

**RANCANG BANGUN ALAT PEMBUAT ROTI SANDWICH  
ANEKA RASA OTOMATIS BERBASIS PLC  
(BAGIAN I)**

**TUGAS AKHIR**



Oleh:

**MOKHAMMAD DENY BASRI**

**NIM 081310213022**

**PROGRAM STUDI D3 OTOMASI SISTEM INSTRUMENTASI**

**DEPARTEMEN TEKNIK**

**FAKULTAS VOKASI**

**UNIVERSITAS AIRLANGGA**

**2016**

**LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR**

**RANCANG BANGUN ALAT PEMBUAT ROTI SANDWICH**

**ANEKA RASA OTOMATIS BERBASIS PLC**

**(BAGIAN I)**

**TUGAS AKHIR**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya**

**Bidang Otomasi Sistem Instrumentasi**

**Pada Departemen Teknik Fakultas Vokasi**

**Universitas Airlangga**

**Oleh :**

**Mokhammad Deny Basri**

**NIM 081310213022**

**Disetujui Oleh:**

**Pembimbing**

**Konsultan**



**Akif Rahmatillah, S.T., M.T.**

**NIP. 198601042008121002**



**Franky Chandra Satria A, S.T., M.T.**

**NIP. 198301282009121004**

**LEMBAR PENGESAHAN NASKAH TUGAS AKHIR**

**Judul** : Rancang Bangun Alat Pembuat Roti Sandwich Aneka  
Rasa Otomatis Berbasis PLC  
**Penyusun** : Mokhammad Deny Basri  
**NIM** : 081310213022  
**Pembimbing** : Akif Rahmatillah, S.T., M.T.  
**Konsultan** : Franky Chandra Satria A, S.T., M.T.  
**Tanggal Ujian** : 04 Agustus 2016

Disetujui oleh :

Pembimbing

Konsultan



Akif Rahmatillah, S.T., M.T.

NIP. 19860104 200812 1 002



Franky Chandra Satria A, S.T., M.T.

NIP. 198301282009121004

Mengetahui:

Ketua Departemen Teknik

Koordinator Program Studi

D3 Otomasi Sistem Instrumentasi



Ir. Dyah Herawati, M.Si.

NIP. 196711111990332002



Winarno, S.Si., M.T.

NIP. 198109122015041001

## **PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR**

Tugas Akhir ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan universitas Airlangga. Diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan seijin penulis dan harus menyebutkan sumber aslinya sesuai kebiasaan ilmiah.

**Dokumen tugas akhir ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.**



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Penyusunan naskah Tugas Akhir yang berjudul **“Rancang Bangun Alat Pembuat Roti Sandwich Aneka Rasa Otomatis Berbasis PLC”** ini tidak lepas dari bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan ridho, hidayah dan anugerah yang luar biasa.
2. Prof. Dr. H. Mohammad Nasih, S.E., M.T., Ak. selaku Rektor Universitas Airlangga Surabaya.
3. Ir. Dyah Herawatie, M.Si. selaku Ketua Departemen Teknik, Fakultas Vokasi Universitas Airlangga
4. Bapak Winarno, S.Si., M.T. selaku Koordinator Program Studi D3 Otomasi Sistem Instrumentasi Fakultas Vokasi Universitas Airlangga Surabaya.
5. Bapak Akif Rahmatillah, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan arahan, bimbingan, masukan, kepada penulis sehingga terselesaikannya Proposal Proyek Akhir ini.
6. Bapak Franky Chandra Satria A, S.T., M.T., selaku Dosen Konsultan yang telah memberikan bimbingan dan motivasi hingga terselesaikannya Proposal Proyek Akhir ini.

7. Semua dosen program studi D3 Otomasi Sistem Instrumentasi yang telah memberikan ide baik dalam pembuatan mekanik, *hardware* dan *software*.
8. Keluarga tercinta, Ayah, Ibu, Kakak dan Adik tersayang yang telah memberikan segenap do'a dan dukungan kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan Proposal Proyek Akhir ini.
9. Teman-teman D3 Otomasi Sistem Instrumentasi dan semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penyelesaian Proposal Proyek Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa naskah Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu, kritik dan saran dari para pembaca sangat penulis harapkan demi kesempurnaan naskah Tugas Akhir ini.

Surabaya 2 Agustus 2016

Penulis

Basri Mokhammad Deny, 2016. *Rancang Bangun Alat Pembuat Roti Sandwich Aneka Rasa Otomatis Berbasis PLC (Bagian I)*. Tugas Akhir ini dibawah bimbingan Akif Rahmatillah, S.T., M.T. dan Franky Chandra Satria Arisgraha, S.T., M.T. Program Studi D3 Otomasi Sistem Instrumentasi, Departemen Teknik, Fakultas Vokasi, Universitas Airlangga.

---

## ABSTRAK

Proses produksi pada industri makanan dituntut untuk menghasilkan produk makanan yang praktis, cepat dan instan guna memudahkan para pelanggan dalam mengkonsumsi produk makanan tersebut tanpa harus memasaknya terlebih dahulu. Selain itu, permintaan pasar yang semakin tinggi, mengharuskan para produsen makanan memberikan pelayanan lain berupa berbagai variasi produk baik bentuk, warna maupun rasa. Salah satu bentuk industri produk makanan praktis dan siap saji adalah pada industri pembuatan roti *sandwich*. Dengan berkembangnya teknologi industri makanan yang mengacu pada peningkatan efektifitas dan efisiensi produksi, maka industri roti *sandwich* harus mampu mengimbangi kemajuan tersebut. Salah satu bentuk teknologi yang sering diaplikasikan pada dunia industri termasuk makanan adalah PLC (*Programmable Logic Controller*). Berdasarkan teknologi tersebut, pada tugas akhir ini dirancang alat pembuat roti *sandwich* aneka rasa otomatis berbasis PLC. Diperlukan komponen pendukung agar sistem mampu bekerja secara optimal, diantaranya adalah motor DC, sensor *photodiode*, laser, dan solenoid. Alat pembuat roti *sandwich* ini dibangun menggunakan papan konveyor dan dilengkapi dengan sistem pengolesan berbagai variasi selai aneka rasa hingga penumpukan roti kembali yang mana proses tersebut berjalan secara berkesinambungan. Sensor *photodiode* digunakan untuk pendeteksi adanya roti, laser digunakan sebagai pemancar cahaya pada *photodiode*. Motor DC digunakan sebagai penggerak roti dan solenoid berfungsi sebagai pemberi selai. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, akurasi sistem pembuat roti *sandwich* aneka rasa berbasis PLC ini adalah 100%.

Kata kunci: PLC (*Programmable Logic Controller*), roti sandwich, sensor *photodiode*.

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Lembar Persetujuan Tugas Akhir .....	ii
Lembar Pengesahan Naskah Tugas Akhir .....	iii
Pedoman Penggunaan Tugas Akhir .....	iv
Kata Pengantar .....	v
Abstrak .....	vii
Daftar Isi .....	viii
Daftar Gambar .....	xii
Daftar Tabel .....	xiv
Daftar Lampiran .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan .....	4
1.5 Manfaat .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Roti <i>Sandwich</i> .....	6
2.2 PLC OMRON CP1L .....	8
2.2.1 Elemen-elemen PLC .....	10
2.2.2 Prinsip Kerja PLC .....	11



2.2.3 PLC OMRON SYSMAC CP1L .....	13
2.2.4 Bagian-Bagian Umum PLC OMRON CP1L .....	13
2.2.5 <i>Port Terminal Input Output</i> PLC OMRON CP1L .....	14
2.2.6 Pemrograman PLC OMRON CP1L .....	16
2.3 <i>Relay</i> .....	17
2.4 Sensor Photodiode .....	18
2.5 Unit Catu Daya .....	19
2.6 <i>Solenoid Valve</i> .....	21
2.7 Motor Arus Searah (DC).....	22
2.8 Komparator .....	23
2.9 <i>Limit Switch</i> .....	25
2.10 <i>Toggle Switch</i> .....	26
BAB III METODE PERANCANGAN .....	27
3.1 Waktu dan Tempat Perancangan .....	27
3.2 Alat dan Bahan Perancangan .....	27
3.2.1 Alat Perancangan .....	27
3.2.2 Bahan Penelitian .....	27
3.3 Prosedur Perancangan Alat .....	28
3.3.1 Diagram Blok.....	29
3.3.2 Sketsa Mekanik <i>Plant</i> .....	31
3.3.3 Perancangan Modul PLC OMRON CP1L .....	32
3.3.4 Pembuatan Sistem Penggerak .....	34
3.3.5 Pembuatan Sistem Deteksi .....	35

3.3.6 Pembuatan Sistem Valve .....	35
3.4 Analisis Data .....	36
3.4.1 Pengujian PLC OMRON CP1L .....	36
3.4.2 Pengujian <i>Relay</i> pada PLC .....	36
3.4.3 Pengujian Aktivasi Sensor Photodioda.....	37
3.4.4 Pengujian Motor Konveyor dan Motor Pendorong Roti ..	37
3.4.5 Pengujian <i>Valve Solenoide</i> .....	37
3.4.6 Pengujian Kondisi Selai .....	37
3.4.7 Pengujian Keseluruhan <i>Plant</i> .....	37
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>39</b>
4.1 Hasil Pembuatan Alat .....	39
4.2 Pengalamatan Data .....	42
4.3 Hasil Penelitian .....	45
4.3.1 Pengujian Keluaran Komparator .....	45
4.3.2 Pengujian Motor Konveyor .....	46
4.3.3 Pengujian Catu Daya .....	46
4.3.4 Pengujian Motor Pendorong Roti .....	47
4.3.5 Pengujian <i>Limit Switch</i> .....	48
4.3.6 Pengujian <i>Solenoid Valve</i> .....	49
4.3.7 Pengujian Kondisi Selai .....	49
4.3.8 Analisis Sistem Pendorong Roti .....	50
4.3.9 Analisis Sistem Valve Aneka Rasa .....	51
4.3.10 Analisis Sistem Keseluruhan .....	53

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	55
5.1 Kesimpulan .....	55
5.2 Saran .....	55
Daftar Pustaka .....	57
Lampiran .....	59



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Roti <i>Sandwich</i> .....	7
Gambar 2.2 Fungsi PLC .....	10
Gambar 2.3 Bagian-bagian Blok PLC .....	12
Gambar 2.4 PLC OMRON Sysmac CP1L .....	13
Gambar 2.5 Bagian-bagian PLC OMRON Sysmac CP1L .....	13
Gambar 2.6 Port Input .....	15
Gambar 2.7 Port Output .....	15
Gambar 2.8 Simbol Dasar <i>Ladder Diagram</i> PLC .....	16
Gambar 2.9 <i>Relay</i> Eksternal PLC .....	17
Gambar 2.10 Sensor Photodiode .....	19
Gambar 2.11 Rangkaian Sensor <i>Photodiode</i> dan LED .....	19
Gambar 2.12 Diagram Blok Catu Daya .....	20
Gambar 2.13 Skema Rangkaian Catu daya .....	20
Gambar 2.14 <i>Solenoid Valve</i> .....	22
Gambar 2.15 Konstruksi Motor DC <i>Stator</i> dan <i>Rotor</i> .....	23
Gambar 2.16 <i>Datasheet</i> IC LM 324 .....	24
Gambar 2.17 <i>Limit Switch</i> .....	25
Gambar 2.18 <i>Toggle Switch</i> .....	26
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Instrumentasi .....	30
Gambar 3.2 Sketsa Mekanik Alat .....	31
Gambar 3.3 Rangkaian <i>Output</i> PLC OMRON CP1L .....	33

Gambar 3.4 Rangkaian <i>Input</i> PLC OMRON CP1L .....	33
Gambar 3.5 Rangkaian Pengkabelan Motor Pendorong Roti .....	34
Gambar 3.6 Rangkaian Skematik Komparator, <i>photodiode</i> dan LED .....	35
Gambar 4.1 Motor Pendorong Roti 1 .....	39
Gambar 4.2 Motor Pendorong Roti 2.....	39
Gambar 4.3 Valve Selai 3 Rasa (Strawberry, Jeruk dan Melon).....	40
Gambar 4.4 Hasil Pembuatan <i>Plant</i> .....	40
Gambar 4.5 Hasil Pembuatan Modul PLC OMRON CP1L .....	40
Gambar 4.6 Hasil Pembuatan Panel Kontrol <i>Plant</i> .....	41
Gambar 4.7 Hasil Pembuatan Rangkaian Komparator .....	41
Gambar 4.8 Hasil Pembuatan Rangkaian Catu Daya.....	41

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Pengalamatan Data .....	42
Tabel 4.2 Alamat Penggunaan <i>Port Output</i> .....	43
Tabel 4.3 Penglamatan Relay .....	44
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Keluaran Komparator .....	45
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Motor Konveyor .....	46
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Catu Daya .....	46
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Motor Pendorong Roti .....	47
Tabel 4.8 Hasil Pengujian <i>Limit Switch</i> .....	48
Tabel 4.9 Hasil Pengujian <i>Solenoid Valve</i> .....	49
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Kondisi Selai .....	50
Tabel 4.11 Hasil Analisis Sistem Pendorong Roti .....	51
Tabel 4.12 Hasil Analisis Valve Aneka Rasa .....	52
Tabel 4.13 Hasil Analisis Sistem Keseluruhan.....	53

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Keseluruhan Mekanik Prototipe .....	59
Lampiran 2. <i>Manual Book</i> PLC OMRON .....	60
Lampiran 3. <i>Datasheet</i> IC LM324 .....	77
Lampiran 4. <i>Datasheet Relay</i> MK2P-I .....	86



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan peradaban manusia yang semakin pesat menghantarkan pada berbagai dinamika kehidupan. Segala aspek kehidupan seakan-akan dimodernisasi oleh kemajuan teknologi. Kecanggihan teknologi yang ditawarkan mengarah pada peningkatan kemudahan dan kenyamanan para penggunanya, tidak terkecuali pada teknologi industri. Dalam dunia industri, sangat dituntut untuk memenuhi aspek-aspek produksi melalui penerapan teknologi sebagai bentuk usaha dalam mengakselerasi dan meningkatkan produktivitas suatu perusahaan, termasuk pada industri makanan.

Proses produksi pada industri makanan dituntut untuk menghasilkan produk makanan yang praktis, cepat dan instan guna memudahkan para pelanggan dalam mengkonsumsi produk makanan tersebut tanpa harus memasaknya terlebih dahulu. Hal ini didukung oleh hasil survei yang dilakukan oleh Nilsen tahun 2008, didapatkan data bahwa 69% masyarakat kota di Indonesia mengkonsumsi *fast food*, dengan rincian sebagai berikut: sebanyak 33% menyatakan sebagai makan siang, 25% makan malam, 9% menyatakan makanan selingan dan 2% memilih untuk makan pagi (Latifah, 2015). Selain itu, permintaan pasar yang semakin tinggi, mengharuskan para produsen makanan memberikan pelayanan lain berupa berbagai variasi



produk baik bentuk, warna maupun rasa. Salah satu bentuk industri produk makanan praktis dan siap saji adalah pada industri pembuatan roti *sandwich*.

Roti *sandwich* atau yang lebih sering disebut roti isi merupakan salah satu jenis produk makanan yang seringkali dijadikan sebagai pengganti sarapan atau hidangan selingan (snack) untuk orang-orang yang tidak mempunyai cukup waktu untuk makan (Prihastuti, 2008). Produk makanan tinggi karbohidrat ini terbuat dari roti tawar atau gandum yang diolesi selai manis kemudian ditumpuk dengan roti tawar kembali. Namun, seiring dengan peningkatan pemenuhan kebutuhan gizi bagi para pelanggannya, industri olahan roti isi ini lambat laun mulai mengembangkan produknya dengan berbagai variasi isi seperti rasa manis, gurih, asin maupun pedas.

Untuk meningkatkan aspek produksi, industri *sandwich* membutuhkan kecepatan, ketepatan serta kemampuan dalam memberikan variasi rasa dalam proses pembuatannya. Namun, hal tersebut seringkali diikuti dengan kebutuhan peralatan dan kecermatan dalam mengoperasikan berbagai alat yang berkaitan dalam proses produksi, mulai dari pemberian isi roti hingga proses pemotongan dan pengemasan. Pada industri roti *sandwich* dalam skala rumah tangga, membutuhkan keahlian, ketrampilan serta alat dan bahan yang cukup banyak dalam proses pembuatannya. Sehingga, seringkali industri roti *sandwich* membutuhkan banyak tenaga kerja untuk menjalankan serangkaian proses pembuatan roti tersebut.

Dengan berkembangnya teknologi industri makanan yang mengacu pada peningkatan efektifitas dan efisiensi produksi, maka industri roti

*sandwich* harus mampu mengimbangi kemajuan tersebut. Salah satu bentuk teknologi yang sering diaplikasikan pada dunia industri termasuk makanan adalah PLC (*Programmable Logic Controller*). PLC merupakan salah satu jenis sistem kontrol yang mampu menjalankan dan mengontrol proses produksi secara kontinyu dan otomatis yang berkaitan erat pada blok-blok proses produksi guna meningkatkan kapasitas produksi suatu barang. Kegunaan PLC dibidang industri makanan sudah banyak diterapkembangkan diberbagai aspek produksi seperti sistem sortir, *packing* (pengepakan), *labelling* (pelabelan) dan sebagainya.

Berdasarkan pada latar belakang diatas, penulis ingin merancang suatu sistem produksi roti *sandwich* yang mampu meningkatkan proses produksi baik kapasitas, efektifitas, maupun variasi roti *sandwich* sebagai bentuk pemenuhan permintaan akan kebutuhan *fast food* dimasyarakat. Dimana sistem kontrol alat yang akan dirancang berbasis PLC (*Programmable Logic Controller*) mampu mengontrol proses produksi secara kontinyu dan bertahap. Alat pembuat roti *sandwich* ini dibangun menggunakan papan konveyor dan dilengkapi dengan sistem pengolesan berbagai variasi selai aneka rasa hingga penumpukan roti kembali yang mana proses tersebut berjalan secara berkesinambungan. Dengan terciptanya alat pembuat roti *sandwich* aneka rasa otomatis berbasis PLC ini diharapkan mampu meningkatkan proses produksi dan diaplikasikan secara nyata di dunia industri makanan, terutama pada jenis produk *sandwich*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dengan mengacu pada latar belakang diatas, maka permasalahan yang dapat diangkat dalam proyek akhir ini antara lain:

- a. Bagaimanakah rancangan alat pembuat roti *sandwich* aneka rasa otomatis berbasis PLC (*Programmable Logic Controller*)?
- b. Bagaimana tingkat keberhasilan (akurasi) alat pembuat roti *sandwich* aneka rasa berbasis PLC (*Programmable Logic Controller*)?

## 1.3 Batasan Masalah

Untuk menyederhanakan rancangan yang akan dibuat, maka batasan masalah dalam proyek akhir ini antara lain:

- a. Jenis *Programmable Logic Controller* yang akan digunakan adalah PLC tipe OMRON CP1L.
- b. Kapasitas volume selai yang dioleskan pada roti tawar menggunakan pengukuran kualitatif yang dihitung berdasarkan waktu.
- c. Karakteristik jenis selai yang digunakan sebagai pengisi roti berupa cairan kental.

## 1.4 Tujuan

Sejalan dengan permasalahan tersebut, tujuan yang ingin kami capai dalam proyek akhir ini adalah:

- a. Mengetahui rancangan alat pembuat roti *sandwich* aneka rasa otomatis berbasis PLC (*Programmable Logic Controller*).

- b. Mengetahui tingkat keberhasilan (akurasi) alat pembuat roti *sandwich* otomatis berbasis PLC (*Programmable Logic Controller*).

### 1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diambil dalam proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagi Mahasiswa

Dapat mengembangkan kreativitas, kemandirian, serta menambah pengalaman dan pengetahuan. Selain itu, juga sebagai sarana berinovasi dalam mengimplementasikan ilmu pengetahuan dan teknologi.

- b. Bagi Industri Roti *Sandwich*

Diharapkan dapat dijadikan sebagai salah satu alat produksi yang mampu meningkatkan proses produksi roti *sandwich* yang mampu memberikan variasi rasa pada roti *sandwich* pada satu alat sehingga efisien. Selain itu, mampu mengurangi resiko kelalaian pekerja dalam pemberian variasi isi roti *sandwich* sesuai jumlah permintaan pasar serta mengurangi beban pekerja dalam memproduksi produk olahan roti *sandwich*.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi tentang penjelasan teoritis dalam berbagai aspek yang akan mendukung ke arah analisis tugas akhir yang dibuat. Penjelasan teori akan dibahas yaitu mengenai roti *sandwich*, PLC OMRON CP1L, sensor *photodiode*, motor DC, komparator LM324.

#### 2.1 Roti *Sandwich*

*Sandwich* adalah makanan yang dibuat dari bermacam-macam roti yang diiris (merupakan belahan tipis) dan diisi dengan berbagai isian. Pada umumnya *sandwich* disajikan sebagai hidangan selingan (snack) untuk orang-orang yang tidak mempunyai cukup waktu untuk makan, misalnya sebagai bekal orang yang bekerja, dalam perjalanan dan sebagainya (Prihastuti, 2008). *Sandwich* yang lengkap terdiri dari empat bagian utama yaitu:

##### a. Roti (*Bread*)

Roti yang dipergunakan untuk membuat *sandwich* disebut “*sandwich bread*” yang bentuknya segi empat. Namun demikian jenis roti yang lain juga dapat dipergunakan dalam pembuatan *sandwich* antara lain: *frenchbread*, *toast bread*, *hamburger bun*, *hot dog bun* dan lain-lain. (Subroto, 2003).

