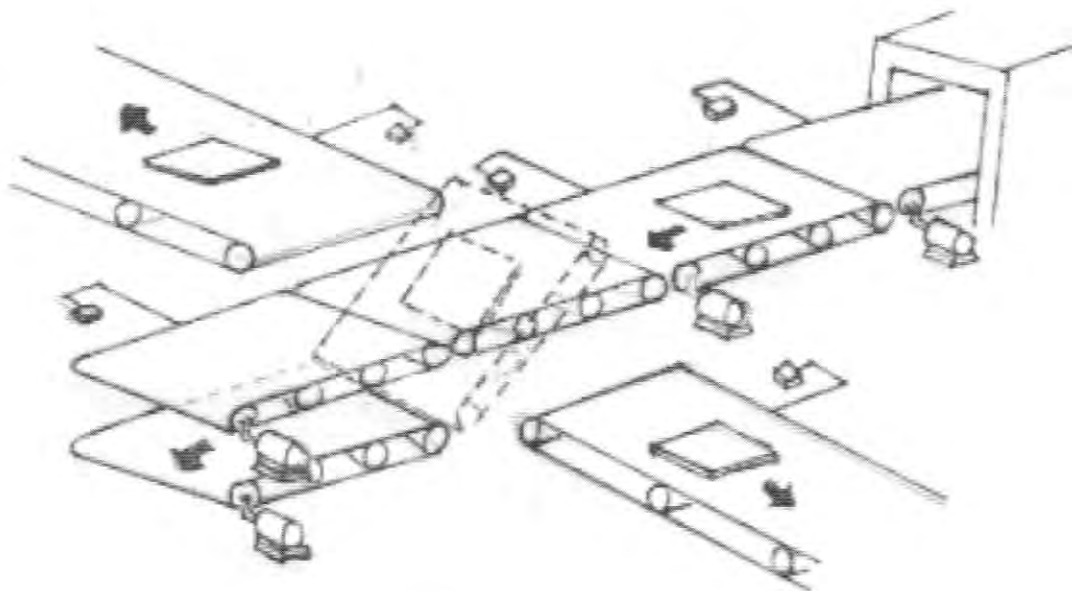
Jika berlaku ralat pada robot tradisional, ia akan menambahkan ralat itu kepada semua motor berbanding dengan Robot Selari, ia akan membahagikan ralat itu kepada bilangan motor yang ada. Bagaimanapun, untuk penggunaan Robot Selari, komputer yang kuat diperlukan untuk menjalankan robot ini, di samping kerja-kerja pemesanan yang rumit dan jumlah kapasiti kerja juga adalah kurang jika dibandingkan dengan cara lama, lengan robot.

## **1.2 Program Logic Control ( PLC )**

Biasanya, proses sistem kawalan memerlukan perkakasan dari kumpulan elektronik dan peralatan yang dapat membaiki kestabilan, ketepatan dan dapat mengelak keadaan peralihan yang merosakkan ketika proses pengeluaran. Operasi sistem mempunyai perbezaan keadaan dan perlaksanaan, dari unit pembekal kuasa pada mesin. Kesimpulannya, dengan kepantasan kemajuan dalam teknologi, banyak tugas-tugas yang rumit telah pun dilakukan oleh perhubungan PLC dan juga komputer utama. Di samping



dengan perkakasan seperti panel operasi, motor, *sensor*, suis, injap dan lain-lain berkemungkinan untuk dihubungkan dengan peralatan tersebut adalah sangat baik, di mana dapat memberikan *level* yang tinggi dalam pemeriksaan dan pelarasan proses, berkemungkinan dapat diubah-ubah dengan lebih baik dalam sistem kawalan. Setiap komponen dalam proses sistem kawalan memainkan peranan yang penting, tidak hanya bergantung pada saiz. Contohnya, tanpa *sensor*, PLC tidak akan tahu sesuatu perubahan dengan cepat di dalam sesuatu proses. Di dalam suatu sistem automasi, pengawal PLC digunakan sebagai komponen utama, dalam proses sistem kawalan. Dengan pelaksanaan oleh aturcara tersimpan dalam *memory* atur cara, PLC dianggap monitor terus menerus oleh sistem melalui isyarat yang diterima dari perkakasan kemasukan. Berdasarkan pelaksanaan logik dalam atur cara, PLC memastikan setiap tindak balas yang perlu dilaksanakan oleh peralatan keluaran seperti motor dan lain-lain. Untuk menjalankan proses yang lebih rumit, lebih banyak pengawal PLC harus disambungkan pada komputer utama.



**Rajah 1.1** : Lakaran reka bentuk sistem pengasingan yang akan dibangunkan



### 1.3 Latar belakang masalah

Kebanyakan industri pengeluaran pada masa kini banyak menggunakan sistem-sistem pengagihan automasi bagi meningkatkan pengeluaran dan mengurangkan tenaga buruh. Walau bagaimanapun sistem-sistem ini masih terdapat kelemahan. *Conveyor* merupakan sistem pengagihan yang banyak digunakan di dalam industri pengeluaran terutamanya bahagian pengeluaran yang perlu menghantar bahan dari satu mesin ke satu mesin pada jarak yang panjang.

Antara jenis-jenis *conveyor* yang digunakan di industri pada hari ini adalah seperti *conveyor* tali sawat, *conveyor* roda-meluncur, *conveyor* pacuan rantai dan kabel dan berbagai-bagai lagi. Pengendalian pergerakan bahan biasanya menggunakan daya gravity, secara insani atau pun secara automatik. Dari segi reka bentuk terdapat berbagai-bagai jenis, mengikut kesesuaian yang diperlukan. Kebanyakan kedudukan *conveyor* ini dipasang secara tetap dan tidak boleh dilaraskan kedudukannya, jika ada pun ianya hanya boleh dilaraskan secara insani. Reka bentuk atau kedudukan pengangkut yang digunakan biasanya tidak boleh dilaraskan secara automatik.

Kesan dari masalah ini menyebabkan tenaga manusia perlu digunakan atau pun penggunaan mekanisme yang lain seperti menggunakan robot sesiri bagi mengeluarkan produk dari *conveyor* untuk diagihkan ke bahagian lain oleh sebab tertentu. Ini akan menyebabkan kos yang digunakan tinggi kerana perlu menggunakan aplikasi lain dalam sistem *conveyor* ini. Ruang kerja juga akan menjadi lebih besar dengan penambahan mekanisme yang lain. Kecekapan juga akan berkurangan jika menggunakan tenaga manusia.

Bagi menyelesaikan masalah ini satu reka bentuk *conveyor* yang baru perlu dicipta bagi meningkatkan kecekapan *conveyor* dalam pengagihan bahan di dalam pengeluaran. Reka bentuk yang baru ini dapat mengubah kedudukan atau pun boleh dilaraskan secara automatik mengikut kedudukan yang dihendak.

## 1.4 **Penyataan masalah**

Tujuan projek ini dibangunkan disebabkan oleh sistem *conveyor* yang ada kurang cekap, masih memerlukan pengendalian secara manual dan tidak boleh dilaraskan secara automatik. Perkara ini menyebabkan tenaga manusia masih diperlukan sering timbul isu dalam pengeluaran dan mengurangkan keberkesanan dan kecekapan dalam pengendalian.

## 1.5 **Matlamat Kajian**

Matlamat utama kajian ini dibangunkan untuk mereka bentuk satu sistem pengagihan secara automatik dengan menggunakan robot selari yang akan diaplikasikan pada *conveyor*. Dengan ada sistem ini, pengangkut dapat dilaraskan secara automatik mengikut kedudukan yang dikehendaki. Mencapai salah satu prinsip dalam pengendalian bahan iaitu prinsip pengautomasian memerlukan operasi pengawalan bahan mestilah secara berjentera dan/atau berautomasi iaitu boleh dilaksanakan untuk memperbaharui keberkesanan operasi, meningkatkan kebersambutan, memperbaharui kekonsistenan dan kebolehamalan, mengurang kos operasi, dan berpotensi untuk tidak menggunakan tenaga buruh.

## 1.6 **Objektif Kajian**

- Untuk menyelesaikan masalah pengasingan benda kerja
- Pembahagian benda kerja yang lebih berkesan.
- Menghasilkan sistem pengasingan yang boleh diaras secara automatik

## 1.7 Skop kajian

- Menggabungkan sistem automasi pada robot selari bagi menjalan proses pengasingan benda kerja.

## 1.8 Ringkasan projek

Untuk peringkat awal projek, kajian akan lebih tertumpu mencari bahan-bahan rujukan, jurnal-jurnal, artikel dan lain-lain lagi untuk mendapatkan maklumat sebanyak yang mungkin bagi memudahkan kerja pembangunan projek. Selain itu, mempelajari sistem automasi yang akan diaplikasikan pada robot selari yang akan dibangunkan dan mencari perkakasan yang sesuai untuk digunakan.

Terdapat beberapa kaedah atau metodologi yang akan gunakan dalam pembangunan projek yang ingin dilaksanakan. Untuk sistem automasi bagi robot selari akan menggunakan pengawalan melalui *program logic control* ( PLC ). Sistem ini akan melibatkan beberapa peringkat yang perlu dilalui bagi mendapat sistem kawalan yang sempurna. Formula turut digunakan bagi mengkaji pergerakan robot selari.

Sistem pengagihan yang akan dibangunkan akan tertumpu kepada *conveyor* yang banyak digunakan di dalam proses pembuatan terutamanya industri yang menggunakan aplikasi talian pengeluaran secara insani yang melibatkan pergerakan pengeluaran yang panjang. *Conveyor* yang akan direka bentuk ini boleh dilaraskan secara automatik mengikut kedudukan yang telah ditetapkan dengan menggunakan robot selari yang dipasang pada *conveyor* tersebut. Robot selari ini akan dikawal dengan menggunakan teknologi kawalan dan automasi yang banyak digunakan pada hari ini iaitu *program logic control* ( PLC ).



## 1.9 Kepentingan Kajian

Robot industri dicipta khas untuk tahan lasak dan sistem pengoperasiannya yang lama mengikut sasaran yang dikehendaki. Tujuannya adalah untuk membantu manusia membuat kerja dan bukan menggantikan manusia. Salah satu prinsip dalam pengendalian bahan iaitu prinsip pengautomasian memerlukan operasi pengawalan bahan mestilah secara berjentera dan/atau berautomasi iaitu boleh dilaksanakan untuk memperbaharui keberkesanan operasi, meningkatkan kebersambutan, memperbaharui kekonsistenan dan kebolehamalan, mengurangkan kos operasi, dan berpotensi untuk tidak menggunakan tenaga buruh.

Projek yang akan dibangunkan ini terdapat banyak kepentingan yang dapat digunakan. Selain daripada memenuhi objektif di atas, projek ini dibangunkan bertujuan dapat menghasilkan sebuah Robot Selari yang jarang digunakan dalam kerja-kerja pengagihan yang mana sebelum ini banyak dilakukan oleh robot sesiri (arm robot). Kebanyakan *conveyor* yang digunakan pada hari ini, pergerakan hanya boleh dikawal secara automasi tetapi kedudukan masih lagi perlu dikawal secara insani.

Melalui sistem yang akan dibangunkan, tenaga manusia dapat dikurangkan. Pengagihan bahan dari *conveyor* untuk dipindahkan ke bahagian lain tidak lagi perlu menggunakan tenaga manusia. *Conveyor* akan menerima isyarat lalu mengubah kedudukan dan bahan akan dihantar ke bahagian yang dikehendaki. Projek ini juga dapat menghasilkan satu reka bentuk *conveyor* yang boleh diubah kedudukan secara automatik mengikut kedudukan yang dikehendaki.

Keseluruhan projek yang dibangunkan akan dapat menghasilkan satu sistem penagihan bahan di dalam proses pembuatan dengan menggunakan aplikasi robot industri. Pembangunan projek ini akan dapat meningkatkan lagi keberkesanan dan

kemampuan penggunaan robot dalam pengendalian bahan. Kecekapan juga akan meningkat dengan menggantikan robot dengan manusia.

## **BAB 2**

### **KAJIAN ILMIAH**

#### **2.1 Apakah Program Logic Control (PLC) ?**

Atur cara kawalan logik atau lebih dikenali sebagai *Program Logic Control* (PLC) merupakan reka bentuk komputer yang dikhaskan untuk digunakan berbagai-bagai aplikasi industri kawalan. Ianya digunakan dengan meluas di dalam industri kawalan kerana mudah untuk penyelarasan dan atur cara, mempunyai kebolehamalan dan berkemampuan bekerja di dalam apa juga situasi permintaan. Umumnya, ia menjadi keutamaan bagi industri untuk paparan dan berbagai jenis kawalan di dalam talian aliran proses.

PLC telah diperkenalkan dalam General Motors Corporation untuk melakukan fungsi logik yang mana telah pun dilakukan oleh relay. PLC membolehkan penukaran pada litar dengan menggunakan papan kekunci., tanpa perlu untuk melakukan pendawaian semula yang luas dari relay elektromekanikal dan gegelang dawai tangan atas panel. Biasanya seperti pengubahsuaian dari relay penglitaran yang perlu dihentikan pemasangan talian untuk memudahkan perubahan dilakukan.

Penjelasan atau huraian PLC diperlihatkan dalam jadual 2, di mana tidak hanya dirujuk dari PC's lazimnya di atas pendapat luar tetapi juga melalui dua major :

- a) PLC's dibina untuk memudahkan pengguna memasang sistem kawalan PLC

- b) PLC adalah pakej dengan praaturcara sistem operasi ( operating system ) dengan pemoptimise aplikasi atur cara yang telah sedia ada untuk tujuan industri kawalan.

**Jadual 2.1** Ringkasan fungsi bagi PLC : (Colin D. Simpson1994)

No.	Jenis Kawalan	Fungsi
1.	Kawalan turutan	a) Kawalan logik konvensional relay b) Pelaras masa/ Pembilang c) Kepingan Pengawalan P.C.B. d) Auto/ semi-auto / Mesin kawalan manual
2.	Kawalan sofistikated	a) Operasi arithmetic (+,-,*,/) b) Pengawalan maklumat c) Kawalan analog ( Suhu, Tekanan, dll) d) P.I.D. (Penerbitan-kamiran-berkadar) e) Motor-servo/ kawalan motor-pelangkah
3.	Kawalan penyeliaan	a) Paparan Proses dan Alarm b) Kegagalan diagnosis dan Pempaparan c) Komputer dengan Penghubung(RS232/RS422) d) Pencetak/ASCII Penghubung e) Rangkaian Automasi Kilang f) F.A, F.M.S., C.I.M., dll



## 2.2 Kenapa perlu atur cara PLC

PLC boleh diatur cara melalui berbagai perkakasan pengaturcaraan, setiap perkakasan boleh guna/terima arahan dan peranti adalah di senarai bahagian seterusnya.

(*MecmanPneumatic,1997*)

## 2.3 Pengenalan kepada pengawal PLC

Industri telah bermula dengan mengiktiraf perlunya pembangunan industri dan peningkatan dalam pengeluaran di dalam era 60an dan 70an. Cuba bayangkan industri automasi pada talian pengeluaran pada era 60an dan 70an. Setelah sepanjang masa kotak elektrik yang besar digunakan, dan sering dipasang pada dinding yang luas. Bilangan besar tersaling hubung geganti elektro mekanikal yang terdapat di dalam kotak dibuat untuk seluruh sistem kerja. Berdasarkan perkataan 'perhubungan' adalah telah difahamkan di mana juruteknik harus sambung kesemua geganti secara manual dengan wayar. Jurutera akan membentuk logik untuk sistem, dan juruelektrik akan menerima panduan gambar rajah untuk logik yang harus dilakukan bersama geganti. Gambar rajah skematik bagi geganti biasanya mengandungi bilangan geganti yang banyak. Pelan yang diberikan pada juruteknik dikenali sebagai 'gambar rajah tetangga' (*ladder diagram*). Gambar rajah ini biasanya memaparkan suis, *sensor*, motor, injap, geganti, dan lain-lain yang boleh dijumpai dalam sistem. Kerja juruelektrik adalah menghubungkan kesemuanya sekali bersama. Salah satu masalah dengan kawalan jenis ini adalah berdasarkan kepada geganti mekanikal. Peralatan mekanikal lazimnya adalah sambungan yang kurang berkesan dalam sistem kerana bahagian yang bergerak akan cepat haus. Jika salah satu geganti berhenti, juruteknik akan terpaksa memeriksa seluruh sistem (sistem akan diberhentikan sehingga punca masalah yang terjadi dijumpai dan diperbaiki).

Masalah lain dalam kawalan jenis ini ialah tempoh sistem-berhenti apabila sistem telah ditutup, jadi sambungan akan dibuat pada kotak elektrik. Jika perubahan lain dalam operasi ditentukan, ianya akan menyebabkan perbelanjaan besar dan mengurangkan masa pengeluaran sehingga sistem berfungsi semula. Ini tidak sukar digambarkan seorang jurutera membuat beberapa kesalahan kecil semasa projek dilakukan. Ini juga dapat dibayangkan seorang juruelektrik melakukan beberapa kesilapan di dalam penyambungan sistem. Akhir sekali bayangkan beberapa komponen yang rosak ditemui. Satu cara sahaja untuk melihat kesemuanya dalam keadaan yang baik untuk sistem berjalan. Sistem biasanya tidak sempurna pada percubaan pertama, keputusan ralat telah menyukarkan proses.

*(MecmanPneumatic, 1997)*

## **2.4 Anatomi Robot**

Manipulasi dalam robot industri dibina dari seri penyambungan dan perhubungan. Anatomi robot berurusan dengan jenis dan saiz penyambungan dan perhubungan dan aspek fizikal manipulasi pembinaan. Penyambungan dalam robot industri adalah hamper sama dengan penyambungan badan manusia. Ia memberikan pergerakan relatif antara dua bahagian badan. Setiap penyambungan memberikan robot sesuatu yang dikenali oleh darjah kebebasan pergerakan.

*(Groover M.P., 1987)*

Darjah kebebasan didefinisikan sebagai cara badan bergerak. Bagi setiap darjah kebebasan, penyambungan diperlukan. Darjah kebebasan pada bahagian tangan didefinisikan sebagai konfigurasi.

*(James W. Masterson)*

Robot biasanya diklasifikasikan kepada jumlah darjah kebebasan yang dapat dilakukan. Percantuman pada setiap penyambungan adalah dua perhubungan, satu dikenali sebagai perhubungan kemasukan, dan satu lagi perhubungan keluaran. Perhubungan adalah dianggap komponen kekal pada robot.

*(Groover M.P. 1987)*

## 2.5 Robot Selari : Lebih kuat, Cepat dan Tepat

Dengan mengambil contoh simulator penerbangan, dengan cepat menjadikan ia jelas di mana dengan berpandukan berat cabin, lelangan robot tradisional yang perlu untuk menggoyangkannya (untuk mensimulasikan pergolakan) kemungkinan adalah sangat besar saiznya, dan ketegangan di atas “bahu” mungkin memerlukan motor yang besar. Dengan penggunaan robot selari bagaimanapun, dengan enam penggerak, akan mengurangkan keperluan beban setiap motor kepada enam. Ia menghasilkan keputusan yang sama apabila robot selari disuruh untuk melakukan kerja-kerja ketepatan.

Jika berlaku ralat pada robot tradisional, ia akan menambahkan ralat itu kepada semua motor berbanding dengan robot selari, ia akan membahagikan ralat itu kepada bilangan motor yang ada. Bagaimanapun, untuk penggunaan robot selari, komputer yang kuat diperlukan untuk menjalankan robot ini, di samping kerja-kerja pemesinan yang susah dan jumlah kapasiti kerja juga adalah kurang jika dibandingkan dengan cara lama, lelangan robot.

*(McKerrow, 1991)*

## 2.6 Apa yang menyebabkan robot selari?

Menurut salah seorang daripada peneraju di dalam bidang ini yakni Dr. Jean Pierre Merlet (INRIA, France), robot selari adalah mekanisme dari jenis “*close-loop*” di mana ia disambungkan kepada satu tapak yang mempunyai sejumlah rantai kinematik.

