



UNIVERSITAS INDONESIA

**RANCANG BANGUN APLIKASI MIKROKONTROLER 8051
PADA PENCATATAN KWH-METER JARAK JAUH**

SKRIPSI

SYAIFUL ALAM

0405030761

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
JUNI 2009**



UNIVERSITAS INDONESIA

**RANCANG BANGUN APLIKASI MIKROKONTROLER 8051
PADA PENCATATAN KWH-METER JARAK JAUH**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana**

SYAIFUL ALAM

0405030761

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
JUNI 2009**

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Syaiful Alam

NPM : 0405030761

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : RANCANG BANGUN APLIKASI MIKROKONTROLER
8051 PADA PENCATATAN KWH-METER JARAK
JAUH

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Bagio Budiardjo, MSc

(*Bagio*)

Penguji : Dr.-Ing. Ir.Kalamullah Ramli, M.Eng

(*Kalamullah*)

Penguji : Muhammad Salman ST., MIT

(*Muhammad Salman*)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 13 Juli 2009

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sejak masa perkuliahan sampai pada penulisan skripsi ini, penulis tidak dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Prof. Dr. Ir. Bagio Budiardjo MSc., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini;
- (2) Laboratorium Digital dan Laboratorium LTTPL yang telah banyak membantu dalam usaha pembuatan alat dan pengambilan data yang penulis perlukan;
- (3) Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
- (4) Teman dan sahabat yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, Juli 2009

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Syaiful Alam
NPM : 0405030761
Program Studi : Teknik Elektro
Departemen : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

RANCANG BANGUN APLIKASI MIKROKONTROLER 8051 PADA PENCATATAN KWH-METER JARAK JAUH

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 13 Juli 2009
Yang menyatakan



(Syaiful Alam)

ABSTRAK

Nama : Syaiful Alam
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : RANCANG BANGUN APLIKASI MIKROKONTROLER
8051 PADA PENCATATAN KWH-METER JARAK JAUH

Saat ini, untuk pencatatan pemakaian daya oleh pelanggan, PLN memanfaatkan tenaga petugas yang memantau ke setiap rumah. Apabila rumah pelanggan yang dikunjungi tersebut kosong maka proses pencatatan meter tidak dapat dilakukan. Berdasarkan permasalahan tersebut maka diperlukan suatu KWH meter yang dapat mengirim data dari jarak jauh (*wireless*), dengan demikian, petugas PLN dapat mencatat data meteran listrik walaupun rumah pelanggan kosong. Skripsi ini menjelaskan tentang aplikasi *microcontroller* pada pencatatan KWH meter. Metode yang digunakan dalam sistem ini adalah menghitung jumlah putaran pada piringan KWH meter, yang selanjutnya *microcontroller* akan menyimpan data tersebut sambil menunggu dipanggil oleh *microcontroller* lain untuk mengirimkan data tersebut. Untuk menghitung jumlah putaran piringan pada KWH meter dipakai sensor *opto-reflector* sebagai pembaca piringan dan *RF Transceiver* sebagai pemancar dan penerima data.

Kata kunci: Kwh-Meter, *Microcontroller*, Jarak Jauh, *RF Transceiver*

ABSTRACT

Name : Syaiful Alam

Study Program : Electrical Engineering

Title : DESIGN OF MICROCONTROLLER 8051 ON LONG
DISTANCE RECORDING OF KWH-METER

Nowadays, PLN has to hire employees to record the data which is shown by KWH meter at customer's house. The employee cannot record it if there are no people in customer's house. To solve this problem, it is needed a KWH meter which can transmit data from long distance (wireless), so that, the PLN's employee can record the data although there are no people in customer's house. This Final Project describes about implementation of microcontroller on recording KWH meter data. Method used in this system is counting the rotation number of KWH meter plate, then microcontroller will store the data while waiting for being confirmed by the other microcontroller for transmitting the data. In order to count the rotation number of KWh meter plate, sensor opto-reflector is used as detector of plate and RF Data Transceiver as the data transmitter and receiver.

Keywords: Kwh-Meter, Microcontroller, long distance, RF Data Transceiver

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penulisan	2
1.4 Pembatasan Masalah	2
1.5 Sistematika Penulisan	2
2. TEORI DASAR.....	4
2.1 Pengenalan Mikrokontroler	4
2.2 RAM dan Register	5
2.3 Pengalamatan	7
2.4 Set Instruksi	7
2.4.1 Instruksi copy data	7
2.4.2 Instruksi Aritmatika	8
2.4.3 Instruksi Logika	10
2.4.4 Instruksi Lompatan	10
2.5 Interupsi	14
2.6 Operasi Serial Port	15
2.6.1 Komunikasi Sinkron	17
2.6.2 Komunikasi Asinkron	17
2.6.3 Mode Operasi Port Serial	17
2.6.4 Mode 0 Shift Register 8 bit	18
2.6.5 Mode 1 UART 8 bit dengan Baud Rate yang dapat diatur	19
2.6.6 Mode 2 UART 9 bit dengan Baud Rate permanen	20
2.6.7 Mode 3 UART 9 bit dengan Baud Rate yang dapat diatur	20
2.7 Inisialisasi dan akses Register Port Serial	20

3. DESAIN RANGKAIAN	23
3.1 Arsitektur Mikrokontroler MCS-51	23
3.2 Komponen Penyusun Alat	27
3.2.1 KWH-meter	27
3.2.2 Sensor Optocoupler	29
3.2.3 LCD Display	30
3.2.4 RF 1020U Data Transceiver	31
3.3 Desain Rangkaian Pembaca Kwh Meter Jarak Jauh	33
3.3.1 Blok diagram rangkaian pencatat Kwh-meter via RF Transceiver	33
3.3.2 Rangkaian Panel	33
3.3.3 Rangkaian Control	34
4. RANCANG BANGUN DAN PENGUJIAN ALAT	35
4.1 Perancangan Hardware	35
4.1.1 Perancangan Rangkaian Panel	35
4.1.2 Perancangan Rangkaian Control	36
4.2 Perancangan Software	36
4.2.1 Perancangan Software pada Rangkaian Panel	36
4.2.2 Perancangan Software pada Rangkaian Control	37
4.3 Pengujian Bagian – Bagian Rangkaian	38
4.3.1 Pengujian Rangkaian Sensor	38
4.3.2 Pengujian Rangkaian Mikrokontroler	40
4.3.3 Pengujian Rangkaian Display	40
4.3.4 Pengujian RF Transceiver	41
4.3.5 Pengujian Program pada Setiap Rangkaian	43
4.4 Pengujian Alat Keseluruhan	43
4.5 Gambar Alat	44
4.6 Prosedur Penggunaan Alat	45
4.6.1 Pemasangan Rangkaian Panel	45
4.6.2 Pemasangan Rangkaian Control	46
4.6.3 Penggunaan	46
5. KESIMPULAN	47
DAFTAR ACUAN	48
DAFTAR PUSTAKA	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Jenis – jenis keluarga MCS-51	5
Tabel 2.2	Sumber interupsi dan alamat vektor yang digunakan	14
Tabel 2.3	Mode Serial Mikrokontroler 8051	18
Tabel 2.4	Tabel Mode Serial vs Baud Rate	22
Tabel 3.1	Fungsi Khusus Port 3 Mikrokontroler	25
Tabel 3.2	Pin dan Fungsi LCD Display	30
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Jarak pada RF Data Transceiver	42
Tabel 4.2	Perbandingan Data pada KWH-meter dan LCD Display	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Konfigurasi ruang memori RAM internal pada mikrokontroler keluarga MCS-51[4]	6
Gambar 2.2	Blok Diagram Port Serial	16
Gambar 2.3	Komunikasi Sinkron dan Komunikasi Asinkron	16
Gambar 2.4	Register SCON	17
Gambar 2.5	Operasi Mode 0	18
Gambar 2.6	Operasi Mode 1	19
Gambar 2.7	Operasi Mode 2	20
Gambar 2.8	Operasi Mode 3	20
Gambar 3.1	Blok Sistem Mikrokontroler MCS-51	23
Gambar 3.2	IC Mikrokontroler MCS-51	24
Gambar 3.3	Medan Magnet Pada KWH Meter	27
Gambar 3.4	Model Fisik KWH Meter	28
Gambar 3.5	Skema Hubungan Kumputan Pada KWH Meter	29
Gambar 3.6	Sensor Optocoupler	29
Gambar 3.7	LCD Display 2x16	30
Gambar 3.8	Gambar Rangkaian RF 1020U Data Transceiver	32
Gambar 3.9	Blok Diagram Rangkaian Pembaca Kwh Meter dengan Menggunakan RF 1020U Data Transceiver	33
Gambar 4.1	Flow chart program pada rangkain panel	37
Gambar 4.2	Flow chart program pada rangkain control	38
Gambar 4.3	Pulsa dari keluaran sensor pada piringan tanpa tanda	39
Gambar 4.4	Pulsa dari keluaran sensor pada piringan bertanda	39
Gambar 4.5	Tampilan pada pengujian LCD display	41
Gambar 4.6	Tampilan LCD pada rangkaian Control	43
Gambar 4.7	Rangkaian Panel pada Waktu Pengujian	44
Gambar 4.8	Rangkaian Control pada Waktu Pengujian	45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem pembayaran listrik di Indonesia dilakukan dengan cara menghitung daya yang terpakai. Piranti yang mencatat penggunaan daya listrik tersebut adalah KWH meter. Pada umumnya seorang petugas akan mendatangi para pelanggan dan mencatat penggunaan yang tertera pada KWH meter tersebut setiap bulannya. Kemudian pelanggan akan membayar tagihan tersebut di loket-loket pembayaran ataupun melalui fasilitas yang disediakan oleh Bank (ATM, Auto Debet). Sistem pencatatan tersebut memiliki beberapa kelemahan yaitu apabila pemilik rumah tidak berada di tempat maka pencatatan meter tidak dapat dilakukan sehingga menyebabkan petugas akan datang kembali. Permasalahan kedua adalah validitas penggunaan daya diragukan kebenarannya apabila dicatat secara manual. Berpijak dari permasalahan tersebut, didapatkan sebuah ide untuk mencatat KWH meter secara digital yang menggunakan sistem *wireless*. Petugas tidak perlu memasuki rumah pelanggan untuk mencatatnya sehingga pencatatan penggunaan daya menjadi lebih mudah, cepat dan nilai yang dicatatnya *valid*. Hal ini dapat dilakukan dengan bantuan Mikrokontroler.

Mikrokontroler adalah salah satu dari bagian dasar dari suatu sistem komputer. Meskipun mempunyai bentuk yang jauh lebih kecil dari suatu komputer pribadi dan komputer mainframe, mikrokontroler dibangun dari elemen-elemen dasar yang sama. Secara sederhana, komputer akan menghasilkan output spesifik berdasarkan inputan 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 yang diinginkan oleh programmer.

1.2 Perumusan Masalah

Pada skripsi ini dibahas rancang bangun sistem rangkaian pencatat Kwh-meter secara wireless dengan menggunakan mikrontroler. Sistem ini terdiri dari 2 bagian yaitu bagian panel dan bagian kontrol. Bagian Panel ini tertempel pada Kwh-meter yang berfungsi untuk mentransmisikan data yang didapat dari Kwh-meter dan selanjutnya akan diterima oleh bagian control yang kemudian akan ditampilkan secara digital oleh display LCD pada bagian kontrol.

1.3 Tujuan Penulisan

- a. Merancang Alat pencatat Kwh-Meter jarak jauh
- b. Melihat jangkauan alat untuk menerima sinyal rangkaian pada Kwh-meter
- c. Membandingkan data dari Kwh-meter dengan alat pencatat tersebut.

1.4 Pembatasan Masalah

Penulisan Skripsi ini mencakup penjelasan mikrokontroler, desain rangkaian pencatat Kwh-meter dan pengujian terhadap alat tersebut. Rangkaian pencatat kwh-meter ini dibagi menjadi dua bagian yaitu, bagian panel dan bagian control. Bagian Panel terdapat pada Kwh-meter dan bagian control yang mencatat data dari panel.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada seminar ini adalah sebagai berikut:

Bab 1 Pendahuluan

Membahas Latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penulisan, pembatasan masalah, serta sistematika penulisan.

Bab 2 Landasan Teori

Membahas teori yang mendukung penulisan seminar, meliputi teori dasar pemrograman mikrokontroler.

