

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Rancangan tugas akhir ini dibuat oleh penulis melalui beberapa referensi dari berbagai jurnal dan laporan tugas akhir mengenai pembuatan alat penyiraman tanaman otomatis. Beberapa referensi yang sudah ada diantaranya:

Berdasarkan laporan tugas akhir Universitas Diponegoro yang dirancang oleh Magnalia Rizky Pradinda tahun 2017 dengan judul *“Rancang Bangun Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Soil Moisture Sebagai Pengukur Kelembaban Tanah Dan Sensor Ultrasonik Sebagai Pengukur Ketinggian Tanki Air Berbasis Raspberry Pi”*^[2].

Persamaan yang ada pada Tugas Akhir tersebut dengan tugas akhir yang saya buat yaitu sama-sama membuat sebuah alat untuk mengukur kelembaban tanah dan mengatur kelembaban tersebut dengan cara menyiramnya secara otomatis, pada perancangan alat tersebut menggunakan Raspberry Pi sebagai *controller*-nya dan juga sama-sama dilengkapi dengan monitoring HMI yang akan menampilkan jumlah kadar kelembaban tanah yang di deteksi, sensor yang digunakan pada alat tersebut adalah dengan sensor *soil moisture YL 69*. Sedangkan pada alat yang saya buat akan

menggunakan PLC sebagai *controller*-nya dan menggunakan sensor FC-28 untuk mengukur kelembabannya.

Menurut Jurnal dari Universitas Islam Lamongan oleh Affan Bachri, dan Eko Wahyu Sntoso tahun 2017 dengan judul “*Prototype Penyiram Tanaman Otomatis Dengan Sensor Kelembaban Tanah Berbasis Atmega 328*”^[3].

Jurnal tersebut berisi tentang *prototype* Penyiram tanaman otomatis berbasis Atmega 328, dalam alat tersebut dilengkapi oleh beberapa sensor antara lain sensor kelembaban, sensor suhu, dan sensor ultrasonik. Sensor kelembaban digunakan untuk mengukur kadar kelembaban tanah yang pada saat itu, sensor suhu digunakan untuk membaca suhu apakah perlu dilakukan penyiraman pada tanaman atau tidak, sedangkan sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur ketinggian air pada tanki. Pada rancangan alat ini monitoring yang digunakan masih menggunakan LCD 16x2 yang akan menampilkan kadar kelembaban tanah. Tanaman akan disiram pada saat nilai kelembaban dan nilai suhu tidak kurang dari batas nilai yang ditentukan.

Dari beberapa referensi yang sudah disebutkan diatas, penulis terinspirasi untuk membuat tugas akhir mengenai perancangan alat penyiram tanaman dengan menggunakan *Programmable Logic Control* karena pada 2 referensi yang sudah disebutkan belum ada yang menggunakan PLC sebagai media kontrol dalam perancangan alatnya.

Selain itu penulis juga melakukan pengamatan yang berbeda dibanding referensi sebelumnya, pada pengamatan yang akan penulis buat adalah dengan membuat 4 tempat tanaman yang mana keempat tanaman tersebut akan dibuat berbagai kondisi, pada keempat tempat tersebut harus mampu mempertahankan kondisi yang berbeda yaitu pada tempat pertama harus mempertahankan agar kadar kelembaban pada nilai $\geq 15\%$, pada tempat kedua $\geq 35\%$, tempat ketiga $\geq 55\%$, dan tempat keempat $\geq 75\%$.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 *Programmable Logic Controller (PLC)*

2.2.1.1 Pengertian

Programmable Logic Controllers (PLC) adalah sistem berbasis mikroprosesor yang menggunakan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi dan mengimplementasikan fungsi-fungsi seperti fungsi logika, pengurutan, pewaktuan, pencacahan, dan aritmetika untuk mengontrol mesin-mesin dan proses, serta dirancang untuk dioperasikan oleh ahlinya.

PLC memiliki keuntungan utama dimana pengontrol dasar yang sama dapat digunakan untuk berbagai macam sistem kontrol. Untuk memodifikasi sebuah sistem kontrol dan ketentuan-ketentuan yang digunakan, yang perlu dilakukan operator adalah memasukan berbagai kumpulan instruksi yang berbeda. Tidak diperlukan pengkawatan ulang lagi. PLC pertama kali dikembangkan pada tahun 1969. Sekarang ini PLC telah banyak digunakan baik dalam unit-unit kecil untuk

penggunaan dengan 20 masukan/keluaran digital maupun sistem modular besar masukan/keluaran, menangani masukan digital maupun analog, dan juga menjalankan mode-mode kontrol proporsional-integral-derivatif ^[4]. Gambar 2.1 berikut ini merupakan tampilan PLC Modicon 221.



Gambar 2-1 Programmable Logic Controller (PLC)

(Sumber : [https:// assets.omron.eu/images/cp1e-n-30_prod-400x400.jpg](https://assets.omron.eu/images/cp1e-n-30_prod-400x400.jpg))

Diakses pada 1 Juli 2018)

Berdasarkan namanya konsep PLC adalah sebagai berikut:

1. *Programmable*, menunjukkan kemampuan dalam hal memori untuk menyimpan program yang telah dibuat yang dengan mudah diubah-ubah fungsi atau kegunaannya.
2. *Logic*, menunjukkan kemampuan dalam memproses input secara aritmatik dan *logic* (ALU), yakni melakukan operasi

membandingkan, menjumlahkan, mengalikan, membagi, mengurangi, negasi, AND, OR, dan lain sebagainya.

3. *Controller*, menunjukkan kemampuan dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan *output* yang diinginkan.

PLC ini dirancang untuk menggantikan suatu rangkaian *relay sequensial* dalam suatu sistem kontrol. Selain dapat diprogram, alat ini juga dapat dikendalikan, dan dioperasikan oleh orang yang tidak memiliki pengetahuan di bidang pengoperasian komputer secara khusus. PLC ini memiliki bahasa *pemrograman* yang mudah dipahami dan dapat dioperasikan bila program yang telah dibuat dengan menggunakan *software* yang sesuai dengan jenis PLC yang digunakan sudah dimasukkan. Alat ini bekerja berdasarkan *input-input* yang ada dan tergantung dari keadaan pada suatu waktu tertentu yang kemudian akan meng-*ON* atau meng-*OFF* kan *output-output*. 1 menunjukkan bahwa keadaan yang diharapkan terpenuhi sedangkan 0 berarti keadaan yang diharapkan tidak terpenuhi. PLC juga dapat diterapkan untuk pengendalian sistem yang memiliki output banyak.

2.2.1.2 Fungsi PLC

Secara umum *fungsi* PLC adalah sebagai berikut:

1. *Sekuensial Control*

PLC *memproses* input sinyal biner menjadi output yang digunakan untuk keperluan pemrosesan teknik secara berurutan (*sekuensial*), disini

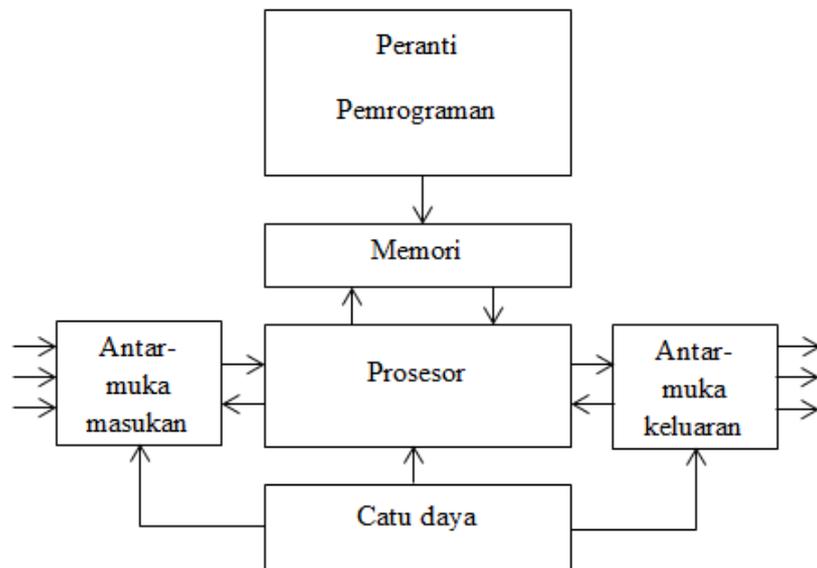
PLC menjaga agar semua step atau langkah dalam proses *sekuensial* berlangsung dalam urutan yang tepat.

2. Monitoring Plant

PLC secara terus menerus *memonitor status* suatu sistem (misalnya temperatur, tekanan, tingkat ketinggian) dan mengambil tindakan yang diperlukan sehubungan dengan proses yang dikontrol (misalnya nilai sudah melebihi batas) atau menampilkan pesan tersebut pada operator.

2.2.1.3 Bagian-bagian sistem PLC

Biasanya sebuah sistem PLC terdiri dari 5 buah komponen dasar. Kelimanya adalah unit prosesor, memori, unit catu daya, seksi antar muka masukan/keluaran, dan peranti pemrograman. Bagian-bagian sistem PLC dan hubungan antar bagiannya bisa dilihat seperti gambar 2.2 berikut ini.



