



**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING
PENGUNAAN ENERGI LISTRIK DENGAN
DISPLAY RUNNING TEKS (P10)**

**Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memenuhi Ujian Akhir
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Pembangunan Panca Budi**

SKRIPSI

OLEH

**NAMA : GILANG OKA MAULANA
N P M : 1624210382
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
PEMINATAN : TEKNIK ENERGI LISTRIK**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
MEDAN
2019**

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK DENGAN DISPLAY RUNNING TEKS (P10)

Gilang Oka Maulana ¹⁾

Hamdani, S.T., M.T ²⁾Hariyanto, S.T. ³⁾

Email : gilangoka@gmail.com

Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Elektro

ABSTRAK

Energi listrik merupakan sumber energi yang paling banyak digunakan dalam kehidupan modern karena kemudahan dan efisiensi yang tinggi. Energi listrik adalah penggunaan daya listrik persatuan waktu . Perbedaan alat yang dirancang dengan alat pembaca energi konvensional seperti KWH meter adalah pada tampilan outputnya. Tampilan output berupa teks berjalan dengan ukuran besar sehingga lebih mudah dibaca dari jarak yang cukup jauh. Basis rangkaian adalah sebuah mikrokontroler avr yaitu atmega 8 yang dilengkapi dengan sensor arus ct dan sensor tegangan. Mikrokontroler sebagai pembaca sensor dan mengalikan 2 parameter dasar untuk memperoleh daya . Kemudian kontroler akan menghitung lama pemakaian daya dengan menghitung waktu pemakaian. Hasil kalibrasi kemudian dikirim ke rangkaian penampil teks berjalan. Rangkaian ini memiliki kontroler tersendiri yaitu at89C2051 untuk mengatur tampilan data pada led matriks. Data dikirim oleh kontroler atmega 8 melalui port serial dan diterima oleh kontroler at89C2051 juga melalui port serial. Data energi yang terbaca kemudian dikirim ke led matriks juga secara seri . Led akan hidup atau mati sesuai data tersebut sehingga membentuk teks yang memberi informasi energi listrik. Dapat disimpulkan bahwa rancang bangun monitoring penggunaan energi listrik ini telah dikembangkan dan berfungsi memberikan informasi energi listrik yang digunakan secara mudah, praktis, *real time*.

Kata Kunci : ATmega8, LED

DESIGN AND DEVELOPMENT OF ELECTRICAL ENERGY MONITORING SYSTEM OUTPUT DISPLAY RUNNING TEKS (P10)

**Gilang Oka Maulana ¹⁾
Hamdani, S.T., M.T ²⁾Hariyanto, S.T. ³⁾
Email : gilangoka@gmail.com
Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Elektro**

ABSTRACT

Electrical energy is the most widely used energy source in modern life because of its ease and high efficiency. Electrical energy is the use of electric power in the union of time. The difference in tools designed with conventional energy readers such as KWH meters is in the output display. The output display in the form of text runs with large size so that it is easier to read from a considerable distance. The circuit base is an Avr microcontroller which is atmega 8 which is equipped with a ct current sensor and voltage sensor. The microcontroller is a sensor reader and multiplies 2 basic parameters to obtain power. Then the controller will calculate the duration of power consumption by calculating the usage time. The calibration results are then sent to the current text viewer set. This circuit has its own controller, namely at89C2051 to adjust the data display on the led matrix. Data is sent by atmega 8 controller via serial port and received by at89C2051 controller also via serial port. Readable energy data is then sent to the led matrix in series. The LEDs will live or die according to the data so that it forms a text that provides information on electrical energy. It can be concluded that the design of monitoring the use of electrical energy has been developed and serves to provide information on electrical energy that is used easily, practically, real time.

Keywords : *Digital Kwh Meter, ATmega8, Bluetooth Electronics, Smartphone Android*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	4
1.6 Metodologi	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 DASAR TEORI	7
2.1 Mikrokontroler	7
2.2 Mikrokontroler ATmega 8	9
2.2.1 Arsitektur Mikrokontroler ATmega 8.....	10
2.2.2 Konfigurasi Pin ATmega8	11
2.3 Kapasitor	13
2.3.1 Jenis – jenis Kapasitor	14
2.4 Resistor	18
2.5.1 Jenis – Jenis Resistor	18

2.5	LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)	23
2.6	Sensor Arus ACS-712	24
2.7	Program Bahasa C	26
2.7.1	Tipe Data	28
2.8	<i>Code Vision AVR</i>	31
2.9	Mikrokontroler AT89C2051	32
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	54
3.1	Metodologi Penelitian	54
3.2	Lokasi Penelitian	54
3.3	Alat dan Bahan Penelitian	54
3.3.1	Alat yang Digunakan	55
3.3.2	Bahan – Bahan yang digunakan	55
3.4	Perancangan Hardware	
3.4.1	Blok Diagram.....	55
3.4.2	Prinsip Kerja	57
3.5	<i>Flow Chart</i>	58
BAB 4	PENGUJIAN DAN ANALISA	60
4.1	Pengujian Sistem	62
4.2	Pengujian Sensor Arus	50
4.3	Pengujian Display LCD M1632.....	64
4.4	Pengujian Catu Daya.....	65
4.5	Analisa Penggunaan Energi Listrik Dalam Satuan KWH	65
4.6	Pengujian Catu Daya Sistem	68
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	70
5.1	Kesimpulan	70
5.2	Saran	70
DAFTAR PUSTAKA		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Arsitektur Mikrokontroler ATmega8.....	10
Gambar 2.2	Konfigurasi Pin Mikrokontroler ATmega 8.....	11
Gambar 2.3	Kapasitor Variabel	15
Gambar 2.4	Kapasitor Keramik	16
Gambar 2.5	Kapasitor Elektrolit	17
Gambar 2.6	Resistor Batang Karbon	19
Gambar 2.7	Resistor Film Karbon	20
Gambar 2.8	Resistor Film Metal	21
Gambar 2.9	Simbol Resistor	22
Gambar 2.10	Modul LCD 16 x 2	23
Gambar 2.11	Sensor Arus ACS 712	26
Gambar 2.12	Susunan Konfigurasi Pin Mikrokontroler AT89C2051	36
Gambar 2.13	Diagram Blok Mikrokontroler AT89C2051	38
Gambar 2.14	Memori Program	40
Gambar 2.15	Memori Data Internal.....	41
Gambar 2.16	Bagian Bawah 128 byte Ram Internal	41
Gambar 2.17	Ruang SFR	40
Gambar 2.18	Register Flag	43
Gambar 2.19	Register TCON	46
Gambar 2.20	Register TMOD	47
Gambar 3.1	Skematik Rangkaian	56
Gambar 3.2	Blok Diagram.....	56
Gambar 3.3	<i>Flow Chart</i>	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penjelasan Pin pada Mikrokontroler ATmega 8	11
Tabel 2.2	Spesifikasi Kaki LCD 16 x 2	24
Tabel 2.3	Format Tipe Data dalam Bahasa C	29
Table 2.4	Tipe Data (16 bit) dalam Bahasa C.....	29
Table 2.5	Tipe Data (32 bit) dalam Bahasa C.....	30
Tabel 2.6	Program Status Word (PSW)	43
Tabel 2.7	Pemilihan Bank Register	44
Tabel 2.8	Timer/Control	46
Tabel 2.9	Timer Mode	47
Tabel 2.10	Kombinasi M0 dan M1	48
Tabel 2.11	Alamat Awal Layanan Rutin Interrupsi	52

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Potocopy Form Pengajuan Judul
- Lampiran 2 : Potocopy ACC Plagiat Checker
- Lampiran 3 : Lembar Konsultasi Skripsi Pembimbing I
- Lampiran 4 : Lembar Konsultasi Skripsi Pembimbing II
- Lampiran 5 : Data Sheet Mikrokontroler Atmega8
- Lampiran 6 : Data Sheet LCD 16x2 Baris
- Lampiran 7 : *Code Vision AVR User Manual*
- Lampiran 8 : *List Program Bahasa C*

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan sumber energi yang paling banyak digunakan dalam kehidupan modern karena kemudahan dan efisiensi yang tinggi. Energi listrik adalah penggunaan daya listrik persatuan waktu . Dengan kata lain energi adalah akumulasi daya berdasarkan waktu penggunaan daya . Dengan demikian energi adalah hasil kali daya dengan waktu, sedangkan daya adalah hasil kali arus dengan tegangan. Oleh karena itu energi adalah $E = V \times I \times t$.

Sebuah alat pencatat penggunaan energi dapat dengan mudah dibuat berdasarkan persamaan diatas. Dimana parameter dasar listrik yaitu arus dan tegangan dapat dideteksi dengan menggunakan sensor arus dan sensor tegangan. Dengan mengakumulasi daya tiap waktu akan diperoleh besar energi listrik yang telah digunakan oleh beban.

Perbedaan alat yang dirancang dengan alat pembaca energi konvensional adalah yaitu KWH meter adalah selain merupakan KWH meter digital juga pada tampilan outputnya. Tampilan output berupa teks berjalan dengan ukuran besar sehingga lebih mudah dibaca dari jarak yang cukup jauh.

Basis rangkaian adalah sebuah mikrokontroler avr yaitu atmega 8 yang dilengkapi dengan sensor arus ct dan sensor tegangan. Mikrokontroler sebagai pembaca sensor dan mengalikan 2 parameter dasar untuk memperoleh daya . Kemudian kontroler akan menghitung lama pemakaian daya dengan menghitung waktu pemakaian. Hasil kalibrasi kemudian dikirim ke rangkaian penampil teks berjalan. Rangkaian ini memiliki kontroler tersendiri yaitu at89C2051 untuk mengatur tampilan data pada led matriks. Data dikirim oleh kontroler atmega 8 melalui port serial dan diterima oleh kontroler at89C2051 juga melalui port serial. Data energi yang terbaca kemudian dikirim ke led matriks juga secara seri . Led akan hidup atau mati sesuai data tersebut sehingga membentuk teks yang memberi informasi energi listrik.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang dihadapi dalam pembuatan Skripsi ini antara lain adalah :

1. Bagaimana merancang sebuah sistem monitoring penggunaan energi listrik dengan output running text.
2. Bagaimana membaca energi listrik ,mengkalibrasi data sensor ,hingga menampilkannya pada sebuah teks berjalan.
3. Bagaimana menyusun algoritma program untuk mengendalikan sistem dan mengkalibrasi data serta algoritma untuk menampilkan data pada display.

1.3 Batasan Masalah

Dalam perancangan dan pembuatan Skripsi ini diberikan batasan – batasan masalah antara lain sebagai berikut :

1. Penggunaan kontroler atmega 8 sebagai pembaca sensor dan kalibrasi data sensor.
2. Penggunaan kontroler at89S2051 sebagai pengendali display teks berjalan.
3. Penggunaan sensor arus dan sensor tegangan untuk membaca parameter dasar listrik.
4. Rancang bangun menggunakan bahasa pemrograman C untuk menyusun algoritma program dan dengan bantuan code vision AVR sebagai editor dan kompiler.
5. Rancangan tidak memperhitungkan faktor daya ,dengan demikian faktor daya diasumsikan bernilai 1 (satu).

1.4 Tujuan

Adapun tujuan utama yang akan dicapai dalam pembuatan Skripsi ini adalah terciptanya sebuah Sistem Monitoring Kwh Meter Digital Tanpa Kabel.

Adapun secara rinci tujuannya adalah sebagai berikut :

1. Merancang sebuah sistem monitoring energi listrik dengan tampilan teks berjalan.
2. Merakit rangkaian sensor dan kontroler untuk kalibrasi data .
3. Membuat program aplikasi dalam bahasa C untuk menjalankan sistem.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang diperoleh dalam pembuatan Skripsi ini antara lain sebagai berikut :

1. Memberikan informasi penggunaan energi listrik dengan tampilan yang cukup besar dan jelas.
2. Mempelajari teknik perhitungan daya dan energi listrik serta realisasi sistem dalam praktek.
3. Sebagai objek pembelajaran dan penelitian serta memenuhi syarat untuk mencapai gelar sarjana.

1.6 Metodologi

Untuk memperoleh hasil yang maksimal pada pembuatan Skripsi ini, penulis menggunakan beberapa tahap atau metode penulisan yaitu sebagai berikut :

1. Metode Studi Pustaka

Yaitu merupakan metode pengumpulan data dari buku - buku terkait, artikel, internet atau sumber – sumber bacaan yang dapat menunjang isi skripsi penulis.

2. Metode Perancangan

Yaitu membuat simulasi, membuat *prototipe* dan merancang sistem nyata, kalibrasi, pengujian dan analisa hasil.

3. Metode Konsultasi

Yaitu dimana penulis mengadakan konsultasi secara kontinyu dengan Pembimbing I dan Pembimbing II.

4. Metode Wawancara

Yaitu dimana penulis mengadakan konsultasi tanya jawab pada dosen khususnya dosen pembimbing serta instruktur yang berhubungan dengan pembuatan judul yang penulis buat.

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah sistematika penulisan dalam penyusunan Skripsi, maka penulis membaginya dalam beberapa bab pembahasan dengan urutan sebagai berikut :

BAB 1 : PENDAHULUAN

Dalam bab ini penulis menjelaskan latar belakang pemilihan judul, tujuan dan manfaat, rumusan masalah, pembatasan masalah, metode penulisan dan sistematika penulisan.

BAB 2 : DASAR TEORI

Pada bab ini akan membahas tentang landasan teori yang ada dan berkaitan dengan pembahasan yang sedang dibuat.