Bab 3 Desain Rangkaian

Membahas desain rangkaian alat yang akan dibuat serta komponen-komponen yang mendukung pembuatan.

Bab 4 Rancang Bangun dan Pengujian Alat

Membahas rancang bangun alat yang dibuat serta hasil pengujian sistem alat tersebut.

Bab 5 Kesimpulan

Membahas kesimpulan dari perancangan alat serta hasil pengujiannya.

BAB II

TEORI DASAR

2.1 Pengenalan Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah single chip computer yang memiliki kemampuan untuk diprogram dan digunakan untuk tugas-tugas yang berorientasi kontrol. Mikrokontroler datang dengan dua alasan utama, yang pertama adalah kebutuhan pasar (market need) dan yang kedua adalah perkembangan teknologi baru. Yang dimaksud dengan kebutuhan pasar adalah kebutuhan yang luas dari produk-produk elektronik akan perangkat pintar sebagai pengontrol dan pemroses data. Sedangkan yang dimaksud dengan perkembangan teknologi baru adalah perkembangan teknologi semikonduktor yang memungkinkan pembuatan chip dengan kemampuan komputasi yang sangat cepat, bentuk yang semakin mungil, dan harga yang semakin murah [1], yang terdiri dari:

1. CPU (Central Processing Unit)
2. RAM (Random Access Memory)
3. EEPROM/EPROM/PROM/ROM
4. I/O, Serial & Parallel
5. Timer
6. Interrupt Controller

Mikrokontroler di rancang untuk aplikasi yang berorientasi kontrol sekuensial, yaitu digunakan untuk mengatur dan memonitor suatu sistem *loop* terbuka dengan urutan tertentu.

Yang membedakan antara mikrokontroler dengan mikroprosesor dapat dilihat dari beberapa sudut pandang. Dari segi arsitektur perangkat kerasnya, mikroprosesor hanya merupakan *single chip* CPU sedangkan pada mikrokontroler dalam IC-nya selain CPU juga memuat konverter A/D dan D/A, kontroler,

interupsi, *timer*, pengatur transmisi data serial / paralel, EPROM, RAM, ROM, dan sebagainya. Dari segi aplikasi, mikroprosesor umumnya ditujukan untuk berperan sebagai CPU pada suatu sistem mikrokomputer sedangkan mikrokontroler umumnya ditujukan untuk melakukan tugas-tugas yang berorientasi kontrol pada rangkaian yang membutuhkan jumlah komponen minimum.

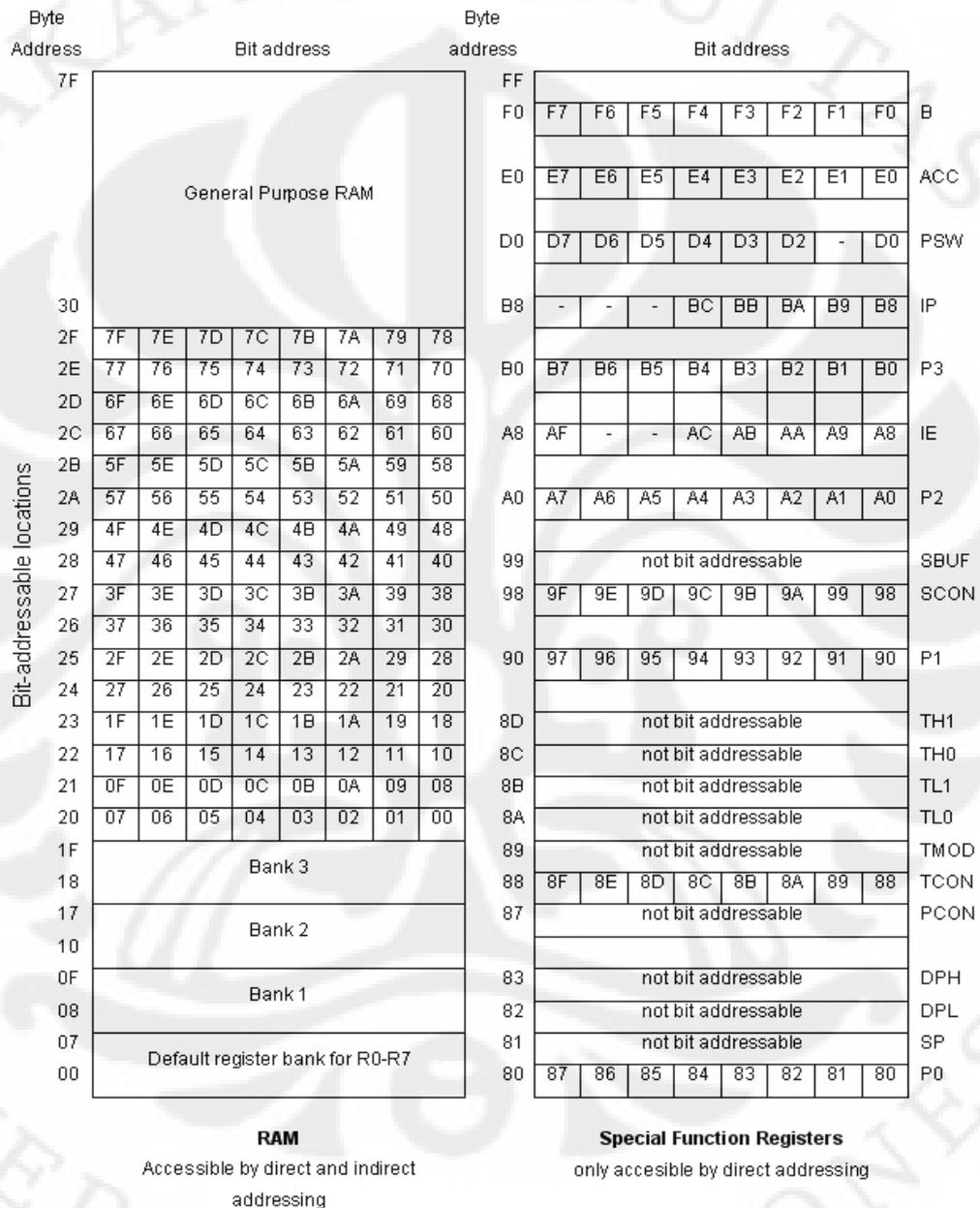
Tabel 2.1 Jenis – jenis keluarga MCS-51[2]

MCS	Versi Tanpa ROM	Versi EPROM	ROM byte	RAM byte	Timer 16-bit
8051	8031	8751	4k	128	2
8051AH	8031AH	8751H	4k	128	2
8052AH	8032AH	8752BH	8k	256	3
80C51BH	80C31BH	87C51	4k	128	2

2.2 RAM dan Register

Mikrokontroler MCS-51 menerapkan ruang memori yang terpisah antara memori data dengan memori program di mana keduanya dapat dikembangkan dengan memakai komponen eksternal masing-masing mencapai 64KB. RAM yang ada diatur menjadi beberapa bagian seperti penyimpanan serba-guna, penyimpanan *bit-addressable*, *register banks*, dan *special function registers*. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah bahwa register dan *port IO* pada keluarga MCS-51 bersifat *memory-mapped* sehingga dapat diakses sama seperti lokasi memori lainnya serta *stack* pada keluarga MCS-51 bertempat pada internal RAM yang dapat diakses secara *indirect addressing*. Sehingga secara umum, struktur RAM internal pada MCS-51 dapat dilukiskan seperti pada gambar 1. Alamat 00H sampai 1FH dibagi menjadi 4 *bank* (*bank 0-3*). Setiap *bank* terdiri atas 8 register serbaguna (R0-R7). Pemilihan *bank* yang aktif ditentukan oleh kondisi RS0, RS1

pada register PSW (*program status word*). Prinsip register ini mirip dengan *register flag* pada keluarga x86. R0 dan R1 pada *bank 0* di samping untuk kegunaan umum juga memiliki fungsi khusus untuk pengalamatan tak langsung di RAM alamat 00H-FFH[3].



Gambar 2.1 Konfigurasi ruang memori RAM internal pada mikrokontroler keluarga MCS-51[4]

2.3 Pengalamatan

Mode pengalamatan, mengacu pada bagaimana mengamati suatu lokasi memori tertentu. Mode pengalamatan pada mikrokontroler 8051 adalah ditunjukkan sebagai berikut :

Immediate Addressing	MOV A,#70h
Direct Addressing	MOV A,70h
Indirect Addressing	MOV A,@R0
External Direct	MOVX A,@DPTR
Code Indirect	MOVC A,@A+DPTR

2.4 Set Instruksi

Pemrograman yang dilakukan pada mikrokontroler disusun dari kumpulan-kumpulan instruksi yang setara dengan kalimat perintah bahasa manusia yang hanya terdiri atas kata kerja dan objek. Yang disebut sebagai objek dalam pemrograman mikrokontroler adalah data yang tersimpan di dalam memori, register maupun input/output. Sedangkan kata kerja yang dimaksud adalah perintah untuk perpindahan data, operasi aritmatika, operasi logika, pengaturan alur program dan beberapa hal khusus. Kombinasi dari kata kerja dan objek itulah yang membentuk perintah pengatur kerja mikrokontroler.

2.4.1 Instruksi copy data

Kode dasar untuk kelompok ini adalah MOV, singkatan dari MOVE yang artinya memindahkan, meskipun demikian lebih tepat dikatakan perintah ini mempunyai makna peng-copy-an data. Hal ini bisa dijelaskan berikut : setelah instruksi MOV A,R7 dikerjakan, Akumulator A dan register serba guna R7 berisikan data yang sama, yang asalnya tersimpan di dalam R7. Perintah MOV dibedakan sesuai dengan jenis memori AT89Cx051. Perintah ini pada memori data dituliskan menjadi MOV, misalkan :

```
MOV A, S20
MOV A, @R1
MOV A, P1
MOV P3, A
```

Untuk pemakaian pada memori program, perintah ini dituliskan menjadi MOVC, hanya ada 2 jenis instruksi yang memakai MOVC, yakni:

```
MOVC A, @A+DPTR    ; DPTR sebagai register indirect
MOVC A, @A+PC      ; PC sebagai register indirect
```

Selain itu, masih dikenal pula perintah MOVX, yakni perintah yang dipakai untuk memori data eksternal. Perintah ini hanya dimiliki oleh anggota keluarga MCS51 yang mempunyai memori data eksternal, misalnya AT89S51 dan lain sebagainya, dan jelas tidak dikenal oleh kelompok AT89Cx051 yang tidak mempunyai memori data eksternal. Hanya ada 6 macam instruksi yang memakai MOVX [5], instruksi-instruksi tersebut adalah:

```
MOVX A, @DPTR
MOVX A, @RO
MOVX A, @R1
MOVX @DPTR, A
MOVX @RO, A
MOVX @R1, A
```

2.4.2 Instruksi Aritmatika

Perintah ADD dan ADDC

Isi Akumulator A ditambah dengan bilangan 1 byte, hasil penjumlahan akan ditampung kembali dalam Akumulator. Dalam operasi ini bit Carry (C flag dalam PSW – Program Status Word) berfungsi sebagai penampung limpahan hasil penjumlahan. Jika hasil penjumlahan tersebut melimpah (nilainya lebih besar dari 255) bit Carry akan bernilai ‘1’, kalau tidak bit Carry bernilai ‘0’. ADDC sama dengan ADD, hanya saja dalam ADDC nilai bit Carry dalam proses sebelumnya ikut dijumlahkan bersama. Bilangan 1 byte yang ditambahkan ke Akumulator, bisa berasal dari bilangan konstan, dari register serba guna, dari memori data yang nomor memorinya disebut secara langsung maupun tidak langsung, seperti terlihat dalam contoh berikut :

```
ADD A, R0    ; register serba guna
ADD A, #S23  ; bilangan konstan
ADD A, @R0   ; no memori tak langsung
ADD A, P1    ; no memori langsung (port 1)
```

Perintah SUBB

Isi Akumulator A dikurangi dengan bilangan 1 byte berikut dengan nilai bit Carry, hasil pengurangan akan ditampung kembali dalam Akumulator. Dalam operasi ini bit Carry juga berfungsi sebagai penampung limpahan hasil pengurangan. Jika hasil pengurangan tersebut melimpah (nilainya kurang dari 0) bit Carry akan bernilai '1', kalau tidak bit Carry bernilai '0'.

```
SUBB A, R0 ; A = A - R0 - C
SUBB A, #$23 ; A = A - $23
SUBB A, @R1
SUBB A, P0
```

Perintah MUL AB

Bilangan biner 8 bit dalam Akumulator A dikalikan dengan bilangan biner 8 bit dalam register B. Hasil perkalian berupa bilangan biner 16 bit, 8 bit bilangan biner yang bobotnya lebih besar ditampung di register B, sedangkan 8 bit lainnya yang bobotnya lebih kecil ditampung di Akumulator A. Bit OV dalam PSW (Program Status Word) dipakai untuk menandai nilai hasil perkalian yang ada dalam register B. Bit OV akan bernilai '0' jika register B bernilai \$00, kalau tidak bit OV bernilai '1'.

```
MOV A, #10
MOV B, #20
MUL AB
```

Perintah DIV AB

Bilangan biner 8 bit dalam Akumulator A dibagi dengan bilangan biner 8 bit dalam register B. Hasil pembagian berupa bilangan biner 8 bit ditampung di Akumulator, sedangkan sisa pembagian berupa bilangan biner 8 bit ditampung di register B. Bit OV dalam PSW (Program Status Word) dipakai untuk menandai nilai sebelum pembagian yang ada dalam register B. Bit OV akan bernilai '1' jika register B awalnya bernilai \$00[6].

