

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Kebocoran air pada pelanggan PDAM dapat kita temui diberbagai tempat. Sebagian besar kebocoran tersebut adalah kebocoran kecil yang tidak terlihat oleh kasat mata manusia. Keadaan tersebut seringkali tidak diketahui oleh pelanggan PDAM, dan terkesan diremehkan. Tentunya hal tersebut tidak disengaja oleh pelanggan, dan akan berdampak pada pemborosan air dan membengkaknya biaya tagihan rekening air bagi si pelanggan, serta merugikan bagi pelanggan. Oleh sebab itu, untuk memudahkan dalam mendeteksi kebocoran air pada pelanggan, khususnya kebocoran-kebocoran yang tidak terlihat oleh kasat mata, maka dirancang sebuah alat untuk mendeteksi kebocoran menggunakan sensor waterflow yang di lihat dari besar debit air yang mengalir pada rotor sensor waterflow. Setelah penyusun melakukan telaah terhadap beberapa referensi yang ada, ada beberapa yang memiliki keterkaitan dengan perancangan yang penyusun lakukan.

Tugas Akhir “Aplikasi Sensor Flow Water Untuk Mengukur Penggunaan Air Pelanggan Secara Digital Serta Pengiriman Data Secara Otomatis Pada PDAM Kota Semarang”^[1], membahas aplikasi monitoring penggunaan air pelanggan secara digital menggunakan modem GSM. Cara kerja aplikasi monitoring ini adalah mikrokontroller mengirim data penggunaan air, nomor pelanggan serta waktu pengukuran debit air ke server hosting PDAM kota Semarang menggunakan

modem GSM. Modem GSM akan menghubungkan alat ke server hosting melalui akses internet. Data akan dibaca dan diketahui oleh PDAM serta pelanggan dengan interface web. Antara pelanggan dan PDAM dapat mengakses web dengan user login serta ijin akses yang berbeda . Pada tugas akhir ini tidak menyediakan monitoring menggunakan VTScada.

Tugas Akhir “Sistem Pendeteksi Kebocoran Air Pada Pelanggan PDAM Dengan Arduino Uno”^[2], membahas tentang pendeteksi kebocoran air yang dilakukan guna mengurangi kebocoran air yang terjadi pada pelanggan/konsumen yang dapat merugikan konsumenn. Pendeteksi kebocoran dilakukan dengan mengetahui tekanan air yang mengalir melalui sensor water flow yang dapat diketahui bahwa semakin besar kebocoran maka semakin tinggi pula tekanan airnya. Pada tugas akhir ini pendeteksi kebocoran masih manual dan tidak memiliki alarm ketika terjadi kebocoran.

Tugas Akhir “Rancang Bangun Alat Ukur Debit Air Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Dengan Menggunakan Sensor YF-S201”^[3], membahas tentang pengukur debit air yang masuk melalui rotor yang ada pada sensor waterflow. Cara kerja alat ini adalah ketika aliran air dialirkan melalui sensor YF-S201, maka aliran air tersebut akan masuk ke sensor dan mengalir melewati sebuah rotor yang terdapat didalam sensor, dimana rotor ini akan berputar sesuai kecepatan aliran air yang masuk. Kemudian secara otomatis sensor akan menginput hasil pembacaan dari debit air yang masuk maka kemudian akan diproses oleh Mikrokontroler Arduino UNO dan akan diolah hasil debit airnya. Kemudian hasil pembacaan debit air yang telah diolah oleh Mikrokontroler Arduino UNO akan

ditampilkan pada layar LCD 16x2. Pada tugas akhir ini sensor waterflow hanya digunakan untuk mengukur debit air yang mengalir, tidak ada simulasi kebocoran.

Tugas Akhir “Perancangan dan Implementasi Water Flow Sensor Berbasis Arduino Sebagai Proteksi Pada Mesin Pompa Air”^[4], membahas tentang implementasi sensor water flow yang dilakukan sebagai proteksi pada pompa air. Implementasi sensor water flow berguna untuk melindungi atau mencegah pompa air dari kerusakan, misalnya tekanan pompa melemah atau pompa mengalami kebocoran. Pada tugas akhir ini hampir sama dengan yang sebelumnya, tidak terdapat VTScada yang berguna untuk monitoring kerusakan pompa air tersebut.

Tugas Akhir “Rancang Bangun Alat Ukur Volume Fluida Otomatis Menggunakan Flowmeter Berbasis Arduino Mega”^[5], membahas tentang pengukur volume fluida menggunakan sensor waterflow. Cara kerja alat ini adalah ketika fluida mengalir melalui rotor sensor waterflow, rotor akan menghitung setiap fluida yang melewati motor pada rotor sensor waterflow. Pada tugas akhir ini monitoring masih menggunakan LCD, maka dirasa masih kurang lengkap.

Perbedaan antara Tugas Akhir penyusun “Rancang Bangun Dan Monitoring Kebocoran Pipa Pada City Tank Dan Ketinggian Air Berbasis Arduino Mega 2560 Dengan Menggunakan VTSCADA” dengan referensi – referensi diatas adalah penyusun akan menambahkan HMI dan mengimplementasikan VT Scada sebagai *monitoring* pada simulasi tersebut. Penyusun juga akan menambahkan sensor Ultrasonik yang berfungsi untuk mengukur ketinggian air tiap tangki. Kemudian penyusun juga akan menambahkan *solenoid valve* yang berfungsi sebagai kran

otomatis dan penyusun akan menambahkan simulasi kebocoran tank yang akan di deteksi menggunakan sensor waterflow.

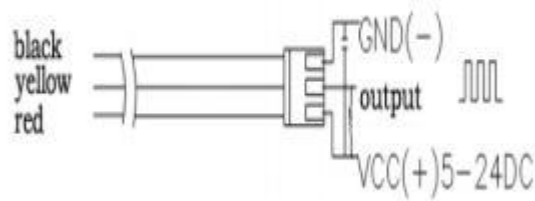
2.2 Landasan Teori

2.2.1 Sensor Water Flow G1/8

Water Flow sensor terdiri dari tubuh katup plastik, rotor air, dan sensor hall efek^[3]. Ketika air mengalir melalui, gulungan rotor-rotor. Kecepatan perubahan dengan tingkat yang berbeda aliran. Sesuai sensor hall efek output sinyal pulsa. Kelebihan sensor ini adalah hanya membutuhkan 1 sinyal (SIG) selain jalur 5V dc dan Ground. **Gambar 2.1** merupakan gambar dari bentuk fisik sensor water flow G1/8 dan **Gambar 2.2** merupakan gambar dari skematik instalasi Sensor water flow G1/8.