BAB 3 : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan tahap-tahap perancangan alat, dimulai dari sebuah rangkaian dan rangkaian lengkap, komponen atau bahan yang diperlukan dalam pembuatan alat, cara kerja rangkaian, diagram blok sistem dan *flowchart* sistem.

BAB 4 : PENGUJIAN DAN ANALISA

Pada bab ini penulis menguraikan mengenai persiapan peralatan yang digunakan dalam pengujian alat, kemudian mengambil data hasil pengukuran yang di dapat dari hasil pendataan serta melakukan pengamatan pada saat pengujian dan menganalisa berdasarkan teori yang hasilnya nanti akan dijadikan referensi untuk perbandingan dengan perolehan data yang didapat dengan cara pengukuran.

BAB 5 : PENUTUP

Pada bab ini berisi kesimpulan dari pembahasan masalah dan saran untuk menyempurnakan maupun mengembangkan sistem.

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah *chip* yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program di dalamnya. Ada perbedaan penting antara mikroprocessor dan mikrokontroler. Mikrokontroler merupakan CPU (*Central Processing Unit*) tanpa memori dan I/O pendukung sebuah komputer, sedangkan mikrokontroler umumnya terdiri dari CPU, memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti *Analog to Digital Converter* (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya. Kelebihan utama mikrokontroler ialah tersedianya RAM dan peralatan I/O pendukung sehingga ukuran papan mikrokontroler menjadi sangat ringkas. (Widodo Budiharto, 2004)

Pada mikrokontroler perbandingan ROM dan RAM yang besar, artinya program kontrol disimpan dalam ROM (bisa *Masked ROM* atau *flash PEROM*) yang ukurannya relatif lebih besar, sedangkan RAM digunakan sebagai tempat penyimpanan sementara, termasuk register – register yang digunakan pada mikrokontroler yang bersangkutan.

Mikrokontroler adalah salah satu dari bagian dasar dari suatu sistem komputer. Meskipun mempunyai bentuk yang jauh lebih kecil dari satu komputer pribadi dan komputer *mainframe*, mikrokontroler dibangun dari elemen – elemen dasar yang sama. Secara sederhana, komputer akan menghasilkan keluaran spesifik berdasarkan masukan yang diterima dan program yang dikerjakan. Seperti umumnya komputer, mikrokontroler adalah alat yang mengerjakan

instruksi – instruksi yang diberikan kepadanya. Artinya, bagian terpenting dan utama dari suatu sistem terkomputerisasi adalah program itu sendiri yang dibuat oleh seorang *programmer*. Program ini menginstruksikan komputer untuk melakukan jalinan yang panjang dari aksi – aksi sederhana untuk melakukan tugas yang lebih kompleks. (Afgianto Eko Putra, 2004)

Mikrokontroler dapat dikelompokkan dalam satu keluarga, masing – masing mikrokontroler memiliki spesifikasi tersendiri namun kompatibel atau cocok dalam pemrogramannya. Contoh dari keluarga mikrokontroler, di antaranya:

1. Keluarga MCS-51
2. Keluarga MC68HC05
3. Keluarga MC68HC11
4. Keluarga AVR
5. Keluarga PIC 8

Teknologi yang digunakan pada mikrokontroler AVR berbeda dengan mikrokontroler seri MCS-51. AVR berteknologi RISC (*Reduced Instruction Set Computer*), sedangkan seri MCS-51 berteknologi CISC (*Complex Instruction Set Computer*). Mikrokontroler AVR dapat dikelompokkan menjadi empat kelas yaitu : keluarga ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega, dan AT*(RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, kelengkapan peripheral dan fungsi – fungsi tambahan yang dimiliki.

Mikrokontroler adalah otak dari suatu sistem elektronika. Namun mikrokontroler memiliki nilai tambah karena didalamnya sudah terdapat memori dan sistem input/output dalam suatu kemasan IC. (Lingga Wardhana, 2006)

2.2 Mikrokontroler ATmega8

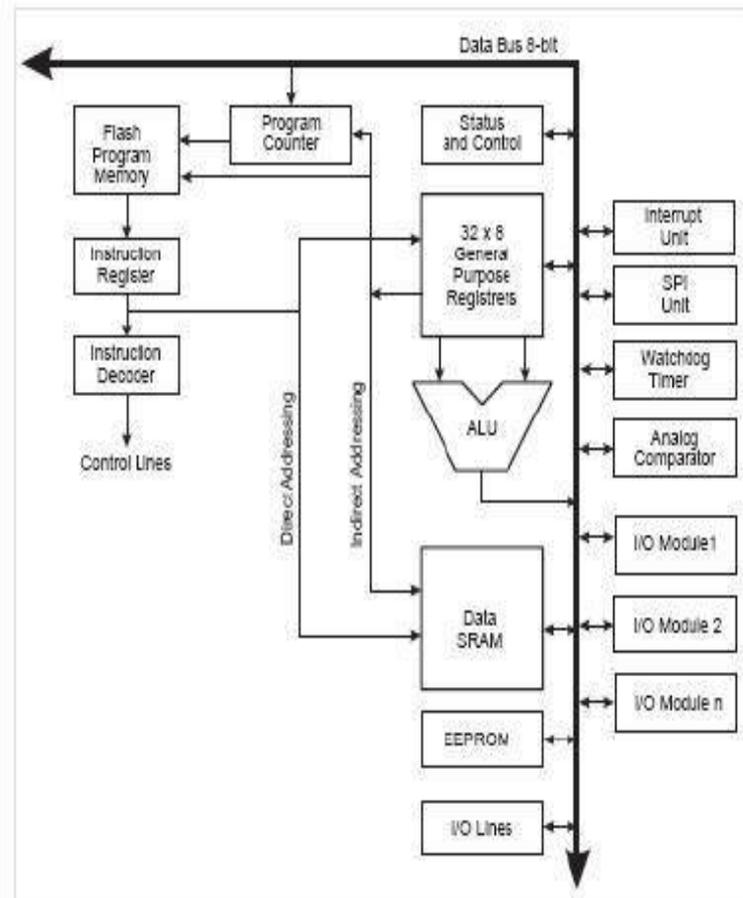
Mikrokontroler AVR adalah mikrokontroler RISC 8 bit berdasarkan arsitektur Harvard, yang dibuat oleh Atmel pada tahun 1996. AVR memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler lain, keunggulan AVR yaitu AVR memiliki kecepatan eksekusi program yang lebih cepat, karena sebagian besar instruksi di eksekusi dalam 1 siklus clock, lebih cepat dibandingkan MCS51 yang membutuhkan 12 siklus clock untuk mengeksekusi 1 instruksi.

Kata AVR dapat berarti berasal dari singkatan *Alf and Vegard* RISC sesuai dengan nama pengagas pertama. Saat ini ada yang menggunakan singkatan dari *Advanced Virtual Risc*. (Ardi Winoto, 2008)

Seri pertama mikrokontroler AVR yang dikeluarkan adalah mikrokontroler 8-bit dengan nama AT90S8515, dengan konfigurasi pin yang sama dengan mikrokontroler 8051, termasuk bus alamat dan bus data yang termultipleks.

ATmega8 adalah *low power* mikrokontroler 8 bit dengan arsitektur RISC. Mikrokontroler ini dapat mengeksekusi perintah dalam satu periode *clock* untuk setiap instruksi. Mikrokontroler ini diproduksi oleh atmel dari seri AVR. Beberapa fitur yang dimiliki ATmega8 adalah 8 kbyte flash program, 512 kbyte EEPROM, 1 kbyte SRAM, 2 timer 8 bit dan 1 timer 16 bit, analog to digital converter, USART, Analog comparator, dan two wire interface (I2C). Terdapat dua jenis *package* di ATmega8 yaitu DIP *package* dan TQFP *package* yang lebih dikenal dengan SMD (*Surface Mount Device*). Untuk jenis DIP *package* sangat mudah dalam mounting ke PCB, sedangkan TQFP *package* akan mendapatkan kesulitan selama penyolderannya sehingga bagi pemula disarankan untuk menggunakan DIP *package*.

2.2.1 Arsitektur Mikrokontroler ATmega 8

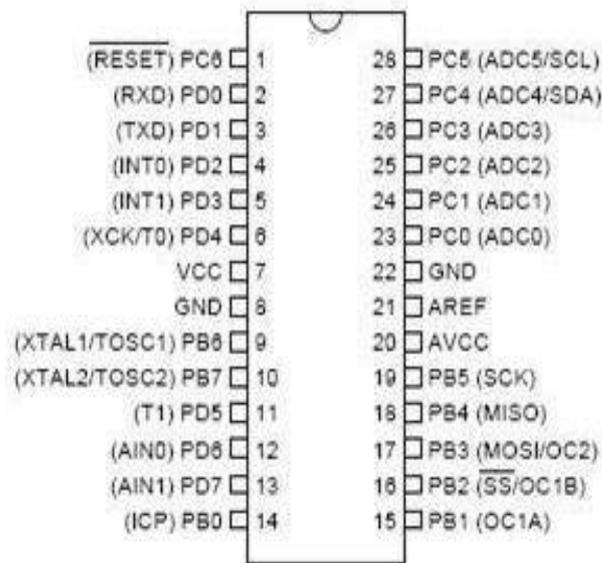


Gambar 2.1 Arsitektur Mikrokontroler ATmega8

Sumber : Ardi Winoto, 2008

2.2.2 Konfigurasi Pin ATmega 8

ATmega8 memiliki 28 pin yang masing – masing pin – nya memiliki fungsi yang berbeda – beda baik sebagai port ataupun sebagai fungsi yang lain. Berikut akan dijelaskan tentang kegunaan dari masing – masing kaki pada ATmega8.



Gambar 2.2 Konfigurasi Pin Mikrokontroler ATmega 8

Sumber : Ardi Winoto, 2008

Berikut ini adalah tabel penjelasan mengenai pin yang terdapat pada mikrokontroler ATmega 8.

Tabel 2.1 Penjelasan Pin pada Mikrokontroler ATmega 8

Vcc	Tegangan supply
GND	Ground
Port B (PB7..PB0)	Adalah 8 buah pin mulai dari pin B.0 sampai dengan pin B.7. Tiap pin dapat digunakan sebagai input dan juga output. Port B merupakan sebuah 8-bit bit-directional I/O port dengan internal pull-up resistor. Sebagai input, pin – pin yang terdapat pada port B yang secara eksternal diturunkan, maka akan mengeluarkan arus jika pull-up resistor diaktifkan. Jika ingin menggunakan tambahan kristal, maka cukup untuk menghubungkan kaki dari kristal ke kaki pada pin port B.

	<p>Namun jika tidak digunakan, maka cukup untuk dibiarkan saja. Pengguna kegunaan dari masing – masing kaki ditentukan dari clock fuse setting-nya.</p> <p>Khusus PB7 dapat digunakan output kristal (<i>output inverting oscillator amplifier</i>) bergantung pada pengaturan <i>Fuse bit</i> yang digunakan untuk memilih sumber clock. Jika sumber clock yang dipilih dari oscillator internal, PB7 dan PB6 dapat digunakan sebagai I/O atau jika menggunakan Asynchronous Timer/Counter maka PB6 dan PB7 (TOSC₂ dan TOSC₁) digunakan untuk saluran input counter.</p>
Port C (PC5..PCo)	<p>Port C merupakan sebuah 7-bit bi-directional I/O yang di dalam masing – masing pin terdapat pull-up resistor. Jumlah pin-nya hanya 7 buah mulai dari C.0 sampai dengan pin C.6. Sebagai keluaran / output, port C memiliki karakteristik yang sama dalam hal kemampuan menyerap arus (sink) ataupun mengeluarkan arus (source).</p>
RESET/PC6	<p>Jika RSTDISBL Fuse diprogram, maka PC6 akan berfungsi sebagai pin I/O. Untuk diperhatikan juga bahwa pin ini memiliki karakteristik yang berbeda dengan pin – pin yang terdapat pada port C. Namun jika RSTDISBL Fuse tidak deprogram, maka pin ini akan berfungsi sebagai input reset. Dan jika level tegangan yang masuk ke pin ini rendah dan pulsa yang ada lebih pendek dari pulsa minimum, maka akan menghasilkan suatu kondisi reset meskipun clock-nya tidak berkerja.</p>
Port D (PD7..PD0)	<p>Port D merupakan 8-bit bi-directional I/O dengan internal pull-up resistor. Fungsi dari port ini sama dengan port – port yang lain. Hanya saja pada port ini tidak terdapat kegunaan-kegunaan yang lain. Pada</p>

	port ini hanya berfungsi sebagai masukan dan keluaran saja atau biasa disebut dengan I/O.
AVcc	Pada pin ini memiliki fungsi sebagai power supply tegangan untuk ADC. Untuk pin ini harus dihubungkan secara terpisah dengan VCC karena pin ini digunakan untuk analog saja. Bahkan jika ADC pada AVR tidak digunakan, tetap saja disarankan untuk menghubungkan secara terpisah dengan VCC. Cara menghubungkan AVCC adalah melewati low-pass filter setelah itu dihubungkan dengan VCC.
AREF	Merupakan pin referensi analog jika menggunakan ADC. Pada AVR status Register mengandung beberapa informasi mengenai hasil dari kebanyakan hasil eksekusi instruksi aritmatik. Informasi ini dapat digunakan untuk altering arus program sebagai kegunaan untuk meningkatkan performa pengoperasian. Perlu diketahui bahwa register ini di-update setelah semua operasi ALU (Arithmetic Logic Unit). Hal tersebut seperti yang telah tertulis dalam datasheet khususnya pada bagian Instruction Set Reference.