2.4.3 Instruksi Logika

Kelompok perintah ini dipakai untuk melakukan operasi logika mikrokontroler MCS51, operasi logika yang bisa dilakukan adalah operasi AND (kode operasi ANL), operasi OR (kode operasi ORL) dan operasi Exclusive-OR (kode operasi XRL). Data yang dipakai dalam operasi ini bisa berupa data yang berada dalam Akumulator atau data yang berada dalam memori-data, hal ini sedikit berlainan dengan operasi aritmatik yang harus melihatkan Akumulator secara aktif. Hasil operasi ditampung di sumber data yang pertama.

- a. Operasi logika AND banyak dipakai untuk me-'0'-kan beberapa bit tertentu dari sebuah bilangan biner 8 bit.
- b. Operasi logika OR banyak dipakai untuk me-'1'-kan beberapa bit tertentu dari sebuah bilangan biner 8 bit.
- c. Operasi logika Exclusive-OR banyak dipakai untuk membalik nilai (complement) beberapa bit tertentu dari sebuah bilangan biner 8 bit.

Operasi logika pada umumnya mencakup empat hal, yaitu operasi AND, operasi OR, operasi EX-OR dan operasi NOT. MCS51 hanya bisa melaksanakan tiga jenis operasi logika yang ada, yakni intruksi ANL (AND Logical) untuk operasi AND intruksi ORL (OR Logical) untuk operasi OR, CPL (Complement bit) untuk operasi NOT[7].

2.4.4 Instruksi Lompatan

Pada dasarnya program dijalankan intruksi demi intruksi, artinya selesai menjalankan satu intruksi mikrokontroler langsung menjalankan intruksi berikutnya, untuk keperluan ini mikrokontroler dilengkapi dengan Program Counter yang mengatur pengambilan intruksi secara berurutan. Meskipun demikian, program yang kerjanya hanya berurutan saja tidaklah banyak artinya, untuk keperluan ini mikrokontroler dilengkapi dengan intruksi-instruksi untuk mengatur alur program.

Secara umum kelompok instruksi yang dipakai untuk mengatur alur program terdiri atas instruksi-instruksi JUMP, instruksi-instruksi untuk membuat dan memakai sub-rutin/modul, instruksi-instruksi JUMP bersyarat. Di samping itu ada pula instruksi PUSH dan POP yang bisa mempengaruhi alur program[8].

Instruksi Lompatan Tak Bersyarat

Mikrokontroler MCS51 mempunyai 3 macam instruksi Lompatan Tak Bersyarat, yakni instruksi LJMP (Long Jump), instruksi AJMP (Absolute Jump) dan instruksi SJMP (Short Jump). Kerja dari ketiga instruksi ini persis sama, yakni memberi nilai baru pada Program Counter, kecepatan melaksanakan ketiga instruksi ini juga persis sama, yakni memerlukan waktu 2 periode instruksi, yang berbeda adalah jumlah byte pembentuk instruksinya. Instruksi LJMP dibentuk dengan 3 byte, sedangkan instruksi AJMP dan SJMP cukup 2 byte.

Instruksi Lompatan Bersyarat

Instruksi Jump bersyarat merupakan instruksi inti bagi mikrokontroler, tanpa kelompok instruksi ini program yang ditulis tidak banyak berarti. Instruksi-instruksi ini selain melibatkan Program Counter, melibatkan pula kondisi-kondisi tertentu yang biasanya dicatat dalam bit-bit tertentu yang dihimpun dalam Register tertentu. Khusus untuk keluarga mikrokontroler MCS-51 yang mempunyai kemampuan menangani operasi dalam level byte dan level bit.

a. Instruksi Byte Jump

Instruksi JZ/JNZ

Instruksi JZ (Jump if Zero) dan instruksi JNZ (Jump if not Zero) adalah instruksi JUMP bersyarat yang memantau nilai Akumulator A.

```
MOV A, #0
```

```
JNZ BukanNol
```

```
JZ Nol
```

```
. . .
```

```
BukanNol :
```

```
. . .
```

```
Nol :
```

```
. . .
```

Dalam contoh program di atas, `MOV A,#0` membuat A bernilai nol, hal ini mengakibatkan instruksi `JNZ BukanNol` tidak akan pernah dikerjakan (`JNZ` artinya Jump kalau nilai $A \neq 0$, syarat ini tidak pernah dipenuhi karena saat instruksi ini dijalankan nilai $A=0$), sedangkan instruksi `JZ Nol` selalu dikerjakan karena syaratnya selalu dipenuhi[9].

Instruksi `DJNZ`

Instruksi `DJNZ` (Decrement and Jump if not Zero), merupakan instruksi yang akan mengurangi 1 nilai register serbaguna (`R0..R7`) atau memori-data, dan Jump jika ternyata setelah pengurangan 1 tersebut hasilnya tidak nol. Contoh berikut merupakan potongan program untuk membentuk waktu tunda secara sederhana :

```
MOV R0, #$23
DJNZ R0, $
```

Selama mengerjakan 2 instruksi di atas, semua pekerjaan lain akan tertunda, waktu tundanya ditentukan oleh besarnya nilai yang diisikan ke `R0`.

Instruksi `CJNE`

Instruksi `CJNE` (Compare and Jump if Not Equal) membandingkan dua nilai yang disebut dan `MCS` akan Jump kalau kedua nilai tersebut tidak sama!

```
MOV A, P1
CJNE A, #$0A, Ti dakSama
```

```
...
```

```
SJMP EXIT
```

```
;
```

Ti dakSama:

```
...
```

Instruksi `MOV A,P1` membaca nilai input dari Port 1, instruksi `CJNE A,$0A,Tidaksama` memeriksa apakah nilai Port 1 yang sudah disimpan di A sama dengan `$0A`, jika tidak maka Jump ke `TidakSama`.

b. Instruksi Bit Jump

Instruksi JC / JNC

Instruksi JC (Jump on Carry) dan instruksi JNC (Jump on no Carry) adalah instruksi jump bersyarat yang memantau nilai bit Carry di dalam Program Status Word (PSW). Bit Carry merupakan bit yang banyak sekali dipakai untuk keperluan operasi bit, untuk menghemat pemakaian memori-program disediakan 2 instruksi yang khusus untuk memeriksa keadaan bit Carry, yakni JC dan JNC. Karena bit akan diperiksa sudah pasti, yakni bit Carry, maka instruksi ini cukup dibentuk dengan 2 byte saja, dengan demikian bisa lebih menghemat memori program.

JC Perik sa

JB PSW. 7, Perik sa

Hasil kerja kedua instruksi di atas sama, yakni MCS51 akan JUMP ke Periksa jika ternyata bit Carry bernilai '1' (ingat bit Carry sama dengan PSW bit 7). Meskipun sama tapi instruksi JC Periksa lebih pendek dari instruksi JB PSW.7,Periksa, instruksi pertama dibentuk dengan 2 byte dan instruksi yang kedua 3 byte. Instruksi JBC sama dengan instruksi JB, hanya saja jika ternyata bit yang diperiksa memang benar bernilai '1', selain MCS51 akan JUMP ke instruksi lain yang dikehendaki MCS51 akan me-nol-kan bit yang baru saja diperiksa [10].

Instruksi JB / JNB / JBC

Instruksi JB (Jump on Bit Set), instruksi JNB (Jump on not Bit Set) dan instruksi JBC (Jump on Bit Set Then Clear Bit) merupakan instruksi Jump bersyarat yang memantau nilai-nilai bit tertentu. Bit-bit tertentu bisa merupakan bit-bit dalam register status maupun kaki input mikrokontroler MCS51. Contoh pemakaian instruksi JB dan JNB sebagai berikut :

JB P1. 1, \$

JNB P1. 1, \$

Instruksi-instruksi di atas memantau keadaan kaki IC MCS51 Port 1 bit 1. Instruksi pertama memantau P1.1, jika P1.1 bernilai '1' maka MCS51 akan mengulang instruksi ini, (tanda \$ mempunyai arti jika syarat terpenuhi kerjakan

lagi instruksi bersangkutan). Instruksi berikutnya melakukan hal sebaliknya, yakni selama P1.1 bernilai '0' maka MCS51 akan tertahan pada instruksi ini.

2.5 Interupsi

Seperti namanya, interupsi adalah suatu kejadian yang akan menghentikan sementara jalan program saat itu. Dengan interupsi, suatu alur program dapat dihentikan sementara untuk menjalankan suatu subrutin, dan kemudian melanjutkan aliran program secara normal seperti tidak pernah ada interupsi. Subrutin ini yang disebut dengan interrupt handler, dan hanya dijalankan jika terjadi suatu kejadian khusus (event). Kejadian ini bisa berupa timer yang mengalami overflow, penerimaan karakter melalui port serial, mengirimkan karakter melalui port serial, atau salah satu dari dua kejadian eksternal[2]. Mikrokontroler 8031 memiliki 6 sumber interupsi dan 5 alamat vektor interupsi. Mikrokontroler 8052 memiliki 8 sumber interupsi dan 6 alamat vektor interupsi. Sumber interupsi ini dapat dimanfaatkan sebagian atau seluruhnya, atau bahkan tidak menggunakannya sama sekali.

Tabel 2.2 Sumber interupsi dan alamat vektor yang digunakan[11]

Sumber Interupsi	Alamat Vektor
IE0	0003H
TF0	000BH
IE1	0013H
TF1	001BH
R1 dan T1	0023H
TF2 dan EXF2	002BH

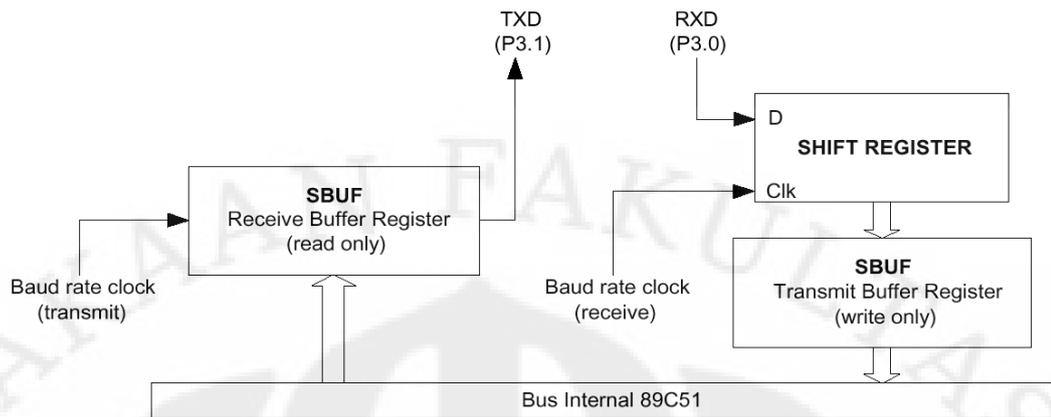
Interupsi eksternal diperoleh dari pena INT0 dan INT1. Jika misalnya INT0 mendapat sinyal interupsi, *flag* IE0 (atau IE1 untuk INT1) akan di-*set*. Mikrokontroler akan meninggalkan pekerjaannya dan mulai mengerjakan program yang dicatat di alamat vektor (alamat INT0 = 03H) sambil me-*reset* IE0. Setelah mengakhiri program interupsi (ditandai dengan perintah **RETI**), mikrokontroler kembali mengerjakan program yang ditinggalkannya tadi.