Mekanisme selari adalah lebih kuat daripada yang sesiri kerana beban yang ditampung dibahagikan kepada semua kaki, dan sesetengahnya berpendapat ia hanya ditumpukan kepada beban yang berkedudukan seranjang. Dalam perihal yang sama, pergerakan selari adalah lebih presis disebabkan ia lebih bersifat kaku dan kesilapan di



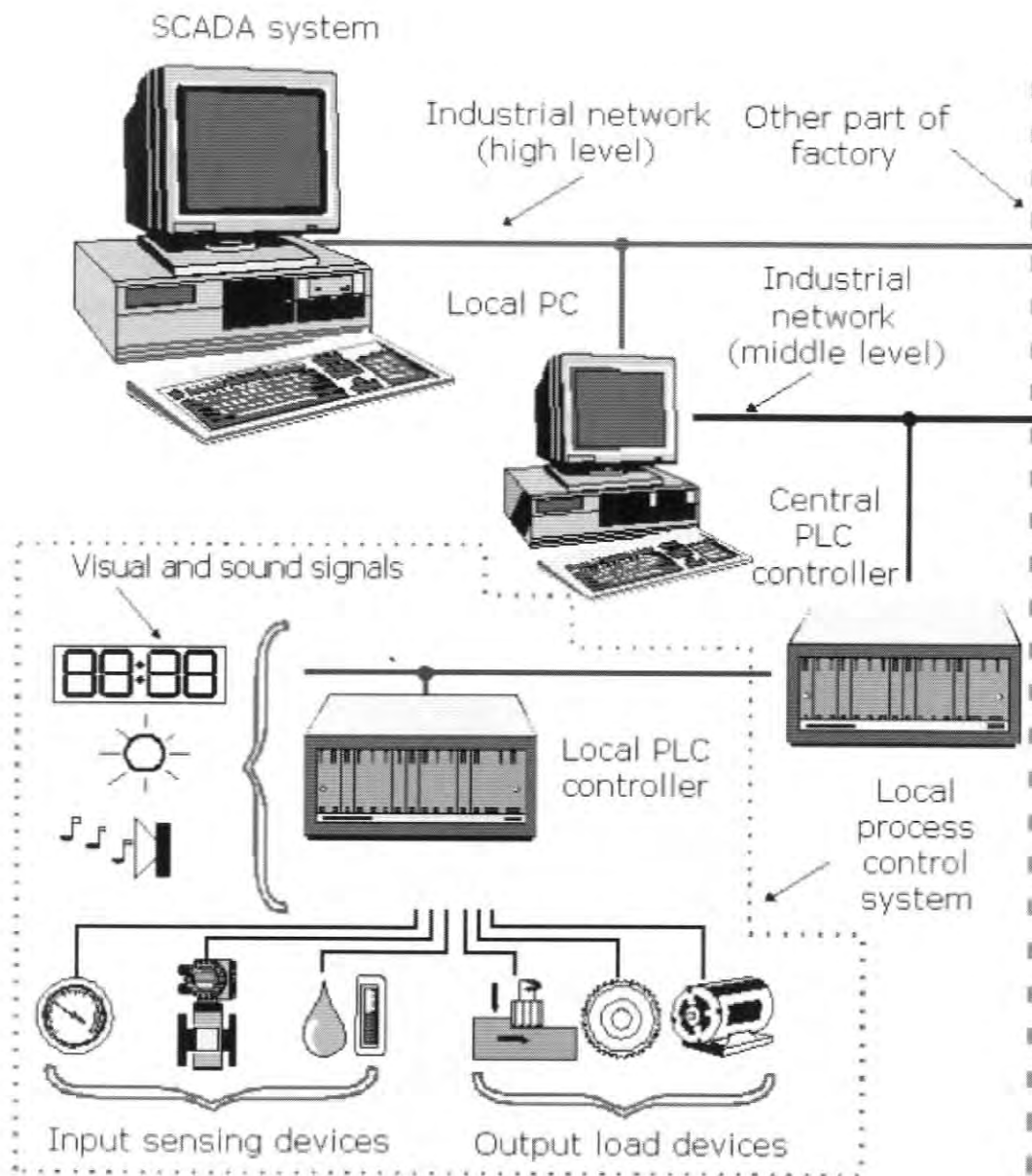
bahagian kaki diagihkan sama rata. Robot jenis ini juga adalah lebih laju disebabkan mereka biasanya dilengkapi dengan motor berat yang dipasangkan di atas tapak.

Pada sudut yang lain, robot selari dilihat lebih terhad dan mempunyai bentuk yang kompleks. Tambahan pula, kebolehan untuk berpusing dan menukar posisi (jika ada) akan menyebabkan ia menjadi lebih kompleks untuk dikawal dan disesuaikan.

*(Webmaster II, 1998)*

## **2.7 Proses sistem kawalan PLC**

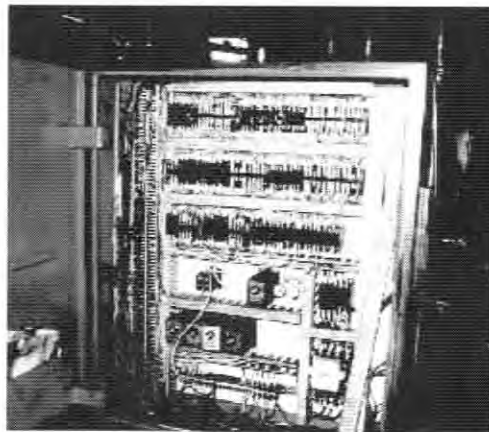
Biasanya, proses sistem kawalan memerlukan perkakasan dari kumpulan elektronik dan peralatan yang dapat membaiki kestabilan, ketepatan dan dapat mengelak keadaan peralihan yang boleh merosakkan di dalam pemprosesan pengeluaran. Operasi sistem boleh mempunyai perbezaan keadaan dan pelaksanaan, dari unit pembekal kuasa pada mesin. Sebagai keputusan, dengan kepantasan kemajuan dalam teknologi, banyak tugas-tugas yang rumit telah pun dilakukan oleh perhubungan PLC dan juga komputer utama. Di samping dengan perkakasan seperti panel operasi, motor, *sensor*, suis, injap dan lain-lain berkemungkinan untuk dihubungkan dengan peralatan tersebut adalah sangat baik, di mana dapat memberikan *level* yang tinggi dalam pemeriksaan dan pelarasan proses, berkemungkinan dapat diubah-ubah dengan lebih baik dalam sistem kawalan. Setiap komponen dalam proses sistem kawalan memainkan peranan yang penting, tidak hanya bergantung pada saiz. Contohnya, tanpa *sensor*, PLC tidak akan tahu sesuatu perubahan dengan cepat di dalam sesuatu proses. Di dalam suatu sistem automasi, pengawal PLC digunakan sebagai komponen utama, dalam proses sistem kawalan. Dengan pelaksanaan oleh atur cara tersimpan dalam *memory* atur cara, PLC dianggap monitor terus menerus oleh sistem melalui isyarat yang diterima dari perkakasan kemasukan. Berdasarkan pelaksanaan logik dalam atur cara, PLC memastikan setiap tindak balas yang perlu dilaksanakan oleh peralatan keluaran seperti motor dan lain-lain. Untuk menjalankan proses yang lebih rumit, lebih banyak pengawal PLC harus disambungkan pada komputer utama.



Rajah 2.1 : Contoh bentuk sistem kawalan PLC

### 2.7.1 Kawalan panel tradisional

Pada permulaan peredaran industri, terutamanya semasa 60an dan 70an, relay digunakan untuk menjalan mesin automatik, dan ianya menggunakan penyambungan dalam dengan menggunakan wayar di dalam panel kawalan. Seseengah kes panel kawalan memenuhi segenap dinding. Untuk mengesan sebarang ralat yang berlaku di dalam sistem, masa yang lama diperlukan terutamanya dengan proses sistem kawalan yang lebih rumit. Yang paling utama sekali, jangka hayat relay adalah terhad, jadi seseengah relay perlu diganti. Berhubung dengan keperluan perkara ini, mesin perlu diberhentikan dan begitu juga pengeluaran. Jadi, apa yang berlaku tiada ruang yang mencukupi untuk sebarang penukaran. Panel kawalan hanya digunakan untuk sesuatu proses khas, dan ia tidak mudah untuk memasukkan keperluan sistem baru. Jauh sekali untuk diselenggarakan, juruelektik memerlukan kemahiran yang sangat tinggi untuk mengesan ralat. Dipendekkan, panel kawalan tradisional ternyata sukar untuk diubahsuai.



**Rajah 2.2 :** Panel Kawalan Tradisional

Rajah 2.3 di atas menunjukkan bilangan wayar elektrik yang banyak, geganti masa, penyukat masa, dan lain-lain unsur dari berbagai jenis automasi yang sedia ada.

Kekurangan daripada panel kawalan tradisional adalah:

- Terlalu banyak kerja diperlukan untuk penyambungan wayar.



- Sukar dilakukan penukaran atau pergantian
- Sukar hendak mengesan ralat, di mana memerlukan kemahiran yang tinggi
- Jika berlaku masalah, masa baik pulih tidak dapat ditentukan, kebiasaan lama.

## 2.7.2 Panel Kawalan dengan Pengawal PLC

Dengan mereka cipta pengawal pengaturcaraan, banyak yang telah berubah di dalam reka bentuk proses sistem kawalan . Banyak kelebihan yang boleh dilihat. Contohnya panel kawalan dalam rajah 2.4.



**Rajah 2.3** : Panel kawalan PLC

Antara beberapa kelebihan yang boleh diperoleh adalah seperti berikut:

1. Jika dibandingkan dengan sistem panel kawalan tradisional, bilangan wayar yang diperlukan untuk penyambungan dapat dikurangkan sebanyak 80%
2. Banyak barangan yang digunakan dapat dikurangkan kerana PLC dapat mengurangkan benda-benda kecil seperti geganti(relay)



3. fungsi diagnosis dari pengawal PLC membolehkan untuk mengesan sebarang ralat yang berlaku dengan cepat.
4. Perubahan dalam turutan operasi atau aplikasi dari pengawal PLC untuk proses operasi yang berbeza adalah mudah untuk disempurnakan melalui penggantian atur cara pada papan kekunci atau menggunakan perisian PC (tidak memerlukan penukaran wayar, kecuali memerlukan penambahan dari perkakasan kemasukan atau keluaran)
5. Memerlukan hanya beberapa alat ganti.
6. Terlalu murah jika dibandingkan dengan sistem tradisional, terutamanya di dalam kes yang memerlukan bilangan perkakasan I/O yang banyak untuk melengkapkan sesuatu fungsi operasi.
7. Kebolehan PLC adalah lebih baik dari geganti elekto-mekanikal atau timer321434

#### **Pendekatan sistematik di dalam mereka bentuk proses sistem kawalan :**

Pertama, perlu mengetahui peralatan yang hendak digunakan atau sistem yang hendak dikawal. Sistem automatik yang terdapat pada mesin atau proses boleh juga dikenali sebagai proses sistem kawalan. Fungsi dari proses sistem kawalan selalunya diawasi oleh peranti kemasukan (*sensor*) yang dapat memberikan isyarat kepada pengawal PLC. Dari tindak balas ini, pengawal PLC menghantar isyarat kepada peranti keluaran luar mengikut kawalan sebagaimana fungsi sistem yang telah ditetapkan.

Kedua, perlu menetapkan semua peralatan keluaran dan masukkan yang akan disambungkan pada pengawal PLC. Peranti kemasukan adalah berbagai-bagai jenis seperti suis, *sensor* dan lain-lain. Peranti keluaran pula seperti solenoid, injap elektromagnet, motor, geganti, penghidup magnet dan sama seperti peralatan bunyi dan cahaya berisyarat.

Mengikut peralatan kemasukan dan keluaran yang telah dikenal pasti, sempadan yang direka bentuk adalah ditetapkan pada kemasukan dan keluaran laluan dari pengawal PLC. Kemasukan dan keluaran pada pengawal PLC ditetapkan mengikut pada pembahagian dari reka bentuk yang dibuat di mana bergantung pada kemasukan dan keluaran dalam sistem yang hendak direka. Ketika, membuat gambar rajah tangga untuk atur cara dengan mengikut turutan operasi yang telah ditetapkan dalam langkah pertama.

Akhir sekali, atur cara dimasukkan ke dalam ingatan kawalan PLC. Setelah siap pengaturcaraan, periksa sebarang kesalahan yang mungkin terjadi dalam kod atur cara dan perkara yang boleh berlaku dalam operasi simulasi. Sebelum sistem dijalankan, kesemua peralatan masukkan dan keluaran perlu diperiksa sekali lagi bagi memastikan sambungan adalah betul. Apabila bekalan sudah dibawa masuk, sistem bolehlah dijalankan.

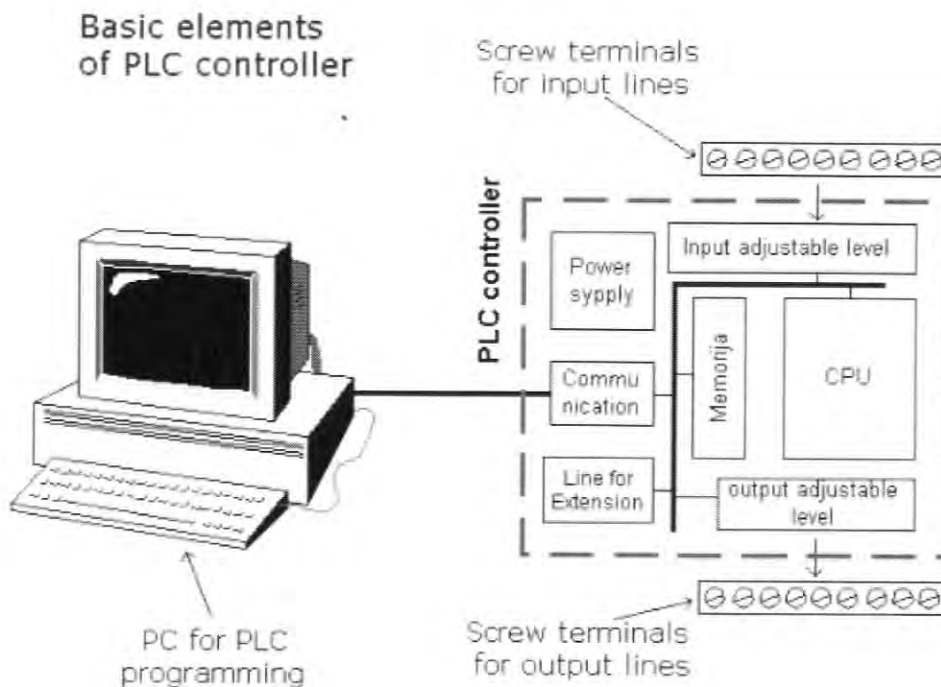
*(Nebojsa Matic 2000)*

## **2.8 Komponen pengawal PLC**

PLC biasanya dikaitkan dengan industri sistem kawalan mikro di mana terdapat perkakasan dan perisian khas yang diperlukan pada persekitaran industri. Gambar rajah blok dengan jenis komponen PLC terutamanya boleh dilihat pada rajah 2.5 di bawah. Pemerhatian khas perlu diberikan pada peranti kemasukan dan keluaran, kerana di dalam gambar rajah blok ini boleh dapat ditentukan perlindungan yang diperlukan dalam memencilkan CPU blok dari kerosakan yang dapat mempengaruhi di mana persekitaran industri boleh membawa kepada CPU melalui talian memasukkan. Unit atur cara biasanya menggunakan komputer untuk menulis atur cara (selalunya dalam gambar rajah tetangga)

## 2.9 Unit pusat pemrosesan (CPU)

Unit pusat pemrosesan (CPU) merupakan otak kepada pengawal PLC. CPU sendiri biasanya salah satu pengawal mikro. Masa dahulu adalah 8-bit pengawal mikro seperti 8051, tapi sekarang adalah 16-bit dan 32-bit pengawal mikro. Kebanyakan pengawal mikro *Hitachi* dan *fijicu* dalam pengawal PLC dibuat oleh Jepun, pengawal *Siemen* dibuat oleh orang Eropah, dan pengawal mikro *Motorola* satu-satunya dari Amerika. CPU juga dapat melakukan perhubungan, tersaling hubung di antara lain-lain bahagian dari pengawal PLC, pelaksanaan atur cara, operasi memori, mengawal kemasukan dan membenarkan dalam keluaran. Pengawal PLC mempunyai rutin yang rumit untuk pemeriksaan memori dalam memastikan sama ada PLC memori tidak rosak.



Rajah 2.4 : Komponen kawalan PLC



## 2.10 Memori

Sistem memori digunakan oleh PLC untuk proses sistem kawalan. Di samping untuk sistem operasi ini, juga boleh digunakan untuk menterjemahkan atur cara bagi gambar rajah tetangga kepada bentuk binari. Kandungan dalam memori FLASH hanya boleh diubah bila kes di mana pengguna telah menggubah atur cara. Dengan menggunakan teknologi FLASH proses ini telah pun dapat dipendekkan dengan lebih baik. Pengaturcaraan semula atur cara memori telah dapat dilakukan melalui kabel siri (RS232) dalam aplikasi pembangunan untuk atur cara.

Pengguna memori terbahagi di dalam blok yang mempunyai fungsi khas. Sesetengah bahagian dalam memori digunakan untuk menyimpan status kemasukan dan keluaran. Status sebenar bagi kemasukan yang disimpan, salah satunya ialah seperti "1" dan seperti "0" dalam memori bit yang telah ditetapkan. Setiap kemasukan atau keluaran salah satu sempadan bit dalam memori. Lain-lain bahagian dalam memori digunakan untuk menyimpan kandungan untuk bagai-bagai kegunaan dalam pengguna atur cara.

## 2.11 Pengaturcaraan pengawal PLC

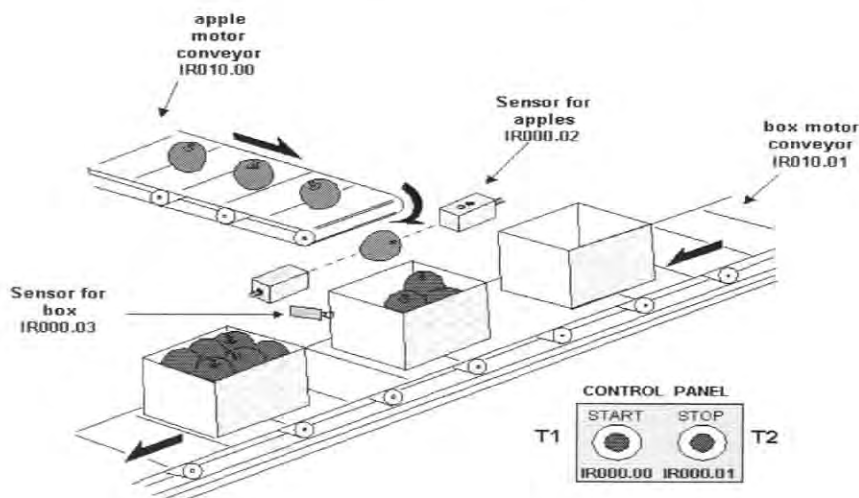
Pengawal PLC boleh di aturcaraan semula melalui komputer, dan juga melalui pengaturcaraan manual. Praktikalnya bermaksud setipa pengawal PLC boleh di aturcaraan melalui komputer jika mempunyai perisian yang diperlukan untuk pengaturcaraan. Pada hari ini penghantaran komputer adalah sangat baik untuk pengaturcaraan semula pengawal PLC dalam mana-mana kilang. Ini sangat penting dalam industri. Sekali sistem dibetulkan, penting untuk menyemak atur cara yang betul di dalam PLC semula. Ini juga baik untuk memeriksa dari masa ke semasa di mana atur cara dalam PLC tidak akan diubah. Ini dapat mengelak situasi yang bahaya dalam kilang. *(Nebojsa Matic 2000)*

## 2.12 Sistem Automasi

### 2.12.1 Automasi pembungkusan produk

Pembungkusan produk merupakan satu masalah yang sering timbul dalam industri automasi. Jika boleh dijumpai dengan mesin yang kecil (contoh seperti pembungkusan bijirin) dan sistem luas seperti mesin pembungkusan termaju. Rajah 2.6 di bawah menunjukkan bagaimana hendak menyelesaikan masalah pembungkusan klasik dengan beberapa elemen automasi. Bilangan kecil diperlukan untuk peranti keluaran dan kemasukan untuk digunakan pada pengawal CPMIA PLC di mana menggunakan penyelesaian yang mudah.

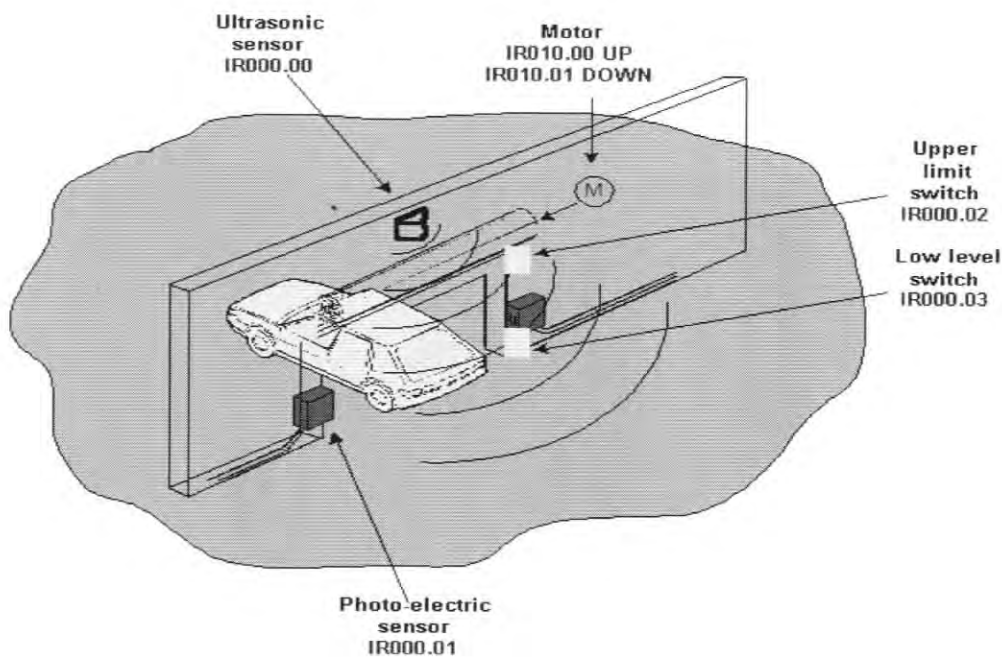
Bagi sistem ini, apabila dimulakan operasi motor pada *conveyer* yang membawa kotak akan diaktifkan. Motor *conveyer* ini akan berhenti sehingga kotak bersentuh dengan *limit swict* . Pada masa yang sama motor *conveyer* yang membawa buah apel diaktifkan. Buah apel yang masuk dalam kotak dikesan oleh *sensor* sehingga mencapai 10 biji dan motor akan berhenti. Pada masa yang sama juga motor *conveyer* membawa kotak diaktifkan. Operasi ini berulang –ulang sehingga butang berhenti ditekan.



