

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Sebelumnya

Untuk menyelesaikan laporan skripsi ini dibutuhkan beberapa jurnal yang digunakan sebagai referensi dan literatur yang diambil dari penelitian sebelumnya.

A. Hamdi, A. E. Fahrudin, and I. Sugriwan, “Sistem Monitoring Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler Avr Atmega16,” *Jurnal Fis. FLUX*, vol. 10, no. 2, pp. 135–143, 2013. Sensor dikarakterisasi dengan melihat data arus yang terpakai dan tegangan keluarannya dapat terbaca sekaligus menggunakan dua multimeter yaitu sebagai pembaca arus yang dihubungkan langsung ke listrik PLN kemudian diteruskan ke sensor dan kedua sebagai pembaca output dari sensor berupa tegangan dan output nilai arus dan tegangan ini kemudian dijadikan nilai acuan karakteristik alat monitoring daya listrik. Alat monitoring daya listrik berbasis ATmega16 dapat membaca kapasitas pemakaian daya listrik rumah tangga dari 5 watt hingga 900 watt. Pembacaan alat monitoring daya listrik memiliki akurasi sebesar 94,65% dan dapat menampilkan hasil pengukuran melalui LCD dan PC secara real time [1].

M. A. Alipudin and et. al, “Rancang bangun alat monitoring biaya listrik terpakai berbasis internet of things (IOT),” pp. 1–11, 2019. Dari hasil pengukuran rangkaian catu daya didapatkan nilai tegangan 8,95 V DC dari tegangan output yang seharusnya 9 V DC, yaitu terjadi penurunan nilai tegangan sebesar 0,05 V DC dan persentase akurasi catu daya bernilai 99,5 %. Tetapi tegangan ini masih dapat

digunakan untuk memberi tegangan ke komponen sesuai dengan kebutuhan system yaitu antara 7-12 V DC [2].

A. Furqon, A. B. Prasetijo, and E. D. Widiyanto, "Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kendali Daya Listrik pada Rumah Kos Menggunakan NodeMCU dan Firebase Berbasis Android," *Techné J. Ilm. Elektrotek.*, vol. 18, no. 02, pp. 93–104, 2019, doi: 10.31358/techne.v18i02.202. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan terhadap sistem monitoring daya listrik pada kamar kos berbasis android dengan menggunakan NodeMCU dan Firebase, maka dapat disimpulkan sebagai berikut. Sistem ini dapat memantau daya yang dipakai saat itu juga pada tiap kamar kos yang terpasang perangkat menggunakan smartphone Android. Sistem mampu menyimpan data riwayat pemakaian daya pada database Firebase. Aplikasi sistem Android mampu mengontrol sambungan aliran listrik pada tiap kamar. Sistem dapat diatur secara otomatis untuk memutuskan daya berdasarkan besarnya daya yang telah ditetapkan pada pengaturan di Aplikasi Sistem. Sistem memiliki kesalahan pembacaan daya rata-rata sebesar $\pm 1,8\%$ [3].

M. Juhan Dwi Suryanto and T. Rijanto, "Rancang Bangun Alat Pencatat Biaya Pemakaian Energi Listrik pada Kamar Kos Menggunakan Modul Global System For Mobile Communications (GSM) 800L Berbasis Arduino Uno," *Jur. Tek. Elektro*, vol. 8, no. 1, pp. 47–55, 2019. Pada alat ini terdapat 3 sensor arus ACS712 dan 1 sensor tegangan. 3 sensor arus digunakan untuk membedakan beban antar kamar kos. Dan untuk infomasimengetahui berapa biaya yang harus dibayar tiap bulannya berupa pesan singkat (SMS) yang akan dikirimkan ke pemilik kos dengan menggunakan modul GSM SIM800L setelah 105 detik atau 5x percobaan. Hasil

yang ditampilkan serial monitor (Gambar 17) sama yang dihitung secara manual nilainya tidak terpaut begitu jauh. Rata-rata nilai errornya adalah 0,2% dan 1,3%. Dengan hasil seperti itu maka sistem bekerja dengan baik [4].

J. T. Informatika, S. Nirwan, and H. Ms, "Konsumsi Energi Listrik Pada Peralatan Elektronik Berbasis Pzem-004T," vol. 12, no. 2, pp. 22–28, 2020. Perancangan dari alat atau prototype sistem kontroling dan monitoring penggunaan daya listrik pada penelitian ini dengan menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dengan cara membuat rangkaian dari menggunakan modul tambahan selain NodeM CU ESP8266. Yaitu Relay 4 Channel sebagai kontroler dan sensor PZEM-004T untuk mengukur daya listrik dan memonitoringnya dari aplikasi yang terpasang pada handphone android. Telegram dapat terhubung dan berkomunikasi dengan alat atau prototype dengan menggunakan perantara API Token Telegram yang di masukan kedalam program Node MCU ESP8266. Dengan menggunakan layanan chat bot telegram sebagai pengirim perintah dan penerima balasan dari perintah yang dikirimkan. Pada perancangan sistem monitoring, menggunakan aplikasi android sebagai user interface untuk memonitoring penggunaan daya listrik yang dikirimkan oleh realtime database dari firebase menggunakan URL dan kode rahasia (secret key) yang telah dikonfigurasi pada aplikasi android. Data yang ditampilkan aplikasi dan tersimpan di realtime database berasal oleh pembaca sensor PZEM-004T yang terpasang pada rangkaian prototype [5].

2.2 Teori Dasar

2.2.1 Arus Bolak Balik AC (*Alternate Current*)

Sumber listrik AC menghasilkan tegangan dan arus dengan besaran serta polaritasnya selalu berubah-ubah dari polaritas positif ke negatif atau sebaliknya. Secara periodik terhadap fungsi waktu, dengan bentuk gelombang dapat berupa gelombang sinus, square dan segitiga, untuk sumber listrik dari perusahaan listrik negara sendiri berupa gelombang sinus, sementara untuk gelombang square dan segitiga biasanya banyak digunakan pada inverter. Pada arus listrik AC, dikenal yang namanya frekuensi. Yang mana besarnya frekuensi ini berbeda-beda di setiap negara. Di Indonesia, arus listrik AC yang ditetapkan oleh PLN memiliki frekuensi sebesar 50 Hertz. Sedangkan tegangan standar untuk arus bolak-bali 1 fasa di Indonesia adalah 220 Volt

A. Kelebihan Arus Listrik AC (*Alternating Current*)

Arus Listrik AC biasanya dipergunakan untuk menyalurkan listrik menuju tempat yang jauh dikarenakan arus AC memiliki kerugian yang lebih kecil dibandingkan arus DC. Listrik disalurkan menggunakan voltage yang tinggi yang sudah di step up dari trafo sehingga menjadi pilihan yang tepat untuk menyalurkan listrik menuju ketempat yang jauh sehingga berbeda dengan arus DC. Arus AC sangat mudah untuk didapatkan hanya dengan menggunakan generator sedangkan untuk arus DC sulit.

B. Kekurangan Arus Listrik AC (Alternating Current)

Arus AC tidak dapat disimpan dalam waktu yang lama dan juga tidak dapat dipindahkan untuk keperluan yang tiba-tiba. Berbeda dengan arus DC yang bisa kita dapatkan atau kita pindahkan dalam bentuk aki dan baterai.

2.2.2 Tegangan dan Arus RMS

Tegangan dan arus AC biasanya dinyatakan dalam nilai RMS (root mean square). RMS juga dikenal sebagai kuadrat rata-rata, yang merupakan pengukuran statistik besarnya suatu fungsi yang memiliki magnitudo yang berubah - ubah.