TF0 dan TF1 adalah flag untuk *timer / up-counter* (T/C) 0 dan 1. TF0 / TF1 akan aktif jika terjadi perubahan isi T/C 0, 1 dari FFH ke 00H, baik saat berfungsi sebagai pewaktu maupun pencacah. Sebagai pencacah register, TC akan menghitung jumlah sinyal yang masuk ke pena T0 atau T1. Kondisi TF0 / TF1 saat *set* dapat dimanfaatkan untuk membelokan program ke alamat vektor. Sebagai dasar pewaktu digunakan siklus mesin. Perioda siklus mesin adalah 1/12 frekuensi osilator.

2.6 Operasi Serial Port

89S51 mempunyai *On Chip Serial Port* yang dapat digunakan untuk komunikasi data serial secara Full Duplex sehingga Port Serial ini masih dapat menerima data pada saat proses pengiriman data terjadi. Untuk menampung data yang diterima atau data yang akan dikirimkan, 89S51 mempunyai sebuah register yaitu SBUF yang terletak pada alamat 99H di mana register ini berfungsi sebagai buffer sehingga pada saat mikrokontroler ini membaca data yang pertama dan data kedua belum diterima secara penuh, maka data ini tidak akan hilang.

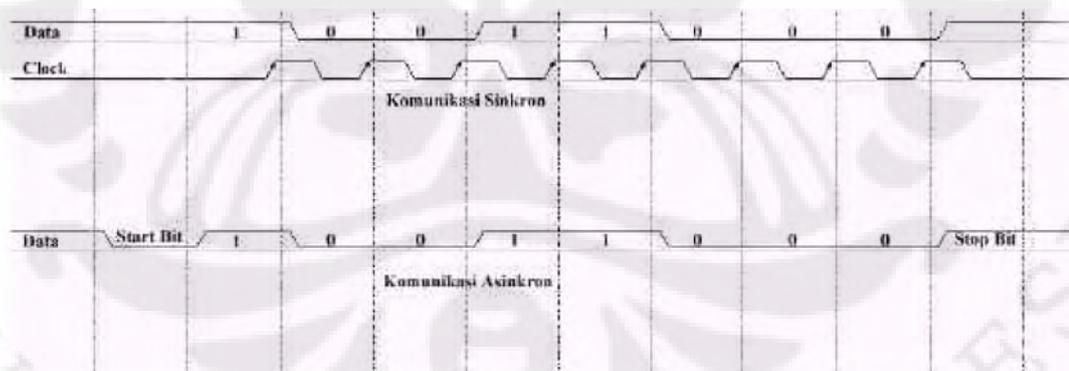
Pada kenyataannya register SBUF terdiri dari dua buah register yang memang menempati alamat yang sama yaitu 99H. Register tersebut adalah *Transmit Buffer Register* yang bersifat *write only* (hanya dapat ditulis) dan *Receive Buffer Register* yang bersifat *read only* (hanya dapat dibaca). Pada proses penerimaan data dari Port Serial, data yang masuk ke dalam Port Serial akan ditampung pada Receive Buffer Register terlebih dahulu dan diteruskan ke jalur bus internal pada saat pembacaan register SBUF sedangkan pada proses pengiriman data ke Port Serial, data yang dituliskan dari bus internal akan ditampung pada Transmit Buffer Register terlebih dahulu sebelum dikirim ke Port Serial.



Gambar 2.2 Blok Diagram Port Serial [12]

Port Serial 89S51 dapat digunakan untuk komunikasi data secara sinkron maupun asinkron. Komunikasi data serial secara sinkron adalah merupakan bentuk komunikasi data serial yang memerlukan sinyal clock untuk sinkronisasi di mana sinyal clock tersebut akan tersulut pada setiap bit pengiriman data sedangkan komunikasi asinkron tidak memerlukan sinyal clock sebagai sinkronisasi.

Pengiriman data pada komunikasi serial 89S51 dilakukan mulai dari bit yang paling rendah (LSB) hingga bit yang paling tinggi (MSB).



Gambar 2.3 Komunikasi Sinkron dan Komunikasi Asinkron [13]

2.6.1. Komunikasi Sinkron

Sinyal clock pada komunikasi sinkron diperlukan oleh peralatan penerima data untuk mengetahui adanya pengiriman setiap bit data. Tampak pada gambar 2.3 bahwa sinyal clock tersulut (*positive edge*) pada saat pengiriman bit yang pertama dan setiap perubahan bit data. Peralatan atau komponen penerima akan mengetahui adanya pengiriman bit yang pertama ataupun perubahan bit data dengan mendeteksi sinyal clock.

2.6.2. Komunikasi Asinkron

Seperti telah disebutkan sebelumnya, komunikasi asinkron tidak memerlukan sinyal clock sebagai sinkronisasi, namun pengiriman data ini harus diawali dengan start bit dan diakhiri dengan stop bit seperti yang tampak pada gambar 6.2. Sinyal clock yang merupakan *baud rate* dari komunikasi data ini dibangkitkan oleh masing-masing baik penerima maupun pengirim data dengan frekwensi yang sama. Penerima hanya perlu mendeteksi adanya start bit sebagai awal pengiriman data, selanjutnya komunikasi data terjadi antar dua buah shift register yang ada pada pengirim maupun penerima. Setelah 8 bit data diterima, maka penerima akan menunggu adanya stop bit sebagai tanda bahwa 1 byte data telah terkirim dan penerima dapat siap untuk menunggu pengiriman data berikutnya.

Pada aplikasinya proses komunikasi asinkron ini selalu digunakan untuk mengakses komponen-komponen yang mempunyai fasilitas *UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter)* seperti Port Serial PC atau Port Serial mikrokontroler yang lain.

2.6.3. Mode Operasi Port Serial

Port Serial 89S51 mempunyai 4 buah mode operasi yang diatur oleh bit ke 7 dan bit ke 5 dari Register SCON (*Serial Control*).

	SCON.7	SCON.6	SCON.5	SCON.4	SCON.3	SCON.2	SCON.1	SCON.0
98H	SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI

Gambar 2.4 Register SCON [14]

SM0 : *Serial Port Mode bit 0*, bit Pengatur Mode Serial

SM1 : *Serial Port Mode bit 1*, bit Pengatur Mode Serial

SM2 : *Serial Port Mode bit 2*, bit untuk mengaktifkan komunikasi multiprosesor pada kondisi set.

REN : *Receive Enable*, bit untuk mengaktifkan penerimaan data dari Port Serial pada kondisi set. Bit ini di set dan clear oleh perangkat lunak.

TB8 : *Transmit bit 8*, bit ke 9 yang akan dikirimkan pada mode 2 atau 3. Bit ini di set dan clear oleh perangkat lunak

RB8 : *Receive bit 8*, bit ke 9 yang diterima pada mode 2 atau 3. Pada Mode 1 bit ini berfungsi sebagai stop bit.

TI : *Transmit Interrupt Flag*, bit yang akan set pada akhir pengiriman karakter. Bit ini diset oleh perangkat keras dan di clear oleh perangkat lunak

RI : *Receive Interrupt Flag*, bit yang akan set pada akhir penerimaan karakter. Bit ini diset oleh perangkat keras dan di clear oleh perangkat lunak

Tabel 2.3 Mode Serial Mikrokontroler 8051[12]

SM0	SM1	Mode	Deskripsi
0	0	0	Shift Register 8 bit
0	1	1	UART 8 bit dengan baud rate yang dapat diatur
1	0	2	UART 9 bit dengan baud rate permanen
1	1	3	UART 9 bit dengan baud rate yang dapat diatur

2.6.4. Mode 0 Shift Register 8 bit

SCON

	SCON.7	SCON.6	SCON.5	SCON.4	SCON.3	SCON.2	SCON.1	SCON.0
98H	0	0	X	X	X	X	X	X

Gambar 2.5 Operasi Mode 0 [14]

Pada Mode ini Port Serial berfungsi sebagai komunikasi data sinkron yang memerlukan sinyal clock sebagai sinkronisasi. P3.1/TXD pada 89S51 berfungsi sebagai Clock dan P3.0/RXD sebagai jalur pengiriman maupun penerimaan data. Pengiriman data dilakukan dengan menuliskan data yang akan dikirimkan ke dalam Register SBUF (gambar 3.3). Data akan dikirimkan secara serial sinkron

melalui P3.0/RXD beserta sinyal clock melalui P3.1/TXD dengan frekwensi 1/12 dari frekwensi kristal yang digunakan oleh osilator 89S51.

Penerimaan data dilakukan dengan mengaktifkan bit REN (biasa dilakukan pada awal program) dan clear bit RI pada saat proses pengambilan data akan dilakukan. Pada saat kondisi RI di-clear maka pada siklus mesin berikutnya sinyal clock akan dikirim keluar melalui pin P3.1/TXD dan data yang ada pada P3.0/RXD akan digeser ke dalam SBUF.

2.6.5. Mode 1 UART 8 bit dengan Baud Rate yang dapat diatur

SCON

	SCON.7	SCON.6	SCON.5	SCON.4	SCON.3	SCON.2	SCON.1	SCON.0
98H	0	1	X	X	X	X	X	X

Gambar 2.6 Operasi Mode 1 [14]

Pada mode ini komunikasi data dilakukan secara 8 bit data asinkron yang terdiri 10 bit yaitu 1 bit start, 8 bit data dan 1 bit stop. Baud Rate pada mode ini dapat diatur dengan menggunakan Timer 1.

Tidak seperti pada mode 0, pada mode ini yang merupakan mode UART, fungsi-fungsi alternatif dari P3.0/RXD dan P3.1/TXD digunakan. P3.0 berfungsi sebagai RXD yaitu kaki untuk penerimaan data serial dan P3.1 berfungsi sebagai TXD yaitu kaki untuk pengiriman data serial. Hal ini juga berlaku pada mode-mode UART yang lain seperti mode 2 dan mode 3.

Pengiriman data dilakukan dengan menuliskan data yang akan dikirim ke Register SBUF. Data serial akan digeser keluar diawali dengan bit start dan diakhiri dengan bit stop dimulai dari bit yang berbobot terendah (LSB) hingga bit berbobot tertinggi (MSB). Bit TI akan set setelah bit stop keluar melalui kaki TXD yang menandakan bahwa proses pengiriman data telah selesai. Bit ini harus di-clear oleh perangkat lunak setelah pengiriman data selesai.

Penerimaan data dilakukan oleh mikrokontroler dengan mendeteksi adanya perubahan kondisi dari logika high ke logika low pada kaki RXD di mana perubahan kondisi tersebut adalah merupakan bit start. Selanjutnya data serial akan digeser masuk ke dalam SBUF dan bit stop ke dalam bit RB8. Bit RI akan

set setelah 1 byte data diterima ke dalam SBUF kecuali bila bit stop = 0 pada komunikasi multiprosesor (SM2 = 1).

2.6.6. Mode 2 UART 9 bit dengan Baud Rate permanen

SCON

	SCON.7	SCON.6	SCON.5	SCON.4	SCON.3	SCON.2	SCON.1	SCON.0
98H	1	0	X	X	X	X	X	X

Gambar 2.7 Operasi Mode 2 [14]

Pada mode ini komunikasi data dilakukan secara asinkron dengan 11 bit, 1 bit start, 8 bit data, 1 bit ke 9 yang dapat diatur dan 1 bit stop. Pada proses pengiriman data, bit ke 9 diambil dari Bit TB8 dan pada proses penerimaan data bit ke 9 diletakkan pada RB8.

2.6.7. Mode 3 UART 9 bit dengan Baud Rate yang dapat diatur

SCON

	SCON.7	SCON.6	SCON.5	SCON.4	SCON.3	SCON.2	SCON.1	SCON.0
98H	1	1	X	X	X	X	X	X

Gambar 2.8 Operasi Mode 3 [14]

Mode ini sama dengan Mode 2, namun baud rate pada mode ini dapat diatur melalui Timer 1.

