

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

SCADA singkatan dari *Supervisory Control and Data Acquisition*. Dimaksudkan dengan SCADA adalah suatu sistem pengawasan, pengendalian dan pengolahan data secara *real time*. *Real time* dalam sebuah sumber disebutkan, “*real time*” dalam ungkapan yang sederhana dikatakan bahwa, pemakai bertanya kepada sistem komputer lalu sistem komputer mengolah dan menjawabnya. Sistem ini disebut juga sebagai sistem interaktif karena ada dialog antara pemakai dan sistem komputer dan hasilnya tersedia segera.”<sup>[2]</sup>

SCADA berfungsi mulai dari pengambilan data pada Gardu Induk atau Gardu Distribusi, pengolahan informasi yang diterima, sampai reaksi yang ditimbulkan dari hasil pengolahan informasi. Dengan adanya sistem SCADA penyampaian dan pemrosesan data dari peralatan gardu induk yang terdiri dari peralatan proteksi, kontrol dan pengukuran menjadi lebih cepat diketahui oleh operator (*dispatcher*). Informasi pengukuran dan status indikasi dari sistem tenaga listrik dikumpulkan di RTU (*Remote Terminal Unit*) yang ditempatkan di Gardu Induk (GI). Kontrol penyaluran sistem peralatan memungkinkan penyampaian data secara *remote*.<sup>[3]</sup>

RTU atau merupakan suatu komponen elektronika yang digunakan sebagai alat untuk *memonitoring* dan mengontrol suatu peralatan dari jarak

jauh. Penggunaan RTU sendiri di bagi menjadi 2, yaitu di Gardu Induk dan di *Keypoint*.<sup>[4]</sup>

Power meter adalah suatu peralatan digital multi-fungsi yang dapat menggantikan bermacam-macam alat ukur meter, relay, transduser, maupun komponen-komponen lainnya serta memungkinkan pengukuran secara akurat serta memonitoring lebih dari 50 nilai pembacaan data secara maksimum dan minimum dari tampilan atau pengendali dengan menggunakan software.<sup>[5]</sup>

Perbedaan Tugas Akhir Penyusun yaitu *RTU* berbasis arduino Mega 2560. Alat simulasi yang dibuat disertai *Intelligent Electronic Device Digital Power Meter ION 6200* dimana perangkat ini dapat melakukan pengukuran arus dan tegangan sekaligus dapat menampilkan hasil pengukurannya pada HMI. Selain itu, kelebihan alat ini dengan sistem yang sudah ada adalah status dan kontrol baru yang sebelumnya 3 status 2 kontrol menjadi 5 status 3 kontrol yaitu status *local/remote*, status *close*, status *open*, status *Earth Switch (ESW)*, status *Rack<sub>in</sub>-Rack<sub>out</sub>*, kontrol *close*, kontrol *open* dan kontrol *reset power* yang dapat dikontrol dan dimonitor via *remote*.

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem distribusi tenaga listrik merupakan salah satu bagian dari suatu sistem tenaga listrik yang dimulai dari *PMT incoming* di Gardu Induk sampai dengan Alat Penghitung dan Pembatas (APP) di instalasi konsumen yang berfungsi untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik dari Gardu Induk sebagai pusat pusat beban ke pelanggan pelanggan secara langsung atau

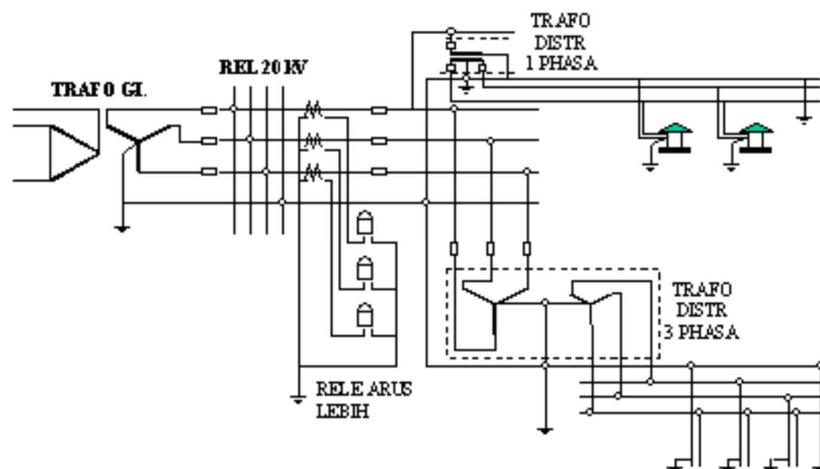
melalui gardu-gardu distribusi (gardu trafo) dengan mutu yang memadai sesuai standar pelayanan yang berlaku. dengan demikian sistem distribusi ini menjadi suatu sistem tersendiri karena unit distribusi ini memiliki komponen peralatan yang saling berkaitan dalam operasinya untuk menyalurkan tenaga listrik. Dimana sistem adalah perangkat unsur-unsur yang saling ketergantungan yang disusun untuk mencapai suatu tujuan tertentu dengan menampilkan fungsi yang ditetapkan.<sup>[9]</sup>

Dilihat dari tegangannya sistim distribusi pada saat ini dapat dibedakan dalam 2 macam yaitu <sup>[9]</sup>

- a. Distribusi Primer, sering disebut Sistem Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dengan tegangan operasi nominal 20 kV/ 11,6 kV
- b. Distribusi Sekunder, sering disebut Sistem Jaringan Tegangan Rendah (JTR) dengan tegangan operasi nominal 380 / 220 volt

### 2.2.1.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik di Jawa Tengah dan DIY

Sistem distribusi tenaga listrik di Jawa Tengah dan DIY menggunakan sistem distribusi 20 kV tiga fasa – empat kawat. <sup>[9]</sup>



**Gambar 2.1** Sistem Distribusi Jateng dan DIY<sup>[9]</sup>

Adapun sistem jaringan yang digunakan adalah sebagai berikut<sup>[9]</sup> :

1. Tegangan nominal antar fasa 20 kV ( tiga fasa )
2. Tegangan fasa - netral sebesar  $20/\sqrt{3}$  kV (satu fasa).
3. Menggunakan kawat netral untuk jaringan tegangan menengah dan jaringan tegangan rendah.
4. Jaringan Tegangan Menengah (JTM) terdiri dari JTM 3Ø dan JTM 1Ø.

### 2.2.2 SCADA Distribusi 20 kV

SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) adalah sistem yang dapat memonitor dan mengontrol suatu peralatan atau sistem dari jarak jauh secara *real time*. SCADA berfungsi mulai dari pengambilan data pada Gardu Induk atau Gardu Distribusi, pengolahan informasi yang diterima, sampai reaksi yang ditimbulkan dari hasil pengolahan informasi. Tujuan digunakannya sistem SCADA adalah :

- 1) Mempercepat proses pemulihan suplai tenaga listrik bagi konsumen yang mengalami gangguan.
- 2) Memperkecil kWh padam akibat gangguan.
- 3) Memantau performa jaringan untuk menyusun perbaikan atau pengembangan sistem jaringan 20 kV.
- 4) Mengusahakan optimasi pembebanan jaringan 20 kV.

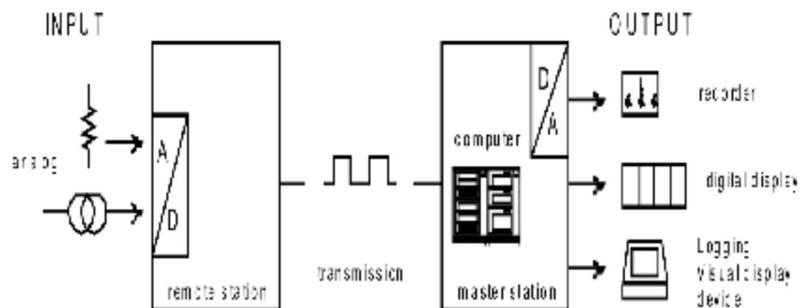
Didalam pengoperasian secara sistem, diharapkan tidak terjadi pemutusan pelayanan selama 24 jam selama sehari dan tujuh hari dalam seminggu. Untuk tujuan tersebut SCADA dan Telekomunikasi menjadi hal yang sangat diperlukan keberadaannya sebagai sarana pengendali. Petugas

pelaksana pengaturan biasa disebut sebagai *Dispatcher* dan ditempatkan pada gedung kontrol RCC/APD. Kegiatan tersebut meliputi keadaan sistem pada saat kondisi normal, menghadapi gangguan, serta *recovery* terhadap terjadinya suatu gangguan.

Seluruh fungsi sistem SCADA yang telah dijelaskan di atas, dapat dikelompokkan menjadi tiga :

#### A. Telemetry

Adalah proses pengambilan besaran ukur tenaga listrik yang ada di Gardu Induk atau Gardu Distribusi yang dapat dimonitor di *Control Center*. Besaran-besaran yang diukur antara lain tegangan dan arus, daya aktif reaktif, frekuensi sistem, dan *power factor*.