##### b. Olesan (*Spread*)

Berupa bahan makanan yang lembek atau setengah kental yang dioleskan pada permukaan roti. *Spread*/olesan ini berfungsi untuk

memberikan rasa, menambah kelembaban, sebagai pekat, menambah gizi dan kesempurnaan pada *sandwich*. *Spread* yang dipergunakan harus lunak, mudah dioleskan dan tidak berair atau basah. Misalnya dapat menggunakan: *butter*, mentega atau mayonaise (Subroto, 2003).

c. Isian (*Filling*)

*Filling* adalah bahan makanan yang akan diletakkan atau diatur pada roti atau diantara kedua irisan roti yang dipergunakan untuk membuat *sandwich*. Pada umumnya nama *sandwich* disesuaikan dengan nama bahan makanan yang dipergunakan untuk membuat *filling*/isian ini. Misalnya *Cheese sandwich* menggunakan *cheese* sebagai *filling* (Subroto, 2003).

d. Hiasan (*Garnish*)

*Garnish* ini dipergunakan bila perlu. *Garnish* dibuat dari bahan makanan yang berfungsi memberi hiasan pada *sandwich*, sehingga *sandwich* tampak menarik dan merangsang selera makan. Selain itu, fungsi *garnish* juga dapat menambah rasa dan kadar gizi pada *sandwich* (Subroto, 2003).



Gambar 2.1 Roti *Sandwich* (<https://encrypted-tbn0.gstatic.com>)

Ada beberapa tindakan yang perlu dilakukan untuk membuat *sandwich* tampak lebih baik dan menarik meliputi: *Trimming* yaitu memotong bagian-bagian yang tidak diperlukan seperti kulit roti yang mengeras, bagian filling yang menonjol keluar dan sebagainya. *Cutting* yaitu *sandwich* kadang-kadang perlu dipotong menjadi bagian-bagian yang lebih kecil sesuai dengan pola pengaturan yang akan dilakukan, dan juga memudahkan *sandwich* dimakan. *Arranging/Dressing* yaitu untuk mengatur *sandwich* diatas piring. *Garnishing* yaitu memberi hiasan pada *sandwich* guna membuat penampilan *sandwich* menjadi lebih baik, dan juga menambah kalori dan gizi *sandwich* (Prihastuti, 2008).

## 2.2 PLC OMRON CP1L

PLC (*Programable Logic Controller*) merupakan perangkat pengontrol yang berbasiskan fungsi rangkaian logika. Namun dalam perkembangannya sejalan dengan kebutuhan industri dan transportasi, PLC memiliki fungsi dan aplikasi yang lebih banyak dari rangkaian logika. PLC merupakan peralatan berbasis *microprocessor* yang dirancang khusus untuk menggantikan kerja rangkaian logika dan aplikasi lain, juga didesain untuk berbagai aplikasi yang berhubungan dengan sensor – sensor (Febrianto, 2015).

PLC diperkenalkan pertama kali pada tahun 1969 oleh Richard E. Morley yang merupakan pendiri *Modicon Corporation*. Berdasarkan standar yang dikeluarkan oleh *National Electrical Manufacture Association (NEMA)*

*ICS3-1978 Part ICS3-304*, PLC didefinisikan sebagai berikut: “PLC adalah suatu peralatan elektronik yang bekerja secara digital, memiliki memori yang dapat diprogram menyimpan perintah-perintah untuk melakukan fungsi-fungsi khusus seperti *logic, sequencing, timing, counting*, dan aritmatika untuk mengontrol berbagai jenis mesin atau proses melalui analog atau digital *input/output modules*” (Febrianto, 2015).

Di dalam PLC berisi rangkaian elektronika yang dapat difungsikan seperti *contact relay* (baik NO maupun NC) pada PLC dapat digunakan berkali-kali untuk semua intruksi dasar selain intruksi *output*. PLC mampu mengerjakan suatu proses terus menerus sesuai variabel masukan dan memberikan keputusan sesuai keinginan pemrogram sehingga nilai keluaran tetap terkontrol (Febrianto, 2015).

Hampir segala macam proses produksi dibidang industri dan transportasi dapat diotomasi dengan menggunakan PLC. Kecepatan dan akurasi dari operasi bisa meningkat jauh lebih baik menggunakan sistem kontrol ini. Keunggulan dari PLC adalah kemampuannya untuk mengubah dan meniru proses operasi disaat yang bersamaan dengan komunikasi dan pengumpulan informasi-informasi vital (Febrianto, 2015).

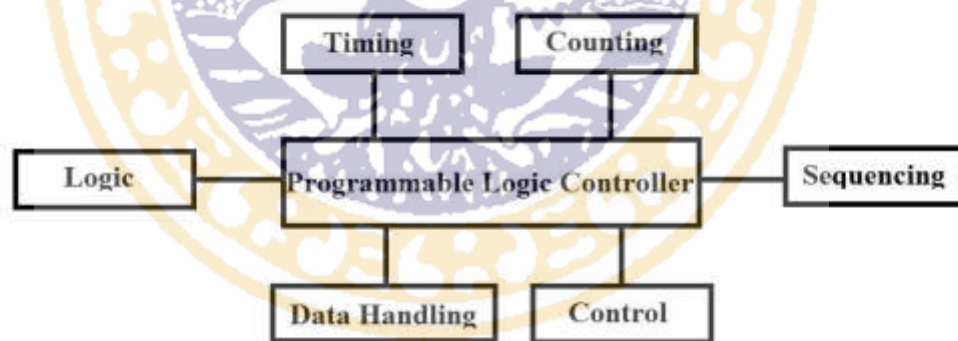
Operasi pada PLC terdiri dari empat bagian penting :

1. Pengamatan nilai *input*.
2. Menjalankan program.
3. Memberikan nilai *output*.
4. Pengendalian.



Dari kelebihan diatas, PLC juga memiliki kekurangan antara lain yang sering disoroti adalah bahwa untuk memrogram PLC dibutuhkan seseorang yang ahli dan sangat mengerti dengan apa yang dibutuhkan dan mengerti tentang keamanan atau *safety* yang harus dipenuhi. Sementara itu orang yang terlatih seperti itu cukup jarang dan pada pemrogramannya harus dilakukan langsung ke tempat dimana *server* yang terhubung ke PLC berada. Sementara itu, tidak jarang letak *main computer* itu di tempat-tempat yang berbahaya. Oleh karena itu, diperlukan suatu perangkat yang mampu mengamati, mengubah serta menjalankan program dari jarak jauh (Febrianto, 2015).

PLC sendiri terdiri dari beberapa jenis antara lain: *small PLC*, *medium PLC*, dan *large PLC*. Berikut akan dibahas lebih lanjut adalah mengenai PLC OMRON CP1L yang termasuk dalam katagori *small PLC* (Febrianto, 2015).



Gambar 2.2 Fungsi PLC (Febrianto, 2015)

### 2.2.1 Elemen-elemen PLC

Secara garis besar, elemen-elemen utama pada suatu PLC terdiri dari CPU, memori area, dan rangkaian tambahan untuk menerima *input* dan menghasilkan *output*. PLC dapat dibayangkan sebagai suatu box yang terdiri dari ratusan atau bahkan ribuan *relay*, counter, timer serta

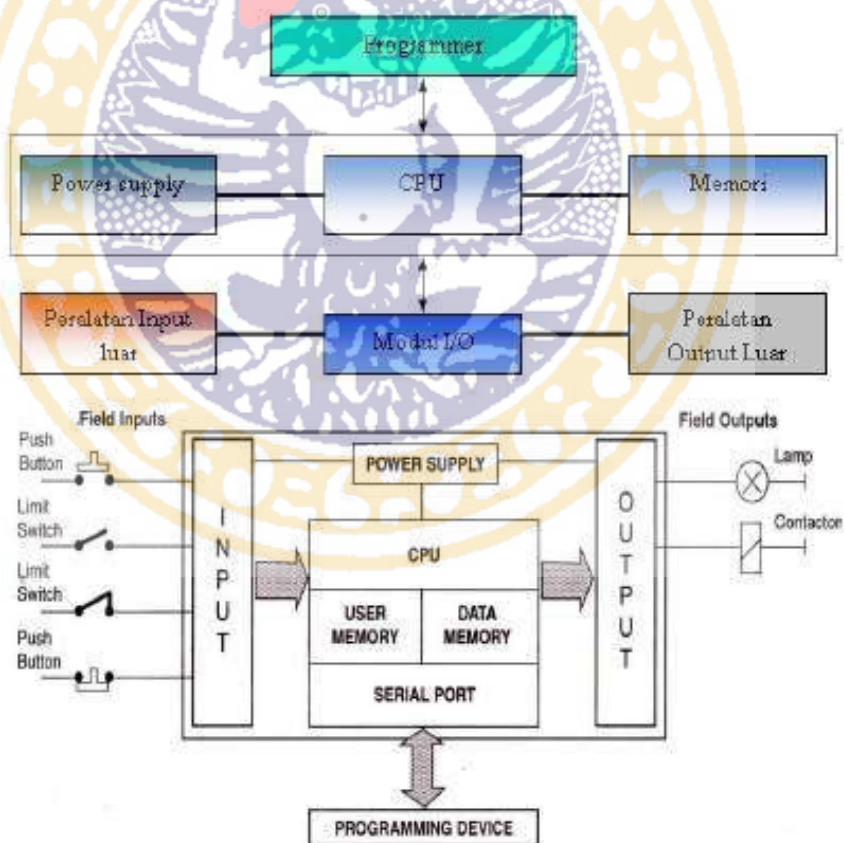
elemen penyimpanan data. Berikut ini adalah elemen yang terdapat dalam PLC secara umum:

- a. *Input relays*: elemen ini yang berhubungan dengan dunia luar. Secara fisik elemen-elemen ini ada dan menerima sinyal *input* dari *switch*, sensor dan sebagainya.
- b. *Internal utility relay*: Elemen ini merupakan elemen *relay* simulasi di dalam PLC dan memungkinkan PLC mampu menggantikan fungsi dari *external relay*.
- c. *Counter*: Elemen ini merupakan *counter* simulasi di dalam PLC, namun mampu untuk melakukan fungsi perhitungan suatu sinyal.
- d. *Timer*: elemen ini merupakan *timer* simulasi dan diprogram agar mampu melakukan perhitungan pada setiap kenaikan waktu.
- e. *Output relays (Coils)*: elemen ini secara fisik ada dan berhubungan dengan dunia luar. Elemen ini akan mengirimkan sinyal *output* PLC yang merupakan sinyal on/off pada *solenoid*, lampu dan sebagainya.
- f. *Data storages*: umumnya elemen ini merupakan register yang berfungsi untuk menyimpan data baik data matematik maupun data manipulasi dalam suatu PLC (Widjiantoro, 2012).

### 2.2.2 Prinsip Kerja PLC

Pada prinsipnya sebuah PLC melalui modul *input* bekerja menerima data-data berupa sinyal dari peralatan *input* luar (*external input device*). Peralatan *input* luar tersebut antara lain berupa saklar, tombol, sensor. Data-data masukan yang masih berupa sinyal analog

akan diubah oleh modul *input A/D (analog to digital input module)* menjadi sinyal digital. Selanjutnya oleh prosesor sentral (CPU) yang ada di dalam PLC sinyal digital itu diolah sesuai dengan program yang telah dibuat dan disimpan di dalam memori. Seterusnya CPU akan mengambil keputusan dan memberikan perintah melalui modul *output* dalam bentuk sinyal digital. Kemudian oleh modul *output D/A (digital to analog module)* dari sistem yang terkontrol seperti antara lain berupa *relay* dan motor dimana nantinya dapat mengoperasikan secara otomatis sistem proses kerja yang dikontrol tersebut (Febrianto, 2015).



Gambar 2.3 Bagian-bagian Blok PLC (*Manual Book PLC OMRON CP1L*)

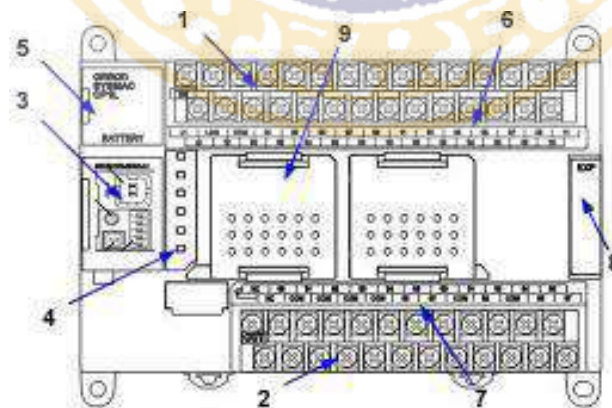
### 2.2.3 PLC OMRON SYSMAC CP1L

PLC OMRON SYSMAC CP1L adalah salah satu produk PLC dari OMRON yang terbaru. CP1L merupakan PLC tipe paket yang tersedia dengan 10, 14, 20, 30, 40 atau 60 buah I/O (*input/output*). Sistem *input* outputnya berupa bit. Atau lebih dikenal dengan PLC tipe *relay* karena hanya membaca masukan (*input*), dan menghasilkan keluaran (*output*) dengan logika 1 atau 0 (Febrianto, 2015).



Gambar 2.4 PLC OMRON Sysmac CP1L (Febrianto, 2015)

### 2.2.4. Bagian-Bagian Umum PLC OMRON CP1L



Gambar 2.5 Bagian-Bagian PLC OMRON Sysmac CP1L (*Manual Book PLC OMRON CP1L*)

Keterangan:

1. Blok *power supply*, *ground* dan *input* terminal.
2. Blok eksternal *power supply* dan *output* terminal.
3. *Peripheral USB port* untuk menghubungkan dengan komputer dan komputer dapat digunakan untuk memprogram dan memantau.
4. *Operation indicator*, mengidentifikasi status operasi dari CP1L termasuk *power status*, mode operasi, *errors*, dan komunikasi USB.
5. Baterai untuk mempertahankan *internal clock* dan isi RAM ketika *supply OFF*.
6. *Input indicator*, menyala jika kontak terminal *input* kondisi menyala.
7. *Output indicator*, menyala jika kontak terminal *output* kondisi menyala.
8. *Expansion I/O unit connector*, digunakan untuk menambah *input/output* PLC.
9. *Option board slot*, digunakan untuk menginstal RS-232C (Febrianto, 2015).

#### **2.2.5. Port Terminal Input Output PLC OMRON CP1L**

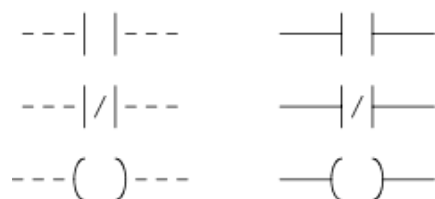
*Port* pada PLC CP1L 30 I/O terdiri dari 18 buah terminal *input* yaitu CIO 0.00-0.11 dan CIO 1.00-1.05. untuk *port* outputnya terdapat 12 buah terminal yaitu dari CIO 100.00-100.07 dan CIO 101.00-101.03. pada *port input* terdapat dua buah terminal untuk masukan *supply AC* PLC yaitu terminal L1 dan L2/N. *Port* input terhubung ada satu titik



### 2.2.6 Pemrograman PLC OMRON CP1L

Menurut IEC 1131-3 bahasa pemrograman PLC dapat berupa *ladder diagram* (LAD), *instruction list* (IL), *sequential function charts* (SFC), *structured text* (ST), dan *function block diagram* (FBD). Namun PLC mempunyai standart bahasa pemrograman yang disebut “*Relay Ladder diagram Program Logic*”. *Ladder diagram* terdapat dua garis vertikal yang merepresentasikan rangkaian daya. Rangkaian dihubungkan dengan garis horizontal yaitu *rungs* dari *ladder diagram*, diantara 2 garis vertikal. Simbol dasar dari *ladder diagram* adalah *input* dan *output* (Bolton, 2006).

Untuk mempermudah dalam pembuatan program, maka harus ditentukan terlebih dahulu peralatan yang tergolong *input* dan *output*. Peralatan *input* yang digunakan dapat berupa sensor-sensor, *selector switch*, *limit switch*, *push-button* dan lain sebagainya. Sedangkan untuk peralatan *output* dapat berupa alarm, lampu, motor dan lainnya. Peralatan *input output* harus diberi kode atau nomor pengenal yang sesuai dengan fungsinya masing-masing, hal ini untuk lebih memudahkan dalam mencari letak kesalahan bila terjadi gangguan pada rangkaian kontrolnya (Widjiantoro, 2012).



Gambar 2.8 Simbol Dasar *Ladder Diagram* PLC (Bolton, 2006)

### 2.3 Relay

*The National Manufacture Assosiation* (NEMA) mendefinisikan *relay* magnetis sebagai alat yang digerakan secara magnetis untuk menyambung dan membuka rangkaian daya listrik. *Relay* ini menghubungkan rangkaian *on* dan *off* dengan pemberian energi elektromagnetis yang membuka dan menutup pada rangkaian. *Relay* biasanya mempunyai satu kumparan, tetapi *relay* dapat mempunyai beberapa kontak. *Relay* elektromekanis berisi kontak diam dan kontak bergerak. Kontak yang bergerak dipasangkan pada *plunger*. Kontak berfungsi sebagai *Normally Open* (NO) dan *Normally Close* (NC). Apabila kumparan diberi tenaga, maka akan terjadi medan elektromagnetis. Aksi dari medan elektromagnetis tersebut, menyebabkan *plunger* bergerak pada kumparan menutup kontak NO dan membuka kontak NC. Kontak NO akan membuka ketika tidak ada arus yang mengalir pada kumparan, tetapi tertutup secepatnya setelah kumparan menghantarkan arus atau diberi tenaga. Kontak NC akan tertutup apabila tidak diberi daya dan membuka ketika kumparan diberi daya (Beriyanto, 2011).



Gambar 2.9 *Relay* Eksternal PLC (Febrianto, 2015)



## 2.4 Sensor Photodioda

Photodioda merupakan piranti semikonduktor dengan struktur sambungan p-n yang dirancang untuk beroperasi bila dibiaskan dalam keadaan terbalik, untuk mendeteksi cahaya (Pandiangan, 2007).

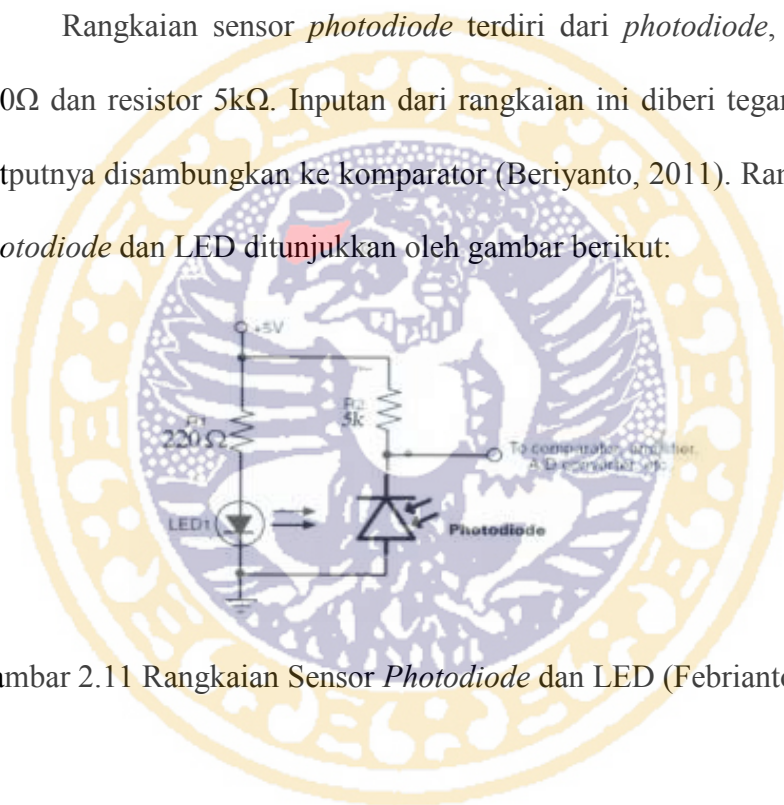
Ketika energi cahaya jatuh pada sambungan photodioda, arus mengalir dalam sirkuit eksternal. Komponen ini kemudian akan bekerja sebagai generator arus, yang arusnya sebanding dengan intensitas cahaya itu. Cahaya diserap di daerah penyambungan atau daerah intrinsik menimbulkan pasangan elektro-hole yang mengalami perubahan karakteristik elektris ketika energi cahaya melepaskan pembawa muatan dalam bahan itu, sehingga menyebabkan berubahnya konduktivitas. Hal inilah yang menyebabkan photodioda dapat menghasilkan tegangan/ arus listrik jika terkena cahaya (Pandiangan, 2007).

*Photodiode* digunakan sebagai penangkap gelombang cahaya yang dipancarkan oleh *infrared* atau led. Besarnya tegangan yang dihasilkan oleh *photodiode* tergantung besar kecilnya radiasi yang dipancarkan oleh *infrared* atau led tersebut. Cara kerja *photodiode* yaitu jika *photodiode* tidak terkena cahaya, maka nilai resistansinya akan besar atau dapat kita asumsikan tak terhingga. Sehingga arus yang mengalir pada komparator sangat kecil atau dapat diasumsikan dengan logika 0. Begitu juga sebaliknya, jika *photodiode* terkena cahaya, maka *photodiode* akan bersifat sebagai sumber tegangan dan nilai resistansinya akan sangat kecil, sehingga akan ada arus yang mengalir ke komparator dan berlogika 1 (Beriyanto, 2011).



Gambar 2.10 Sensor Photodiode (Febrianto, 2015)

Rangkaian sensor *photodiode* terdiri dari *photodiode*, LED, resistor  $220\Omega$  dan resistor  $5k\Omega$ . Inputan dari rangkaian ini diberi tegangan  $+5V$  dan outputnya disambungkan ke komparator (Beriyanto, 2011). Rangkaian sensor *photodiode* dan LED ditunjukkan oleh gambar berikut:

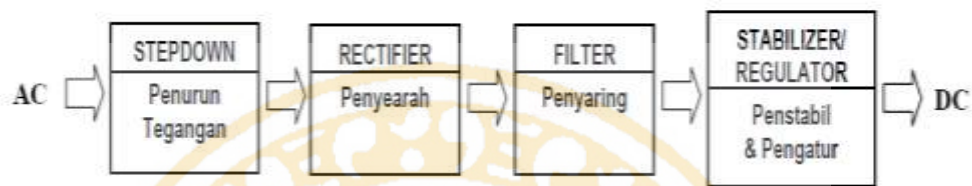


Gambar 2.11 Rangkaian Sensor *Photodiode* dan LED (Febrianto, 2015)

## 2.5 Unit Catu Daya

Catu Daya adalah bagian dari setiap perangkat elektronika yang berfungsi sebagai sumber tenaga. Catudaya sebagai sumber tenaga dapat berasal dari: baterai, *accu*, *solar cell* dan adaptor. Komponen ini akan mencatu tegangan sesuai dengan tegangan yang diperlukan oleh rangkaian elektronika (Ibrahim, 1993). Catu daya yang sering digunakan sebagai supply daya listrik pada peralatan elektronika adalah jenis adaptor.