Gambar 2.1 Fisik Sensor Water Flow G1/8



Gambar 2.2 Skematik instalasi Sensor Water Flow G1/8

2.2.1.1 Spesifikasi Sensor Water Flow G1/8

- a. Bekerja pada tegangan 5 VDC
- b. Arus Maksimum 15 mA(5 VDC)
- c. Tingkat Aliran rentang 0,3~ 6L / menit
- d. Suhu Pengoperasian $-25^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}$
- e. Operasi kelembaban $35\% \sim 90\% \text{ RH}$
- f. Tekanan Air 0,8Mpa
- g. Store temperature $-25^{\circ}\text{C} \sim +80^{\circ}$
- h. Store humidity $25\% \sim 90\% \text{ RH}$

Water flow sensor ini terdiri atas katup plastik, rotor air, dan sebuah sensor hall-effect. Prinsip kerja sensor ini adalah dengan memanfaatkan fenomena efek Hall. Efek Hall ini didasarkan pada efek medan magnetik terhadap partikel bermuatan yang bergerak. Ketika ada arus listrik yang mengalir pada divais efek

Hall yang ditempatkan dalam medan magnet yang arahnya tegak lurus arus listrik, pergerakan pembawa muatan akan berbelok ke salah satu sisi dan menghasilkan medan listrik. Medan listrik terus membesar hingga gaya Lorentz yang bekerja pada partikel menjadi nol. Perbedaan potensial antara kedua sisi divais tersebut disebut potensial Hall. Potensial Hall ini sebanding dengan medan magnet dan arus listrik yang melalui divais.

2.2.2 *Push Button*

Push Button adalah saklar tekan yang berfungsi sebagai pemutus atau penyambung arus listrik dari sumber arus ke beban listrik^[6]. Suatu sistem saklar tekan *push button* terdiri dari saklar tekan *start*, *stop reset* dan saklar tekan untuk emergency. *Push button* memiliki kontak NC (*normally close*) dan NO (*normally open*). **Gambar 2.3** merupakan gambar Bentuk *Push Button*.



Gambar 2.3 Bentuk *Push Button*

2.2.2.1 Prinsip Kerja *Push Button*

Karena sistem kerjanya yang *unlock* dan langsung berhubungan dengan operator, *push button switch* menjadi device paling utama yang biasa digunakan

untuk memulai dan mengakhiri kerja mesin di industri. Secanggih apapun sebuah mesin bisa dipastikan sistem kerjanya tidak terlepas dari keberadaan sebuah saklar seperti *push button switch* atau perangkat lain yang sejenis yang bekerja mengatur pengkondisian On dan Off. Prinsip kerja *push button* dapat dilihat pada gambar.

Gambar 2.4 merupakan gambar Prinsip Kerja *Push Button*.



Gambar 2.4 Prinsip Kerja *Push Button*

Berdasarkan fungsi kerjanya yang menghubungkan dan memutuskan, *push button switch* mempunyai 2 tipe kontak yaitu NC (*Normally Close*) dan NO (*Normally Open*).

- NO (*Normally Open*), merupakan kontak terminal dimana kondisi normalnya terbuka (aliran arus listrik tidak mengalir). Dan ketika tombol saklar ditekan, kontak yang NO ini akan menjadi menutup (*Close*) dan mengalirkan atau menghubungkan arus listrik. Kontak NO digunakan sebagai penghubung atau menyalakan sistem circuit (*Push Button ON*).
- NC (*Normally Close*), merupakan kontak terminal dimana kondisi normalnya tertutup (mengalirkan arus listrik). Dan ketika tombol saklar push button ditekan, kontak NC ini akan menjadi membuka (*Open*), sehingga memutus aliran

arus listrik. Kontak NC digunakan sebagai pemutus atau mematikan sistem circuit (*Push Button Off*)

2.2.3 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ini merupakan sensor ultrasonik siap pakai, satu alat yang berfungsi sebagai pengirim, penerima, dan pengontrol gelombang ultrasonik^[7]. Alat ini bisa digunakan untuk mengukur jarak benda dari 2cm - 4m dengan akurasi 3mm. Alat ini memiliki 4 pin, pin Vcc, Gnd, Trigger, dan Echo. Pin Vcc untuk listrik positif dan Gnd untuk ground-nya. Pin Trigger untuk trigger keluarnya sinyal dari sensor dan pin Echo untuk menangkap sinyal pantul dari benda. **Gambar 2.5** merupakan gambar sensor ultrasonik HC-SR04.

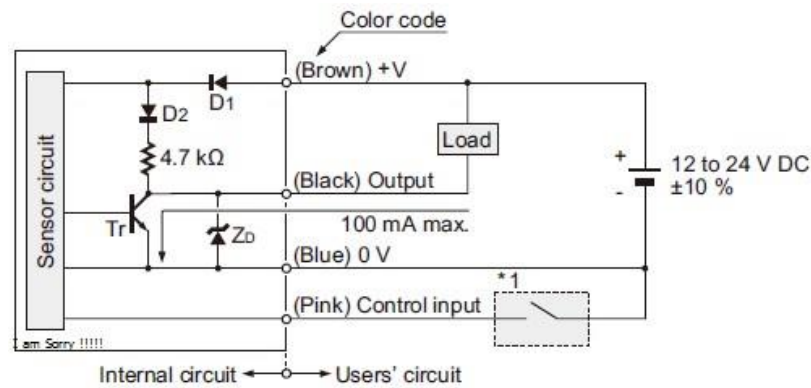


Gambar 2.5 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Cara menggunakan alat ini yaitu: ketika kita memberikan tegangan positif pada pin Trigger selama 10uS, maka sensor akan mengirimkan 8 step sinyal ultrasonik dengan frekuensi 40kHz. Selanjutnya, sinyal akan diterima pada pin Echo. Untuk mengukur jarak benda yang memantulkan sinyal tersebut, maka selisih waktu ketika mengirim dan menerima sinyal digunakan untuk menentukan jarak benda tersebut. Rumus untuk menghitungnya sudah saya sampaikan di atas.

Berikut adalah visualisasi dari sinyal yang dikirimkan oleh sensor HC-SR04.

Gambar 2.6 merupakan gambar skematik instalasi sensor ultrasonik HC-SR04.