**Gambar 2.2** Skema *Telemetry* SCADA. [4]

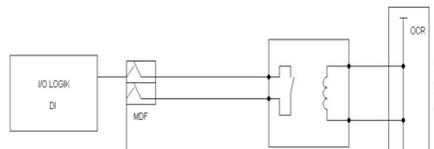
#### B. Telesignaling

Status dari peralatan tenaga listrik, sinyal alarm dan sinyal lainnya yang ditampilkan disebut status indikasi. Status indikasi terhubung ke modul *digital input* dari RTU. Semua status harus diproses untuk mendeteksi setiap perubahan status lebih lanjut untuk *event* yang terjadi

secara spontan atau setelah permintaan *remote* kontrol dikirim oleh *dispatcher*.

- *Telesignaling Single (TSS)*

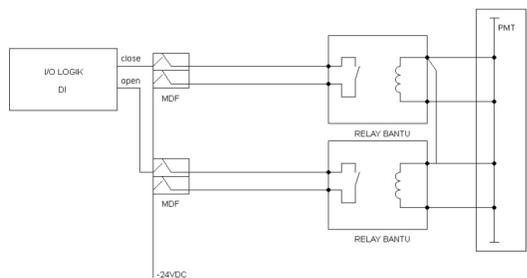
Terdiri dari alarm-alarm suatu proteksi dengan output ON atau OFF. Misalnya alarm *Over Current (OCR)*, *Ground Fault (GFR)*, *Breaker Fault*.



**Gambar 2.3** Skema *Telesignaling Single*. [4]

- *Telesignaling Double (TDS)*

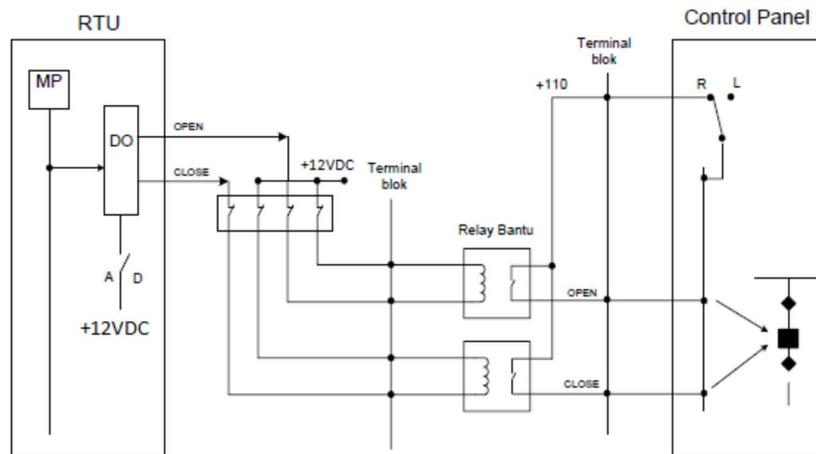
Terdisi dari indikasi-indikasi posisi suatu peralatan dengan output masuk atau keluar misalnya indikasi : *Circuit Breaker (CB)*, *Load Break Switch (LBS)*, dll.



**Gambar 2.4** Skema *Telesignaling Double*. [4]

### C. *Telecontrolling*

*Telecontrolling* adalah pengendalian atau pengoperasian peralatan *Switching* pada Gardu Induk yang jauh dari pusat *kontrol*. Telekontrol yang dapat dilakukan adalah *open-close* PMT/PMS dan sebagainya. [4]



**Gambar 2.5** Skema *Telecontrolling*.<sup>[4]</sup>

### 2.2.3 RTU (*Remote Terminal Unit*)

*RTU (Remote Terminal Unit)* adalah salah satu komponen dari suatu system pengendali tenaga listrik yang merupakan perangkat elektronik yang dapat diklasifikasikan sebagai perangkat pintar. *RTU* biasanya ditempatkan di gardu induk, pusat – pusat pembangkit, begitu juga dengan titik – titik distribusi untuk *LBS* dan *Recloser* sebagai perangkat yang diperlukan oleh *Control Center* untuk mengakuisisi data- data rangkaian proses dalam melakukan *telecontrol*, *telesignal* dan *telemetry*.<sup>[12]</sup>

Pada prinsipnya *RTU* mempunyai fungsi dasar sebagai berikut :

- 1) Mengakuisisi data analog maupun sinyal digital.
- 2) Melakukan kontrol buka/tutup kontak, naik/turun *start/stop setting* atau fungsi-fungsi *set point* lainnya.
- 3) Sebagai data *logging* untuk merekam semua kejadian, termasuk apabila terdapat kelainan dari sistem maupun sinyal yang sedang dipantau.

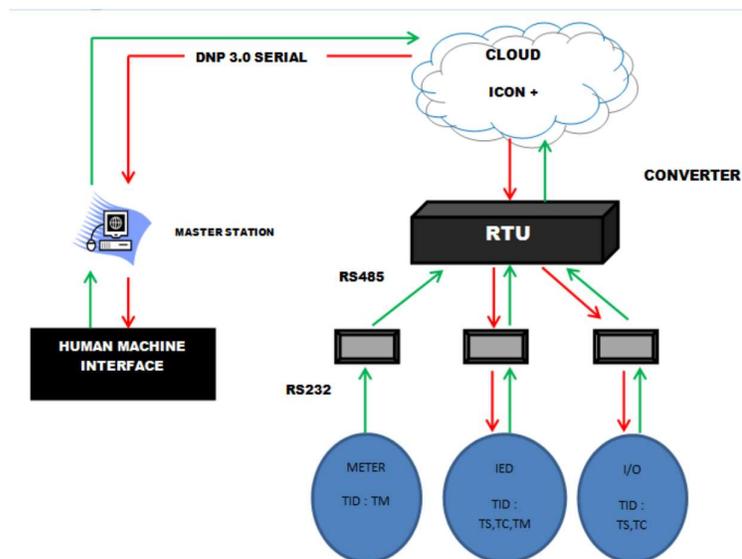
- 4) Sebagai *Event recording* merekam setiap kejadian sesuai dengan prosedur yang ada atau sesuai dengan yang diperintahkan/diprogram dari pusat pengendali



**Gambar 2.6** *Remote Terminal Unit Scout*<sup>[12]</sup>

### 2.2.3.1 RTU (*Remote Terminal Unit*) Pada Gardu Induk

RTU mengumpulkan data pada kubikel dan mengirimkan data tersebut ke master station. RTU juga mengolah kontrol dari master station kepada peralatan di kubikel seperti kontrol *open/close* PMT, *reset relay*, *reset panel/annunciator*, dll. <sup>[4]</sup>



Gambar 2.7 Integrasi RTU di Gardu Induk. [4]

### 2.2.3.2 Panel *RTU* pada Distribusi 20 kV

Panel *RTU* adalah tempat untuk merakit *RTU* dengan peralatan integrasi *RTU* lainnya seperti *Digital Input/Output Board*, Rele, Terminal XT dan lain-lain. Semua *Input* dan *Output* berada di panel *RTU*, *DI/DO* dan *Aux Relay* ditempatkan di panel *RTU* bukan di panel *outgoing*. Perakitan Panel *RTU* memiliki standar yang sudah ditentukan untuk mengatur sebagaimana *RTU* dan komponen-komponen lain di letakkan di dalam panel dan di integrasikan dengan baik. *DI/DO Board* dipasang di panel *RTU* bukan di kubikel 20kV sehingga menjadi terpusat (*central*).<sup>[13]</sup>

### 2.2.4 Diagram Blok Panel *RTU SCADA* untuk *Outgoing* 20 kV

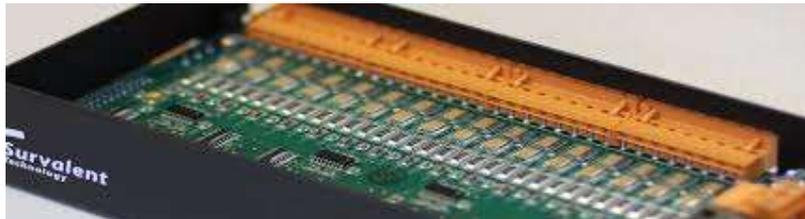
Panel *RTU* dan Panel *outgoing* 20 kV adalah 2 bagian yang saling berkaitan satu sama lain pada sistem *SCADA* distribusi 20 kV. Panel *outgoing*



*Digital Output Board* terdiri dari *board relay* bertegangan 24 VDC berfungsi apabila *RTU* mendapatkan perintah kontrol dari *master station* maka *RTU* memberi tegangan 24 VDC pada sisi koil rele sehingga menggerakkan kontak pada rele yang bertegangan 110 VDC.<sup>[13]</sup>

*Digital Input Board* berbeda dengan *Digital Output Board*, *Digital Input Board* terdiri dari rangkaian *optocoupler photodiode*. Karena tegangan kerja *Outgoing* adalah 110VDC maka *Digital Input Board* yang bertegangan 24VDC dibantu oleh rangkain eksternal *aux relay* 110VDC.<sup>[13]</sup>

*DI-DO* ditangani langsung oleh *RTU Concentrator* menggunakan *ribbon cable* sehingga bukan merupakan standart media komunikasi dan tidak memungkinkan untuk ditarik dengan jarak yang jauh. Dengan demikian *DI-DO* harus ditempatkan dalam 1 panel berdekatan dengan *RTU*. Gambar dibawah menunjukkan peletakkan *RTU* dengan *Digital Input/Output Board* jaraknya berdekatan.<sup>[13]</sup>



**Gambar 2.9** *Digital Input/Output*<sup>[13]</sup>

## 2.2.5 Panel *Outgoing*/Kubikel SCADA 20 kV

### 2.2.5.1 Pengertian Kubikel

Kubikel ialah suatu perlengkapan atau peralatan listrik yang berfungsi sebagai pengendali, penghubung dan pelindung serta membagi tenaga listrik dari sumber tenaga listrik, Kubikel istilah umum yang

mencangkup peralatan *switching* dan kombinasinya dengan peralatan kontrol, pengukuran, proteksi dan peralatan pengatur. <sup>[14]</sup>

### 2.2.6 Pemutus Tenaga (PMT)

Fungsi Kontak Pemutus Sebagai pemutus penghubung aliran listrik kontak pemutus terdiri dari dua bagian yaitu kontak gerak (*movingcontact*) dan kontak tetap (*fixedcontact*) sebagai peredam busur api pada kubikel jenis *LBS* atau *CB* digunakan media minyak, gas SF<sub>6</sub>, *vacum* atau dengan hembusan udara.