Rumus tegangan terhadap arus ini sebagai berikut: $V = I \times R$

Untuk mencari arus terhadap tegangan sebagai berikut : $I = V / R$

Sedangkan untuk mencari suatu Resistansi/ Hambatan dengan rumus sebagai berikut: $R = V / I$

Dimana :

1. P adalah Daya (Watt atau W)
2. I adalah Arus (Ampere atau A)
3. V adalah Perbedaan potensial (Volt atau V)
4. R adalah Resistansi/Hambatan (Ohm)

Daya listrik didefinisikan sebagai laju hantaran energi listrik dalam rangkaian listrik. Simbol satuan daya ini yaitu W (watt). Daya listrik dibagi menjadi tiga, yaitu daya aktif, daya reaktif dan daya semu $P = V \times I$

Dimana :

1. P adalah Daya (Watt atau W)
2. I adalah Arus (Ampere atau A)

3. V adalah Perbedaan potensial (Volt atau V).

2.2.3 Pengertian Daya

Daya merupakan banyaknya perubahan tenaga terhadap waktu dalam besaran tegangan dan arus. Satuan daya adalah watt. Daya dalam watt yang diserap oleh suatu beban pada setiap saat adalah hasil kali jatuh tegangan sesaat diantara beban dalam volt dengan arus sesaat yang mengalir dalam beban tersebut dalam ampere.

A. Jenis – Jenis Daya

1. Daya Aktif

Daya aktif (Active Power) adalah daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya. Satuan daya aktif adalah Watt. Misalnya energi panas, cahaya, mekanik dan lain-lain. Daya aktif dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini : $P = V.I.\cos \phi$

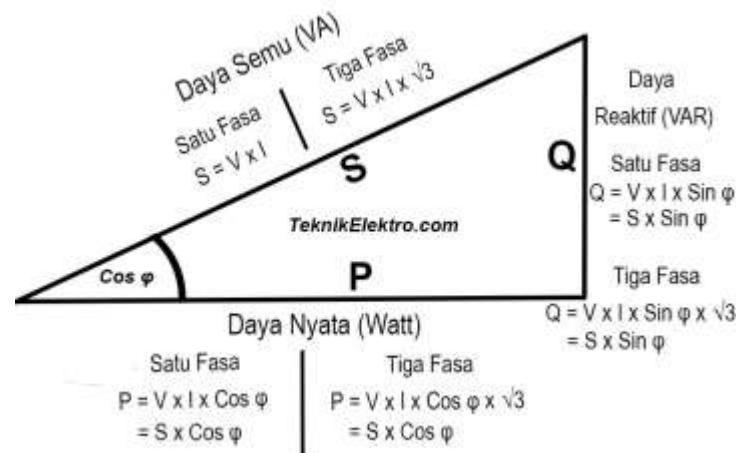
2. Daya Reaktif

Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk fluks medan magnet. Contoh beban yang menimbulkan daya reaktif adalah transformator, motor, lampu TL dan lain-lain. Satuan daya reaktif adalah Var. Daya reaktif dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini : $Q = V.I.\sin \phi$

3. Daya Semu

Daya semu merupakan daya listrik yang melalui suatu penghantar transmisi atau distribusi. Daya ini merupakan hasil perkalian antara

tegangan rms dan arus rms dalam suatu jaringan atau daya yang merupakan hasil penjumlahan dapat dihitung dengan persamaan berikut ini : $S = V.I$.



Gambar 2.1 Segitiga daya [4].

2.2.4 Tarif Daya Listrik TDL

Tarif dasar listrik (TDL) adalah tarif harga jual listrik yang dikenakan oleh pemerintah untuk para pelanggan PLN. Istilah Tarif Dasar Listrik bisa disebut pula tarif tenaga listrik atau tarif listrik.

2.2.5 Power Factor

Power Factor atau Faktor Daya adalah Rasio Daya Aktif (dengan satuan watt) terhadap Daya Semu (Apparent Power dengan satuan VA). Contoh: Misalkan daya aktif yang dikeluarkan sebuah motor adalah 700 W dan sudut fase antara tegangan dan arus $45,6^\circ$. Faktor daya adalah $\cos(45,6^\circ) = 0.700$. Daya semu yang dibutuhkan untuk menggerakkan motor tersebut adalah: $700 \text{ W} / \cos(45,6^\circ) = 1000 \text{ VA}$. Jadi semakin kecil Cos Phi nilai daya aktif (Watt) semakin mendekati

Nilai Daya semu (VA). Keadaan ideal inilah yang diharapkan pada suatu Rangkaian instalasi yaitu dengan nilai Cos Phi mendekati nilai 1.

Untuk itu di pasanglah perangkat kapasitor bank sebagai penyeimbang antara sifat induktif dan kapasitif, sehingga dapat menekan nilai Daya Reaktif Q(VAR). Daya aktif adalah daya listrik yang bisa kita manfaatkan atau gunakan untuk melakukan kerja. Banyak yang berpendapat demikian tapi pada beberapa kasus tidaklah dapat disamaratakan. Tidak semua daya aktif bisa dimanfaatkan untuk melakukan pekerjaan, bahkan bisa merugikan.

Jika sistem kelistrikannya murni sinusoidal dan seimbang (balanced), daya aktif bisa dimanfaatkan untuk melakukan pekerjaan seperti mengoperasikan motor listrik atau menyalakan lampu. Akan tetapi jika sistem kelistrikannya tidak seimbang (unbalanced) atau terdapat harmonisa (harmonics), daya aktif yang muncul karena harmonisa dan/atau urutan negatif tidak bisa dimanfaatkan untuk melakukan kerja. Keberadaannya menimbulkan panas berlebih seperti pada motor sehingga dapat mengakibatkan kerusakan. Power Quality Analyzer Hioki PQ3198 dan Hioki PQ3100 dapat melakukan analisa nilai Daya Aktif (Watt) , Daya Reaktif (Var) dan Daya Semu(VA) , Power Factor (Cos Phi).

2.2.6 Beban L dan C

Beban resistif adalah beban listrik pada rangkaian listrik AC, yang diakibatkan oleh peralatan listrik dengan sifat resistif murni, sehingga beban tersebut tidak mengakibatkan pergeseran fasa arus maupun tegangan listrik jaringan. Beban resistif dihasilkan oleh alat-alat listrik yang bersifat murni tahanan (resistor) seperti pada elemen pemanas dan lampu pijar. Beban resistif ini memiliki

sifat yang “pasif”, dimana ia tidak mampu memproduksi energi listrik, dan justru menjadi konsumen energi listrik. Resistor bersifat menghalangi aliran elektron yang melewatinya (dengan jalan menurunkan tegangan listrik yang mengalir), sehingga mengakibatkan terkonversinya energi listrik menjadi panas. Dengan sifat demikian, resistor tidak akan merubah sifat-sifat listrik AC yang mengalirinya. Gelombang arus dan tegangan listrik yang melewati resistor akan selalu bersamaan membentuk bukit dan lembah. Dengan kata lain, beban resistif tidak akan menggeser posisi gelombang arus maupun tegangan listrik AC.

Beban kapasitif merupakan kebalikan dari beban induktif. Jika beban induktif menghalangi terjadinya perubahan nilai arus listrik AC, maka beban kapasitif bersifat menghalangi terjadinya perubahan nilai tegangan listrik. Sifat ini menunjukkan bahwa kapasitor bersifat seakan-akan menyimpan tegangan listrik sesaat.