Gambar 2.6 Skematik Instalasi Sensor Ultrasonik HC-SR04

2.2.4 *Small Pump*



Gambar 2.7 *Small Pump*

Gambar 2.7 merupakan gambar dari *small pump* atau pompa air mini.

Pompa Air DC merupakan jenis pompa yang menggunakan motor dc dan tegangan searah sebagai sumber tenaganya^[8]. Dengan memberikan beda tegangan pada kedua terminal tersebut, motor akan berputar pada satu arah, dan bila polaritas dari tegangan tersebut dibalik maka arah putaran motor akan terbalik pula. Polaritas dari tegangan yang diberikan pada dua terminal menentukan arah putaran motor,

sedangkan besar dari beda tegangan pada kedua terminal menentukan kecepatan motor. Pompa Air DC memiliki 3 bagian dasar :

1. Bagian yang tetap/stasioner yang disebut stator. Stator ini menghasilkan medan magnet, baik yang dibangkitkan dari sebuah koil (elektro magnet) ataupun magnet permanen.
2. Bagian yang berputar disebut rotor. Rotor ini berupa sebuah koil dimana arus listrik mengalir.
3. Gear Box yang dipasang pada pompa. Gear box ini didalamnya terdapat gear yang dipasang pada ujung rotor untuk menghisap air. Gaya elektromagnet pada motor DC timbul saat ada arus yang mengalir pada penghantar yang berada dalam medan magnet. Medan magnet itu sendiri ditimbulkan oleh magnet permanen. Garis-garis gaya magnet mengalir diantara dua kutub magnet dari kutub utara ke kutub selatan.

2.2.5 Solenoid Valve 1/8

Solenoid valve merupakan katup yang dikendalikan dengan arus listrik baik AC maupun DC melalui kumparan / selenoida^[9]. Solenoid valve ini merupakan elemen kontrol yang paling sering digunakan dalam sistem fluida. Seperti pada sistem pneumatik, sistem hidrolis ataupun pada sistem kontrol mesin yang membutuhkan elemen kontrol otomatis. Contohnya pada sistem pneumatik, solenoid valve bertugas untuk mengontrol saluran udara yang bertekanan menuju aktuator pneumatik(cylinder). Atau pada sebuah tandon air yang membutuhkan solenoid valve sebagai pengatur pengisian air, sehingga tandon tersebut tidak

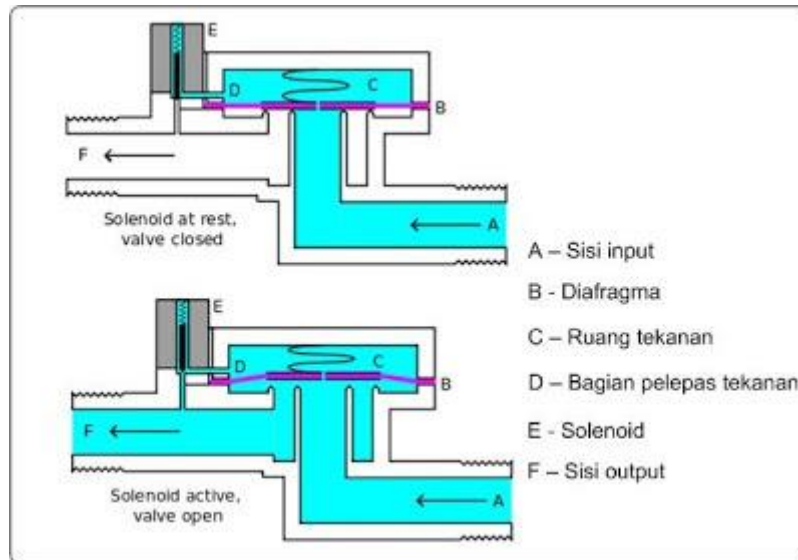
sampai kosong. Dan berbagai contoh-contoh lainnya yang tidak mungkin saya jelaskan satu persatu disini. **Gambar 2.8** merupakan Macam Bentuk Solenoid Valve.



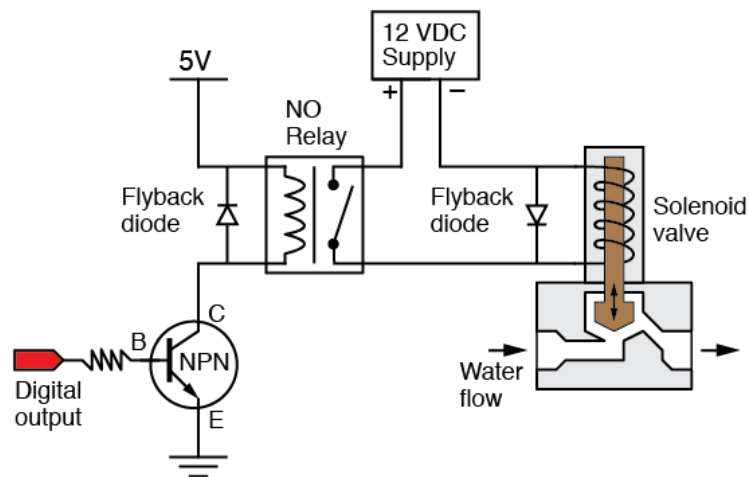
Gambar 2.8 Bentuk Solenoid Valve 1/8

Banyak sekali jenis-jenis dari solenoid valve, karena solenoid valve ini di desain sesuai dari kegunaannya. Mulai dari 2 saluran, 3 saluran, 4 saluran dan sebagainya. Contohnya pada solenoid valve 2 saluran atau yang sering disebut katup kontrol arah 2/2. Memiliki 2 jenis menurut cara kerjanya, yaitu NC dan NO. Jadi fungsinya hanya menutup / membuka saluran karena hanya memiliki 1 lubang inlet dan 1 lubang outlet. Atau pada solenoid 3 saluran yang memiliki 1 lubang inlet , 1 lubang outlet ,dan 1 exhaust/pembuangan. Dimana lubang inlet berfungsi sebagai masuknya fluida, lubang outlet berfungsi sebagai keluarnya fluida dan exhaust berfungsi sebagai pembuangan fluida/cairan yang terjebak. Dan solenoid 3 saluran ini biasanya digunakan atau diterapkan pada aktuator pneumatik(cylinder

kerja tunggal). **Gambar 2.9** merupakan gambar prinsip kerja solenoid Valve dan **Gambar 2.10** merupakan gambar dari skematik instalasi Solenoid Valve.