Selain itu untuk memperkecil terjadinya busur api dilakukan dengan pembukaan dan penutupan kontak pemutus secara cepat secara mekanis. <sup>[14]</sup>



**Gambar 2.10** Pemutus Tenaga PMT Kubikel 20 kV <sup>[14]</sup>

### 2.2.7 Digital Power Meter ION 6200

IED (*Intelligent Electronic Device*) adalah perangkat elektronik multifungsi yang memiliki beberapa jenis kecerdasan. Di bidang proteksi dan sistem otomatisasi daya bidang industri, IED merupakan sebuah perangkat yang memiliki fungsi serbaguna diantaranya untuk perlindungan

listrik/proteksi, intelegent kontrol, kemampuan *monitoring* dan kemampuan komunikasi yang luas secara langsung ke sistem SCADA. Salah satu IED adalah *Digital Meter*.

*Digital Meter* adalah meter energi yang dipasang di panel, dan digunakan sebagai pengganti meter konvensional. *Digital Meter* dapat menampilkan meter tegangan *line to line*, tegangan *line to netral*, arus, daya nyata (KW), daya reaktif (VAR), frekuensi, serta faktor daya. [14]



**Gambar 2.11** *Power Meter ION 6200.*[14]

Dalam melakukan pengukuran cukup dengan 2 inputan yaitu arus dan tegangan, di dalam *Power Meter ION 6200* terdapat *CT* yang berfungsi untuk pengukuran arus dan sensor tegangan untuk pengukuran tegangan.

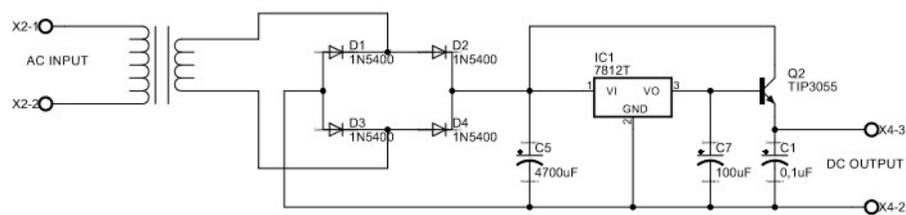
### 2.2.8 *Power Supply Unit*

*Power Supply Unit* atau yang biasa disebut *PSU*, adalah sebuah komponen yang digunakan untuk penyearah tegangan AC menjadi DC.



**Gambar 2.12** *Power Supply Unit*<sup>[15]</sup>

*Power Supply Unit* mengkonversi tegangan AC 220 V menjadi DC 12 V sesuai dengan kebutuhan daya perangkat utama di panel. Di dalam *Power Supply Unit* terdapat *trimpot*, yang digunakan untuk mengatur tegangan yang keluar. *Power Supply Unit* digunakan sebagai *supply* utama sistem pada simulasi panel *RTU*.

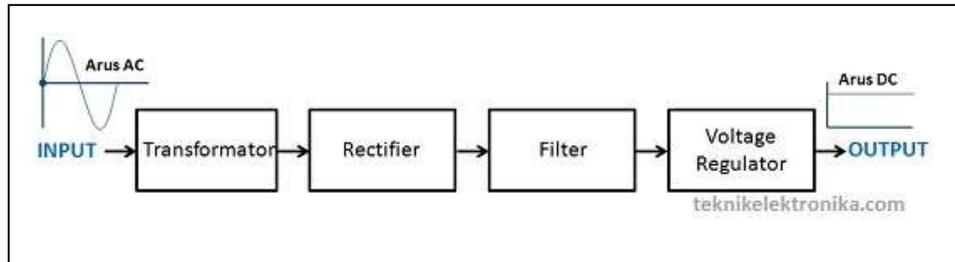


**Gambar 2.13** *Power Supply Linier*<sup>[15]</sup>

*Power Supply* memiliki 4 bagian utama agar dapat menghasilkan arus DC yang stabil. Keempat bagian tersebut diantaranya:

- 1) Transformator
- 2) Penyearah (*Rectifier*)

- 3) Penyaring (*Filter*)
- 4) *Voltage Regulator*

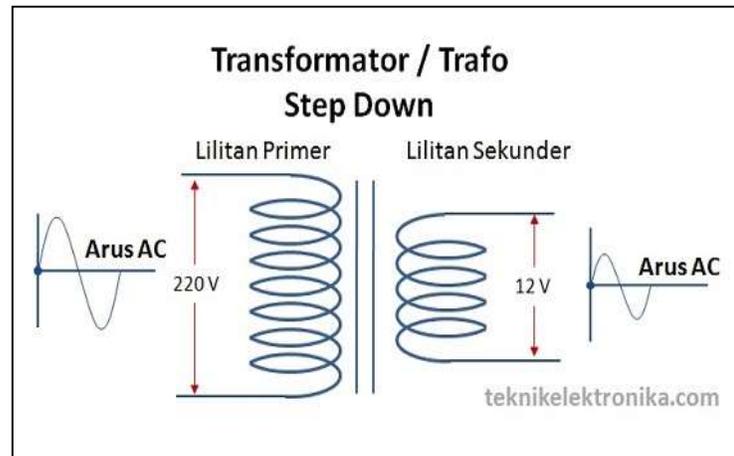


**Gambar 2.14** Blok Diagram *Power Supply*<sup>[15]</sup>

Berikut ini adalah penjelasan singkat tentang prinsip kerja *DC Power Supply* (Adaptor) pada masing-masing blok berdasarkan Diagram blok diatas:

### 2.2.8.1 Transformator

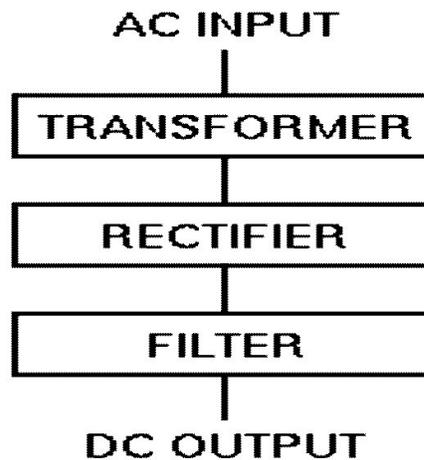
Transformator (*Transformer*) atau disingkat dengan Trafo yang digunakan untuk *DC Power supply* adalah Transformator jenis *Step-down* yang berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik sesuai dengan kebutuhan komponen Elektronika yang terdapat pada rangkaian adaptor (*DC Power Supply*). Transformator bekerja berdasarkan prinsip Induksi elektromagnetik yang terdiri dari 2 bagian utama yang berbentuk lilitan yaitu lilitan Primer dan lilitan Sekunder. Lilitan Primer merupakan *Input* dari pada Transformator sedangkan *Output*-nya adalah pada lilitan sekunder. Meskipun tegangan telah diturunkan, *Output* dari Transformator masih berbentuk arus bolak-balik (arus AC) yang harus diproses selanjutnya.<sup>[15]</sup>



Gambar 2.15 Transformator *Step Down*<sup>[15]</sup>

### 2.2.8.2 Penyearah (*Rectifier*)

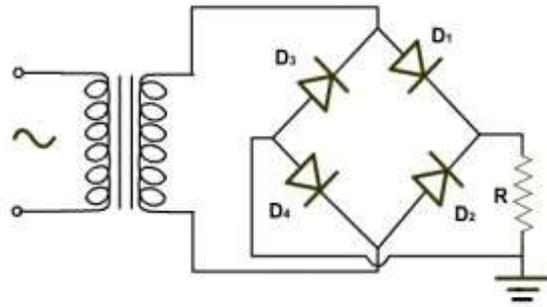
Prinsip penyearah (*rectifier*) yang paling sederhana ditunjukkan pada gambar berikut ini. Transformator diperlukan untuk menurunkan tegangan AC dari jala-jala listrik pada kumparan primernya menjadi tegangan AC yang lebih kecil pada kumparan sekundernya.<sup>[15]</sup>