Catu daya Adaptor adalah perangkat elektronika yang berfungsi menurunkan dan mengubah tegangan AC (*Alternating Current*) menjadi tegangan DC (*Dirrect Current*) yang dapat di gunakan sebagai sumber tenaga peralatan elektronika (Ibrahim, 1993). Sebuah catu daya adaptor yang baik memiliki bagian-bagian seperti pada blok diagram berikut ini:



Gambar 2.12 Diagram Blok Catu Daya (Mujoko, 2009)



Gambar 2.13 Skema Rangkaian Catu Daya (Mujoko, 2009)

Keterangan :

- Stepdown* (Penurun Tegangan) Bagian ini berfungsi menurunkan tegangan AC 110/220V menjadi tegangan AC yang lebih rendah yang diperlukan (5V, 9V,12V, dan lain-lain). Bagian ini terdiri dari sebuah transformator (trafo).
- Rectifier* (Penyearah) Bagian ini merupakan bagian penyearah arus dari arus AC (bolak-balik) menjadi arus DC (searah). Bagian ini terdiri dari sebuah *dioda silikon, germanium, selenium* atau *Cuprox*.

- c. *Filter* (Penyaring) Bagian ini berfungsi untuk menyaring arus DC yang masih berdenyut sehingga menjadi rata. Komponen yang digunakan yaitu gabungan dari kapasitor elektrolit dengan resistor atau induktor.
- d. *Stabilizer* (Penstabil) Bagian ini berfungsi menstabilkan tegangan DC agar tidak terpengaruh oleh tegangan beban. Komponen ini berupa dioda *zener* atau IC yang didalamnya berisi rangkaian penstabil.
- e. *Regulator* (Pengatur) Bagian ini mengatur kestabilan arus yang mengalir ke rangkaian elektronika. Komponen yang di gunakan merupakan gabungan dari transistor, resistor dan kapasitor. Ada juga yang dipaket berupa sebuah IC seperti regulator LM7805 (Mujoko, 2009).

## 2.6 Solenode Valve

*Solenoid* adalah alat yang digunakan untuk mengubah sinyal listrik atau arus listrik menjadi gerakan mekanis linier. *Solenoid* disusun dari kumparan dengan inti besi yang dapat bergerak. Apabila kumparan diberi tenaga, inti atau jangkar akan ditarik ke dalam kumparan. besarnya gaya tarikan atau dorongan yang dihasilkan, ditentukan dengan jumlah lilitan kawat dan besar arus yang mengalir melalui kumparan (Pramujianto, 2010).

*Solenoid* akan bekerja bila kumparan/*coil* mendapatkan tegangan arus listrik yang sesuai dengan tegangan kerja (kebanyakan tegangan kerja *solenoid* adalah 100/200VAC dan kebanyakan tegangan kerja pada tegangan DC adalah 12/24VDC). Dan sebuah pin akan tertarik karena gaya magnet yang dihasilkan dari kumparan selenoida tersebut (Febrianto, 2015).



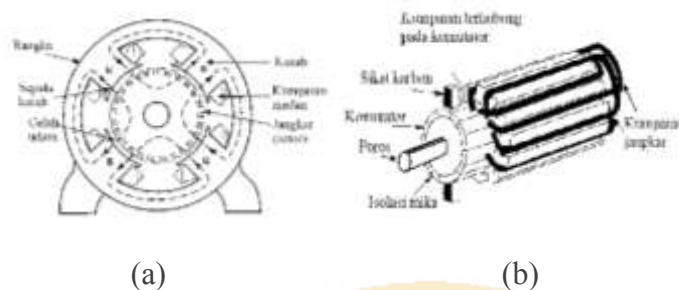
Gambar 2.14 *Solenoid Valve* (Febrianto, 2015)

## 2.7 Motor Arus Searah (DC)

Motor arus searah adalah mesin yang mengubah energi listrik arus searah menjadi energi mekanis yang berupa putaran. Berdasarkan fisiknya motor arus searah secara umum terdiri atas bagian yang diam dan bagian yang berputar. Pada bagian yang diam (*stator*) merupakan tempat diletakkannya kumparan medan yang berfungsi untuk menghasilkan fluksi magnet sedangkan pada bagian yang berputar (*rotor*) ditempati oleh rangkaian jangkar seperti kumparan jangkar, komutator dan sikat (Fahni, 2014).

Motor arus searah bekerja berdasarkan prinsip interaksi antara dua fluksi magnetik. Dimana kumparan medan akan menghasilkan fluksi magnet yang arahnya dari kutub utara menuju kutub selatan dan kumparan jangkar akan menghasilkan fluksi magnet yang melingkar. Interaksi antara kedua fluksi magnet ini menimbulkan suatu gaya. Dimana gaya ini akan

menghasilkan momen puntir atau torsi. Apabila torsi *start* lebih besar dari torsi beban, maka motor akan berputar (Fahni, 2014).



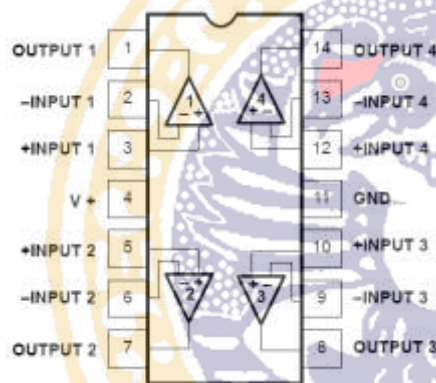
Gambar 2.15 Konstruksi Motor DC (a) *Stator* dan (b) *Rotor* (Fahni, 2014)

Motor arus searah mempunyai prinsip kerja berdasarkan percobaan *Lorentz* yang menyatakan: “jika sebatang penghantar listrik yang berarus berada di dalam medan magnet maka pada kawat penghantar tersebut akan terbentuk suatu gaya”. Gaya yang terbentuk merupakan gaya mekanik yang sering dinamakan gaya *Lorentz*. Sebuah konduktor yang dialiri arus mempunyai medan magnet disekelilingnya. Pada saat konduktor yang dialiri arus listrik ditempatkan pada suatu medan magnet, maka konduktor akan mengalami gaya mekanik (Fahni, 2014).

## 2.8 Komparator

Komparator adalah sebuah rangkaian yang dapat dengan cermat membandingkan besar tegangan yang dihasilkan. Rangkaian ini biasanya menggunakan komparator *Op-Amp* sebagai piranti utama dalam sebuah rangkaian. Saat ini terdapat dua jenis komparator tegangan, yaitu komparator tegangan sederhana dan komparator tegangan histerisis (Febrianto, 2015).

Rangkaian komparator ini dapat kita rangkai menggunakan  $V_{ref}$  yang dihubungkan ke  $V_{supply}$ , kemudian kedua resistor digunakan sebagai pembagi tegangan, sehingga nilai tegangan yang dihasilkan dari komparator *Op-Amp* adalah semakin besar. Komparator *Op-Amp* akan membandingkan nilai tegangan pada kedua tegangan, apabila sebuah tegangan (-) lebih besar dari tegangan masukan (+) maka keluaran *Op-Amp* akan menjadi sama. Untuk *Op-Amp* yang sesuai dengan pemakaian pada alat kami menggunakan *Op-Amp* dengan tipe LM324 yang banyak di pasaran (Febrianto, 2015).



Gambar 2.16 Datasheet IC LM 324 ([www.datasheet4u.com/LM324.pdf](http://www.datasheet4u.com/LM324.pdf))

Dengan menggunakan komparator LM324 maka tegangan sinyal *ramp* yang dihasilkan oleh rangkaian generator ini akan dibandingkan dengan tegangan dari *potensiometer*. Tegangan *potensiometer* tersebut bervariasi antara 0 Volt sampai 24 Volt DC. Pada saat rangkaian *ramp* berada dibawah tegangan *potensiometer*, maka *output* dari komparator LM324 adalah 24 Volt sehingga terdapat arus yang mengalir. Apabila tegangan *ramp* lebih tinggi dari tegangan *potensiometer* maka *output* dari LM324 adalah 0 Volt. Arus ini merupakan arus aktifasi *photodiode* pada bagian *triac* (Febrianto, 2015).

Komparator LM3324 memiliki 14 pin dengan bagian-bagian sebagai berikut:

1. VCC untuk tegangan pencatu daya positif.
2. GND untuk tegangan pencatu daya negatif.
3. *Input* (-) dan *input* (+) sebagai masukan dari sensor.
4. *Output* sebagai keluaran sinyal yang dikirim

## 2.9 Limit Switch

*Limit switch* merupakan jenis saklar yang dilengkapi dengan katup yang berfungsi menggantikan tombol. Prinsip kerja *limit switch* sama seperti saklar *Push ON* yaitu hanya akan menghubungkan pada saat katupnya ditekan pada batas penekanan tertentu yang telah ditentukan dan akan memutus saat katup tidak ditekan. *Limit switch* termasuk dalam kategori sensor mekanis yaitu sensor yang akan memberikan perubahan elektrik saat terjadi perubahan mekanik pada sensor tersebut. Penerapan dari *limit switch* adalah sebagai sensor posisi suatu benda (objek) yang bergerak (Febrianto, 2015). Gambar *limit switch* ditunjukkan pada Gambar 2.18 berikut:

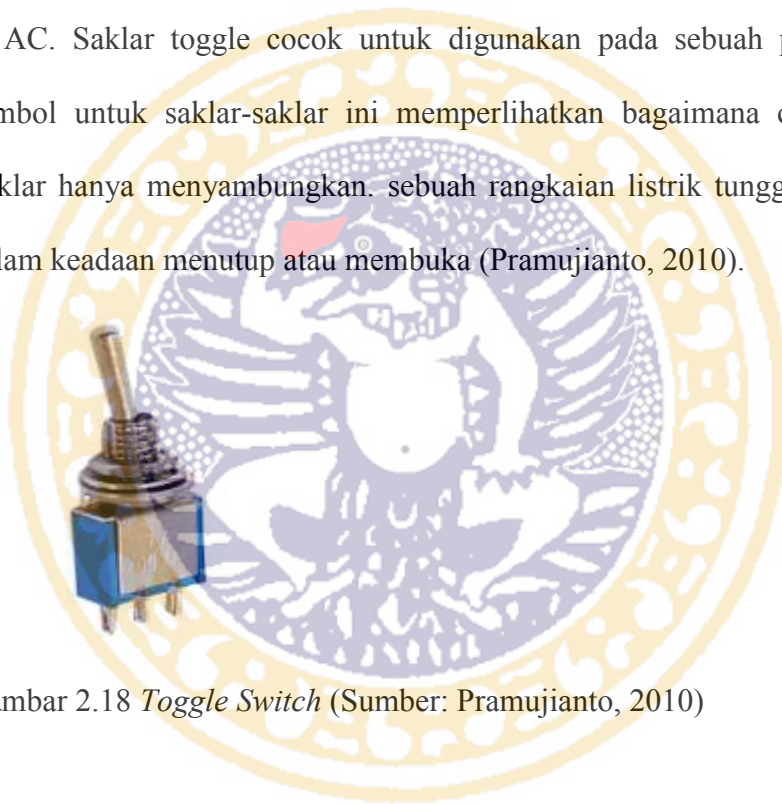


Gambar 2.17 *Limit Switch* (Sumber: Febrianto, 2015)



### 2.10 Toggle Switch

Saklar toggle adalah bentuk saklar yang paling sederhana, dioperasikan oleh sebuah tuas toggle yang dapat ditekan ke atas atau ke bawah. Menurut konvensinya, posisi ke bawah mengindikasikan keadaan 'hidup', atau 'menutup' atau 'disambungkan'. Saklar beban besar (heavy duty), memiliki kemampuan untuk menyambungkan arus hingga sebesar 10 A AC. Saklar toggle cocok untuk digunakan pada sebuah panel kontrol. Simbol untuk saklar-saklar ini memperlihatkan bagaimana cara kerjanya. Saklar hanya menyambungkan sebuah rangkaian listrik tunggal dan berada dalam keadaan menutup atau membuka (Pramujianto, 2010).



Gambar 2.18 *Toggle Switch* (Sumber: Pramujianto, 2010)

## BAB III

### METODE PERANCANGAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Perancangan

Adapun rencana waktu dan tempat pelaksanaan perancangan alat adalah sebagai berikut:

Waktu : 4 bulan, Maret – Juli 2016.

Tempat : Laboratorium PLC, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga Kampus C Mulyorejo Surabaya.

#### 3.2 Alat dan Bahan Perancangan

##### 3.2.1 Alat Perancangan

Sebagai penunjang dalam melaksanakan pembuatan, pengukuran, pengamatan, maupun pengujian alat ini akan digunakan beberapa alat sebagai berikut:

- |                                      |                   |
|--------------------------------------|-------------------|
| 1. <i>Personal computer</i> / laptop | 6. Bor            |
| 2. Multimeter                        | 7. <i>Toolkit</i> |
| 3. Obeng                             | 8. Gergaji        |
| 4. Penyedot Timah                    | 9. Mistar         |
| 5. Solder                            | 10. Palu          |

##### 3.2.2 Bahan Penelitian

Pemilihan suatu bahan merupakan salah satu hal yang sangat penting dalam menunjang keberhasilan pembuatan suatu rangkaian

elektronika. Adapun yang perlu diperhatikan dalam kegiatan ini diantaranya adalah karakteristik komponen elektronika, harga, dan faktor ada tidaknya komponen tersebut di pasaran. Berikut ini bahan-bahan yang diperlukan dalam pembuatan alat:

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| 1. Roll timah                                 | 10. Selai                |
| 2. Sensor photodiode dan <i>Laser pointer</i> | 11. <i>Belt Konveyor</i> |
| 3. PLC <i>Omron CP1L</i>                      | 12. Resistor             |
| 4. <i>Solenoid Valve</i>                      | 13. Triplek dan kayu     |
| 5. Motor DC                                   | 14. Catu daya            |
| 6. <i>Board PCB</i>                           | 15. Mur dan Baut         |
| 7. Relay eksternal                            | 16. Galvalum             |
| 8. Kapasitor                                  | 17. <i>Push button</i>   |
| 9. Roti                                       | 18. Kabel <i>jumper</i>  |

### 3.3 Prosedur Perancangan Alat

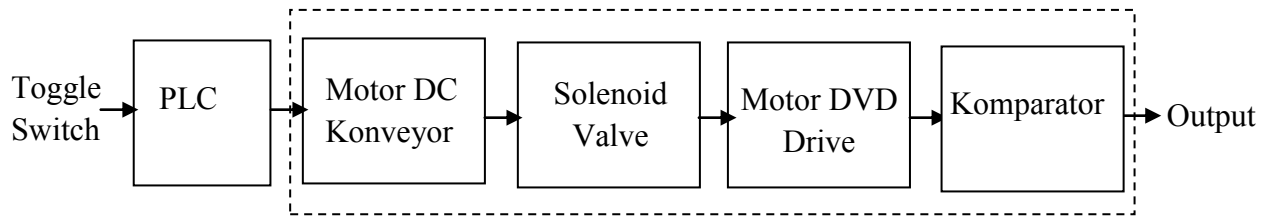
Pada perancangan dan pembuatan rancang bangun alat pembuat *sandwich* aneka rasa otomatis berbasis PLC terbagi atas tiga tahap yaitu pertama perancangan dan pembuatan sistem *hardware*, yang kedua adalah perancangan dan pembuatan *software* sebagai pengendali operasi sistem tersebut, dan ketiga adalah perancangan dan pembuatan mekanik untuk bentuk jadi dari alat pembuat *sandwich* aneka rasa otomatis. Prosedur yang digunakan dalam perancangan dan pembuatan alat yaitu meliputi:

- a. Tahap persiapan merupakan tahapan awal dalam melakukan penelitian, pada tahap ini penulis melakukan studi literatur dengan mencari berbagai acuan baik melalui buku, jurnal, tugas akhir maupun artikel dengan tujuan untuk melengkapi literatur mengenai penelitian ini.
- b. Tahap pembuatan alat dibagi menjadi tiga tahap, yakni tahap perancangan alat, tahap perwujudan alat, dan tahap pembuatan *software*. Tahap perancangan alat terdiri dari perancangan mekanik dan perancangan *hardware*. Tahap perwujudan alat yakni tahap perwujudan dari perancangan yang telah dibuat, sedangkan tahap pembuatan *software* meliputi tahap pembuatan program untuk menjalankan sistem dari alat yang dibuat.
- c. Tahap pengujian alat terdiri dari pengujian seluruh sistem alat yang sudah dibuat yakni motor konveyor, sensor photodiode, motor DC, *solenoid valve* dan uji rangkaian catu daya.
- d. Tahap analisis data dengan mengkaji data hasil pengujian untuk mengetahui tingkat keberhasilan dari sistem perancangan alat yang akan dibuat.

### 3.3.1 Diagram Blok

Dalam perancangan dan pembuatan alat ini penulis menggunakan PLC sebagai pengatur motor DC pada konveyor, *solenoid valve*, motor *disk drive* sebagai *outputnya* serta sensor *photodiode* dan *toggle switch* digunakan sebagai masukannya. Secara

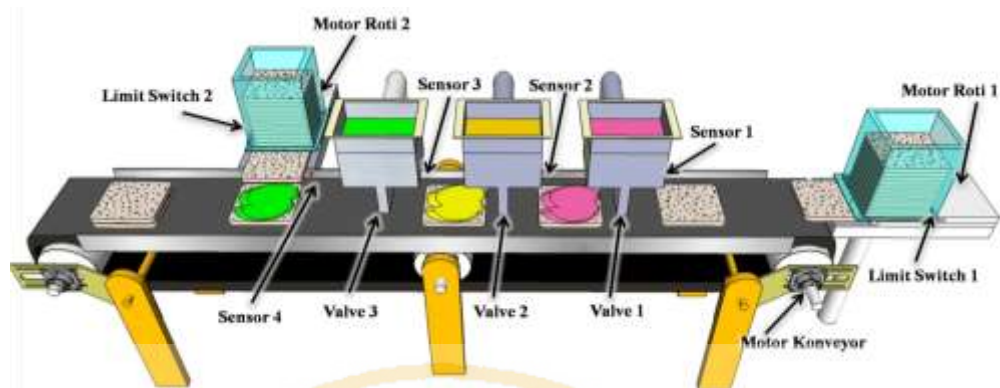
garis besar perancangan sistem ini dapat dilihat pada diagram blok sistem instrumentasi pada Gambar 3.1:



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Instrumentasi

Berdasarkan diagram blok pada Gambar 3.1 dapat diketahui bahwa prinsip kerja alat yang akan dirancang menggunakan 4 buah sistem kendali, yaitu mengontrol konveyor, motor DC konveyor, *solenoid valve*, Motor DVD *drive* dan komparator. Apabila diberikan *input* start melalui toggle switch maka PLC akan mulai beroperasi dan motor DC akan aktif sehingga konveyor berjalan. Disamping itu, sistem sensor photodiode yang diletakkan sebagai deteksi akan digunakan sebagai *feedback* yang akan mendeteksi roti yang melintas pada konveyor. Proses tersebut akan terus berjalan hingga ditekan tombol stop. Kemudian untuk proses kerja *valve solenoid* dimana bukaan *valve* ini yang akan mengisi selai pada roti. Untuk kemudian proses motor DVD *Drive* diatur oleh PLC sebagai pusat kendalinya yang akan aktif berdasarkan kontrol PLC dan komparator yang merupakan rangkaian sensor photodiode sebagai pendeteksi roti yang semua tersebut dikontrol oleh PLC sebagai kontroler.

### 3.3.2 Sketsa Mekanik *Plant*



Gambar 3.2 Sketsa Mekanik Alat

Rancang bangun alat pembuat roti sandwich aneka rasa otomatis ini memiliki panjang 120cm lebar 75cm dan tinggi 50cm. Rancang bangun alat pembuat roti sandwich ini terdiri dari 3 bagian utama yaitu bagian konveyor, pendorong roti, dan pengoles selai.

Pada bagian konveyor terbuat dari besi siku dengan ketebalan 2mm untuk rangkanya, dan kayu 4x6cm untuk penyangga dinding konveyor dan galvalum ukuran 1mm untuk dinding konveyor. Pada bagian pendorong roti menggunakan besi siku lubang dengan ketebalan 1,5mm sebagai rangkanya, kayu ukuran 4x6cm untuk penyangga bagian bawah dan galvalum ukuran 1mm sebagai alas roti serta karton 5mm berbentuk kubus ukuran panjang 13cm lebar 13cm dan tinggi 11cm sebagai wadah roti. Pada bagian ini juga terdapat *disk drive* yang telah dimodifikasi sebagai motor pendorong roti. Pada bagian pengoles selai terbuat dari besi siku dan wadah plastik berukuran panjang 7cm lebar 5cm dan tinggi 15cm sebagai silo (penampungan selai) sebanyak

3 buah yang mewakili 3 jenis rasa selai yaitu strawberry, jeruk dan melon.