Gambar 2.9 Prinsip Kerja Solenoid Valve



Gambar 2.10 Skematik instalasi Solenoid Valve

Solenoid valve akan bekerja bila kumparan/coil mendapatkan tegangan arus listrik yang sesuai dengan tegangan kerja(kebanyakan tegangan kerja solenoid valve adalah 100/200VAC dan kebanyakan tegangan kerja pada tegangan DC adalah 12/24VDC). Dan sebuah pin akan tertarik karena gaya magnet yang dihasilkan dari kumparan selenoida tersebut. Dan saat pin tersebut ditarik naik maka fluida akan mengalir dari ruang C menuju ke bagian D dengan cepat. Sehingga tekanan di ruang C turun dan tekanan fluida yang masuk mengangkat diafragma. Sehingga katup utama terbuka dan fluida mengalir langsung dari A ke F. Untuk melihat penggunaan solenoid valve pada sistem pneumatik.

2.2.6 Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara^[10]. Pada dasarnya prinsip kerja *buzzer* hampir sama dengan *loudspeaker*, jadi *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik kedalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Sebuah *buzzer* menghasilkan suara berfrekuensi tinggi. *Buzzer* biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (*alarm*), biasanya dipakai alat-alat yang membutuhkan konsumsi daya kecil.

Buzzer yang kecil didasarkan pada suatu alat penggetar yang terdiri atas bahan lempengan (*disk buzzer* yang tipis (membran) dan lempengan logam tebal (*piezzo elektrik*). Bila kedua lempengan diberi tegangan maka elektron akan mengalir dari lempengan satu ke lempengan lain, demikian juga dengan proton. Keadaan ini menunjukkan bahwa gaya mekanik dan dimensi dapat diganti oleh muatan listrik.

Bila *buzzer* diberi tegangan maka lempengan 1 dan lempengan 2 bermuatan listrik. Dengan adanya muatan tersebut maka kedua lempengan mengalami beda potensial. Adanya beda potensial menyebabkan lempengan 1 bergerak saling bersentuhan dengan lempengan 2 (bergetar). Diantara lempengan 1 dan lempengan 2 terdapat rongga udara, sehingga apabila terjadi proses bergetar akan menghasilkan bunyi dengan frekuensi tinggi. Proses bergetarnya lempengan 1 dan lempengan 2 terjadi sangat cepat sehingga jeda suara tidak bisa terdengar oleh telinga.

Prinsip kerja *buzzer* secara umum adalah mengubah sinyal listrik menjadi sinyal suara yang dapat diterima oleh manusia. Dalam tugas akhir ini, *buzzer* difungsikan sebagai alat peraga dengan masukan yang dapat berupa saklar, sensor cahaya. Pemasangan *buzzer* dalam tempatnya memerlukan panjang kolom tertentu untuk resonansi akustik untuk memberi keluaran maksimum. *Buzzer* banyak digunakan dalam aplikasi seperti dalam komponen komputer, deteksi logam, telepon, *timmer* (pewaktu) dan lain-lain. **Gambar 2.11** merupakan gambar a) Buzzer dan penampang lempengan dalam dan b) gambar simblo buzzer.



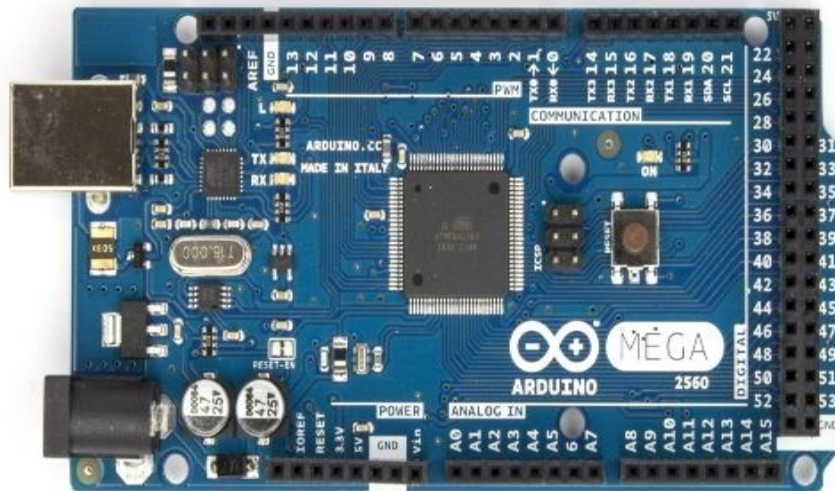
Gambar 2.11 Buzzer dan penampang lempengan dalam, Simbol Buzzer.

2.2.7 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^[11].

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 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 2.12** menunjukkan gambar arduino mega 2560 serta **Table 2.1** sebagai spesifikasi arduino mega 2560.



Gambar 2.12 *Arduino Mega 2560*

Tabel 2.1 Spesifikasi dari *Arduino Mega 2560*

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

2.2.8 Arduino *Ethernet shield*

Ethernet shield menambah kemampuan arduino board agar terhubung ke jaringan komputer^[11]. Perangkat *Ethernet shield* ditunjukkan pada **Gambar 2.13**.



Gambar 2.13 *Ethernet shield*

Ethernet shield berbasis 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. *Onboard micro-SD card reader* diakses dengan menggunakan *SDlibrary*. *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 11, 12 dan 13 pada *Arduino Uno* dan pin 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.

Jika kita menggunakan kedua perangkat dalam program kita, hal ini akan diatasi oleh *library* yang sesuai. Jika kita tidak menggunakan salah satu perangkat dalam program kita, kiranya kita perlu secara eksplisit mendeselect-nya. Untuk melakukan hal ini pada *SD card*, set pin 4 sebagai output dan menuliskan logika tinggi padanya, sedangkan untuk *W5100* yang digunakan adalah pin 10.

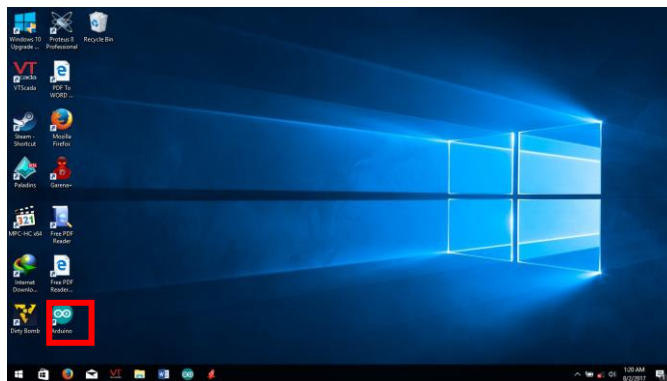
Untuk menghubungkan *ethernet shield* dengan jaringan, dibutuhkan beberapa pengaturan dasar. Yaitu *ethernet shield* harus diberi alamat *MAC (Media Access Control)* dan alamat *IP (Internet Protocol)*. Sebuah alamat *MAC* adalah sebuah identifikasi unik secara global untuk perangkat tertentu. Alamat *IP* yang valid tergantung pada konfigurasi jaringan. Hal ini dimungkinkan untuk menggunakan *DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)* untuk secara dinamis menentukan sebuah *IP*. Selain itu juga diperlukan *gateway* jaringan dan *subnet*.