Gambar 2.16 Blok Diagram Penyearah<sup>[15]</sup>

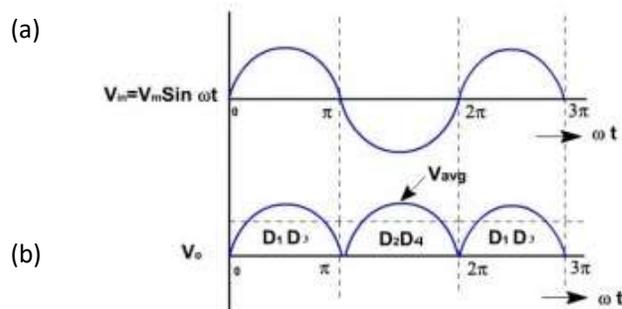
Pada dasarnya konsep penyearah gelombang dibagi dalam 2 jenis yaitu, Penyearah setengah gelombang dan penyearah gelombang penuh.<sup>[15]</sup>

Penyearah gelombang penuh dapat dibuat dengan 2 macam yaitu, menggunakan 4 dioda dan 2 dioda. Untuk membuat penyearah gelombang penuh dengan 4 dioda menggunakan transformator *non-CT*.<sup>[15]</sup>



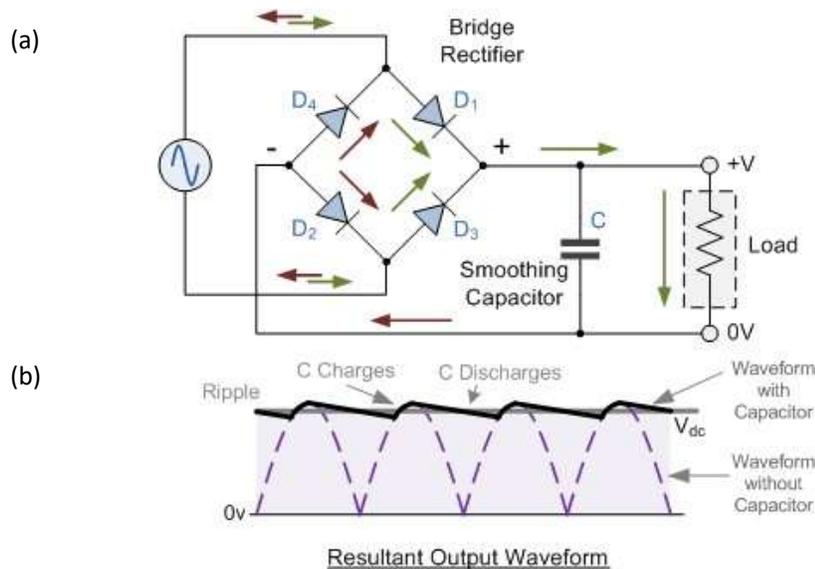
**Gambar 2.17** Gambar Rangkaian Penyearah<sup>[15]</sup>

Prinsip kerja dari penyearah gelombang penuh dengan 4 dioda diatas dimulai pada saat *output* transformator memberikan level tegangan sisi positif, maka D1, D4 pada posisi *forward bias* dan D2, D3 pada posisi *reverse bias* sehingga level tegangan sisi puncak positif tersebut akan di lewatkan melalui D1 ke D4. Kemudian pada saat *output* transformator memberikan level tegangan sisi puncak negatif maka D2, D4 pada posisi *forward bias* dan D1, D2 pada posisi *reverse bias* sehingga level tegangan sisi negatif tersebut dialirkan melalui D2, D4.<sup>[15]</sup>



**Gambar 2.18** (a) Gambar Gelombang Tegangan AC, (b) Gambar Gelombang Tegangan DC<sup>[15]</sup>

Agar tegangan penyearahan gelombang AC lebih rata dan menjadi tegangan DC maka dipasang *filter* kapasitor pada bagian *output* rangkaian penyearah. [15]

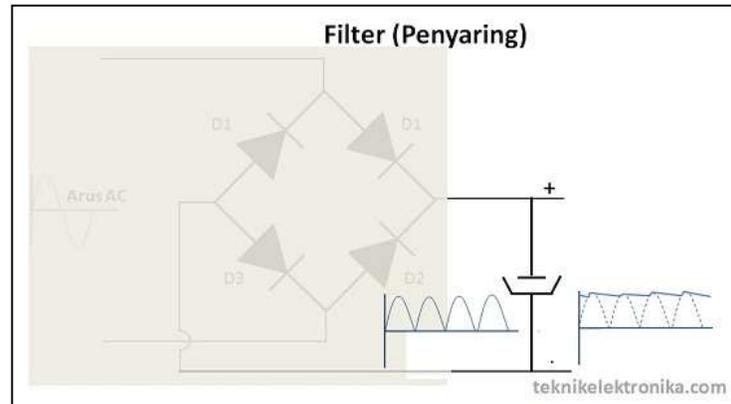


**Gambar 2.19** (a) Alur Arus pada Rangkaian *Rectifier*, (b) Gambar Gelombang Hasil Keluaran Kapasitor<sup>[15]</sup>

Fungsi kapasitor pada rangkaian diatas untuk menekan *riple* yang terjadi dari proses penyearahan gelombang AC. Setelah dipasang *filter* kapasitor maka *output* dari rangkaian penyearah gelombang penuh ini akan menjadi tegangan DC (*Direct Current*)

### 2.2.8.3 Filter (Penyaring)

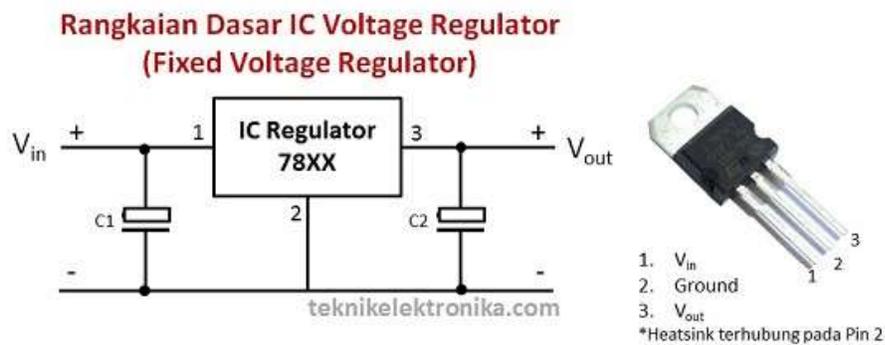
Dalam rangkaian *Power supply* (Adaptor), *Filter* digunakan untuk meratakan sinyal arus yang keluar dari *Rectifier*. *Filter* ini biasanya terdiri dari komponen Kapasitor (Kondensator) yang berjenis Elektrolit atau ELCO (*Electrolyte Capacitor*).



**Gambar 2.20** Filter dan bentuk gelombang setelah di filter<sup>[15]</sup>

#### 2.2.8.4 Voltage Regulator (Pengatur Tegangan)

Untuk menghasilkan Tegangan dan Arus DC (arus searah) yang tetap dan stabil, diperlukan *Voltage Regulator* yang berfungsi untuk mengatur tegangan keluaran. *Voltage Regulator* pada umumnya terdiri dari Dioda Zener, Transistor atau IC (*Integrated Circuit*).



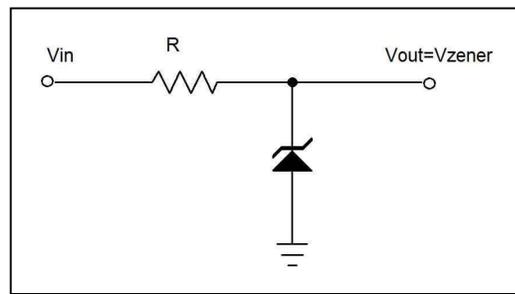
**Gambar 2.21** Rangkaian dasar IC *Voltage Regulator*<sup>[15]</sup>

Seri 78XX memiliki beberapa keunggulan dibandingkan regulator tegangan lainnya, yaitu:

- a) Seri 78XX tidak memerlukan komponen tambahan untuk meregulasi tegangan, membuatnya mudah digunakan, ekonomis dan hemat ruang.

- b) Seri 78XX memiliki rangkaian pengamanan terhadap pembebanan lebih, panas tinggi dan hubung singkat, membuatnya hampir tak dapat dirusak. Dalam keadaan tertentu, kemampuan pembatasan arus piranti 78XX tidak hanya melindunginya sendiri, tetapi juga melindungi rangkaian yang ditopangnya.

Regulator tegangan ini menggunakan prinsip dioda zener yang bekerja pada daerah *breakdown*. Sehingga menghasilkan tegangan *output* yang sama dengan tegangan zener atau  $V_{out} = V_z$ .