2.2.7 Frekuensi (Hz)

Frekuensi merupakan jumlah getaran gelombang suara per detik atau jumlah getaran gelombang elektrik per detik pada gelombang elektromagnetik. Dilansir dalam buku *Getaran dan Gelombang* (2009) karya Yohanes Surya, pengertian frekuensi adalah ukuran jumlah putaran ulang per peristiwa dalam satuan detik dengan satuan Hz. Hertz atau Hz diambil dari pakar fisika asal Jerman, Heinrich Rudolf Hertz yang menemukan fenomena ini pertama kali. Frekuensi juga bisa diartikan sebagai jumlah getaran yang dihasilkan setiap satu detik. Dalam satuan Hz, satu Hz sama dengan satu getaran atau gelombang listrik dalam satu detik.

Dalam menghitung frekuensi, harus ditetapkan jarak waktu, menghitung jumlah kejadian peristiwa, dan membagi hitungan ini dengan panjang jarak waktu. Detik merupakan satuan waktu atau periode yang biasanya dilambangkan dengan huruf T. Secara sederhana, dalam menghitung frekuensi harus mengetahui periode atau waktu dalam satuan detik. Berikut rumus menghitung frekuensi: $f = 1/T$
Keterangan: f = Frekuensi dalam satuan hertz (Hz) T = Periode dalam satuan detik (sec)

2.3 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah perangkat atau chip yang berfungsi sebagai pengontrol dari rangkaian elektronik dan dapat menyimpan program pada umumnya terdiri dari CPU (Central Processing Unit), memori, I/O, dan unit pendukung seperti Analog-to-Digital Converter (ADC) yang sudah terintegrasi di dalam mikrokontroler. Mikrokontroler tersusun dalam satu chip yang dimana terdiri dari : prosesor, memori, I/O menjadi satu kesatuan kontrol sistem sehingga mikrokontroler dapat dikatakan sebagai komputer mini atau mini PC yang dapat bekerja secara inovatif sesuai dengan kebutuhan pengguna. Bentuk mikrokontroler di rangkai dalam keping IC yang dimana terdapat mikroprosesor dan memori program (ROM) serta memori sementara (RAM), bahkan ada beberapa jenis mikrokontroler yang memiliki fasilitas ADC, PLL, EEPROM dalam satu kemasan. Mikrokontroler bisa juga disebut suatu alat elektronika digital yang mempunyai input dan output serta kendali dengan program yang bisa di read dan write sesuai dengan kebutuhan dengan cara khusus.

2.3.1 Sejarah dan Fungsi Mikrokontroller

Mikrokonktroler digunakan dalam produk dan alat yang dikendalikan secara otomatis, seperti sistem kontrol mesin, remote controls, mesin kantor, peralatan rumah tangga, alat berat, dan mainan. Dengan mengurangi ukuran, biaya, dan konsumsi tenaga dibandingkan dengan mendesain menggunakan mikroprosesor memori, dan alat input output yang terpisah, kehadiran mikrokontroler membuat kontrol elektrik untuk berbagai proses menjadi lebih ekonomis. Dengan penggunaan mikrokontroler ini maka :

1. Sistem elektronik akan menjadi lebih ringkas
2. Rancang bangun sistem elektronik akan lebih cepat karena sebagian besar dari sistem adalah perangkat lunak yang mudah dimodifikasi
3. Pencarian gangguan lebih mudah ditelusuri karena sistemnya yang kompak

Namun demikian tidak sepenuhnya mikrokontroler bisa mereduksi komponen IC TTL dan CMOS yang seringkali masih diperlukan untuk aplikasi kecepatan tinggi atau sekedar menambah jumlah saluran masukan dan keluaran (I/O). Dengan kata lain, mikrokontroler adalah versi mini atau mikro dari sebuah komputer karena mikrokontroler sudah mengandung beberapa periferal yang langsung bisa dimanfaatkan, misalnya port paralel, port serial, komparator, konversi digital ke analog (DAC), konversi analog ke digital dan sebagainya hanya menggunakan sistem minimum yang tidak rumit atau kompleks.

Agar sebuah mikrokontroler dapat berfungsi, maka mikrokontroler tersebut memerlukan komponen eksternal yang kemudian disebut dengan sistem minimum. Untuk membuat sistem minimal paling tidak dibutuhkan sistem clock dan reset,

walaupun pada beberapa mikrokontroler sudah menyediakan sistem clock internal, sehingga tanpa rangkaian eksternal pun mikrokontroler sudah beroperasi.

Untuk merancang sebuah sistem berbasis mikrokontroler, kita memerlukan perangkat keras dan perangkat lunak, yaitu:

1. Sistem minimal mikrokontroler
2. Software pemrograman dan kompilator, serta downloader

Yang dimaksud dengan sistem minimal adalah sebuah rangkaian mikrokontroler yang sudah dapat digunakan untuk menjalankan sebuah aplikasi. Sebuah IC mikrokontroler tidak akan berarti bila hanya berdiri sendiri. Pada dasarnya sebuah sistem minimal mikrokontroler AVR memiliki prinsip yang sama, yang terdiri dari 4 bagian, yaitu :

1. Prosesor, yaitu mikrokontroler itu sendiri
2. Rangkaian reset agar mikrokontroler dapat menjalankan program mulai dari awal
3. Rangkaian clock, yang digunakan untuk memberi detak pada CPU
4. Rangkaian catu daya, yang digunakan untuk memberi sumberdaya

Mikrokontroler pertama kali dikenalkan oleh Texas Instrument dengan seri TMS 1000 pada tahun 1974 yang merupakan mikrokontroler 4 bit. Mikrokontroler yang populer pertama kali dibuat oleh Intel pada tahun 1976, yaitu mikrokontroler 8 bit seri Intel 8748. Mikrokontroler tersebut adalah bagian dari keluarga Mikrokontroler MCS-48. Sebelumnya, Texas Instruments telah memasarkan Mikrokontroler 4 bit pertama yaitu TMS 1000 pada tahun 1974. TMS 1000 yang

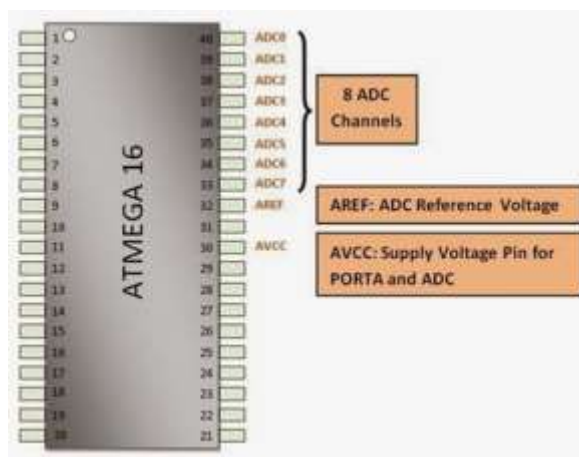
mulai dibuat sejak 1971 adalah mikrokomputer dalam sebuah chip , lengkap dengan RAM dan ROM [6].

Sekarang dipasaran banyak sekali ditemui mikrokontroler mulai dari 8 bit sampai dengan 64 bit, sehingga perbedaan antara mikrokontroler dan mikroprosesor sangat tipis. Masing-masing vendor mengeluarkan mikrokontroler dengan dilengkapi fasilitas-fasilitas yang cenderung memudahkan user untuk merancang sebuah sistem dengan komponen luar yang relatif lebih sedikit.