Rajah 2.5 : Sistem pembungkusan klasik

### 2.12.2 Pintu stor automatik

Pintu stor atau apa –apa pintu boleh diautomasikan, di mana seseorang tidak memerlukan secara langsung semasa hendak membuka dan menutup pintu. Dengan menggunakan sebuah motor tiga fasa, arah pergerakan boleh diubah, pintu boleh dibuka dan ditutup secara sendiri. *Sensor ultrasonic* digunakan untuk merekodkan kenderaan melalui pintu, dan *photo – elektrik sensor* digunakan untuk mengesan kenderaan yang akan memasuki pintu stor. Apabila kenderaan disahkan, pintu akan dibuka, dan apabila kenderaan telah melepasi pintu akan ditutup.



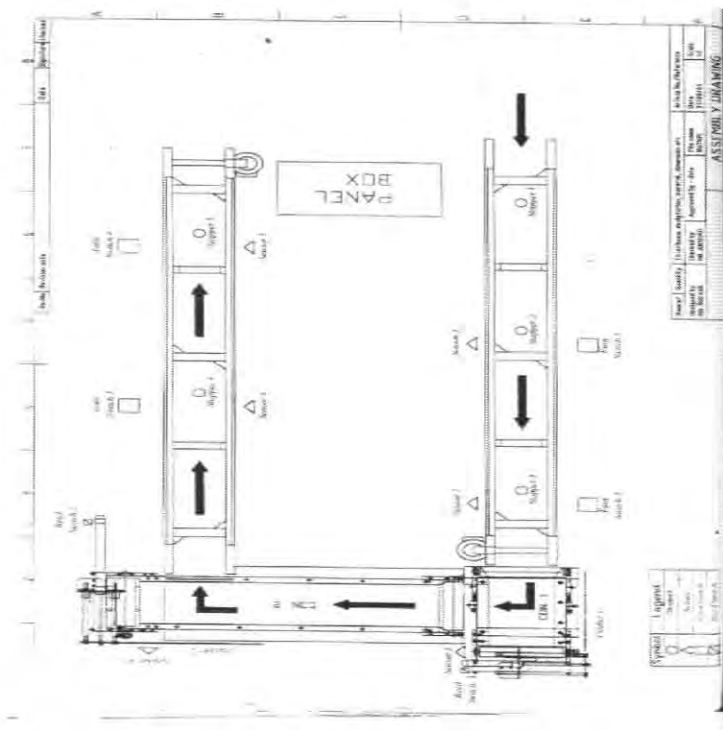
Rajah 2.6 : Sistem pintu stor automasi



### 2.12.3 Conveyer pengeluaran fleksibel

*Conveyor* pengeluaran *inteli – fix* adalah model *belt conveyor* yang diperbuat daripada *aluminium extrusion profile*. *Conveyor* ini mengatur talian pengeluaran bentuk – U. Walau bagaimana pun *belt conveyor* lelebus dan penolak boleh diuruskan dalam konfigurasi yang berbeza dan *conveyor* adalah kawalan tertutup. Kelajuan *conveyor* lurus boleh dilaraskan pada kelajuan yang berbagai-bagai untuk membolehkan pengawalan bahan dalam talian pengeluaran paling optimum. Seterusnya, sistem *conveyor* ini boleh dioperasi secara manual dan automatik.

Kawalan automasi sepenuhnya menggunakan *program logic control (PLC)*. Selain itu sistem ini juga menggunakan kawalan pneumatik untuk menggerakkan injap dan penolak.



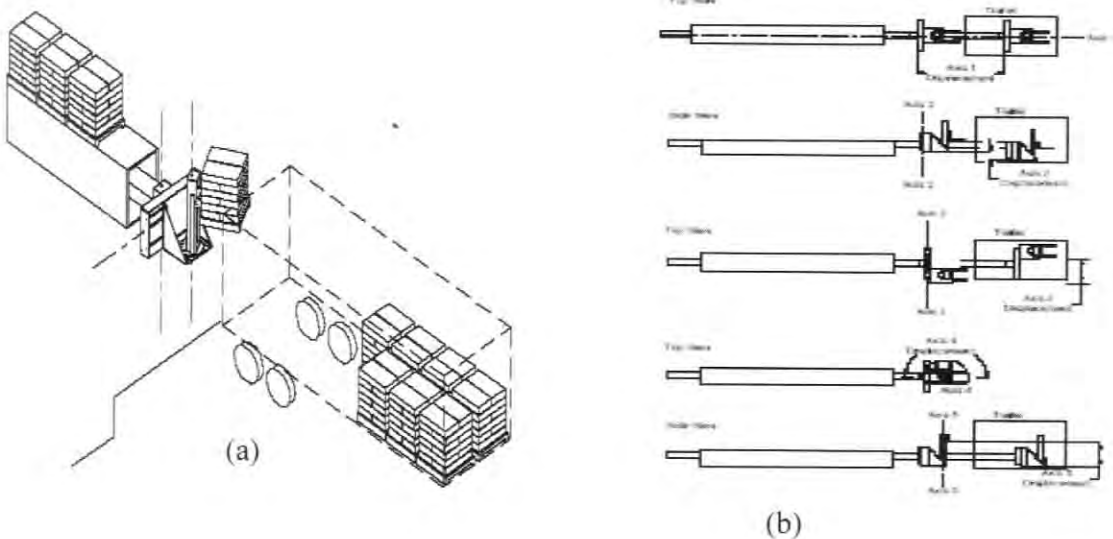
Rajah 2.7 : Gambar rajah skematik sistem kawalan *conveyor* pengeluaran automatik



### 2.12.4 Peranti pengawal palet

Peranti Pengawal Palet atau *Pallet Handling Device* ( PHD ) adalah sistem robot yang mempunyai lima darjah kebebasan (*dof*) dibangunkan oleh *Stewart-Glapat Corporation* untuk mengautomasikan kemasukan palet ke dalam *semi-truck trailer* melalui tempat memunggah dan memuatkan barang. Kawalan automasi sepenuhnya dicapai dengan menggunakan *program logic control* (PLC) dan *sensor*. Universiti Ohio telah membangunkan sistem perkakasan prototaip skala satu-lapan untuk melaksanakan kawalan dan nilai Peranti Pengawal Palet. Bahagian ini juga menerangkan reka bentuk dan pembangunan sistem, termasuk seni bina kawalan dan atur cara PLC.

( *Ottersbach and William II, 1999* )



**Rajah 2.8 :** (a) Konsep Peranti Pengawal Palet dan (b) Penyambungan kebebasan Peranti Pengawal Palet.

## **BAB 3**

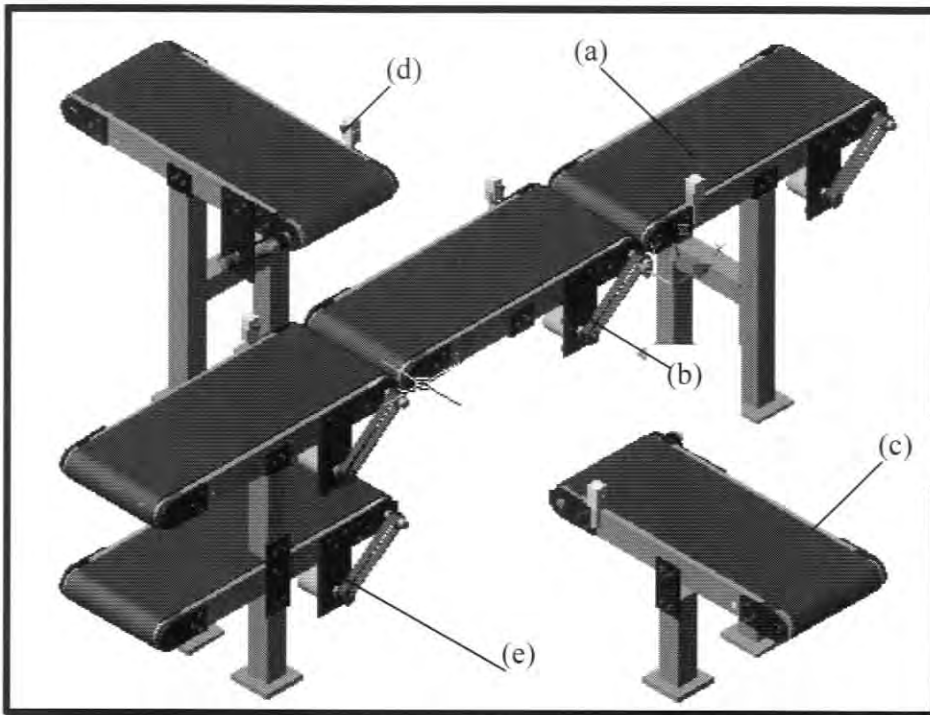
### **METODOLOGI**

#### **3.1 Pengenalan**

Bab ini akan menerangkan kaedah – kaedah yang telah digunakan semasa melaksanakan projek yang telah dibangunkan. Di sini turut dinyatakan rekabentuk sistem kawalan PLC yang cuba digunakan dan masalah yang di hadapi. Kaedah - kaedah lain turut diterangkan termasuklah yang telah di uji tetapi berlaku kegagalan.

#### **3.2 Konsep rekabentuk sistem kawalan**

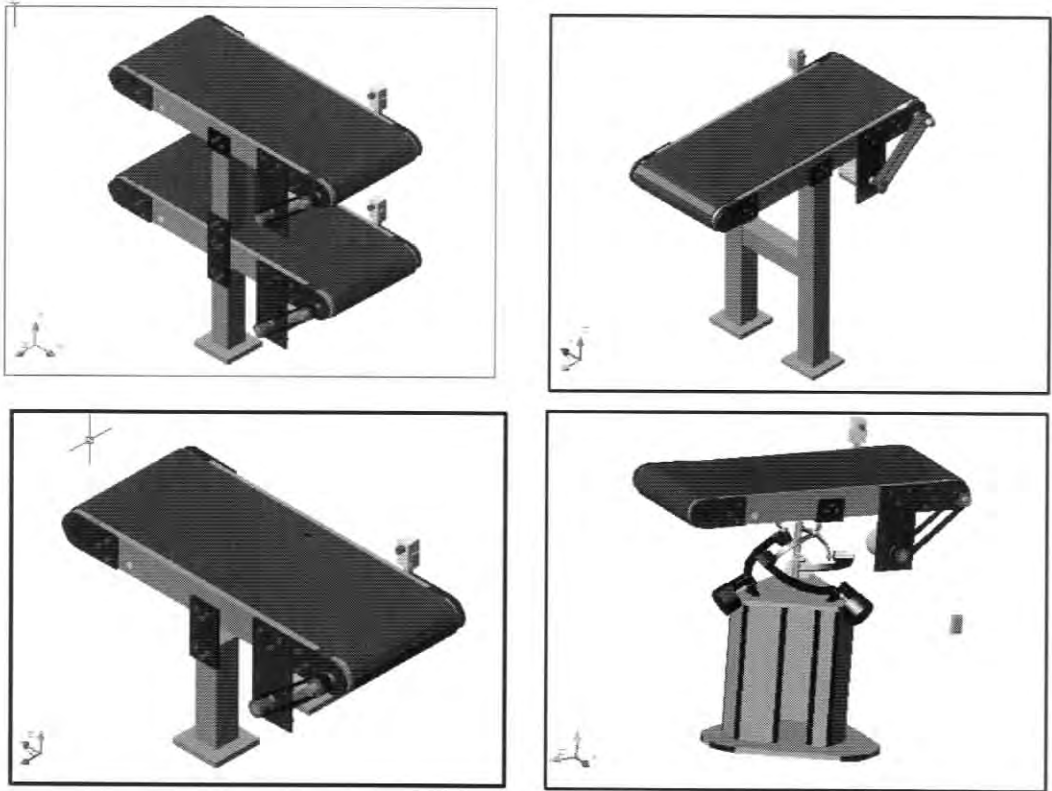
Dalam projek pembangunan untuk pengasingan produk bagi proses pembuatan yang akan di bangun, akan menggunakan *conveyor* yang akan digabungkan bersama Robot Selari. Konsep reka bentuk yang cuba dibangunkan dinyatakan di sini. *Conveyor* yang akan digunakan ini, akan diletakkan pada kedudukan yang berbeza tetapi mempunyai reka bentuk yang sam dari segi. sistem kawalan Apa yang membezakan setiap *conveyor* yang akan digunakan ialah dari segi reka bentuk kaki atau tapak *conveyor*. Salah satu *conveyor* akan digunakan dipasang bersama robot selari di mana *conveyor* tersebut akan diletakkan pada bahagian atas robot selari tersebut. *Conveyor* yang akan dipasang bersama robot selari ini boleh diubah-ubah kedudukannya mengikut arahan yang telah ditetapkan.



**Rajah 3.1** : Kedudukan *conveyor* (a) *Conveyor* suapan (b) *Conveyor* boleh ubah (c) *Conveyor* kemasukan 1 (d) *Conveyor* kemasukan 2 (e) *Conveyor* bertingkat

Setiap *conveyor* mempunyai fungsi-fungsi yang berbeza – beza. Berdasarkan gambar rajah pada rajah 3.7 *conveyor* suapan berfungsi sebagai penghantar barang ke *conveyor* boleh ubah di mana kedudukan *conveyor* suapan adalah tetap, yang bergerak hanyalah tali sawat *conveyor* tersebut. *Conveyor* boleh ubah menerima barang dari *conveyor* suapan untuk diagihkan pada *conveyor* yang telah ditetapkan mengikut isyarat kawalan. *Conveyor* boleh ubah ini boleh di ubah kedudukannya di sebabkan di pasang bersama dengan Robot Selari yang akan mengawal *conveyor* tersebut mengikut sistem kawalan yang akan digunakan. *Conveyor* yang lain seperti *conveyor* kemasukan 1, *conveyor* kemasukan 2 dan *conveyor* bertingkat hanya berfungsi untuk menerima produk yang di hantar oleh *conveyor* boleh ubah. Dari segi reka bentuk *conveyor* suapan dan

*conveyor* kemasukan 2 adalah sama, yang berbeza hanyalah pergerakan tali sawat *conveyor* tersebut.



Rajah 3.2 : Reka bentuk setiap *conveyor*



### **3.3 Sistem kawalan PLC**

#### **3.3.1 Pengenalan**

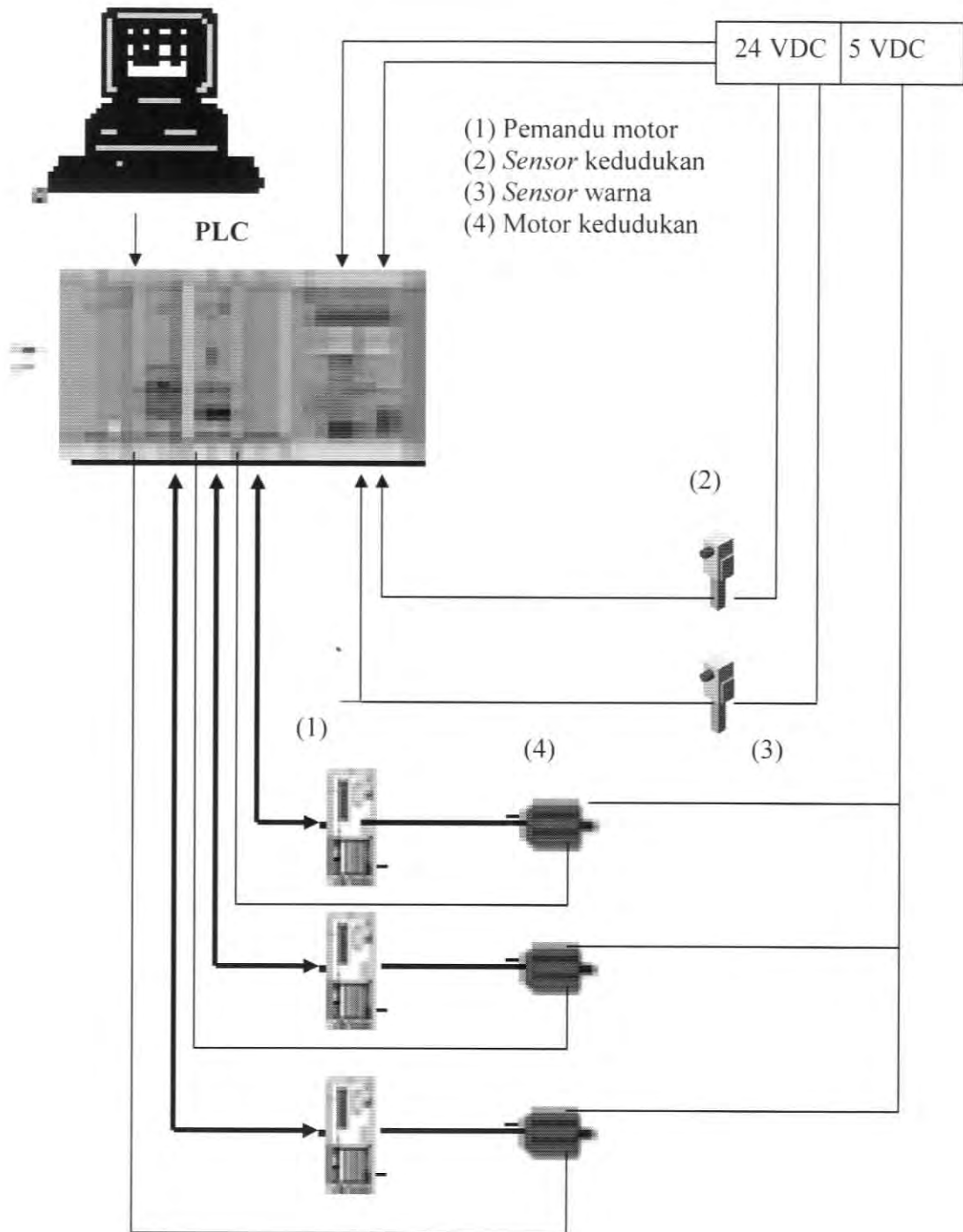
Bahagian ini akan menerangkan gambaran rekabentuk sistem kawalan PLC yang cuba digunakan bagi pembangunan untuk penagihan produk dalam proses pembuatan dengan menggunakan Robot Selari. Di sini juga akan diterangkan mengenai peralatan yang akan digunakan dan kos yang terlibat.

#### **3.3.2 Rekabentuk sistem kawalan PLC**

Reka bentuk sistem kawalan PLC yang diterangkan ini merujuk kepada tajuk dan skop yang telah ditetapkan di dalam projek bagi mencapai objektif yang di khendaki. Skop yang di khendaki ialah menggabungkan sistem automasi pada robot selari bagi menjalan proses pengasingan benda kerja.

Dalam spesifikasi reka bentuk yang akan dibangunkan, proses sistem kawalan dicadangkan menggunakan teknologi automasi yang banyak digunakan pada hari ini terutamanya dalam industri pembuatan iaitu *Program Logic Control (PLC)*. Sistem kawalan ini dicadangkan kerana ianya bersesuaian dengan reka bentuk yang akan dibangunkan..

Secara ringkasnya, sistem ini mempunyai satu parenti kemasukan iaitu sensor untuk mengesan input iaitu produk yang berlainan warna. Kebolehan sensor yang diperlukan ialah dapat mengesan tiga warna yang berbeza. Signal daripada sensor kemudian akan dihantar ke pengawal PLC. Pengawal PLC akan mengaktifkan parenti keluaran iaitu motor pelangkah mengikut signal yang di terima iaitu warna yang berlainan. Terdapat 3 biji motor pelangkah, di mana pergerakan motor ini bergantung kepada warna yang dikesan oleh sensor.



Rajah 3.3 : Susun atur sistem kawalan



### 3.3.3 Komponen PLC dan kos

Sistem kawalan ini terdiri daripada beberapa komponen penting bagi menjalan sistem pengagihan. Antara komponen-komponen yang terlibat ialah pengawal PLC, motor pelangkah, pemandu motor pelangkah, pengawal motor pelangkah dan sensor.

Langkah yang pertama sebelum menentukan spesifikasi motor pelangkah ialah menentukan daya kilas yang terdapat pada aci lengan Robot Selari. Kaedah ini telah diterangkan pada bahagian 3.4.

Beberapa pembekal telah di rujuk untuk mendapatkan komponen-komponen yang diperlukan. Salah satu pembekal yang banyak memberi kerjasama dalam mendapatkan spesifikasi dan kos komponen-komponen ini ialah daripada syarikat Flexible Automation System Sdn. Bhd. Setelah berbincangan dilakukan dengan salah seorang jurutera daripada syarikat tersebut, pemilihan komponen-komponen yang sesuai dengan spesifikasi yang dikehendaki telah dibuat.

Antara komponen – komponen tersebut ialah 3 buah motor pelangkah dan 2 buah pengawal motor pelangkah yang dapat menghasilkan denyutan ( *pulses* ). Setelah persetujuan dibuat, sebut harga bagi setiap komponen tersebut telah di buat secara kasar untuk rujukan sebelum pembelian dibuat. Anggaran bagi semua komponen ini berjumlah RM5000 tidak termasuk lain-lain komponen yang dibincangkan. Untuk maklumat lanjut rujuk lampiran A.

### 3.3.4 Permasalahan sistem kawalan PLC

Pada peringkat awal pelaksanaan Projek Sarjana Muda (PSM), iaitu PSM 1 cadangan yang buat bersama penyelia untuk membangunkan projek ini ialah menggunakan sistem kawalan PLC. Oleh itu maklumat-maklumat yang dikumpul

banyak berkaitan tentang komponen-komponen yang berkaitan dengan sistem kawalan PLC. Masalah yang timbul dalam menggunakan sistem kawalan ini ialah harga untuk setiap komponen yang agak mahal.

Setelah sebut harga untuk komponen-komponen ini diperolehi, rujukan dibuat kepada penyelia. Oleh kerana harga tersebut terlalu tinggi, penyelia telah merujuk kepada pembekal lain untuk membuat perbandingan harga komponen – komponen yang dinyatakan dalam Lampiran A. Walau bagaimana sebut harga yang telah dikeluarkan masih tinggi dan pembelian tidak dapat dilakukan.