Sumber :ArdiWinoto, 2008

2.3 Kapasitor

Kapasitor adalah suatu komponen elektronika yang berfungsi untuk menyimpan arus listrik dalam bentuk muatan. Sebuah kapasitor pada dasarnya terbuat dari dua buah lempengan logam yang saling sejajar satu sama lain dan

diantara kedua logam tersebut terdapat bahan isolator yang sering disebut dielektrik.

Fungsi kapasitor adalah pada rangkaian rangkaian elektronika biasanya adalah sebagai berikut:

1. Kapasitor sebagai kopling, dilihat dari sifat dasar kapasitor yaitu dapat dilalui arus ac dan tidak dapat dilalui arus dc dapat dimanfaatkan untuk memisahkan 2 buah rangkaian yang saling tidak berhubungan secara dc tetapi masih berhubungan secara ac(signal), artinya sebuah kapasitor berfungsi sebagai kopling atau penghubung antara 2 rangkaian yang berbeda.
2. Kapasitor berfungsi sebagai filter pada sebuah rangkaian *power supply*, yang saya maksud disini adalah kapasitor sebagai *ripple filter*, disini sifat dasar kapasitor yaitu dapat menyimpan muatan listrik yang berfungsi untuk memotong tegangan *ripple*.
3. Kapasitor sebagai penggeser fasa.
4. Kapasitor sebagai pembangkit frekuensi pada rangkaian osilator.
5. Kapasitor digunakan juga untuk mencegah percikan bunga api pada sebuah saklar.

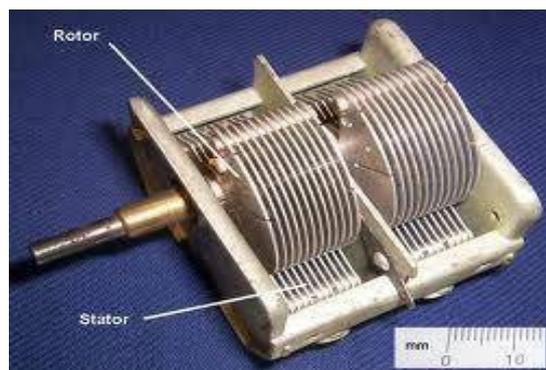
(Syafi'I Abdurrahman, 2017)

2.3.1 Jenis – Jenis Kapasitor

Berdasarkan bahan dielektrik dan penggunaannya, kapasitor dibagi menjadi beberapa jenis seperti berikut :

a. Kapasitor Variabel (*Varco*)

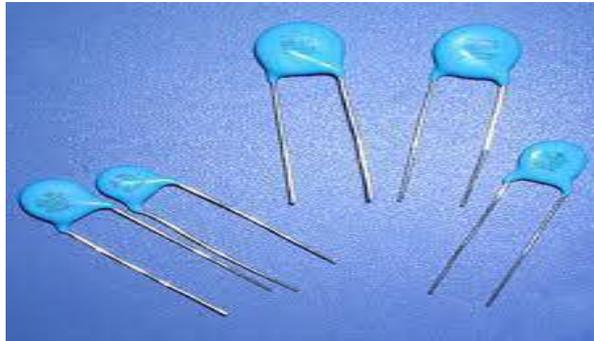
Kondensator variabel dan *trimmer* adalah jenis kondensator yang kapasitasnya bisa diubah-ubah. Kondensator ini dapat berubah kapasitasnya karena secara fisik Kapasitor ini menggunakan udara sebagai bahan dielektriknya. Kapasitor jenis ini menggunakan pelat yang tidak dapat digerakkan (*stator*) dan pelat yang dapat digunakan (*rotor*). *Varco* biasanya terbuat dari bahan aluminium. Dengan memutar tombol, luas pelat yang berhadapan dapat diatur sehingga kapasitas kapasitor dapat diubah. Dengan mengubah kapasitas kapasitor, frekuensi sirkuit yang dicari dapat disetel.



Gambar 2.3 Kapasitor Variabel
Sumber : Syafi'I Abdurrahman, 2017

b. Kapasitor Keramik

Kapasitor keramik mempunyai dielektrik yang terbuat dari keramik. Kapasitor ini memiliki elektroda logam dan dielektriknya terdiri atas campuran titanium oksida dan oksida lain. Kekuatan dielektriknya baik sekali sehingga mempunyai kapasitas yang besar. Meskipun demikian, ukuran kapasitor keramik relatif kecil. Kapasitor keramik digunakan untuk meredam bunga api, seperti pada bunga api yang timbul pada platina kendaraan bermotor.



Gambar 2.4 Kapasitor Keramik
Sumber : Syafi'I Abdurrahman, 2017

Kapasitor Keramik bentuknya ada yang bulat tipis, ada yang persegi empat berwarna merah, hijau, coklat dan lain-lain. Dalam pemasangan di papan rangkaian (PCB), boleh dibolak-balik karena tidak mempunyai kaki positif dan negatif.

b. Kapasitor Polyester

Kapasitor Polyester merupakan kapasitor yang isolatornya terbuat dari sebuah Polyester dengan bentuk persegi empat. Kapasitor ini dapat dipasang terbalik dalam suatu rangkaian Elektronika (tidak memiliki polaritas arah).

d. Kapasitor Kertas

Kapasitor Kertas merupakan kapasitor yang isolatornya terbuat dari suatu Kertas dan umumnya nilai dari kapasitor kertas ini yang berkisar diantara 300pf hingga 4 μ F. Kapasitor Kertas tidak memiliki suatu polaritas arah atau dapat dipasang bolak balik dalam suatu Rangkaian Elektronika.

e. Elektrolit (*Elco*)

Kapasitor elektrolit atau Electrolytic Condenser (*Elco*) adalah kondensator yang biasanya berbentuk tabung, mempunyai dua kutub kaki berpolaritas positif dan negatif, ditandai oleh kaki yang panjang positif sedangkan yang pendek negatif atau yang dekat tanda minus (-) adalah kaki negatif. Nilai kapasitasnya dari 0,47 μF (mikroFarad) sampai ribuan mikroFarad dengan voltase kerja dari beberapa volt hingga ribuan volt.



Gambar 2.5 Kapasitor Elektrolit
Sumber : Syafi'I Abdurrahman, 2017

Kapasitor elektrolit mempunyai dielektrik berupa oksida aluminium. Elektroda positif terbuat dari bahan logam, seperti aluminium dan tantalum, sedangkan elektroda negatif terbuat dari bahan elektrolit. Bahan dielektrik digunakan untuk melapisi elektroda negatif. Tebal lapisan oksida sekitar 0,0001 mm. Kapasitor ini hanya digunakan pada tegangan DC yang berdenyut pada rangkaian radio, televisi, telepon, telegraf, peluru kendali, dan perlengkapan komputer. Fungsi elco adalah sebagai perata denyut arus listrik. Kerusakan umum pada kondensator elektrolit di antaranya adalah :

- c. Kering (kapasitasnya berubah)
- d. Konsleting
- e. Meledak, yang dikarenakan salah dalam pemberian tegangan positif dan negatifnya, jika batas maksimum voltase dilampaui juga bisa meledak. (Syafi'I Abdurrahman, 2017)

2.4 Resistor

Resistor merupakan komponen elektronik yang memiliki dua pin dan didesain untuk mengatur tegangan listrik dan arus listrik, dengan resistansi tertentu (tahanan) dapat memproduksi tegangan listrik di antara kedua pin, nilai tegangan terhadap resistansi berbanding lurus dengan arus yang mengalir.

Resistor digunakan sebagai bagian dari rangkaian elektronik dan sirkuit elektronik, dan merupakan salah satu komponen yang paling sering digunakan. Resistor dapat dibuat dari bermacam-macam komponen dan film, bahkan kawat resistansi (kawat yang dibuat dari paduan resistivitas tinggi seperti nikel-kromium).

Karakteristik utama dari resistor adalah resistansinya dan daya listrik yang dapat dihantarkan. Karakteristik lain termasuk koefisien suhu, derau listrik (noise), dan induktansi.

Resistor dapat diintegrasikan kedalam sirkuit hibrida dan papan sirkuit cetak, bahkan sirkuit terpadu. Ukuran dan letak kaki bergantung pada desain sirkuit, kebutuhan daya resistor harus cukup dan disesuaikan dengan kebutuhan arus rangkaian agar tidak terbakar. (Syafi'I Abdurrahman, 2017)

2.4.1 Jenis – Jenis Resistor

Dilihat dari fungsinya resistor dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu :

1. Resistor Tetap

Resistor tetap merupakan resistor yang mempunyai nilai hambatan tetap. Biasanya terbuat dari karbon, kawat atau panduan logam. Pada resistor tetap

nilai Resistansi biasanya ditentukan dengan kode warna Resistor yang termasuk resistor jenis ini adalah :

a. Resistor Kawat

Resistor kawat adalah jenis resistor generasi pertama yang lahir pada saat rangkaian elektronika masih menggunakan tabung hampa (*vacuum tube*). Bentuknya bervariasi dan memiliki ukuran yang cukup besar. Resistor kawat ini biasanya banyak dipergunakan dalam rangkaian power karena memiliki resistansi yang tinggi dan tahan terhadap panas yang tinggi. Jenis lainnya yang masih dipakai sampai sekarang adalah jenis resistor dengan lilitan kawat yang dililitkan pada bahan keramik, kemudian dilapisi dengan bahan semen. Rating daya yang tersedia untuk resistor jenis ini adalah dalam ukuran 1 watt, 2 watt, 5 watt, dan 10 watt.

b. Resistor Batang Karbon/Arang

Pada awalnya, resistor ini dibuat dari bahan karbon kasar yang diberi lilitan kawat yang kemudian diberi tanda dengan kode warna berbentuk gelang dan pembacaannya dapat dilihat pada tabel kode warna. Jenis resistor ini juga merupakan jenis resistor generasi awal setelah adanya resistor kawat. Sekarang sudah jarang untuk dipakai pada rangkaian – rangkaian elektronika.



Gambar 2.6 Resistor Batang Karbon

Sumber : Syafi'I Abdurrahman, 2017

c. Resistor Keramik / Porselin

Resistor ini terbuat dari keramik yang dilapisi dengan kaca tipis. Jenis resistor ini telah banyak digunakan dalam rangkaian elektronika saat ini karena bentuk fisiknya kecil dan memiliki resistansi yang tinggi. Resistor ini memiliki rating daya sebesar 1/4 watt, 1/2 watt, 1 watt, dan 2 watt.

d. Resistor Film Karbon

Resistor ini dibuat dari bahan karbon dan dilapisi dengan bahan film yang berfungsi sebagai pelindung terhadap pengaruh luar. Nilai resistansinya dicantumkan dalam bentuk kode warna. Resistor ini juga sudah banyak digunakan dalam berbagai rangkaian elektronika karena bentuk fisiknya kecil dan memiliki resistansi yang tinggi. Namun, untuk masalah ukuran fisik, resistor ini masih kalah jika dibandingkan dengan resistor keramik. Resistor ini memiliki rating daya sebesar 1/4 watt, 1/2 watt, 1 watt, dan 2 watt.



Gambar 2.7 Resistor Film Karbon
Sumber : Syafi'I Abdurrahman, 2017

e. Resistor Film Metal

Resistor film metal dibuat dengan bentuk hampir menyerupai resistor film karbon. Resistor tahan terhadap perubahan temperatur. Resistor ini juga memiliki tingkat kepresisian yang tinggi karena nilai toleransi yang tercantum pada resistor ini sangatlah kecil, biasanya sekitar 1% atau 5%. Resistor film metal ini memiliki 5 buah gelang warna, bahkan ada yang 6 buah gelang warna. Sedangkan, resistor

film karbon hanya memiliki 4 buah gelang warna. Resistor film metal ini sangat cocok digunakan dalam rangkaian – rangkaian yang memerlukan tingkat ketelitian yang tinggi, seperti alat ukur. Resistor ini memiliki rating daya sebesar 1/4 watt, 1/2 watt, 1 watt, dan 2 watt.



Gambar 2.8 Resistor Film Metal
Sumber : Syafi'I Abdurrahman, 2017

2. Resistor Variabel

Resistor variabel (*variable resistor* atau *varistor*) adalah resistor yang nilai tahanannya dapat berubah atau dapat diubah. Ada bermacam-macam resistor variabel antara lain :

a. Potensiometer

Potensiometer adalah resistor tiga terminal yang nilai tahanannya dapat diubah dengan cara menggeser (untuk potensiometer jenis geser) atau memutar tuasnya.

b. Trimpot

Trimpot adalah potensiometer yang cara mengubah nilai tahanannya dengan cara mentrim dengan menggunakan obeng trim.

c. PTC (*Positif Temperatur Control*)

PTC termasuk jenis thermistor, yaitu resistor yang nilai tahanannya dipengaruhi oleh suhu. Nilai hambatan PTC saat dingin adalah sangat rendah, tetapi saat suhu PTC naik maka nilai hambatannya juga ikut naik.

d. NTC (*Negative Temperatur Control*)

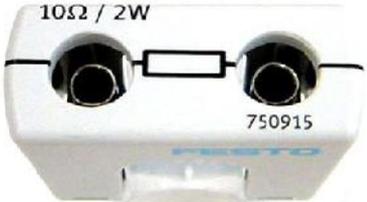
NTC juga termasuk jenis thermistor, yaitu resistor yang nilai tahanannya dipengaruhi oleh suhu, tetapi NTC kebalikan dari PTC, dimana nilai tahanan NTC saat dingin sangat tinggi, tetapi saat suhu NTC semakin naik, maka nilai tahanannya akan semakin mengecil bahkan nol.

e. LDR (*Light Depending Resistor*)

LDR adalah merupakan resistor peka cahaya atau biasa disebut dengan fotoresistor, dimana nilai resistansinya akan menurun jika ada penambahan intensitas cahaya yang mengenainya.

f. VDR (*Voltage Depending Resistor*)

VDR adalah singkatan dari Voltage Dependent Resistor, yaitu sebuah resistor tidak tetap yang nilai resistansinya akan berubah tergantung dari tegangan yang diterimanya. Sifat dari VDR adalah semakin besar tegangan yang diterima, maka nilai tahanannya akan semakin mengecil, sehingga arus yang melaluinya akan semakin besar. Dengan adanya sifat tersebut maka VDR akan sangat cocok digunakan sebagai stabilizer bagi komponen transistor.