Saat ini mikrokontroler yang banyak beredar dipasaran adalah mikrokontroler 8 bit varian keluarga MCS51(CISC) yang dikeluarkan oleh Atmel dengan seri AT89Sxx, dan mikrokontroler AVR yang merupakan mikrokontroler RISC dengan seri ATMEGA8535 (walaupun varian dari mikrokontroler AVR sangatlah banyak, dengan masing-masing memiliki fitur yang berbeda). Dengan mikrokontroler tersebut pengguna (pemula) sudah bisa membuat sebuah sistem untuk keperluan sehari-hari, seperti pengendali peralatan rumah tangga jarak jauh yang menggunakan remote control televisi, radio frekuensi, maupun menggunakan ponsel, membuat jam digital, termometer digital dan sebagainya.

Ada perbedaan yang cukup penting antara Mikroprosesor dan Mikrokontroler. Jika Mikroprosesor merupakan CPU (Central Processing Unit) tanpa memori dan I/O pendukung dari sebuah komputer, maka Mikrokontroler umumnya terdiri dari CPU, Memori , I/O tertentu dan unit pendukung, misalnya Analog to Digital Converter (ADC) yang sudah terintegrasi di dalam mikrokontroler tersebut.

Kelebihan utama dari Mikrokontroler ialah telah tersedianya RAM dan peralatan I/O Pendukung sehingga ukuran board mikrokontroler menjadi sangat ringkas. Terdapat berbagai jenis mikrokontroler dari berbagai vendor yang digunakan secara luas? di dunia. Diantaranya yang terkenal ialah dari Intel, Maxim, Motorola , dan ATMEL. Beberapa seri mikrokontroler yang digunakan secara luas ialah 8031, 68HC11, 6502 , 2051 dan 89S51. Mikrokontroler yang mendukung jaringan komputer seperti DS80C400 tampaknya akan menjadi primadona pada tahun-tahun mendatang [7].



Gambar 2.2 PIN ATMega 16 [7].

Perkembangan Teknologi Mikrokontroler sekarang ini sudah sampai pada Mikrokontroler AVR dengan arsitektur RISC 8 bit, dimana semua instruksi di kemas dalam kode 16-bit (16-bits word) dan sebagian besar instruksi di eksekusi dalam 1 (satu) siklus clock, berbeda dengan instruksi MCS51 yang membutuhkan 12 siklus clock. Keluarga Mikrokontroler AVR berbeda dengan keluarga Mikrokontroler MCS51. Mikrokontroler AVR menggunakan teknologi RISC (Reduced Instruction Set Computing) sedangkan MCS51 masih menggunakan teknologi CISC (Complex Instruction Set Computing).

2.3.2 Mikrokontroler AVR ATmega328P

Mikrokontroler AVR (Alf and Vegaard's Risc Processor) ATmega328P merupakan seri mikrokontroler Complementary Metal Oxide Semiconductor (CMOS) 8-bit buatan Atmel berbasis arsitektur RISC (Reduced Instruction Set Computer). Hampir semua instruksi untuk program yang akan dieksekusi dalam satu siklus clock. ATmega328P mempunyai 8 Kbyte in-System Programmable Flash yang memungkinkan memori program untuk rewriting atau diprogram ulang (read/write) dengan koneksi secara serial yang disebut Serial Peripheral Interface (SPI). AVR memiliki keunggulan lebih dibandingkan dengan mikrokontroler lain, keunggulan mikrokontroler AVR yaitu memiliki kecepatan dalam mengeksekusi program yang lebih cepat, karena sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus clock (lebih cepat dibandingkan mikrokontroler keluarga MCS 51 yang memiliki arsitektur Complex Intrukstion Set Compute). ATmega328P mempunyai throughput mendekati 1 Millions Instruction Per Second (MIPS) per MHz, sehingga membuat konsumsi daya menjadi rendah terhadap kecepatan proses perintah eksekusi [1].

2.3.3 Fitur Mikrokontroler ATmega328P

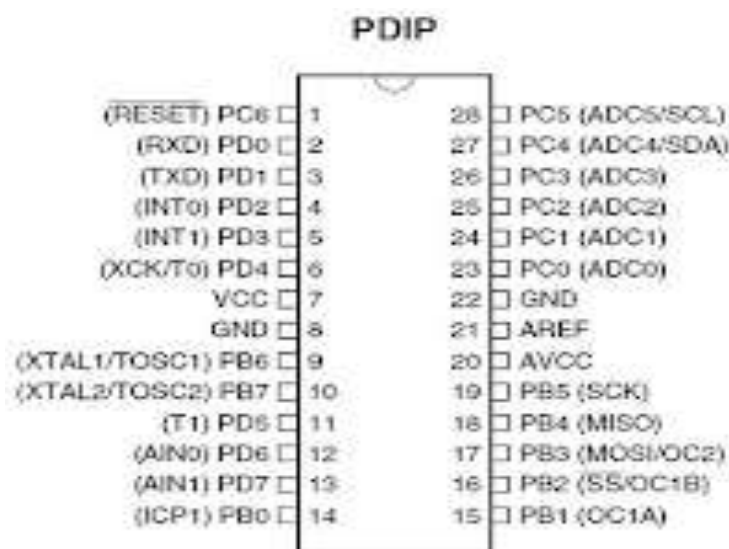
ATmega328P adalah mikrokontroler keluaran dari Atmel yang mempunyai arsitektur RISC (Reduce Instruction Set Computer) dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat daripada arsitektur CISC (Completed Instruction Set Computer). Mikrokontroler ATmega328P memiliki fitur - fitur antara lain:

1. Memiliki 130 macam instruksi atau perintah yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus clock.

2. Memiliki kecepatan eksekusi bisa mencapai 16 MIPS dengan clock 16 MHz.
3. Memiliki Memori Flash 32 Kb.
4. Memiliki EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) sebesar 1 Kb sebagai tempat penyimpanan data semi permanen atau dapat diubah karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.
5. Memiliki SRAM (Static Random Access Memory) sebesar 2 Kb.
6. Memiliki 23 pin I/O digital.

2.3.4 Konfigurasi Pin ATmega328

ATmega328 mempunyai kaki standar 28 pin yang memiliki fungsi masing-masing. Untuk penjelasan lebih lanjut tentang konfigurasi pin ATmega328 dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut :



Gambar 2.3 Konfigurasi pin ATmega328 [8].

ATMega328 memiliki 3 port utama yaitu : Port B, Port C, dan Port D dengan pin yang berjumlah sebanyak 23 pin. Port tersebut dapat difungsikan sebagai *input/output* digital atau juga dapat difungsikan sebagai periperall lainnya.

1. Port B

Port B merupakan jalur data 8 bit yang bisa difungsikan sebagai input/output. Selain itu *Port B* juga dapat memiliki fungsi yang lain seperti di bawah ini :

- a. ICP1 (PB0), berfungsi sebagai timer counter 1 input capture pin.
- b. OC1A (PB1), OC1B (PB2) dan OC2 (PB3) dapat difungsikan sebagai output PWM (*Pulse Width Modulation*).
- c. MOSI (PB3), MISO (PB4), SCK (PB5), SS (PB2) merupakan jalur komunikasi SPI. Selain itu pin ini juga dapat berfungsi sebagai jalur pemograman serial (ISP).
- d. TOSC1 (PB6) dan TOSC2 (PB7) difungsikan sebagai sumber clock external untuk timer.
- e. XTAL1 (PB6) dan XTAL2 (PB7) merupakan sumber clock utama mikrokontroler.