2.2.9 Pembuatan Program dengan Aplikasi Arduino IDE

Arduino Mega dapat diprogram dengan software *Arduino IDE* yang dapat di download pada situs resmi *Arduino*^[11]. *Software* ini juga sebagai sarana memastikan komunikasi *Arduino* dengan komputer berjalan dengan benar.

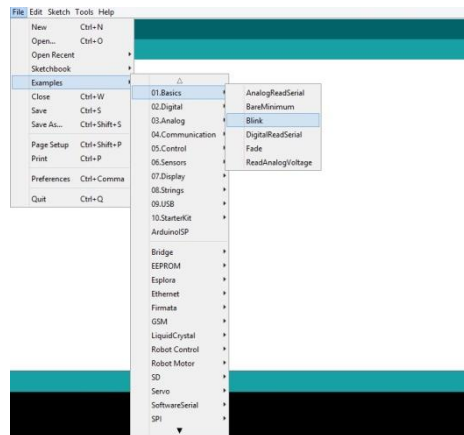
Berikut cara menggunakan *Software Arduino IDE*:

- 1) Jalankan *Arduino IDE* dengan menjalankan aplikasi *Arduino* yang sudah terinstal pada komputer atau laptop seperti yang ditunjukkan **Gambar 2.14**.



Gambar 2.14 Aplikasi *Arduino IDE*

Walaupun tampak seperti program *Windows* pada umumnya, namun sebenarnya program ini adalah sebuah program *Java*. Jika ditemukan sebuah pesan kesalahan, kemungkinan besar pada komputer atau laptop belum terinstal *Java Runtime Environment (JRE)* atau *Java Development Kit (JDK)*. **Gambar 2.15** merupakan tampilan utama dari Aplikasi *Arduino IDE*.



Gambar 2.17 Contoh Program Led Berkedip



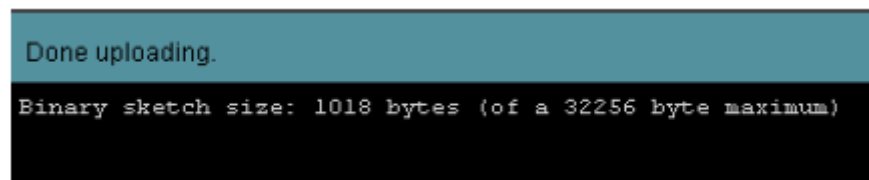
Gambar 2.18 Sketch Led Berkedip

- 4) Klik tombol **Upload** pada *toolbar* untuk mengirim *sketch* atau program tersebut pada *Arduino* seperti pada **Gambar 2.19**.



Gambar 2.19 Tombol *Upload*

Jika program benar dan berhasil di-*upload*, maka akan muncul tampilan seperti pada **Gambar 2.20**.



Gambar 2.20 Program Berhasil Dikirim

Sebaliknya, jika terjadi kesalahan pada program dan pengiriman data gagal, maka akan muncul tampilan seperti pada **Gambar 2.21**.



Gambar 2.21 Program Gagal Dikirim

Apabila program gagal dikirim, yang harus dilakukan adalah meneliti kembali program yang ditulis karena kemungkinan ada kesalahan dalam penulisan ataupun prose inisialisasi.

2.2.10 VTScada

VTScada merupakan *software* SCADA yang diproduksi oleh Trihedral Engineering yang memiliki awalnya bernama WEB^[11]. 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 telemetri, 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.

VTScada dapat menghubungkan peralatan I/O dalam jumlah yang besar. Trihedral Engineering telah mengembangkan VTScada lebih dari 100 I/O *driver* yang dapat digunakan berinteraksi dengan peralatan I/O. **Table 2.2** adalah daftar *Driver* yang tersedia pada VTScada :

Table 2.2 Daftar *Driver* Yang Tersedia VTScada

Allen-Bradley Driver	CalAmp Diagnostic Driver
CIP Driver	Data Flow RTU Driver
DDE Driver	DNP3 Driver
Driver Multiplexer Tags	Enron Modbus Driver Tags
Fisher ROC Driver Tags	GE Series 90 Driver Tags

Lanjutan **Tabel 2.2**

Koyo Driver Tags	MDS Diagnostic Driver
Modbus Compatible Device	Motorola ACE Driver
Omron FINS Driver Tags	Omron Host Link Driver
OPC Client Driver (and OPC Server)	Polling Driver
Siemens S7 Driver	SNMP Driver
SQL Data Query Driver Tags	

Untuk menginstal *software* VTScada diperlukan hardware PC (*Personal Computer*) yang memiliki spesifikasi berikut :

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

1. 32 atau 64-bit sistem operasi *Windows*
2. 2 Ghz prosesor *dual-core*
3. Membutuhkan penyimpanan *file* 20 GB
4. Memiliki RAM 8 GB atau lebih

Sedangkan untuk laptop, tablet PC, dan panel PC bukan sebagai server dari *workstation* :

1. 32 atau 64-bit sistem operasi *Windows*
2. 2 Ghz prosesor *dual-core*

3. Membutuhkan penyimpanan *file* 20 GB
4. Memiliki RAM 4 GB atau lebih

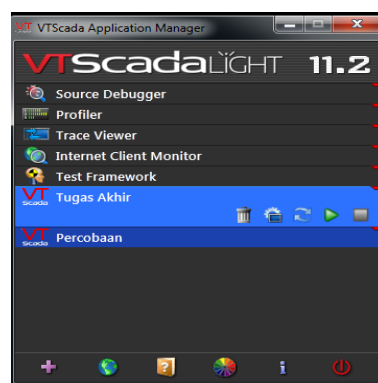
Tabel 2.3 Sistem Operasi Yang Dapat Menggunakan VTScada