2.7 Inisialisasi dan akses Register Port Serial

Untuk mengakses port serial, ada beberapa hal yang harus diatur terlebih dahulu dengan mengisi beberapa register tertentu yaitu:

- Tentukan Mode Serial
- Tentukan Baud Rate Serial

Proses penentuan mode serial dilakukan dengan mengisi SCON seperti yang telah dijelaskan pada 2.6. Mode Operasi Serial.

Baud rate dari Port Serial 89S51 dapat diatur pada Mode 1 dan Mode 3, namun pada Mode 0 dan Mode 2, baud rate tersebut mempunyai kecepatan yang permanen yaitu untuk Mode 0 adalah 1/12 frekwensi osilator dan Mode 2 adalah 1/64 frekwensi osilator.

Dengan mengubah bit SMOD yang terletak pada Register PCON menjadi set (kondisi awal pada saat sistem reset adalah clear) maka baud rate pada Mode 1, 2 dan 3 akan berubah menjadi dua kali lipat.

Pada Mode 1 dan 3 baud rate dapat diatur dengan menggunakan Timer1. Cara yang biasa digunakan adalah Timer Mode 2 (8 bit auto reload) yang hanya menggunakan register TH1 saja. Pengiriman setiap bit data terjadi setiap Timer 1 overflow sebanyak 32 kali sehingga dapat disimpulkan bahwa:

Lama pengiriman setiap bit data = Timer 1 Overflow x 32

Baud rate (jumlah bit data yang terkirim tiap detik) = $\frac{1}{\text{Timer1 Overflow} \times 32}$

Apabila diinginkan baud rate 9600 bps maka timer 1 harus diatur agar overflow setiap

$$\frac{1}{9600 \times 32} \text{ detik}$$

Timer 1 overflow setiap kali TH1 mencapai nilai limpahan (*overflow*) dengan frekwensi sebesar $f_{osc}/12$ atau periode $12/f_{osc}$. Dari sini akan ditemukan formula sebagai berikut:

$$\frac{12 \times (256 - TH1)}{f_{osc}} = \frac{1}{9600 \times 32}$$

$$9600 = \frac{f_{osc}}{12 \times (256 - TH1) \times 32}$$

Dengan frekwensi osilator sebesar 11,0592 MHz maka TH1 adalah 253 atau 0FDH. Selain variabel-variabel di atas, masih terdapat sebuah variabel lagi yang menjadi pengatur baud rate serial yaitu Bit SMOD pada Register PCON. Apabila bit ini set maka faktor pengali 32 pada formula 3.1 akan berubah menjadi 16. Oleh karena itu dapat disimpulkan formula untuk baud rate serial untuk Mode 1 dan Mode 3 adalah:

$$\text{Baud Rate} = \frac{f_{osc}}{12 \times (256 - TH1) \times K}$$

Tabel 2.4 Tabel Mode Serial vs baud rate [15]

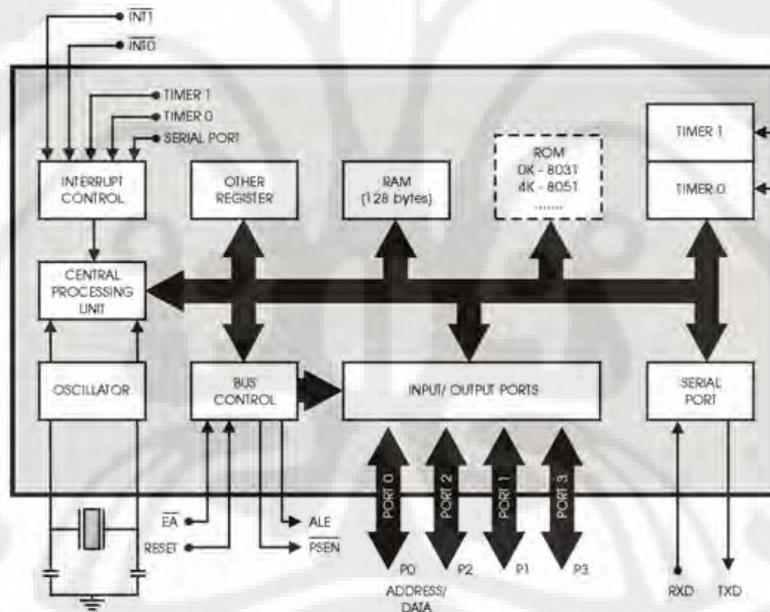
Mode	Baud rate	
0	$1/12 f_{osc}$	
1	SMOD = 0	SMOD = 1
	Baud rate = $\frac{f_{osc}}{12 \times (256 - TH1) \times 32}$	Baud rate = $\frac{f_{osc}}{12 \times (256 - TH1) \times 16}$
2	$1/32 f_{osc}$	
3	SMOD = 0	SMOD = 1
	Baud rate = $\frac{f_{osc}}{12 \times (256 - TH1) \times 32}$	Baud rate = $\frac{f_{osc}}{12 \times (256 - TH1) \times 16}$

BAB III DESAIN RANGKAIAN

3.1 Arsitektur Mikrokontroler MCS-51

Arsitektur mikrokontroler MCS-51 diotaki oleh CPU 8 bit yang terhubung melalui satu jalur bus dengan memori penyimpanan berupa RAM dan ROM serta jalur I/O berupa port bit I/O dan port serial. Selain itu terdapat fasilitas timer/counter internal dan jalur interface address dan data ke memori eksternal.

Blok sistem mikrokontroler MCS-51 adalah sebagai berikut.

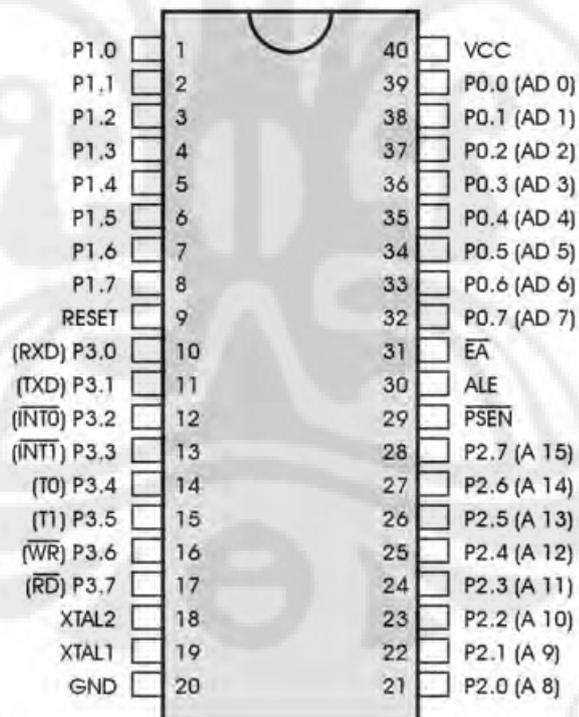


Gambar 3.1 Blok Sistem Mikrokontroler MCS-51 [16]

Salah satu tipe mikrokontroler arsitektur MCS-51 yang banyak digunakan saat ini adalah tipe Atmel 89S51. Tipe ini banyak digunakan karena memiliki fasilitas on-chip flash memory dan In System Programming. Berikut adalah feature-feature untuk mikrokontroler tipe 89S51 buatan Atmel.

- 4K bytes Flash ROM
- 128 bytes RAM
- 4 port @ 8-bit I/O (Input/Output) port
- 2 buah 16 bit timer
- Interface komunikasi serial
- 64K pengalamatan code (program) memori
- 64K pengalamatan data memori
- Prosesor Boolean (satu bit – satu bit)
- 210 lokasi bit-addressable
- Fasilitas In System Programming (ISP)

IC mikrokontroler dikemas (packaging) dalam bentuk yang berbeda. Namun pada dasarnya fungsi kaki yang ada pada IC memiliki persamaan. Gambar salah satu bentuk IC seri mikrokontroler MCS-51 dapat dilihat berikut.



Gambar 3.2 IC Mikrokontroler MCS-51[16]

Berikut adalah penjelasan fungsi tiap kaki yang biasa ada pada seri mikrokontroler MCS-51.

A. Port 0

Merupakan dual-purpose port (port yang memiliki dua kegunaan). Pada desain yang minimum (sederhana) digunakan sebagai port I/O (Input/Output). Pada desain lebih lanjut pada perancangan dengan memori eksternal digunakan sebagai data dan address yang di-multiplex. Port 0 terdapat pada pin 32-39.

B. Port 1

Merupakan port yang hanya berfungsi sebagai port I/O, kecuali pada IC 89S52 yang menggunakan P1.0 dan P1.1 sebagai input eksternal untuk timer ketiga (T3). Port 1 terdapat pada pin 1-8.

C. Port 2

Merupakan dual-purpose port. Pada desain minimum digunakan sebagai port I/O. Pada desain lebih lanjut digunakan sebagai high byte dari address. Port 2 terdapat pada pin 21-28.

D. Port 3

Merupakan dual-purpose port. Selain sebagai port I/O juga mempunyai fungsi khusus yang ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 3.1 Fungsi Khusus Port 3 Mikrokontroler [16]

PIN	FUNGSI KHUSUS
P3.0	RXD (<i>serial input port</i>)
P3.1	TXD (<i>serial output port</i>)
P3.2	_INT0 (<i>external interrupt 0</i>)
P3.3	_INT1 (<i>external interrupt 1</i>)
P3.4	T0 (<i>timer 0 external input</i>)
P3.5	T1 (<i>timer 1 external input</i>)
P3.6	_WR (<i>external data memory write strobe</i>)
P3.7	_RD (<i>external data memory read strobe</i>)

E. PSEN (Program Store Enable)

PSEN adalah kontrol sinyal yang memungkinkan untuk mengakses program (code) memori eksternal. Pin ini dihubungkan ke pin OE (Output Enable) dari EPROM. Sinyal PSEN akan 0 pada tahap fetch (penjemputan) instruksi. PSEN akan selalu bernilai 0 pada pembacaan program memori internal. PSEN terdapat pada pin 29.

F. ALE (Address Latch Enable)

ALE digunakan untuk men-demultiplex address dan data bus. Ketika menggunakan program memori eksternal port 0 akan berfungsi sebagai address dan data bus. Pada setengah paruh pertama memory cycle ALE akan bernilai 1 sehingga mengijinkan penulisan alamat pada register eksternal dan pada setengah paruh berikutnya akan bernilai satu sehingga port 0 dapat digunakan sebagai data bus. ALE terdapat pada pin 30.

G. EA (External Access)

Jika EA diberi masukan 1 maka mikrokontroler menjalankan program memori internal saja. Jika EA diberi masukan 0 (ground) maka mikrokontroler hanya akan menjalankan program memori eksternal (PSEN akan bernilai 0). EA terdapat pada pin 31.

H. RST (Reset)

RST pada pin 9 merupakan pin reset. Jika pada pin ini diberi masukan 1 selama minimal 2 machine cycle maka system akan di-reset dan register-register internal akan berisi nilai default tertentu dan program kembali mengeksekusi dari alamat paling awal.

I. On-Chip Oscillator

Mikrokontroler MCS-51 telah memiliki on-chip oscillator yang dapat bekerja jika di-drive menggunakan kristal. Tambahan kapasitor diperlukan untuk menstabilkan sistem. Nilai kristal yang biasa digunakan pada 89S51/89S52 adalah sekitar 12 MHz, dan maksimum sampai 24 MHz. On-chip oscillator tidak hanya dapat di-drive dengan menggunakan kristal, tapi juga dapat digunakan TTL oscillator.

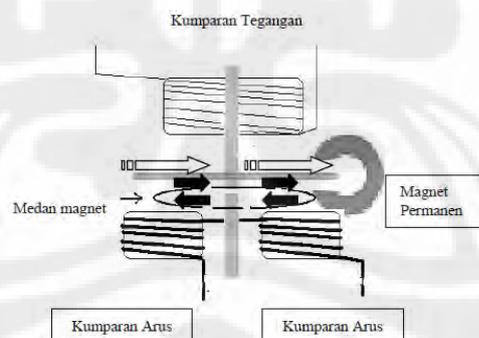
J. Koneksi Power

Mikrokontroler biasanya beroperasi pada tegangan 3.3 volt atau 5 volt (tergantung serinya). Pin Vcc terdapat pada pin 40 sedangkan Vss (ground) terdapat pada pin 20.