2. Port C

Port C merupakan jalur data 7 bit yang difungsikan sebagai input/output digital. Fungsi lain dari *Port C* antara lain sebagai berikut :

- a. ADC6 channel (PC0,PC1,PC2,PC3,PC4,PC5) dengan resolusi sebesar 10 bit. ADC dapat digunakan untuk mengubah input yang berupa tegangan analog menjadi data digital.

- b. I2C (SDA dan SDL) merupakan salah satu fitur yang terdapat pada port C. I2C digunakan untuk komunikasi dengan sensor atau perangkat lain yang memiliki komunikasi data tipe I2C seperti : sensor kompas, accelerometer nunchuck.

3. Port D

Port D merupakan jalur data 8 bit yang masing-masing pin-nya dapat difungsikan sebagai input/output. Sama seperti *Port B* dan *Port C*, *Port D* juga memiliki fungsi lain seperti dibawah ini :

- a. USART (TXD dan RXD) merupakan jalur data komunikasi serial dengan level sinyal TTL. Pin TXD yang berfungsi untuk mengirimkan data serial, sedangkan RXD kebalikan dari pin TXD yaitu sebagai pin yang berfungsi untuk menerima data serial.
- b. Interrupt (INT0 dan INT1) merupakan pin dengan fungsi khusus sebagai interupsi hardware. Interupsi biasanya digunakan sebagai penyela atau transisi dari program, misalkan pada saat program berjalan kemudian terjadi interupsi hardware/software maka program utama akan berhenti dan akan menjalankan program interupsi.
- c. XCK dapat difungsikan sebagai sumber clock external untuk USART, namun juga dapat difungsikan untuk memanfaatkan clock dari CPU, sehingga tidak perlu membutuhkan external clock.
- d. T0 dan T1 berfungsi sebagai input counter external untuk timer 1 dan timer 0.
- e. AIN0 dan AIN1 keduanya merupakan input untuk analog comparator.

2.4 Arduino Uno

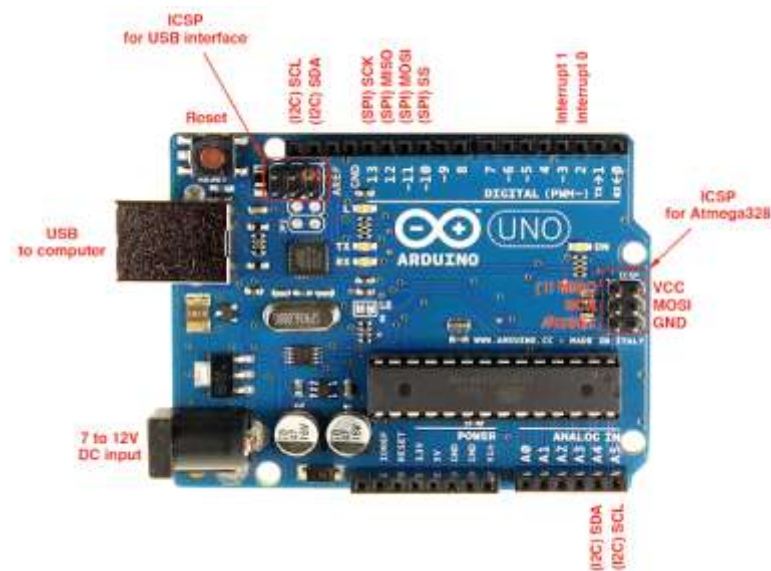
Arduino Uno R3 adalah Board Mikrokontroler (Development Board) yang menggunakan chip mikrokontroler ATmega328 yang fleksibel dan open-source. Software dan Hardware nya mudah dipahami dan di gunakan sehingga banyak di pakai oleh pemula sampai para ahli. Untuk dapat digunakan Board Arduino Uno perlu di hubungkan ke computer atau PC dengan menggunakan kabel USB atau dengan adaptor atau power supply 5-12 V DC. Arduino Uno dapat digunakan untuk mendeteksi lingkungan dengan membaca data dari berbagai sensor .misalnya jarak, suhu, inframerah, cahaya, ultrasonik, kelembapan, tekanan, dan lain – lain [9].

Secara garis besar Arduino mempunyai total 14 pin Digital yang dapat di set sebagai Input atau Output dan 6 buah pin input Analog



Gambar 2.4 Arduino Uno R3 [9].

Secara garis besar Arduino memiliki 14 pin digital yang dapat di set sebagai, input atau output dan 6 pin input analog untuk lebih jelasnya mengenai spesifikasi arduino uno dapat dilihat di bawah ini.



Gambar 2.5 Pin Arduino Uno [9].

Pin digital arduino uno ada 14 Pin yang digunakan sebagai input atau output dan 6 pin Analog bertuliskan A0 sampai A5 sebagai ADC, setiap pin analog memiliki resolusi sebesar 10 bit. Ada beberapa pin memiliki fungsi khusus sebagai berikut :

1. Serial : Pin 0 (RX) dan Pin 1 (TX) digunakan untuk Mengirim (Tx) dan Menerima (Rx) TTL data serial.
2. External Interupts : INTO adalah Pin 2 dan INT1 adalah Pin 3.
3. PWM : 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. menyediakan output PWM 8 bit.
4. SPI : 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan Library SPI.
5. LED : 13. Built-in LED terhubung dengan pin digital 13.
6. I2C : A4 adalah pin SDA dan A5 adalah pin SCL. Komunikasi I2C menggunakan Wire library.

2.5 Arduino IDE

Arduino IDE (Integrated Development Environment). Sebuah perangkat lunak atau software yang memudahkan kita mengembangkan aplikasi mikrokontroler mulai dari menuliskan source code atau bahasa pemrograman untuk arduino, compilation, upload hasil compilation, dan uji coba program secara terminal serial. Namun sampai saat ini arduino belum mampu melakukan debug secara simulasi maupun secara perangkat keras [10].

Arduino IDE dapat dijalankan di computer atau PC dengan berbagai platform karena didukung Java. Source program yang kita buat untuk aplikasi mikrokontroler adalah Bahasa pemrograman C/C++ dan dapat digabungkan dengan assembly. Penulis menggunakan arduino berbasis mikrokontroler AVR dilingkungan jenis ATMEGA yaitu ATMEGA 8, 168, 328 dan 2650.