Gambar 2-2 Sistem PLC

Berikut ini adalah penjelasan dari komponen-komponen yang menyusun PLC :

1. *Unit prosesor* atau *unit pemrosesan pusat* (CPU, *Centras Processing Unit*) merupakan unit yang mengandung komponen mikroprosesor dan berfungsi untuk menginterpretasikan sinyal-sinyal masukan serta menjalankan aksi-aksi kontrol sesuai dengan program yang tersimpan disalam memori, menyampaikan keputusan-keputusan yang diambil sebagai sinyal masukan ke keluaran sistem.
2. *Unit Catu Daya* (*power supply unit*) diperlukan untuk mengonversikan tegangan AC utama menjadi DC rendah yangdiperlukan oleh unit prosesor serta rangkaian-rangkaian di dalam modul-modul antarmuka masukan dan keluaran.
3. *Peranti Pemrograman* digunakan untuk memasukan program yang diinginkan ke dalam memori prosesor. Program ini dibuat dengan menggunakan peranti pemrograman dan di transfer ke unit memori PLC.
4. *Unit Memori* merupakan unit dimana program disimpan dan digunakan untuk mengontrol aksi yang dijalankan mikroprosesor.
5. *Bagian masukan* dan *keluaran* adalah bagaian sistem diamana prosesor menerima informasi dari peranti-peranti eksternal. Setiap titik masukan/keluaran memiliki alamat khusus yang unik didalam sistem. Masukan-masukanya dapat berasal dari saklar-saklar.

2.2.2 Pemrograman PLC

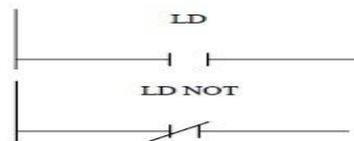
Pemrograman PLC adalah memasukkan instruksi-instruksi dasar PLC yang telah membentuk logika pengendalian suatu sistem kendali yang diinginkan. Bahasa pemrograman biasanya telah disesuaikan dengan ketentuan dari pembuat PLC itu sendiri. Dalam hal ini setiap pembuat PLC memberikan aturan-aturan tertentu yang sudah disesuaikan dengan pemrograman CPU yang digunakan pada PLC tersebut. Program yang digunakan dalam pemrograman PLC tergantung dari jenis atau merek PLC itu sendiri.

Berkaitan dengan pemrograman PLC, ada lima model atau metode pemrograman yang distandardisasi penggunaannya oleh IEC (International Electrical Commission), yaitu:

1. Instruction List (IL) atau Daftar Instruksi merupakan pemrograman dengan menggunakan instruksi-instruksi bahasa level rendah (mnemonic), seperti LD/STR, NOT, AND, dan sebagainya. IL cocok digunakan pada pengeksekusian PLC dengan prioritas kecepatan.
2. Ladder Diagram (LD) merupakan pemrograman berbasis logika relai, cocok digunakan untuk persolan-persoalan kontrol diskrit yang kondisi input/output-nya hanya memiliki dua kondisi yaitu ON dan OFF, seperti pada sistem kontrol konveyor, lift, dan motor-motor industri. Ladder diagram merupakan model pemrograman yang sudah umum dipakai oleh PLC programmer.

2.2.2.1 Instruksi Dasar PLC dengan Menggunakan Ladder Diagram

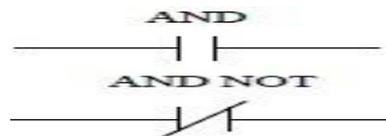
1) LD (*Load*) dan LD NOT (*Load not*)



Gambar 2-3. Simbol Diagram Ladder LD dan LD NOT

Load adalah sambungan langsung dari *line* dengan logika pensakelarnya seperti sakelar NO sedangkan *LD NOT* logika pensakelarnya adalah seperti sakelar NC. Instruksi ini dibutuhkan jika urutan kerja pada suatu sistem kendali hanya membutuhkan satu kondisi *logic* saja untuk mengeluarkan satu keluaran. Simbol *load* dan *Load Not* seperti pada gambar 2.3.

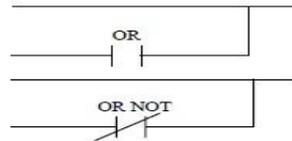
2) AND dan AND NOT



Gambar 2-4. Simbol Diagram Ladder AND dan AND NOT

Apabila memasukkan logika AND maka harus ada rangkaian yang berada di depannya, karena penyambungannya seri. Logika pensakelarnya AND seperti sakelar NO dan AND NOT seperti sakelar NC. Instruksi tersebut dibutuhkan jika urutan kerja pada suatu sistem kendali membutuhkan lebih dari satu kondisi *logic* yang harus terpenuhi semuanya untuk memperoleh satu keluaran. Simbol *And* dan *And Not* seperti pada gambar 2.4.

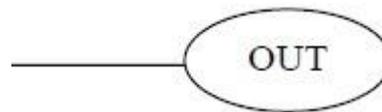
3) OR dan OR NOT



Gambar 2-5. Simbol Diagram Ladder OR dan OR NOT

OR dan OR NOT dimasukkan seperti sakelar yang posisinya paralel dengan rangkaian sebelumnya. Instruksi tersebut dibutuhkan jika *sequence* pada suatu sistem kendali membutuhkan salah satu saja dari beberapa kondisi *logic* yang terpasang paralel untuk mengeluarkan satu keluaran. Logika OR logika pensakelarnya adalah seperti sakelar NO dan OR NOT logika pensakelarnya seperti sakelar NC. Simbol *OR* dan *OR Not* seperti pada gambar 2.5.

4) OUT

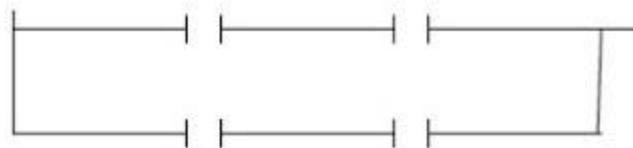


Gambar 2-6. Simbol Diagram Ladder Out

Out digunakan sebagai keluaran dari beberapa instruksi yang terpasang sebelumnya yang telah membentuk suatu logika pengendalian tertentu. Logika pengendalian dari instruksi OUT sesuai dengan pemahaman pengendalian sistem PLC yang telah dibahas di atas di mana instruksi OUT ini sebagai koil relai yang mempunyai konak di luar perangkat lunak. Sehingga jika OUT memperoleh sinyal dari instruksi program yang

terpasang maka kontak di luar perangkat lunak akan bekerja. Simbol *Out* seperti pada gambar 2.6.

5) OR LD (OR Load)

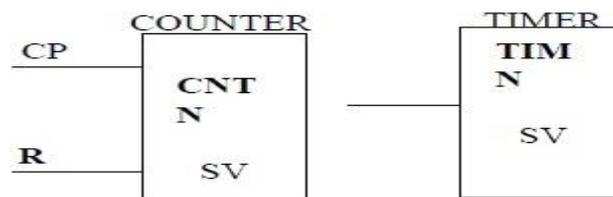


Gambar 2-7. Simbol Diagram Ladder OR Load

Sistem penyambungannya seperti gambar di atas pada prinsipnya sama dengan AND NOT, di mana untuk memberikan keluaran sesuai dengan instruksi yang telah terpasang pada gambar tersebut. Simbol *OR Load* seperti pada gambar 2.7.

6) TIMER (TIM) dan COUNTER (CNT)

Nilai *Timer/Counter* pada PLC bersifat *countdown* (menghitung mundur) dari nilai awal yang ditetapkan oleh program. Setelah hitungan mundur tersebut mencapai angka nol, maka kontak NO *Timer/Counter* akan bekerja. *Timer* mempunyai batas antara 0000 sampai dengan 9999 dalam bentuk BCD (*Binary Code Decimal*) dan dalam orde sampai 100 ms. *Counter* mempunyai orde angka BCD dan mempunyai batas antara 0000 sampai dengan 9999. Simbol *Timer* dan *Counter* seperti pada gambar 2.8.



Gambar 2-8. Simbol Diagram Ladder TIMER dan COUNTER

2.2.3 PLC Modicon TM221CE16R

2.2.3.1 Pengertian

Schneider merupakan salah satu merk dagang elektronik yang terkenal dan memiliki berbagai macam kontroler dan komponen kelistrikan. PLC modicon merupakan produk PLC dari Schneider yang dibuat untuk kebutuhan industri. PLC ini dapat dikonfigurasi dan diprogram dengan perangkat lunak SoMachine Basic dan mendukung bahasa pemrograman IEC 61131-3 yang mencakup Instruction list, Ladder Diagram dan Grafcet. Perangkat ini memiliki jumlah I/O sebesar 16, 24 dan 40 yang dapat diekspansi hingga 120 I/O serta memiliki memori sebesar 512 Kbyte (RAM) dan 1,5 Mbyte (Flash). PLC TM221 terdiri dari beberapa tipe diantaranya adalah, TM221C16R, TM221CE16R, TM221C16T, TM221CE16T, TM221C24R, TM221CE24R, TM221C24T, TM221CE24T, TM221C40R, TM221CE40R, TM221C40T, TM221CE40T , dengan jumlah I/O 16, 24 dan 40. Tipe PLC yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah TM221CE16R.

PLC modicon TM221CE16R memiliki kapasitas 16 I/O terdiri dari 9 input dan 7 output, dengan catu daya 100....240 Vac 50/60Hz, berbentuk kotak berwarna abu-abu, memiliki port untuk ethernet dengan posisi terminal dan LED indikator yang tersebar di bagian depan, atas dan bawah perangkat. Gambar 2.9 berikut merupakan bentuk fisik PLC modicon TM221CE16R.