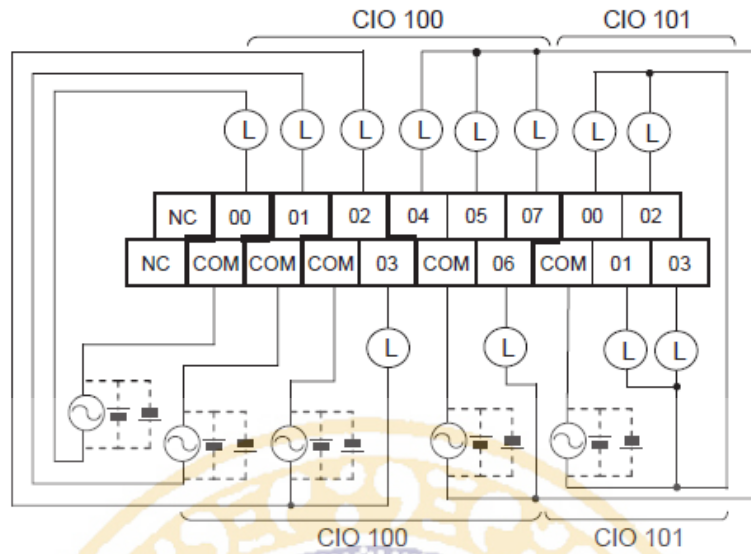
Bagian pendorong roti 1 akan mulai bekerja setelah user mengaktifkan tombol start dan telah memilih salah satu jenis selai. Dimana sensor limit switch 1 digunakan untuk motor mundur sekaligus sebagai counter jumlah roti dan sensor selai mendeteksi roti untuk membuka valve selai sesuai jenis yang dipilih. Kemudian pendorong roti 2 akan bekerja setelah sensor penumpuk mendeteksi adanya roti yang menggunakan limit switch 2 sebagai sensor motor mundur. Cara kerja sensor ini adalah berdasarkan pintu logika OR dan AND.

### 3.3.3 Perancangan Modul PLC OMRON CP1L

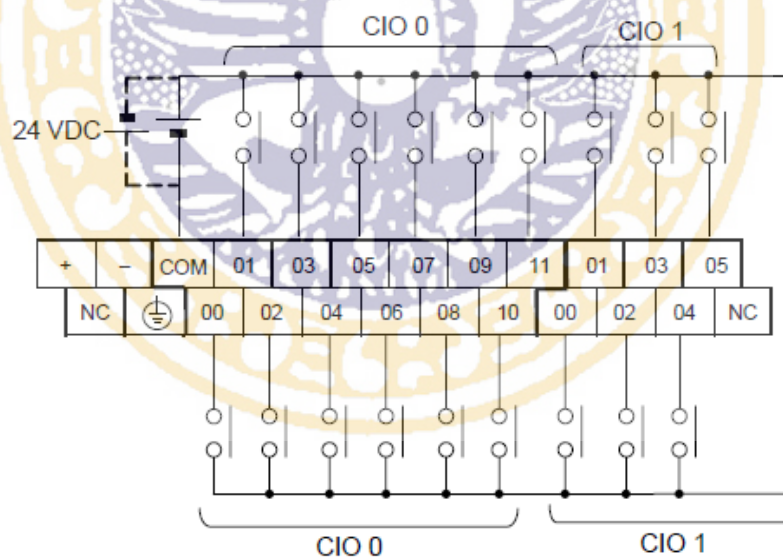
Perancangan modul PLC ini dibutuhkan beberapa komponen dasar untuk pembuatannya yaitu :

1. *Power Supply* 24VDC
2. PLC OMRON CP1L
3. *Connector Relay* 8 pin / 11 pin
4. *Relay* MK2P / MK3P
5. MCB 4A
6. *Toogle switch / Push Button*

Dari komponen-komponen tersebut dapat dirancang modul PLC melalui *wiring* yang sesuai dengan buku petunjuk. Adapun cara merangkai modul PLC OMRON yaitu seperti pada Gambar 3.3 :



Gambar 3.3 Rangkaian *Output* PLC OMRON CP1L (Sumber : *Manual Book PLC OMRON CP1L*)



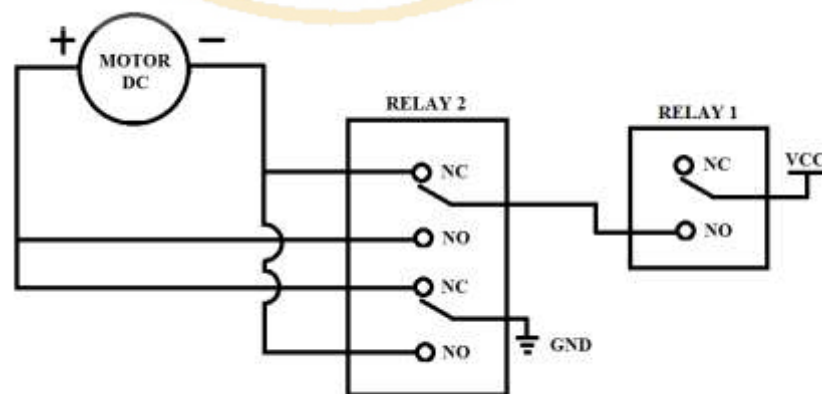
Gambar 3.4 Rangkaian *Input* PLC OMRON CP1L (Sumber : *Manual Book PLC OMRON CP1L*)



### 3.3.4 Pembuatan Sistem Penggerak

Prosedur pembuatan sistem penggerak konveyor sama seperti rangkaian pada umumnya yaitu salah satu sumber catu daya dihubungkan dengan *relay* sebagai *switch*, akan tetapi terdapat motor pendorong roti yang bekerja dengan cara maju mundur otomatis dengan cara pengkabelan. Langkah – langkah pembuatan rangkaian penggerak motor DC 12V adalah sebagai berikut:

1. Salah satu motor DC akan disambungkan pada NO *relay* (motor konveyor).
2. Masing masing kutub akan dicabang menjadi 2 dan 1 dari masing-masing kutub akan disambungkan pada NO *relay* dan 1 dari masing – masing kutubnya lagi disambungkan pada NC *relay*, ini dimaksudkan agar motor bisa bergerak bolak balik saat motor diberikan *input* (motor pendorong roti).
3. Common *relay* akan diberikan input 24V DC, sehingga motor akan berputar jika *relay* berlogika *high*.



Gambar 3.5 Rangkaian Pengkabelan Motor Pendorong Roti.

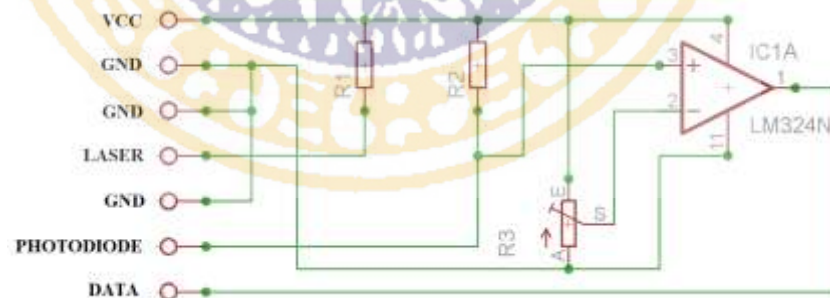
### 3.3.5 Pembuatan Sistem Deteksi

Sistem deteksi ini dibentuk oleh rangkaian sensor *photodiode*, rangkaian komparator dan LED.

Prosedur pembuatan sensor *Photodiode*, LED dan komparator LM324 adalah sebagai berikut:

1. Membuat tata jalur dan letak komponen-komponen sensor *photodiode*, LED dan komparator LM324 pada PCB
2. Melakukan koreksi pada jalur tata jalur dan tata letak rangkaian jika terjadi kesalahan
3. Melakukan uji coba rangkaian sensor *photodiode* dengan memberi tegangan 24V DC.

Komponen elektronik yang berfungsi sebagai pembanding dua nilai kemudian memberikan hasilnya, mana yang lebih besar dan mana yang lebih kecil.



Gambar 3.6 Rangkaian Skematik Komparator, *Photodiode* dan *LED*

### 3.3.6 Pembuatan Sistem Valve

Prosedur pembuatan sistem valve menggunakan jenis solenoid valve dengan sumber tegangan AC (bolak balik) yang dihubungkan

dengan *relay* sebagai *switch*. Langkah langkah pembuatan rangkaian sistem valve yaitu:

1. Salah satu kaki solenoid dihubungkan dengan sumber tegangan N (Neutral).
2. Salah satu kaki yang lain dihubungkan dengan *relay* sebagai *switch* yang terhubung dengan sumber tegangan L (Line).

### 3.4 Analisis Data

Untuk mengetahui keberhasilan dari plant yang akan dibangun, maka perlu dilakukan pengujian *input* dan *output* alat seperti sensor photodiode, motor dan *valve solenoide*. Adapun pengujian yang dilakukan pada perancangan alat ini yaitu meliputi:

#### 3.4.1 Pengujian PLC OMRON CP1L

Pada pengujian PLC akan dilakukan pengambilan data yaitu berupa konfigurasi *port-port* masukan dan keluaran yang akan digunakan untuk rancang bangun ini. Apakah *port-port* tersebut sesuai dengan diagram blok pada *software* atau berbeda.

#### 3.4.2 Pengujian *Relay* pada PLC

Pengujian *relay* dilakukan untuk memastikan apakah *relay* dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Dibutuhkan 8 *relay* agar alat dapat berjalan sesuai dengan program yang telah dibuat.

### 3.4.3 Pengujian Aktivasi Sensor Photodiode

Pada sensor photodiode dilakukan aktivasi terhadap PLC. Dengan adanya cahaya dari lingkungan luar apakah mempengaruhi kinerja sensor photodiode.

### 3.4.4 Pengujian Motor Konveyor dan Motor Pendorong Roti

Pada motor dilakukan pengambilan data yaitu berupa keberhasilan data yang telah dilakukan pada motor konveyor maupun motor pendorong roti.

### 3.4.5 Pengujian Valve Solenoid

Pengujian *valve solenoid* dilakukan untuk mencocokkan hasil pemberian input pilihan terhadap eksekusi salah satu *valve* yang sesuai dalam menentukan keberhasilan data hasil masukan.

### 3.4.6 Pengujian Kondisi Selai

Pada pengujian kondisi selai akan dilakukan untuk mengetahui tingkat rata-rata hasil pemberian selai pada roti yang dilakukan secara kualitatif dalam menentukan hasil pengolesan selai.

### 3.4.7 Pengujian Keseluruhan Plant

Pada pengujian keseluruhan plant ini dilakukan untuk mengetahui kinerja keseluruhan bagian alat sehingga dapat diperoleh data hasil prosentase keberhasilan pembuatan alat. Kesesuaian antara data yang diinginkan dengan kinerja alat yang sebenarnya akan dijadikan sebagai presentase keberhasilan dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$\frac{n \text{ keberhasilan}}{n \text{ percobaan}} \times 100\% = \% \text{ keberhasilan} \quad (3.1)$$

Keterangan :

n keberhasilan = jumlah keberhasilan yang terjadi

n percobaan = jumlah percobaan yang dilakukan



## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

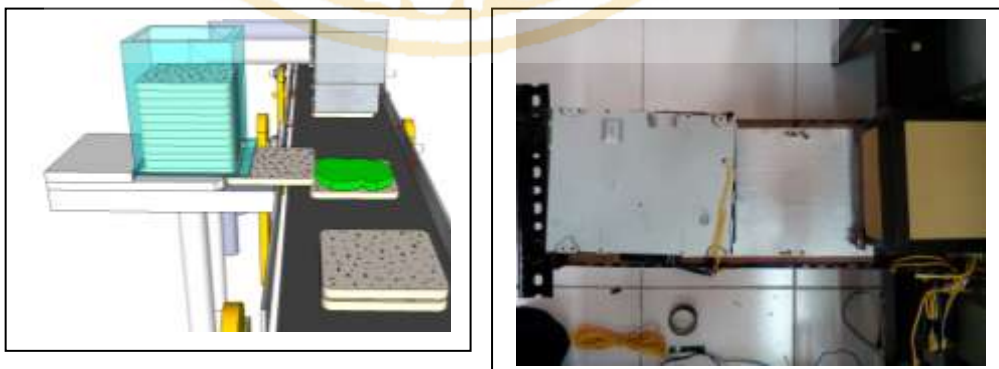
Pada bab ini dimaksudkan untuk mengetahui secara keseluruhan hasil pengujian dan analisa dari perancangan alat yang telah dibuat, dengan demikian akan diketahui persentase kesalahan alat apakah sesuai dengan harapan.

#### 4.1. Hasil Pembuatan Alat

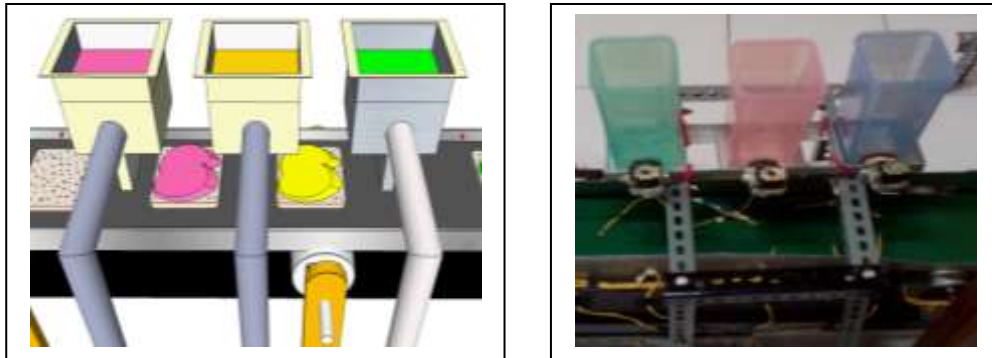
Melalui proses pengumpulan bahan dan dasar teori maupun proses kerja, telah dibuat “Rancang Bangun Alat Pembuat Roti Sandwich Aneka Rasa Otomatis Berbasis PLC”.



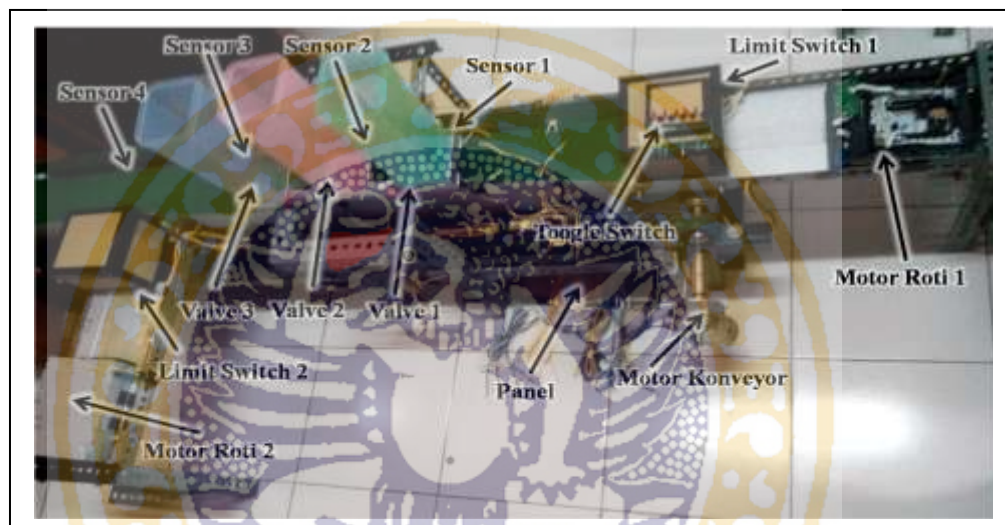
Gambar 4.1 Motor Pendorong Roti 1



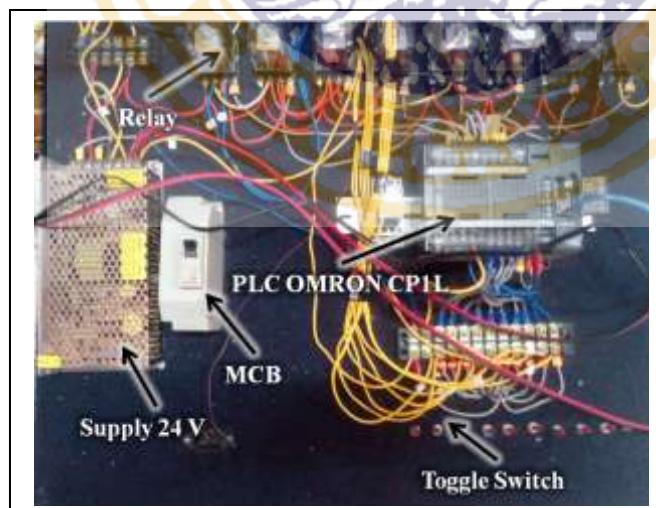
Gambar 4.2 Motor Pendorong Roti 2



Gambar 4.3 Valve Selai 3 Rasa (Strawberry, Jeruk dan Melon)



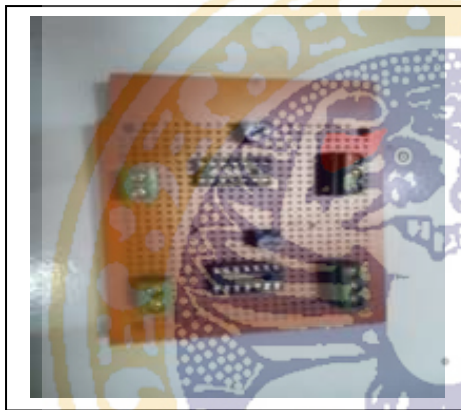
Gambar 4.4 Hasil Pembuatan *Plant*



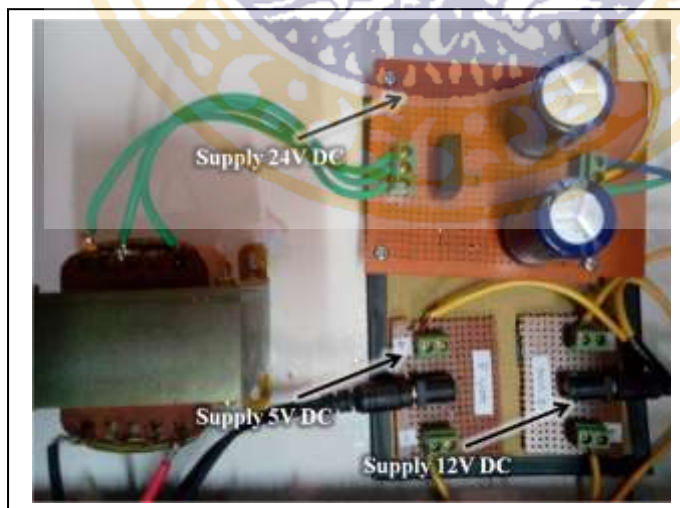
Gambar 4.5 Hasil Pembuatan Modul PLC OMRON CP1L



Gambar 4.6 Hasil Pembuatan Panel Kontrol *Plant*



Gambar 4.7 Hasil Pembuatan Rangkaian Komparator



Gambar 4.8 Hasil Pembuatan Rangkaian Catudaya



## 4.2 Pengalamatan Data

Pada pengamatan yang dilakukan pada *plant* ini, telah didapatkan hasil percobaan untuk pengujian sistem. Hasil percobaan tersebut didapat dari beberapa pengujian. Berikut hasil pengujian yang didapat pada Tabel 4.1:

Tabel 4.1 Alamat Penggunaan *Port Input*

<b>Port Masukan PLC</b>	<b>Keterangan</b>
PORT 0.00	Konfigurasi masukan dari <i>Start/Stop</i>
PORT 0.01	(tidak terpakai)
PORT 0.02	Konfigurasi masukan dari PD selai 1
PORT 0.03	Konfigurasi masukan dari PD selai 2
PORT 0.04	Konfigurasi masukan dari PD selai 3
PORT 0.05	Konfigurasi masukan dari PD penumpuk
PORT 0.06	Konfigurasi masukan dari LS roti 1
PORT 0.07	Konfigurasi masukan dari LS roti 2
PORT 0.08	Konfigurasi masukan dari TS selai 1
PORT 0.09	Konfigurasi masukan dari TS selai 2
PORT 0.10	Konfigurasi masukan dari TS selai 3
PORT 0.11	(tidak terpakai)
PORT 1.00	(tidak terpakai)
PORT 1.01	(tidak terpakai)
PORT 1.02	(tidak terpakai)
PORT 1.03	(tidak terpakai)

PORT 1.04	(tidak terpakai)
PORT 1.05	(tidak terpakai)

Tabel 4.2 alamat Penggunaan *Port Output*

<b>Port Keluaran PLC</b>	<b>Keterangan</b>
PORT 100.00	Konfigurasi keluaran untuk relai 1
PORT 100.01	Konfigurasi keluaran untuk relai 2
PORT 100.02	Konfigurasi keluaran untuk relai 3
PORT 100.03	Konfigurasi keluaran untuk relai 4
PORT 100.04	Konfigurasi keluaran untuk relai 5
PORT 100.05	Konfigurasi keluaran untuk relai 6
PORT 100.06	Konfigurasi keluaran untuk relai 7
PORT 100.07	Konfigurasi keluaran untuk relai 8
PORT 100.08	(tidak terpakai)
PORT 101.00	(tidak terpakai)
PORT 101.01	(tidak terpakai)
PORT 101.02	(tidak terpakai)
PORT 101.03	(tidak terpakai)

Diketahui pada *port* masukan ada 10 masukan yang digunakan dan memiliki fungsi yang berbeda-beda, terlihat pada Tabel 4.1. Dan juga pada *port* keluaran ada 8 keluaran yang memiliki fungsi yang berbeda-beda, terlihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.3 Pengalamatan *Relay*

Pengujian <i>relay</i> ON	Aktifasi
<i>Relay 1</i>	Konveyor
<i>Relay 2</i>	<i>Solenoid valve</i> selai 1
<i>Relay 3</i>	<i>Solenoid valve</i> selai 2
<i>Relay 4</i>	<i>Solenoid valve</i> selai 3
<i>Relay 5</i>	Motor pendorong roti 1 maju
<i>Relay 6</i>	Motor pendorong roti 1 mundur
<i>Relay 7</i>	Motor pendorong roti 2 maju
<i>Relay 8</i>	Motor pendorong roti 2 mundur
<i>Relay 9</i>	(tidak terpakai)
<i>Relay 10</i>	(tidak terpakai)
<i>Relay 11</i>	(tidak terpakai)
<i>Relay 12</i>	(tidak terpakai)

Pada Tabel 4.3 diketahui bahwa terdapat 8 *relay* dan setiap *relay* memiliki fungsi yang berbeda. *Relay 1* yang dihubungkan dengan motor konveyor supaya dapat bekerja dengan baik. *Relay 2* yang dihubungkan dengan *solenoid valve* selai 1 agar dapat bekerja dengan baik. *Relay 3* yang dihubungkan dengan *solenoid valve* selai 2 agar dapat bekerja dengan baik. *Relay 4* yang dihubungkan dengan *solenoid valve* selai 3 agar dapat bekerja dengan baik. *Relay 5* dan *relay 6* aktif bersamaan agar motor 5 dapat mensupply tegangan ke *relay 6* dan *relay 6* dapat menjalankan maju dan akan menyentuh *limit switch* dan menonaktifkan *relay 5*. Dan juga pada saat

mundur digunakan *timer* untuk menonaktifkan *relay* 6. Begitu juga untuk *relay* 7 dan 8 sistem kerjanya sama dengan *relay* 5-6.