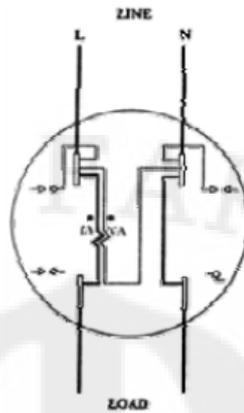
3.2 Komponen Penyusun Alat

3.2.1 KWH-meter

KWH Meter adalah alat penghitung pemakaian energi listrik. Alat ini bekerja menggunakan metode induksi medan magnet dimana medan magnet tersebut menggerakkan piringan yang terbuat dari alumunium. Pada piringan alumunium itu terdapat as yang mana as tersebut akan menggerakkan *counter* digit sebagai tampilan jumlah *KWH* nya. *KWH Meter* memiliki 3 kumparan yaitu 1 kumparan tegangan dengan koil yang diameternya tipis dan 2 kumparan arus dengan *koil* yang diameternya tebal. Pada *KWH Meter* juga terdapat magnet permanen yang tugasnya menetralkan piringan alumunium dari induksi medan magnet.



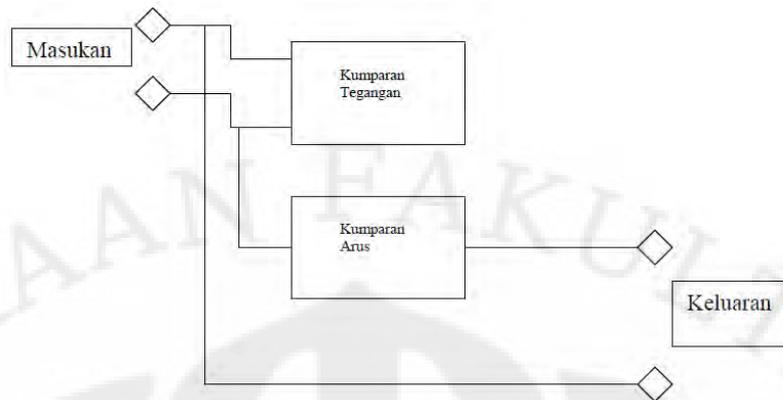
Gambar 3.3 Medan Magnet Pada KWH Meter [17]



Gambar 3.4 Model Fisik KWH Meter [17]

Gambar 3.3 menggambarkan kepada kita bagaimana medan magnet memutar piringan aluminium. Arus listrik yang melalui kumparan arus mengalir sesuai dengan perubahan arus terhadap waktu. Hal ini menimbulkan adanya medan di permukaan kawat tembaga pada *koil* kumparan arus. Kumparan tegangan membantu mengarahkan medan magnet agar menerpa permukaan aluminium sehingga terjadi suatu gesekan antara piringan aluminium dengan medan magnet disekelilingnya. Dengan demikian maka piringan tersebut mulai berputar dan kecepatan putarnya dipengaruhi oleh besar kecilnya arus listrik yang melalui kumparan arus.

Gambar 3.4 merupakan koneksi *KWH Meter* dimana ada empat buah terminal yang terdiri dari dua buah terminal masukan dari jala – jala listrik PLN dan dua terminal lainnya merupakan terminal keluaran yang akan menyuplai tenaga listrik ke rumah. Dua terminal masukan dihubungkan ke kumparan tegangan secara paralel dan antara terminal masukan dan keluaran dihubungkan ke kumparan arus. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Skema Hubungan Kumparan Pada KWH Meter [18]

3.2.2 Sensor Optocoupler

Sensor Optocoupler seperti yang terlihat pada Gambar 3.1 merupakan sensor yang dapat mendeteksi perubahan cahaya infra merah. *Sensor* ini banyak dipakai untuk mendeteksi jarak ataupun pergerakan suatu benda dengan cara memberikan kisi – kisi ataupun baling – baling sehingga akan terdapat celah dan penghalang. Dengan menerima sinar *infra merah* yang putus – putus akan menimbulkan *pulsa – pulsa* listrik. *Pulsa – pulsa* itu kemudian diolah dan nantinya dapat memberikan keluaran seperti yang kita inginkan.

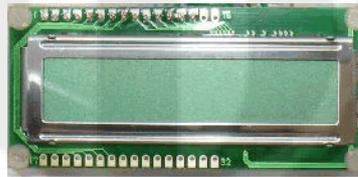


Gambar 3.6 Sensor Optocoupler [19]

Bagian dari *sensor optocoupler* ini adalah : sebuah *led* merah biasa atau *led infra merah* sebagai *transmitter* dan sebuah *fototransistor* sebagai *receiver*. Pada bagian *transmitter* dapat kita hubungkan ke tegangan yang cukup untuk menghidupkan *led* dan bagian *receivernya* dihubungkan secara seri ke sumber tegangan dan lainnya menjadi terminal keluaran.

3.2.3 LCD Display

Rangkaian LCD display digunakan untuk menampilkan data yang tercantum pada Kwh-meter. LCD yang digunakan adalah modul LCD Character dapat dengan mudah dihubungkan dengan mikrokontroler seperti AT89S51. LCD yang akan digunakan ini mempunyai lebar display 2 baris 16 kolom atau biasa disebut sebagai LCD Character 2x16, dengan 16 pin konektor, yang didefinisikan sebagai berikut:



Gambar 3.7 LCD Display 2x16 [20]

Tabel 3.2 Pin dan Fungsi LCD Display [20]

PIN	Name	Function
1	VSS	Ground voltage
2	VCC	+5V
3	VEE	Contrast voltage
4	RS	Register Select 0 = Instruction Register 1 = Data Register
5	R/W	Read/ Write, to choose write or read mode 0 = write mode 1 = read mode
6	E	Enable 0 = start to lacht data to LCD character 1= disable
7	DB0	LSB
8	DB1	-
9	DB2	-
10	DB3	-
11	DB4	-
12	DB5	-
13	DB6	-
14	DB7	MSB
15	BPL	Back Plane Light
16	GND	Ground voltage

Display karakter pada LCD diatur oleh pin EN, RS dan RW [20]:

Jalur EN dinamakan Enable. Jalur ini digunakan untuk memberitahu LCD bahwa anda sedang mengirimkan sebuah data. Untuk mengirimkan data ke LCD, maka melalui program EN harus dibuat logika low "0" dan set pada dua jalur kontrol yang lain RS dan RW. Ketika dua jalur yang lain telah siap, set EN dengan logika "1" dan tunggu untuk sejumlah waktu tertentu (sesuai dengan datasheet dari LCD tersebut) dan berikutnya set EN ke logika low "0" lagi.

Jalur RS adalah jalur Register Select. Ketika RS berlogika low "0", data akan dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus (seperti clear screen, posisi kursor dll). Ketika RS berlogika high "1", data yang dikirim adalah data text yang akan ditampilkan pada display LCD. Sebagai contoh, untuk menampilkan huruf "T" pada layar LCD maka RS harus diset logika high "1".

Jalur RW adalah jalur kontrol Read/ Write. Ketika RW berlogika low (0), maka informasi pada bus data akan dituliskan pada layar LCD. Ketika RW berlogika high "1", maka program akan melakukan pembacaan memori dari LCD. Sedangkan pada aplikasi umum pin RW selalu diberi logika low "0". Pada akhirnya, bus data terdiri dari 4 atau 8 jalur (bergantung pada mode operasi yang dipilih oleh user). Pada kasus bus data 8 bit, jalur diacukan sebagai DB0 s/d DB7.

3.2.4 RF 1020U Data Transceiver

RF 1020U Data Transceiver merupakan Transmitter sekaligus receiver untuk komunikasi data serial wireless multichannel yang mensupport TTL, RS232, dan RS485. Modul ini bekerja pada pita frekuensi ISM (Industrial, Scientific and Medical) dimana sudah terdaftar secara internasional. Gambar dibawah menampilkan susunan kaki chip tersebut.

Spesifikasi RF 1020U Data Transceiver:

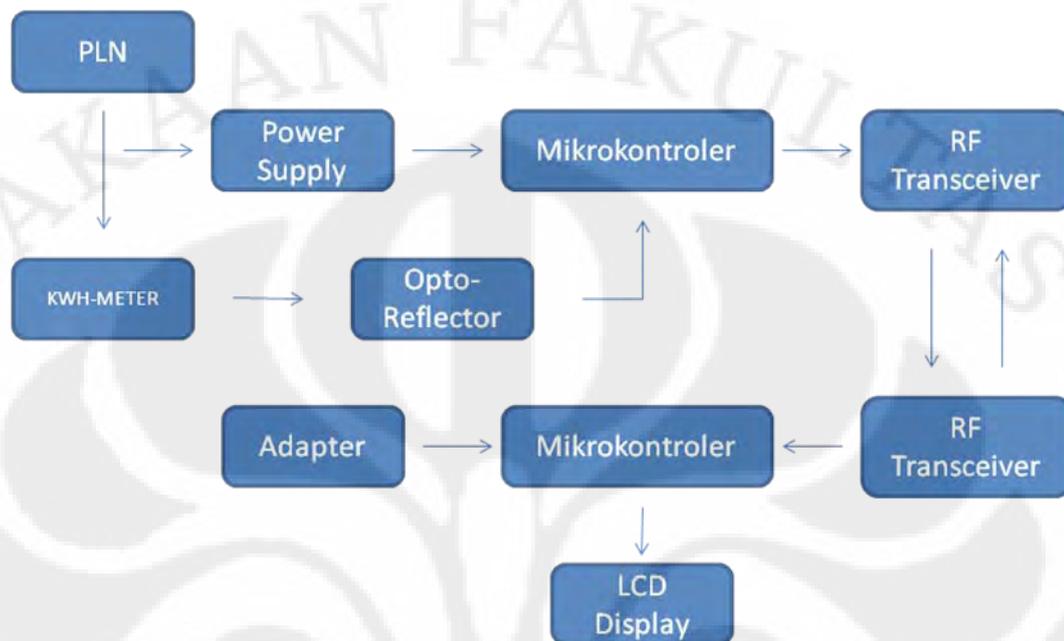
- Carrier frequency : 433MHz
- Interface : RS232/RS485/TTL optional
- Multichannels : channels, expandable for 16/32 channels
- Baud rate in air : 9600
- Jarak transmisi : max 500 meter pada open area
- Transparent data transmission
- Interface format : 8N1
- Modulation : GFSK
- High antiinterference
- Low BER (Bit error Rate)
- Impedance : 50 ohm (SMA antenna port, multiple antenna options available)



Gambar 3.8 Gambar Rangkaian RF 1020U Data Transceiver [21].

3.3 Desain Rangkaian Pembaca KWH Meter Jarak Jauh

3.3.1 Blok diagram rangkaian pencatat Kwh-meter via RF transceiver



Gambar 3.9 Blok Diagram Rangkaian Pembaca Kwh Meter dengan Menggunakan RF 1020U Data Transceiver.

3.3.2 Rangkaian Panel

Rangkaian Panel terdiri dari rangkaian sensor, mikrokontroler, dan RF 1020U Data Transceiver. Rangkaian *sensor* berfungsi sebagai masukan bagi sistem *mikrokontroler*. Rangkaian *sensor* ini akan mendeteksi putaran piringan aluminium pada *KWH Meter*. Pada piringan aluminium diberi tanda garis hitam agar *sensor optocoupler* dapat mendeteksi putaran piringan aluminium tersebut.

Cara kerja dari rangkaian sensor adalah sebagai berikut :

1. Saat piringan aluminium berputar maka garis hitam pada piringan aluminium ikut berputar.
2. Garis hitam tersebut dideteksi oleh *sensor optocoupler* dimana keluarannya berupa data digital “0” dan “1”
3. Pada saat *sensor optocoupler* bertemu garis hitam pada piringan aluminium maka *sinar infra merah* atau *sinar LED* tidak akan terpantul sehingga *sensor optocoupler* menghasilkan keluaran logika “1”,

sedangkan apabila terpantul oleh piringan maka *sensor optocoupler* akan menghasilkan keluaran logika “0”.

4. Data-data logika tersebut kemudian dimasukkan ke rangkaian mikrokontroler untuk diproses selanjutnya.

Setelah data-data yang dihasilkan oleh sensor tersebut diproses oleh mikrokontroler, lalu data-data tersebut akan menjadi input bagi rangkaian RF 1020U data transceiver yang digunakan sebagai pengirim data ke rangkaian control.