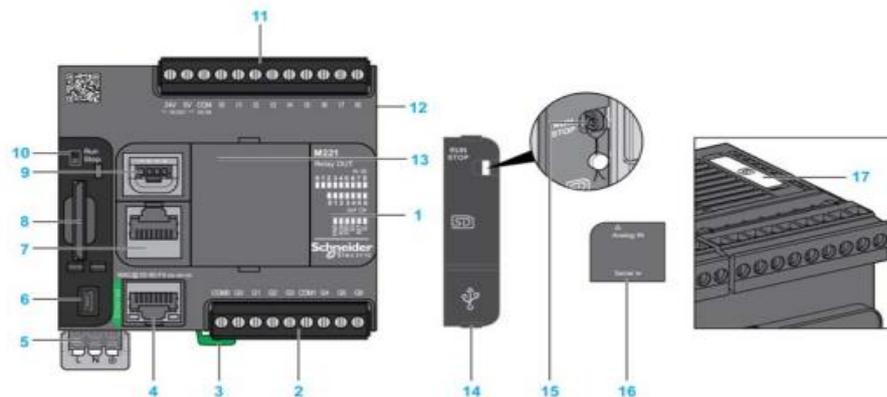


Gambar 2-9 Bentuk fisik PLC modicon TM221CE16R

(Sumber : <https://www.schneiderelectric.co.id/id/product/TM221CE16R/controller-m221-16-io-relay-ethernet/.html/> Diakses pada 28 Mei 2018)

2.2.3.2 Bagian – Bagian PLC modicon TM221CE16R

Gambar 2.10 berikut ini merupakan bagian-bagian PLC modicon TM221CE16R



Gambar 2-10 Bagian – bagian PLC modicon TM221CE16R

(Sumber : <https://www.schneiderelectric.co.id/id/product/TM221CE16R/controller-m221-16-io-relay-ethernet/.html/> Diakses pada 28 Mei 2018)

Penjelasan tentang gambar mengenai keterangan bagian PLC pada Tabel 2.1:

Tabel 2.1 Tabel keterangan gambar PLC modicon TM221CE16R

No	KETERANGAN
1	<i>Status LEDs</i>
2	<i>Output removable terminal block</i>
3	<i>Clip-on lock for 35 mm (1.38 in.) top hat section rail (DIN-rail)</i>
4	<i>Ethernet port / RJ45 connector</i>
5	<i>100...240 Vac power supply</i>
6	<i>USB mini-B programming port / For terminal connection to a programming PC (SoMachine Basic)</i>
7	<i>Serial line port 1 / RJ45 connector (RS-232 or RS-485)</i>
8	<i>SD Card slot</i>
9	<i>2 analog inputs</i>
10	<i>Run/Stop switch</i>
11	<i>Input removable terminal block</i>
12	<i>I/O expansion connector</i>
13	<i>Cartridge slot</i>
14	<i>Protective cover (SD Card slot, Run/Stop switch and USB mini-B programming port)</i>
15	<i>Locking hook</i>
16	<i>Removable analog inputs cover</i>
17	<i>Battery holder</i>

(Sumber : <https://www.schneiderelectric.co.id/id/product/TM221CE16R/>

[controller-m221-16-io-relay-ethernet/.html/](https://www.schneiderelectric.co.id/id/product/TM221CE16R/controller-m221-16-io-relay-ethernet/.html/) Diakses pada 28 Mei 2018)

2.2.3.3 Spesifikasi PLC modicon TM221CE16R

Spesifikasi PLC Modicon TM221CE16R adalah :

1. TM221: Nomor tipe PLC
2. CE: Komunikasi Ethernet
3. 16: 16 I/O = 9 *Input*, 7 *Output*
4. R: Tipe *output* adalah relay

2.2.4 Ekspansi TM3AM6

2.2.4.1 Pengertian

Modul ekspansi adalah modul tambahan yang disediakan oleh Schneider untuk memenuhi kebutuhan I/O. Ekspansi ini terdiri dari beberapa tipe diantaranya adalah: TM3AI2H, TM3AI2HG, TM3AI4, TM3AI4G, TM3AI8, TM3AI8G, TM3TI4, TM3TI4G, TM3TI8T, TM3TI8TG, TM3AQ2, TM3AQ2G, TM3AQ4, TM3AQ4G, TM3AM6, TM3AM6G, TM3TM3 dan TM3TM3G. Ekspansi input yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah ekspansi input analog TM3AI8, pemilihan tipe ekspansi tentu disesuaikan dengan kebutuhan sistem sendiri. Bentuk fisik ekspansi dapat dilihat seperti gambar 2.11.

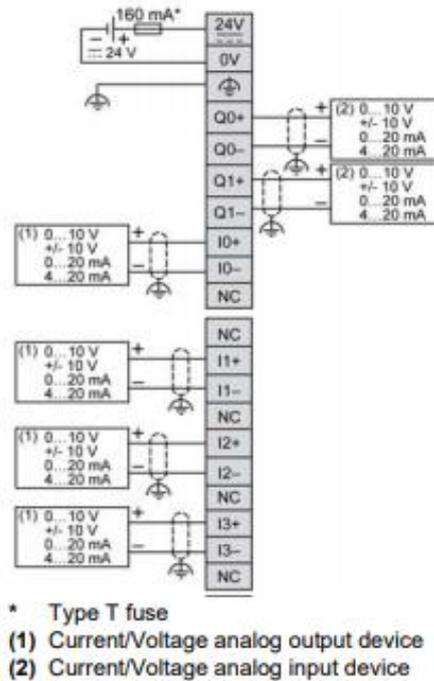


Gambar 2.11 Ekspansi TM3AM6

(Sumber : <https://www.schneider-electric.co.id/id/product/TM3AM6.html>/ Diakses pada 28 Mei 2018)

2.2.4.2 Wiring Ekspansi TM3AM6

Modul ekspansi ini memiliki sekrup atau terminal terminal pegas yang dapat dilepas terpasang untuk koneksi input, output, dan catu daya. Gambar 2.12 menggambarkan koneksi antara input dan output, sensor dan aktuator, dan komunikasinya:



Gambar 2-12 Wiring Ekspansi TM3AM6

(Sumber : <https://www.schneider-electric.co.id/id/product/TM3AM6.html>/ Diakses pada 28 Mei 2018)

2.2.4.3 Spesifikasi

Spesifikasi Ekspansi TM3AM6 adalah :

1. Rated power supply voltage : 24 Vdc
2. Power supply range : 20.4...28.8 Vdc
3. Connector insertion/removal durability : 100 times minimum
4. Current draw on 5 Vdc internal bus : 45 mA (no load) 55 mA (full load)
5. Current draw on 24 Vdc internal bus : 0 mA
6. Current draw on external 24 Vdc : 55 mA (no load) 100 mA (full load)

2.2.5 SoMachine Basic

SoMachine Basic merupakan software untuk mengkonfigurasi, dan mengkomunikasikan seluruh alat yang tersambung dalam jaringan perangkat lunak tersebut termasuk logika, kontrol, HMI, dan jaringan yang terkait fungsi otomatisasi. SoMachine Basic mempunyai banyak template sehingga memudahkan pengguna dalam menggunakannya serta dapat menghemat waktu pembuatan. SoMachine Basic memiliki beberapa kelebihan diantaranya adalah

1. Meningkatkan efisiensi dengan kinerja yang fleksibel dan skalable: Bisa mengganti controller satu dengan controller lainnya, sementara dapat tetap mempertahankan logika dan konfigurasi. Beberapa versi SoMachine Basic dapat berjalan secara paralel dalam sebuah sistem serta dapat membantu memastikan kompatibilitas.
2. Semua tertanam: Vijeo-Designer, mengkonfigurasi dan mengkomunikasikan alat untuk perangkat kontrol gerak, IEC 61131-3 bahasa, mengintegrasikan konfigurasi fieldbus, ahli mendiagnosis dan men-debug, beberapa kemampuan lainnya ialah untuk pemeliharaan dan visualisasi termasuk webvisualisasi.
3. Menyederhanakan integrasi dan pemeliharaan. Saat mesin mulai bekerja, maka SoMachine Basic juga telah siap bekerja untuk menyediakan data yang sebenarnya pada PC, HMI maupun perangkat mobile.

Berikut ini ialah mesin-mesin yang dapat menggunakan perangkat lunak SoMachine Basic :

1. Controllers : Logic controllers Modicon M238, M241, M251 dan M258, Motion controllers Modicon LMC058 dan LMC078, HMI controllers Magelis SCU, Magelis XBTGC dan XBTGT/GK , serta Drive controllers Altivar IMC.
2. I/O modules : Modicon TM2, TM3, TM5 dan TM7.
3. HMI : Magelis STO/STU Small Panels, Magelis GH/Magelis GK/Magelis GT Advanced Panels dan Magelis GTO Optimum Advanced Panels.

Perangkat lunak ini menggunakan untuk proses pembuatan diagram ladder, dimana diagram ladder sendiri ialah bahasa pemrograman mesin PLC. Dengan begitu dapat disimpulkan bahwa SoMachine Basic merupakan perangkat lunak yang berperan sebagai penunjang untuk merealisasikan sebuah sistem yang menggunakan PLC. Ilustrasi dari tampilan menu awal program SoMachine Basic dapat dilihat pada gambar 2.13 ini ^[5].