Oleh itu alternatif lain telah digunakan hasil daripada perbincangan bersama penyelia dan pensyarah – pensyarah. Ini juga menyebabkan skop yang telah ditentukan tidak dapat dicapai sepenuhnya.

### 3.4 Pengukuran daya kilas

Daya kilas ialah daya yang dikenakan kepada aci dimana akan menyebabkan aci tersebut berputar pada pusatnya. Tujuan kaedah ini digunakan ialah untuk mengukur daya kilas yang diperlukan untuk mengerakkan setiap aci yang terdapat pada robot selari. Nilai daya kilas yang diperolehi akan digunakan untuk menentukan spesifikasi motor yang akan digunakan.



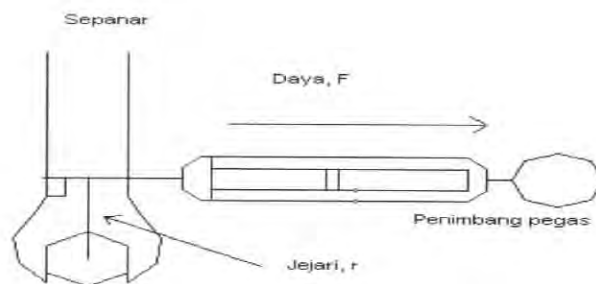
**Rajah 3.4** : Penimbang pegas

## Peralatan

1. Robot selari
2. Sepanar hujung terbuka
3. Penimbang pegas 5kg

## Langkah kerja

- a. Robot selari dipastikan berada dalam keadaan yang stabil dan kukuh, dimana setiap sambungan lengan –lengan robot dan sambungan aci pada gelang sar dalam kedudukan yang betul dan terkunci dengan baik.
- b. Sepanar dimasukkan pada skru yang diikat pada aci, dimana keadaan sepanar adalah menegak dan bersudut tepat pada aci
- c. Penyangkut pada penimbang pegas disangkutkan pada sepanar pada kedudukan yang telah di ukur.
- d. Penimbang pegas ditarik, dimana kedudukan penimbang pegas adalah melintang dan bersudut tepat pada sepanar semasa penimbang pegas ditarik.
- e. Apabila aci mula bergerak semasa penimbang pegas ditarik, bacaan yang terhasil pada skala penimbang pegas terus diambil dan dicatitkan.
- f. Langkah b hingga e diulangi sebanyak 3 kali bagi memperolehi nilai yang paling hampir.



**Rajah 3.5** : Kaedah pengukuran daya kilas

## Keputusan

Nilai yang diperolehi dari penimbang pegas seperti berikut :

$$W1 = 0.35 \text{ kg}$$

$$W2 = 0.40 \text{ kg}$$

$$W3 = 0.45 \text{ kg}$$

$$\text{Berat purata, } W_a = W1 + W2 + W3$$

$$= \frac{0.35 + 0.40 + 0.45}{3}$$

$$= 1.2 / 3$$

$$= 0.4 \text{ kg}$$

$$\text{Daya, } F = W_a \times \text{graviti}$$

$$= 0.4 \text{ kg} \times 9.81$$

$$= 3.942 \text{ N}$$

$$\text{Daya kilas} = \text{daya} \times \text{jejari arah tindakan daya}$$

$$= F \times r$$

$$= 3.942 \times 0.041$$

$$= 0.16 \text{ Nm}$$

$$\text{Daya kilas} = 0.16 \text{ Nm} \times (1 \text{ lb} / 0.453\text{kg}) \times (1 \text{ in} / 0.025\text{m})$$

$$= 1.424 \text{ lbin}$$

Bagi faktor keselamatan nilai daya kilas yang diperolehi digandakan 3,



$$\begin{aligned}\text{Faktor keselamatan} &= \text{Daya kilas} \times 3 \\ &= 0.16 \text{ Nm} \times 3 \\ &= 0.48 \text{ N}\end{aligned}$$

Oleh itu kekuatan daya kilas yang perla ada pada motor yang akan digunakan pada robot selari ialah 0.48 Nm

### 3.5 Pengukuran sudut Robot Selari

Penentuan kedudukan robot bagi sesuatu posisi yang dikehendaki adalah penting dalam melaksanakan sesuatu arahan kerja. Bagi Robot Selari yang dibangunkan ini, telah pun terdapat rumus kedudukan kinematik yang tersendiri yang di tulis dalam jurnal. Tetapi amat sukar untuk memahi rumus tersebut. Tujuan pengukuran ini ialah untuk menentukan posisi robot selari mngikut warna yang telah ditetapkan.

Bagi memudahkan untuk menentukan kedudukan robot selari tersebut kaedah menggunakan skala yang berpandu pada alat pengukuran jangka sudut telah pun dipilih. Kaedah ini telah diadaptasikan dari penggunaan alat pengukuran jenis tolok. Antara peralatan yang digunakan ialah jangka sudut.



**Rajah 3.6 :** Jangka sudut

Setiap sambungan diikat dengan kemas

Kertas diukur dan potong mengikut permukaan pemegang

Kertas yang telah dipotong dilekatkan pada setiap permukaan pemegang.

Kedudukan robot ditegakkan dan titik rujukan ditanda selari antara permukaan kertas dan aci

Platform dicondongkan mengikut warna yang dikehendaki dan penandaan dilakukan pada setiap kertas pada pemegang mengikut titik rujukan pada

**Rajah 3.7** : Langkah pengukuran sudut

### **3.5.1 Sudut putaran aci**

Setiap motor yang digunakan memberikan sudut putaran yang berbeza – beza mengikut posisi yang telah dilaraskan. Untuk itu setiap warna yang akan dikesan memberi sudut putaran motor yang berbeza. Berikut adalah kaedah untuk menetapkan sudut bagi setiap motor :

m1 = motor 1

m2 = motor 2

m3 = motor 3

cw = arah jam

ccw = arah lawan jam

Kedudukan robot selari untuk bahan warna merah

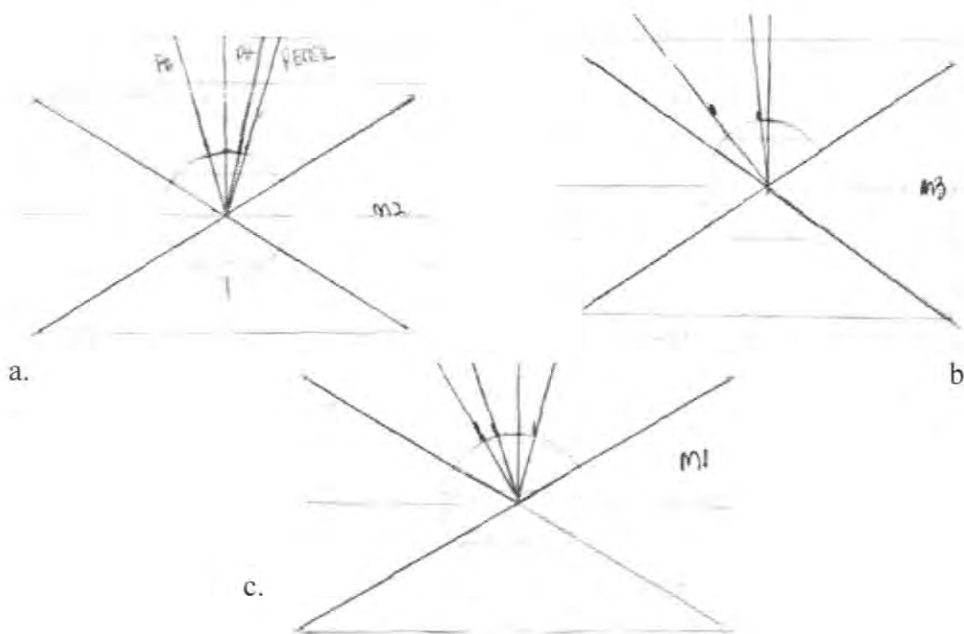
[ m2 = 17°ccw, m3 = 41°cw, m1 = 14°cw]

kedudukan robot selari untuk bahan warna biru

[ m2 = 12°ccw, m3 = 40°cw, m1 = 27°cw]

kedudukan robot selari untuk bahan warna hijau

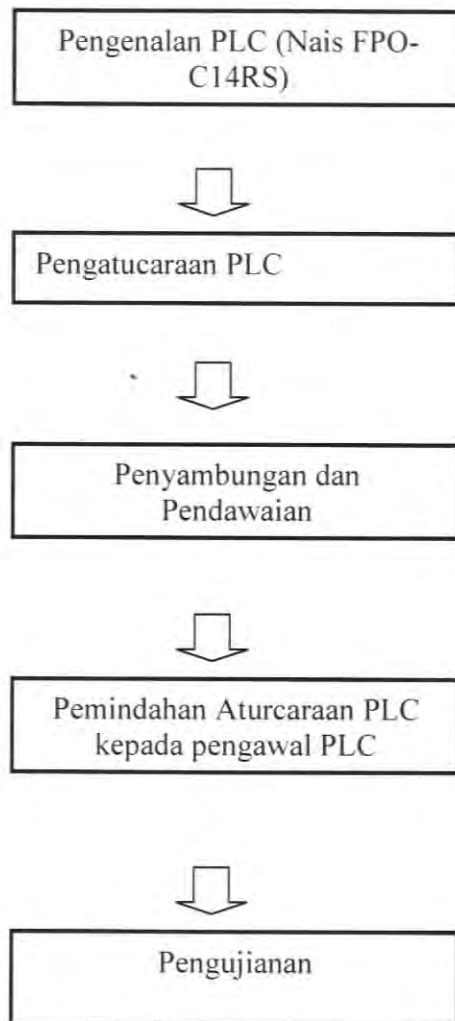
[ m2 = 16°cw, m3 = 7°cw, m1 = 18°cw]



**Rajah 3.8 :** Pengukuran sudut bagi setiap motor

### 3.6 Penyambungan dan pendawaian PLC ( Nais FPO-C14RS )

Tujuan operasi ini dilakukan ialah bagi menguji kemampuan dan memahami keperluan yang terdapat pada PLC ( Nais FPO-C14RS ) sebelum kerja – kerja penyambungan dan pendawaian yang sebenar dilakukan pada sistem yang hendak dibangunkan. Berikut adalah langkah – langkah kerja yang dilakukan :



**Rajah 3.9** : Langkah pelarasan PLC





Rajah 3.10 : Pengawal PLC ( Nais FPO-C14RS )

### 3.6.1 Pengenalan

Pengawal PLC (Nais FPO-C14RS) adalah produk daripada syarikat Matsushita Elektrik Works, Ltd. yang berasal dari Japan. Produk ini disertakan dengan komunikasi kable RS232 dan manual untuk pengguna.

### 3.6.2 Pengaturcaraan PLC (Nais FPO-C14RS)

Bagi tujuan pengujian keatas PLC (Nais FPO-C14RS) satu *aturcara ladder diagram* yang ringkas di buat. Aturcara ini terdiri bertujuan untuk mengawal pergerakan motor DC melalui suis ON/OFF. Apabila suis dihidupkan motor akan bergerak



Rajah 3.11 : *Ladder diagram* yang digunakan.

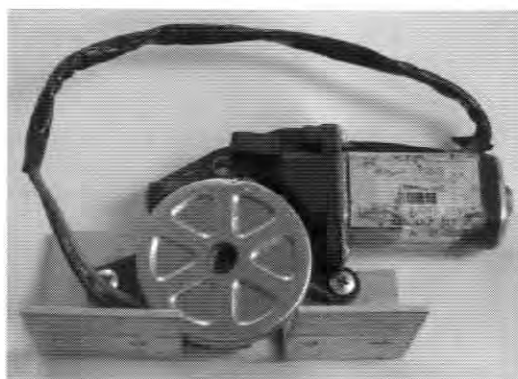
## 3.7 Kawalan Motor DC

### 3.7.1 Pengenalan

Bahagian ini akan menerangkan kaedah kawalan pada robot selari menggunakan penggerak motor dc. Hanya sebuah motor dc digunakan bagi tujuan membuat pemerhatian untuk menguji keberkesanan penggunaan motor dc.

### 3.7.2 Motor DC

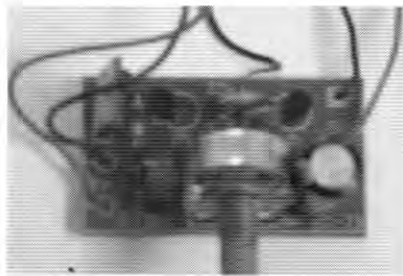
Motor dc yang telah digunakan mempunyai mempunyai voltan 12 volt. Motor yang diguna ini juga dikenali sebagai motor kuasa pintu bagi bagi kereta jenis Proton Wira. Adalah satu sebab motor ini digunakan kerana kos nya yang murah berbanding motor servo dan motor pelangkah. Rajah 3.12 menunjuk motor dc yang digunakan.



**Rajah 3.12** : Motor DC

### 3.7.3 Pengawal Motor DC

Pengawal kelajuan motor telah digunakan untuk mengawal kelajuan motor dc. Pengawal ini telah diperolehi dalam keadaan separuh siap dimana papan litar dan komponen diasingkan. Kerja-kerja penyambungan dan pematerian perlu dilakukan berpandukan gambarajah skematik yang disertakan. Pengawal ini berkemampuan mengawal voltan antara 12V – 5V. Rajah menunjuk litar pengawal motor yang telah siap dipasang.



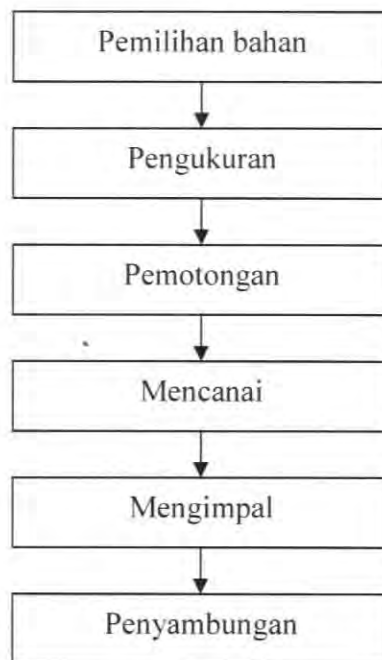
**Rajah 3.13** : Litar pengawal kelajuan motor dc

### 3.7.4 Pemasangan Motor DC pada robot selari.

Sebelum pemasangan motor dc pada robot selari dilakukan, proses merekabentuk penghubung dan tapak motor dc dilakukan. Proses merekabentuk ini melibatkan kerja-kerja fabrikasi yang dilakukan dengan menggunakan peralatan yang terdapat didalam makmal-makmal Fakulti Kejuruteraan Pembuatan.

Bagi membuat tapak untuk memegang motor dc, tapak yang telah sedia ada pada robot yang direkabentuk oleh pelajar diploma telah diubahsuai. Pengubahsuaian ini dilakukan hanya pada bahagian untuk mengikat skru antara motor dc dan tapak yang digunakan.

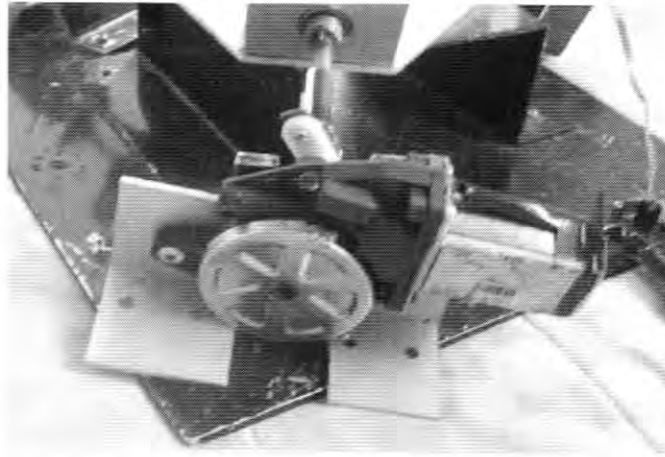
Untuk proses seterusnya ialah merekabentuk penghubung yang akan digunakan untuk menghubungkan aci lengan robot selari dan motor dc. Proses ini memerlukan kerja-kerja yang agak rumit dan perlu memastikan keselajaran yang tepat. Jika tidak masalah akan berlaku semasa motor berputar. Rajah 3.14 menunjukkan secara ringkas proses yang terlibat semasa membuat penghubung.



**Rajah 3.14** : Proses rekabentuk penghubung

Setelah kedua-dua bahagian siap dibentuk proses pemasangan dilakukan. Bahagian tapak dengan motor di pasang dengan menggunakan skru dan nat. Selepas itu motor digerakkan dengan menggunakan pengawal kelajuan motor yang dipasang bersama bateri 12V.





**Rajah 3.15:** Pemasangan motor dc pada robot selari

### **3.8 Pembangunan sistem kawalan bagi Robot Selari**

#### **3.8.1 Pengenalan**

Bahagian ini akan menerangkan kaedah yang telah digunakan dalam pembangunan sistem kawalan robot selari termasuklah sistem penggerak dan kaedah pengaturcaraan yang digunakan

#### **3.8.2 Penggerak motor servo**

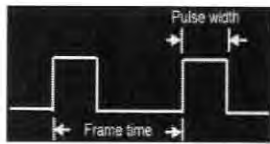
Untuk menggerakkan lengan Robor Selari, motor servo GWS (S666) telah digunakan. Sebanyak 3 buah motor digunakan dimana setiap satu lengan Robot Selari sebuah motor dipasang. Motor servo GWS adalah direkabentuk bersesuaian dengan sistem pengeluaran RC ( Remote Control).

**Jadual 3.1** : Spesifikasi Servo ( www.gws.com )

JENIS	SAIZ mm	BERAT	4.8V		6V	
			KELAJUAN Sec/60	DAYA KILAS	KELAJUAN Sec/60	DAYA KILAS
S666	63.0X32.0X 61.6	142.4/5.02	0.28	13 kg-cm	0.22	15 kg-cm

Sebelum menggunakan motor servo ini beberapa ciri dipertimbangkan bagi memastikan sesuai dengan keperluan dan kemampuan yang dikehendaki. Ini kerana setiap motor servo yang terdapat dipasaran tidak mempunyai ciri-ciri dan aplikasi yang sama. Antara pekara yang paling penting perlu dipertimbang ialah denyutan atau pulse yang dihasilkan bagi setiap pusingan atau sudut putaran motor servo.

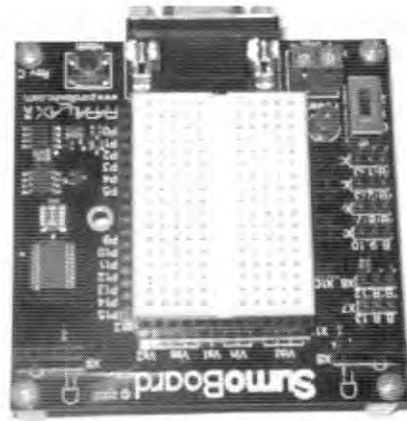
**Jadual 3.2** : Sudut putaran servo ( www.gws.com )

Pulse width	Horn position	Kadar lebar denyutan
0.7-0.8 ms	Safety zone for CW	Max: 2.3ms Min : 0.7ms 
0.8 ms	+90 degrees	
1.15 ms	+45 degree(H position)	
1.5 ms	0 degree(center position)	
1.85 ms	-45 degrees(V position)	
2.2 ms	-90 degrees	
2.2-2.3 ms	Safety zone for CCW	

### 3.8.3 Litar pengawal ( SumoBoard )

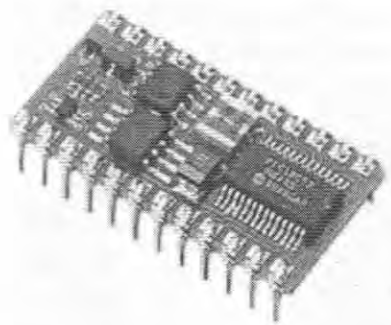
Bagi mengawal motor servo yang digunakan sebuah litar kawalan di guna bagi memastikan setiap motor servo berputar mengikut sudut yang dikehendaki. Selain itu litar

kawalan yang digunakan mestilah berkemampuan untuk menghasil denyutan atau pulse dan boleh diaturcarakan.



**Rajah 3.16 :** SumoBoard

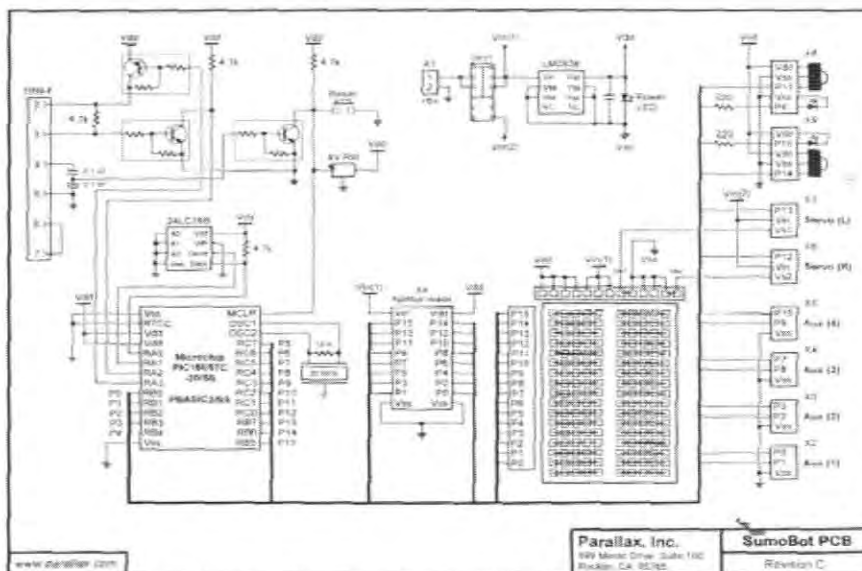
Oleh itu sebuah litar kawalan telah digunakan iaitu SumoBoard PCB. SumoBoard PCB pada asalnya merupakan sebuah litar kawalan yang digunakan untuk robot mini-sumo bagi tujuan perkakasan robot pendidikan. SumoBoard ini dilengkapi dengan micropengawal (*microcontroller*) yang dikenali sebagai BASIC Stamp 2.