### 4.3 Hasil Penelitian

#### 4.3.1 Pengujian Keluaran Komparator

Pengujian sensor yaitu untuk memastikan sensor dapat berfungsi dengan baik dan benar.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Keluaran Komparator

Sensor Photodioda	Sensor tidak terhalang		Sensor terhalang	
	V <sub>reff</sub>	V <sub>out</sub>	V <sub>reff</sub>	V <sub>out</sub>
S1 (PD selai 1)	0 V	0 V	24 V	22,9 V
S2 (PD selai 2)	0 V	0 V	24 V	23 V
S3 (PD selai 3)	0 V	0 V	24 V	23,2 V
S4 (PD penumpuk)	0 V	0 V	24 V	23,1 V

Pada sensor 1 sampai sensor 4 terdapat nilai tegangan yang berbeda-beda antara sensor *photodiode* terhalang dan tanpa halangan, hal ini disebabkan oleh tegangan yang masuk pada IC komparator yang berbeda-beda. Dan juga pada perbandingan antara masukan pada V1 dan V2 hanya berselisih kecil hampir mendekati nilai ideal yaitu nol. Pada sensor photodioda 1-4 jika sensor photodioda tidak terhalang barang tegangan keluarannya sama seperti GND, dan jika sensor photodioda terhalang barang maka tegangan keluarannya hampir sama

dengan tegangan VCC. Hal ini disebabkan karena pada sensor photodiode 1-4 adalah menggunakan prinsip kerja aktif *low*.

#### 4.3.2 Pengujian Motor Konveyor

Pengujian motor konveyor yaitu memastikan bahwa motor mampu bekerja dengan baik sesuai yang diinginkan tanpa adanya gangguan.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Motor Konveyor

<b>Motor</b>	<b>Kontrol</b>	<b>Kriteria</b>	<b>Keadaan motor</b>	<b>Keterangan</b>
<b>Konveyor</b>	<i>Relay</i>			
	0	Berhenti	Berhenti	Berhasil
	1	Maju	Maju	Berhasil

*Keterangan : 1 = Aktif*

*0 = Tidak Aktif*

Berdasarkan hasil pengujian motor konveyor mampu bekerja sesuai kontrol pada *relay* yang memungkinkan motor bergerak maju dan berhenti sesuai input.

#### 4.3.3 Pengujian Catu Daya

Pengujian catu daya yaitu memastikan bahwa catu daya mampu bekerja dengan baik sesuai yang diinginkan tanpa adanya gangguan.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Catu Daya

<b>Catu Daya</b>	<b><i>Vin (volt)</i></b>	<b><i>Vout (volt)</i></b>	<b>Keterangan</b>
	220 V	16,18 V	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian catu daya mampu bekerja sesuai daerah kerja 24 Volt DC yang dapat digunakan untuk mensupply tegangan pada komponen alat.

#### 4.3.4 Pengujian Motor Pendorong Roti

Pengujian motor pendorong roti yaitu memastikan bahwa motor bekerja dengan baik tanpa adanya gangguan dengan cara pengkabelan yang telah dibuat.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Motor Pendorong Roti

Motor ke-n	Kontrol		Keadaan motor	Keterangan
	A	B		
1	0	0	Berhenti	Berhasil
	0	1	Mundur	Berhasil
	1	0	Maju	Berhasil
	1	1	Berhenti	Berhasil
2	0	0	Berhenti	Berhasil
	0	1	Mundur	Berhasil
	1	0	Maju	Berhasil
	1	1	Berhenti	Berhasil

*Keterangan : 1 = Aktif*

*0 = Tidak Aktif*

*A = Input Relay 1*

*B = Input Relay 2*

Dari data yang didapatkan bahwa menggunakan konfigurasi pengkabelan yang diterapkan tidak mengalami masalah. Dimana dengan menggunakan 2 buah *relay* setiap motornya mampu dikontrol untuk bergerak maju, mundur dan berhenti yang perputaran motornya diatur menggunakan *timer* yang sesuai.

#### 4.3.5 Pengujian *Limit Switch*

Pengujian *limit switch* yaitu memastikan bahwa *limit switch* mampu bekerja dengan baik tanpa adanya gangguan.

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Limit Switch

<i>Limit Switch</i>	Kontrol <i>Relay</i>	Kriteria	Keadaan LS	Keterangan
<i>Limit Switch 1</i>	0	Tidak aktif	Tidak aktif	Berhasil
	1	Aktif	Aktif	Berhasil
<i>Limit Switch 2</i>	0	Tidak aktif	Tidak aktif	Berhasil
	1	Aktif	Aktif	Berhasil

Keterangan : 1 = Aktif

0 = Tidak Aktif

Berdasarkan hasil pengujian *limit switch* mampu bekerja sesuai kontrol pada *relay* yang memungkinkan memberikan hasil aktif dan tidak aktif sesuai input.

#### 4.3.6 Pengujian *Solenoid Valve*

Pengujian *solenoid valve* yaitu memastikan bahwa *solenoid valve* mampu bekerja sesuai kontrol *input* yang diberikan tanpa adanya kendala.

Tabel 4.9 Hasil Pengujian *Solenoid Valve*

Jenis Valve	Kontrol Relay	Kriteria	Keadaan Valve	Keterangan
<i>Solenoid Valve 1</i>	0	Menutup	Menutup	Berhasil
	1	Membuka	Membuka	Berhasil
<i>Solenoid Valve 2</i>	0	Menutup	Menutup	Berhasil
	1	Membuka	Membuka	Berhasil
<i>Solenoid Valve 3</i>	0	Menutup	Menutup	Berhasil
	1	Membuka	Membuka	Berhasil

Keterangan : 1 = Aktif

0 = Tidak Aktif

Berdasarkan hasil pengujian ketiga *solenoid valve* mampu bekerja sesuai kontrol pada *relay* yang memungkinkan *solenoid valve* mampu membuka dan menutup sesuai input.

#### 4.3.7 Pengujian Kondisi Selai

Pengujian kondisi selai yaitu memastikan bahwa pemberian selai dapat teroleskan pada roti secara merata tanpa adanya pemberian yang kurang maupun tumpah atau terlalu banyak.



Tabel 4.10 Hasil Pengujian Kondisi Selai

Percobaan ke-n	Jenis Selai	Kondisi Selai		Keterangan
		Rata	Tidak Rata	
1	Selai 1	√	-	Berhasil
2	Selai 2	√	-	Berhasil
3	Selai 3	√	-	Berhasil

Keterangan : √ = Aktif

- = Tidak Aktif

Berdasarkan hasil pengujian kondisi selai pada masing-masing pengolesan beberapa variasi rasa mendapatkan tingkat kerataan yang cukup rata dan tidak tumpah dimana, tingkat kerataan ini diukur berdasarkan pengukuran kualitatif yang diasumsikan 80% permukaan roti terolesi selai.

#### 4.3.8 Analisis Sistem Pendorong Roti

Setelah melakukan berbagai pengujian terhadap sensor pendorong roti maka dilakukan percobaan untuk mengetahui seberapa banyak sistem pendorong mampu mendorong roti pertama maupun penumpuk roti sehingga diketahui presentase keberhasilannya.

Pada sistem pendorong roti ini menggunakan 2 motor yakni pendorong roti 1 (roti alas) dan pendorong roti 2 (roti penumpuk). Pada pendorong roti 1 menggunakan input start dan *limit switch*. Dimana input start digunakan sebagai perintah awal yang akan mengeluarkan roti alas selama *timer* tertentu dan *limit switch* digunakan untuk memberikan perintah mundur roti pendorong roti selama *timer* tertentu.

Pada pendorong roti 2 (roti penumpuk) menggunakan sensor photodiode dan *limit switch*. Dimana sensor photodiode digunakan sebagai perintah motor agar bergerak maju selama *timer* tertentu dan *limit switch* digunakan untuk memberikan perintah mundur pendorong roti selama timer tertentu. Hasil percobaan ditunjukkan pada Tabel 4.11

Tabel 4.11 Hasil Analisis Sistem Pendorong Roti

No	Percobaan sistem pendorong	Kondisi			Keterangan
		<i>Input start</i>	Sensor	<i>Limit switch</i>	
1	Motor pendorong roti 1	√	-	√	Berhasil
2	Motor pendorong roti 2	-	√	√	Berhasil

Keterangan : √ = Aktif

- = Tidak Aktif

Dari data yang telah terkumpul dari hasil percobaan maka akan di rata-rata dan ditampilkan pada Tabel 4.11 untuk mengetahui kinerja sistem pendorong roti.

#### 4.3.9 Analisis Sistem Valve Aneka Rasa

Dari kelanjutan sistem pendorong roti maka akan dilanjutkan menuju sistem *valve* aneka rasa dimana sistem akan menggunakan *toggle switch* dan sensor photodiode untuk memilih jenis selai.

Sistem *valve* aneka rasa ini menggunakan 3 buah *solenoid valve* yaitu *valve* 1 selai 1 (rasa strawberry), *valve* selai 2 (rasa jeruk), *valve* selai 3 (rasa melon), dimana setiap *valve* akan memiliki fungsi yang sama yakni memberikan rasa pada *sandwich*. Pada sistem *valve* aneka rasa ini cara kerjanya menggunakan sensor photodiode untuk mendeteksi roti dan *toggle switch* untuk memilih jenis selai. Dimana sensor photodiode selai 1 dan *toggle switch* selai 1 maka sistem akan mengaktifkan *solenoid valve* selai 1 (rasa strawberry). Sensor photodiode selai 2 dan *toggle switch* selai 2 maka sistem akan mengaktifkan *solenoid valve* selai 2 (rasa jeruk). Begitu juga sensor photodiode selai 3 dan *toggle switch* selai 3 maka sistem akan mengaktifkan *solenoid valve* selai 3 (rasa melon). Hasil percobaan ditunjukkan pada Tabel 4.12:

Tabel 4.12 Hasil Analisis *Valve* Aneka Rasa

No.	Kondisi Input						Output	Keterangan
	A	B	C	D	E	F		
1	√	-	-	√	-	-	Valve Selai 1	Berhasil
2	-	√	-	-	√	-	Valve Selai 2	Berhasil
3	-	-	√	-	-	√	Valve Selai 3	Berhasil

Keterangan : √ = Aktif

C = PD selai 3

- = Tidak Aktif

D = TS selai 1

A = PD selai 1

E = TS selai 2

B = PD selai 2

F = TS selai 3

Dari data yang telah terkumpul dari hasil percobaan maka akan di rata-rata dan ditampilkan pada Tabel 4.12 untuk mengetahui kondisi sensor dan *toggle switch* yang telah diperiksa, bahwa sistem dapat mendeteksi sesuai jenis rasa *valve* yang dipilih.

#### 4.3.10 Analisis Sistem Keseluruhan

Dari analisis masing-masing komponen dapat dilakukan analisis keseluruhan alat untuk memperoleh prosentasi keberhasilan alat yang telah dibangun.

Tabel 4.13 Hasil Analisis Sistem Keseluruhan

Percobaan Ke-	Jenis Selai	Output Valve Selai			Kondisi	Keterangan
		1	2	3		
1	Selai 1	√	-	-	Rata	Berhasil
2	Selai 2	-	√	-	Rata	Berhasil
3	Selai 3	-	-	√	Rata	Berhasil
4	Selai 1	√	-	-	Rata	Berhasil
5	Selai 2	-	√	-	Rata	Berhasil
6	Selai 3	-	-	√	Rata	Berhasil
7	Selai 1	√	-	-	Rata	Berhasil
8	Selai 2	-	√	-	Rata	Berhasil
9	Selai 3	-	-	√	Rata	Berhasil
10	Selai 1	√	-	-	Rata	Berhasil
11	Selai 2	-	√	-	Rata	Berhasil
12	Selai 3	-	-	√	Rata	Berhasil

Keterangan : √ = Aktif

- = Tidak Aktif

Dari hasil data yang didapatkan setelah melakukan percobaan dengan jenis rasa secara acak, didapatkan hasil keberhasilan sistem

adalah 100%. Dimana pengujian secara acak menginginkan akurasi sistem agar berjalan dengan baik. Jika mungkin ada kegagalan pada *plant* ini disebabkan oleh gangguan-gangguan yang disebabkan oleh adanya getaran-getaran yang disebabkan oleh motor konveyor, pemasangan *roll* pada konveyor yang kurang pas berada pada titik tengah sehingga mengakibatkan *belt* konveyor bergesek pada dinding konveyor dan menimbulkan getaran yang cukup besar.

Hasil yang telah didapatkan dari percobaan analisis sistem keseluruhan dapat dijadikan persentase keberhasilan sistem yaitu:

$$\frac{n \text{ keberhasilan}}{n \text{ percobaan}} \times 100\% = \% \text{ keberhasilan} \quad (4.1)$$

$$\frac{12}{12} \times 100\% = 100\% \quad (4.2)$$

Setelah dilakukan analisis sistem keseluruhan dapat disimpulkan bahwa keberhasilan yang telah dicapai yaitu sebesar 100%. Hasil tersebut didapatkan dari 12 kali percobaan dengan keberhasilan sebanyak 12 kali.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari kegiatan pembuatan tugas akhir dengan judul “Rancang Bangun Alat Pembuat Roti Sandwich Aneka Rasa Otomatis Berbasis PLC” dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah dapat dibuat sistem pembuat roti sandwich aneka rasa otomatis dengan menggunakan *solenoid valve*, sensor photodiode, *limit switch* dan motor DC. *Solenoid valve* digunakan sebagai pemberi selai pada roti. Photodiode digunakan sebagai pendeteksi adanya roti dan *limit switch* digunakan sebagai kontrol putaran motor mundur sekaligus penghitung sandwich yang dibuat. Sedangkan motor DC digunakan sebagai pendorong roti yang memberikan roti alas dan roti penumpuk.
2. Hasil kinerja alat yang telah dibuat dalam tugas akhir ini dengan 12 kali percobaan keseluruhan adalah sebesar 100%.

#### 5.2 Saran

Adapun saran yang dapat ditawarkan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut

1. Perlu adanya penyempurnaan dalam segi mekanik dan *hardware* alat untuk mengoptimalkan kinerja terutama pada pengolesan selai dan penumpukan roti *sandwich*.

2. Dengan adanya *plant* pembuat roti sandwich aneka rasa otomatis ini diharapkan dapat dijadikan salah satu *plant* dalam proses perkuliahan terutama pada praktikum PLC.
3. Untuk *wiring* (pengkabelan) sebaiknya ditata dengan rapi agar tidak terjadi konsleting dan juga agar bisa sesuai dengan keadaan industri.



## DAFTAR PUSTAKA

- Beriyanto, Ota. 2011, *Rancang Bangun Miniatur Batch Pencampuran bahan Minuman Secara Otomatis Berbasis PLC Siemens S7-200*. Universitas Airlangga, Surabaya.
- Bolton, W, 2006. *Programable Logic Controllers. British Library Cataloguing in Publication Data: Inggris*.
- Febrianto, Satrio, 2015. *Rancang Bangun Pemilah dan Pengepakan Barang Otomatis Berbasis PLC OMRON CP1L*. Universitas Airlangga, Surabaya.
- KF.Ibrahim, 1993. *Prinsip Dasar Elektronika*. PT. Elex Media Komputindo.
- Latifah, Hanum Syarifah, dkk., 2015. *Hubungan Antara Pengetahuan dan Kebiasaan Mengonsumsi Fast food dengan Status Gizi Pada Remaja*. Departemen Komunitas dan Medikal Bedah Universitas Riau.
- Mujoko, sapto, 2009. *Perancangan sistem antrian digital berbasis mikrokontroler AT89S51*. Sekolah tinggi manajemen informatika dan komputer. Jakarta.
- Pandiangan, Johannes, 2007. *Perancangan dan Penggunaan Photodiode Sebagai Sensor Penghindar Dinding pada Robot Forklif*. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Pramujiyanto, Mochammad Arief, 2010. *Aplikasi Mikrokontroler ATMEGA 85335 Untuk Otomatisasi Pompa Motor DC dan Solenoid Valve Pada Alat Ukur Tekanan Darah dan Denyut Nadi Gluterna Meter Digital*. Institut Teknologi Bandung.
- Prihastuti ekawatiningsih, dkk. 2008. *Restoran Jilid 2*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Direktorat Jendral Menejemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.



Sandwich. <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcT7Y8LHSTHdAIQAt4juNkdnmLBf-RKYZnV1V0IQgOZGCxIDEYZZ>. Akses tanggal 14 Desember 2015.

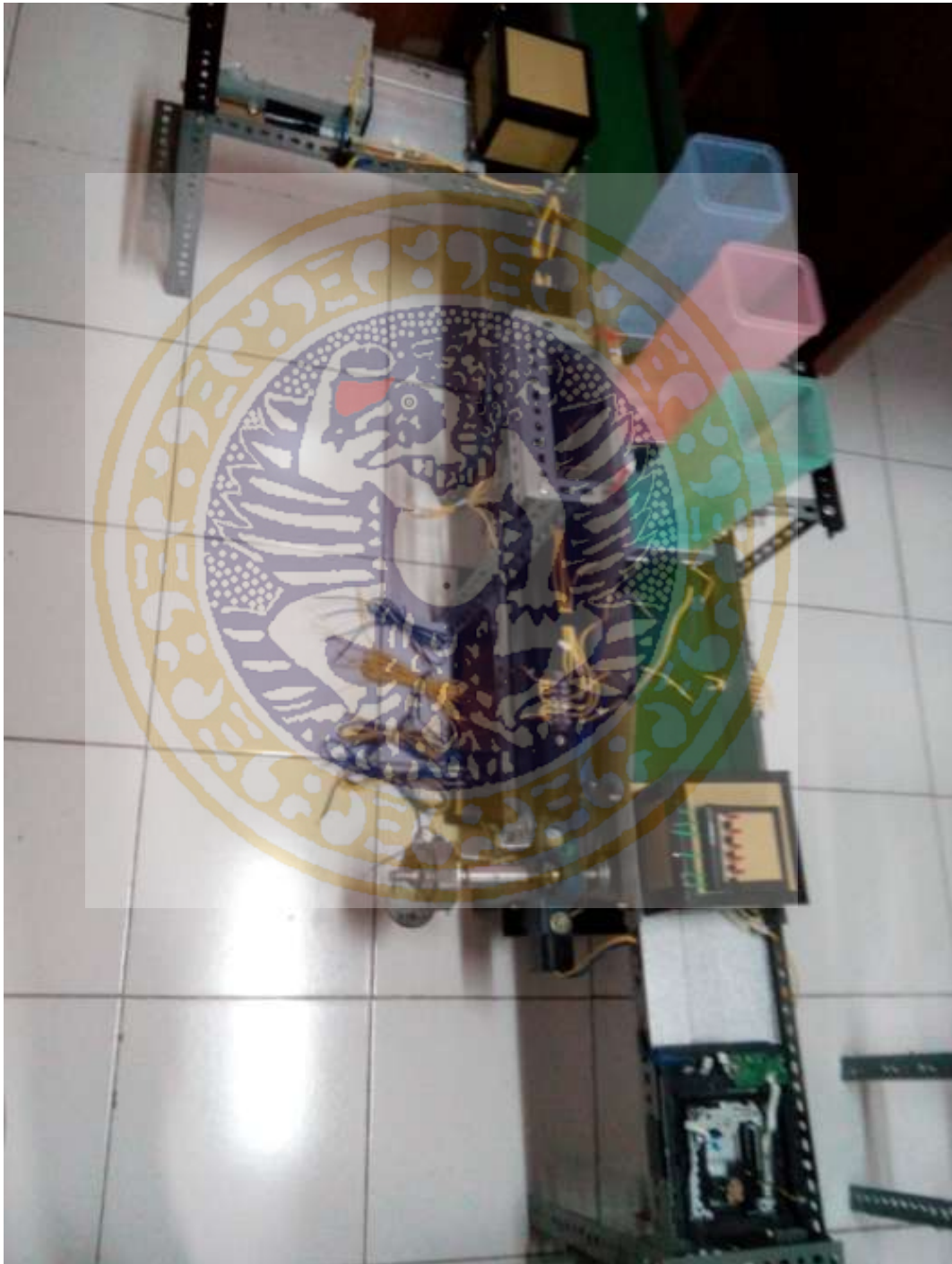
Subroto, Djoko, 2003. *Food & Beverage and Table Setting*. Jakarta: Grasindo Gramedia Widiasarana Indonesia.

Widjiantoro, Bambang, dkk., 2012. *Sistem Pengendalian Otomatis*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.



## LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Keseluruhan Mekanik Prototipe



Lampiran 2. *Manual Book PLC OMRON CP1L*

# 1 CP1L/CP1E Overview

## 1-1 CP1L/CP1E Models

1

CP1L/CP1E Overview

CP1L programmable controller is a PLC package type, available with 10, 14, 20, 30, 40 or 60 I/O points. The CP1E includes E□□(S)-type CPU Units (basic models) for standard control operations using basic, movement, arithmetic, and comparison instructions, and N□□(S□)-type CPU Units (application models) that supports connections to Programmable Terminals, Inverters, and Servo Drives. E□□(S)-type CPU Unit is available with 10, 14, 20, 30 or 40 I/O points, N□□(S□)-type CPU Unit is available with 14, 20, 30, 40 or 60 I/O points, NA□□-type CPU Unit is only available with 20 I/O points, two analog inputs and one analog output. The CP1E includes the standard E□□-type, N□□-type CPU Units and the renewal E□□S-type, N□□S(1)-type CPU Units.

For application examples that use CP1L or CP1E, refer to appendix A-4 *CP1L/CP1E Programming Examples*.

### 1-1-1 CP1L Models

#### ■ 10-point I/O Units (CP1L-L10□□-□)

- CPU unit has 6 input points and 4 output points.
- CP-series expansion I/O units cannot be used to add I/O points.



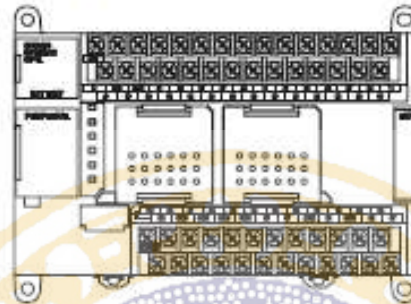
#### ■ 20-point I/O Units (CP1L-L20□□-□)

- CPU unit has 12 input points and 8 output points.
- CP-series expansion I/O units can be used to add I/O points, up to a total of 60 I/O points.



#### ■ 40-point I/O Units (CP1L-M40D□-□)

- CPU unit has 24 input points and 16 output points.
- CP-series expansion I/O units can be used to add I/O points, up to a total of 160 I/O points.

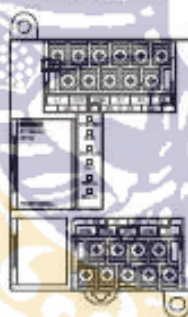


#### 1-1-2 CP1E Models

##### ■ 10-points I/O Units (CP1E-E10D□-□)

- CPU unit has 6 input points and 4 output points.
- CP-series expansion I/O units cannot be used to add I/O points.

E-type CPU Unit  
CP1E-E10D□-□



**1** 1-1 CP1L/CP1E Models

**1**  
CP1L/CP1E Overview

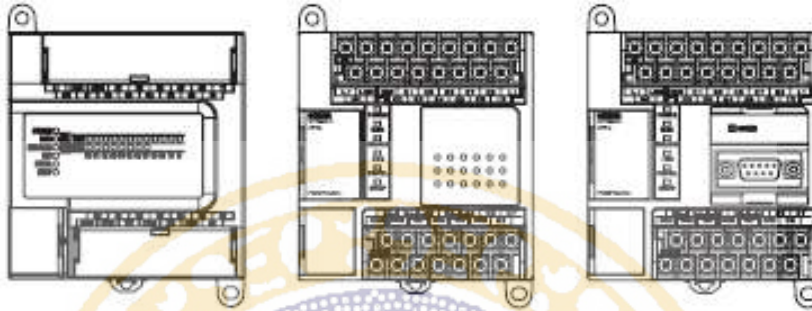
■ 20-point I/O Units (CP1E-□20(S)D□-□)

- CPU unit has 12 Input points and 8 output points.
- CP-series expansion I/O units cannot be used to add I/O points.

E□□8-type CPU Unit  
CP1E-E20SDR-A

E□□-type CPU Unit  
CP1E-E20DR-A

N□□-type CPU Unit  
CP1E-N20D□-□

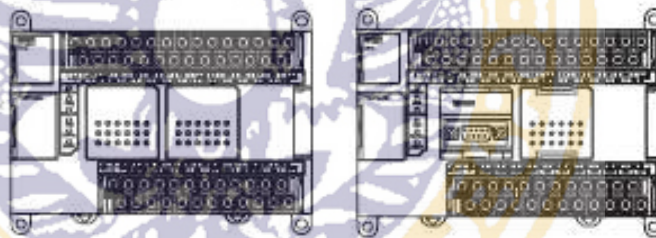


■ 40-point I/O Units (CP1E-□40(S)D□-□)

- CPU unit has 24 Input points and 16 output points.
- CP-series expansion I/O units can be used to add I/O points, up to a total of 160 I/O points.

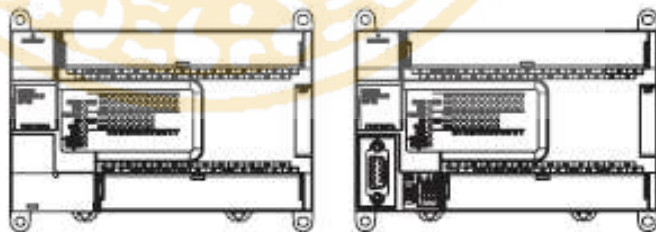
E□□4-type CPU Unit  
CP1E-E40DR-A

N□□-type CPU Unit  
CP1E-N40D□-□



E□□8-type CPU Unit  
CP1E-E40DR-A

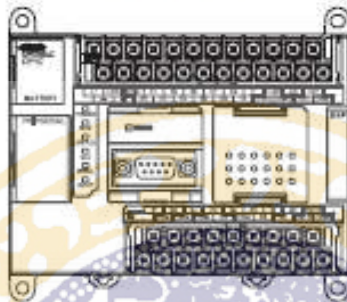
N□□S1-type CPU Unit  
CP1E-N40S1DR-□



**■ Built-in analog with 20-points I/O Units (CP1E-NA20D□-□)**

- CPU unit has built-in analog with 2 analog inputs and 1 analog output.
- CPU unit has 12 input points and 8 output points.
- CP-series expansion I/O units can be used to add I/O points, up to a total of 140 I/O points.

NA-type CPU Unit  
CP1E-NA20D□-□



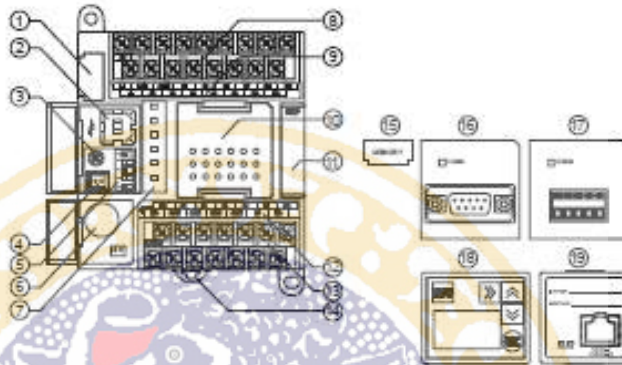
**1** 1-2 Part Names and Functions

1-2 Part Names and Functions

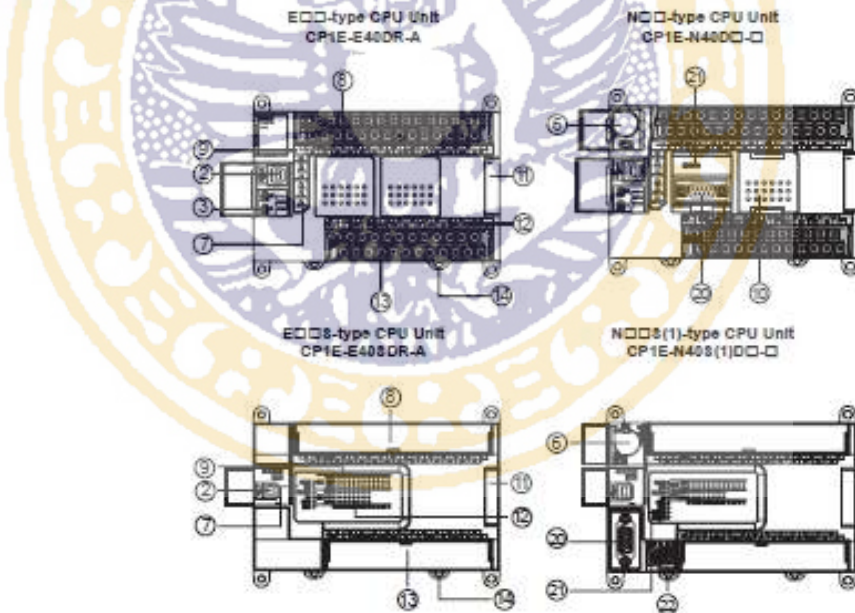
This section describes the part names and functions, using the CP1L 14-point I/O unit and CP1E 40-point I/O unit as examples.

**1**  
CP1I/CP1E Overview

■ CP1L14-point I/O Unit



■ CP1E 40-point I/O Unit



- (1) Memory cassette slot (only CP1L)  
Used to attach a memory cassette (15). Memory cassettes can be used to store backups for CP1L programs, parameters, and data memory. They also allow you to copy data to other CP1L units without using a programming tool (software).
- (2) Peripheral USB port  
Used for connection to a computer. Computers can be used for programming and monitoring.
- (3) Analog adjuster (except CP1E E□□S/N□□S(1)-type)  
Rotate to adjust the value for auxiliary area A642CH (CP1E: A642CH/ A643CH) to within the 0 to 255 range. Use to change timer and counter settings without using a programming tool (software).
- (4) External analog settings input connector (only CP1L)  
Takes an external input between 0 and 10V, and changes the value for auxiliary area A643CH to a value between 0 and 255. This input is not isolated.
- (5) DIP switches (only CP1L)  
Used for settings such as write-permission on user memory, automatic transfers from memory cassettes, and tool bus use.  
For details, refer to 2-1 Part Names and Functions of CP Series CP1L CPU Unit User's Manual (W452).
- (6) Battery (only CP1L and CP1E N/NA□□(S□)-type)  
Maintains the internal clock and RAM contents while the power supply is OFF. A battery serves as an option for CP1E N/NA□□(S□)-type CPU units.
- (7) Operation indicators  
Indicates the operating status of CP1L. Indicated statuses include power status, operating mode, errors, and peripheral USB communication status.
- (8) Power supply, ground, and input terminal block  
Used to connect the power supply line, ground line, and input lines.
- (9) Input indicators  
Lit when the corresponding input terminal contact is ON except for analog input terminal.
- (10) Option board slot  
Used to install an RS-232C option board (16) or an RS-422A/485 option board (17).
  - CP1L CPU units
    - 14/20-point I/O units may have 1 serial communication option board installed. 30/40/60-point I/O units may have up to 2 serial communication option boards installed.
  - CP1E CPU units
    - N30/40/60 or NA20 CPU units may have 1 serial communication option board installed. E10/14/20/30/40/60(S), N14/20 or N30/40/60S(1) CPU units have no slot.
- (11) Expansion I/O unit connector  
Used to connect CP-series expansion I/O units and expansion units.



## 1 1-2 Part Names and Functions

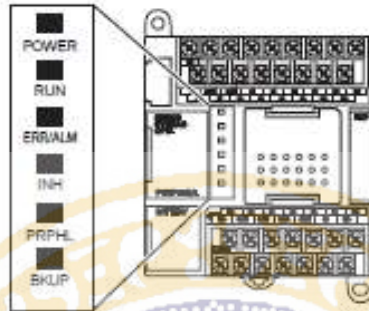
### 1

#### CP1L/CP1E Overview

- CP1L CPU units  
14/20-point I/O units may have 1 expansion unit connected. 30/40/60-point I/O units may have up to 3 expansion units connected. 10-point I/O units have no expansion unit connected.
  - CP1E CPU units  
E30/40/60(S), N30/40/60(S□) or NA20 CPU units may have up to 3 expansion units connected. E10/14/20(S) or N14/20 CPU units have no expansion unit connected.
- (12) Output Indicators  
Lit when the corresponding output terminal contact is ON except for analog output terminal.
- (13) External power supply and output terminal block
- External power supply terminal:  
Units that use AC power supply have a 24VDC external power supply terminal with a maximum capacity of 300mA. This can be used as a service power supply for input devices.  
CP1E E10/14/20(S) or N14/20 CPU units have no external power supply terminal.
  - Output terminals: Used to connect output lines.
- (14) DIN track mounting pin  
Used for mounting unit to a DIN track.
- (15) Memory cassette (optional only for CP1L)  
Used to store data from the built-in flash memory. Insert into memory cassette slot (1).
- (16) RS-232C option board  
Insert into option board slot (10).  
CP1L 10-point I/O units, CP1E E□□(S)-type units, CP1E N14/20 or N30/40/60S(1) CPU units have no slot.
- (17) RS-422A/485 option board  
Insert into option board slot (10).
- (18) LCD option board (only CP1L)  
Used to monitor various kinds of data and change the present values or settings without connecting the CX-Programmer. The specific timer switch can also be used which is not provided by the PLC.  
Insert into option board slot (10). 10-point I/O units have no slot.
- (19) Ethernet option board  
Used to add an Ethernet port. Insert into option board slot (10).
- (20) Built-in RS-232C port (only CP1E N/NA□□(S□)-type)  
By connecting a PT, the controlled system can be monitored and data can be collected.
- (21) Built-in RS-232C or RS-485 communications status indicator (only CP1E N/NA□□(S□)-type)  
Flashing when the built-in RS-232C or RS-485 port is in communication mode.
- (22) Built-in RS-485 port (only CP1E N□□S1-type)  
Connect a device such as Inverter, temperature controller, etc.

■ Indicator Statuses

This section describes the operating statuses of CP1L and CP1E as displayed by the operation indicators.



**1**  
CP1L/CP1E Overview

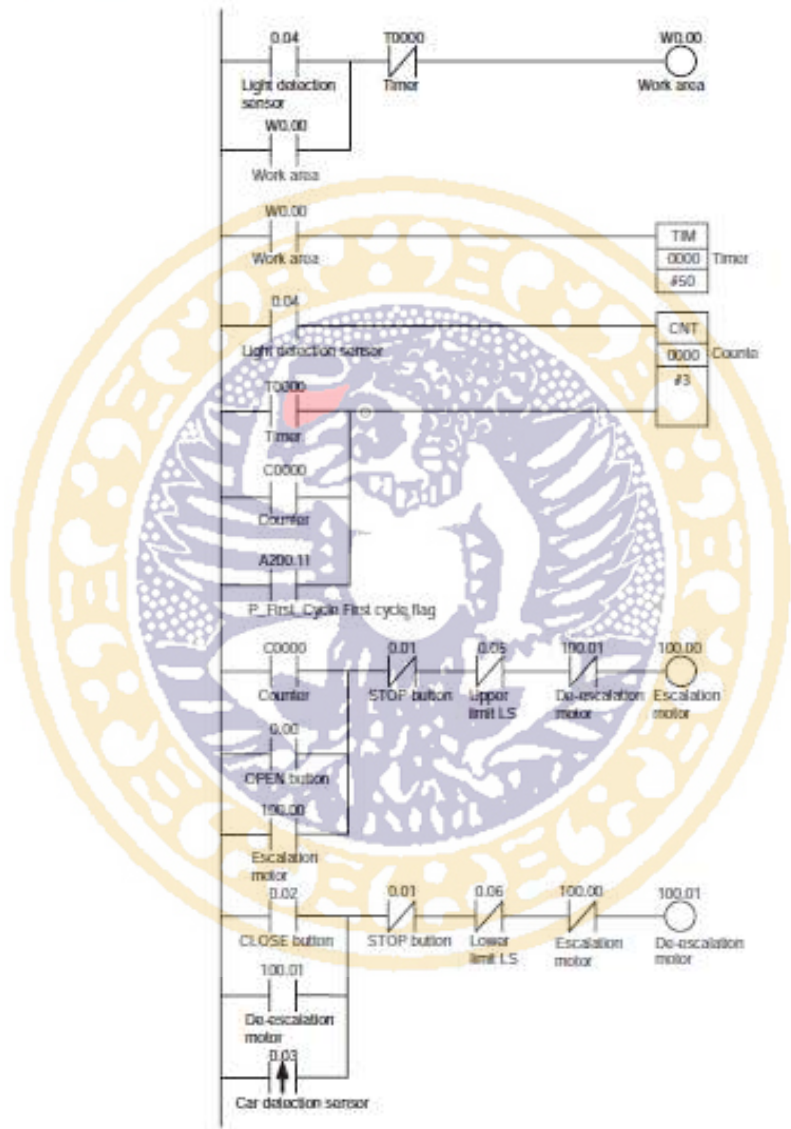
POWER (Green)	LE	Power is ON.
	Not lit	Power is OFF.
RUN (Green)	LE	CP1L/CP1E is executing a program in either RUN or MONITOR mode.
	Not lit	Operation is stopped in PROGRAM mode, or stopped due to a fatal error.
ERR/ALM (Red)	LE	A fatal error (including FAL execution) or a hardware error (WDT error) has occurred. CP1L/CP1E operation will stop, and all outputs will be turned OFF.
	Blinking	A non-fatal error (including FAL execution) has occurred. CP1L/CP1E operation will continue.
	Not lit	Operation normal.
INH (Yellow)	LE	The output OFF bit (A000.15) has turned ON. All outputs will be turned OFF.
	Not lit	Operation normal.
PRPHL (Yellow)	Blinking	Communication (either sending or receiving) is active on the peripheral USB port.
	Not lit	Any other state.
BKUP (Yellow)	LE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CP1L CPU units</li> <li>• User programs, parameters, or data memory is being written to or read from the built-in flash memory (backup memory).</li> <li>• User programs, parameters, data memory, DM defaults, or comment memory is being written to or read from the memory cassette.</li> <li>• User programs, parameters, and data memory are being restored following a PLC power-on.</li> </ul>
	Not lit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CP1E CPU units</li> <li>• The user program, parameters, or specified DM Area words are being written to the backup memory (built-in EEPROM).</li> </ul> <p>Note: Do not turn the PLC power supply OFF while this indicator is lit.</p>
	Not lit	Any other state.

**2** 2-4 Example Ladder Program

### 2-4 Example Ladder Program

An example ladder program for the shutter control system is shown below. Program creation is explained in SECTION 4.

**2** Designing Systems



## 3 Mounting and Wiring

### 3-1 Installation Notes

For improved reliability and maximized functionality, take the following factors into consideration when installing a CP1L/CP1E system.

#### ■ Installation Location

Do not install in the following locations:

- Locations subject to ambient temperature lower than 0°C or higher than 55°C.
- Locations subject to dramatic temperature changes, causing possible condensation.
- Locations subject to relative humidity lower than 10%RH or higher than 90%RH.
- Locations subject to corrosive or flammable gases.
- Locations subject to excessive dust, salt, or metal powder.
- Locations subject to shock or vibration.
- Locations exposed to direct sunlight.
- Locations subject to water, oil, or chemical reagent splashes.

Shield the system sufficiently when installing in the following locations:

- Locations subject to static electricity and other forms of noise.
- Locations subject to strong electromagnetic fields.
- Locations subject to possible radioactive exposure.
- Locations in close proximity to close to power lines.

#### ■ Installation into Cabinets and Control Panels

When installing CP1L/CP1E into a cabinet or control panel, ensure adequate environment resistance, as well as sufficient accessibility for operation and maintenance.

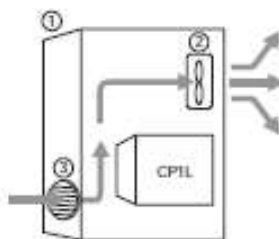
#### ● Temperature Control

The ambient operating temperature for CP1L/CP1E is 0 to 55°C. The following precautions apply.

- Provide adequate space for air flow.
- Do not install above equipment, which generates significant heat (i.e. heaters, transformers, high-capacity resistors).
- If the ambient temperature is to exceed 55°C, install a cooling fan or air conditioner.

3

Mounting and Wiring



(1) Control panel

(2) Fan

(3) Power

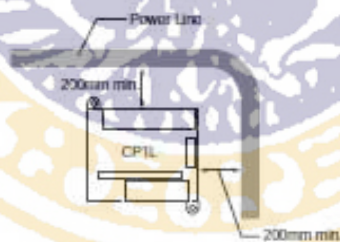
#### ● Accessibility for Operation and Maintenance

- For safety during operation and maintenance, separate the unit as far as possible from high-voltage equipment and power machinery.
- For ease of operation, mount the unit onto the control panel at a height of 1,000 to 1,500mm.

**⚠ Caution** When power is ON or has just been turned OFF, do not touch the power supply, I/O terminals, or the surrounding areas. Doing so may result in burns. After turning the power OFF, wait for the unit to cool down sufficiently before touching it.

#### ● Improving Noise Resistance

- Avoid installing into a cabinet, which also has high-voltage equipment installed.
- Secure at a distance of 200mm or more from power lines.

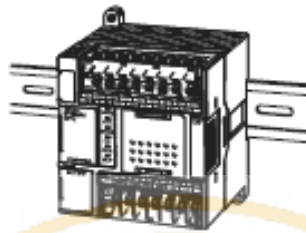


- Properly ground the mounting plate between the unit and the mounting surface.

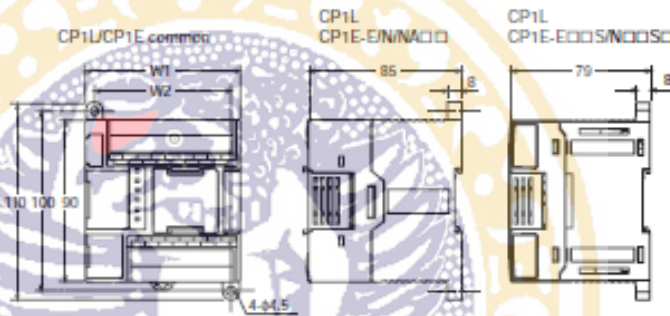
**3** 3-1 Installation Notes

● Mounting

For heat dissipation, mount CP1L/CP1E in the orientation shown below.



■ External Dimensions



Model	W1	W2
CP1L-L100□□□	66	66
CP1E-E100□□□	66	66
CP1L-L140□□□	86	76
CP1E-E140□□□	86	76
CP1L-L200□□□	86	76
CP1E-E200□□□	86	76
CP1E-NA200□□□	130	120
CP1L-M300□□□	130	120
CP1E-E300□□□	130	120
CP1L-M400□□□	150	140
CP1E-E400□□□	150	140
CP1L-M600□□□	195	185
CP1E-E600□□□	195	185

■ DIN Track

Secure the DIN track onto the control panel, using at least 3 screws.