Gambar 2-13 Ilustrasi dari tampilan menu awal program *SoMachine Basic*

2.2.6 HMI (Human Machine Interface)

HMI dapat digunakan untuk mengatur berbagai macam peralatan. Biasanya sistem HMI pada PLC digunakan untuk melakukan proses industri yang kompleks secara otomatis, dapat menggantikan tenaga manusia dan biasanya merupakan proses-proses yang melibatkan faktor-faktor kontrol yang lebih banyak dan berbahaya, serta faktor-faktor kontrol gerakan cepat, dan lain sebagainya. HMI dapat digunakan dalam aplikasi-aplikasi yang membutuhkan kemudahan dalam pemantauan sekaligus juga pengontrolan, dengan berbagai macam media *interface* dan komunikasi yang tersedia saat ini ^[6]. Gambar 2.14 merupakan ilustrasi tampilan HMI.



Gambar 2-14 HMI (Human Machine Interface)

(Sumber : Jurnal e-Proceeding of Engineering, Universitas Telkom, 2015)

Berikut ini beberapa hal yang bisa dilakukan dengan sistem HMI :

1. Memberikan informasi *plant* yang *up-to-date* kepada operator melalui *graphical user interface*.

2. Menerjemahkan instruksi operator ke mesin.
3. Memonitor keadaan yang ada di *plant*.
4. Mengatur nilai pada parameter yang ada di *plant*.
5. Mengambil tindakan yang sesuai dengan keadaan yang terjadi.
6. Memunculkan tanda peringatan dengan menggunakan alarm jika terjadi sesuatu yang tidak normal.
7. Menampilkan pola data kejadian yang ada di *plant* baik secara *real time* maupun *historical* (*Trending history* atau *real time*).

Fitur-fitur yang terdapat dalam HMI biasanya adalah

1. Informasi Plant : Variabel proses, status peralatan, alarm, lup control, dan database.
2. Metode Presentasi : Grafik, report, animasi.
3. Peralatan : Keyboard, mouse atau pointing device lainnya, dan touchscreen atau CRT.

Komponen yang diperlukan untuk membangun HMI :

1. Media Komunikasi : Media Kabel/Wire (Ethernet dan Serial) dan Media Radio/Wireless (Wifi, Modem GSM, Radio). Untuk pengontrolan jarak jauh yang paling baik digunakan adalah menggunakan Ethernet.
2. *Hardware* Komputer yang mempunyai spesifikasi minimal prosesor sekelas Pentium 200, hard disk kosong 500 MB, RAM 64 MB, adapter video SVGA SMB RAM, pointing device, dan telah terpasang adapter jaringan.

3. *Software* HMI (Intouch Wonderware, RSView32, dll), dan OPC (TOP server, OPC Link,dll).

2.2.6.1 Bagian HMI

Bagian-bagian dari Human Machine Interface (HMI) Meliputi;

1. Tampilan Statis dan Dinamik

Pada tampilan HMI terdapat dua macam tampilan yaitu Obyek statis dan Obyek dinamik.

- a. Obyek statis, yaitu obyek yang berhubungan langsung dengan peralatan atau database. Contoh : teks statis, layout unit produksi
- b. Obyek dinamik, yaitu obyek yang memungkinkan operator berinteraksi dengan proses, peralatan atau database serta memungkinkan operator melakukan aksi kontrol. Contoh : push buttons, lights, charts

2. Manajemen Alarm

Suatu sistem produksi yang besar dapat memonitor sampai dengan banyak alarm. dengan banyak alarm tersebut dapat membingungkan operator. Setiap alarm harus di-acknowledged oleh operator agar dapat dilakukan aksi yang sesuai dengan jenis alarm. Oleh karena itu dibutuhkan suatu manajemen alarm dengan tujuan mengeleminir alarm yang tidak berarti. Jenis-jenis alarm yaitu;

- a. Absolute Alarm (High dan High-High , Low dan Low-Low)
- b. Deviation Alarm (Deviation High , Deviation Low)

c. Rate of Change Alarms (Positive Rate of Change , Negative Rate of Change)

3. Trending

Perubahan dari variable proses kontinyu paling baik jika dipresentasikan menggunakan suatu grafik berwarna. Grafik yang dilaporkan tersebut dapat secara summary atau historical.

4. Reporting

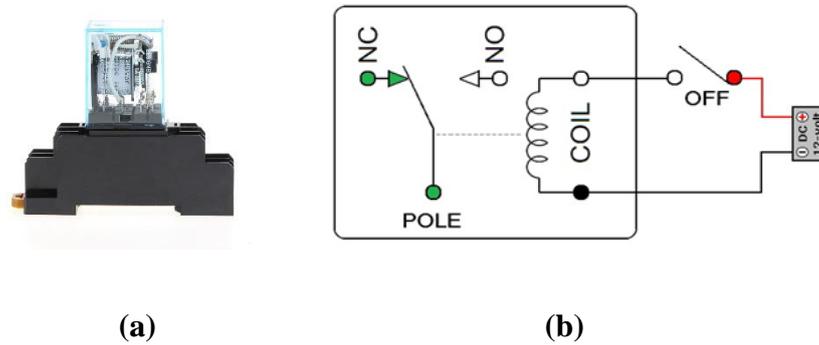
Dengan reporting akan memudahkan pembuatan laporan umum dengan menggunakan report generator seperti alarm summary reports.

Selain itu, reporting juga bisa dilaporkan dalam suatu database, messaging system, dan web based monitoring. Pembuatan laporan yang spesifik dibuat menggunakan report generator yang spesifik pula.

Laporan dapat diperoleh dari berbagai cara antara lain melalui aktivasi periodik pada selang interval tertentu misalnya kegiatan harian ataupun bulanan dan juga melalui operator demand.

2.2.7 Relay

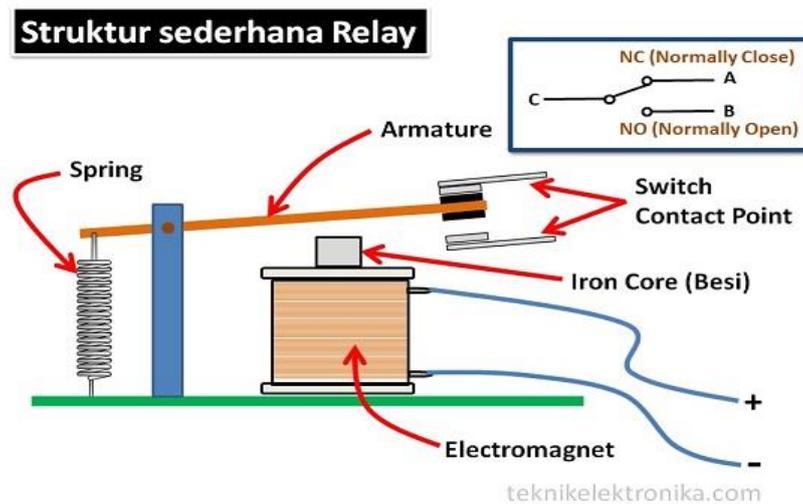
Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *Electromechanical* (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (*Coil*) dan *Mekanikal* (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Lihat gambar 2.15 dan 2.16 mengenai struktur dan rangkain relay.



Gambar 2-15 (a) Relay 5v , (b) Rangkaian Relay

(Sumber: <https://www.sainsmart.com/8-channel-dc-5v-relay-module-for-arduino-pic-arm-dsp-avr-msp430-ttl-logic.html>/Diakses Pada 28 Mei 2018)

2.2.7.1 Struktur Sederhana Relay



Gambar 2-16 Struktur Sederhana Relay

(Sumber : <https://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay.html> /
Diakses pada 29 Mei 2018)

Berikut ini penjelasan dari gambar 2.16 di atas:

1. Amature, merupakan tuas logam yang bisa naik turun. Tuas akan turun jika tertarik oleh magnet ferromagnetik (elektromagnetik) dan akan kembali naik jika sifat kemagnetan ferromagnetik sudah hilang.
2. Spring, pegas (atau per) berfungsi sebagai penarik tuas. Ketika sifat kemagnetan ferromagnetik hilang, maka spring berfungsi untuk menarik tuas ke atas.
3. Shading Coil, ini untuk pengamanan arus AC dari listrik PLN yang tersambung dari C (Contact).
4. NC Contact, NC singkatan dari Normally Close. Kontak yang secara default terhubung dengan kontak sumber (kontak inti, C) ketika posisi OFF.
5. NO Contact, NO singkatan dari Normally Open. Kontak yang akan terhubung dengan kontak sumber (kontak inti, C) ketika posisi ON.
6. Electromagnet, kabel lilitan yang membelit logam ferromagnetik. Berfungsi sebagai magnet buatan yang sifatnya sementara. Menjadi logam magnet ketika lilitan dialiri arus listrik, dan menjadi logam biasa ketika arus listrik diputus.

2.2.7.2 Fungsi Relay

Ada beberapa tujuan penggunaan *relay* dalam rangkaian listrik maupun elektronika, yaitu:

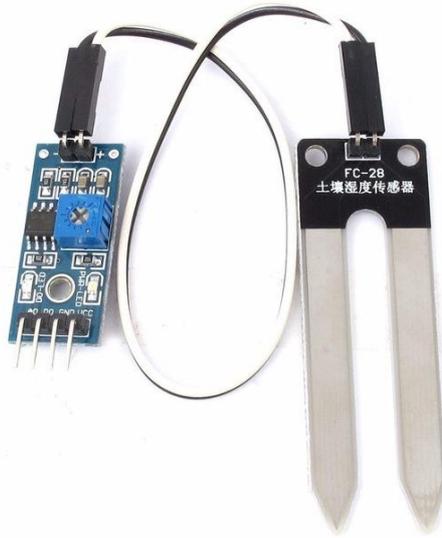
1. Mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan menggunakan bantuan signal tegangan rendah

2. Menjalankan fungsi logika alias logic function
3. Memberikan fungsi penundaan waktu alias time delay function
4. Melindungi motor atau komponen lainnya dari kelebihan tegangan atau korsleting ^[7].