**Rajah 3.17 :** BASIC Stamp 2

BASIC Stamp 2 merupakan sebuah micropengawal yang baru diperkenalkan. Ianya mengandungi sebuah chip berwarna hitam dimana di atasnya tertulis "PIC16C57". BASIC Stamp 2 juga boleh dijumpai di dalam perkakasan yang digunakan setiap hari. Semua ini boleh dipanggil sebagai sistem komputer terbenam

Litar kawalan SumoBoard ini telah dilengkapi dengan penyambungan untuk mengawal motor servo. Terdapat dua penyambungan yang disediakan iaitu pada P13 dan P12. Bagi mengawal sebuah motor servo lagi, pendawaian secara manual dilakukan. Pendawaian ini dilakukan berdasar gambarajah skematik PCB SumoBoard.



Rajah 3.18 : Skematik PCB SumoBot ( Parallax )



### 3.8.4 Pengaturcaraan kawalan servo

Ini merupakan bahagian yang penting dalam menentukan pergerakan Robot Selari yang menggunakan motor servo. Setiap motor servo ini menghasilkan pergerakan yang berbeza bergantung bagaimana ianya diaturcara.

Setiap voltan yang di hantar kepada motor servo di ukur dalam unit volts. PCB SumoBot mempunyai soket yang telah di lebal iaitu Vss, Vdd, and Vin. Vss di kenali sebagai sistem bumi atau voltan rujukan. Apabila kuasa dibekal, Vss disambungkan pada terminal negative. Vin adalah 6 volts yang tidak teratur dan disambungkan pada terminal positive. Manakala Vdd ialah 5 volts yang teratur

$$V_{ss} = 0V \text{ ( ground )}$$

$$V_{dd} = 5V \text{ ( voltan teratur)}$$

$$V_{in} = 6V \text{ ( voltan tidak teratur)}$$

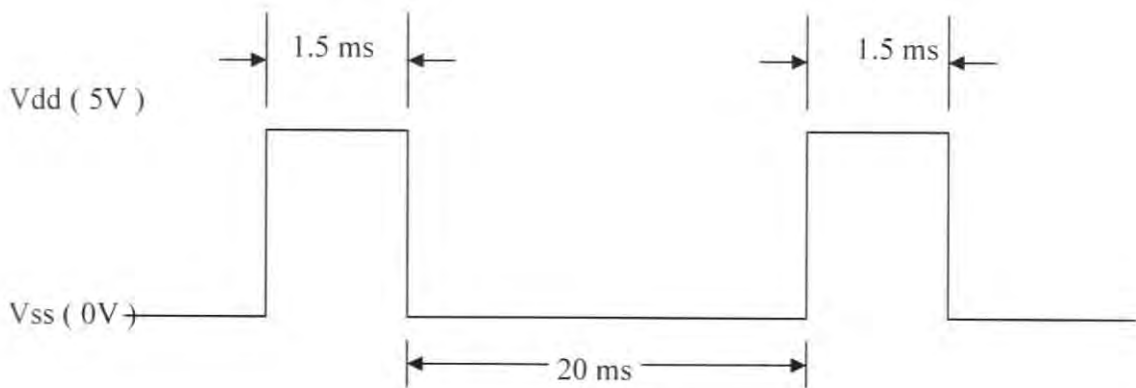
**Rajah 3.19** : Keterangan voltan PCB SumoBot

Servo di kawal dengan menggunakan signal tinggi yang terlalu singkat. Signal tinggi ini di hantar melebihi dan setiap 20 ms atau 0.02 s pada satu-satu masa. **PULSOUT** adalah susun kata arahan yang digunakan untuk menghantar denyutan (*pulse*) menggunakan pin BASIC Stamp I/O. Berikut adalah bentuk arahan sintaksis untuk arahan **PULSOUT** :

**PULSOUT** *Pin, Duration*

*Pin* ialah lokasi number di mana untuk memberi tahu BASIC Stamp kemana perlu menghantar isyarat pin I/O. *Duration* ialah tempoh jangka masa bagi signal di hantar kepada servo.

Bagi menentukan tempoh masa signal di hantar, Jadual 3.2 dirujuk terlebih dahulu bagi menentukan lebar denyutan yang sesuai untuk setiap sudut putaran yang dikehendaki. Selepas itu tempoh masa yang telah diperolehi ditukar dengan menggunakan persamaan . Berikut adalah aturcara yang digunakan untuk menghantar denyutan kepada motor servo :



**Rajah 3.20** : Gambajah tempoh bagi 1.5 ms denyutan setiap 20 ms

$$\begin{aligned}
 \text{Duration} &= \text{number of ms} \times 500 \\
 &= 1.5 \text{ ms} \times 500 \\
 &= 750
 \end{aligned}$$

oleh itu aturcara bagi motor servo bagi *pin* 14 ialah

```

FOR COUNTER = 1 TO 50
    PULSOUT 14, 750
    PAUSE 20
NEXT

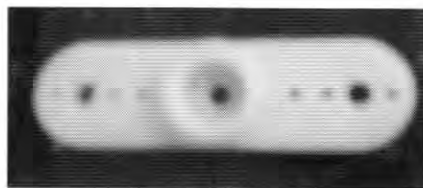
```

Beberapa ujian pergerakan motor servo dilakukan berdasarkan jadual 3.2. Setelah pergerakan yang sesuai dengan pergerakan Robot Selari diperolehi aturcara yang lengkap telah dibina ( lihat lampiran B )

### 3.8.5 Pemasangan motor servo pada Robot Selari

Setelah aturcara siap dilakukan motor servo yang digunakan dipasang pada Robot Selari. Berikut adalah langkah-langkah pemasangan yang dilakukan:

#### Langkah 1 Pemasangan Servo Horn



**Rajah 3.21** : *Servo Horn*

Setiap penghubung yang terdapat pada aci lengan robot selari dipasang servo horn untuk menghubungkan aci motor servo.

#### Langkah 2 Pemasangan Motor Servo



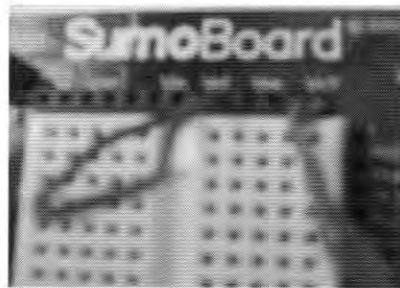
**Rajah 3.22** : Motor Servo

Motor servo S666 di pasang pada setiap aci lengan Robot Selari pada tapak yang telah di buat.

### **Langkah 3** Pemasangan PCB Sumo Board

Setiap soket motor servo yang digunakan di pasang pada SumoBoard mengikut pin yang telah ditetapkan

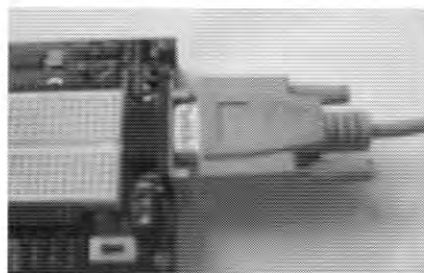
### **Langkah 4** Penyambungan servo ke bumi



**Rajah 3.23** : Pendawaian servo

Untuk menghidupkan PCB SumoBot, penyambungan Vss ke bumi dilakukan. Jika tidak servo tidak akan bergerak. Oleh itu Vs1 dan Vs2 disambungkan kepada Vss.

### **Langkah 5** : Penyambungan kabel RS232



**Rajah 3.24** : Sambungan kabel RS232



Bagi menghantar aturcara pada PCB SumoBoard, kabel RS232 digunakan untuk menghubungkan PCB SumoBoard dan komputer.

#### **Langkah 6** : Pemindahan aturcara

Pemindahan aturcara dilakukan setelah penyambungan kabel RS232 siap dilakukan. Pemindahan ini dilakukan dari perisian yang digunakan untuk membuat aturcara iaitu BASIC Stamp Editor v2.0. Sebelum aturcara dipindahkan, PCB SumoBoard dibekalkan dengan bateri kuasa 6V. Kedudukan suis kuasa dilaraskan pada posisi 1 untuk menghidupkan PCB SumoBoard. Seterusnya aturcara di hantar ke PCB SumoBot.

#### **Langkah 7** : Menggerakkan Robot Selari

Setelah langkah 1 hingga 6 selesai dilakukan, langkah yang terakhir dilakukan ialah menggerakkan Robot Selari. Untuk menghidupkan motor servo yang telah siap di pasang pada robot selari posisi suis kuasa dilaraskan pada posisi 2. Robot Selari bergerak mengikut aturcara yang telah dibuat. Berikut adalah langkah pergerakan mengikut aturcara yang telah dibuat :

- Motor 1 berputar 75° arah lawan jam
- Motor 2 berputar 75° arah lawan jam
- Motor 2 kembali kedudukan asal
- Motor 1 kembali kedudukan asal
- Motor 2 berputar 60° arah lawan jam
- Motor 3 berputar 60° arah lawan jam
- Motor 3 kembali kedudukan asal
- Motor 2 kembali kedudukan asal

## **BAB 4**

### **KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN**

#### **4.1 Pengenalan**

Bab ini akan menerangkan keputusan ujian yang dilakukan keatas robot selari yang lengkap dibangunkan. Proses ini melibatkan persediaan yang perlu dilakukan sebelum ia dilaksanakan. Hasil dari pemerhatian akan dibincangkan termasuk aspek keberkesanan rekabentuk.

#### **4.2 Keperluan Peralatan**

Sebelum melakukan ujian beberapa peralatan perlu disediakan bagi melancarkan sesi ini. Alatan utama yang digunakan adalah seperti dibawah:

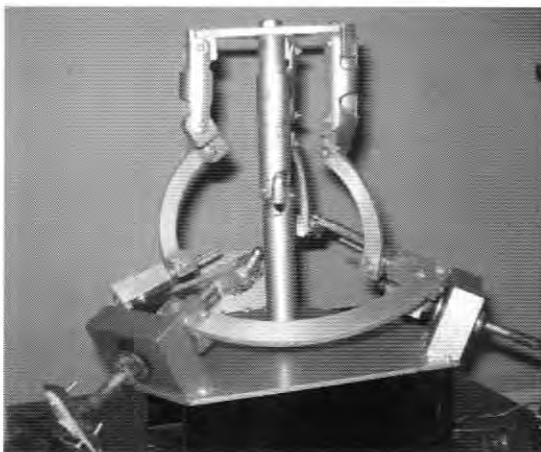
1. Bekalan voltan 12 volt dan 6 volt
2. Sebuah motor dc
3. Panel kawalan kelajuan motor dc
4. 3 buah Motor servo
5. PCB SumoBot
6. Kabel RS232
7. Robot selari
8. Perisian BASIC Stamp Editon v2.0

### 4.3 Penggerak Robot Selari

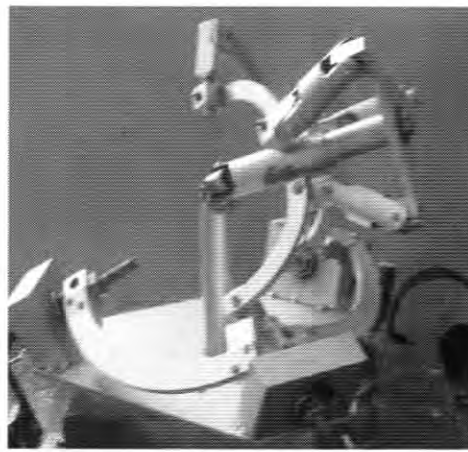
Mengikut perancangan asal bagi mengerak robot selari ini ialah menggunakan motor pelangkah (*stepper motor*). Setelah tinjauan dilakukan motor tersebut memerlukan kos yang tinggi untuk diperolehi. Oleh itu dua jenis motor telah dicuba pada Robot Selari iaitu motor dc dan motor servo. Setelah membuat perbandingan motor servo telah dipilih untuk diguna pakai.

### 4.4 Laluan pergerakan Robot Selari

Objektif asal adalah untuk membangun rekabentuk sebuah robot selari yang dapat melakukan kerja pengasingan produk di mana bergerak mengikut warna yang di kesan. Oleh kerana kos perkakasan yang terlalu tinggi Robot Selari ini telah di rekabentuk hanya bergerak pada dua posisi yang berbeza secara berselang-seli.



( a )



( b )



( c )

**Rajah 4.1** : Posisi robot selari. ( a ) kedudukan asal , ( b ) kedudukan posisi 1 , ( c ) kedudukan posisi 2

#### 4.5 Tatacara Operasi

Operasi yang dilakukan hanyalah untuk menggerak Robot Selari pada 2 posisi yang berbeza. Ia tidak melibatkan kajian yang mendalam tentang koordinat dan laluan robot. Tujuan operasi ini juga bertujuan untuk menggerakkan robot selari secara automasi. Berikut adalah langkah yang dilakukan untuk melaksanakan operasi pengujianan.

1. Pemasangan servo horn pada penyambung robot selari
2. Pemasangan motor servo
3. Pemasangan SumoBoard
4. Penyambungan servo ke bumi
5. Penyambungan kabel RS232
6. Pemandahan aturcara
7. Robot Selari digerakkan



## 4.6 Keputusan Ujian

Hasil pemerhatian yang dilakukan semasa pengujian, keputusan berikut telah dapat dibuat. Perbincangan lebih tertumpu kepada aspek-aspek objektif asal.

Ketiga – tiga motor dapat berfungsi dengan baik semasa operasi dijalankan. Tiada berlaku sebarang ralat semasa motor berputar. Motor berputar mengikut aturcara yang ditetapkan

Bagi pergerakan posisi pertama anjakan lengan 1 bergerak mengikut aturcara yang telah ditetapkan di mana berputar mengikut arah lawan jam. Manakala lengan 2 bergerak mengikut arah lawan jam dan posisi pertama 1 lengkap sepenuhnya. Setelah itu robot kembali kepada kedudukan asal. Semasa proses ini terdapat sedikit kekangan di mana sendi pada lengan 2 tidak berfungsi dengan baik. Masalah ini dapat di atasi disebabkan daya kilasan yang dihasilkan oleh motor servo tidak mencukupi.

Untuk posisi 2 proses berjalan dengan baik. Lengan 2 bergerak terlebih dahulu diikuti dengan lengan 3. Selepas lengkap posisi 2, robot kembali kepada kedudukan asal.

Arahan aturcara yang dirangka juga berjalan dengan lancar. Setiap arahan yang di hantar menggerakkan Robot Selari mengikut kedudukan yang dikehendaki.

## 4.7 Pengubahsuaian

Semenjak kajian awal rekabentuk ini, beberapa perubahan telah dilakukan. Ia terpaksa di buat apabila didapati pemilihan perkara – perkara yang tertentu tidak sesuai atau sukar untuk praktikan.

1. Cadangan atau konsep rekabentuk awal di bincang bersama penyelia iaitu mengerakkan Robot Selari mengikut warna yang di kesan dengan menggunakan pengawal PLC . Setelah di teliti dan melakukan tinjauan lebih mendalam kaedah ini memerlukan perkakasan yang perlu mengeluarkan kos yang tinggi untuk diperolehi. Lihat lampiran A.

Maka perubahan telah di buat berdasarkan masalah di atas. Pergerakan Robot Selari hanya dilakukan pada dua posisi yang berbeza. Walau bagaimana pun mengerakkan Robot Selari secara automasi masih dapat dilakukan.

2. Tenaga penggerak yang di cadangkan semasa tempoh kajian awal adalah menggunakan motor pelangkah ( *stepper motor* ). Nilai daya kilas bagi setiap aci pada Robot Selari sebelum menentukan spesifikasi motor pelangkah yang dikehendaki. Disebabkan motor yang dikehendaki terlalu tinggi kosnya, maka penggerak ini tidak digunakan.

Penggerak motor dc digunakan bagi menggantikan motor pelangkah. Pemasangan sebuah motor dc pada salah satu aci robot telah dilakukan. Keputusan ujian didapati motor ini sukar dikawal kelajuan dan sukar untuk ditetapkan pada sudut yang dikehendaki. Setelah dikaji masalah ini, motor dc memerlukan sistem yang agak kompleks untuk mengawal sudut putaran dan jarang digunakan dalam pembangunan rekabentuk robot.

Oleh itu perubahan keatas sistem penggerak di buat dengan bertukar kepada motor servo. Kelebihannya ialah ia tidak memerlukan pengawal dan hanya menukar kutub untuk menukar arah putaran. Ia juga menghasilkan daya kilas dan kesan brek yang kuat kerana nisbah gear yang tinggi. Malah operasi berterusan ( *continues*) yang memudahkan dalam pengiraan daya anjakan.

## 4.8 Kesimpulan

Hasil daripada ujian yang dilakukan didapati semua bahagian utama iaitu mekanikal, elektronik berfungsi dengan sempurna. Robot selari bergerak mengikut posisi yang telah ditetapkan dalam aturcara.

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Secara keseluruhan projek ini tidak dapat dibangunkan sepenuhnya mengikut objektif yang telah ditetapkan disebabkan faktor –faktor yang telah diterangkan sebelum ini. Walau bagaimana pun projek ini dapat mencapai skop yang telah ditetapkan. Dengan adanya konsep rekabentuk yang telah di buat boleh dijadikan panduan atau sumber idea dalam usaha membangunkan pengasingan produk dalam proses pembuatan bersama gabungan mekanisma Robot Selari yang lebih produktif.

Satu sistem yang lebih baik dapat di capai sekiranya perkakasan yang diperlukan dalam peringkat awal perbincangan dapat diperolehi. Kos yang terlalu tinggi menjadi faktor perkakasan yang hendak digunakan tidak dapat diaplikasi pada pembangunan projek.

Sistem yang di kawal sepenuh dengan menggunakan mikropengawal yang banyak digunakan pada masa kini iaitu BASIC Stamp telah memberikan alternatif dalam mengawal Robot Selari mengikut perancangan yang telah ditetapkan. Untuk menghasilkan pergerakan Robot Selari yang lebih sempurna rekabentuk struktur masih perlu dianalisis dengan mendalam.



Sekiranya usaha dilakukan untuk melaksanakan perkara-perkara pengubahsuaian yang dicadangkan, rekabentuk ini mampu menjadi prototaip yang berguna dalam industri. Pada masanya mekanisma robot selari sedang giat dibangunkan kerana kelebihan yang terdapat pada tatarajahnya. Secara teori pengetahuan tentang PLC telah banyak dapat dipelajari dan secara praktikal menggunakan kawalan BASIC Stamp dapat digunakan dan kedua-dua ini menjadi pengalaman yang berguna kerana dalam dunia robotik sebenar terdapat banyak jenis sistem kawalan dan perisian yang berlainan di satu tempat kerja.

## 5.2 Cadangan Pembaikan

Projek ini telah mencapai skop yang dikehendaki . Walau bagaimanapun beberapa objektif tidak dapat dipenuhi dan beberapa perkara yang masih boleh diperbaiki sekiranya ingin mendapat hasil yang lebih berkesan

1. Menggunakan penggerak motor pelangkah ( *stepper motor* ). Motor ini lebih sesuai bagi mengawal pergerakan sudut berbanding motor servo. Ketepatan dan kebolehulangan pergerakan lebih baik.

2. Bagi mewujudkan satu sistem automasi yang melibatkan keluaran dan masukan yang berlainan penggunaan pengawal PLC adalah lebih baik. Kebanyakan sistem dalam industri banyak menggunakan pengawal jenis ini kerana kebolehannya dan keberkesanannya. Satu sistem kawalan yang lebih cekap dapat dibangunkan Dengan penggunaan PLC.

## RUJUKAN

- Allen-Bradley Inc., (1998),** Control Logix Motion Module User Manual, Pub. 1756-6.5.16, Milwaukee, WI, <http://www.ab.com/>
- R.P. Areny and J.G. Webster, (1991),** Sensors and Signal Conditioning, New York: John Wiley and Sons.
- Aromat Corporation, (1996),** Sensor Catalog, New Providence, NJ.
- C.R. Asfahl, (1992),** Robots and Manufacturing Automation, New York: John Wiley and Sons.
- Baumer Electric Co., (1998),** Precision Sensor Catalog, Southington, CT.
- R.C. Dorf and R.H. Bishop, (1998),** Modern Control Systems, Reading, Mass.: Addison-Wesley Publishing.
- J.J. Ottersbach, (1999),** Controls Development for the Pallet Handling Device, MS Thesis, Ohio University.
- F.D. Petruzella, (1989),** Programmable Logic Controllers, New York: McGraw-Hill.
- Pittman Co., (1992),** DC Permanent Magnet Field Motors and Gearmotors, Harleysville, PA, <http://www.pittmannet.com>.
- S.R. Ruocco, (1987),** Robot Sensors and Transducers, New York: John Wiley and Sons.
- Servo Systems Co., (1998),** Engineering and Application Notes, Montville, NJ.

S. Soloman, (1994), Sensors and Control Systems in Manufacturing, New York: McGraw-Hill.

W.T. Stewart, (1995), Pallet Handling Adjustable Conveyor, U.S. Patent Number 5,391,038,<http://www.adjustconveyor.com/>

# LAMPIRAN A



① CSK ~~110K~~ 268AP. → motor ¼ hp Rm 750.00 x 3  
axis). FX1N-40MT ← (PLC) → Rm 1890.00  
axis). FX2N-1PG-E - (Pulse 0/p Block) → Rm 1180.00

④ Programming Software - (Foc).  
mitsubishi

⑤ Interface Cable  
Programming Communication (285.00).