Nama komponen	Gambar komponen	Simbol
RESISTOR		

Gambar 2.9 Simbol Resistor
Sumber : Syafi'I Abdurrahman, 2017

2.5 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD (*liquid crystal display*) bisa memunculkan gambar atau dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya (piksel) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai titik cahaya. Walau disebut sebagai titik cahaya, namun kristal cair ini tidak memancarkan cahaya sendiri.

Sumber cahaya di dalam sebuah perangkat LCD (*liquid crystal display*) adalah lampu neon berwarna putih di bagian belakang susunan kristal cair tadi. Titik cahaya yang jumlahnya puluhan ribu bahkan jutaan inilah yang membentuk tampilan citra. Kutub kristal cair yang dilewati arus listrik akan berubah karena pengaruh polarisasi medan magnetic yang timbul dan oleh karenanya akan hanya membiarkan beberapa warna diteruskan sedangkan warna lainnya tersaring. (Abdul Kadir, 2013)

LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah komponen yang dapat menampilkan tulisan. LCD berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.



Gambar 2.10 Modul LCD 16 x 2

Sumber :www.xcluma.com

Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah :

- a. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
- b. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
- c. Terdapat karakter generator terprogram.
- d. Dapat dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit.
- e. Dilengkapi dengan *back light*.

Tabel 2.2 Spesifikasi Kaki LCD 16 x 2

Pin	Deskripsi
1	Ground
2	V _{cc}
3	Pengatur Kontras
4	“RS” Instruction/Register Select
5	“R/W” Read/Write LCD Registers
6	“EN” Enable
7 - 14	Data I/O Pins
15	V _{cc}
16	Ground

(Sumber :www.lESElektronika.com)

2.6 Sensor Arus ACS 712

Sensor arus ACS-712 adalah solusi untuk pembacaan arus didalam dunia industri, otomotif, komersil dan sistem-sistem komunikasi. Sensor ini biasanya digunakan untuk mengontrol motor, deteksi beban listrik, *switched-mode power*

supplies dan proteksi beban berlebih. Sensor ini memiliki pembacaan dengan ketepatan yang tinggi, karena didalamnya terdapat rangkaian *low-offset linear Hall* dengan satu lintasan yang terbuat dari tembaga. Cara kerja sensor ini adalah arus yang dibaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat didalamnya yang menghasilkan medan magnet yang di tangkap oleh *integrated Hall IC* dan diubah menjadi tegangan proporsional. Ketelitian dalam pembacaan sensor dioptimalkan dengan cara pemasangan komponen yang ada didalamnya antara penghantar yang menghasilkan medan magnet dengan *hall transducer* secara berdekatan. Persisnya, tegangan proporsional yang rendah akan menstabilkan *Bi CMOS Hall IC* yang didalamnya yang telah dibuat untuk ketelitian yang tinggi oleh pabrik. Dimana titik tengah output sensor sebesar ($>VCC/2$) saat peningkatan arus pada penghantar arus yang digunakan untuk pendeteksian. Hambatan dalam penghantar sensor sebesar $1,5m\Omega$ dengan daya yang rendah. Ketebalan penghantar arus didalam sensor sebesar 3x kondisi *overcurrent*. Sensor ini telah dikalibrasi oleh pabrik.

Sensor adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik. Contoh : Camera sebagai sensor penglihatan, telinga sebagai sensor pendengaran, kulit sebagai sensor peraba, LDR (*lightdependent resistance*) sebagai sensor cahaya, dan lainnya. (William D.C,1993)

Adapun Spesifikasi dari sensor yang digunakan adalah :

- a. Berbasis ACS712 dengan fitur: *Rise time* output = 5 μ s.

Bandwidth sampai dengan 80 kHz.

Total kesalahan output 1,5% pada suhu kerja $T_A = 25^\circ\text{C}$.

Tahanan konduktor internal 1,2 m Ω .

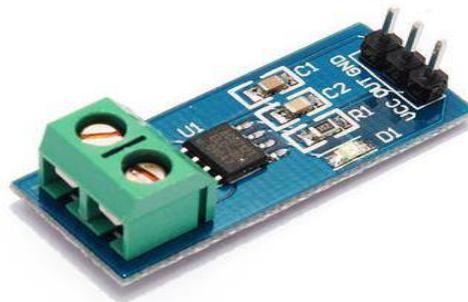
Tegangan isolasi minimum 2,1 kVRMS antara pin 1-4 dan pin 5-8.

Sensitivitas output 185 mV/A.

Mampu mengukur arus AC atau DC hingga 5 A.

Tegangan output proporsional terhadap input arus AC atau DC.

- b. Tegangan kerja 5 VDC.
- c. Dilengkapi dengan OpAmp untuk menambah sensitivitas output (untuk tipe With OpAmp).



Gambar 2.11 Sensor arus ACS 712

Sumber : Datasheet, 2013

2.7 Program Bahasa C

Bahasa C adalah bahasa pemrograman yang dapat dikatakan berada di antara bahasa beraras rendah dan beraras tinggi. Bahasa beraras rendah artinya bahasa yang berorientasi pada mesin dan beraras tinggi berorientasi pada manusia. Bahasa beraras rendah, misalnya bahasa assembler, bahasa ini ditulis dengan sandi yang dimengerti oleh mesin saja, Oleh karena itu hanya digunakan bagi yang

memprogram mikroprosesor. Bahasa beraras rendah merupakan bahasa yang membutuhkan kecermatan yang teliti bagi pemrogram karena perintahnya harus rinci, ditambah lagi masing-masing pabrik mempunyai sandi perintah sendiri. Bahasa tinggi relatif mudah digunakan, karena ditulis dengan bahasa manusia sehingga mudah dimengerti dan tidak tergantung mesinnya. Bahasa beraras tinggi biasanya digunakan pada komputer.

Akar dari bahasa C adalah dari bahasa BCPL yang dikembangkan oleh Martin Richards pada tahun 1967. Bahasa C adalah bahasa yang standar, artinya suatu program ditulis dengan versi bahasa C tertentu akan dapat dikompilasi dengan versi bahasa C yang lain dengan sedikit modifikasi. (Wirdasari, 2010)

Beberapa alasan mengapa bahasa C banyak digunakan, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Bahasa C tersedia hampir di semua jenis komputer.
2. Bahasa C hanya menyediakan sedikit kata-kata kunci.
3. Kode bahasa C sifatnya adalah portable. Aplikasi yang ditulis dengan bahasa C untuk suatu komputer tertentu dapat digunakan di komputer lain hanya dengan sedikit modifikasi.
4. Proses executable program bahasa C lebih cepat.
5. Dukungan pustaka yang banyak Keandalan bahasa C dicapai dengan adanya fungsi-fungsi pustaka.
6. Bahasa C adalah bahasa yang terstruktur. Bahasa C mempunyai struktur yang baik sehingga mudah untuk dipahami. C mempunyai fungsi-fungsi sebagai program bagiannya.

7. Selain bahasa tingkat tinggi, C juga dianggap sebagai bahasa tingkat menengah. Bahasa C mampu menggabungkan kemampuan bahasa tingkat tinggi dengan bahasa tingkat rendah.
8. Bahasa C adalah compiler Karena C sifatnya adalah compiler, maka akan menghasilkan executable program yang banyak dibutuhkan oleh program-program komersial.

(Sumber : riefemotic.wordpress.com)

2.7.1 Tipe Data

Tipe data merupakan tempat untuk menentukan pemberian nilai terhadap suatu variabel yang diberikan oleh user. Selain itu tipe data juga dapat diartikan sebagai batasan terhadap fungsi tanda pengenal terhadap semua nilai yang diterima. Sebagai gambaran dari pengertian tersebut adalah ketika kita menempatkan tanda pengenal harga hanya mengenal angka, maka ketika kita memberikan nilai berupa string maka secara otomatis data tersebut akan ditolak karena nilai tersebut tidak dikenali oleh tipe data yang diberikan.

Tipe data dalam variable menentukan tipe data yang bisa disimpan didalamnya, format data yang disimpan, dan berapa banyak memori yang dialokasikan untuk menyimpan data.

Tipe data tersebut diklasifikasikan berdasarkan bagaimana keadaan data disimpan dalam memori, dan jenis operasi yang dapat dilakukan. Tipe data merupakan bagian program yang paling penting karena tipe data mempengaruhi setiap instruksi yang akan dilaksanakan oleh komputer. Misalnya saja 3 dibagi 2 bisa saja menghasilkan hasil yang berbeda tergantung tipe datanya. Jika 3 dan 2

bertipe integer, maka program akan menghasilkan nilai 1, namun jika keduanya bertipe float maka akan menghasilkan nilai 1.5000000. Pemilihan tipe data yang tepat akan membuat proses operasi data menjadi lebih efisien dan efektif. Fungsi Tipe data antara lain: Merepresentasikan nilai dari suatu variabel maupun konstanta, Penyimpanan data di memori, dan Menentukan nilai yang dapat diisikan ke dalam sebuah variable.

Sedangkan jenis tipe data ada dua macam, yaitu : Tipe dasar atau primitive dan Tipe bentukan atau referensi.

Dalam bahasa C terdapat lima tipe data dasar, yaitu: int, char, float, double, dan void.

Tabel 2.3 Format Tipe Data dalam Bahasa C

Tipe	Format	Keterangan
Char	%c	Karakter/string
Int	%i, %d	Integer/bilangan bulat
Float	%f	Float/bilangan pecahan presisi tunggal
Double	%lf	Bilangan pecahan presisi ganda

Sumber : Suprpto, 2008

Tabel 2.4 Tipe Data (16 bit) dalam Bahasa C

Tipe	Ukuran	Range
unsigned char	8 bit	0 - 255
Char	8 bit	-128 -127
unsigned int	16 bit	0 - 65535

short int	16 bit	-32768- 32767
int	16 bit	-32768- 32767
unsigned long	32 bit	0 - 4294967295
long	32 bit	-2147483648- 2147483647
float	32 bit	3.4E-38 - 3.4E+38
double	64 bit	1.7E-308 - 1.7E+308
long double	80 bit	3.4E-4932 - 1.1E+4932
void	0 bit	
near (pointer)	16 bit	
far (pointer)	32 bit	

Sumber : Suprpto, 2008

Tabel 2.5 Tipe Data (32 bit) dalam Bahasa C

Tipe	Ukuran	Range
unsigned char	8 bit	0 - 255
char	8 bit	-128 -127
short int	16 bit	-32768 - 32767
unsigned int	32 bit	0 - 4294967295
int	32 bit	-2147483648 - 2147483647
unsigned long	32 bit	0 - 4294967295
enum	32 bit	-2147483648 - 2147483647
long	32 bit	-2147483648 - 2147483647
float	32 bit	3.4E-38 - 3.4E+38
double	64 bit	1.7E-308 - 1.7E+308
long double	80 bit	3.4E-4932 - 1.1E+4932
void	0 bit	
near (pointer)	16 bit	
far (pointer)	32 bit	

Sumber : Suprpto, 2008

2.8 Code Vision AVR

CodeVision AVR merupakan sebuah software yang digunakan untuk memprogram mikrokontroler sekarang ini telah umum. Mulai dari penggunaan untuk kontrol sederhana sampai kontrol yang cukup kompleks, mikrokontroler dapat berfungsi jika telah diisi sebuah program, pengisian program ini dapat dilakukan menggunakan compiler yang selanjutnya diprogram ke dalam mikrokontroler menggunakan fasilitas yang sudah di sediakan oleh program tersebut. Salah satu compiler program yang umum digunakan sekarang ini adalah CodeVision AVR yang menggunakan bahasa pemrograman C.

Code VisionAVR merupakan salah satu software compiler yang khusus digunakan untuk mikrokontroler. Meski *Code Vision AVR* termasuk *software* komersial namun kita tetap dapat menggunakannya dengan mudah karena terdapat versi evaluasi yang tersedia secara gratis walaupun dengan kemampuan yang dibatasi. *Code Vision AVR* merupakan yang terbaik bila dibandingkan dengan compiler– compiler yang lain.

Beberapa kelebihan yang dimiliki oleh Code Vision AVR antara lain :

1. Menggunakan IDE (*Intergrated Development Environment*)
2. Fasilitas yang disediakan lengkap (mengedit program, mengcompile program, mendownload program) serta tampilannya yang terlihat menarik dan mudah dimengerti. Kita dapat mengatur settingan editor sedemikian rupa sehingga membantu memudahkan kita dalam penulisan program.
3. Mampu membangkitkan kode program secara otomatis dengan menggunakan fasilitas Code Wizard AVR.