3.3.3 Rangkaian Control

Rangkaian Control terdiri dari RF 1020U Data Transceiver, mikrokontroler, dan LCD display. RF 1020U Data Transceiver digunakan sebagai penerima data-data yang dikirimkan oleh rangkaian panel dan memberikan inputan data tersebut bagi mikrokontroler untuk kemudian diproses. Pemrosesan pada mikrokontroler dikhususkan untuk menerjemahkan data yang telah diterima oleh RF 1020U Data Transceiver dan menampilkan hasilnya pada rangkaian LCD display berupa besarnya pemakaian daya yang terbaca pada Kwh-meter.

BAB IV

RANCANG BANGUN DAN PENGUJIAN ALAT

4.1 Perancangan Hardware

Untuk merealisasikan rangkaian pembaca Kwh-Meter ini, langkah pertama yang akan dilakukan adalah menyusun perancangan perangkat kerasnya. Hardware yang akan disusun akan dibagi menjadi 2 bagian. Bagian pertama adalah rangkaian panel yang berfungsi sebagai pendeteksi data dari Kwh-meter yang selanjutnya akan dikirim ke bagian yang lain. Bagian yang kedua adalah rangkaian control yang berfungsi untuk menerima data dari rangkaian panel dan menampikannya pada rangkaian display.

4.1.1 Perancangan Rangkaian Panel

Rangkaian Panel terdiri dari perangkat-perangkat yang berfungsi untuk mengambil data dari Kwh-meter dan mengolahnya menjadi data yang dapat dikirimkan secara wireless pada frekuensi radio. Perangkat yang terdapat pada rangkaian panel ini adalah:

a. **Sensor Opto-reflector**

Sensor ini berfungsi untuk mengambil data dari Kwh-meter dengan cara membaca putaran piringan alumunium yang terdapat pada Kwh-meter dan mengubahnya menjadi pulsa-pulsa listrik.

b. **Mikrokontroler AT89S51**

Mikrokontroler akan mengatur alur kerja dari rangkaian panel ini, mulai dari proses pengambilan data dari KWH-meter, penerimaan sinyal tanda, sampai pengiriman data yang telah disimpan kepada rangkaian kontrol.

c. **RF Transceiver**

Perangkat ini berfungsi untuk menerima sinyal tanda dari rangkaian kontrol dan mengirim sinyal data yang telah disimpan menuju rangkaian Panel.

4.1.2 Perancangan Rangkaian Control

Rangkaian control terdiri dari perangkat-perangkat yang berfungsi untuk menerima data yang telah dikirimkan oleh rangkaian panel dan mengolahnya kembali untuk ditampilkan pada LCD display. Perangkat-perangkat yang ada pada rangkaian control ini adalah:

a. RF Transceiver

Perangkat ini berfungsi untuk mengirimkan sinyal tanda dan menerima sinyal data yang telah dikirimkan oleh rangkaian Panel.

b. Mikrokontroler AT89S51

Mikrokontroler akan mengatur alur kerja dari rangkaian kontrol ini, mulai dari proses pengambilan data, penerimaan data, serta menampilkan data pada LCD display

c. LCD Display

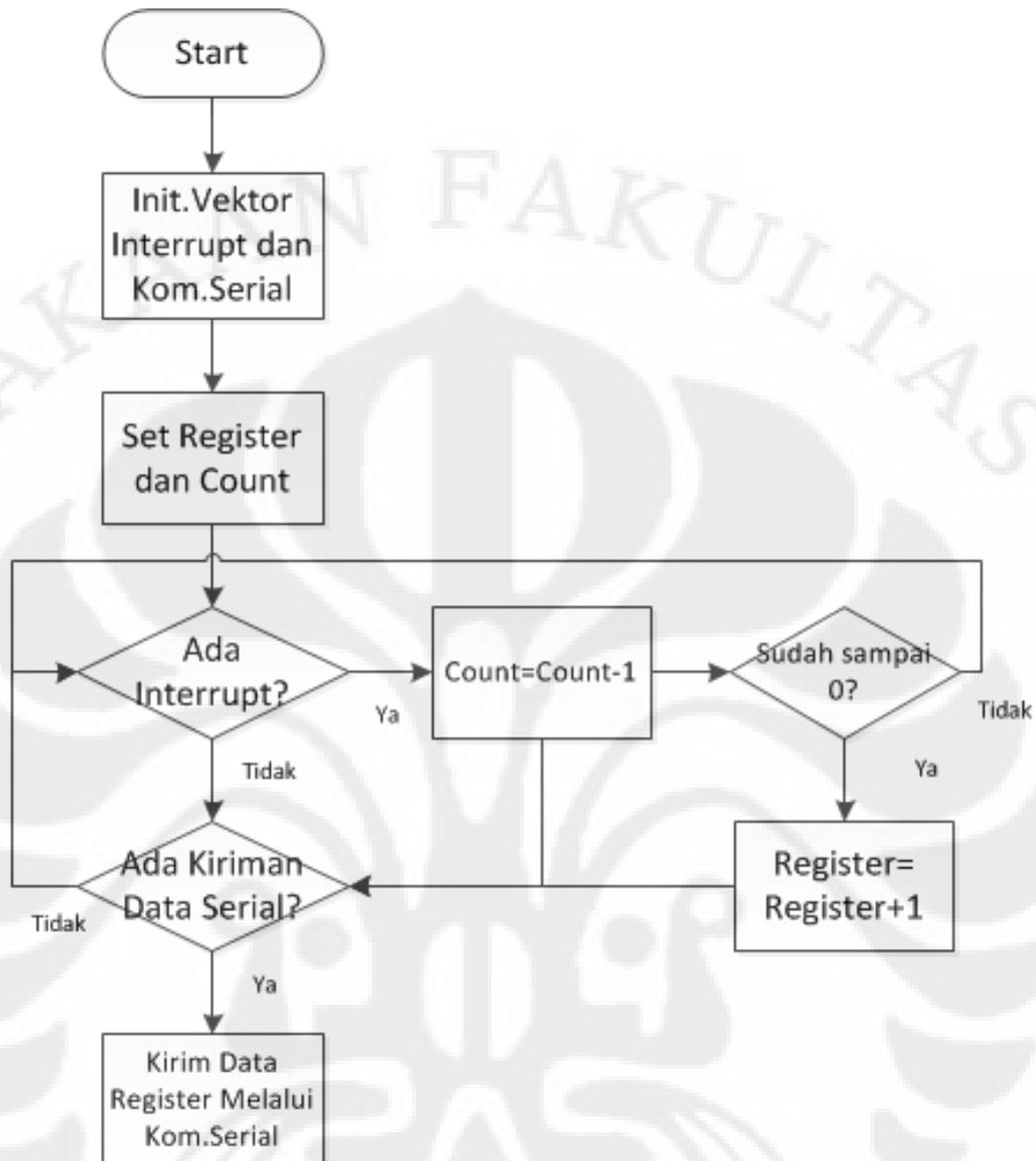
LCD ini akan menampilkan tahap – tahap yang harus dilakukan oleh user, yaitu mengambil data dan melihat data.

4.2 Perancangan Software

Setelah merealisasikan rangkaian perangkat keras sistem, langkah selanjutnya adalah membuat program untuk menjalankan alat tersebut. Program untuk mikrokontroler AT89S51 ini dibuat menggunakan bahasa assembler. Sesudah di-compile menjadi file hexa (*.hex), program ini kemudian di-download ke dalam mikrokontroler menggunakan mikrokontroler programmer.

4.2.1 Perancangan Software pada Rangkaian Panel

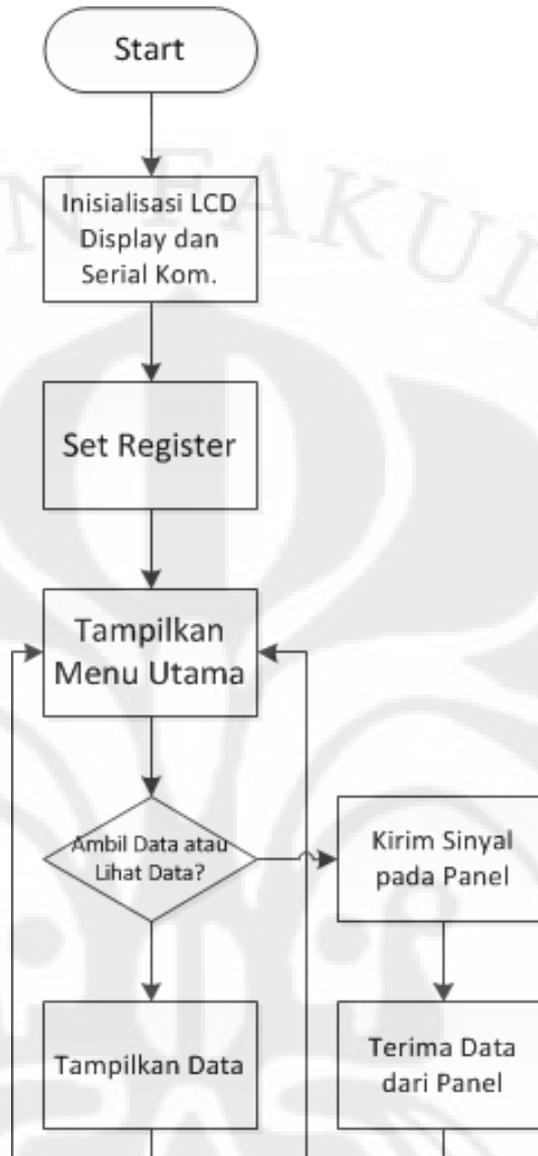
Program untuk rangkaian Panel terdiri dari program untuk mendeteksi pulsa – pulsa yang dihasilkan dari sensor, menghitung jumlah pulsa sesuai dengan karakteristik Kwh-Meter, dan program untuk mempersiapkan data – data yang akan dikirimkan melalui Transceiver. Berikut adalah flow-chart dari program pada rangkain panel.



Gambar 4.1 Flow chart program pada rangkain panel.

4.2.2 Perancangan Software pada Rangkaian Control

Program untuk rangkaian control terdiri dari program untuk menampilkan data pada LCD Display dan program untuk menerima data – data yang akan dikirimkan oleh rangkaian panel.



Gambar 4.2 Flow chart program pada rangkaian control.

4.3 Pengujian Bagian – Bagian Rangkaian

Setelah semua komponen terpasang dan program selesai disusun, maka langkah berikutnya adalah melakukan pengujian alat. Pengujian ini dilakukan secara bertahap dari satu rangkaian ke rangkaian berikutnya.

4.3.1. Pengujian Rangkaian Sensor

Rangkaian *sensor* diuji dengan cara mengukur tegangan keluaran dari rangkaian sensor jika piringan aluminium diputar. Pengukuran dilakukan dengan menempatkan sensor yang telah diberi sumber tegangan DC 5 Volt dibawah

bagian piringan alumunium yang diberi tanda hitam dan dibawah bagian yang tidak diberi tanda. Hasil keluaran dari *sensor optocoupler* seperti yang tampak pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4



Gambar 4.3 Pulsa dari keluaran sensor pada piringan tanpa tanda.



Gambar 4.4 Pulsa dari keluaran sensor pada piringan bertanda.

Dari hasil pengujian terhadap rangkaian sensor maka dapat disimpulkan bahwa rangkaian sensor tersebut akan membaca logika 0 saat terpantul piringan alumunium tanpa tanda dan akan membaca logika 1 saat sensor tidak terpantul piringan yang diberi tanda hitam. Jadi dapat disimpulkan bahwa rangkaian sensor ini bekerja dengan baik.

4.3.2 Pengujian Rangkaian Mikrokontroler

Rangkaian mikrokontroler diuji dengan cara memasukkan program sederhana untuk menyalakan *LED* yang dihubungkan dengan salah satu port keluaran mikrokontroler. Dalam pengujian ini, digunakan Port 2.