}

⑥ CSK 268AP → motor ¼ hp  
Drive - Rm 750.00 x 3.

⑦ SG8030J-D - Vexta pulse Controller.  
Rm 1530.00/pc x 3.

next job

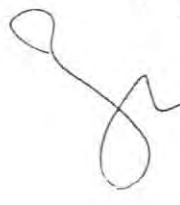
1) Ask vendor to produce

"Quotation" Sebut harga

atas nama

F.K.P.

PSM II

 8/8/05

- 40MT <sup>rain</sup> (PLC) → RM ~~180.00~~ 1890.00  
- IPG-E - (Pulse % Block) → RM 1180.00

ming Software - (Foc).  
mitsubishi

ce Cable  
ming Communication (285.00).

---

K 268AP → Motor Gao  
Mine - RM 750.00 x 3.

8030J-D - <sup>D21</sup> Vexta pulse Controller.  
RM 1530.00 / pc x 3.

---

ador to produce  
notation" Sebut harga;  
name  
E.K. Pr

## System Configuration

An example of a single-axis system configuration with the **SG8030** series controller.



### Mounting Brackets (Accessories)

The motor of standard type and geared type can be affixed easily. (-> Page C-203)



### Flexible Couplings (Accessories)

Non-backlash coupling for precise positioning (-> Page C-192)

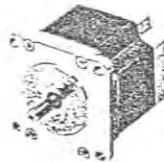
### Optional Cables (Accessories)

Consist of the cables for motor, power supply and I/O signal. One end of the cable is crimped for one-touch connection with 2-phase CSK series driver. (-> Page C-191)

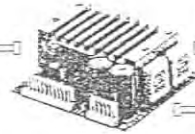


### Clean Dampers (Accessories)

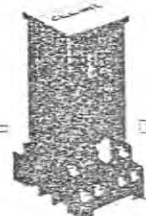
Effective to suppress stepping motor vibration and improve high-speed performance. (-> Page C-201)



Motor



Driver



SG8030 Controller (Sold separately) (-> Page D-7)

24/36 VDC Power Supply (Not supplied)

24 VDC Power Supply (Not supplied)

### Example of System Configuration

(Body)

CSK266-BP

(Sold separately)

SG8030J-D PAL2P-2 MCS2006F04 D6CL-6.3F LCS01CSK2

⊙ : Required under this system.

○ : Selectable according to necessity. Oriental Motor provides

The system configuration shown above is an example. Other combinations are available.

## Product Number Code

### Standard Type

**CSK 2 6 6-A P**

2-Phase Stepping Motor and Driver Package CSK Series

2-Phase

Motor Frame Size  
4: 42 mm  
5: 50 mm  
6: 56.4 mm  
9: 85 mm

Motor Case Length

A: Single Shaft  
B: Double Shaft

P: Photocoupler Input

### Standard P Type/High-Resolution Type/High-Inertia Type

**CSK 2 6 6 M A P**

2-Phase Stepping Motor and Driver Package CSK Series

2-Phase

Motor Frame Size  
2: 28 mm  
3: 35 mm  
4: 42 mm  
6: 56.4 mm (High-Resolution Type)  
9: 60 mm (High-Inertia Type)

Motor Case Length

P: Standard P Type  
M: High-Resolution Type  
J: High-Inertia Type

A: Single Shaft  
B: Double Shaft

P: Photocoupler Input

### SH Geared Type

**CSK 2 6 4 A P-SG 10**

2-Phase Stepping Motor and Driver Package CSK Series

2-Phase

Motor Frame Size  
2: 28 mm  
4: 42 mm  
6: 60 mm  
9: 90 mm

Motor Case Length

A: Single Shaft  
B: Double Shaft

P: Photocoupler Input

SH Geared Type

Gear Ratio

# Product Line

## Standard P Type

Model (Single Shaft)	Model (Double Shaft)
CSK223PAP	CSK223PBP
CSK224PAP	CSK224PBP
CSK225PAP	CSK225PBP
CSK233PAP	CSK233PBP
CSK235PAP	CSK235PBP
CSK244PAP	CSK244PBP
CSK246PAP	CSK246PBP

## Standard Type

Model (Single Shaft)	Model (Double Shaft)
CSK243-AP	CSK243-BP
CSK244-AP	CSK244-BP
CSK245-AP	CSK245-BP
CSK256-AP	CSK256-BP
CSK258-AP	CSK258-BP
CSK264-AP	CSK264-BP
CSK266-AP	CSK266-BP
CSK268-AP	CSK268-BP
CSK296-AP	CSK296-BP
CSK299-AP	CSK299-BP
CSK2913-AP	CSK2913-BP

## High-Resolution Type

Model (Single Shaft)	Model (Double Shaft)
CSK243MAP	CSK243MBP
CSK244MAP	CSK244MBP
CSK245MAP	CSK245MBP
CSK264MAP	CSK264MBP
CSK266MAP	CSK266MBP
CSK268MAP	CSK268MBP

## High-Inertia Type

Model (Single Shaft)	Model (Double Shaft)
CSK264JAP	CSK264JBP
CSK266JAP	CSK266JBP
CSK267JAP	CSK267JBP
CSK269JAP	CSK269JBP

## SH Geared Type

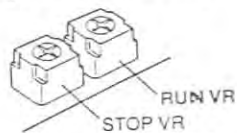
Model (Single Shaft)	Model (Double Shaft)
CSK223AP-SG7.2	CSK223BP-SG7.2
CSK223AP-SG9	CSK223BP-SG9
CSK223AP-SG10	CSK223BP-SG10
CSK223AP-SG18	CSK223BP-SG18
CSK223AP-SG36	CSK223BP-SG36
CSK243AP-SG3.6	CSK243BP-SG3.6
CSK243AP-SG7.2	CSK243BP-SG7.2
CSK243AP-SG9	CSK243BP-SG9
CSK243AP-SG10	CSK243BP-SG10
CSK243AP-SG18	CSK243BP-SG18
CSK243AP-SG36	CSK243BP-SG36
CSK243AP-SG50	CSK243BP-SG50
CSK243AP-SG100	CSK243BP-SG100
CSK264AP-SG3.6	CSK264BP-SG3.6
CSK264AP-SG7.2	CSK264BP-SG7.2
CSK264AP-SG9	CSK264BP-SG9
CSK264AP-SG10	CSK264BP-SG10
CSK264AP-SG18	CSK264BP-SG18
CSK264AP-SG36	CSK264BP-SG36
CSK264AP-SG50	CSK264BP-SG50
CSK264AP-SG100	CSK264BP-SG100
CSK296AP-SG3.6	CSK296BP-SG3.6
CSK296AP-SG7.2	CSK296BP-SG7.2
CSK296AP-SG9	CSK296BP-SG9
CSK296AP-SG10	CSK296BP-SG10
CSK296AP-SG18	CSK296BP-SG18
CSK296AP-SG36	CSK296BP-SG36



4. Manipulate the potentiometer for adjusting the motor operating current (RUN VR).

Adjust the potentiometer using an insulated screwdriver.

The sum of the two DC ammeter readings indicates the current per motor phase. Be sure to adjust the current to the motor's rated current or below.

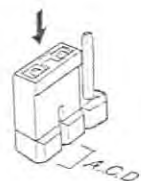


Example: When the DC ammeter readings indicate 1.05 A and 0.95 A respectively, the output current per motor phase is 2.0 A.

5. Turn off the power supply.

6. Enable the automatic current cutback function.

Set the jumper socket for automatic current cutback function (C.C./A.C.D.) to "A.C.D.".



This completes the adjustment of the motor running current.

#### ◇ Motor Standstill Current

1. Set the step angle to full step.

Set the jumper socket for the step angle switch (FULL/HALF) to "FULL".



2. Enable the automatic current cutback function.

Set the jumper socket for automatic current cutback function (C.C./A.C.D.) to "A.C.D.".

3. Turn on the power supply.

Wait until the motor reaches its standstill current.

4. Manipulate the potentiometer for adjusting the motor standstill current (STOP VR).

Adjust the potentiometer using an insulated screwdriver.

The sum of the two DC ammeter readings indicates the current per motor phase. Be sure to adjust the current to 40 percent of the motor's rated current or below.



5. Turn off the power supply.

This completes the adjustment of the motor standstill current.

## List of Motor and Driver Combinations

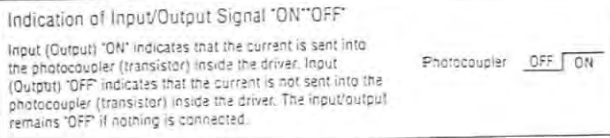
Model names for motor and driver combinations are shown below.

Type	Model	Motor Model	Driver Model		
Standard P Type	CSK223PAP	PK223PA	CSD2109-P		
	CSK223PBP	PK223PB			
	CSK224PAP	PK224PA			
	CSK224PBP	PK224PB			
	CSK225PAP	PK225PA			
	CSK225PBP	PK225PB			
	CSK233PAP	PK233PA	CSD2112-P		
	CSK233PBP	PK233PB			
	CSK235PAP	PK235PA			
	CSK235PBP	PK235PB			
	CSK244PAP	PK244PA			
	CSK244PBP	PK244PB			
Standard Type	CSK246PAP	PK246PA	CSD2112-P		
	CSK246PBP	PK246PB			
	CSK243-AP	PK243-01A		CSD2109-P	
	CSK243-BP	PK243-01B			
	CSK244-AP	PK244-01A			
	CSK244-BP	PK244-01B			
	CSK245-AP	PK245-01A			
	CSK245-BP	PK245-01B			
	SH Geared Type	CSK256-AP	PK256-02A	CSD2120-P	
		CSK256-BP	PK256-02B		
		CSK258-AP	PK258-02A		
		CSK258-BP	PK258-02B		
CSK264-AP		PK264-02A			
CSK264-BP		PK264-02B			
High-Resolution Type		CSK266-AP	PK266-02A	CSD2120-P	
		CSK266-BP	PK266-02B		
		CSK268-AP	PK268-02A		
		CSK268-BP	PK268-02B		
		CSK268MAP	PK268MA		
		CSK268MBP	PK268MB		
	High-Inertia Type	CSK264JAP	PK264JA	CSD2120-P	
		CSK264JBP	PK264JB		
		CSK266JAP	PK266JA		
		CSK266JBP	PK266JB		
		CSK267JAP	PK267JA		
		CSK267JBP	PK267JB		
SH Geared Type		CSK269JAP	PK269JA	CSD2120-P	
		CSK269JBP	PK269JB		
		CSK223AP-SG	PK223PA-SG		CSD2109-P
		CSK223BP-SG	PK223PB-SG		
		CSK243AP-SG	PK243A1-SG		
		CSK243BP-SG	PK243B1-SG		
	CSK264AP-SG	PK264A2-SG			
	CSK264BP-SG	PK264B2-SG			
	SH Geared Type	CSK296AP-SG	PK296A2-SG	CSD2130-P	
		CSK296BP-SG	PK296B2-SG		
		CSK299-AP	PK299-03A		
	SH Geared Type	CSK299-BP	PK299-03B	CSD2145P	
CSK2913-AP		PK2913-02A			
CSK2913-BP		PK2913-02B			

Enter the gear ratio in the box ( ) within the model name.  
 If you are purchasing only a motor for maintenance purpose, etc., motor with connector and connector will not be supplied.  
 Gear ratio: 7, 2, 9, 10, 18, 36  
 Gear ratio: 3, 6, 7, 2, 9, 10, 18, 36, 50, 100  
 Gear ratio: 3, 6, 7, 2, 9, 10, 18, 36

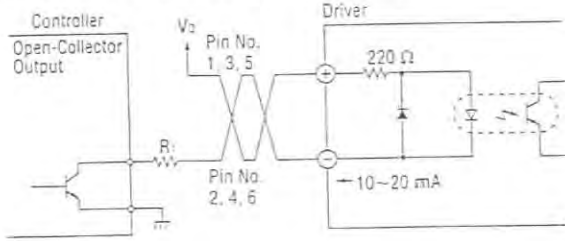


### Description of Input/Output Signals

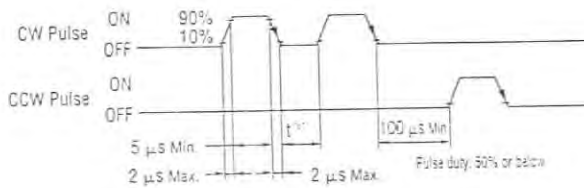


### [CW (Pulse) and CCW (Rotation Direction) Pulse /All Windings Off Signal Input Signal]

#### Input Circuit and Sample Connection



#### Pulse Waveform Characteristics

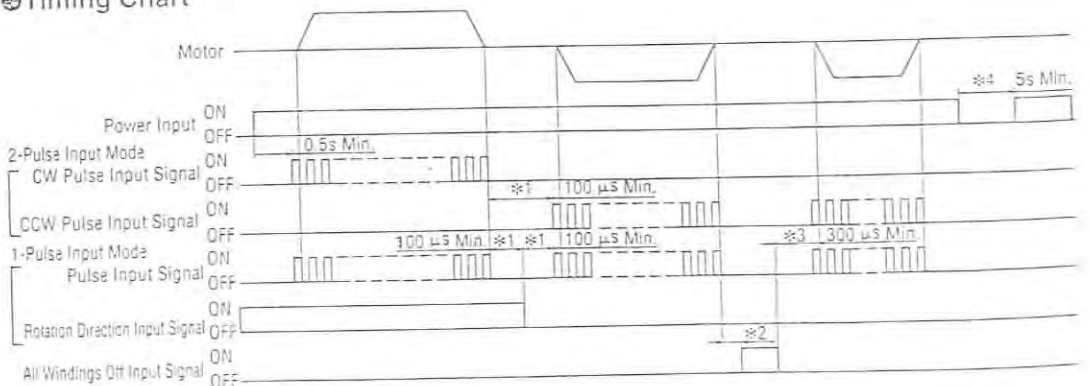


- ④ The shaded area indicates when the photocoupler diode is ON. The motor moves when the photocoupler state changes from ON to OFF.
- ④ The minimum interval time when changing rotation direction is 100 μs. This value varies greatly depending on the motor type and load inertia.
- \*1 CSD2109-P, CSD2112-P, CSD2120-P: 50 μs Min.  
CSD2120P2, CSD2130P, CSD2140P, CSD2145P: 25 μs Min.

#### Pulse Signal Characteristics

- ④ Keep the pulse signal at the "photocoupler OFF" state when no pulses are being input.
- ④ Do not input a CW pulse and CCW pulse simultaneously.
- ④ In 1-pulse input mode, leave the pulse signal at rest ("photocoupler OFF") when changing rotation directions.

### Timing Chart



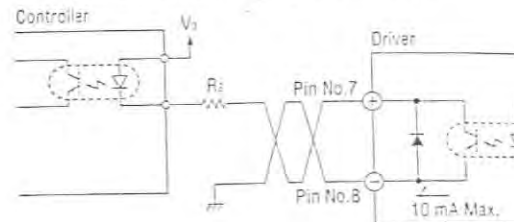
- \*1 Switching time to change CW, CCW pulse (2-pulse input mode), and switching time to change direction (1-pulse input mode) 100 μs is shown as a response time of need more time.
- \*2 Depends on load inertia, load torque, and starting frequency.
- \*3 Never input a step pulse signal immediately after switching the "All Windings Off" signal to the "photocoupler OFF" state. The motor may not start.
- \*4 Wait at least 5 seconds before

#### All Windings Off (C.OFF) Input Signal

- ④ Inputting this signal puts the motor in a non-excitation state.
- ④ This signal is used when moving the motor by external manual home position is desired. The photocoupler "OFF" when operating the motor.
- ④ Switching the "All Windings Off" signal from "photocoupler OFF" to "photocoupler ON" does not alter the excitation sequence. When the motor shaft is manually adjusted with the "All Windings Off" signal input, the shaft will shift up to ±3.6° (Gear ±3.6° / Gear Ratio) from the position set after the "All Windings Off" signal is released.

### [Excitation Timing (TIMING) Output Signal]

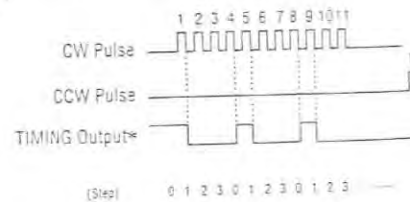
#### Output Circuit and Sample Connection



- ④ The "Excitation Timing" signal is output to indicate motor excitation (current flowing through the winding) at the initial stage (step "0" at power up).
- ④ The "Excitation Timing" signal is output simultaneously with the step pulse input each time the excitation sequence returns to step "0". The excitation sequence will complete one cycle for each rotation of the motor output shaft.
- Full Step: Signal is output once every 4 pulses.
- Half Step: Signal is output once every 8 pulses.

Timing chart at 1.8°/step

\*When connected as shown in the example connection, the signal will be output at step "0".



NOTE:

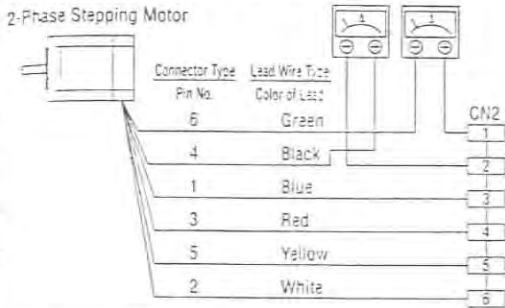
④ When power is turned ON, the excitation sequence is reset to step "0" and the TIMING Output signal will be output.

# Adjusting the Output Current

CSD2109-P, CSD2112-P, CSD2120-P

## Connecting an Ammeter

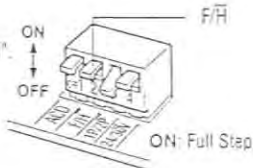
Connect the driver, motor and DC ammeter.



## Motor Running Current

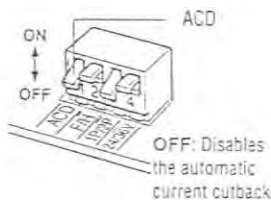
Set the step angle to full step.

Set the step angle switch (F/H) to "ON".



Disable the automatic current outback function.

Set the automatic current outback function switch (ACD) to "OFF".



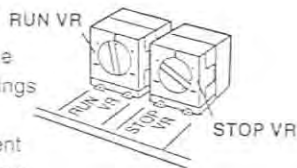
Turn on the power supply.

Wait until the motor reaches its operating current.

Manipulate the potentiometer for adjusting the motor operating current (RUN VR).

Adjust the potentiometer using an insulated screwdriver.

When setting with an ammeter, the sum of the two DC ammeter readings indicates the current per motor phase. Be sure to adjust the current to the motor's rated current or below.



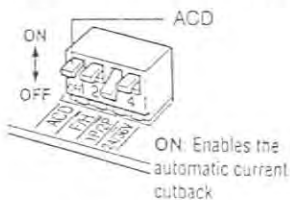
Example: When the DC ammeter readings indicate 0.5 A and 0.45 A respectively, the output current per motor phase is 0.95 A.

When setting with a tester, the tester readings indicate the current per motor phase.

Example: When the tester readings indicate 0.95 V, the output current per motor phase is 0.95 A.

Turn off the power supply.

Set the automatic current outback function switch (ACD) to "ON" again.

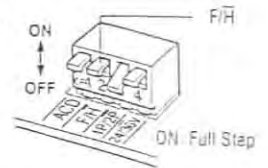


This completes the adjustment of the motor running current.

## Motor Standstill Current

1. Set the step angle to full step.

Set the step angle switch (F/H) to "ON".



2. Enable the automatic current outback function.

Set the automatic current outback function (ACD) to "ON".



3. Turn on the power supply.

Wait until the motor reaches its standstill current.

4. Manipulate the potentiometer for adjusting the motor standstill current (STOP VR).

Adjust the potentiometer using an insulated screwdriver. The sum of the two DC ammeter readings indicates the current per motor phase. Be sure to adjust the current to 40 percent of the motor's rated current or below.

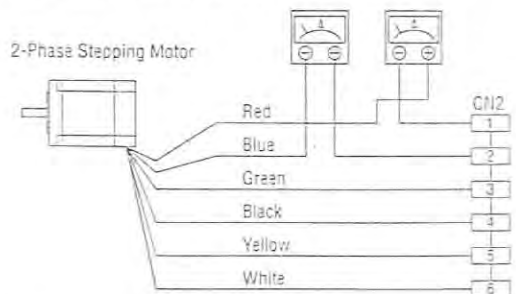
5. Turn off the power supply.

This completes the adjustment of the motor standstill current.

CSD2120P2, CSD2130P, CSD2140P, CSD2145P

## Connecting an Ammeter

Connect the driver, motor and DC ammeter.



## Motor Running Current

1. Set the step angle to full step.

Set the jumper socket for the step angle switch (FULL/HALF) to "FULL".



2. Disable the automatic current outback function.

Set the jumper socket for automatic current outback function (C.C./A.C.D.) to "C.C.".



3. Turn on the power supply.

Wait until the motor reaches its operating current.



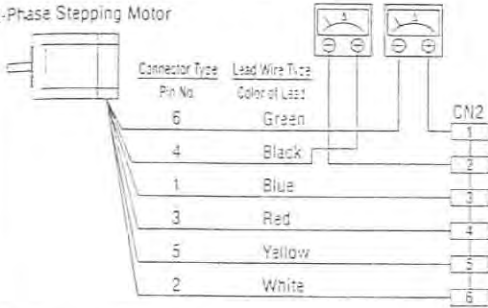
# Adjusting the Output Current

CSD2109-P, CSD2112-P, CSD2120-P

## Connecting an Ammeter

Connect the driver, motor and DC ammeter.