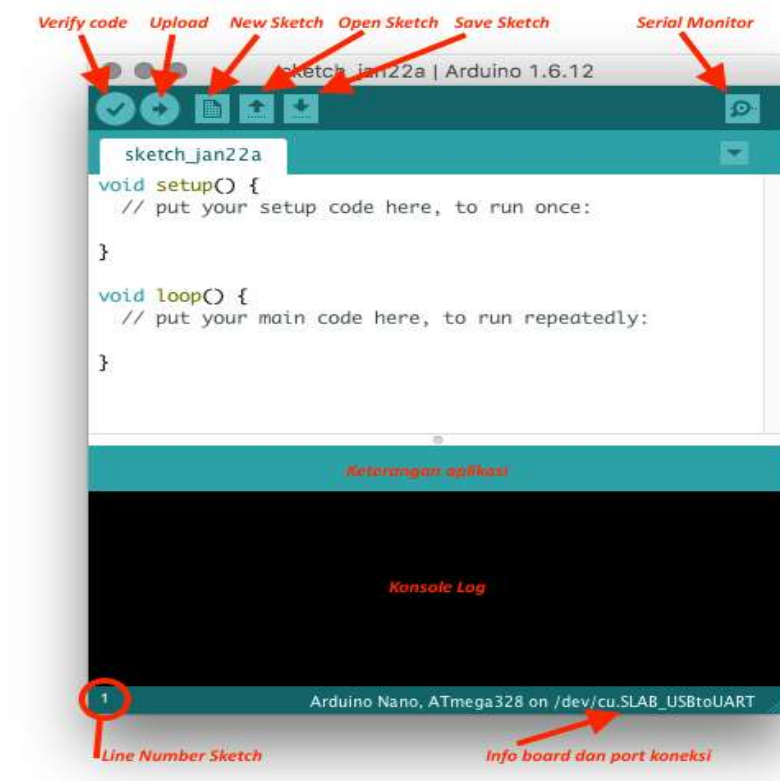
Gambar 2.6 Tampilan awal Arduino IDE [10].



Gambar 2.7 Tampilan utama Aplikasi Arduino IDE [10].

2.5.1 Bagian – bagian Arduino IDE

Editor program pada umumnya memiliki fitur untuk cut atau paste dan untuk find atau replace teks, demikian juga pada software Arduino IDE. Pada bagian keterangan aplikasi memberikan umpan balik atau feedback saat menyimpan dan mengeksport serta sebagai tempat menampilkan kesalahan. console log menampilkan teks log dari aktifitas Arduino IDE, termasuk pesan kesalahan dari program dengan lengkap dan informasi lainnya. Pojok kanan bawah menampilkan port serial yang di gunakan. Tombol toolbar terdapat ikon tombol shortcut untuk memverifikasi dan upload program, membuat, membuka, dan menyimpan sketch project, dan membuka monitor serial.



Gambar 2.8 Toolbar Arduino IDE [10].

1. Verify pada versi dari Arduino IDE sebelumnya dikenal dengan istilah compile. Sebelum program di-upload ke board Arduino, biasanya memverifikasi terlebih dahulu program yang akan dibuat. Jika ada kesalahan pada program, maka akan muncul notifikasi error. Proses verify atau compile mengubah program ke binary code untuk di upload ke board arduino.
2. Tombol upload ini berfungsi untuk mengupload program ke board Arduino. Walaupun tidak mengklik tombol verify, maka sketch akan secara otomatis mengcompile, kemudian langsung diupload ke board arduino. Berbeda dengan tombol verify yang hanya berfungsi untuk memverifikasi source code nya saja.

3. New Sketch berfungsi untuk membuka window dan membuat sketch baru.
4. Open Sketch digunakan untuk membuka sketch atau program yang sudah dibuat. Sketch yang dibuat dengan Arduino IDE akan disimpan dengan format file .ino.
5. Save Sketch digunakan untuk menyimpan sketch atau program, tetapi tidak disertai dengan mengcompile sketch.
6. Serial Monitor berfungsi untuk membuka tampilan interface sebagai komunikasi serial.
7. Keterangan Aplikasi adalah pesan-pesan yang dilakukan aplikasi Arduino IDE akan muncul dan ditampilkan di sini, misalnya Compiling dan Done Uploading ketika kita mengcompile dan mengupload sketch atau program ke board Arduino.
8. Log console yang dikerjakan aplikasi Arduino IDE dan pesan - pesan tentang sketch akan muncul dibagian ini. Misalnya, ketika aplikasi mengcompile atau ketika ada kesalahan pada sketch atau program yang kita buat, maka informasi dan notifikasi error dan baris akan diinformasikan di bagian ini.
9. Baris Sketch bagian ini akan menunjukkan posisi baris cursor yang sedang aktif pada sketch.
10. Informasi Board dan Port Bagian ini menginformasikan port yang sedang dipakai oleh board Arduino.

2.5.2 Sketch Arduino

Pada arduino bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C/C++. Program - program pada Arduino terbagi menjadi tiga bagian utama yaitu Structure, Values (berisi variable dan konstanta) dan function.

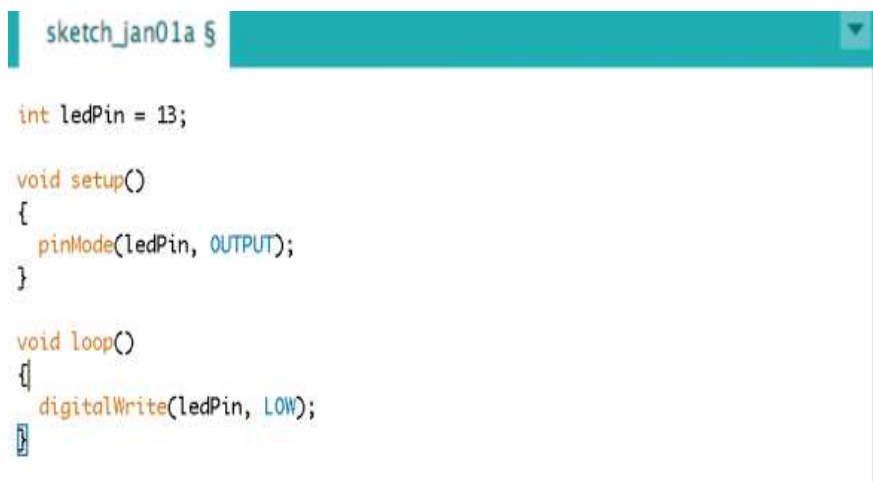
1. Structure adalah struktur kode pada arduino yaitu berisi fungsi `setup()` dan `loop()`.

- a. `Setup()`

fungsi ini dipanggil pertama kali ketika menjalankan sketch. digunakan sebagai tempat inialisai variable, pin mode, penggunaan library dan lainnya. fungsi ini dijalankan sekali ketika board dinyalakan atau di reset.

- b. `loop()`

Setelah membuat fungsi `setup()` sebagai tempat inialisai variabel dan menetapkan nilai maka selanjutnya fungsi `loop()` seperti namanya fungsi ini akan melakukan perulangan berturu-turut, memungkinkan program untuk mengubah dan menanggapi. digunakan untuk mengontrol board Arduino.



```
sketch_jan01a §  
  
int ledPin = 13;  
  
void setup()  
{  
  pinMode(ledPin, OUTPUT);  
}  
  
void loop()  
{  
  digitalWrite(ledPin, LOW);  
}
```

Gambar 2.9 Sketch Arduino [11].

2. Values. Berisi variable atau konstanta sesuai dengan type data yang didukung oleh Arduino.
3. Function. Segmentasi kode ke fungsi memungkinkan programmer untuk membuat potongan-potongan modular kode yang melakukan tugas yang terdefinisi dan kemudian kembali ke asal kode dari mana fungsi itu “dipanggil”. Umumnya menggunakan fungsi adalah ketika salah satu kebutuhan untuk melakukan tindakan yang sama beberapa kali dalam sebuah program.

2.6 PZEM-004T

PZEM-004T adalah sensor yang dapat digunakan untuk mengukur tegangan RMS, arus RMS (Root Mean Square) dan daya aktif yang dapat dihubungkan melalui arduino ataupun platform opensource lainnya. Dimensi fisik dari papan PZEM-004T adalah $3,1 \times 7,4$ cm. Modul pzem-004t dibundel dengan kumparan trafo arus diameter 3mm yang dapat digunakan untuk mengukur arus maksimal sebesar 100A [5].