**Gambar 2.22** Prinsip regulator tegangan dengan dioda zener<sup>[15]</sup>

### 2.2.9 Auxiliary Relay 12VDC

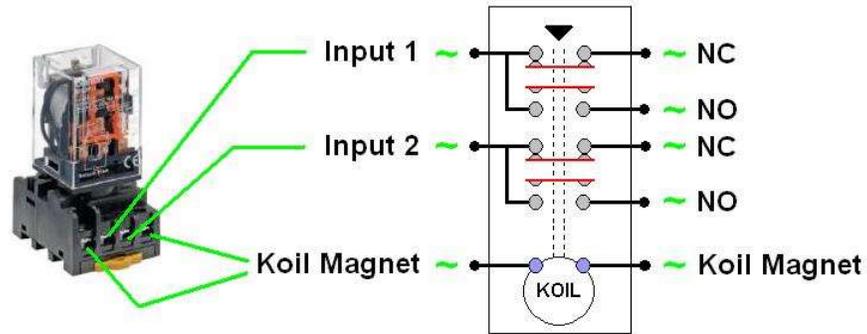
Rele pengendali elektromekanis (*an electromechanical relay*=EMR) adalah saklar magnetis. Rele ini menghubungkan rangkaian beban *on* atau *off* dengan pemberian energi elektromagnetis, yang membuka atau menutup kontak pada rangkaian.<sup>[16]</sup>

Rele adalah saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen elektromekanikal yang terdiri dari 2 bagian utama yaitu elektromagnet (*coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar/*switch*).<sup>[16]</sup>

Rele menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan rele yang menggunakan elektromagnet 12 V dan 50 mA mampu menggerakkan *armature* rele (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220VAC 2A.

Berdasarkan penggolongan jumlah *Pole* dan *Throw*-nya sebuah *relay*, maka *relay* dapat digolongkan menjadi :<sup>[16]</sup>

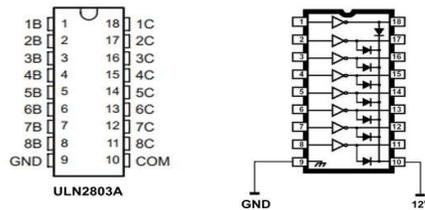
- 1) *Single Pole Single Throw (SPST)* : *Relay* golongan ini memiliki 4 Terminal, 2 Terminal untuk Saklar dan 2 Terminalnya lagi untuk koil.
- 2) *Single Pole Double Throw (SPDT)* : *Relay* golongan ini memiliki 5 Terminal, 3 Terminal untuk Saklar dan 2 Terminalnya lagi untuk koil.
- 3) *Double Pole Single Throw (DPST)* : *Relay* golongan ini memiliki 6 Terminal, diantaranya 4 Terminal yang terdiri dari 2 Pasang Terminal Saklar sedangkan 2 Terminal lainnya untuk koil. *Relay DPST* dapat dijadikan 2 Saklar yang dikendalikan oleh 1 koil.
- 4) *Double Pole Double Throw (DPDT)* : *Relay* golongan ini memiliki Terminal sebanyak 8 Terminal, diantaranya 6 Terminal yang merupakan 2 pasang *Relay SPDT* yang dikendalikan oleh 1 (*single*) koil. Sedangkan 2 Terminal lainnya untuk koil.



**Gambar 2.23** Prinsip kerja *Relay Double Pole Double Throw*<sup>[16]</sup>

### 2.2.10 ULN 2803

ULN2803 adalah chip Integrated Circuit (IC) berupa rangkaian transistor Darlington.<sup>[14]</sup> Sering digunakan untuk daya kumparan dari satu atau lebih *relay*, yang memungkinkan tegangan yang lebih tinggi atau arus yang lebih kuat. Secara fisik ULN2803 adalah konfigurasi IC 18-pin dan berisi delapan transistor NPN. Pins 1-8 menerima tegangan rendah, pin 9 sebagai grounding. Pin 10 adalah COM dan umumnya akan dihubungkan ke tegangan positif. Pins 11-18 adalah output (Pin 1 untuk Pin 18, Pin 2 untuk 17, dst).



**Gambar 2.24** *Pin-out Diagram ULN 2803*  
(Sumber: *Datasheet ULN2803, Texas Instruments*)

### 2.2.11 Arduino Mega 2560

*Arduino* adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah *chip*

mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan ATmel. Mikrokontroler itu sendiri adalah *chip* atau *Integrated Circuit (IC)* yang bisa diprogram menggunakan komputer. Tujuan ditanamkannya program pada mikrokontroler adalah supaya rangkaian elektronik dapat membaca *input*, kemudian memproses *input* tersebut sehingga menghasilkan *output* yang sesuai dengan keinginan. Jadi mikrokontroler berfungsi sebagai otak yang mengatur *input*, proses, dan *output* sebuah rangkaian elektronik.

Arduino juga menyederhanakan proses bekerja dengan mikrokontroler, sekaligus menawarkan berbagai macam kelebihan antara lain:

- A. Murah
- B. Sederhana dan Mudah Pemrogramannya
- C. Perangkat Lunaknya *Open Source*

Perangkat lunak Arduino IDE dipublikasikan sebagai *Open Source*, tersedia bagi para pemrogram berpengalaman untuk pengembangan lebih lanjut. Bahasanya bisa dikembangkan lebih lanjut melalui pustaka-pustaka C++ yang berbasis pada Bahasa C untuk AVR.

- D. Perangkat Kerasnya *Open Source*

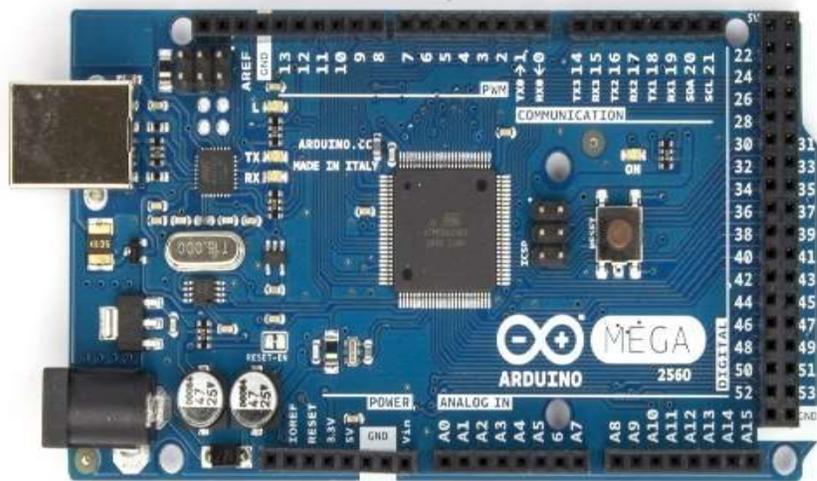
Perangkat keras Arduino berbasis mikrokontroler ATMEGA8, ATMEGA168, ATMEGA328 dan ATMEGA1280 (yang terbaru ATMEGA2560). Dengan demikian siapa saja bisa membuatnya (dan kemudian bisa menjualnya) perangkat keras Arduino ini, apalagi bootloader tersedia langsung dari perangkat lunak Arduino IDE-nya.

Bisa juga menggunakan *breadboard* untuk membuat perangkat Arduino beserta perifer-al-perifer-al lain yang dibutuhkan.

E. Papan *Board* Arduino Menyediakan Berbagai Macam Fasilitas

Sudah memiliki sarana komunikasi USB, Sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki port serial/RS323 bisa menggunakannya. Memiliki modul siap pakai ( *Shield* ) yang bisa ditancapkan pada *board* arduino. *Input/output* digital dan *input* analog, dimana *input* digital adalah pin pin untuk menghubungkan arduino dengan komponen atau rangkaian digital sedangkan *input* analog pin pin yang berfungsi untuk menerima sinyal dari komponen atau rangkaian analog. Soket tambahan untuk catu daya dan baterai juga tersedia di papan *board* arduino untuk memudahkan didalam penggunaannya.

*Arduino Mega 2560* adalah papan mikrokontroler berbasis *Atmega 2560* yang memiliki 54 pin digital *input/output*, dimana 15 pin diantaranya digunakan sebagai *output* PWM, 16 pin sebagai *input* analog, 4 pin sebagai UART (port *serial hardware*), sebuah osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, *jack* power, header ISCP, dan tombol *reset*. Gambar menunjukkan gambar arduino mega 2560 serta tabel 2.1 sebagai spesifikasi arduino mega 2560. [7]



Gambar 2.25 Arduino Mega 2560<sup>[7]</sup>

Tabel 2.1 Spesifikasi dari Arduino Mega 2560.<sup>[7]</sup>

Mikrokontroler	ATmega2560
Tegangan Operasi	5V
<i>Input Voltage</i> (disarankan)	7-12V
<i>Input Voltage</i> (limit)	6-20V
Pin Digital I/O	54 (yang 15 pin digunakan sebagai <i>output PWM</i> )
Pins <i>Input Analog</i>	16
Arus DC per pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3V	50 mA
<i>Flash Memory</i>	256 KB (8 KB digunakan untuk <i>bootloader</i> )
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
<i>Clock Speed</i>	16 Hz

### 2.2.11.1 Catu Daya Arduino

Arduino Mega dapat diaktifkan melalui konektor USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Sumber daya eksternal (*non-USB*) dapat berasal dari adaptor AC/DC atau baterai. Jika menggunakan adaptor maka pemasangannya dengan menyambungkan steker 2,1 mm yang bagian tengahnya terminal positif ke *power jack* pada papan. Sedangkan jika menggunakan baterai maka sambungkan ujung positif dan negatif baterai ke pin Vin dan Gnd pada papan *Arduino*.