- Use M4 screws at intervals of 210mm (5 holes) or less. Screw torque is 1.2N·m.

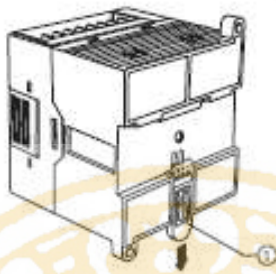
For details on installing CP1L/CP1E, refer to SECTION 3 Installation and Wiring of CP Series CP1L CPU Unit User's Manual (W462) or SECTION 5 Installation and Wiring of CP Series CP1E CPU Unit Hardware User's Manual (W479).

**3** Mounting and Wiring

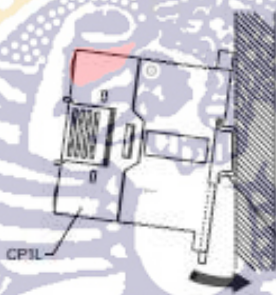
## 3-2 Mounting onto DIN Tracks

This section explains how to mount CP1L onto a DIN track.

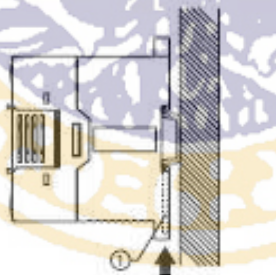
1. Pull out the DIN track mounting pin (1).



2. Hook the rear panel of CP1L onto the DIN track (1), as shown.



3. Push in the DIN track mounting pin (1) to secure CP1L.



### 3 3-3 Wiring Devices

## 3-3 Wiring Devices

This section explains how to wire CP1L (14-point I/O unit with AC power supply).

### ■ Protective Label

Wire scraps may be scattered during wiring. To prevent them from entering the unit, leave the protective label (adhered on the top surface of the unit) on until wiring is done.

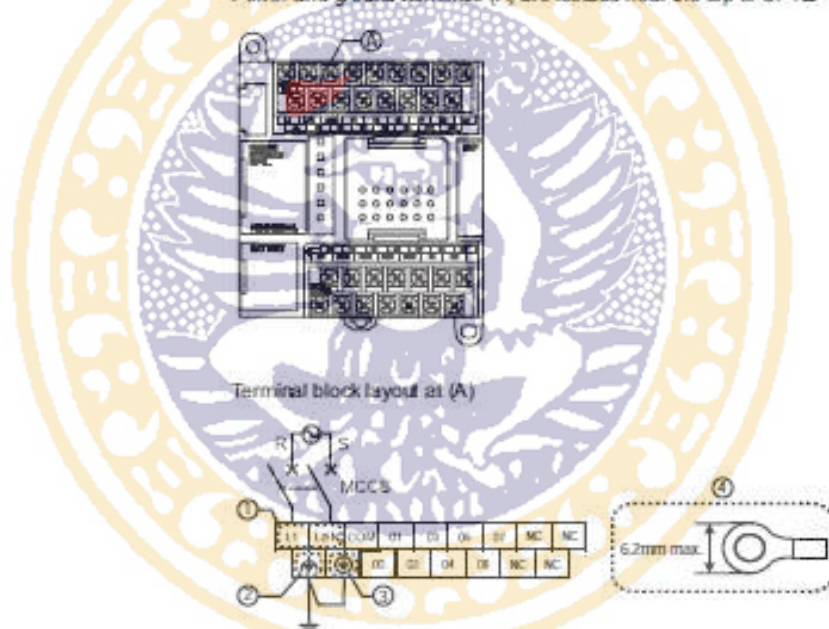
When wiring is complete, remove the label to ensure proper heat dissipation.

### 3-3-1 Connecting Power Supply and Ground Lines

This section explains how to wire the power and ground lines.

#### ■ Units with AC Power Supply

Power and ground terminals (A) are located near the top of CP1L.



#### (1) Power supply terminal

Supply 100 to 240VAC voltage at 50/60Hz.

The acceptable supply voltage range is 85 to 264VAC.

- Use separate circuits for the power supply circuit and the motor circuit, in order to prevent voltage drops due to starting currents and inrush currents from other equipment.
- Use a twisted-pair of power supply cables to prevent noise from the power supply line. Adding a 1:1 isolating transformer will further reduce electrical noise.



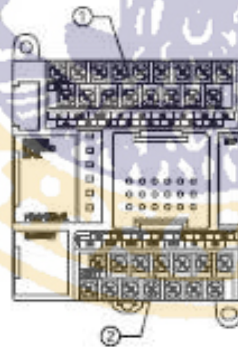
- In consideration of voltage drops and allowable current, use the thickest electrical wire possible.
- (2) LG
- LG is a functional ground terminal (noise-filtered neutral terminal). To resolve errors and electrical shocks caused by noise, short the LG and GR terminals for a class D grounding (ground resistance of 100  $\Omega$  or less).
- (3) GR
- GR is a protective ground terminal. To prevent electrical shocks, use a dedicated ground line (2mm<sup>2</sup> or thicker) for a class D grounding (ground resistance of 100  $\Omega$  or less).
- To prevent electrical shocks and noise, always ground the terminal with class D grounding (ground resistance of 100  $\Omega$  or less).
  - If the power supply has a grounded phase, connect the grounded phase to the L2/N terminal.
  - Do not share the ground line with other equipment, or connect it to building structure beams. The results may be unfavorable.
- (4) Recommended crimp terminal
- When wiring the AC power supply, use ring-type crimp terminals to prevent unintended disconnection.

**WARNING** Secure the AC power supply line to the terminal block with 0.5N m of torque. Loosening the screw may result in a fire or malfunction.

### 3-3-2 Connecting I/O Lines

#### ■ 14-point I/O Units

CP1L has input terminals located at the top, and output terminals located at the bottom.

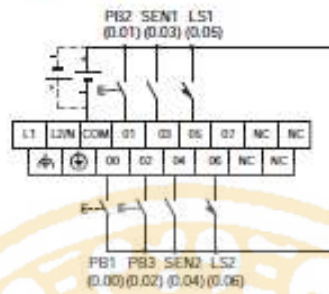


- (1) Input terminal  
(2) Output terminal

### 3 3-3 Wiring Devices

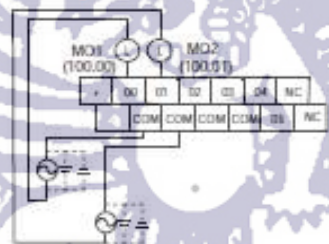
#### ●Wiring Inputs

1. Wire the inputs as shown, while referring to 2-3 I/O Allocation for the Shutter Control System.



#### ●Wiring Outputs

1. Wire the outputs as shown, while referring to 2-3 I/O Allocation for the Shutter Control System.



For details on wiring, refer to 3-5-4 I/O Wiring for CPU Units with 14 I/O Points of CP Series CP1L CPU Unit User's Manual (W462) or 5-3-3 I/O Wiring of CP Series CP1E CPU Unit Hardware User's Manual (W479).

3

Mounting and Wiring

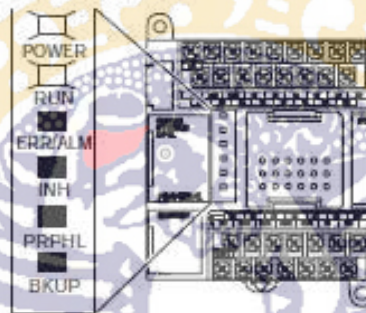
### 3-4 Power Testing CP1L

After wiring CP1L, perform a power test.

#### ■Turning Power ON

Supply power to CP1L, and then check the status with the indicators.

1. Turn the power OFF for all components (escalation motor, de-escalation motor, etc.).
2. Turn the power ON for CP1L.
3. Wait 2 seconds for the CP1L to initialize.
4. Check the indicators on CP1L. If [POWER] and [RUN] are lit, CP1L is operating normally.



Note: When CP1L is turned ON, it will go into RUN mode automatically.

5. Turn the power OFF for CP1L.

## Lampiran 3. Datasheet IC LM 324

## LM324, LM324A, LM324E, LM224, LM2902, LM2902E, LM2902V, NCV2902

### Single Supply Quad Operational Amplifiers

The LM324 series are low-cost, quad operational amplifiers with true differential inputs. They have several distinct advantages over standard operational amplifier types in single supply applications. The quad amplifier can operate at supply voltages as low as 3.0 V or as high as 32 V with quiescent currents about one-fifth of those associated with the MC1741 (on a per amplifier basis). The common mode input range includes the negative supply, thereby eliminating the necessity for external biasing components in many applications. The output voltage range also includes the negative power supply voltage.

#### Features

- Short Circuited Protected Outputs
- True Differential Input Stage
- Single Supply Operation: 3.0 V to 32 V
- Low Input Bias Currents: 100 nA Maximum (LM324A)
- Four Amplifiers Per Package
- Internally Compensated
- Common Mode Range Extends to Negative Supply
- Industry Standard Pinouts
- ESD Clamps on the Inputs Increase Ruggedness without Affecting Device Operation
- NCV Prefix for Automotive and Other Applications Requiring Unique Site and Control Change Requirements; AEC-Q100 Qualified and PPAP Capable
- These Devices are Pb-Free, Halogen Free/BFR Free and are RoHS Compliant



ON Semiconductor®

[www.onsemi.com](http://www.onsemi.com)



PDIP-14  
N SUFFIX  
CASE 648

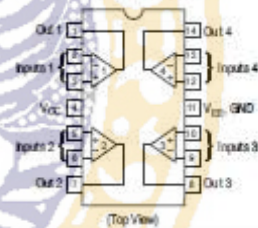


SOIC-14  
D SUFFIX  
CASE 751A



TSSOP-14  
DTB SUFFIX  
CASE 948G

#### PIN CONNECTIONS



#### ORDERING INFORMATION

See detailed ordering and shipping information in the package dimensions section on page 10 of this data sheet.

#### DEVICE MARKING INFORMATION

See general marking information in the device marking section on page 11 of this data sheet.

## LM324, LM324A, LM324E, LM224, LM2902, LM2902E, LM2902V, NCV2902

MAXIMUM RATINGS ( $T_A = +25^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted.)

Rating	Symbol	Value	Unit
Power Supply Voltages Single Supply Split Supplies	$V_{CC}$ $V_{CC}, V_{EE}$	32 $\pm 16$	Vdc
Input Differential Voltage Range (Note 1)	$V_{DIR}$	$\pm 32$	Vdc
Input Common Mode Voltage Range	$V_{ICM}$	-0.3 to 32	Vdc
Output Short Circuit Duration	$t_{SC}$	Continuous	
Junction Temperature	$T_J$	150	$^\circ\text{C}$
Thermal Resistance, Junction-to-Air (Note 2)	Case 645 Case 751A Case 948G $R_{\theta JA}$	118 156 190	$^\circ\text{C/W}$
Storage Temperature Range	$T_{stg}$	-65 to +150	$^\circ\text{C}$
Operating Ambient Temperature Range	$T_A$	LM224 LM324, LM324A, LM324E LM2902, LM2902E LM2902V, NCV2902 (Note 3) -25 to +85 0 to +70 -40 to +105 -40 to +125	$^\circ\text{C}$

Stresses exceeding those listed in the Maximum Ratings table may damage the device. If any of these limits are exceeded, device functionality should not be assumed, damage may occur and reliability may be affected.

1. Split Power Supplies.
2. All  $R_{\theta JA}$  measurements made on evaluation board with 1 oz. copper traces of minimum pad size. All device outputs were active.
3. NCV2902 is qualified for automotive use.

## ESD RATINGS

Rating	HBM	MM	Unit
ESD Protection at any Pin (Human Body Model – HBM, Machine Model – MM)			
NCV2902 (Note 3)	2000	200	V
LM324E, LM2902E	2000	200	V
LM324DR2G, LM2902DR2G	200	100	V
All Other Devices	2000	200	V

LM324, LM324A, LM324E, LM224, LM2902, LM2902E, LM2902V, NCV2902

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V<sub>CC</sub> = 5.0 V, V<sub>EE</sub> = GND, T<sub>A</sub> = 25°C, unless otherwise noted.)

Characteristics	Symbol	LM224			LM324A			LM324, LM324E			LM2902, LM2902E			LM2902V/NCV2902			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage V <sub>CC</sub> = 5.0 V to 30 V V <sub>CE</sub> = 0 V to V <sub>CC</sub> - 1.7 V, V <sub>O</sub> = 1.4 V, R <sub>G</sub> = 0 Ω T <sub>A</sub> = 25°C T <sub>A</sub> = T <sub>High</sub> (Note 4) T <sub>A</sub> = T <sub>Low</sub> (Note 4)	V <sub>IO</sub>	-	2.0	5.0	-	2.0	3.0	-	2.0	7.0	-	2.0	7.0	-	2.0	7.0	mV
Average Temperature Coefficient of Input Offset Voltage T <sub>A</sub> = T <sub>High</sub> to T <sub>Low</sub> (Notes 4 and 5)	ΔV <sub>IO</sub> /ΔT	-	7.0	-	-	7.0	30	-	7.0	-	-	7.0	-	-	7.0	-	μV/°C
Input Offset Current T <sub>A</sub> = T <sub>High</sub> to T <sub>Low</sub> (Note 4)	I <sub>IO</sub>	-	3.0	30	-	5.0	30	-	5.0	50	-	5.0	50	-	5.0	50	nA
Average Temperature Coefficient of Input Offset Current T <sub>A</sub> = T <sub>High</sub> to T <sub>Low</sub> (Notes 4 and 5)	ΔI <sub>IO</sub> /ΔT	-	10	-	-	10	500	-	10	-	-	10	-	-	10	-	μA/°C
Input Bias Current T <sub>A</sub> = T <sub>High</sub> to T <sub>Low</sub> (Note 4)	I <sub>B</sub>	-	-90	-150	-	-90	-110	-	-90	-250	-	-90	-250	-	-90	-250	nA
Input Common Mode Voltage Range (Note 5) V <sub>CC</sub> = 30 V T <sub>A</sub> = 25°C T <sub>A</sub> = T <sub>High</sub> to T <sub>Low</sub> (Note 4)	V <sub>ICM</sub>	0	-	28.3	0	-	28.2	0	-	28.3	0	-	28.3	0	-	28.3	V
Differential Input Voltage Range	V <sub>ID</sub>	-	-	V <sub>CC</sub>	-	-	V <sub>CC</sub>	-	-	V <sub>CC</sub>	-	-	V <sub>CC</sub>	-	-	V <sub>CC</sub>	V
Large Signal Open Loop Voltage Gain R <sub>L</sub> = 2.0 kΩ, V <sub>CC</sub> = 15 V, for Large V <sub>O</sub> Swing T <sub>A</sub> = T <sub>High</sub> to T <sub>Low</sub> (Note 4)	A <sub>VOL</sub>	50	100	-	25	100	-	25	100	-	25	100	-	25	100	-	WmV
Channel Separation 10 kHz < f < 20 kHz, Input Referenced	CS	-	-120	-	-	-120	-	-	-120	-	-	-120	-	-	-120	-	dB
Common Mode Rejection, R <sub>G</sub> < 10 kΩ	CMR <sub>L</sub>	70	85	-	65	70	-	65	70	-	50	70	-	50	70	-	dB
Power Supply Rejection	PSR <sub>L</sub>	85	100	-	85	100	-	85	100	-	50	100	-	50	100	-	dB

- LM224: T<sub>Low</sub> = -25°C, T<sub>High</sub> = +85°C  
LM324/LM324A/LM324E: T<sub>Low</sub> = 0°C, T<sub>High</sub> = +70°C  
LM2902/LM2902E: T<sub>Low</sub> = -40°C, T<sub>High</sub> = +105°C  
LM2902V & NCV2902: T<sub>Low</sub> = -40°C, T<sub>High</sub> = +125°C  
NCV2902 is qualified for automotive use.
- The input common mode voltage or either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3 V. The upper end of the common mode voltage range is V<sub>CC</sub> - 1.7 V, but either or both inputs can go to +3.2 V without damage, independent of the magnitude of V<sub>CC</sub>.
- Guaranteed by design.

## LM324, LM324A, LM324E, LM224, LM2902, LM2902E, LM2902V, NCV2902

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ( $V_{CC} = 5.0\text{ V}$ ,  $V_{EE} = \text{GND}$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted.)

Characteristics	Symbol	LM224			LM324A			LM324, LM324E			LM2902, LM2902E			LM2902V/NCV2902			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage – High Limit $V_{CC} = 5.0\text{ V}$ , $R_L = 2.0\text{ k}\Omega$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$ $V_{CC} = 30\text{ V}$ , $R_L = 2.0\text{ k}\Omega$ ( $T_A = T_{High}$ to $T_{Low}$ ) (Note 7) $V_{CC} = 30\text{ V}$ , $R_L = 10\text{ k}\Omega$ ( $T_A = T_{High}$ to $T_{Low}$ ) (Note 7)	$V_{OH}$	3.3	3.5	–	3.3	3.5	–	3.3	3.5	–	3.3	3.5	–	3.3	3.5	–	V
Output Voltage – Low Limit $V_{CC} = 5.0\text{ V}$ , $R_L = 10\text{ k}\Omega$ , $T_A = T_{High}$ to $T_{Low}$ (Note 7)	$V_{OL}$	–	5.0	20	–	5.0	20	–	5.0	20	–	5.0	100	–	5.0	100	mV
Output Source Current ( $V_{O1} = +1.0\text{ V}$ , $V_{CC} = 15\text{ V}$ ) $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_A = T_{High}$ to $T_{Low}$ (Note 7)	$I_{O+}$	–	20	40	–	20	40	–	20	40	–	20	40	–	20	40	mA
Output Sink Current ( $V_{O1} = -1.0\text{ V}$ , $V_{CC} = 15\text{ V}$ ) $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_A = T_{High}$ to $T_{Low}$ (Note 7) ( $V_{O1} = -1.0\text{ V}$ , $V_{O2} = 200\text{ mV}$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$ )	$I_{O-}$	–	10	20	–	10	20	–	10	20	–	10	20	–	10	20	mA
Output Short Circuit to Ground (Note 8)	$I_{SC}$	–	40	80	–	40	80	–	40	80	–	40	80	–	40	80	mA
Power Supply Current ( $T_A = T_{High}$ to $T_{Low}$ ) (Note 7) $V_{CC} = 30\text{ V}$ , $V_{O1} = 0\text{ V}$ , $R_L = \infty$ $V_{CC} = 5.0\text{ V}$ , $V_{O1} = 0\text{ V}$ , $R_L = \infty$	$I_{CC}$	–	–	3.0	–	1.4	3.0	–	3.5	–	3.0	–	–	–	3.0	–	mA

7. LM224:  $T_{Low} = -25^\circ\text{C}$ ,  $T_{High} = +65^\circ\text{C}$   
 LM324/LM324A/LM324E:  $T_{Low} = 0^\circ\text{C}$ ,  $T_{High} = +70^\circ\text{C}$   
 LM2902/LM2902E:  $T_{Low} = -40^\circ\text{C}$ ,  $T_{High} = +105^\circ\text{C}$   
 LM2902V & NCV2902:  $T_{Low} = -40^\circ\text{C}$ ,  $T_{High} = +125^\circ\text{C}$   
 NCV2902 is qualified for automotive use.

8. The input common mode voltage or either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3 V. The upper end of the common mode voltage range is  $V_{CC} - 1.7\text{ V}$ , but either or both inputs can go to  $+32\text{ V}$  without damage, independent of the magnitude of  $V_{CC}$ .

## LM324, LM324A, LM324E, LM224, LM2902, LM2902E, LM2902V, NCV2902

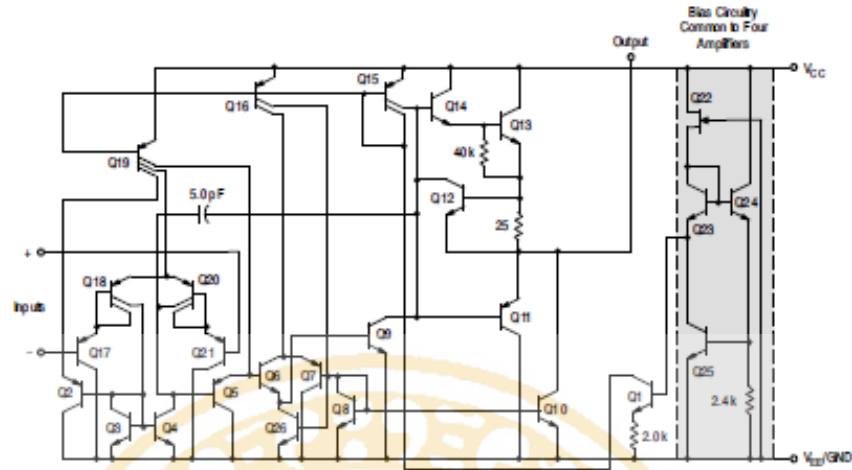


Figure 1. Representative Circuit Diagram  
(One-Fourth of Circuit Shown)



LM324, LM324A, LM324E, LM224, LM2902, LM2902E, LM2902V, NCV2902

CIRCUIT DESCRIPTION

The LM324 series is made using four internally compensated, two-stage operational amplifiers. The first stage of each consists of differential input devices Q20 and Q18 with input buffer transistors Q21 and Q17 and the differential to single ended converter Q3 and Q4. The first stage performs not only the first stage gain function but also performs the level shifting and transconductance reduction functions. By reducing the transconductance, a smaller compensation capacitor (only 5.0 pF) can be employed, thus saving chip area. The transconductance reduction is accomplished by splitting the collectors of Q20 and Q18. Another feature of this input stage is that the input common mode range can include the negative supply or ground, in single supply operation, without saturating either the input devices or the differential to single-ended converter. The second stage consists of a standard current source load amplifier stage.