Gambar 2.10 Sensor PZEM-004T [5].

Fungsi PZEM-004T

1. Fungsi pengukuran (voltage / tegangan, current / arus, active power).
2. Power button clear / reset Energy (PZEM-004T V2.0)
3. Power-down data storage function (cumulative power down before saving)
4. Komunikasi Serial TTL
5. Pengukuran Power / Daya : 0 ~ 9999kW
6. Pengukuran Voltage / Tegangan : 80 ~ 260VAC
7. Pengukuran Current / Arus : 0 ~ 100A

Adapun spesifikasi sensor ini adalah sebagai berikut, AC Digital Multifunction Meter Watt Power Volt Amp TTL Current Test Module PZEM-004T With Coil 0-100A 80-260V AC For Arduino

Brand Name : diymore

Model Number : PZEM-004T Module

Type : Voltage Regulator

Dissipation Power : 1

Operating Temperature : 1

Application : Computer

Supply Voltage : 80-260V

match 1 : pzem-004t module

match 2 : pzem-004t test module

match 3 : AC digital meter

Max Operating Current : 100A – 119A

match 5 : diy

match 6 : dvk512 expansion module

Rated Voltage : 220V

Display Type : Digital Only

Power Supply : AC

2.7 Display LCD

LCD merupakan salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf, atau grafik. LCD membutuhkan tegangan dan daya yang kecil sehingga sering digunakan untuk aplikasi pada kalkulator, arloji digital, dan instrumen elektronik seperti multimeter digital. LCD memanfaatkan silikon dan galium dalam bentuk kristal cair sebagai pemancar cahaya. Pada layar LCD, setiap matrik adalah susunan dua dimensi piksel yang dibagi dalam baris dan kolom [2].

Spesifikasi dari LCD 16×2. Adapun fitur – fitur yang tersedia antara lain :

1. Terdiri dari 16 kolom dan 2 baris
2. Dilengkapi dengan back light
3. Mempunyai 192 karakter tersimpan
4. Dapat dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit
5. Terdapat karakter generator terprogram



Gambar 2.11 LCD 16x2 [2].

2.7.1 Prinsip Kerja LCD 16x2

Dengan memanfaatkan prinsip fisika terkait cahaya putih. Dikatakan bahwa cahaya putih terdiri dari ratusan cahaya dengan warna yang berbeda-beda. Berbagai macam warna cahaya akan terlihat apabila cahaya putih mengalami refleksi atau perubahan arah sinar.

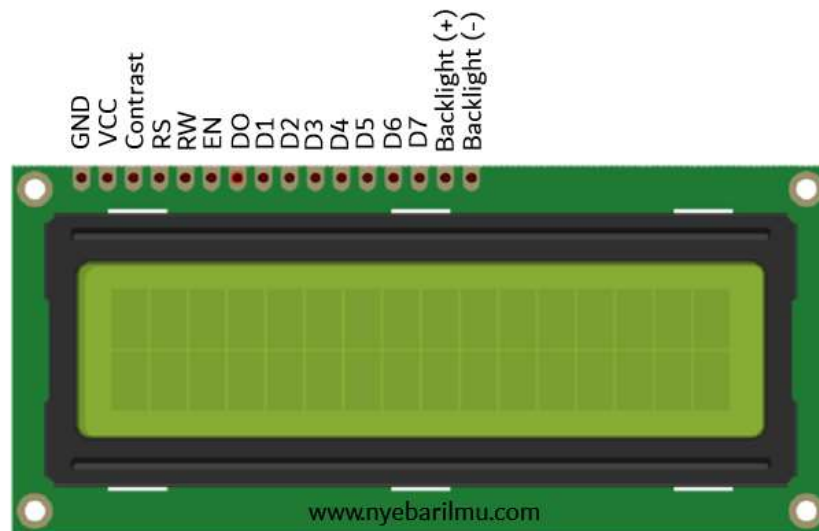
Saat tegangan dicatukan pada beberapa pasang elektroda, molekulmolekul kristal cair akan menyusun agar cahaya yang mengenainya akan diserap. Dari hasil penyerapan cahaya tersebut akan terbentuk huruf, angka, atau gambar sesuai bagian yang diaktifkan. Untuk membentuk karakter atau gambar pada kolom dan baris secara bersamaan digunakan metode screening. Metode screening adalah mengaktifkan daerah perpotongan suatu kolom dan baris secara bergantian dan cepat sehingga seolah-olah aktif semua [12].



Gambar 2.12 Prinsip Kerja LCD [12].

2.7.2 Konfigurasi Pin LCD 16x2

Berikut ini Konfigurasi pin dari LCD 16x2 diantaranya :



Gambar 2.13 Konfigurasi Pin LCD 16x2 [13].

Keterangan :

1. GND : catu daya 0Vdc
2. VCC : catu daya positif
3. Constrate : untuk kontras tulisan pada LCD
4. RS atau Register Select :
 - High : untuk mengirim data
 - Low : untuk mengirim instruksi
5. R/W atau Read/Write
 - High : mengirim data
 - Low : mengirim instruksi

Disambungkan dengan LOW untuk pengiriman data ke layar

6. E (enable) : untuk mengontrol ke LCD ketika bernilai LOW, LCD tidak dapat diakses
7. D0 – D7 = Data Bus 0 – 7
8. Backlight + : disambungkan ke VCC untuk menyalakan lampu latar
9. Backlight – : disambungkan ke GND untuk menyalakan lampu latar

2.7.3 Metode Pengujian LCD 16x2

LCD 16 x 2 sebagai penampil, pada alat ini diaplikasikan untuk menampilkan hasil pengukuran dari kwh meter. LCD 16x2 pada pertama dibutuhkan untuk memberitahu atau menampilkan hasil dari pengukuran kwh meter supaya dapat mengetahui hasilnya, Pengujian LCD 16x2 ini dimulai Dari program menggunakan library LiquidCrystal.h dapat menampilkan karakter dengan panjang 16 karakter dan 2 baris.

1. Tujuan Pengujian
 - a. Untuk mengecek keadaan LCD 16x2 berfungsi normal atau tidak.
 - b. Untuk mengetahui cara kerja LCD 16x2.
2. Alat dan Bahan Pengujian
 - a. LCD 16x2
 - b. Arduino Uno R3
 - c. Adaptor 5V
 - d. Laptop
 - e. Kabel USB

3. Hasil Pengujian

Pada LCD 16x2 ini dilakukan pengujian dibutuhkan untuk memberitahu atau menampilkan hasil dari pengukuran dari kwh meter supaya dapat mengetahui hasil aslinya, Pengujian LCD 16x2 ini dimulai Dari program agar menampilkan karakter dengan panjang 16 karakter dan 2 baris.

2.8 Power Supply

Power Supply atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan Catu Daya adalah suatu alat listrik yang dapat menyediakan energi listrik untuk perangkat listrik ataupun elektronika lainnya. Pada dasarnya Power Supply atau Catu daya ini memerlukan sumber energi listrik yang kemudian mengubahnya menjadi energi listrik yang dibutuhkan oleh perangkat elektronika lainnya. Oleh karena itu, Power Supply kadang-kadang disebut juga dengan istilah Electric Power Converter [14].