4. Memiliki fasilitas untuk mendownload program langsung dari Code Vision AVR dengan menggunakan Hardware khusus seperti Atmel STK500, Kanda Sistem STK200+/300 dan beberapa hardware lain yang telah didefinisikan oleh Code Vision AVR.
5. Memiliki fasilitas debugger sehingga dapat menggunakan software compiler lain untuk mengecek kode assemblynya contohnya AVRStudio.
6. Memiliki terminal komunikasi serial yang terintegrasi dalam CodeVision AVR sehingga dapat digunakan untuk membantu pengecekan program yang telah dibuat khususnya yang menggunakan fasilitas komunikasi serial UART.

(Sumber : kampungmultimedia.wordpress.com)

2.9 Mikrokontroler AT89C2051

Perbedaan antara mikrokomputer, mikroprosesor dan mikrokontroler ialah mikroprosesor merupakan bagian dari CPU (*Central Processing Unit*) dari sebuah komputer, tanpa memori, I/O dan peripheral yang dibutuhkan suatu sistem lengkap, contohnya 8088 dan 80x86 untuk dapat bekerja. Memori mikroprosesor memerlukan perangkat pendukung yang berupa memori (RAM dan ROM).

Bila sebuah mikroprosesor dikombinasikan dengan interfacing I/O dan memori (RAM dan ROM), akan dihasilkan sebuah mikrokontroler. Pada kenyataannya mengkombinasi CPU dengan memori dan I/O dapat juga dilakukan dalam arus Chip atau IC, yang menghasilkan signal mikrokomputer (SCM) untuk membedakan dengan mikrokomputer untuk selanjutnya SCM dapat disebut dengan mikrokontroler.

2.9.1 Fasilitas Dasar Mikrokontroler AT89C2051

Mikrontroller merupakan bentuk khusus gabungan CPU dengan peralatan atau komponen lain, maka berikut dapat diuraikan komponen-komponen tersebut yang merupakan fasilitas dasar sebuah mikrokontroler.

Adapun fasilitas-fasilitas AT89C2051 yaitu:

1. CPU (*Central Processing Unit*)

Untuk pengolah pusat (*Central Processing Unit*) terdiri atas dua bagian, yaitu unit pengendali (*Control Unit*) serta aritmatika dan logika (*Arithmetic Logic Unit*) fungsi utama pengendali adalah mengambil, mengkode dan melaksanakan urutan instruksi sebuah program yang tersimpan dalam memori. Unit pengendali mengatur urutan operasi seluruh system. Unit ini juga mengendalikan dan mengatur sinyal pengendali yang diperlukan untuk menyerempakan operasi, juga aliran dan instruksi program.

2. Alamat (*Address*)

Pada mikrokontroler alamat yaitu suatu alat yang akan dihubungkan dengan mikrokontroler terlebih dahulu harus ditetapkan alamat (*Address*). Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya dua alat yang bekerja secara bersamaan dalam satu waktu sehingga memungkinkan terjadinya kesalahan atau kerusakan. Alat penyimpan data (*memory*), baik RAM maupun ROM, juga mempunyai Alamat.

3. Data.

CPU mikrokontroler AT89C2051 ialah prosesor 8 bit. lebar bus data ialah 8 bit sehingga memerlukan 8 pena (D0...D7). Pena untuk bus data dimultipleks dengan alamat A0...A7 pada port 0 karena itu port 0 sering kali ditulis AD0...AD7. Setiap bit data memiliki bobot masing-masing, tergantung pada letaknya.

4. Pengendali

Setiap bus alamat dan bus data mikrokontroler dilengkapi juga dengan bus kendali (*Control Bus*). Guna pengendali ini adalah menyerempakan operasi mikrokontroler dengan operasi rangkaian luar.

5. Memori

Suatu system mikrokontroler memerlukan memori untuk tempat penyimpanan program atau data. Pada mikrokontroler tempat menyimpan program atau data ialah ROM/EPROM.

Adapun beberapa tingkatan memori, diantaranya ialah register internal, memori utama dan memori massal (*Mass Memory*). Register internal ialah memori didalam ALU. Waktu akses register sangat cepat, umumnya kurang dari 100ns, memori utama adalah memori suatu system. Ukurannya berkisar antara 2kb waktu aksesnya lebih lambat dibanding register internal, yaitu antara 200 sampai 1000ns. Memori massal dipakai untuk penyimpanan berkapasitas tinggi, biasanya berbentuk disket, pita magnetic atau kaset.

6. Random Access Memory (RAM)

RAM (*Random Access Memory*) adalah memori yang dapat dibaca atau ditulis. Data dalam RAM akan terhapus (*Volatile*) bila catu daya dihilangkan, karena sifat RAM yang *Volatile* ini, maka program mikrokontroler tidak disimpan dalam RAM, tapi digunakan untuk menyimpan data sementara yaitu data sementara yang dapat hilang bila aliran listrik terputus.

Ada dua teknologi yang dipakai untuk membuat RAM yaitu RAM static dan RAM dinamik. Dalam RAM static, suatu bit informasi disimpan dalam sebuah flip flop. Memori RAM static tidak memerlukan penyegar dan penanganannya juga tidak terlalu rumit, isi RAM tetap tersimpan selama daya diberikan. RAM dinamik menyimpan bit informasi sebagai muatan sel memori elementer dibuat dari kapasitas gabungan substrate transistor mos. Keuntungan RAM dinamik adalah sel-sel memori yang lebih kecil sehingga menghemat tempat, dengan kapasitas RAM dinamik lebih besar dibandingkan dengan RAM static.

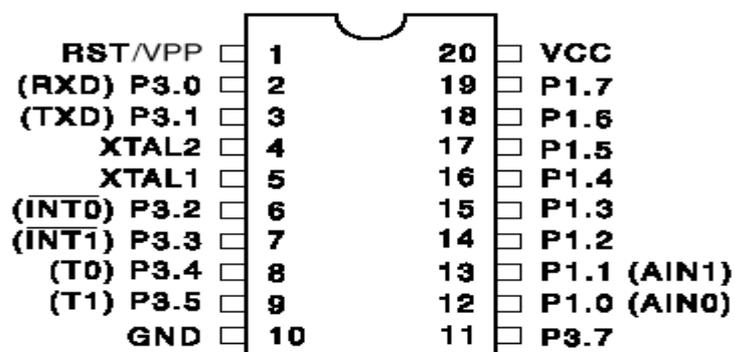
2.9.2 Arsitektur Mikrokontroler AT89C2051

Mikrokontroler AT89C2051 merupakan penyederhanaan dari mikrokontroler MCS-51 sehingga dalam hal pemrograman tidak jauh beda. Mikrokontroler AT89C2051 menggunakan flash PEROM untuk menyimpan program dengan kapasitas 2 Kilo byte. Mikrokontroler AT89C2051 memiliki kaki sebanyak 20 pin, sedangkan mikrokontroler MCS-51 memiliki kaki sebanyak 40 pin. Pin tersebut merupakan penyederhanaan dilakukan dengan jalan mengurangi jalur untuk port input/output parallel, tetapi kemampuan yang lain tidak mengalami pengurangan. Penyederhanaan ini dimaksudkan untuk

membentuk mikrokontroller yang bentuk fisiknya lebih kecil tetapi memiliki kemampuan yang sama dengan MCS-51.

Dibawah ini adalah karakteristik mikrokontroller AT89C2051

- a. Setara dengan MCS-51.
- b. Memiliki flash memori 2 kilo byte.
- c. Tegangan kerja dari 5 volt sampai dengan 12 volt.
- d. RAM internal 128 x 8 bit.
- e. Mempunyai 15 jalur I/O.
- f. Mempunyai 2 timer/counter 16 bit.
- g. Mempunyai 6 interupsi.
- h. Terdapat kanal programmable serial UART.
- i. Terdapat komparator analog internal



Gambar 2.12 Susunan Konfigurasi Pin Mikrokontroller AT89C2051

Keterangan pin pada mikrokontroller AT89C2051 yaitu :

1. Kaki 1 (RST/VPP) adalah masukan reset (aktif tinggi). Perpindahan pulsa dari rendah ke tinggi akan mereset AT89C2051. Tegangan VPP sebesar 12 volt.
2. Kaki 3 (BUSY) digunakan untuk menandakan AT89C2051 sedang sibuk (BUSY), yang dihubungkan dengan kaki 11 pada DB 25.
3. Kaki 5 (XTAL1) digunakan untuk pulsa positif NEXT, yang dihubungkan dengan kaki 1 pada DB 25.
4. Kaki 6 (PROG) digunakan untuk pulsa negatif, yang dihubungkan dengan kaki 14 pada DB 25.
5. Kaki 10 (GROUND) dihubungkan ke Vss (GROUND).
6. Kaki 12 sampai 18 (PORT1) tersusun 8 bit open drainbidirectional I/O, apabila semua data pada port ini diset 1, maka pin-pin tersebut dapat digunakan sebagai masukan berimpedansi tinggi, dapat dikonfigurasi sebagai bus alamat atau data order rendah termultipleks untuk mengakses program atau data pada memori eksternal.
7. Kaki 20 (VCC) dihubungkan ke VCC (+5 volt).

Gambar dibawah ini menunjukkan diagram blok Mikrokontroller AT89C2051

memori program. RAM eksternal 64k dapat dialamati dalam ruang memori data eksternal. CPU mengasikan sinyal READ dan WRITE selama menghubungi memori data eksternal, mikrokontroler AT89C2051 memiliki 5 ruang alamat yaitu:

1. Ruang alamat kode (*Code Address Space*) sebanyak 64k, yang seluruhnya merupakan ruang alamat kode eksternal.
2. Ruang alamat data internal yang dapat dialamati secara langsung, yang terdiri atas RAM sebanyak 128 byte.
3. Ruang alamat data internal yang dialamati secara tidak langsung sebanyak 128 byte, seluruhnya dialamati dalam pengelamatan tidak langsung.
4. Ruang alamat data eksternal sebanyak 64 byte yang dapat ditambahkan oleh pemakai.
5. Ruang alamat bit dapat diakses dengan pengelamatan langsung.

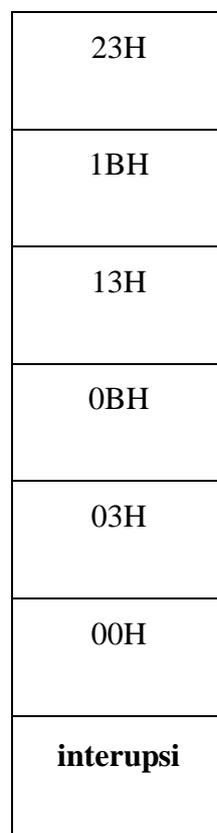
Penjabaran tentang memori program dan memori data, sebagai berikut :

a. Memory Program

Gambar 2.5 memperlihatkan bagian bawah dari memori program, setelah direset CPU memiliki eksekusi dari lokasi 0000H. Intrupsi menyebabkan CPU melompat ke lokasi tersebut, ketika interupsi mulai eksekusi routine layanan. Sebagai contoh interupsi eksternal 0 ditetapkan pada alamat atau lokasi 0003H, jika internal 0 akan digunakan, routine layanan harus memulai pada alamat 0003H, lokasi layanan interupsi memerlukan interval ruang sebanyak 8 byte

0003H untuk interupsi eksternal 0,000BH untuk timer 0,0013H untuk interupsi eksternal 1,001BH untuk timer 1 dan sebagainya.

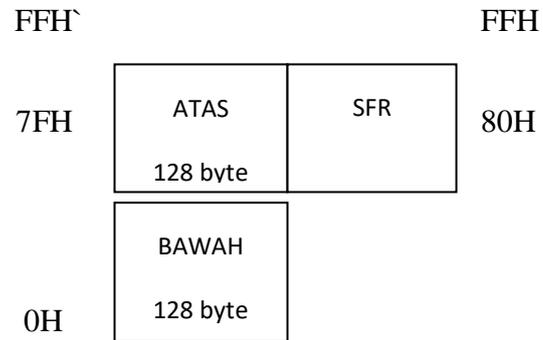
Jika sebuah layanan interupsi cukup pendek, maka interupsi dapat menempati seluruh interval sebanyak 8 byte. Routine layanan yang lebih panjang menggunakan sebuah interuksi loncat untuk melewati lokasi interupsi yang berikut jika interupsi lain sedang digunakan.



Gambar 2.14 Memori Program

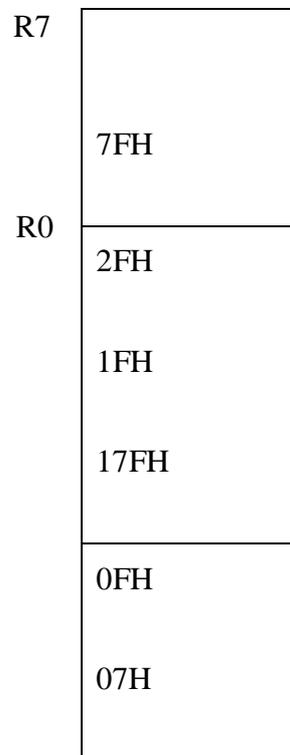
b. Memory Data

Memory data internal, ruang memorinya terdiri dari 3 blok yaitu sebagai lower 128, Upper 128 dan ruang SFR (*Special Function Register*).



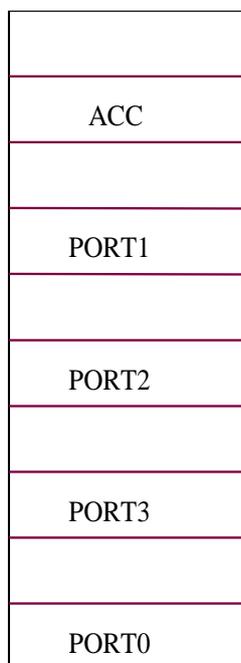
Gambar 2.15 Memori Data Internal

Bagian bawah dan bagian atas dari 128 byte RAM dipetakan seperti terlihat pada gambar 2.16. Tiga puluh dua byte paling bawah dikelompokkan dalam 4 bank (8 register), yaitu R0 sampai R7. Dua bit dalam PSW (*Program Status Word*) memiliki register bank yang digunakan .