Papan Arduino ATmega2560 dapat bekerja dengan rentang daya eksternal dari 6 Volt sampai 20 Volt. Jika tegangan kurang dari 7 Volt, maka pin 5 Volt mungkin akan menghasilkan tegangan kurang dari 5 Volt dan ini akan membuat papan menjadi tidak stabil. Jika sumber tegangan menggunakan lebih dari 12 Volt, penstabil tegangan (*voltage regulator*) akan mengalami panas berlebihan dan bisa merusak papan. Rentang sumber tegangan yang dianjurkan adalah 7 Volt sampai 12 Volt.

Pin tegangan yang tersedia pada papan Arduino adalah sebagai berikut:

- 1) **VIN**, *Input* tegangan untuk papan Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal.
- 2) **5V**, sebuah pin yang mengeluarkan tegangan ter-regulator 5 Volt, dari pin ini tegangan sudah diatur dari regulator yang tersedia (*built-in*) pada papan.
- 3) **3V3**, sebuah pin yang menghasilkan tegangan 3,3 Volt. Tegangan ini dihasilkan oleh regulator yang terdapat pada papan (*on-board*). Arus maksimum yang dihasilkan adalah 50 mA.

4) **GND**, pin Ground. <sup>[17]</sup>

**a. Memori**

Mikrokontroler Atmega 2560 mempunyai 256 KB *flash memori* untuk menyimpan kode (yang mana 8KB digunakan untuk *bootloader*), 8 KB SRAM (*Static Random Access Memory*), dan 4 KB EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*).

**b. Input dan Output**

Setiap pin digital pada *Arduino Mega 2560*, yang berjumlah 54 pin dapat digunakan sebagai *input* atau *ouput*, dengan menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalWrite()*, dan *digitalRead()*. Setiap pin mempunyai arus maksimum 40 mA. Selain itu tegangan yang masuk ke *input* mikrokontroler harus berada di dalam kisaran nilai tertentu. Pada umumnya tegangan minimum adalah 0 Volt atau mendekati 0 Volt dan nilai ini diterima sebagai level logika rendah. Tegangan tertinggi biasanya sama dengan catu daya yaitu 5-7 Volt untuk tegangan yang direkomendasikan dan nilai tersebut diterima sebagai level tegangan tinggi.<sup>[17]</sup>

*Arduino Mega 2560* mempunyai 16 pin *input* analog, yang masing-masing menyediakan resolusi 10 bit (1024 nilai yang berbeda). Secara otomatis pin ini dapat diukur/diatur mulai dari *ground* sampai 5 V.

### 2.2.12 Pemrograman Bahasa C

Bahasa Pemrograman C adalah sebuah bahasa pemrograman komputer yang bisa digunakan untuk membuat berbagai aplikasi (*general-*

*purpose programming language*), mulai dari sistem operasi (seperti Windows atau Linux), antivirus, software pengolah gambar (*image processing*), hingga *compiler* untuk bahasa pemrograman, dimana C banyak digunakan untuk membuat bahasa pemrograman lain yang salah satunya adalah PHP.

Meskipun termasuk *general-purpose programming language*, yakni bahasa pemrograman yang bisa membuat berbagai aplikasi, bahasa pemrograman C paling cocok merancang aplikasi yang berhubungan langsung dengan Sistem Operasi dan *hardware*. Ini tidak terlepas dari tujuan awal bahasa C dikembangkan.<sup>[7]</sup>

### **2.2.13 Pembuatan Program dengan Aplikasi Arduino IDE**

*Arduino Mega* dapat diprogram dengan software *Arduino IDE* yang dapat di download pada situs resmi *Arduino*. *Software* ini juga sebagai sarana memastikan komunikasi *Arduino* dengan komputer berjalan dengan benar.

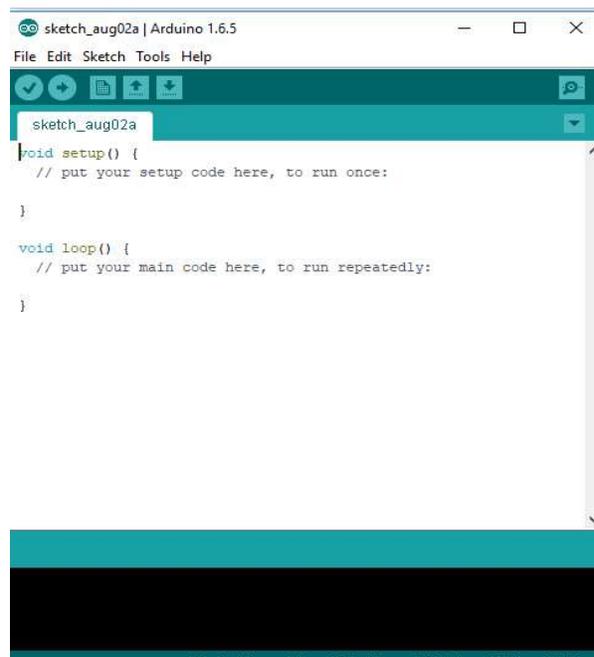
Berikut cara menggunakan *Software Arduino IDE*:

- 1) Jalankan *Arduino IDE* dengan menjalankan aplikasi *Arduino* yang sudah terinstal pada komputer atau laptop.



**Gambar 2.26** Aplikasi *Arduino* IDE. <sup>[10]</sup>

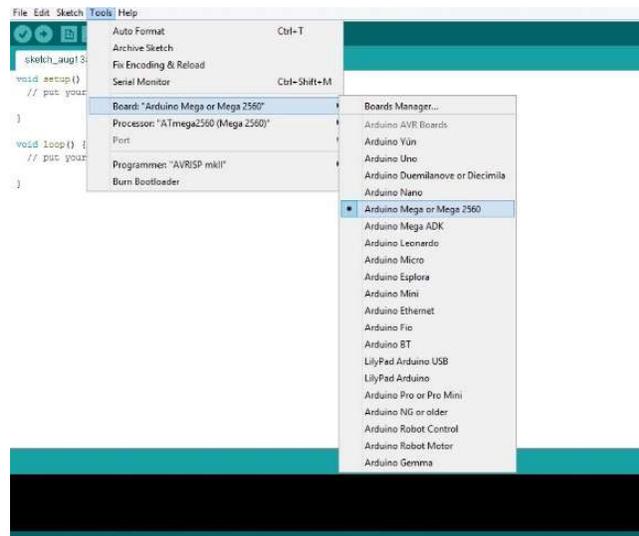
Walaupun tampak seperti program *Windows* pada umumnya, namun sebenarnya program ini adalah sebuah program *Java*. Jika ditemukan sebuah pesan kesalahan, kemungkinan besar pada 35omputer atau laptop belum terinstal *Java Runtime Environment (JRE)* atau *Java Development Kit (JDK)*.



**Gambar 2.27** Tampilan Utama Aplikasi *Arduino* IDE. <sup>[10]</sup>

2) Pilih menu **Tools** → **Board**.

Karena *Arduino* yang digunakan dalam *project* tugas akhir adalah *Arduino Mega 2560*, maka pilih board yang bernama “*Arduino Mega or Mega 2560*”.



**Gambar 2.28** Memilih *Board* yang Digunakan pada *Arduino* IDE. <sup>[10]</sup>

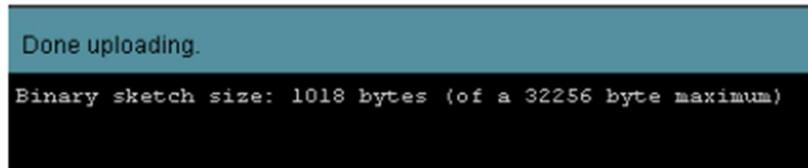
3) Tulis sketch yang dikehendaki atau dapat memilih menu **File** → **Examples** → **Basics**, kemudian pilih *library* yang hendak dijalankan.

4) Klik tombol **Upload** pada *toolbar* untuk mengirim *sketch* atau program tersebut pada *Arduino*.



**Gambar 2.29** Tombol *Upload*. <sup>[10]</sup>

Jika program benar dan berhasil di-*upload*, maka akan muncul tampilan seperti pada gambar.



**Gambar 2.30** Program Berhasil Dikirim. <sup>[10]</sup>

Sebaliknya, jika terjadi kesalahan pada program dan pengiriman data gagal, maka akan muncul tampilan seperti pada gambar dibawah



**Gambar 2.31** Program Gagal Dikirim. <sup>[10]</sup>

Apabila program gagal dikirim, yang harus dilakukan adalah meneliti kembali program yang ditulis karena kemungkinan ada kesalahan dalam penulisan ataupun prose inisialisasi.<sup>[10]</sup>

#### 2.2.14 Komunikasi

*Arduino Mega 2560* memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, *Arduino* lain, bahkan mikrokontroler lain. Sebuah *chip ATmega16U2* yang terdapat pada papan digunakan sebagai media komunikasi *serial* melalui USB dan muncul sebagai *COM Port Virtual* (pada *Device* komputer) untuk berkomunikasi dengan perangkat lunak pada komputer. Perangkat lunak *Arduino* termasuk di dalamnya serial monitor memungkinkan data tekstual sederhana dikirim ke dan dari papan *Arduino*. LED RX dan TX (pada pin 13) akan berkedip ketika data sedang dikirim

atau diterima melalui chip *USB-to-serial* yang terhubung melalui USB komputer. <sup>[19]</sup>

### 2.2.15 *Arduino Ethernet shield*

*Ethernet shield* menambah kemampuan arduino board agar terhubung ke jaringan komputer.