VTScada Version	Win 10 32 & 64-Bit	Win 8.1 32 & 64-Bit	Win 8.0 32 & 64-Bit	Win 7 64-Bit	Win 7 32-Bit	Vista 64-Bit	Vista 32-Bit	Server 2012 (+R2)	Server 2008 (+R2)	Server 2003 ₂	XP ₂
8.X					✓		✓		✓		
9.X				✓	✓	✓	✓		✓		
10.X		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓ ₁		
11.X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓ ₁	Thin Client Only	Thin Client Only

Dalam menggunakan *software* VTScada terdapat komponen komponen yang biasa digunakan yaitu :

- VTScada Application Manager

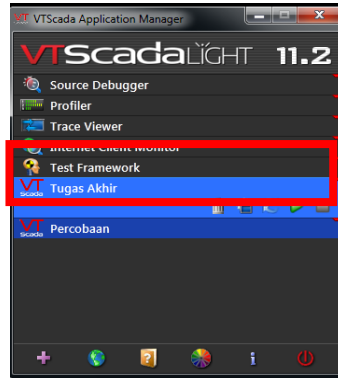
Pada **Gambar 2.22**, terdapat tampilan VAM atau VTScada Application Manager merupakan halaman pertama yang akan tampil pada saat membuka *software* VTScada. Pada VAM ini terdapat VTScada Tools dan Application Tools.



Gambar 2.22 Tampilan VTScada Application Manager





- VTScada Tools

Pada **Gambar 2.23**, terdapat tampilan VTScada Tools terdiri dari beberapa *icon* yang memiliki fungsi :





Gambar 2.23 Tampilan VTScada Tools

Tabel 2.4 VTScada Tools

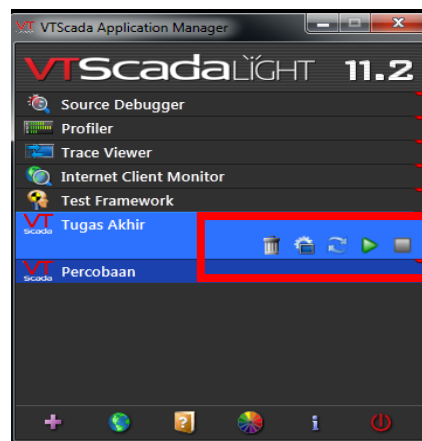
	Add Application Wizard, digunakan untuk membuat aplikasi baru.
	VTScada Internet Client/Server Setup, digunakan untuk menghubungkan aplikasi VTScada dengan data SQL Query agar dapat terhubung dengan akses internet
	Help, digunakan untuk membuka petunjuk tentang VTScada
	Color Themes, digunakan untuk mengatur warna tampilan VAM

Lanjutan **Tabel 2.4**

	About VTScada, digunakan untuk ingin mengetahui tentang informasi VTScada yang digunakan secara detail seperti <i>license information, metrics</i> , dan pembuat <i>software</i> VTScada
	Exit VTScada, digunakan untuk apabila ingin menutup program VTScada


- Application Tools

Pada **Gambar 2.24**, terdapat tampilan Application Tools terdiri dari beberapa *icon* yang memiliki fungsi :







Gambar 2.24 Tampilan Application Tools

Tabel 2.5 Application Tools

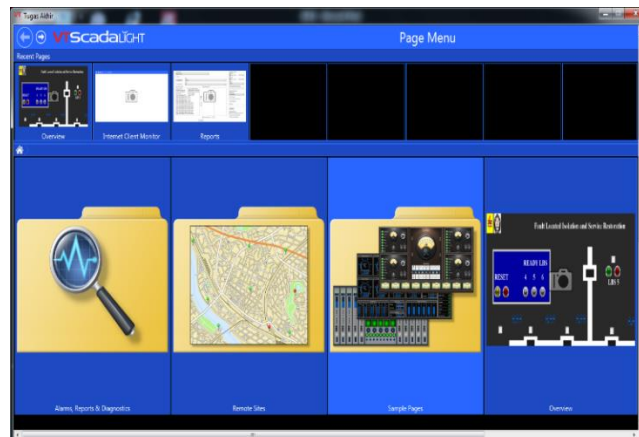
	Remove, digunakan untuk menghapus aplikasi yang diinginkan.
---	---

Lanjutan **Tabel 2.5**

	Application Configuration, digunakan untuk mengatur aplikasi yang telah dibuat.
	Import File Change, digunakan untuk menambah file dari luar VTScada ke dalam aplikasi yang telah dibuat
	Start, digunakan untuk menjalankan aplikasi yang telah dibuat
	Stop, digunakan memberhentikan aplikasi yang sedang berjalan

- Page Menu

Pada saat membuka aplikasi yang telah dibuat, maka akan muncul tampilan page menu seperti pada **Gambar 2.25** . Di dalam page menu terdapat folder dan file Alarm, Reports, & Diagnostic untuk membuka *historical data viewer* dan beberapa *event* yang tercatat selama menjalankan aplikasi. Folder Remote Sites digunakan untuk menampilkan peta atau wilayah jika dalam aplikasi diberi fitur tersebut. Sample Pages yaitu berisikan contoh tampilan yang telah setelah aplikasi selesai dibuat. Overview pada page menu adalah tampilan yang akan kita dan jalankan.



Gambar 2.25 Tampilan Page Menu








- Tampilan Overview

Tampilan Overview seperti pada **Gambar 2.26** terdapat beberapa *icon* yang digunakan untuk membuat aplikasi kontrol SCADA :

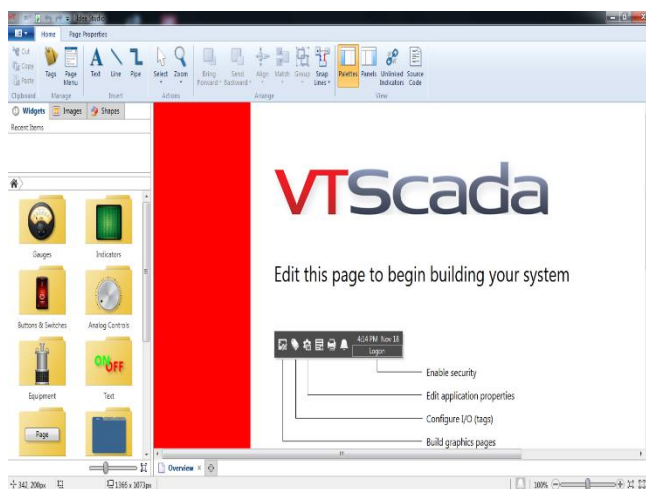


Gambar 2.26 Tampilan Page Menu

Tabel 2.6 Icon Pada Halaman Overview

	Idea Studio, digunakan untuk membuat tampilan yang berisikan <i>image</i> , <i>widget</i> , dan <i>shape</i> .
	Tags Browser, digunakan untuk pengalamatan <i>widget</i> yang telah dibuat dengan peralatan I/O
	Application Configuration, digunakan untuk mengatur aplikasi yang sedang dijalankan
	Add Page Notes, untuk memberi catatan aplikasi yang sedang dijalankan
	Print Page, digunakan untuk mencetak tampilan aplikasi yang sedang dijalankan
	Alarm Page, digunakan untuk membuka pengaturan alarm kepada aplikasi
	Logon, sebagai pengaman agar aplikasi tidak dapat dirubah oleh operator yang tidak memiliki wewenang untuk mengubah aplikasi yang sedang dijalankan