Gambar 2.16 Bagian Bawah 128 byte RAM Internal

Gambar 2.8 menunjukkan ruang SFR (*SFR space*). SFR berisi penahan port (port latch), pewaktu (Timer), pengontrol peripheral dan lain-lain. Register ini hanya dapat diakses oleh mode pengalamatan langsung.



Gambar 2.17 Ruang SFR (*Special Function Register*)

2.9.4 Program Status Word (PSW)

Program status word berisi beberapa bit status yang mencerminkan keadaan mikrokontroler beralamat 0D0H. Definisi dalam PSW dijelaskan dibawah ini:

MSB

LSB

CY	AC	F0	RS1	RS0	OV	-	P
----	----	----	-----	-----	----	---	---

Gambar 2.18 Register Flag

Keterangan dari bit-bit PSW yaitu pada tabel 2.1.

Tabel 2.5 Program Status Word (PSW)

Bit	Simbol	Fungsi
7	CY	Carry Flag
6	AC	Auxiliary Carry Flag
5	F0	Flag 0 untuk kegunaan umum
4	RS1	Bit pemilih bank register
3	RS0	Bit pemilih bank register
2	OV	Overflow Register
1	-	Dicadangkan, Flag didefinisikan oleh pemakai
0	P	Parity Flag, Set / Clear oleh perangkat keras setiap siklus intruksi untuk menunjukkan jumlah bit 1 dalam akumulator, ganjil atau genap

Fungsi RS0 dan RS1 adalah untuk memilih bank register. Delapan buah register ini merupakan register serbaguna. Lokasinya pada awal 32 byte RAM internal yang memiliki alamat dari 00H sampai 1FH. Register ini dapat diakses melalui *symbol Assembler* (R0, R1, R2, R3, R4, R5, R6 dan R7). Pemilihan bank register terdapat pada tabel 2.2.

Tabel 2.6 Pemilihan Bank Register

RS1	RS0	Bank	Lokasi Memory
0	0	0	00H – 07H
0	1	1	08H – 0FH
1	0	2	10H – 17H
1	1	3	18H – 1FH

Register R0 dan R1 dapat digunakan untuk mode pengalamatan tak langsung pada RAM internal. Sisa register lainnya tidak dapat digunakan untuk mode pengalamatan tak langsung.

2.9.5 Timer / Counter

Mikrokontroler AT89C2051 mempunyai dua timer/counter 16 bit yang diatur melalui perangkat lunak yaitu timer/counter 0 dan timer/counter 1. Apabila timer/counter pada frekuensi kerja mikrokontroler AT89C2051 12 Mhz,

timer/counter akan melakukan perhitungan waktu sekali setiap 1 mikrodetik secara independen, tidak tergantung pada eksekusi suatu instruksi. Satu siklus pencacah waktu sama dengan satu siklus eksekusi instruksi, sedangkan satu siklus diselenggarakan dalam waktu 1 mikrodetik.

Apabila periode waktu tertentu telah dilampaui, timer/counter segera mengintrupsi mikrokontroller. Untuk memberitahukan bahwa perhitungan periode waktu telah selesai dilaksanakan. Berikut persamaan untuk periode waktu timer/counter secara umum :

a. Sebagai timer/counter 8 bit

$$T = (255 - TLx) * 1\mu s$$

b. Sebagai timer/counter 16 bit

$$T = (65535 - THxTLx) * 1\mu s$$

Keterangan :

THx = isi register TH0 dan TH1

TLx = isi register TL0 dan TL1

Pengontrolan kerja timer/counter dikendalikan oleh register Timer Control (*TCON*). *TCON* beralamat 88H, adapun definisi dari bit pada timer control adalah sebagai berikut:

MSB

LSB

TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Gambar 2.19. Register TCON

Keterangan bit-bit timer kontrol terlihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.7 Timer/Control

Bit	Posisi	Fungsi
7	TF1	Timer / Counter overflow flag. Di-set oleh perangkat keras saat Timer / Counter menghasilkan limpahan (overflow).
6	TR1	Bit untuk menjalankan Timer 1. Di-set / clear oleh perangkat lunak untuk membuat Timer on atau off.
5	TF0	Timer 0 overflow flag. Di-set oleh perangkat keras.
4	TR0	Bit untuk menjalankan Timer 0. Di-set / clear oleh perangkat lunak untuk membuat Timer on atau off.
3	IE1	External interrupt 1 edge flag
2	IT1	Interrupt 1 type control byte. Set / clear oleh perangkat lunak untuk menspesifikasi sisi turun / level rendah trigger dari interupsi eksternal.

1	IE0	External interrupt 0 edge flag
0	IT0	Internal 0 type control bit.

Sedangkan untuk pengendalian pemilihan mode operasi timer/counter digunakan register Timer Mode (TMOD) yang beralamat 39H. Definisi bit-bit TMOD adalah sebagai berikut:

MSB

LSB

GATE	C/T	M1	M0	GATE	C/T	M1	M0
------	-----	----	----	------	-----	----	----

Gambar 2.20 Register TMOD

Keterangan dari bit-bit TMOD dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.8 Timer Mode

Bit	Posisi	Fungsi
7	GATE	Saat TRx dalam TCON diset 1 dan GATE = 1, timer/counter x akan berjalan ketika TRx = 1 (Timer dikontrol oleh perangkat lunak).
6	C/T	Pemilih fungsi timer/counter. Clear (0) untuk operasi timer dengan masukan dari system clock internal. Set (1) untuk

		operasi counter dengan masukan dari pena T0 dan T1.
5	MI	Bit pemilih mode
4	M0	Bit pemilih mode
3	GATE	Saat TRx dalam TCON diset 1 dan GATE = 1, timer/counter x akan berjalan ketika TRx = 1 (Timer dikontrol oleh perangkat lunak).
2	C/T	Pemilih fungsi timer/counter. Clear (0) untuk operasi timer dengan masukan dari system clock internal. Set (1) untuk operasi counter dengan masukan dari pena T0 dan T1.
1	M1	Bit pemilih mode
0	M0	Bit pemilih mode

Kombinasi untuk mode pemilih M0 dan M1 terdapat pada table 2.6.

Tabel 2.9 Kombinasi M0 dan M1

M1	M0	Mode	Operasi
0	0	0	Timer 13 bit
0	1	1	Timer / Counter 16 bit
1	0	2	Timer auto reload 8 bit (pengisian otomatis)

1	1	3	TL 0 adalah Timer / Counter 8 bit dan dikontrol oleh kontrol bit Timer 1
---	---	---	--

Timer/counter 0 dan timer/counter 1 memiliki empat mode yaitu:

1. Mode 0

Dalam mode 0 register timer disusun sebagai register 13 bit. Setelah semua perhitungan selesai, mikrokontroller akan men-set *Timer Interrupt Flag* (TF1).

Dengan membuat GATE = 1, timer dapat dikendalikan oleh masukan luar INT1, untuk fasilitas pengukuran lebar pulsa.

2. Mode 1

Dalam mode 1 register timer disusun sebagai register 16 bit, setelah semua perhitungan selesai, mikrokontroller akan men-set *Timer Interrupt Flag* (TF1).

Dengan membuat GATE = 1, timer dapat dikendalikan oleh masukan luar INT1, untuk fasilitas pengukuran lebar pulsa.

3. Mode 2

Mode 2 menyusun register timer sebagai 8 bit counter. Limpahan (*overflow*) dari TL1 tidak hanya men-set TF1 tetapi juga mengisi TL1 dengan isi TH1 yang diatur secara software. Pengisian tidak mengubah TH1.

4. Mode 3

Timer dalam mode 3 semata-mata memegang hitungan. Mode 3 diperlukan untuk aplikasi yang membutuhkan timer/counter ekstra 8 bit. Saat timer 0

dalam mode 3, timer 1 dapat dihidupkan atau dimatikan atau dapat digunakan oleh port sebagai pembangkit *Baud Rate*.

2.9.6 Port Paralel Input/Output (I/O)

Mikrokontroler AT89C2051 dilengkapi dengan 4 buah port I/O. Satu port digunakan sebagai port keluaran, data yang dikeluarkan diletakkan dalam SFR yang bersesuaian jika dibawa ke sebuah latch yang akan melanjutkannya untuk mengakses sinyal atau tanda setelah operasi ditulis lengkap.

2.9.7 Baud Rate

Port serial pada mode 0 mempunyai baud rate yang tetap, yaitu $\frac{1}{12}$ frekuensi osilator. Untuk menjalankan mode ini tidak ada timer/counter yang dibutuhkan untuk menyetel register SCON yang diperlukan.

Port serial pada mode 1 memiliki baud rate yang dapat diubah. Baud rate dapat dihasilkan oleh timer 1 dan digunakan dalam mode 2 (*auto reload*).

$$\text{Baud Rate} = \frac{(K \times \text{Frekuensi Osilator})}{(32 \times 12 [256 - TH1])}$$

Nilai K ditentukan oleh bit SMOD dalam *Power Control Register* (PCON). Bila SMOD = 0 maka K = 1, bila SMOD = 1 maka K = 2. Bila diketahui baud rate, nilai TH dapat dicari melalui persamaan berikut ini:

$$TH = \frac{256 - (F \times \text{Frekuensi Osilator})}{(384 \times \text{Baud Rate})}$$

Nilai TH1 harus dalam bentuk integer. Pembuatan nilai TH1 pada nilai integer terdekat tidak akan menghasilkan baud rate yang dikehendaki. Dalam hal ini pemakai dapat mengganti frekuensi kristal. Karena PCON tidak dapat dialamati per bit, untuk men-set PCON dilakukan dengan pengiriman perintah: **ORL PCON,#80H.**

Pada port serial mode 2, baud rate memiliki nilai tetap yaitu 1/32 atau 1/64 dari frekuensi osilator, tergantung pada nilai SMOD dalam register PCON. Pada mode ini tidak ada timer yang digunakan. Bila SMOD = 1 baud rate-nya 1/32 frekuensi osilator. Pada port serial mode 3, baud rate dapat diatur seperti dalam mode1.

2.9.8 Interupsi

Mikrokontroler AT89C2051 mempunyai suatu fasilitas untuk melakukan interupsi terhadap pelaksanaan program sehingga program dapat dihentikan untuk sementara. Saat CPU mendapat permintaan interupsi Program Counter (PC) akan diisi alamat dari vektor interupsi. CPU kemudian melaksanakan rutin pelayanan interupsi mulai dari alamat tersebut. Bila rutin pelayanan interupsi selesai dilaksanakan, Mikrokontroler AT89C2051 kembali ke pelaksanaan program utama yang ditinggalkan. Pada mikrokontroler AT89C2051 terdapat beberapa saluran interupsi yang dibedakan menjadi dua, yaitu :

1. Interupsi yang tidak dapat dihalangi oleh perangkat lunak (*Non Maskable Interrupt*).

2. Interupsi yang dapat dihalangi oleh perangkat lunak (*Maskable Interrupt*). Jenis interupsi ini seperti INT0 dan INT1 (eksternal) serta timer/counter 0, timer/counter 1 dan interupsi dari port serial (internal).

Alamat awal layanan rutin interupsi dari setiap sumber interupsi, dapat dilihat dalam tabel 2.11.

Tabel 2.11 Alamat Awal Layanan Rutin Interupsi

Nama	Alamat	Alat Interupsi
Reset	00H	Power on Reset
INT0	03H	INT0
Timer 0	0BH	Timer 0
INT1	13H	INT1
Timer 1	1BH	Timer 1
Sint	23H	Port I/O Serial

2.9.9 Untai Pewaktu dan Osilator

Mikrokontroler AT89C2051 memiliki osilator internal (on chip osilator) yang dapat digunakan sebagai sumber clock bagi CPU. Untuk menggunakan osilator internal diperlukan sebuah kristal atau kapasitor keramik letak pena XTAL1 dan pena XTAL2 dan sebuah kapasitor ke ground.

Kristal yang digunakan bernilai 12 Mhz. Sedangkan untuk kapasitor dapat bernilai antara $30 \text{ pF} \pm 10 \text{ pF}$. Kaki XTAL1 sebagai input kepada inverting amplifier osilator dan memberi input kepada internal clock operating sirkuit.,

sedangkan kaki XTAL2 adalah sebagai kaki output dari rangkaian inverting amplifier oscillator.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode perancangan sistem. Metode ini merancang sebuah objek untuk diteliti, dianalisa dan diuji hingga mendapatkan data-data dan kesimpulan. Oleh karena itu objek penelitian adalah hasil rancangan yang dibuat, dalam hal ini adalah sebuah sistem pembaca penggunaan energi listrik dengan output display berupa teks berjalan. Analisa dilakukan terhadap data-data hasil pengujian. Pembahasan mencakup cara kerja dan fungsi komponen dalam rangkaian.

3.2 Lokasi Penelitian

Laboratorium Teknik Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi, Jalan Jendral Gatot Subroto KM. 4,5 Medan.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Dalam perencanaan dan pembuatan alat ini, pengerjaanya melalui dua tahap, yaitu : perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak.

Pada perancangan perangkat keras meliputi perancangan rangkaian untuk sensor tegangan, sensor arus dan LCD. Sedangkan pada perancangan perangkat lunak meliputi program yang di buat dengan bahasa C yang di *download* kemikrokontroler ATmega8.