2.2.8 Sensor Kelembaban (*Soil Moisture*)

Sensor kelembaban tanah atau dalam istilah bahasa inggris soil moisture sensor adalah jenis sensor kelembaban yang mampu mendeteksi intensitas air di dalam tanah (*moisture*). Sensor ini berupa dua lempengan konduktor berbentuk pisau berbahan logam yang sangat sensitif terhadap muatan listrik dalam suatu media khususnya tanah. Kedua lempengan logam tersebut merupakan media yang akan menghantarkan tegangan analog berupa tegangan listrik yang nilainya relatif kecil berkisar antara 3,3-5 volt dan baru kemudian Tegangan tersebut akan diubah menjadi tegangan digital untuk diproses lebih lanjut oleh system ^[8].

Sensor ini terdiri dua probe untuk melewatkan arus melalui tanah, kemudian membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembaban. Semakin banyak air membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik (resistansi kecil), sedangkan tanah yang kering sangat sulit menghantarkan listrik (resistansi besar). Gambar 2-17 di bawah ini merupakan bentuk sensor *soil moisture FC-28* ^[9].



Gambar 2.17 *Soil moisture sensor FC-28*

(Sumber: <https://fr.aliexpress.com/item/Soil-Hygrometer-Detection-Module-Soil-Moisture-Sensor-For-arduino-Smart-car/32811911701.html>

Diakses pada 1 Juli 2018)

Untuk menggunakan sensor ini diperlukan kalibrasi agar bisa mendapatkan nilai persen yang sesuai standar ukur kelembaban. Adapun langkah-langkah dalam melakukan kalibrasi sensor kelembaban dilakukan sebagai berikut:

Pertama lakukan percobaan untuk mengetahui jumlah data maksimal dan minimal yang mampu dikirimkan sensor ke kontroler. Nilai data minimal dinyatakan dengan R_{max} dan data minimal dengan R_{min} . Kemudian untuk mencari range data sensor (ΔR) dilakukan dengan melakukan pengurangan data maksimal (R_{max}) dengan data minimal (R_{min}).

$$\text{Range data } (\Delta R) \quad : R_{max} - R_{min}$$

Selanjutnya setelah *range* data diketahui adalah dengan mencari berapa nilai data yang naik untuk setiap kenaikan 1% kelembaban dengan cara membagi *range* data yang telah diketahui dengan 100.

$$\text{Kenaikan data tiap \% (Rn)} \quad : \Delta R / 100$$

Setelah mendapatkan nilai Rn maka untuk mencari nilai kelambaban dengan % dicari dengan mengurangi data maksimal dengan Nilai digital yang terbaca kemudian membaginya dengan *range* data untuk kemudian dikalikan dengan 100%.

$$\text{Kelembaban (\%)} = \frac{R \text{ max} - \text{Nilai Digital}}{\Delta R} * 100 \%$$

2.2.8.1 Spesifikasi Sensor *Soil Moisture FC-28*

- Tegangan Kerja 3.3 ~ 5V.
- Memiliki lubang baut tetap, instalasi nyaman
- Komparator menggunakan LM393 chip stabilitas kerja
- Dua spesifikasi antarmuka piring kecil (3 kabel)
- VCC eksternal 3,3 ~ 5 V
- GND GND eksternal
- DO piring kecil keluaran digital antarmuka (0 dan 1)
- Digital Output D0 dapat dihubungkan langsung dengan chip mikro tunggal, melalui chip komputer mikro tunggal untuk mendeteksi tingkat tinggi dan rendah, sehingga untuk mendeteksi kelembaban tanah.

2.2.9 Solenoid Valve

Solenoid valve pneumatic adalah katup yang digerakan oleh energi listrik melalui solenoida, mempunyai kumparan sebagai penggeraknya yang berfungsi untuk menggerakkan piston yang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC, solenoid valve pneumatic atau katup (valve) solenoida mempunyai lubang keluaran, lubang masukan dan lubang exhaust.

Lubang masukan, berfungsi sebagai terminal / tempat udara bertekanan masuk atau supply (service unit), sedangkan lubang keluaran berfungsi sebagai terminal atau tempat tekanan angin keluar yang dihubungkan ke pneumatic, dan lubang exhaust, berfungsi sebagai saluran untuk mengeluarkan udara bertekanan yang terjebak saat plunger bergerak atau pindah posisi ketika solenoid valve pneumatic bekerja.

Solenoid valve adalah elemen kontrol yang paling sering digunakan dalam fluidics. Tugas dari solenoid valve adalah untuk mematikan, release, dose, distribute atau mix fluids. Solenoid Valve banyak sekali jenis dan macamnya tergantung type dan penggunaannya, namun berdasarkan modelnya solenoid valve dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu solenoid valve single coil dan solenoid valve double coil keduanya mempunyai cara kerja yang sama.

Solenoid valve banyak digunakan pada banyak aplikasi. Solenoid valve menawarkan switching cepat dan aman, keandalan yang tinggi, awet/masa service yang cukup lama, kompatibilitas media yang baik dari

bahan yang digunakan, daya kontrol yang rendah dan desain yang kompak.

Gambar 2.18 merupakan tampilan fisik selenoide valve.



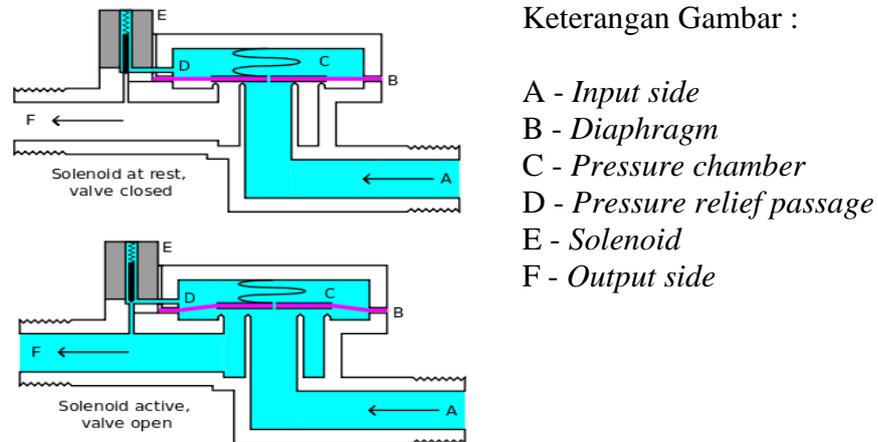
Gambar 2-18 Solenoid Valve

(sumber: <https://www.indiamart.com/proddetail/solenoid-valve-19102962062.html>)

Solenoid valve mempunyai banyak variasi dalam hal kegunaan atau kebutuhan dari mesin tersebut, diantara kegunaan solenoid valve adalah:

- a. Digunakan untuk menggerakkan tabung cylinder.
- b. Digunakan untuk menggerakkan piston valve.
- c. Digunakan untuk menggerakkan blow zet valve.
- d. Dan masih banyak lagi.

Prinsip kerja dari solenoid valve yaitu katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggeraknya dimana ketika koil mendapat supply tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan piston pada bagian dalamnya ketika piston bertekanan yang berasal dari supply (service unit), pada umumnya solenoid valve pneumatic ini mempunyai tegangan kerja 100/200 VAC namun ada juga yang mempunyai tegangan kerja DC ^[12]. Prinsip kerja dari selenoide valve untuk lebih jelas bisa dilihat pada gambar 2.19.



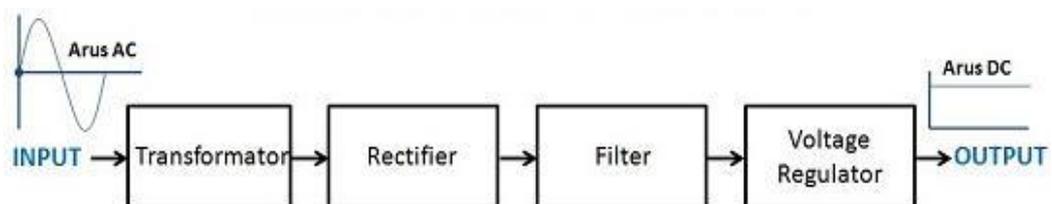
Gambar 2-19 Prinsip Kerja *Solenoid Valve*

(sumber: <http://trikueni-desain-sistem.blogspot.com/2013/08/Solenoid-Valve.html>)

2.2.10 Catu Daya

Catu Daya atau *power supply* adalah suatu rangkaian yang berfungsi sebagai sumber daya untuk mengoperasikan rangkaian yang lain. Jenis rangkaian catu daya cukup banyak tetapi untuk rangkaian yang sederhana biasanya terdiri dari *transformator*, *penyearah*, *filter*, dan *regulator*.

Prinsip dasar untuk memperoleh tegangan searah dapat dijelaskan dalam diagram blok pada gambar 2-20.



Gambar 2-20 Diagram Blok Catu Daya

Tegangan AC 220 Volt diturunkan tegangannya menggunakan trafo *step down*. Setelah itu tegangan disearahkan menggunakan penyearah tegangan atau *dioda*. Tegangan yang telah disearahkan tadi disaring melalui *filter/kapasitor* untuk meratakan *ripple* yang terjadi pada arus agar halus. Tegangan yang halus lalu diregulasi oleh regulator untuk menyesuaikan tegangan yang akan dituju / beban yang dituju, kemudian masuk ke *filter* lagi agar semakin halus ^[13].