Pada umumnya Power Supply dapat diklasifikasikan menjadi 3 kelompok besar, yakni berdasarkan Fungsinya, berdasarkan Bentuk Mekanikalnya dan juga berdasarkan Metode Konversinya. Berikut ini merupakan penjelasan singkat mengenai ketiga kelompok tersebut :

1. Power Supply Berdasarkan Fungsi (Functional)

Berdasarkan fungsinya, Power supply dapat dibedakan menjadi Regulated Power Supply, Unregulated Power Supply dan Adjustable Power Supply.

- a. Regulated Power Supply adalah Power Supply yang dapat menjaga kestabilan tegangan dan arus listrik meskipun terdapat perubahan atau variasi pada beban atau sumber listrik (Tegangan dan Arus Input).

- b. Unregulated Power Supply adalah Power Supply tegangan ataupun arus listriknya dapat berubah ketika beban berubah atau sumber listriknya mengalami perubahan.
- c. Adjustable Power Supply adalah Power Supply yang tegangan atau Arusnya dapat diatur sesuai kebutuhan dengan menggunakan Knob Mekanik. Terdapat 2 jenis Adjustable Power Supply yaitu Regulated Adjustable Power Supply dan Unregulated Adjustable Power Supply.

2. Power Supply Berdasarkan Bentuknya

Untuk peralatan Elektronika seperti Televisi, Monitor Komputer, Komputer Desktop maupun DVD Player, Power Supply biasanya ditempatkan di dalam atau menyatu ke dalam perangkat-perangkat tersebut sehingga kita sebagai konsumen tidak dapat melihatnya secara langsung. Jadi hanya sebuah kabel listrik yang dapat kita lihat dari luar. Power Supply ini disebut dengan Power Supply Internal (Built in). Namun ada juga Power Supply yang berdiri sendiri (stand alone) dan berada diluar perangkat elektronika yang kita gunakan seperti Charger Handphone dan Adaptor Laptop. Ada juga Power Supply stand alone yang bentuknya besar dan dapat disetel tegangannya sesuai dengan kebutuhan kita.

3. Power Supply Berdasarkan Metode Konversinya

Berdasarkan Metode Konversinya, Power supply dapat dibedakan menjadi Power Supply Linier yang mengkonversi tegangan listrik secara langsung dari Inputnya dan Power Supply Switching yang harus mengkonversi tegangan input ke pulsa AC atau DC terlebih dahulu.

2.8.1 Jenis – Jenis Power Supply

1. DC Power Supply

DC Power Supply adalah pencatu daya yang menyediakan tegangan maupun arus listrik dalam bentuk DC (Direct Current) dan memiliki Polaritas yang tetap yaitu Positif dan Negatif untuk bebannya. Terdapat 2 jenis DC Supply yaitu :

a. AC to DC Power Supply

AC to DC Power Supply, yaitu DC Power Supply yang mengubah sumber tegangan listrik AC menjadi tegangan DC yang dibutuhkan oleh peralatan Elektronika. AC to DC Power Supply pada umumnya memiliki sebuah Transformator yang menurunkan tegangan, Dioda sebagai Penyearah dan Kapasitor sebagai Penyaring (Filter).

b. Linear Regulator

Linear Regulator berfungsi untuk mengubah tegangan DC yang berfluktuasi menjadi konstan (stabil) dan biasanya menurunkan tegangan DC Input.

2. AC Power Supply

AC Power Supply adalah Power Supply yang mengubah suatu taraf tegangan AC ke taraf tegangan lainnya. Contohnya AC Power Supply yang menurunkan tegangan AC 220V ke 110V untuk peralatan yang membutuhkan tegangan 110VAC. Atau sebaliknya dari tegangan AC 110V ke 220V.

3. Switch-Mode Power Supply

Switch-Mode Power Supply (SMPS) adalah jenis Power Supply yang langsung menyearahkan (rectify) dan menyaring (filter) tegangan Input AC untuk mendapatkan tegangan DC. Tegangan DC tersebut kemudian di-switch ON dan OFF pada frekuensi tinggi dengan sirkuit frekuensi tinggi sehingga menghasilkan arus AC yang dapat melewati Transformator Frekuensi Tinggi.

4. Programmable Power Supply

Programmable Power Supply adalah jenis power supply yang pengoperasiannya dapat dikendalikan oleh Remote Control melalui antarmuka (interface) Input Analog maupun digital seperti RS232 dan GPIB.

5. Uninterruptible Power Supply (UPS)

Uninterruptible Power Supply atau sering disebut dengan UPS adalah Power Supply yang memiliki 2 sumber listrik yaitu arus listrik yang langsung berasal dari tegangan input AC dan Baterai yang terdapat didalamnya. Saat listrik normal, tegangan Input akan secara simultan mengisi Baterai dan menyediakan arus listrik untuk beban (peralatan listrik). Tetapi jika terjadi kegagalan pada sumber tegangan AC seperti matinya listrik, maka Baterai akan mengambil alih untuk menyediakan Tegangan untuk peralatan listrik/elektronika yang bersangkutan.

6. High Voltage Power Supply

High Voltage Power Supply adalah power supply yang dapat menghasilkan Tegangan tinggi hingga ratusan bahkan ribuan volt. High Voltage Power

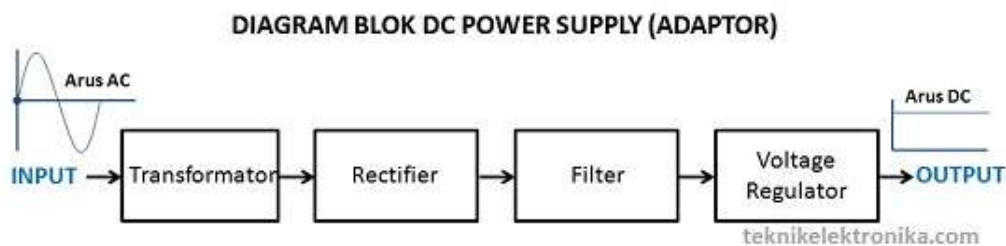
Supply biasanya digunakan pada mesin X-ray ataupun alat-alat yang memerlukan tegangan tinggi.



Gambar 2.14 Jenis Jenis Power Supply [14].

2.8.2 Prinsip Kerja Power Supply DC

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



Gambar 2.15 Diagram Blok Prinsip Kerja Power Supply DC [15].

1. Transformator (Transformer/Trafo)

Transformator (Transformer) atau disingkat dengan Trafo yang digunakan untuk DC Power supply adalah Transformer 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.

2. Rectifier (Penyearah Gelombang)

Rectifier atau penyearah gelombang adalah rangkaian Elektronika dalam Power Supply (catu daya) yang berfungsi untuk mengubah gelombang AC menjadi gelombang DC setelah tegangannya diturunkan oleh Transformator Step down. Rangkaian Rectifier biasanya terdiri dari komponen Dioda. Terdapat 2 jenis rangkaian Rectifier dalam Power Supply yaitu “Half Wave Rectifier” yang hanya terdiri dari 1 komponen Dioda dan “Full Wave Rectifier” yang terdiri dari 2 atau 4 komponen dioda.

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).

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 sehingga tegangan Output tidak dipengaruhi oleh suhu, arus beban

dan juga tegangan input yang berasal Output Filter. Voltage Regulator pada umumnya terdiri dari Dioda Zener, Transistor atau IC (Integrated Circuit). Pada DC Power Supply yang canggih, biasanya Voltage Regulator juga dilengkapi dengan Short Circuit Protection (perlindungan atas hubung singkat), Current Limiting (Pembatas Arus) ataupun Over Voltage Protection (perlindungan atas kelebihan tegangan).