Untuk pembuatan tampilan HMI menggunakan *software* VTScada pilih *icon* Idea Studio dan akan muncul seperti pada **Gambar 2.27**





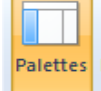


Gambar 2.27 Tampilan Saat Membuka Idea Studio




Pada menu *Widgets* terdapat folder menu *Gauges*, *Indicators*, *Buttons & Switches*, *Analog Control*, *Equipment*, *Text*, *Page Navigation*, *Decorations*, *Basic Components*, *Analytics*, *Tools*, dan *Tag Types* yang berfungsi untuk memberikan gambar atau teks yang berinteraksi dengan alamat I/O. Pada menu *Images* terdapat folder menu *Decorations*, *Tanks*, *Pumps*, *Motors*, *Valves*, *Flow Meters*, *Equipments*, *Chemical*, *Mixer*, *Blowers*, *Augers*, *Conveyors*, *Material Handling*, *HVAC*, *Heating*, *Cooling*, *Water & WW*, *Power*, *Wire & Cable*, *Plant Structure*, *Computer Hardware*, *Op Interface*, *Controllers*, *Panels*, *Sensors*, *Pipes*, *Flex Tube*, *Ducts*, *Arrow*, *Widgets Part*, *Industry Symbols*, dan *Symbols & Clipart* yang digunakan untuk menambahkan gambar yang dapat mempermudah operator untuk mengoperasikan peralatan. Sedangkan pada menu *Shape* terdapat jenis bentuk dasar terdiri dari persegi, persegi panjang, segitiga, segi lima, segi enam, lingkaran, oval, panah, dan bintang digunakan untuk menambahkan gambar yang dapat mempermudah operator untuk mengoperasikan peralatan.

Pada **Tabel 2.7** terdapat *Toolbar* dari *submenu Home* :

Tabel 2.7 *Icon* Pada *Toolbar Home*


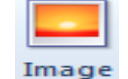


 <p>Tags</p>	<p>Tags, digunakan untuk membuka halaman <i>Tag Browser</i> secara keseluruhan</p>
 <p>Page Menu</p>	<p>Page Menu, digunakan untuk membuka halaman <i>Tag Browser</i> yang meliputi <i>Alarm, Report, & Diagnostic</i> dan <i>Remote Sites</i>.</p>
 <p>Text</p>	<p>Text, berfungsi untuk membuat teks pada tampilan HMI</p>
 <p>Line</p>	<p>Line, berfungsi untuk membuat garis pada tampilan HMI</p>
 <p>Pipe</p>	<p>Pipe, berfungsi untuk membuat garis yang lebih tebal menyerupai balok pada tampilan HMI</p>
 <p>Select</p>	<p>Select, digunakan untuk memilih gambar atau teks yang ingin diubah pada saat pembuatan tampilan HMI.</p>
 <p>Zoom</p>	<p>Zoom, untuk mengatur besar layar dalam pembuatan tampilan HMI</p>
 <p>Snap Lines</p>	<p>Snap Lines, berfungsi memunculkan garis bantu untuk mempermudah saat memindahkan objek dalam pembuatan tampilan HMI.</p>
 <p>Palettes</p>	<p>Palettes, digunakan untuk menampilkan atau menyembunyikan folder <i>Widgets, Images, dan Shape</i></p>

Lanjutan **Tabel 2.7**

	Panels, digunakan untuk menampilkan atau menyembunyikan keterangan gambar <i>Widgets</i> atau <i>Images</i> yang dipilih dalam pembuatan tampilan HMI
	Unlinked Indicators, digunakan untuk menandai atau tidak menandai gambar <i>Widget</i> yang belum memiliki alamat I/O
	Source Code, untuk melihat listing code objek gambar pada tampilan HMI

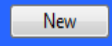
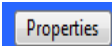
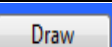
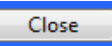





Pada **Tabel 2.8** terdapat *Toolbar* dari *submenu Page Properties* yang memiliki fungsi :

Tabel 2.8 *Icon Pada Toolbar Page Properties*

	Color, digunakan untuk mengatur warna <i>background</i> pada tampilan HMI.
	Image, digunakan untuk menambahkan gambar pada tampilan HMI
	Title, digunakan untuk mengubah judul tampilan HMI.
	Size, berfungsi untuk mengatur panjang dan lebar tampilan HMI yang akan dibuat.

Pada **Tabel 2.9** terdapat beberapa fungsi yang digunakan dalam pembuatan *tag* untuk alamat I/O :

Tabel 2.9 Fungsi Pada Halaman *Tag Browser*

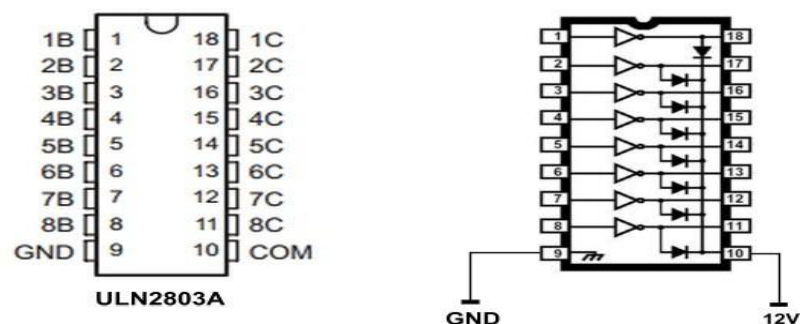
	New, digunakan untuk menambahkan alamat I/O baru
	Properties, digunakan untuk mengatur alamat I/O yang telah dibuat.
	Draw, digunakan untuk membuat <i>Widget</i> alamat I/O yang telah dibuat.
	Close, digunakan untuk menutup halaman <i>tag browser</i>
	<i>Select tag type filter</i> , berfungsi untuk mempermudah dalam pencarian alamat I/O berdasar <i>type</i> yang akan dicari
	Cut, digunakan untuk memindahkan alamat I/O.
	Copy, digunakan untuk menyalin alamat I/O.
	Paste, berfungsi untuk memasukan alamat I/O yang telah di- <i>copy</i> atau <i>cut</i> .
	Delete, berfungsi untuk menghapus alamat I/O.