2.2.6.1.Transformator

Transformator merupakan peralatan listrik yang berfungsi untuk menyalurkan daya/tenaga dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya. Transformator menggunakan prinsip hukum induksi faraday dan hukum lorentz dalam menyalurkan daya, dimana arus bolak balik yang mengalir mengelilingi suatu inti besi maka inti besi itu akan berubah menjadi magnet ^[14].

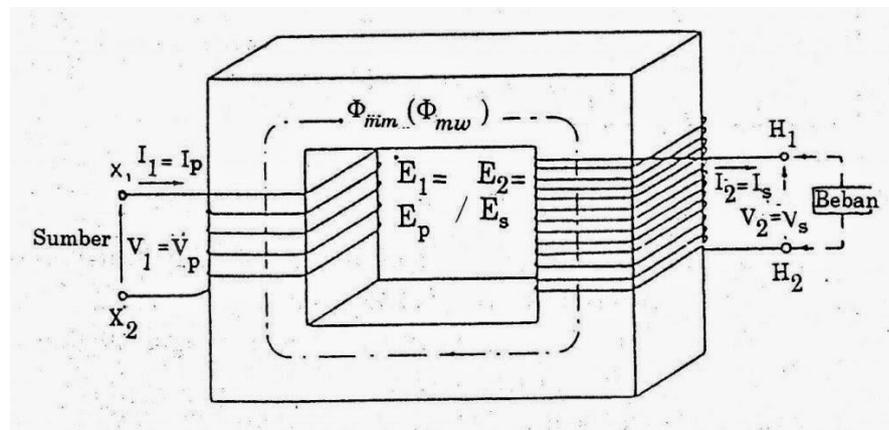
Dalam sistem tenaga listrik, trafo dipergunakan untuk memindahkan energi dari suatu rangkaian listrik ke rangkaian listrik berikutnya tanpa merubah frekuensi. Biasanya dapat menaikkan atau menurunkan tegangan maupun arus, sehingga memungkinkan transmisi ekstra tinggi, pemakaian pada sistem tenaga dapat dibagi:

- a. Trafo penaik tegangan (*step up*) atau disebut trafo daya, untuk menaikkan tegangan pembangkitan menjadi tegangan transmisi.
- b. Trafo penurun tegangan (*step down*), dapat disebut trafo distribusi, untuk menurunkan tegangan transmisi menjadi tegangan distribusi.

- c. Trafo instrument, untuk pengukuran yang terdiri dari trafo tegangan dan trafo arus, dipakai menurunkan tegangan dan arus agar dapat masuk ke meter pengukuran.

2.2.6.1.1. Prinsip Kerja Transformator

Transformator bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Tegangan masukan bolak-balik yang membentangi primer menimbulkan fluks magnet yang idealnya semua bersambung dengan lilitan sekunder. Fluks bolak-balik ini menginduksikan GGL dalam lilitan sekunder. Jika efisiensi sempurna, semua daya pada lilitan primer akan dilimpahkan ke lilitan sekunder. Gambar 2.21 dapat dilihat untuk memperjelas prinsip kerja transformator.



Gambar 2-21 Transformator Ideal

Sisi belitan X_1 dan X_2 adalah sisi tegangan rendah dan sisi belitan H_1H_2 adalah sisi tegangan tinggi.

Bila salah satu sisi, baik sisi tegangan tinggi (TT), maupun sisi tegangan rendah (TR), dihubungkan dengan sumber tegangan bolak-balik,

maka sisi tersebut disebut dengan sisi primer, sedangkan sisi yang lain yang dihubungkan dengan beban disebut sisi sekunder.

Sisi belitan X_1 dan X_2 dihubungkan dengan sumber tegangan bolak-balik sebesar $V_1 = V_p$, maka fluks bolak-balik akan dibangkitkan pada inti sebesar Φ_{mm} atau sebesar Φ_{mw} .

Fluks sebesar $\Phi_{mm} = \Phi_{mw}$ akan melingkar dan menghubungkan belitan kawat primer dengan belitan kawat sekunder serta menghasilkan tegangan induksi (EMF=GGL) baik pada belitan primer sebesar $E_1=E_p$, maupun pada belitan sekunder sebesar $E_2=E_s$, yang akan mengikuti persamaan berikut:

Untuk Belitan Primer

$$E_1 = E_p = 4,44 \times f \times N_p \times \phi_{mm} \times 10^{-8} \text{ volt}$$

Atau..... (2-2)

$$E_1 = E_p = 4,44 \times f \times N_p \times \phi_{mw} \text{ volt}$$

Untuk Belitan Sekunder

$$E_2 = E_s = 4,44 \times f \times N_s \times \phi_{mm} \times 10^{-8} \text{ volt}$$

Atau..... (2-3)

$$E_2 = E_s = 4,44 \times f \times N_s \times \phi_{mw} \text{ volt}$$

Dengan, $E_1=E_p$ = EMF(GGL) atau tegangan induksi yang dibangkitkan pada belitan pada belitan primer
 $E_2=E_s$ = EMF(GGL) atau tegangan induksi yang dibangkitkan pada

belitan pada belitan sekunder

$N_1=N_p$ = Banyaknya belitan pada sisi primer

$N_2=N_s$ = Banyaknya belitan pada sisi sekunder

Φ_{mm} = Fluks maksimum dalam besaran Maxwell

Φ_{mw} = Fluks maksimum dalam besaran Weber

f = Frekuensi arus dan tegangan sistem

$V_1=V_p$ = Tegangan sumber yang masuk primer

$V_2=V_s$ = Tegangan sekunder ke beban

Fluks maksimum dalam besaran Maxwell dan fluks maksimum dalam besaran weber, hubungannya akan mengikuti persamaan berikut:

$$\Phi_{mm} = \Phi_{mw} = B_m = A \dots\dots\dots (2-4)$$

dengan, B_m = Kerapatan fluks maksimum

$$A = \text{Luas penampang dari inti dalam } m^2$$

Untuk trafo ideal, maka berlaku persamaan berikut.

$$V_1 = E_1 = V_p = E_p \text{ dan } V_2 = E_2 = V_s = E_s \dots\dots\dots (2-5)$$

Dari persamaan (2-2) dan persamaan (2-3) didapatkan perbandingan EMF pada primer dan sekunder sama dengan perbandingan banyaknya lilitan primer dan sekunder, merupakan perbandingan (ratio) transformasi dari transformator dan dinyatakan oleh persamaan berikut:

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} = a$$

Berdasarkan persamaan (2-4) maka trafo ideal berlaku perbandingan transformasi berikut,

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = a$$

Jika rugi-rugi trafo tidak diperhitungkan dan efisiensi dianggap 100% maka:

$$E_1 \times I_1 \times PF_1 = E_2 \times I_2 \times PF_2$$

Secara praktis factor daya primer (PF_1) sama dengan faktor daya sekunder (PF_2) sehingga:

$$E_1 \times I_1 = E_2 \times I_2$$

Atau

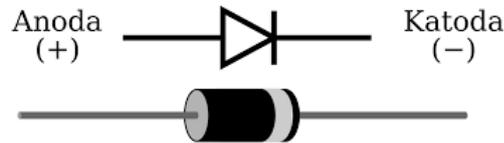
$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2} = a$$

Keterangan: a = Perbandingan daya primer dan faktor daya

2.2.6.2.Rectifier

Dioda merupakan komponen elektronika yang terbentuk dari persambungan antara semikonduktor tipe n dan semikonduktor tipe p. Semikonduktor tipe n adalah semikonduktor yang telah didop dengan atom pentavalen seperti arsen, antimon, dan posfor sehingga mempunyai elektron (muatan negatif) sebagai pembawa mayoritas dan hole (muatan positif) sebagai pembawa minoritas ^[15].

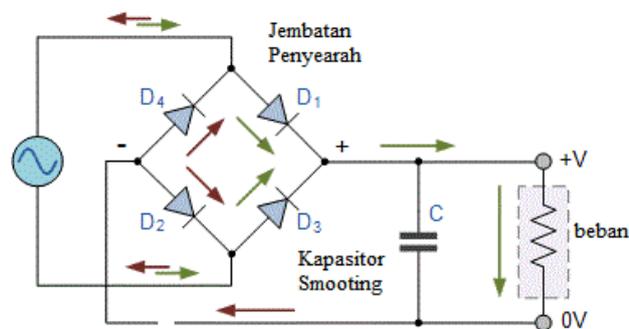
Semikonduktor tipe p adalah semikonduktor yang telah didop dengan menggunakan atom trivalent, seperti aluminium, boron dan gallium, dengan tiga buah elektron pada kulit terluar, sehingga mempunyai hole sebagai pembawa mayoritas dan elektron sebagai pembawa minoritas. Simbol dioda dapat dilihat pada gambar 2-22.



Gambar 2-22 Dioda Penyearah

Rangkaian penyearah adalah suatu rangkaian yang mengubah tegangan bolak – balik (AC) menjadi tegangan searah (DC). Komponen yang digunakan rectifier untuk menyearahkan gelombang adalah dioda yang dikonfigurasi forward bias, karena dioda memiliki karakteristik yang melewatkan arus listrik hanya ke satu arah dan menghambat arus listrik ke arah sebaliknya..

Rangkaian penyearah gelombang penuh yang menggunakan jembatan (*bridge*) dapat dilihat pada gambar 2-23.