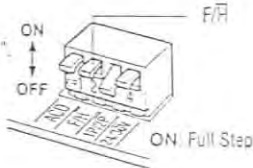
2-Phase Stepping Motor



## Motor Running Current

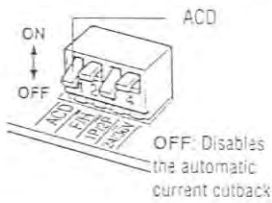
Set the step angle to full step.

Set the step angle switch (F/H) to "ON".



Disable the automatic current cutback function.

Set the automatic current cutback function switch (ACD) to "OFF".



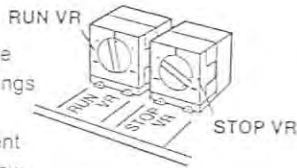
Turn on the power supply.

Wait until the motor reaches its operating current.

Manipulate the potentiometer for adjusting the motor operating current (RUN VR).

Adjust the potentiometer using an insulated screwdriver.

When setting with an ammeter, the sum of the two DC ammeter readings indicates the current per motor phase. Be sure to adjust the current to the motor's rated current or below.



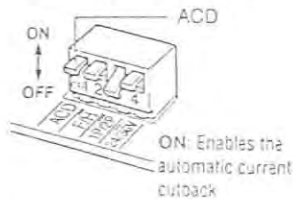
Example: When the DC ammeter readings indicate 0.5 A and 0.45 A respectively, the output current per motor phase is 0.95 A.

When setting with a tester, the tester readings indicate the current per motor phase.

Example: When the tester readings indicate 0.95 V, the output current per motor phase is 0.95 A.

Turn off the power supply.

Set the automatic current cutback function switch (ACD) to "ON".

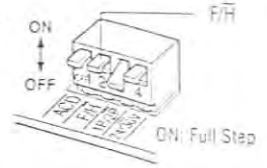


This completes the adjustment of the motor running current.

## Motor Standstill Current

1. Set the step angle to full step.

Set the step angle switch (F/H) to "ON".



2. Enable the automatic current cutback function.

Set the automatic current cutback function (ACD) to "ON".



3. Turn on the power supply.

Wait until the motor reaches its standstill current.

4. Manipulate the potentiometer for adjusting the motor standstill current (STOP VR).

Adjust the potentiometer using an insulated screwdriver. The sum of the two DC ammeter readings indicates the current per motor phase. Be sure to adjust the current to 40 percent of the motor's rated current or below.

5. Turn off the power supply.

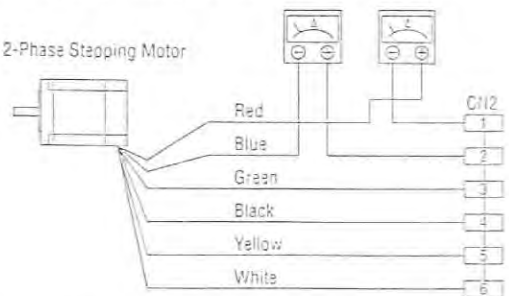
This completes the adjustment of the motor standstill current.

CSD2120P2, CSD2130P, CSD2140P, CSD2145P

## Connecting an Ammeter

Connect the driver, motor and DC ammeter.

2-Phase Stepping Motor



## Motor Running Current

1. Set the step angle to full step.

Set the jumper socket for the step angle switch (FULL/HALF) to "FULL".



2. Disable the automatic current cutback function.

Set the jumper socket for automatic current cutback function (C.C./A.C.D.) to "C.C.".



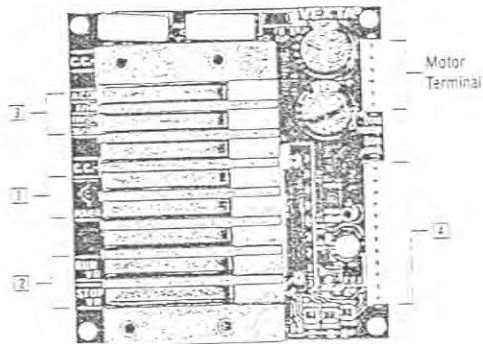
3. Turn on the power supply.

Wait until the motor reaches its operating current.

## Connection and Operation

### Names and Functions of Driver Parts

CSD2109-P  
CSD2112-P  
CSD2120-P



#### 1 Signal Monitor Display

Indication	Color	Name
POWER	Green	Power input display

#### 2 Current Adjustment Potentiometers

Indication	Name of Potentiometer	Function
RUN VR	Motor Run Current Potentiometer	For adjusting the motor running current
STOP VR	Motor Stop Current Potentiometer	For adjusting the current at motor standstill

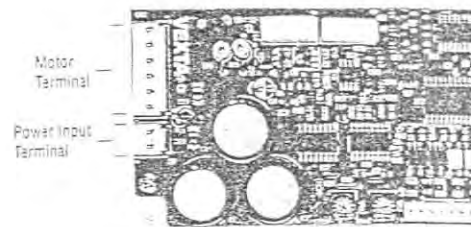
#### 3 Function Select Switches

Indication	Switch Name	Function
ACD	Automatic Current Outback Function Switch	Enables or disables automatic current outback function.
F/H	Step Angle Select Switch	Switches the motor's step angle. F (Full Step): 1.8°/step H (Half Step): 0.9°/step J (1/4 Step): 0.45°/step for high-resolution type
1P/2P	Pulse Input Mode Switch	Switches between 1-pulse input and 2-pulse input.
24W/36V	Power Supply Voltage Select Switch	Changes power supply voltage. For 24 VDC and 36 VDC.

#### 4 Input/Output Signals

Indication	Input / Output	Pin No.	Signal Name	Function
CN1 SIGNAL	Input Signals	1	CW Pulse Signal (Pulse Signal)	The motor will rotate in the CW direction. (Operation command pulse signal when in 1-pulse input mode)
		2	CCW Pulse Signal (Rotation Direction Signal)	The motor will rotate in the CCW direction. (Rotation direction signal. Photocoupler ON: CW; Photocoupler OFF: CCW when in 1-pulse input mode)
		3	CCW Pulse Signal (Rotation Direction Signal)	The motor will rotate in the CCW direction. (Rotation direction signal. Photocoupler ON: CW; Photocoupler OFF: CCW when in 1-pulse input mode)
		4	CCW Pulse Signal (Rotation Direction Signal)	The motor will rotate in the CCW direction. (Rotation direction signal. Photocoupler ON: CW; Photocoupler OFF: CCW when in 1-pulse input mode)
	Output Signal	7	All Windings Off Signal	Cuts the output current to the motor and allows the motor shafts to be rotated by external force.
		8	Excitation Timing Signal	Outputs signals when the excitation sequence is at STEP '0'.
	Power Supply Input	11	Power+	
		12	GND	

CSD2120P2  
CSD2130P  
CSD2140P  
CSD2145P



#### 1 Current Adjustment Potentiometers

Indication	Name of Potentiometer	Function
RUN VR	Motor Run Current Potentiometer	For adjusting the motor running current
STOP VR	Motor Stop Current Potentiometer	For adjusting the current at motor standstill

#### 2 Function Select Switches

Indication	Switch Name	Function
C.C. ACD	Automatic current outback function jumper socket	Enables or disables automatic function
FULL HALF	Step angle select jumper socket	Switches the motor's step (Step)

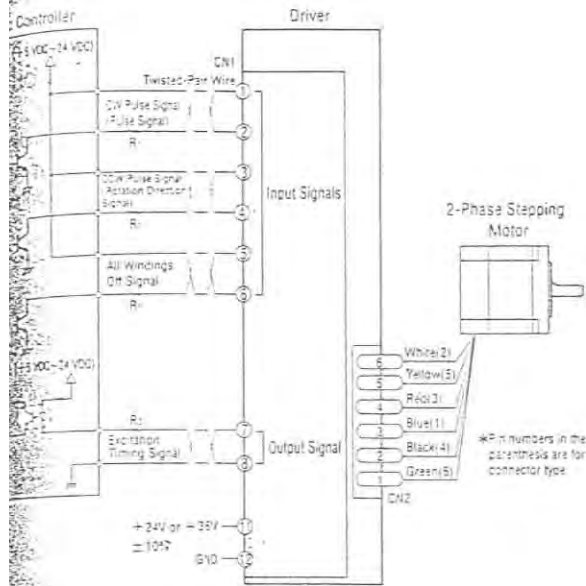
#### 3 Input/Output Signals

Indication	Input / Output	Pin No.	Signal Name	Function
CN3 SIGNAL	Input Signals	1	CW Pulse Signal	The motor will rotate in the CW direction.
		2	CCW Pulse Signal	The motor will rotate in the CCW direction.
		3	CCW Pulse Signal	The motor will rotate in the CCW direction.
		4	CCW Pulse Signal	The motor will rotate in the CCW direction.
	Output Signal	7	All Windings Off Signal	Cuts the output current to the motor shafts to be rotated by external force.
		8	Excitation Timing Signal	Outputs signals when the excitation sequence is at STEP '0'.



## Connection Diagrams

D2109-P  
D2112-P  
D2120-P



### Connecting Input/Output Signal

- Keep the input signal voltage  $V_o$  between 5 VDC and 24 VDC. When  $V_o$  is equal to 5 VDC, the external resistances  $R_1$  is not necessary. When  $V_o$  is above 5 VDC, connect  $R_1$  to keep the current between 10 mA and 20 mA.
- Keep the output signal voltage  $V_o$  between 5 VDC and 24 VDC, current 10 mA or below. When  $V_o$  is above 10 mA, connect  $R_2$  to keep the current below 10 mA.

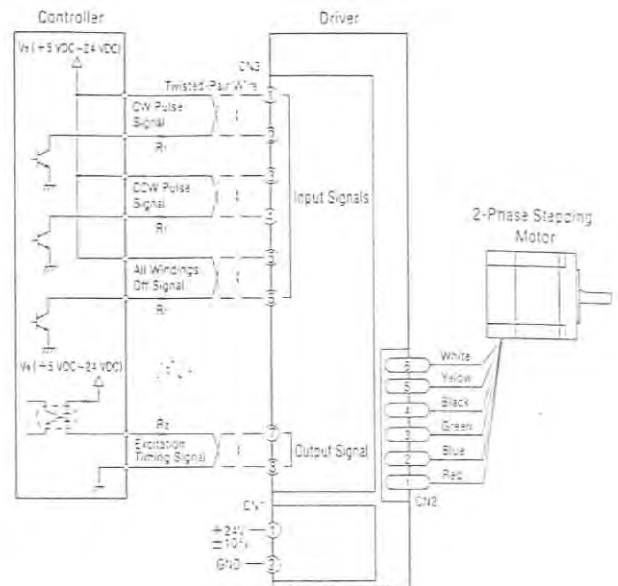
### Power Supply

- Use a power supply that can supply sufficient input current. When power supply capacity is insufficient, a decrease in motor output can cause the following malfunctions:
  - Motor does not rotate properly at high-speed (insufficient torque).
  - Slow motor startup and stopping.

### Notes:

- Use twisted-pair wire of AWG 22~20 (0.3 mm<sup>2</sup>~0.5 mm<sup>2</sup>) or and 2 m or less in length for the signal line.
- Note that as the length of the pulse signal line increases, the maximum transmission frequency decreases. ( → Technical Reference Page G-35 )
- Use AWG 22~20 (0.3 mm<sup>2</sup>~0.5 mm<sup>2</sup>) or thicker for motor lines.
- When assembling the connectors, use the hand-operated crimp tool for contact or the crimped optional cable (sold separately). The crimp tool is not provided with the package. They must be furnished separately.
- Signal lines should be kept at least 10 cm away from power lines (power supply lines and motor lines). Do not bind the signal line and power line together.
- If noise generated by the motor lead wire causes a problem, try shielding the motor lead wires with conductive tape or wire mesh.
- Incorrect connection of DC power input will lead to driver damage. Make sure that the polarity is correct before turning power on.

CSD21 20P2  
CSD21 30P  
CSD21 40P  
CSD21 45P



### Connecting Input/Output Signal

- Keep the input signal voltage  $V_o$  between 5 VDC and 24 VDC. When  $V_o$  is equal to 5 VDC, the external resistances  $R_1$  is not necessary. When  $V_o$  is above 5 VDC, connect  $R_1$  to keep the current between 10 mA and 20 mA.
- Keep the output signal voltage  $V_o$  between 5 VDC and 24 VDC, current 10 mA or below. When  $V_o$  is above 10 mA, connect  $R_2$  to keep the current below 10 mA.

### Power Supply

- Use a power supply that can supply sufficient input current. When power supply capacity is insufficient, a decrease in motor output can cause the following malfunctions:
  - Motor does not rotate properly at high-speed (insufficient torque).
  - Slow motor startup and stopping.

### Notes:

- Use twisted-pair wire of AWG 22~20 (0.3 mm<sup>2</sup>~0.5 mm<sup>2</sup>) or and 2 m or less in length for the signal line.
- Note that as the length of the pulse signal line increases, the maximum transmission frequency decreases. ( → Technical Reference Page G-35 )
- Use AWG 20~18 (0.5 mm<sup>2</sup>~0.75 mm<sup>2</sup>) for motor lines.
- When assembling the connectors, use the hand-operated crimp tool for contact or the crimped optional cable (sold separately). The crimp tool is not provided with the package. They must be furnished separately.
- Signal lines should be kept at least 10 cm away from power lines (power supply lines and motor lines). Do not bind the signal line and power line together.
- If noise generated by the motor lead wire causes a problem, try shielding the motor lead wires with conductive tape or wire mesh.
- Incorrect connection of DC power input will lead to driver damage. Make sure that the polarity is correct before turning power on.



# Standard Type Motor Frame Size 42 mm, 50 mm

## Specifications

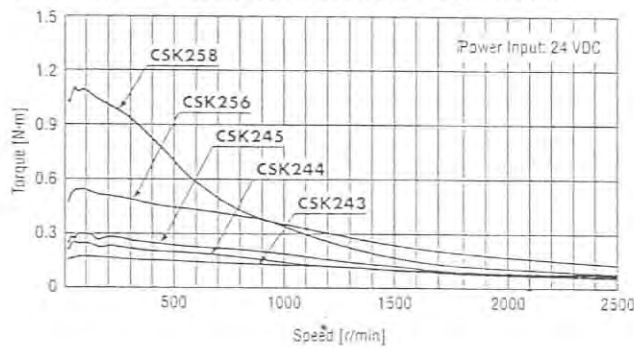
Model	Single Shaft	CSK243-AP	CSK244-AP	CSK245-AP	CSK256-AP	CSK258-AP
	Double Shaft	CSK243-BP	CSK244-BP	CSK245-BP	CSK256-BP	CSK258-BP
Maximum Holding Torque	N·m kgfcm	0.16 1.5	0.25 2.6	0.32 3.2	0.5 6	1.2 12
Rotor Inertia	J: kg·m <sup>2</sup> gfcm <sup>2</sup>	35 × 10 <sup>-7</sup> 35	54 × 10 <sup>-7</sup> 54	68 × 10 <sup>-7</sup> 68	230 × 10 <sup>-7</sup> 230	420 × 10 <sup>-7</sup> 420
Rated Current	A/Phase	0.95		1.2		2
Basic Step Angle				1.8		
Power Source		24 VDC ± 10%, 1.4 A 36 VDC ± 10%, 1.4 A		24 VDC ± 10%, 1.6 A 36 VDC ± 10%, 1.6 A		24 VDC ± 10%, 2.8 A 36 VDC ± 10%, 2.8 A
Excitation Mode		Full Step: 1.8°/step / Half Step: 0.9°/step				
Mass	kg	Motor Driver	0.21 0.27	0.35 0.12	0.63	0.93
Dimension No.	Motor				3	
	Driver				11	

How to Read Specifications Table → Page C-8

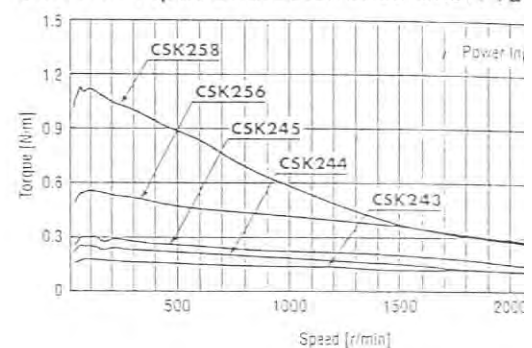
## Speed – Torque Characteristics

How to Read Speed-Torque Characteristics → Page C-8

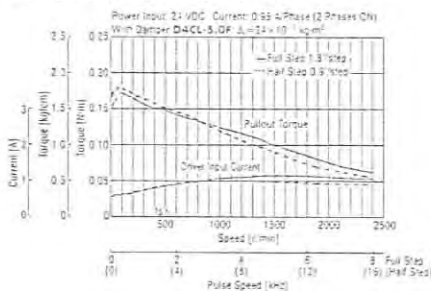
### 24 VDC Input Characteristics Chart Table



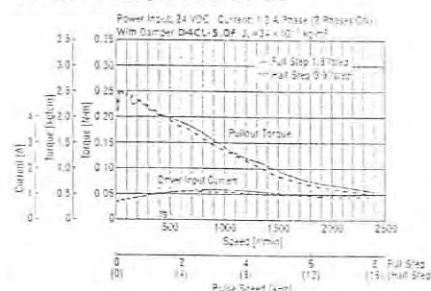
### 36 VDC Input Characteristics Chart Table



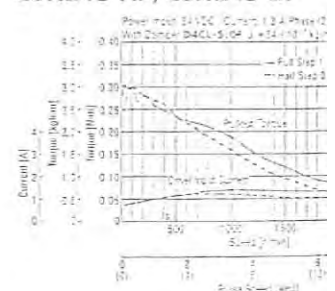
### CSK243-AP/CSK243-BP



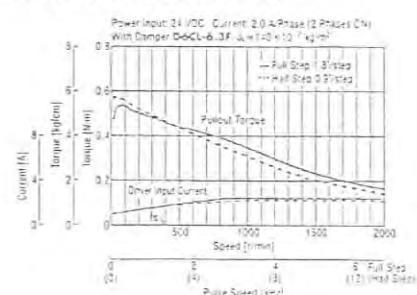
### CSK244-AP/CSK244-BP



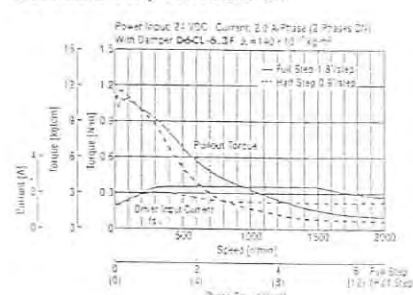
### CSK245-AP/CSK245-BP



### CSK256-AP/CSK256-BP



### CSK258-AP/CSK258-BP



The pulse input circuit responds to approximately 10 kHz with a pulse duty of 50%.