**Gambar 2.32** *Ethernet shield* <sup>[7]</sup>

*Ethernet shield* berbasiskan chip ethernet *Wiznet W5100*. *Ethernet library* digunakan dalam menulis program agar arduino board dapat terhubung ke jaringan dengan menggunakan *ethernet shield*. Pada *ethernet shield* terdapat sebuah slot *micro-SD*, yang dapat digunakan untuk menyimpan *file* yang dapat diakses melalui jaringan. *Arduino board* berkomunikasi dengan *W5100* dan *SD card* menggunakan bus *SPI (Serial Peripheral Interface)*. Komunikasi ini diatur oleh library *SPI.h* dan *Ethernet.h*.

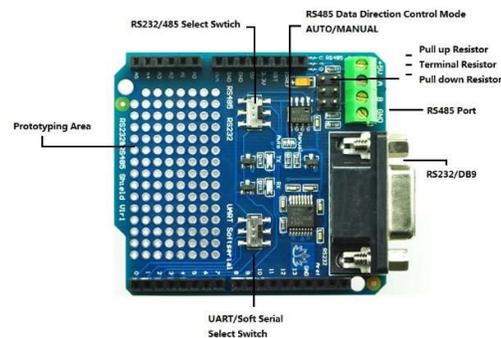
Bus *SPI* menggunakan pin digital 50, 51, dan 52 pada *Mega*. Pin digital 10 digunakan untuk memilih *W5100* dan pin digital 4 digunakan untuk memilih *SD card*. Pin-pin yang sudah disebutkan sebelumnya tidak dapat digunakan untuk input/output umum ketika kita menggunakan *ethernet*

*shield*. Karena *W5100* dan *SD card* berbagi bus *SPI*, hanya salah satu yang dapat aktif pada satu waktu.

Untuk menghubungkan *ethernet shield* dengan jaringan, dibutuhkan beberapa pengaturan dasar. Yaitu *ethernet shield* harus diberi alamat IP (*Internet Protocol*). Alamat IP yang valid tergantung pada konfigurasi jaringan. Selain itu juga diperlukan *gateway* jaringan dan *subnet*.<sup>[7]</sup>

### 2.2.16 RS 485 Shield

RS-485 adalah antarmuka komunikasi serial yang berfungsi menghubungkan Arduino Mega ke Jaringan RS-485.



**Gambar 2.33** RS 485 Shield. <sup>[8]</sup>

RS 485 Shield menggunakan rangkaian *optocoupler* dan konverter DC untuk mengamankan tegangan. Serta bekerja pada tegangan 3,3V dan 5V dari Arduino. <sup>[8]</sup>

### 2.2.17 Router

*Router* adalah sebuah alat yang mengirimkan paket data melalui sebuah jaringan atau Internet menuju tujuannya, melalui sebuah proses yang dikenal sebagai routing.

*Router* berfungsi sebagai penghubung antar dua atau lebih jaringan untuk meneruskan data dari satu jaringan ke jaringan lainnya. *Router* berbeda dengan switch. Switch merupakan penghubung beberapa alat untuk membentuk suatu *Local Area Network (LAN)*.

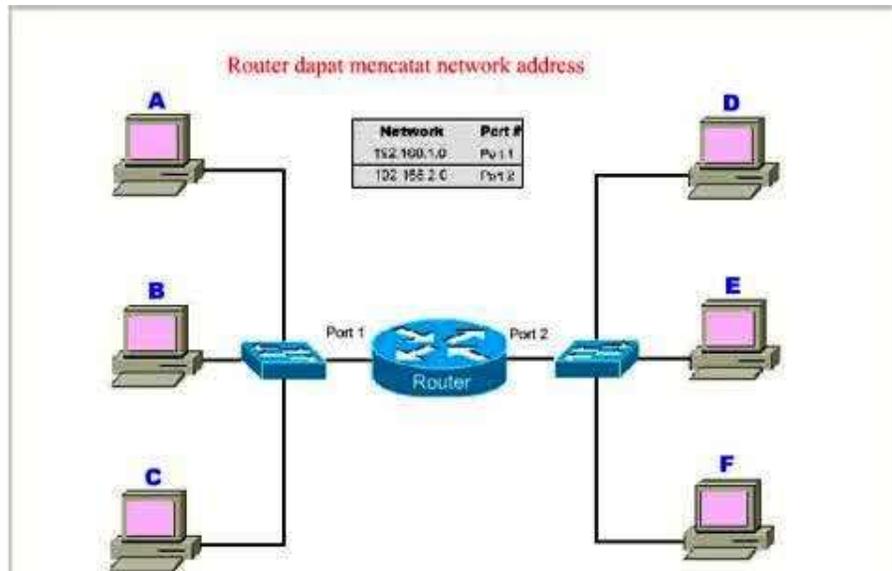
Sebagai ilustrasi perbedaan fungsi dari *router* dan *switch* merupakan suatu jalanan, dan *router* merupakan penghubung antar jalan. Masing-masing rumah berada pada jalan yang memiliki alamat dalam suatu urutan tertentu. Dengan cara yang sama, switch menghubungkan berbagai macam alat, dimana masing-masing alat memiliki alamat IP sendiri pada sebuah LAN.

*Router* dapat digunakan untuk menghubungkan banyak jaringan kecil ke sebuah jaringan yang lebih besar, yang disebut dengan *internetwork*, atau untuk membagi sebuah jaringan besar ke dalam beberapa *subnetwork* untuk meningkatkan kinerja dan juga mempermudah manajemennya. *Router* juga kadang digunakan untuk mengoneksikan dua buah jaringan yang menggunakan media yang berbeda (seperti halnya *router wireless* yang pada umumnya selain ia dapat menghubungkan komputer dengan menggunakan radio, ia juga mendukung penghubungan komputer dengan kabel *UTP*).<sup>[10]</sup>



**Gambar 2.34** *Router*.<sup>[10]</sup>

Ilustrasi mengenai konfigurasi hubungan *router* dan komputer dapat dilihat pada gambar berikut:



**Gambar 2.35** Konfigurasi Hubungan *Router* dan Komputer. <sup>[10]</sup>

Pada gambar diatas terdapat 2 buah *network* komputer yang terhubung dengan sebuah *router*. Network sebelah kiri yang terhubung ke port 1 *router* mempunyai alamat network 192.168.1.0 dan network sebelah kanan terhubung ke port 2 dari *router* dengan network address 192.155.2.0. Cara kerja *router* dapat dimisalkan sebagai berikut:

- Komputer A mengirim data ke komputer C, maka *router* tidak akan meneruskan data tersebut ke network lain.
- Begitu pula ketika komputer F mengirim data ke E, *router* tidak akan meneruskan paket data ke network lain.
- Barulah ketika komputer F mengirimkan data ke komputer B, maka *router* akan meneruskan paket data tersebut ke komputer B. <sup>[10]</sup>

### 2.2.18 Mini PC

Mini PC adalah komputer yang dirancang dalam ukuran kecil dan dilengkapi teknologi terbaru serta konektivitas modern. Biasanya produsen memasarkan produk tersebut dengan istilah berbeda seperti *smart micro PC*, *thin client*, *miniature PC* atau *nettop*. *Mini Pc* menggunakan perangkat yang sama layaknya desktop PC seperti *processor*, *motherboard*, *vga*, *power supply*, maupun ram, namun memiliki *casing* yang lebih kecil seperti *casing* pada PS 3 maupun *xbox 360*.

Mini PC juga menawarkan fleksibilitas tinggi, harga yang cenderung lebih murah, dan kemudahan pemakaian, bahkan untuk para pengguna awam.<sup>[19]</sup>



**Gambar 2.36** Bentuk fisik *mini PC*.<sup>[19]</sup>

Tidak semua jenis PC termasuk dalam sistem mini PC. Untuk itu, beberapa jenis mini PC yaitu :

1. PDP- 8 : Jenis mini PC satu ini dirilis pada tahun 1965 oleh DEC (*Digital Equipment Corporation*) dengan harga yang lumayan besar pada zamannya dulu.
2. PDP-11 :Juga menjadi jenis mini PC yang dirilis pada tahun 1970 oleh DEC (*Digital Equipment Corporation*).
3. VAX (*Virtual Address Extension*) : Adalah salah satu jenis mini PC yang dikreasikan oleh DEC (*Digital Equipment Corporation*) dan dirilis pada tahun 1970an pada akhir dekadenya.
4. Xerox Star : Inilah salah satu jenis mini PC yang terkemuka dengan sistem komputer antarmuka grafis (GUI) pertama kali di dunia.
5. IBM system 370 : Sistem mini PC satu ini menjadi bentuk dasar dari desktop komputer yang ada di pasaran. sistem mini PC satu ini dikembangkan berdasarkan sistem modul yang memudahkan penggunaanya dalam menggonta – ganti komponen – komponennya. Untuk itu, inilah pilihan mini PC yang teroperasi dengan baik untuk seluruh konsumennya.<sup>[19]</sup>

### 2.2.19 Modbus Protokol

Modbus adalah salah satu protokol untuk komunikasi serial yang di publikasikan oleh Modicon pada tahun 1979 untuk di gunakan pada PLC Modicon (PLC pertama di dunia yang di kembangkan oleh *Schneider*). Secara sederhana, modbus merupakan metode yang digunakan untuk mengirimkan data/informasi melalui koneksi serial antar perangkat elektronik. Perangkat yang meminta informasi disebut *Modbus Master* dan perangkat penyediaan informasi disebut *Modbus Slave*. Pada jaringan

Modbus standar, terdapat sebuah master dan slave sampai dengan 247, masing-masing mempunyai Alamat Slave yang berbeda mulai dari 1 sampai 247. Master juga dapat menulis informasi kepada Slave.