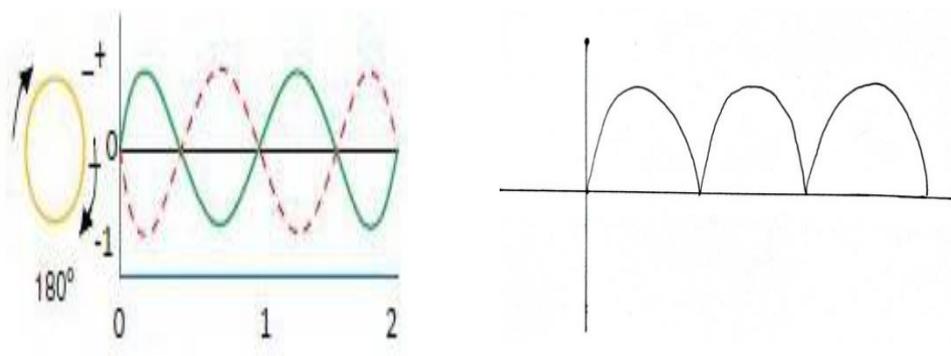
Gambar 2-23 Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh

(Sumber: <http://www.tespenku.com/2018/01/penyearah-gelombang-penuh-dan-jembatan.html> Diakses pada 1 Juli 2018)

→ : Penyearah setengah gelombang siklus positif

→ : Penyearah setengah gelombang siklus negatif

Rangkaian penyearah terdiri dari dioda *bridge*, yaitu empat buah dioda yang dirangkai membentuk sebuah jembatan. Dioda *bridge* digunakan sebagai penyearah arus bolak-balik satu gelombang penuh. Owen Bishop (2002) menyatakan bahwa selama setengah siklus positif, dioda D_1 dan dioda D_2 diberi bias maju, sehingga keduanya menghantarkan arus. Sementara dioda D_3 dan dioda D_4 diberi bias mundur sehingga keduanya tidak menghantarkan arus. Gambar 2.24 merupakan bentuk gelombang output pada *rectifier*.



Gambar 2-24 Bentuk Gelombang Output

Bentuk gelombang yang terjadi pada *output* dapat dilihat pada gambar 2-24. Pada setengah siklus positif dioda D_1 dan D_3 konduksi *on* dan menghasilkan gelombang *output* setengah siklus seperti pada gambar. Selanjutnya, untuk setengah siklus negatif ($T/2$ dan T), maka D_2 dan D_4 konduksi dan menghasilkan gelombang. Gelombang yang terjadi adalah positif dikarenakan titik A nol dan titik B positif. Faktor *ripple* pada penyearah gelombang penuh lebih kecil daripada penyearah setengah

gelombang. Makin kecil faktor *ripple* maka semakin baik tegangan DC yang dihasilkan (tegangan DC semakin datar).

Gelombang yang dihasilkan oleh penyearah dioda masih dalam DC denyut dan masih terdapat *ripple*, maka perlu ditambahkan kapasitor sebagai penghilang *ripple*.

2.2.6.3. Penyaring (*Filter*)

Penyaring yang digunakan pada rangkaian catu daya adalah kapasitor. Pengertian kapasitor adalah perangkat komponen elektronika yang berfungsi untuk menyimpan muatan listrik dan terdiri dari dua konduktor yang dipisahkan oleh bahan penyekat (*dielektrik*) pada tiap konduktor atau yang disebut keping.

Kapasitor biasanya disebut dengan sebutan kondensator yang merupakan komponen listrik dan dibuat sedemikian rupa, sehingga mampu menyimpan muatan listrik. Gambar kapasitor dapat dilihat pada 2-26.

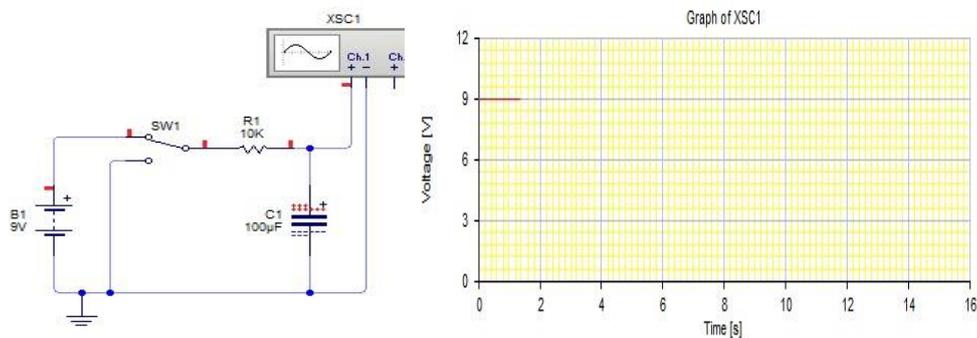


Gambar 2-26 Kapasitor

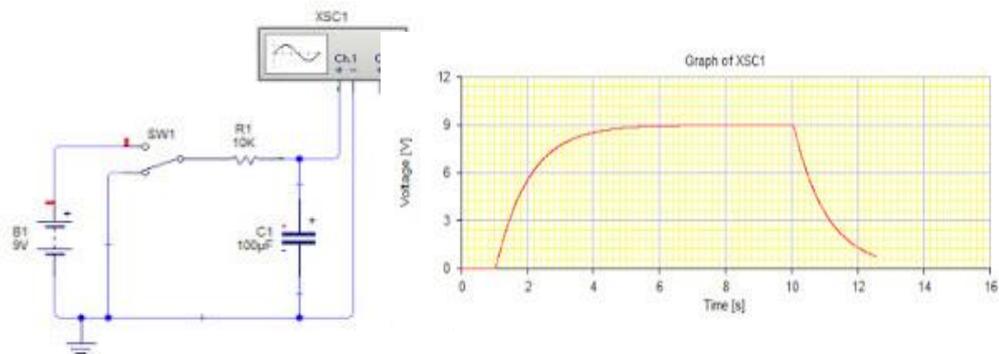
Prinsip filter kapasitor adalah proses pengisian dan pengosongan kapasitor. Saat dioda forward, kapasitor terisi dan tegangannya sama dengan periode ayunan tegangan sumber. Pengisian berlangsung sampai nilai maksimum, pada saat itu tegangan C sama dengan V_p .

Pada ayunan turun ke arah reverse, kapasitor akan mengosongkan muatannya. Jika tidak ada beban, maka nilainya konstan dan sama dengan V_p , tetapi jika ada beban maka keluarannya (V_{out}) memiliki sedikit ripple akibat kondisi pengosongan.

Proses pengisian muatan kapasitor dapat dilihat pada gambar 2-26 dan 2-27 dibawah ini:



Gambar 2-26 Rangkaian dan grafik proses pengisian kapasitor

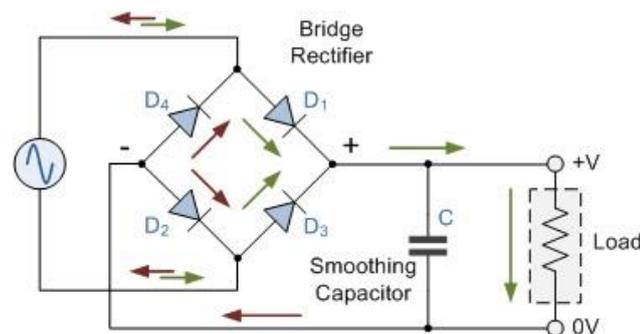


Gambar 2-27 Rangkaian dan grafik pengosongan kapasitor

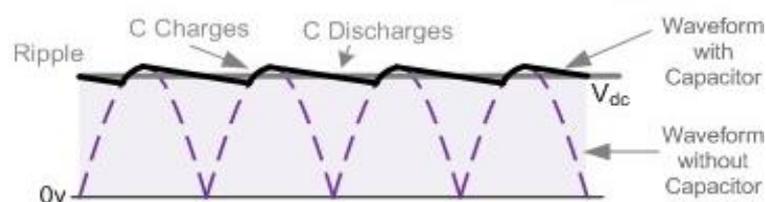
Pada saat saklar / switch ditekan maka kapasitor akan membentuk loop tertutup dengan battery 9 Volt, maka kapasitor akan melakukan pengisian sampai dengan tegangan pada kapasitor sama dengan tegangan pada battery, dapat dilihat pada tampilan grafiknya. Pada saat saklar / switch dilepas maka polaritas positif

kapasitor akan terhubung singkat dengan polaritas negatif kapasitor, maka kapasitor akan melakukan pengosongan muatan sampai dengan tegangan pada kapasitor habis, dapat dilihat pada tampilan grafiknya.

Filter pada catu daya adalah sebagai penyaring arus ripple akibat proses penyearahan yang masih terdapat arus AC. Filter yang umum dipakai adalah filter dengan kapasitor. Filter ini mampu membentuk bentuk gelombang tegangan keluarannya bisa menjadi rata. Perhatikan gambar 2-28 dan 2-29.