2.2.11 Human Machine Interface (HMI)

HMI adalah sistem yang menghubungkan antara manusia dan teknologi mesin^[11]. HMI dapat berupa pengendali dan visualisasi status baik secara manual ataupun melalui real time computer. HMI biasanya bersifat online dengan membaca data yang dikirimkan melalui I/O port yang digunakan dalam mikrokontroler. Tugas HMI adalah untuk membuat visualisasi dari teknologi atau sistem secara nyata. Sehingga dapat mempermudah pekerjaan fisik.

2.2.12 IC ULN 2803

IC ULN 2803 adalah sebuah IC berupa rangkaian transistor Darlington dengan tegangan tinggi^[12]. Hal ini memungkinkan untuk menghubungkan sinyal TTL dengan beban tegangan tinggi. Chip mengambil sinyal tingkat rendah (TTL, CMOS, PMOS, NMOS – yang beroperasi pada tegangan rendah dan arus rendah) dan bertindak sebagai relay, menyalakan atau mematikan tingkat sinyal yang lebih tinggi di sisi yang berlawanan. **Gambar 2.29** merupakan gambar dari pin IC ULN 2803.



Gambar 2.29 Pin IC ULN 2803

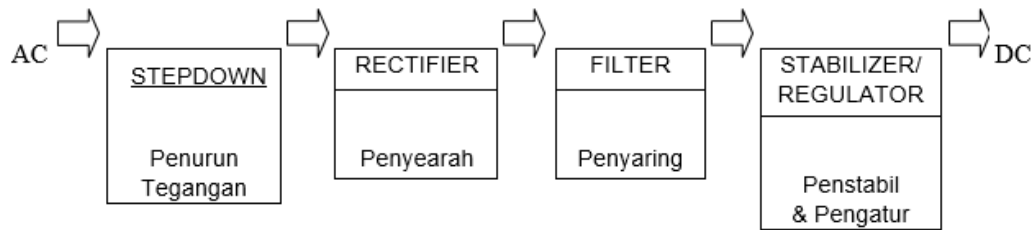
Sinyal TTL beroperasi dalam selang 0-5V, dengan segala sesuatu antara 0,0 dan 0,8V dianggap “rendah” (OFF), dan 2,2-5V dianggap “tinggi” (ON). Di sisi output ULN2803 umumnya berada pada selang nilai 50V/500mA sehingga dapat mengoperasikan beban kecil secara langsung, aray sering digunakan untuk menyalakan koil dari satu atau lebih relay, yang pada gilirannya memungkinkan tegangan/arus yang lebih tinggi untuk dikendalikan oleh sinyal tingkat rendah.

Secara fisik ULN2803 adalah konfigurasi IC 18-pin dan berisi delapan transistor NPN. Pins 1-8 menerima sinyal tingkat rendah, pin 9 sebagai grounding (untuk referensi tingkat sinyal rendah). Pin 10 adalah COM pada sisi yang lebih tinggi dan umumnya akan dihubungkan ke tegangan positif. Pins 11-18 adalah output (Pin 1 untuk Pin 18, Pin 2 untuk 17, dst).

2.2.13 Catu Daya

Catu daya merupakan suatu Rangkaian yang paling penting bagi sistem elektronika^[10]. Ada dua sumber catu daya yaitu sumber AC dan sumber DC. Sumber AC yaitu sumber tegangan bolak – balik, sedangkan sumber tegangan DC merupakan sumber tegangan searah.

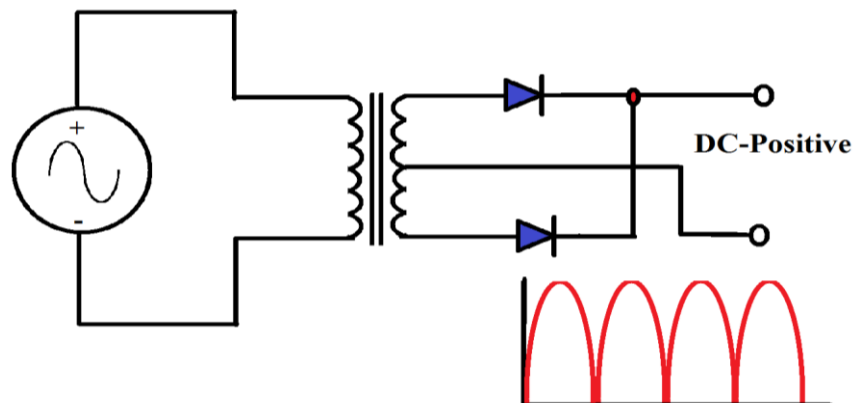
Catu Daya adalah bagian dari setiap perangkat elektronika yang berfungsi sebagai sumber tenaga. Catu daya sebagai sumber tenaga dapat berasal dari; baterai, accu, solar cell dan adaptor. Komponen ini akan mencatu tegangan sesuai dengan tegangan yang diperlukan oleh rangkaian elektronika. Sebuah catu daya adaptor yang baik memiliki bagian-bagian seperti pada blok diagram berikut ini. **Gambar 2.30** merupakan gambar dari diagram blok catu daya.



Gambar 2.30 Diagram Blok Catu Daya

Pada bagian penyearah arus dari arus AC (bolak-balik) menjadi arus DC (searah). Bagian ini terdiri dari sebuah dioda silikon, germanium, selenium atau *Cuprox*.

Dari sumber AC dapat disearahkan menjadi sumber DC dengan menggunakan rangkaian penyearah yang di bentuk dari dioda. Ada tiga macam rangkaian penyearah dasar yaitu penyearah setengah gelombang, gelombang penuh dan sistem jembatan. Tetapi dalam rangkaian hanya menggunakan penyearah setengah gelombang 2 dioda. **Gambar 2.31** merupakan gambar dari penyearah setengah gelombang dua dioda.



Gambar 2.31 Penyearah Setengah Gelombang dua dioda