Modbus merupakan sebuah open protokol, yang berarti bahwa dapat digunakan dalam peralatan tanpa harus membayar royalti. Modbus telah menjadi protokol komunikasi standar dalam industri, dan sekarang paling banyak dipakai untuk menghubungkan perangkat elektronik industri. Modbus digunakan secara luas oleh banyak produsen di banyak industri. Protokol ini menjadi standard komunikasi dalam industri dan menjadi yang paling banyak dipakai untuk komunikasi antar peralatan elektronik pada industri. Alasan utama mengapa Modbus Protokol banyak digunakan adalah:

1. Di publikasikan secara terbuka tanpa royalty fee untuk penggunaannya.
2. Relatif mudah untuk di aplikasikan pada industrial network.
3. Modbus mempunyai struktur bit tanpa memiliki banyak larangan bagi vendor lain untuk mengaksesnya.

Modbus memungkinkan adanya komunikasi dua-jalur antar perangkat yang terhubung ke jaringan yang sama, misalnya suatu sistem yang mengukur suhu, tekanan, kelembaban dsb, kemudian mengkomunikasikan hasilnya ke komputer (HMI/Human Machine Interface). Modbus sering digunakan untuk menghubungkan supervisory computer dengan remote terminal unit (RTU), supervisory control dan sistem akuisisi data (SCADA).

Berdasarkan media transferannya, Modbus dikategorikan ke dalam Modbus serial (RS232/485) dan Modbus Ethernet (TCP/IP). Jika dirujuk dari bentuk datanya, Modbus dibagi ke dalam Modbus RTU (serial) dan Modbus ASCII. Pada Modbus serial digunakan istilah Master/Slave sedangkan Modbus Ethernet biasanya memakai terminologi Server/Client.<sup>[18]</sup>

Protokol Modbus memungkinkan komunikasi yang mudah di semua jenis arsitektur jaringan. Setiap jenis perangkat dapat menggunakan protokol Modbus untuk operasi remote. Komunikasi yang sama dapat dilakukan juga pada serial line seperti pada Ethernet TCP / IP. Gateway memungkinkan komunikasi antara beberapa jenis bus atau jaringan dengan menggunakan protokol Modbus.<sup>[10]</sup>

#### **2.2.19.1 Modbus TCP/IP**

Modbus TCP/IP adalah salah satu perangkat lunak jaringan komputer (*networking software*) yang terdapat dalam sistem, dan dipergunakan dalam komunikasi data dalam local area *network* (LAN) maupun Internet. TCP singkatan dari *Transfer Control Protocol* dan IP singkatan dari *Internet Protocol*. TCP/IP menjadi satu nama karena fungsinya selalu bergandengan satu sama lain dalam komunikasi data.

TCP/IP saat ini dipergunakan dalam banyak jaringan komputer lokal (LAN) yang terhubung ke Internet, karena memiliki sifat:

- 1) Merupakan protokol standar yang terbuka, gratis dan dikembangkan terpisah dari perangkat keras komputer tertentu. Karena itu protokol ini

banyak didukung oleh vendor perangkat keras, sehingga TCP/IP merupakan pemersatu perangkat keras komputer yang beragam merk begitu juga sebagai pemersatu berbagai perangkat lunak yang beragam merk sehingga walau memakai perangkat keras dan perangkat lunak komputer yang berlainan pada jaringan komputer berbeda, dapat berkomunikasi data melalui Internet.

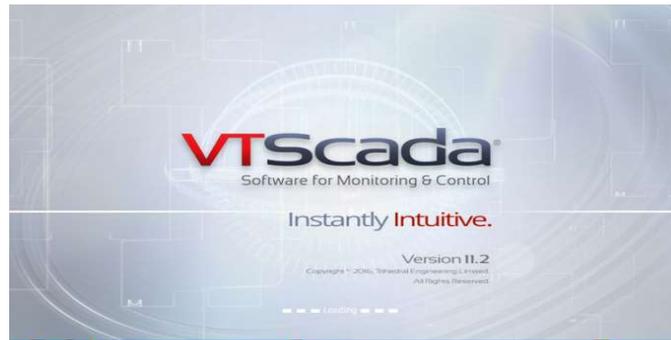
- 2) Berdiri sendiri dari perangkat keras jaringan apapun. Sifat ini memungkinkan TCP/IP bergabung dengan banyak jaringan komputer.
- 3) Bisa dijadikan alamat umum sehingga tiap perangkat yang memakai TCP/IP akan memiliki sebuah alamat unik dalam sebuah jaringan.<sup>[10]</sup>

#### 2.2.20 VTScada 11.2

SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) merupakan suatu sistem yang mampu untuk sistem kendali berbasis komputer yang dipakai untuk pengontrolan suatu proses tenaga listrik. *Software* VTSCADA mampu untuk menampilkan hasil besaran yang di ukur oleh sensor. Selain itu *software* juga dilengkapi oleh *button* ataupun *switch* yang mampu untuk menggerakkan kontak relai pada rangkaian elektronika. Bedanya *software* ini dari *software* SCADA yang lain, *software* ini lebih praktis karena pengalamatan (*database*) dan tampilannya menjadi satu (tidak terpisah), dan *software* ini memiliki bermacam-macam *widget* yang bisa membuat tampilan HMI menjadi lebih menarik dan terkesan tidak monoton. <sup>[10]</sup>

VTScada merupakan *software* SCADA yang diproduksi oleh Trihedral Engineering yang memiliki awalnya bernama WEB. WEB sistem

operasi yang berbasis HMI memiliki bahasa *scripting* untuk *tags*, *page*, dan yang berhubungan dengan SCADA dibuat melalui penulisan kode. Kemudian pada tahun 1995, WEB berganti nama menjadi VTS (Visual Tag System) karena program tersebut mengalami perkembangan dalam hal GUI (*Graphic User Interface*) yang membuat lebih mudah dalam penggunaan aplikasi SCADA . Pada tahun 2001, nama VTScada ditambahkan untuk aplikasi SCADA dalam hal pengolahan air dan limbah. VTScada didesain secara detail dalam komunikasi sistem telemetry, dan juga mengalami penambahan fitur yang lebih bermanfaat. Pada awal tahun 2014, Trihedral Engineering mengeluarkan versi 11, dan produk VTS dan VTScada digabung menjadi satu produk yang sekarang dikenal dengan nama VTScada.<sup>[18]</sup>



**Gambar 2.37** VTScada 11.2. <sup>[18]</sup>

Untuk menginstal *software* VTScada diperlukan hardware PC (*Personal Computer*) yang memiliki spesifikasi berikut<sup>[18]</sup> :

VTScada 11.2 digunakan sebagai *server* dari *workstation* :

- 32 atau 64-bit sistem operasi *Windows*
- 2 Ghz prosesor *dual-core*
- Membutuhkan penyimpanan *file* 20 GB
- Memiliki RAM 8 GB atau lebih

Sedangkan untuk laptop, tablet PC, dan panel PC bukan sebagai server dari *workstation*<sup>[18]</sup> :

- 32 atau 64-bit sistem operasi *Windows*
- 2 Ghz prosesor *dual-core*
- Membutuhkan penyimpanan *file* 20 GB
- Memliki RAM 4 GB atau lebih



**Gambar 2.38** Tampilan VTScada Application Manager

(Sumber : *datasheet VT SCADA 11.2*)<sup>[18]</sup>

VT Scada merupakan salah satu aplikasi virtual scada, VT Scada dapat digunakan untuk keperluan industri, software ini menyediakan layar anatrmuka yang dapat mengontrol peralatan lewat komputer. Termasuk dapat mengoperasikan katup-katup pipa dan motor atau menampilkan suhu ada level ketinggian air di melalui layar. VT Scada dapat berkomunikasi lewat RTU ( Remote Telemetry Unit) dan Programmable Logic Control (PLC) untuk mengontrol perangkat keras dan informasi. VT Scada dibuat dengan ribuan Input/Output dalam 1 server (maksimal 50 I/O untuk versi *light*).<sup>[32]</sup>