Gambar 2-28 Rangkaian Filter Menggunakan Kapasitor

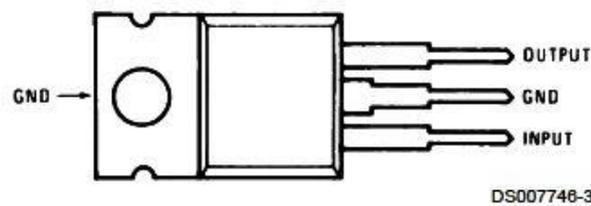


Gambar 2-29 Output gelombang dengan kapasitor

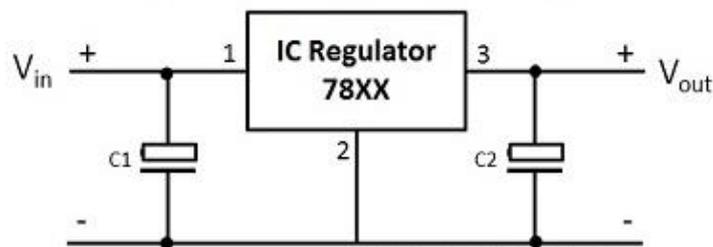
2.2.6.4. Voltage Regulator

Regulator Voltage berfungsi sebagai filter tegangan agar sesuai dengan keinginan. Oleh karena itu biasanya dalam rangkaian power supply maka IC Regulator tegangan ini selalu dipakai untuk stabilnya outputan

tegangan. Tegangan yang akan diregulasi dimasukkan pada peregulasi melalui terminal masukan. Setiap rangkaian terpadu peregulasi memiliki batas tegangan maksimal dan minimal pada tegangan masukan untuk menghasilkan keluaran yang sesuai dengan seri peregulasi tersebut. Gambar 2.30 dan gambar 2.31 merupakan susunan kaki dan rangkaian Voltage Regulator.



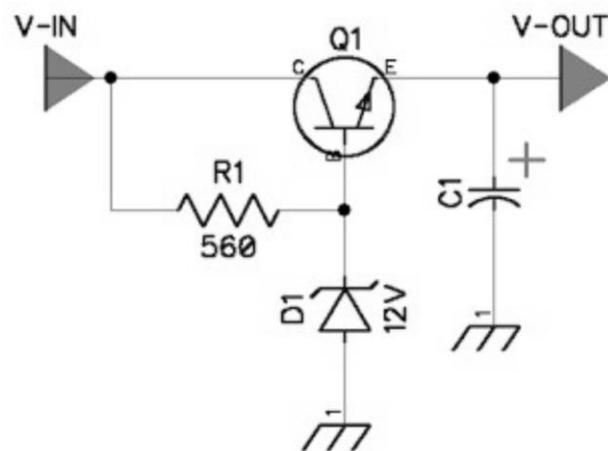
Gambar 2-30 Susunan Kaki IC Regulator 78XX



Gambar 2-31 Rangkaian IC Voltage Regulator

Regulator tegangan ini menggunakan prinsip dioda zener yang bekerja pada daerah *breakdown*. Dioda zener adalah salah satu jenis dioda yang memiliki sisi eksklusif pada daerah *breakdown*-nya, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai stabilizer atau pembatas tegangan. Struktur dioda zener hampir sama dengan dioda pada umumnya, hanya konsentrasi doping saja yang berbeda. Kurva karakteristik dioda zener juga sama seperti dioda pada umumnya, namun pada daerah *breakdown* dimana pada

saat bias mundur mencapai tegangan breakdown maka arus dioda naik dengan cepat seperti pada gambar karakteristik dioda zener dibawah. Daerah breakdown inilah yang menjadi referensi untuk penerapan dari dioda zener. Sedangkan pada dioda biasa daerah *breakdown* merupakan daerah kritis yang harus dihindari dan tidak diperbolehkan pemberian tegangan mundur sampai pada daerah *breakdown*, karena bisa merusak dioda biasa. Titik breakdown dari suatu dioda zener dapat dikontrol dengan memvariasi konsentrasi doping. Konsentrasi doping yang tinggi, akan meningkatkan jumlah pengotoran sehingga tegangan zenernya (V_z) akan kecil. Demikian juga sebaliknya, dengan konsentrasi doping yang rendah diperoleh V_z yang tinggi. Pada umumnya dioda zener dipasaran tersedia mulai dari V_z 1,8 V sampai 200 V, dengan kemampuan daya dari $\frac{1}{4}$ hingga 50 W. Gambar 2.32 adalah rangkaian dioda zener.



Gambar 2-32 Rangkaian Dioda Zener

Dioda zener dipasang paralel atau *shunt* dengan L dan R. Regulator ini hanya memerlukan sebuah diode zener terhubung seri dengan resistor R_S . Perhatikan bahwa diode zener dipasang dalam posisi reverse bias. Dengan cara pemasangan ini, diode zener hanya akan berkonduksi saat tegangan reverse bias mencapai tegangan breakdown dioda zener. Penyearah berupa rangkaian diode tipe jembatan (bridge) dengan proses penyaringan atau filter berupa filter-RC. Resistor seri pada rangkaian ini berfungsi ganda. Pertama, resistor ini menghubungkan C1 dan C2 sebagai rangkaian filter. Kedua, kapasitor ini berfungsi sebagai resistor seri untuk regulator tegangan (dioda zener). Diode zener yang dipasang dapat dengan sembarang dioda zener dengan tegangan breakdown misal dioda zener 9 volt.

Tegangan output transformer harus lebih tinggi dari tegangan breakdown dioda zener, misalnya untuk penggunaan dioda zener 9 volt maka gunakan output transformer 12 volt. Tegangan breakdown dioda zener biasanya tertulis pada body dari dioda tersebut. Rangkaian regulator tegangan ini kemudian dikemas dalam bentuk sirkuit terintegrasi (IC). IC regulator tegangan yang banyak dijumpai di pasaran antara lain IC regulator keluarga 78xx dan LM317^[16].

Jenis atau Tipe IC Regulator Tegangan:

1. *Fixed Voltage Regulator (78xx / 79xx series)*

IC Regulator jenis ini merupakan regulator yang tegangan keluaran-nya telah ditentukan sehingga tidak banyak komponen tambahan untuk merangkai regulator menggunakan IC ini. Contoh IC regulator ini yang paling populer adalah keluarga 78xx (positif) dan 79xx (negatif). Tanda “xx” merupakan besar tegangan keluaran yang diatur oleh IC tersebut, misalnya :

7805 / 7905 menghasilkan tegangan keluaran sebesar +5VDC / -5VDC.

7809 / 7909 menghasilkan tegangan keluaran sebesar +9VDC / -9VDC.

7812 / 7912 menghasilkan tegangan keluaran sebesar +12VDC / -12VDC.

7824 / 7924 menghasilkan tegangan keluaran sebesar +24VDC / -24VDC

Dalam penggunaan IC 78XX atau 79XX terdapat beberapa karakteristik yang harus diperhatikan diantaranya *Regulation Voltage*, *Maximum Current*, *Minimum Input Voltage*, contohnya pada tabel 2.2 :

Tabel 2-2. Karakteristik 78xx

Type Number	Regulation Voltage	Maximum Current	Minimum Input Voltage	Max Input Voltage
78L05	+5V	0.1A	+7V	20V
78L12	+12V	0.1A	+14.5V	27V
78L15	+15V	0.1A	+17.5V	30V
78M05	+5V	0.5A	+7V	20V
78M12	+12V	0.5A	+14.5V	27V
78M15	+15V	0.5A	+17.5V	30V

7805	+5V	1A	+7V	20V
7806	+6V	1A	+8V	21V
7808	+8V	1A	+10.5V	25V
7812	+12V	1A	+14.5V	27V
7815	+15V	1A	+17.5V	30V
7824	+24V	1A	+26V	38V
78S05	+5V	2A	+8V	20V
78S09	+9V	2A	+12V	25V
78S12	+12V	2A	+15V	27V
78S15	+15V	2A	+18V	30V

2. *Adjustable Voltage Regulator (LM317 series)*

Adjustable Voltage Regulator IC merupakan jenis regulator tegangan yang dapat kita tentukan keluaran tegangan-nya atau bisa juga dibuat sebagai regulator tegangan variabel. Jenis IC yang sering digunakan sebagai Adjustable Voltage Regulator ini adalah IC regulator LM317 (positif) dan LM337 (negatif). Rentang tegangan yang mampu diatur oleh IC regulator ini adalah 1,2V sampai dengan 37V. ^[17]

Pada power supply penggunaan regulator adalah untuk memberikan stabilitas output pada suatu power supply. Output tegangan DC dari penyearah tanpa regulator mempunyai kecenderungan berubah harganya saat dioperasikan. Adanya perubahan pada masukan AC dan variasi beban merupakan penyebab utama terjadinya ketidakstabilan pada power supply.

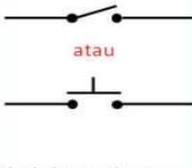
Pada sebagian peralatan elektronika, terjadinya perubahan catu daya akan berakibat cukup serius. Untuk mendapatkan pencatu daya yang stabil diperlukan regulator tegangan. Regulator tegangan untuk suatu power supply paling sederhana adalah menggunakan dioda zener.

2.2.11 *Switch*

Switch merupakan alat yang dapat atau memiliki fungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran listrik (arus listrik) pada jaringan arus listrik kuat maupun jaringan arus listrik lemah^[18]. *Switch* merupakan komponen yang dapat memutus atau menyambungkan aliran listrik pada suatu jaringan listrik. Macam – macam *switch* :

- 1) *Push Button* adalah tipe *switch* atau saklar yang menghubungkan aliran listrik sesaat saat ditekan dan setelah dilepas, maka kembali ke posisi *off*.
- 2) *Selector Switch* menyediakan beberapa posisi on dan off. Terdapat beberapa posisi dengan berbagai tipe geser maupun putar.

Gambar 2.33 merupakan gambar simbol dan bentuk fisik saklar (*switch*).

Nama Komponen	Gambar	Simbol
Saklar (Switch)		

Gambar 2-33 Saklar Dan Simbol Saklar

(Sumber: *teknikelektronika.com*, diakses 5 Juni 2018)