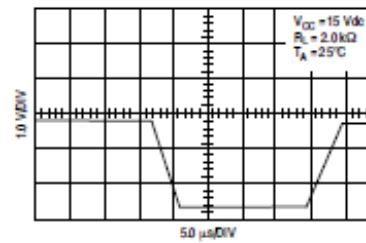


Figure 2. Large Signal Voltage Follower Response

Each amplifier is biased from an internal-voltage regulator which has a low temperature coefficient thus giving each amplifier good temperature characteristics as well as excellent power supply rejection.



Figure 3.

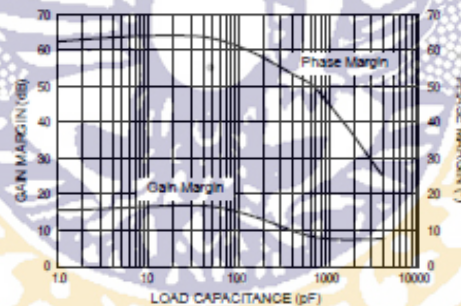


Figure 4. Gain and Phase Margin

LM324, LM324A, LM324E, LM224, LM2902, LM2902E, LM2902V, NCV2902

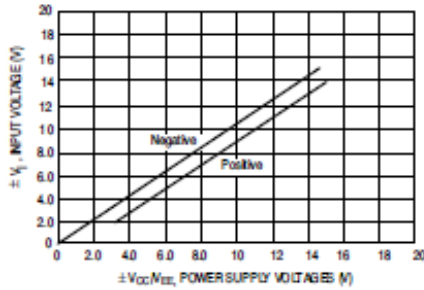


Figure 5. Input Voltage Range

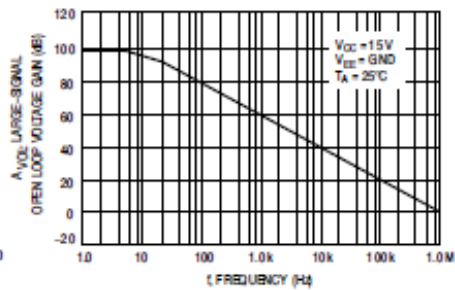


Figure 6. Open Loop Frequency

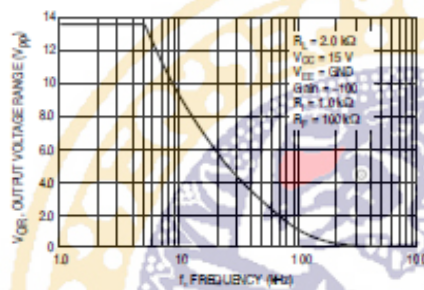


Figure 7. Large-Signal Frequency Response

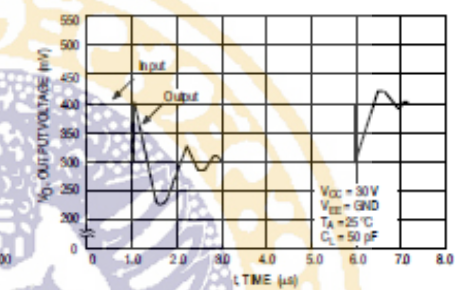


Figure 8. Small-Signal Voltage Follower Pulse Response (Noninverting)

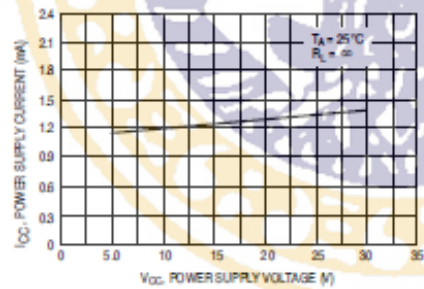


Figure 9. Power Supply Current versus Power Supply Voltage

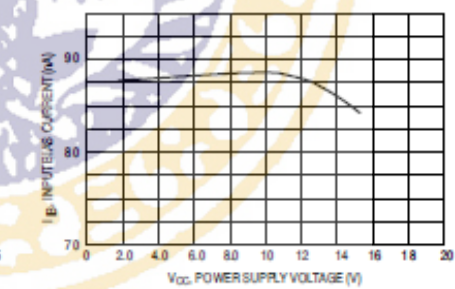


Figure 10. Input Bias Current versus Power Supply Voltage

LM324, LM324A, LM324E, LM224, LM2902, LM2902E, LM2902V, NCV2902

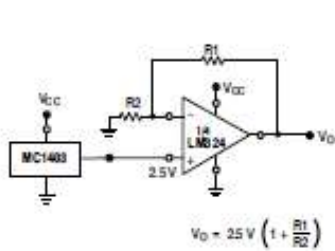


Figure 11. Voltage Reference

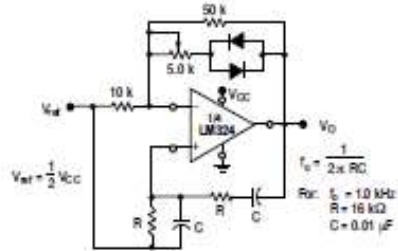


Figure 12. Wien Bridge Oscillator

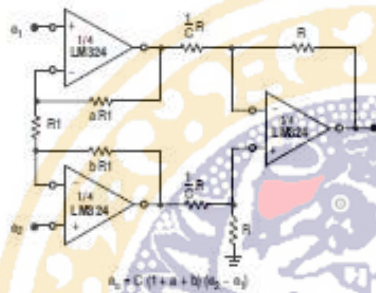


Figure 13. High Impedance Differential Amplifier

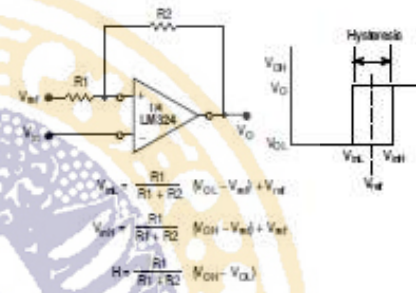


Figure 14. Comparator with Hysteresis

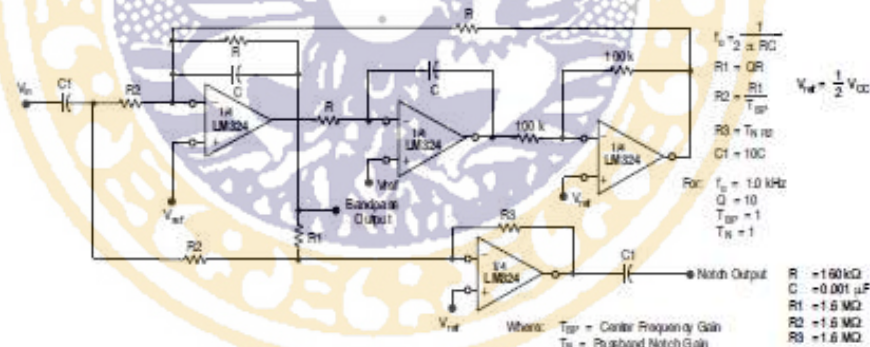


Figure 15. Bi-Quad Filter

LM324, LM324A, LM324E, LM224, LM2902, LM2902E, LM2902V, NCV2902

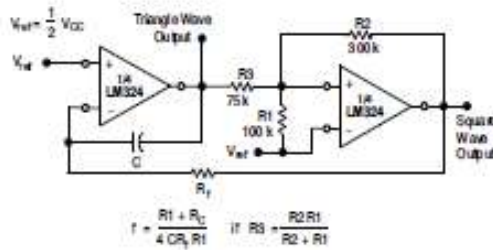


Figure 16. Function Generator

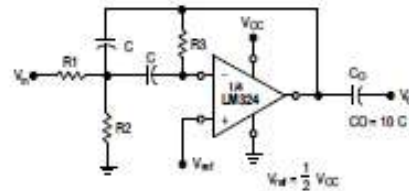


Figure 17. Multiple Feedback Bandpass Filter

Given:  $f_c$  = center frequency  
 $A(f_c)$  = gain at center frequency

Choose either  $f_c$ ,  $Q$

Then:  $R3 = \frac{Q}{\pi f_c C}$

$R1 = \frac{R3}{2A(f_c)}$

$R2 = \frac{R1 R3}{4Q^2 R1 - R3}$

For less than 10% error from operational amplifier,  $\frac{Q_c f_c}{BW} < 0.1$   
 where  $f_c$  and BW are expressed in Hz.

If an impedance varies,  $R1$  or  $r$  may be preceded with voltage follower buffer to stabilize the parameters.



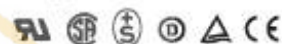
Lampiran 4 *Datasheet* Relay MK2P-I

OMRON

## General Purpose Relay

# MK

- Exceptionally reliable general purpose relay.
- Long life (minimum 100,000 electrical operations) assured by silver contacts.
- Built-in operation indicator (mechanical, LED), diode surge suppression, Varistor surge suppression.
- The contact operation can be easily checked by mechanical indicator and/or push-to-test button options.
- Conforms to CENELEC standards.
- VDE approved versions available.



## Ordering Information

To Order: Select the part number and add the dashed coil voltage rating (e.g., MK2P-S-AC120).

Type	Terminal	Coil	Contact form	Model	
				Mechanical Indicator	Mechanical indicator & push-to-test button
Standard	Plug-in	AC/DC	DPDT	MK2P-I	MK2P-S
			3PDT	MK3P-S-I	MK3P-S-S
LED indicator			DPDT	MK2PN-I	MK2PN-S
			3PDT	MK3PN-S-I	MK3PN-S-S
LED indicator and diode		DC	DPDT	MK2PND-I	MK2PND-S
			3PDT	MK3PND-S-I	MK3PND-S-S
LED indicator and varistor		AC	DPDT	MK2PNV-I	MK2PNV-S
			3PDT	MK3PNV-S-I	MK3PNV-S-S
Diode		DC	DPDT	MK2PD-I	MK2PD-S
			3PDT	MK3PD-S-I	MK3PD-S-S
Varistor		AC	DPDT	MK2PV-I	MK2PV-S
			3PDT	MK3PV-S-I	MK3PV-S-S

- Note: 1. Reverse polarity versions available on DC coil types. Consult your OMRON representative for further information.  
2. VDE approved versions are available. Consult your OMRON representative for further information.

## Accessories (Order separately)

To Order: Select the appropriate part numbers for sockets, clips, and mounting tracks (if required) from the available types chart.

### Track Mounted Sockets

Relay type	Model		
	Socket	Relay hold-down clip	Mounting track/end plate
3PDT	PF083A-E	PFC-A1	FPF-100N or FPF-50N and FPF-M (and plate)
DPDT			
3PDT	PF113A-E	PFC-A1	FPF-100N or FPF-50N and FPF-M (and plate)

General Purpose Relay **MK**

1

OMRON

## ■ Accessories (continued)

### Back Connecting Sockets

Relay type	Model	
	Socket	Relay hold-down clip
SPDT	PL08	PLC-E
DPDT	PLE08-0	PLC-10
	PL08-Q	PLC-E
SPDT	PL11	PLC-E
	PLE11-0	PLC-10
	PL11-Q	PLC-E

## Specifications

### ■ Contact Data

Load	Resistive load (p.f. = 1)		Inductive load (p.f. = 0.4)
	2 Pole	3 Pole	
Rated load	10 A at 250 VAC 10 A at 28 VDC	10 A at 120 VAC 10 A at 28 VDC 10 A at 250 VAC	7 A at 250 VAC
Contact material	Ag		
Carry current	10 A		
Max. operating voltage	250 VAC, 250 VDC		
Max. operating current	10 A		
Max. switching capacity	2,500 VA 280 W	2,500 VA/1,250 VA (NO/NC contacts) 280 W	1,750 VA
Min. permissible load	10 mA at 1 VDC		

### ■ Coil Data

#### AC

Rated voltage (VAC)	Rated current (mA) (at 60 Hz)	Coil resistance (Ω)	Coil inductance (Ref. value) (H)		Pick-up voltage	Dropout voltage	Maximum voltage	Power consumption (mW)
			Armature OFF	Armature ON				
8	380	2.9	0.0423	0.0201	80% max. Approx. 2.7 VA	30% min. (at 60 Hz) 25% min. (at 50 Hz)	110% max.	Approx. 2.3 VA (at 60 Hz) Approx. 2.7 VA (at 50 Hz)
12	180	16.3	0.3270	0.1666				
24	88.0	68.0	0.6940	0.3460				
50	39.0	308	3.155	1.530				
110	21.0	1240	13.45	7.32				
120	18.0	1578	15.04	7.19				
220	11.0	5000	49.73	27.02				
240	9.2	6737	58.62	32.07				

#### DC

Rated voltage (VDC)	Rated current (mA) (at 60 Hz)	Coil resistance (Ω)	Coil inductance (Ref. value) (H)		Pick-up voltage	Dropout voltage	Maximum voltage	Power consumption (mW)
			Armature OFF	Armature ON				
8	255	23.5	0.206	0.106	80% max. Approx. 2.7 VA	15% min.	110% max.	Approx. 1.5 W
12	126	95	0.963	0.440				
24	56	430	4.915	2.478				
48	29.5	1630	16.685	10.487				
110	15.1	7300	80.2	42.6				

Note: 1. The rated current and coil resistance are measured at a coil temperature of 23°C (73°F) with a tolerance of ±15% for DC rated current and +15%, -20% for AC rated current.

2. The rated current is reference value.

3. Performance characteristic data are measured at a coil temperature of 23°C (73°F).

4. For models with the LED indicator built-in, add an LED current of approximately 0 thru 5 mA to the rated current.

2

General Purpose Relay **MK**

OMRON

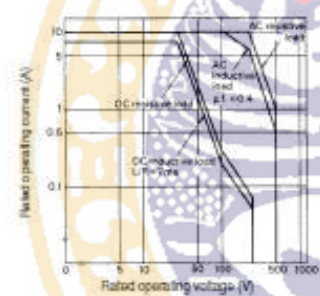
## ■ Characteristics

Contact resistance		50 mΩ max.
Operate time		AC: 20 ms max. DC: 30 ms max.
Release time		20 ms max.
Operating frequency	Mechanical	18,000 operations/hour
	Electrical	1,800 operations/hour (under rated load)
Insulation resistance		100 MΩ min. (at 500 VDC)
Dielectric strength		2,500 VAC, 50/60 Hz for 1 minute between coil and contacts 1,000 VAC, 50/60 Hz for 1 minute between contacts of same poles, between terminals of the same polarity 2,500 VAC, 50/60 Hz for 1 minute between current-carrying parts, noncurrent-carrying parts, and terminals of opposite polarity
Vibration	Mechanical durability	10 to 55 Hz, 1.50 mm (0.06 in) double amplitude
	Malfunction durability	10 to 55 Hz, 1.00 mm (0.04 in) double amplitude
Shock	Mechanical durability	1,000 m/s <sup>2</sup> (approx. 100 G)
	Malfunction durability	100 m/s <sup>2</sup> (approx. 10 G)
Ambient temperature		Operation: -10° to 40°C (14° to 104°F)
Humidity		35 to 85% RH
Service Life	Mechanical	10 million operations min. (at operating frequency of 18,000 operations/hour)
	Electrical	100,000 operations at rated load (at operating frequency of 1,800 operations/hour)
Weight		Approx. 85 g (3.0 oz)

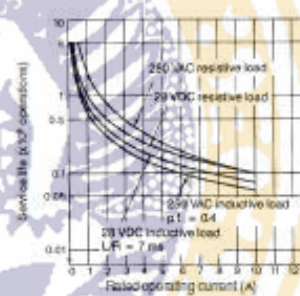
Note: Data shown are of initial value.

## ■ Characteristic Data

Maximum switching capacity  
MK2P-S



Electrical service life  
MK2P-S, MK3P-S

General Purpose Relay **MK**

3

omron

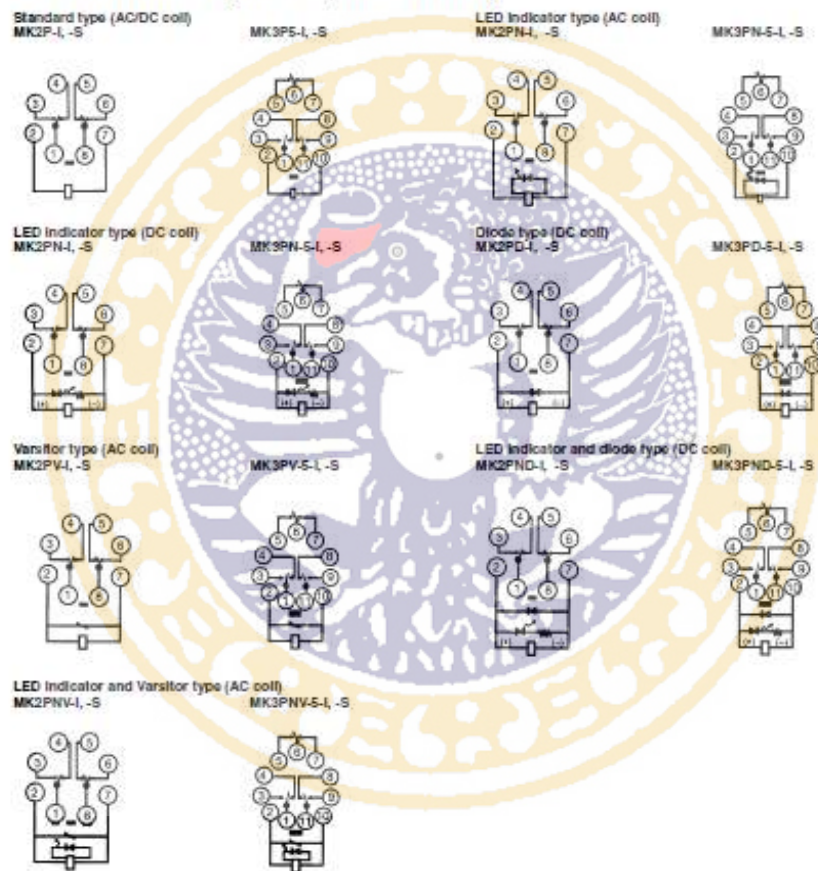
## Dimensions

Unit: mm (inch)

### ■ Relays



### ■ Terminal Arrangement (Bottom view)

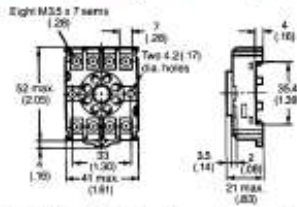
4 General Purpose Relay **MK**



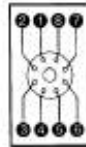


**Accessories**

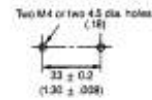
**Track mounted socket PF083A-E (conforming to DIN EN 50022)**



**Terminal arrangement**



**Mounting holes**



**Mounting dimensions of relay with socket**



Note: Model PF083A-E can be used as a front connecting socket.

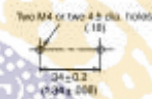
**Track mounted socket PF113A-E (conforming to DIN EN 50022)**



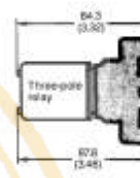
**Terminal arrangement**



**Mounting holes**

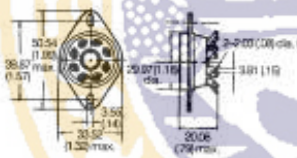


**Mounting dimensions of relay with socket**

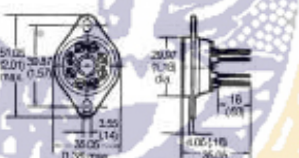


Note: Model PF113A-E can be used as a front connecting socket.

**Back connecting socket MK2 sockets (8 pin) PL08 (UL File No. E87023) Solder terminals**



**PL08-Q Wire wrap terminals**



**Printed circuit board socket PLE08-0**

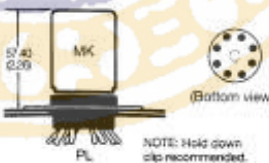


**Mounting holes PL08**



Mounting holes and panel cut-out applies to PL08 and PL08-Q

**PL08 type sockets and MK2 relay Total height dimension**



NOTE: Hold down clip recommended.

**Recommended PCB layout PLE08-0**

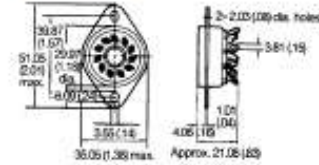




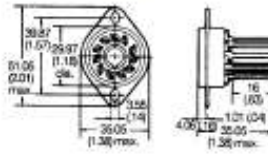
Unit: mm (inch)

Back connecting socket  
MK3 sockets (11 pin)

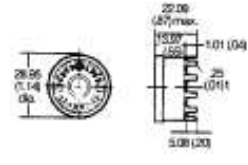
PL11 (UL File No. E87929)  
Solder terminals



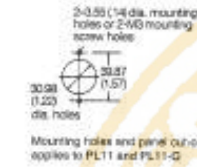
PL11-Q  
Wire wrap terminals



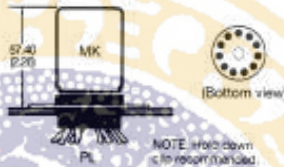
Printed circuit board socket  
PLE11-0



Mounting holes  
PL11



PL11 type sockets and MK3 relays  
Total height dimension



Recommended PCB layout  
PLE11-0

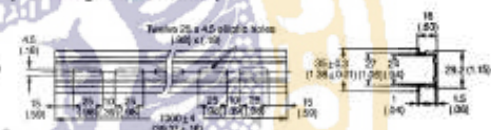


Mounting tracks

PFP-100N/PFP-50N  
(conforming to DIN EN 500022)

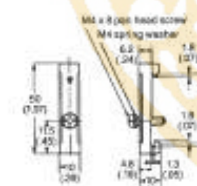


PFP-100N2  
(conforming to DIN EN 500022)



Note: 1. \*This dimension applies to mounting track PFP-50N.  
2. A total of twelve 25 x 4.50 mm (0.08 x 0.18 in) slot holes is provided with six holes cut from each rail end at a pitch of 10 mm (0.39 in) holes.

PFP-M end plate



Note: Use of Type PFP-M end plate is recommended to secure the socket on the mounting track. Be sure that the engraved arrow mark on the surface of the end plate faces upward and then tighten the screw firmly with a screwdriver.