3.3.1 Alat yang Digunakan

Adapun alat – alat yang digunakan, antara lain :

- | | |
|-------------------------------|--------------------------|
| 1. Alat – alat ukur listrik | 6. <i>Kabel data</i> |
| 2. Solder | 7. Mesin bor |
| 3. Obeng plus dan minus | 8. Osiloskop |
| 4. Tang jepit dan tang potong | 9. Peralatan komputer PC |
| 5. <i>Toolset</i> | |

3.3.2 Bahan - Bahan yang Digunakan

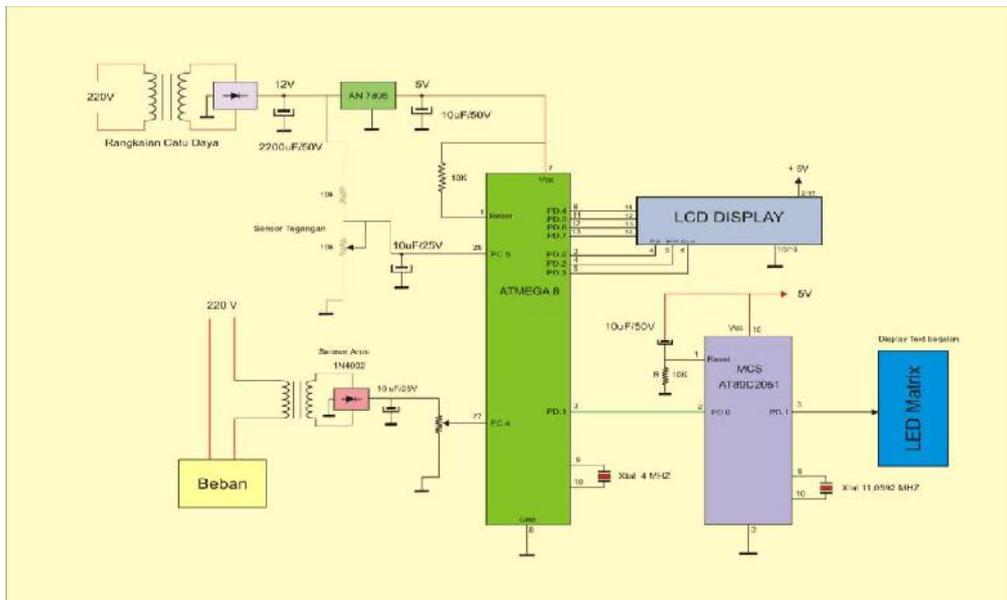
Adapun bahan – bahan yang digunakan, antara lain :

- | | |
|----------------------------------|--------------------------|
| 1. IC mikrokontroler atmega 8 | 10. PCB |
| 2. IC mikrokontroller at89C2051 | 11. Kabel - Kabel |
| 3. Sensor tegangan | 12. CasisAkrilic |
| 4. Kapasitor 220uF/50V, 10uF/50V | 13. <i>Trafostepdown</i> |
| 5. Sensor Arus CT | 14. IC 7805 |
| 6. Kristal Osilator 4 mHz | 15. IC CD4904 |
| 7. Resistor dan Kapasitor | 16. LED Matriks |
| 8. Dioda Penyearah | 17. Lampu 100 watt |
| 9. <i>LCD Display</i> | |

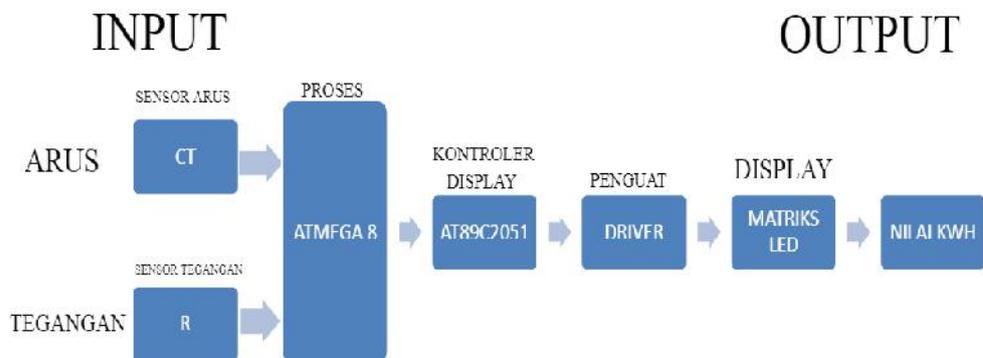
1.4. Perancangan Hardware

3.4.1 Blok Diagram

Rancangan dasar sistem dapat digambarkan seperti diagram rangkaian dan blok diagram pada gambar di bawah ini :



Gambar 3.1 Skematik Rangkaian
(Sumber : Penulis, 2018)



Gambar 3.2 Blok Diagram
(Sumber : Penulis, 2018)

Blok diagram diatas menunjukkan konfigurasi input output dan bagian proses sistem. Dalam hal ini ,sebagai alat pembaca energi listrik input atau masukan adalah

arus listrik yang digunakan oleh beban. Arus dibaca oleh sensor arus sedangkan tegangan dibaca oleh sensor tegangan secara terpisah. Kedua data diproses oleh bagian kontroler menjadi data KWH atau energi. Hasil proses kemudian dikirim ke bagian output yaitu display. Display menampilkan data KWH sesuai dengan hasil pembacaan sensor yaitu energi terpakai pada saat itu.

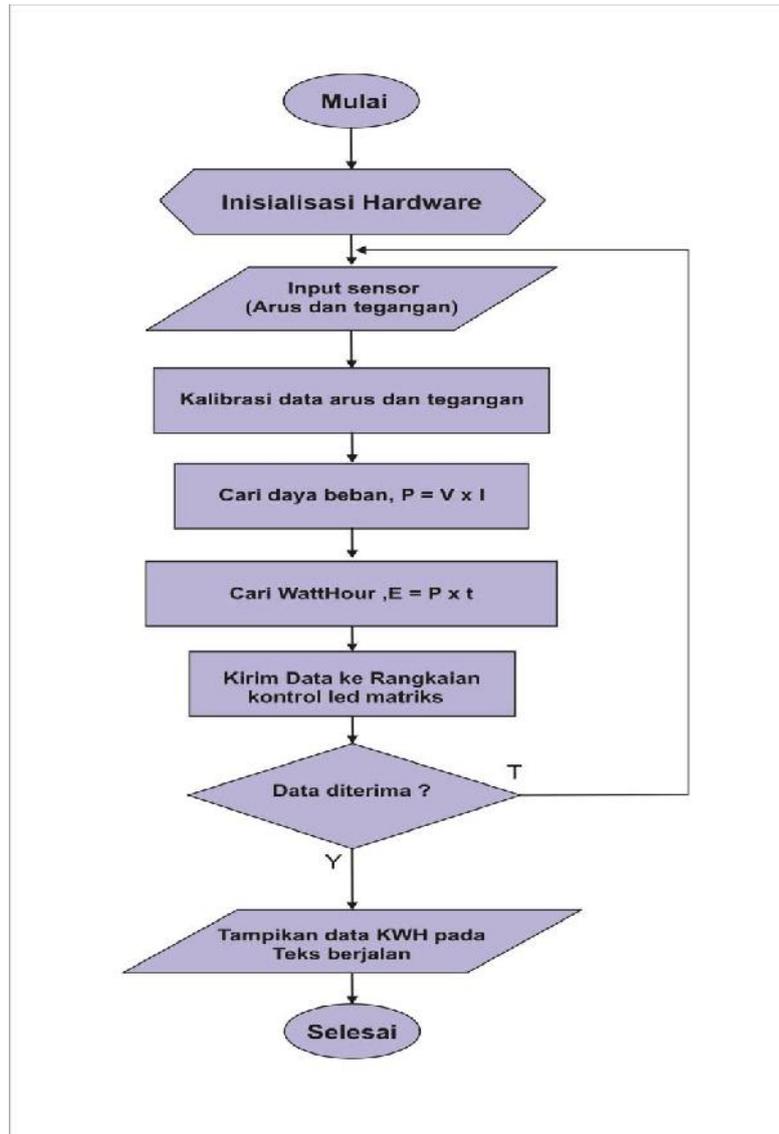
3.4.2. Prinsip kerja

Prinsip kerja KWH meter digital yang dirancang adalah membaca data listrik dasar yaitu arus dan tegangan. Sensor arus adalah komponen pembaca arus listrik . Rancangan ini menggunakan sensor arus CT(current transformer) untuk membaca besaran arus yang mengalir ke beban. Output sensor diimplementasikan berupa tegangan yang ekuivalen dengan besar arus yang terdeteksi. Hasil pembacaan kemudian dikalibrasi menjadi besaran arus sebenarnya oleh program. Sama dengan sensor arus , sensor tegangan juga membaca tegangan beban dan dikalibrasi ke tegangan sebenarnya. Kedua parameter dasar kemudian dikalikan untuk memperoleh besaran daya ($P = V \times I$). Sedangkan energi listrik merupakan akumulasi daya persatuan waktu ($E = P \times t$). Dengan demikian energi atau KWH dapat dicari dengan mengalikan daya dengan waktu pemakaian daya tersebut. Misalnya daya 1000W digunakan selama 10 jam maka energi yang terpakai adalah $1\text{KW} \times 10\text{jam} = 10\text{KWH}$. Perhitungan ini dengan mudah dilakukan dalam program. Proses kalibrasi sensor dilakukan dengan mengalikan sebuah konstanta dengan data yang terbaca oleh sensor. Konstanta dicari dengan cara membandingkan data pengukuran dengan alat ukur konvensional , selisih perbandingan dapat digunakan untuk mencari konstanta. Setelah diperoleh data KWH, data kemudian dikirim ke bagian penampil display(output). Display berupa tampilan

teks berjalan yang dibentuk dengan susunan teks matriks. Bagian ini dikendalikan oleh sebuah mikrokontroler terpisah yaitu mikrokontroler at89C2051. Data KWH dikirim oleh kontroler utama secara serial. Data serial diterima oleh kontroler display kemudian digunakan untuk mengatur tampilan led membentuk teks atau karakter sesuai dengan data yang dikirim yaitu nilai KWH yang terbaca.

3.5 Flow Chart

Flowchart dibawah ini menggambarkan aliran proses kerja program yang dibuat. Aliran kerja sistem mulai dari start digambarkan berupa diagram alir berikut ini. Dimulai dengan inisialisasi hardware yaitu menentukan input/output port dan lain2. Kemudian dilanjutkan dengan menerima masukan dari sensor yaitu sensor arus dan tegangan. Data sensor dikalibrasi menjadi nilai arus dan tegangan sebenarnya. Setelah itu hitung daya beban dengan menggunakan rumus daya. Daya yang diakumulasikan dengan waktu akan menghasilkan energi listrik terpakai berupa KWH. Setelah diperoleh data KWH , data tersebut dikirm ke tangkaiian penampil led matriks . Tampilan KWH akan muncul di teks berjalan secara menggeser dari kiri kekanan.



Gambar 3.3 Blok *Flow Chart* Sistem
(Sumber : Penulis, 2018)

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISA

Untuk mengetahui kinerja sistem yang dibangun dibutuhkan serangkaian pengujian misalnya pengujian komponen, pengujian fungsi dan pengujian keseluruhan sistem. Rancangan kwh meter digital dengan tampilan teks berjalan memiliki beberapa bagian yang harus diuji antara lain yaitu sensor, kontroler, display dan nilai output yang diberikan oleh alat tersebut. Berikut ini akan dijabarkan beberapa tahap pengujian mulai dari input hingga output sistem. Pengujian sistem dilakukan setelah semua komponen telah terintegrasi menjadi 1 (satu). Pengujian dilakukan dengan mengukur, menghitung dan menganalisa data hasil pengukuran. Berikut adalah data hasil pengukuran yang dilakukan pada masing-masing komponen.

4.1 Pengujian sensor tegangan.

Sensor tegangan memberikan output tegangan yaitu tegangan yang ekuivalen dengan tegangan jala-jala PLN namun dengan level yang rendah dan searah atau DC. Dengan kata lain sensor memberikan informasi tegangan dari line PLN yang ada saat itu. Sensor terbuat dari trafo stepdown dan rangkaian penyearah. Penurunan tegangan dilakukan oleh stepdown dan disearahkan oleh dioda dan kapasitor sebagai rangkaian penyearah. Output penyearah kemudian dibagi oleh resistor pembagi tegangan agar sesuai dengan level pembacaan adc yaitu 0 hingga 5V. Untuk menguji sensor dapat dilakukan dengan memberikan variasi input misalnya dengan menggunakan sebuah

auto trafo . Pengukuran dilakukan pada masukan dan keluaran sensor. Data hasil pengukuran sensor adalah sebagai berikut:

V_{in} (PLN)	V_{out}(sensor)
150V	1.52V
160V	1.60V
170V	1.72V
180V	1.80V
200V	2.02V
210V	2.12V
220V	2.21V
230V	2.31V
240V	2.40V
250V	2.50V

Analisa:

Data pengukuran diatas terlihat cukup linear dengan simpangan yang sangat kecil, perbandingan tegangan output dan input diatur 1:100 dimana pengaturan dilakukan dengan menyetel trimpot (resistor variabel) yang ada pada rangkaian. Karena ratio perbandingan adalah 100, maka dapat ditetapkan konstanta kalibrasi k adalah 100. Dengan menggunakan konstanta $K = 100$ maka program dapat menghitung nilai tegangan dari data yang terbaca oleh sensor.