# Standard Type Motor Frame Size 56.4 mm, 85 mm

## Specifications

	Single Shaft	CSK264-AP	CSK266-AP	CSK268-AP	CSK296-AP	CSK299-AP	CSK2913-AP
	Double Shaft	CSK264-BP	CSK266-BP	CSK268-BP	CSK296-BP	CSK299-BP	CSK2913-BP
Maximum Holding Torque	N·m kgfcm	0.39 3.9	0.9 9	1.35 13.5	2.2 22	4.4 44	6.6 66
Motor Inertia	J: kg·m <sup>2</sup> gfcm <sup>2</sup>	120 × 10 <sup>-7</sup> 120	300 × 10 <sup>-7</sup> 300	480 × 10 <sup>-7</sup> 480	1400 × 10 <sup>-7</sup> 1400	2700 × 10 <sup>-7</sup> 2700	4000 × 10 <sup>-7</sup> 4000
Rated Current	A/Phase	2			4.5		4
Basic Step Angle		1.8°					
Power Source		24 VDC ± 10% 2.8 A or 36 VDC ± 10% 2.8 A			24 VDC ± 10% 5.5 A		24 VDC ± 10% 5 A
Operation Mode		Full Step: 1.8°/step / Half Step: 0.9°/step					
Mass	kg Motor	0.45	0.7	1.0	1.7	2.8	3.8
	Driver	0.12			0.2		0.2
Dimension No.	Motor	3			7		7
	Driver	13			14		14

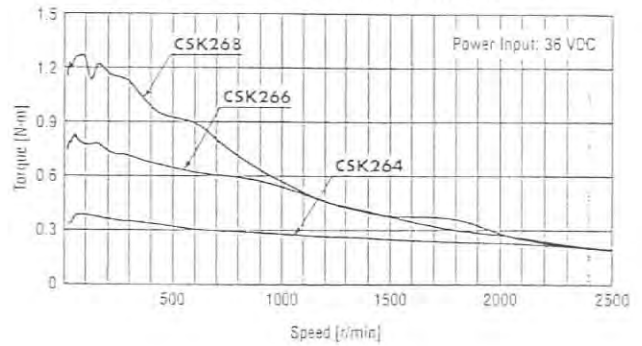
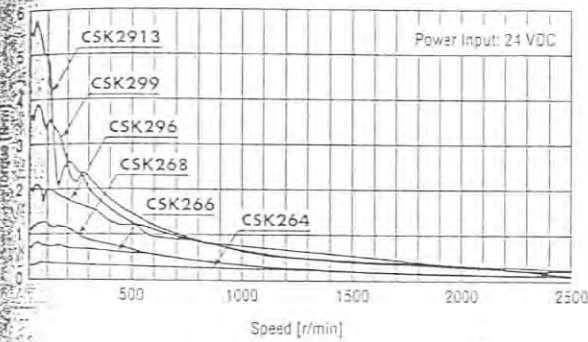
Read Specifications Table → Page C-8

## Speed – Torque Characteristics

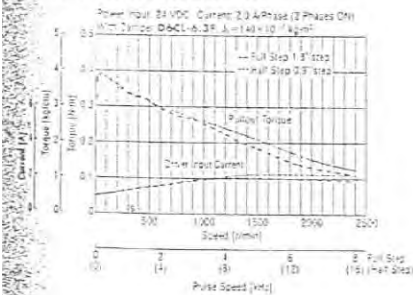
How to Read Speed-Torque Characteristics → Page C-8

### 24 VDC Input Characteristics Chart Table

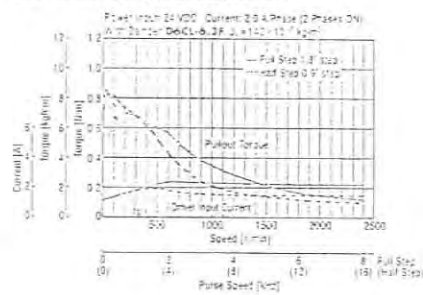
### 36 VDC Input Characteristics Chart Table



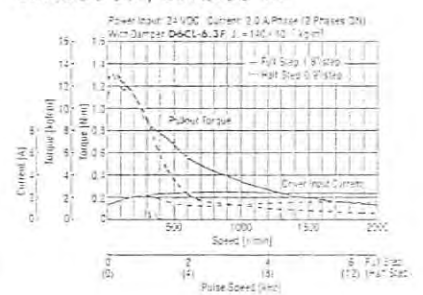
#### CSK264-AP/CSK264-BP



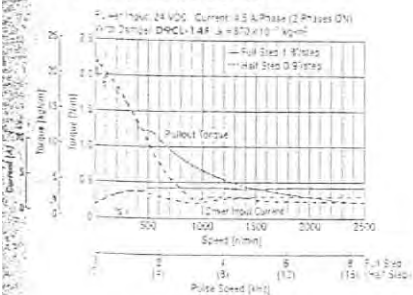
#### CSK266-AP/CSK266-BP



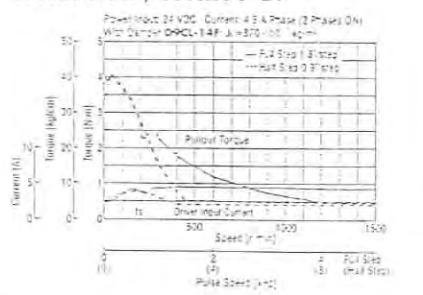
#### CSK268-AP/CSK268-BP



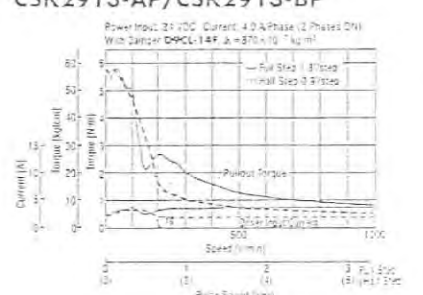
#### CSK296-AP/CSK296-BP



#### CSK299-AP/CSK299-BP



#### CSK2913-AP/CSK2913-BP



The pulse input circuit responds to approximately 10 kHz with a pulse duty of 50% for CSK26□ and 20 kHz for CSK29□.



# Standard P Type Motor Frame Size 28 mm

## Specifications

Model	Single Shaft	CSK223PAP	CSK224PAP	CSK225PAP
	Double Shaft	CSK223PBP	CSK224PBP	CSK225PBP
Maximum Holding Torque	N·m kgfcm	0.05 0.5	0.075 0.75	0.09 0.9
Rotor Inertia	J: kg·m <sup>2</sup> g·cm <sup>2</sup>	$9 \times 10^{-7}$ 9	$12 \times 10^{-7}$ 12	$13 \times 10^{-7}$ 13
Rated Current	A/Phase		0.95	
Basic Step Angle			1.8°	
Power Source		24 VDC $\pm 10\%$ 1.4 A or 36 VDC $\pm 10\%$ 1.4 A		
Excitation Mode		Full Step: 1.8°/step / Half Step: 0.9°/step		
Mass	kg	Motor 0.11 Driver	0.14 0.12	0.2
Dimension No.	Motor		11	
	Driver		13	

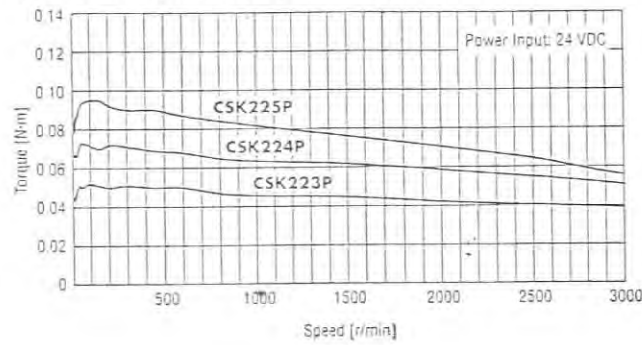
How to Read Specifications Table → Page C-8

Motor cable (0.6 m) is included with the Standard P type package.

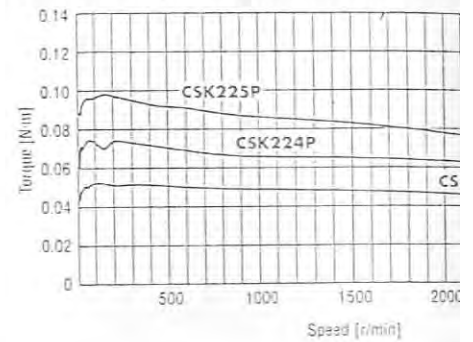
## Speed – Torque Characteristics

How to Read Speed-Torque Characteristics → Page C-8

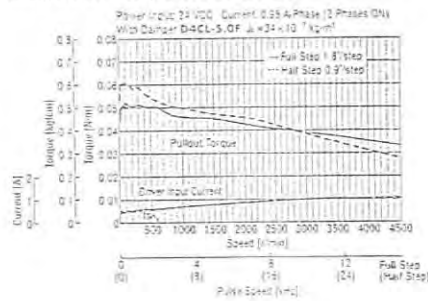
### 24 VDC Input Characteristics Chart Table



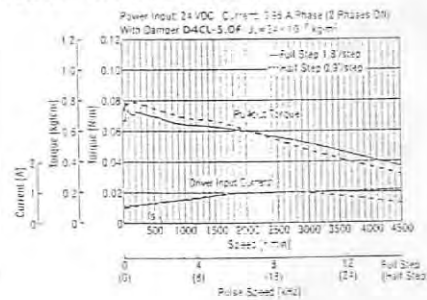
### 36 VDC Input Characteristics Chart



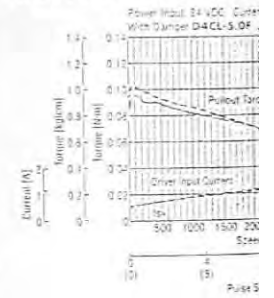
### CSK223PAP/CSK223PBP



### CSK224PAP/CSK224PBP



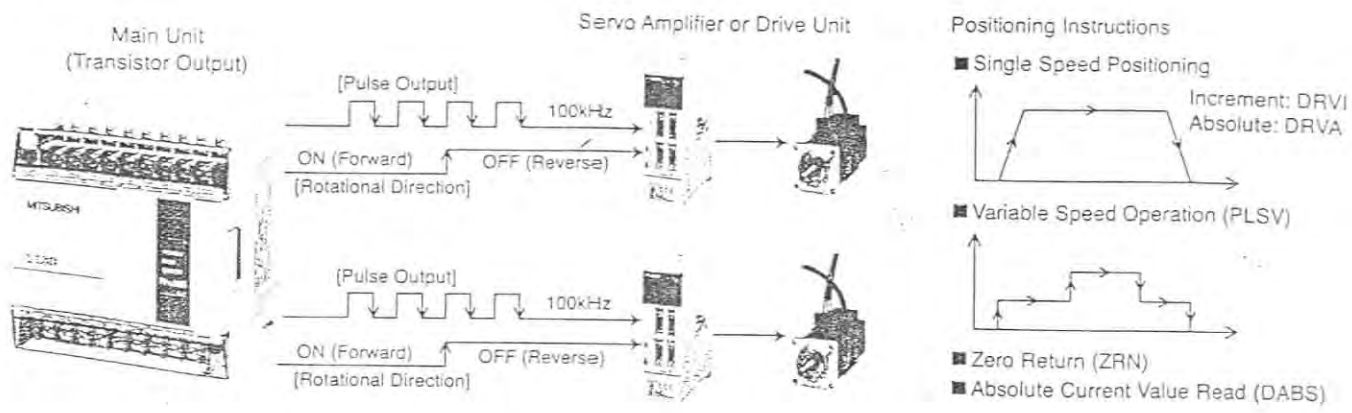
### CSK225PAP/CSK225PBP



## Positioning and Pulse Output Functions

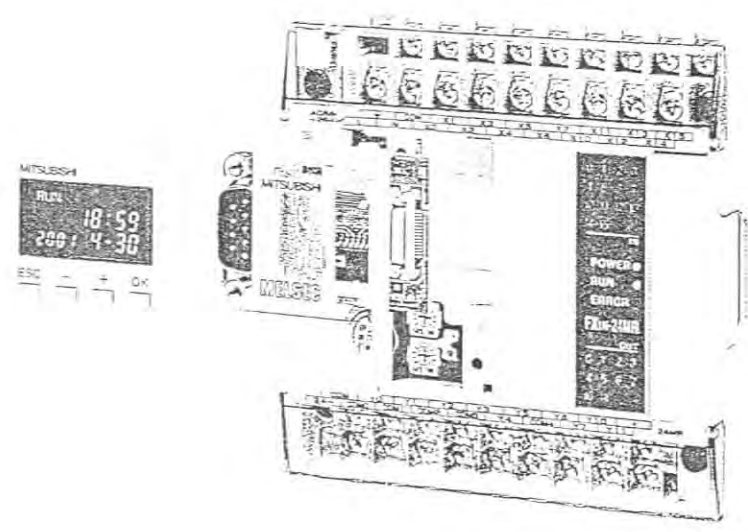
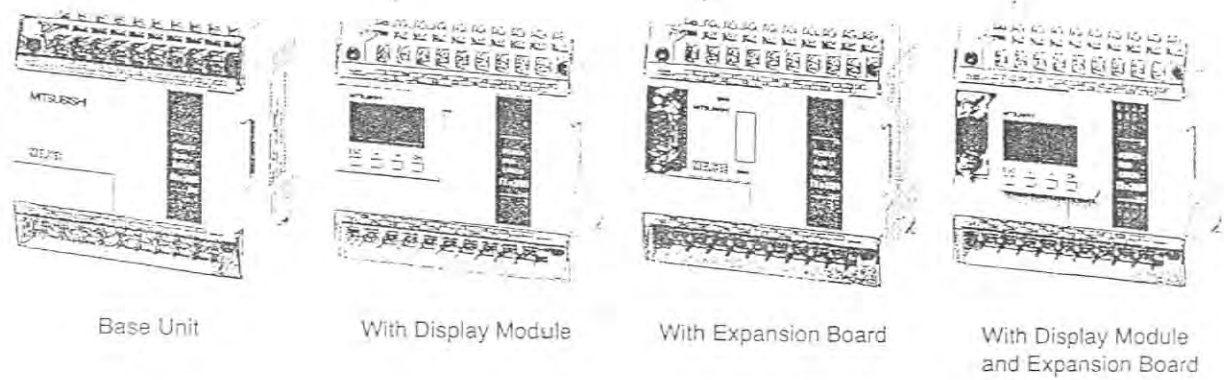
The PLC can output 2 points of 100kHz pulses simultaneously.

The PLC is equipped with 7 positioning instructions including Zero Return, Absolute Current Value Read, Absolute or Incremental Drive, and pulse output controls.



## System Upgrade by Expansion Board or Display Module

Expansion boards can be used to add communication functions such as RS-232C, RS-485, or RS-422, to add analog I/O, or to add digital I/O. The display module can monitor/edit timers, counters and data registers and can be used in conjunction with expansion boards (see below picture at far right).





# Positioning Control

## FX2N-1PG-E Pulse Output Block

### Features

- 1) Equipped with seven operation modes for easy positioning control.
- 2) Multiple axes can be controlled by connecting multiple blocks.
- 3) Can output pulse chains of 100kHz maximum.
- 4) Positioning control is executed by program.



Item		Specifications
Number of control axes		1 axis/block (A single PLC can control 8 independent axes maximum)
Operation speed		Operations are enabled at pulse speed of 10Hz to 100kHz. The command unit can be selected from Hz, cm/min, 10deg/min, and inch/min.
Setting position data range		0 to ±999999 Absolute position specification or relative travel specification can be selected. Command unit can be selected from pulse, μm, mdeg and 10 <sup>-4</sup> inch. Multiplication of 10 <sup>2</sup> , 10 <sup>1</sup> , 10 <sup>0</sup> or 10 <sup>-1</sup> can be set for position data.
Pulse output format		Forward (FP) and reverse (RP) pulse or pulse (PLS) with direction (DIR) can be selected. Open collector and transistor output 5 to 24V DC, 20mA or less
Number of I/O points occupied		The blocks occupy either 8 input or output points.
Power supply	For input signals	24V DC ±10%, Current consumption: 40mA or less Supplied from external power supply or 24V output of PLC.
	For internal control	5V DC, 55mA supplied from PLC via extension cable.
	For pulse output	5 to 24V DC current consumption: 35mA or less
Applicable PLC		FX2N/FX2NC (FX2NC-CNV-IF required)
Dimensions (W) x (D) x (H)		43 x 87 x 90 mm (1.69" x 3.43" x 3.54")
Mass (Weight)		0.2kg (0.44 lbs)

## FX2N-10PG Pulse Output Block

### Features

- 1) High speed pulse output of 1MHz enables unmatched speed and accuracy.
- 2) Start up time as fast as 1ms.
- 3) Optimal speed control during positioning is realized.
- 4) S-shaped acceleration/deceleration control is available.
- 5) Maximum 30kHz input from external pulse generator can be received.
- 6) Table operation for easy programming of multi-positioning is included.



Item		Specifications
Number of control axes		1 axis/block (A single PLC can control 8 independent axes maximum)
Operation speed		Operations are enabled at pulse speed of 1Hz to 1MHz. The command unit can be selected among Hz, cm/min, 10deg/min and inch/min.
Setting position data range		-2,147,483,648 to 2,147,483,647 pulse Absolute or incremental positioning can be selected. The command unit can be selected from pulse, μm, mdeg and 10 <sup>-4</sup> inch. Multiplication of 10 <sup>2</sup> , 10 <sup>1</sup> , 10 <sup>0</sup> or 10 <sup>-1</sup> can be set for position data.
Pulse output format		FP, RP (Supply power: 5-24V DC, 25mA or less) CLR: 5 to 24V DC, 20mA or less. Power from servo amplifier or external power supply
Number of I/O points occupied		The blocks occupy either 8 input or output points
Power supply	Input signal	START, DOG, X0, X1: 24V DC ±10%, 32mA or less. START, DOG, X0, X1 can connect service power supply of programmable controller main unit (24V terminal)
	Internal control	5V DC, 120mA from PLC main unit.
	Output signal	Power from VIN servo amplifier or external power supply
Applicable PLC		FX2N/FX2NC (FX2NC-CNV-IF required)
Dimensions (W) x (D) x (H)		43 x 87 x 90 mm (1.69" x 3.43" x 3.54")
Mass (Weight)		0.2kg (0.44 lbs)

# Standard P Type Motor Frame Size 35 mm, 42 mm

## Specifications

		CSK233PAP	CSK235PAP	CSK244PAP	CSK246PAP
	Single Shaft				
	Double Shaft				
Holding Torque	N·m	0.16	0.3	0.39	0.73
	kgf·cm	1.6	3	3.9	7.5
Inertia	J: kg·m <sup>2</sup>	24 × 10 <sup>-7</sup>	50 × 10 <sup>-7</sup>	57 × 10 <sup>-7</sup>	114 × 10 <sup>-7</sup>
	gf·cm <sup>2</sup>	24	50	57	114
Current	A/Phase	1.2			
Step Angle		1.8°			
Power Source		24 VDC = 10% 1.6 A or 36 VDC = 10% 1.6 A			
Control Mode		Full Step: 1.8°/step / Half Step: 0.9°/step			
Weight	Motor	0.18	0.235	0.3	0.5
	Driver			0.12	
Lead	Motor	3		1	
	Driver	3		1	

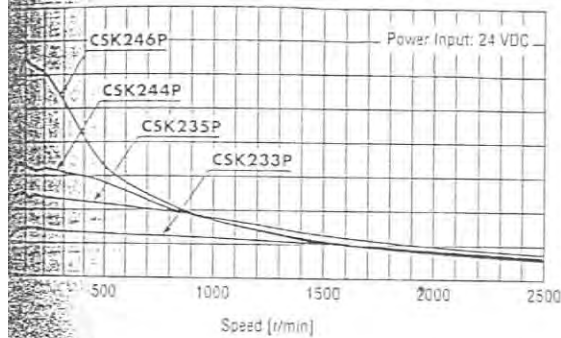
Specifications Table → Page C-8

Cable (0.6 m) is included with the Standard P type package.

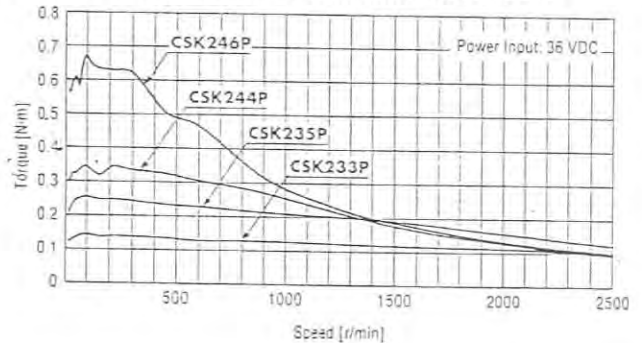
## Speed – Torque Characteristics

How to Read Speed-Torque Characteristics → Page C-8

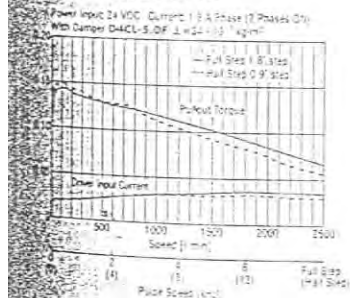
### 24 VDC Input Characteristics Chart Table



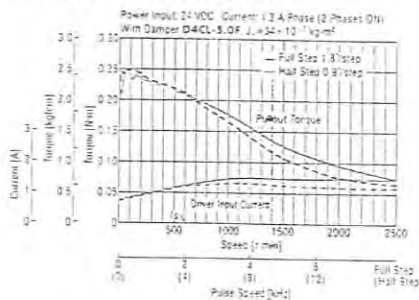
### 36 VDC Input Characteristics Chart Table



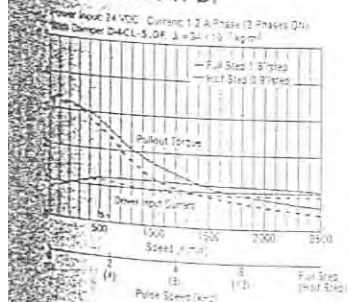
### CSK233PAP/CSK233PBP



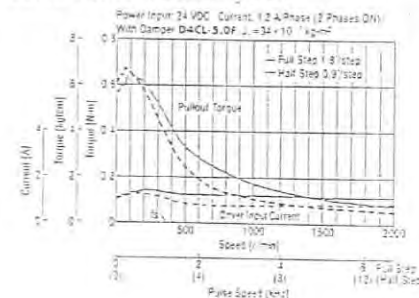
### CSK235PAP/CSK235PBP



### CSK244PAP/CSK244PBP



### CSK246PAP/CSK246PBP





# LAMPIRAN B

## Aturcara BASIC Stamp

```
' ----[ Title ]-----  
' Second Program : Motor Test  
' {$STAMP BS2}  
  
' ----[ I/O Definitions ]-----  
  
FirstMotor      CON   13      ' first servo motor  
SecondMotor     CON   12      ' second servo motor  
ThirdMotor      CON   14      ' third servo motor  
  
' ----[ Constants ]-----  
FirstFwd        CON   1000    ' first motor forward  
FirstBck        CON   585     ' first motor backward  
FirstStop       CON   753     ' first motor stop  
  
SecondFwd       CON   1500    ' second motor forward  
SecondBck       CON   594     ' second motor backward  
SecondStop      CON   763     ' second motor stop  
  
ThirdFwd        CON   1500    ' third motor forward  
ThirdBck        CON   594     ' third motor backward  
ThirdStop       CON   763     ' third motor stop  
  
' ----[ Variables ]-----  
  
pulses          VAR   Byte      ' counter for motor control  
  
' ----[ Initialization ]-----  
  
Start_Delay:  
  PAUSE 2000      ' time to disconnect cable  
  
' ----[ Main Code ]-----  
  
FOR pulses = 1 TO 75  
  PULSOUT FirstMotor, FirstFwd  
  PAUSE 20  
NEXT  
  
PAUSE 2000
```

```
FOR pulses = 1 TO 75
  PULSOUT SecondMotor, SecondFwd
  PAUSE 20
NEXT
```

```
PAUSE 2000
```

```
FOR pulses = 1 TO 75
  PULSOUT ThirdMotor, ThirdFwd
  PAUSE 20
NEXT
```

```
PAUSE 2000
```

```
FOR pulses = 1 TO 75
  PULSOUT FirstMotor, FirstBck
  PAUSE 20
NEXT
```