4.2 Pengujian sensor Arus

Pengujian dilakukan dgn mengukur arus yang mengalir pada sensor, dan mengukur output tegangan sensor. Masukan sensor adalah arus beban yang melalui kumparan sensor. Sedangkan output sensor adalah besar tegangan yang dihasilkan oleh sensor akibat beban tersebut. Tabel berikut adalah hasil pengukuran arus dan tegangan keluaran sensor, dari data tersebut dapat dicari karakteristik sensor dan konstanta kalibrasinya.

Pengujian menggunakan beban linear yaitu lampu pijar 100 Watt sebanyak 10 buah yang dihidupkan satu persatu pada tegangan 220V.

Data pengukuran Sensor arus CT

Arus (A)	Vout (V)	Jumlah Lampu	Daya Terukur (w)
0.45	0.16	1	100.1
0.91	0.54	2	200.9
1.35	0.96	3	301.1
1.81	1.34	4	401.2
2.25	1.74	5	499.8
2.69	2.07	6	600.2
3.15	2.45	7	699.7
3.51	2.80	8	800.1
3.91	3.12	9	900.3
4.49	3.49	10	1000.1

Data keluaran tegangan tersebut kemudian dikonversi ke digital oleh adc, yang ada pada atmega 8. Dengan persamaan berikut dapat dihitung data hasil konversi.

$$\text{Data adc} = V_{\text{out}}/V_{\text{ref}} \times 1023;$$

Dimana :

$$V_{\text{ref}} = 5\text{V}$$

dan : 1023 adalah jumlah kombinasi 10 bit dari biner.

$$\text{Misalkan } V_{\text{out}} \text{ sensor : } V_{\text{out}} = 0,16\text{V}$$

$$\text{maka: Data} = 0,16\text{V}/5\text{V} \times 1023 = 32$$

Untuk mencari konstanta kalibrasi dapat dilakukan dgn rumus perbandingan yaitu:

$$K = \text{Data ADC}/\text{arus sebenarnya}$$

Untuk itu maka:

$$K1 = 32/0,45\text{A} = 71/\text{A}.$$

Oleh karena itu misalkan data yang terbaca oleh sensor adalah 100 satuan data maka arus dapat dihitung sebagai berikut:

$$I = \text{data} / K;$$

$$I = 100/71;$$

$$I = 1,40 \text{ A}$$

4.3 Pengujian display LCD M1632

Pengujian display LCD dilakukan dengan membuat program yang dibuat khusus untuk menampilkan sebuah pesan pada LCD tersebut. Program dibuat dengan bahasa C, kemudian diunggah pada kontroler. Berikut adalah list program yg dibuat untuk pengujian tersebut.

```
Init_lcd();

while(1)

{
lcd_clear();

lcd_putsf("KWH METER");

lcd_gotoxy(0,1);

lcd_putsf("Output text.");

delay_ms(300);

lcd_clear();

delay_ms(300);
}
```

Setelah diunggah dan dijalankan pada kontroler , maka pada display LCD akan muncul kata "KWH METER" pada baris pertama dan "Output text "pada baris kedua, kemudian berkedip secara teratur. Dengan tampilan seperti itu maka pengujian display LCD telah telah bekerja dengan baik sesuai dengan yang diprogramkan.

4.4 Pengujian catu daya system

Catudaya yang digunakan adalah trafo stepdown. Pengujian dilakukan dengan mengukur tegangan keluaran catu daya saat berbeban dan tanpa beban. Terdapat 2 testpoint output yaitu output setelah penyearah dan output setelah regulator 7805. Berikut adalah data hasil pengukuran catu daya :

	Output DC	Output Regulator
Tanpa Beban	14.6 V	5.03 V
Dengan Beban	12.3 V	5.01 V

Pembahasan:

Dari pengukuran diatas dapat diambil kesimpulan bahwa tegangan yang dihasilkan telah memenuhi kebutuhan rangkaian yang dibuat yaitu 12V dan 5V. Dengan demikian pengujian ini dinyatakan berhasil.

4.5 Analisa penggunaan energi listrik dalam satuan KWH

KWH adalah satuan dalam energi listrik yaitu jumlah energi listrik yang dipakai untuk menghidupkan beban listrik. Definisi energi listrik adalah penggunaan daya persatuan waktu. Dengan kata lain penggunaan daya selama beberapa waktu disebut energi dengan satuan KWH. Pengertian KWH itu sendiri adalah penggunaan daya 1000 watt selama 1 jam yang disebut 1 KWH. Pada percobaan yang dilakukan untuk menguji alat yang dibuat yaitu KWH meter digital adalah dengan cara mengukur tegangan, arus dan daya serta waktu pemakaian. Dari hasil pengukuran tersebut

kemudian dibandingkan dengan KWH meter konvensional analog yang ada untuk mengetahui kinerja dan tingkat akurasi alat yang dibuat.

Pengukuran atau pengujian dilakukan dengan memberikan beban konstan pada output rangkaian, dalam hal ini menggunakan bola lampu pijar 100 watt sebanyak 5 buah. Prosedur pengujian adalah dengan mengukur tegangan dan arus yang mengalir pada lampu dengan menggunakan voltmeter dan ampere meter.

Data pengukuran adalah sebagai berikut :

Tegangan PLN : 222 V

Arus beban : 2,26 A

Dengan demikian daya yang digunakan oleh beban diatas adalah :

$$P = V \times I$$

$$P = 222V \times 2,26A$$

$$P = 501,7 \text{ watt.}$$

Beban tersebut dihidupkan selama 10 jam dengan asumsi tegangan dan arus adalah konstan. Perlu diketahui, pengujian ini juga menggunakan alat ukur KWH konvensional sebagai bahan pembanding. Dimana output kwh meter analog terhubung dengan beban lampu 500 watt tersebut. Saat beban mulai dihidupkan, dicatat penunjukan nilai kwh meter dan tunggu hingga 10 jam.

Perhitungan manual adalah :

$$E = P \times t$$

$$E = 501,7 \text{ watt} \times 10 \text{ jam}$$

$$E = 5017 \text{ wattjam atau } 5,02 \text{ KWH.}$$

Data hasil pengukuran adalah sebagai berikut:

Pengukuran KWH meter analog

Jam	Volt	Ampere	Daya	KWH
0	222	2.26	501.7	0
1	222	2.26	501.7	000 50
2	221	2.25	497.2	001 01
3	221	2.25	497.2	001 52
4	222	2.26	501.7	002 02
5	222	2.26	501.7	002 50
6	223	2.26	503.9	003 01
7	221	2.25	497.2	003 52
8	222	2.26	501.7	004 02
9	222	2.26	501.7	004 50
10	223	2.26	503.9	005 03

Pengukuran KWH meter digital

Jam	Volt	Ampere	Daya	KWH
0	220	2.25	495.1	0

1	221	2.26	499.1	495
2	221	2.26	499.2	994
3	221	2.26	497.2	1495
4	222	2.25	497.1	1998
5	222	2.26	501.7	2487
6	223	2.26	503.2	2989
7	221	2.24	495.2	3497
8	222	2.26	497.7	3996
9	222	2.26	497.7	4497
10	224	2.27	503.9	4998

Hasil perbandingan data kwh akhir setelah 10 jam pemakaian adalah :

$$\% \text{ error} = (\text{data analog} - \text{data digital}) / \text{data analog} \times 100\%$$

$$\% \text{ error} = ((5030 - 4998) / 5030) \times 100\%$$

$$\% \text{ error} = 0,6 \%$$

Dengan persentase error 0,6 % maka dapat disimpulkan kwh meter digital yang dibuat bekerja dengan baik dengan akurasi yang cukup tinggi .

4.6 Pengujian display teks berjalan

Pengujian display teks dilakukan secara langsung yaitu dengan menghubungkan input rangkaian display dengan keluaran data serial dari rangkaian utama. Data yang

dikirim oleh rangkaian utama adalah data serial dari nilai KWH yang terukur dan tercatat dalam rangkaian utama. Jumlah kwh terukur ditampilkan pada display secara bergeser atau teks berjalan. Jika terjadi perubahan nilai misalnya penambahan nilai kwh maka tampilan akan segera diperbaharui. Setelah melalui serangkaian perbaikan dan penyempurnaan maka dapat dikatakan pengujian berhasil dan rangkaian bekerja dengan baik dan benar. Adapun kesalahan sebelumnya adalah kesalahan program yang tidak sinkron saat mengirim data. Namun setelah diperbaiki alat display teks bekerja dengan baik.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Keunggulan menggunakan komponen elektronika digital sebagai pembaca KWH adalah dapat menghindari masalah keausan sebagaimana yang sering ditemukan pada KWH meter mekanis.
2. Dari hasil pengujian dan pengukuran diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa alat yang dibuat berhasil dibuat dan dapat bekerja dengan baik dengan data yang sebenarnya.
3. Proses kalibrasi data sensor menjadi sangat mudah dilakukan yaitu melalui rekayasa konstanta didalam program termasuk proses linearisasi data yang tidak linear.
4. Persentase error sebesar 0,6% dinilai cukup akurat untuk desain permulaan dan dapat ditingkatkan dengan menggunakan komponen yang lebih baik dan lebih teliti.

5.2. Saran pengembangan

1. Membutuhkan proses penelitian dan pengembangan lebih jauh agar prototipe dapat digunakan sebagai alat ukur kwh standar.
2. Pemilihan penggunaan komponen yang lebih baik akan meningkatkan akurasi dan kinerja alat yang dibuat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, Syaifi. 2017 .Modul Elektronika dan Mekatronika Elektronika Dasar. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Bahri, s. (2019). Optimasi cluster k-means dengan modifikasi metode elbow untuk menganalisis disrupsi pendidikan tinggi
- Budiharto, Widodo. 2004. *Interfacing Komputer dan Mikrokontroler*. Jakarta :PT. Elex Media Kopetindo.
- Diantoro, m., maftuha, d., suprayogi, t., iqbal, m. R., mufti, n., taufiq, a., ... & hidayat, r. (2019). Performance of pterocarpus indicus willd leaf extract as natural dye tio2-dye/ito dssc. *Materials today: proceedings*, 17, 1268-1276.
- Eko Putra, Afgianto. 2004. *Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55 (Teori dan Aplikasi)*. Yogyakarta: Gava Media.
- Hamdani, h., tharo, z., & anisah, s. (2019, may). Perbandingan performansi pembangkit listrik tenaga surya antara daerah pegunungan dengan daerah pesisir. In seminar nasional teknik (semnastek) uisu (vol. 2, no. 1, pp. 190-195).
- Hariyanto, e., iqbal, m., siahaan, a. P. U., saragih, k. S., & batubara, s. (2019, march). Comparative study of tiger identification using template matching approach based on edge patterns. In *journal of physics: conference series* (vol. 1196, no. 1, p. 012025). Iop publishing.
- Kadir, Abdul. 2013. *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya menggunakan Arduino*. Yogyakarta : Andi.
- Linarti, Lusi.2014. *Aplikasi Bluetooth pada Pengontrol Alat Elektronik Rumah Tangga dengan Smartphone Android*. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Lubis, a., & batubara, s. (2019, december). Sistem informasi suluk berbasis cloud computing untuk meningkatkan efisiensi kinerja dewan mursyidin tarekat naqsyabandiyah al kholidiyah jalaliyah. In prosiding simantap: seminar nasional matematika dan terapan (vol. 1, pp. 717-723).
- Miftah, 2015. Cara Kerja Meteran Listrik / KWH Meter. <https://blog.kangmiftah.com/2015/06/cara-kerja-meteran-listrik-kwh-meter.html> (Diakses 10 Agustus 2018)

- Putra, randi rian, et al. "decision support system in selecting additional employees using multi-factor evaluation process method." (2019).
- Putra, randi rian. "sistem informasi web pariwisata hutan mangrove di kelurahan belawan sicanang kecamatan medan belawan sebagai media promosi." jurnal ilmiah core it: community research information technology 7.2 (2019).
- Rahmaniar, r. (2019). Model flash-nr pada analisis sistem tenaga listrik (doctoral dissertation, universitas negeri padang).
- Setiawan, Afrie. 2011. *Mikrokontroler Atmega 8535 dan Atmega 16 Menggunakan BASCOM AVR*. Yogyakarta: Andi.
- Saputra Sitanggan, Juri. Januari. 2014. Perbandingan Kilowatthour Meter Analog dengan Kilowatthour Meter Digital. Universitas Sumatera Utara. Volume 6, No. 1, https://jurnal.usu.ac.id/index.php/singuda_ensikom/article/view/5001/2919, 8 Agustus 2018.
- Sidik, a. P., efendi, s., & suherman, s. (2019, june). Improving one-time pad algorithm on shamir's three-pass protocol scheme by using rsa and elgamal algorithms. In journal of physics: conference series (vol. 1235, no. 1, p. 012007). Iop publishing.
- Sulistianingsih, i., suherman, s., & pane, e. (2019). Aplikasi peringatan dini cuaca menggunakan running text berbasis android. It journal research and development, 3(2), 76-83.
- Tasril, v., wijaya, r. F., & widya, r. (2019). Aplikasi pintar belajar bimbingan dan konseling untuk siswa sma berbasis macromedia flash. Jurnal informasi komputer logika, 1(3).
- Wardana, Lingga. 2006. *Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri Atmega 8535 Simulasi, Hardware dan Aplikasi*. Yogyakarta: Andi.
- Wijaya, rian farta, et al. "aplikasi petani pintar dalam monitoring dan pembelajaran budidaya padi berbasis android." rang teknik journal 2.1 (2019).
- Winoto, Ardi. 2008. *Mikrokontroler AVR Atmega8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada Win AVR + CD*. Informatika : Bandung.