Langkah pertama pengujian adalah dengan membuat suatu rangkaian yang terdiri dari 8 buah *LED* yang *anoda*-nya dihubungkan bersama ke tegangan +5 volt DC dan pada bagian *katodanya* dihubungkan ke pin – pin dari port 0 mikrokontroler melalui *jumper*. Langkah selanjutnya adalah membuat program sederhana untuk menyalakan *LED* tersebut. Program yang dibuat untuk pengujian ini adalah sebagai berikut :

```

ORG 0H
MOV A,#01H
MULAI: MOV P2,A
ACALL DELAY
RL A
SJMP MULAI
DELAY: MOV R0,#0
DELAY1: MOV R1,#0
DELAY2: DJNZ R1,DELAY2
DJNZ R0,DELAY1
RET
END

```

Program ini kemudian *dicompile* dan dimasukkan ke dalam mikrokontroler dengan bantuan *programmer*. Setelah mikrokontroler dipasang ke rangkaian, dari hasil percobaan yang dilakukan, program berjalan dengan baik dengan bergesernya nyala *LED* ke kiri. Hal ini berarti rangkaian mikrokontroler sudah berjalan dengan baik.

4.3.3. Pengujian Rangkaian Display

Rangkaian *display* diuji dengan cara menampilkan tulisan “welcome” pada LCD display yang telah diprogram dalam mikrokontroler. Dari hasil percobaan, dapat dilihat pada Gambar 4.5 LCD display menampilkan tulisan “welcome” pada baris pertama. Jadi rangkaian LCD display yang digunakan dapat berjalan dengan baik.



Gambar 4.5 Tampilan pada pengujian LCD display.

4.3.4. Pengujian RF Transceiver

Pengujian pada RF Transceiver dapat dilakukan dengan mengirimkan data serial dari Port 3 pada rangkaian control menuju Port 2 dari rangkaian control pada jarak tertentu. Dalam hal ini pengujian dilakukan dengan menyalakan LED yang telah dihubungkan dengan Port 2 dari rangkaian panel setelah salah satu switch pada Port 3 dari rangkaian control ditekan. Pengiriman data serial ini dapat dilakukan dengan menggunakan program transmit untuk mengirim dan program terima untuk menerima. Baud rate yang digunakan pada program ini adalah 9600bps yang diinisialisasikan dahulu, sesuai dengan karakteristik RF Transceiver yang digunakan. Programnya adalah sebagai berikut :

TERIMA:

```
CLR RI
JNB RI,$
CLR RI
MOV A,SBUF
RET
```

TRANSMIT:

```
CLR TI
MOV SBUF,A
JNB TI,$
CLR TI
RET
```

Berikut merupakan hasil pengujian RF Data Transceiver pada jarak tertentu dimana Rangkaian Panel ditempatkan di Laboratorium Digital Lantai.3 Departemen Teknik Elektro dan Rangkaian Control pada tempat tertentu.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Jarak pada RF Data Transceiver

Posisi Rangkaian Control	Estimasi Jarak terhadap Rangkaian Panel	Pengiriman Data	Penerimaan Data
Lab.Digital (Lt.3)	1 meter	Baik	Baik
Lab.Digital (Lt.3)	5 meter	Baik	Baik
Lt.1 Departemen	10 meter	Baik	Baik
Gazebo 1	15 meter	Baik	Baik
Gazebo 2	50 meter	Kurang Baik	Kurang Baik

Dari hasil percobaan yang dilakukan, program berjalan dengan baik dengan menyalanya LED setelah switch ditekan. RF Data Transceiver yang digunakan memiliki kemampuan untuk berkomunikasi sampai jarak 500m pada ruang terbuka, namun pada pengujian ini RF Data Transceiver yang digunakan hanya dapat berkomunikasi dengan baik sampai jarak 50m. Hal ini terjadi karena pengujian dilakukan pada area yang memiliki banyak halangan bagi kedua rangkaian. Pada pengujian pertama dan kedua dilakukan pada ruangan yang sama sehingga tidak ada gangguan yang berarti. Lalu pengujian ketiga dan keempat dilakukan dengan halangan 2 lantai dan tambahan jarak, sehingga kemampuan berkomunikasi sudah berkurang tetapi masih mendapatkan hasil yang baik. Pada pengujian terakhir, posisi rangkaian control sudah cukup jauh untuk dapat berkomunikasi ditambah dengan halangan-halangan lain yang membatasi antara kedua rangkaian tersebut sehingga komunikasi antara keduanya sudah tidak optimal, dan rangkaian kadang-kadang tidak dapat saling berkomunikasi.

4.3.5. Pengujian Program pada Setiap Rangkaian

Langkah selanjutnya setelah bagian *hardware* selesai diuji adalah menguji bagian program yang telah dimasukkan ke dalam *mikrokontroler*. Pengujian pada rangkaian panel dapat dilakukan dengan memberikan perubahan input dari 1 ke 0 dengan menggunakan switch pada bagian INT0 di P3.2 dari mikrokontroler. Lalu melihat isi dari register yang digunakan untuk menyimpan data. Setiap 125 kali perubahan input pada P3.2 terdapat penambahan isi dari register sebesar 1.

Untuk pengujian pada rangkaian control, dapat dilihat dari tampilan LCD display yang menampilkan pilihan yang harus dipilih user, yaitu “1.Ambil Data” pada baris pertama dan “2.Lihat Data” pada baris kedua yang dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Tampilan LCD pada rangkaian Control.

Dari kedua pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa program pada setiap rangkaian dapat bekerja dengan baik.

4.4. Pengujian Alat Keseluruhan

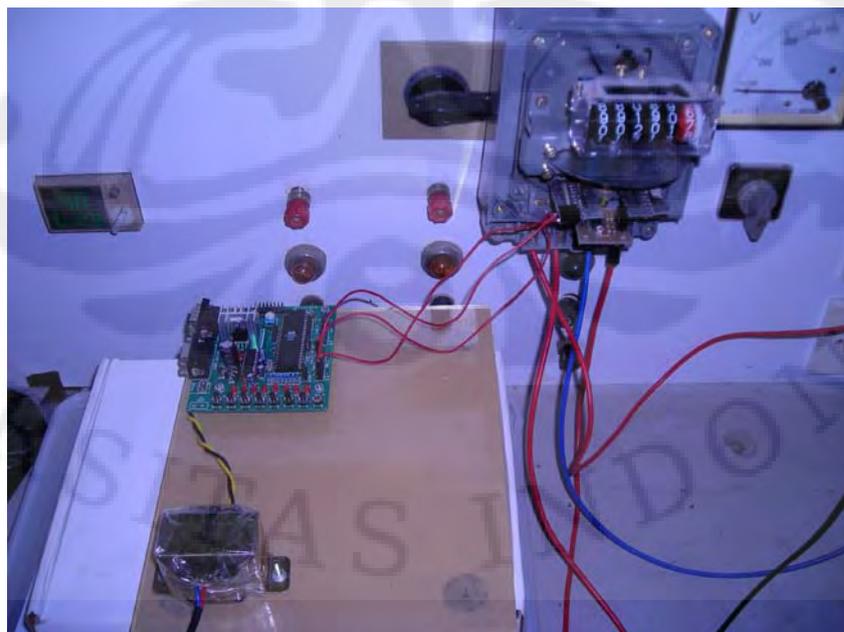
Pengujian alat secara keseluruhan dilakukan dengan cara menghubungkan semua bagian-bagian alat dan pada *KWH Meter* dihubungkan ke sumber dan pada beban. Pengujian sederhana dilakukan dengan menghubungkan alat pada beban sebesar 2640 Watt dan membandingkan setiap perubahan satuan pada *KWH-meter* dengan data yang ditampilkan pada LCD Display. Hasil perbandingan data dapat dilihat pada tabel berikut.

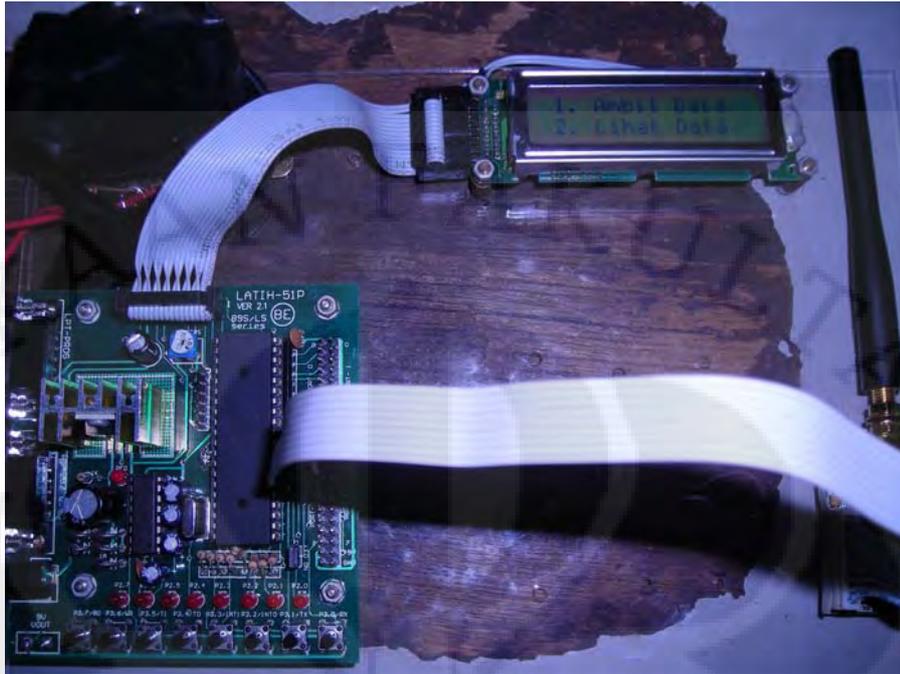
Tabel 4.2 Perbandingan Data pada KWH-meter dan LCD Display.

Terbaca pada KWH-meter (Rangkaian Panel)	Terbaca pada LCD display (Rangkaian Control)
00000,1	00000,1
00000,2	00000,2
00000,9	00000,9
00001,0	00001,0
00001,3	00001,3
00001,4	00001,4
00003,1	00003,1
00003,2	00003,2

Dari data-data pada tabel diatas, dapat diambil kesimpulan bahwa alat secara keseluruhan sudah berjalan sesuai dengan desain yang dibuat dan dapat bekerja dengan baik.

4.5. Gambar Alat

**Gambar 4.7** Rangkaian Panel pada Waktu Pengujian.



Gambar 4.8 Rangkaian Control pada Waktu Pengujian.

4.6 Prosedur Penggunaan Alat

Untuk dapat menggunakan alat ini dengan baik, maka harus diperhatikan langkah-langkah pemasangan dan penggunaan alat ini sebagai berikut:

4.6.1 Pemasangan Rangkaian Panel

- a. Pasang Sensor Opto-Reflector tepat dibawah piringan aluminium kwh-meter dengan tegak sehingga pantulan infra merah dapat tertangkap sensor dengan baik.
- b. Hubungkan kabel – kabel yang ada dengan komposisi dari kiri ke kanan Ground – Vcc – Data pada sensor. Lalu sesuaikan dengan Vcc dan Ground pada mikrokontroler dan hubungkan kabel yang terhubung dengan Data ke pin P3.2 pada mikrokontroler.
- c. Hubungkan RF-Transceiver dengan mikrokontroler dengan komposisi Vcc dan Ground pada RF dengan Vcc dan Ground pada mikrokontroler, lalu hubungkan pula pin P3.0 (Rx) pada mikrokontroler dengan pin Tx pada RF dan pin P3.1 (Tx) pada mikrokontroler dengan pin Rx pada RF.
- d. Hubungkan Power pada mikrokontroler dengan sumber yang ada.

4.6.2 Pemasangan Rangkaian Control

- a. Hubungkan LCD Display dengan konfigurasi :
 - i. Pin Rs pada LCD dengan P1.2 pada mikrokontroler.
 - ii. Pin En pada LCD dengan P1.3 pada mikrokontroler.
 - iii. Pin W/R pada LCD dengan P1.4 pada mikrokontroler.
 - iv. Pin D0-D7 pada LCD dengan P0 pada mikrokontroler.
 - v. Dan pin Vcc – Ground pada tempatnya.
- b. Hubungkan RF-Transceiver dengan mikrokontroler dengan komposisi sama seperti yang dilakukan pada rangkaian panel.
- c. Hubungkan power dengan sumber yang tersedia.

4.6.3 Penggunaan

- a. Untuk dapat mulai mencatat dengan menggunakan alat ini, user dapat menghidupkan rangkaian control dengan memastikan rangkaian panel juga menyala.
- b. Pada LCD Display akan ditampilkan kata pembuka “Welcome” lalu akan dilanjutkan dengan menampilkan 2 menu, yaitu “1. Ambil Data” dan “2. Lihat Data”.
- c. Untuk memilih menu 1, user dapat menekan tombol switch pada P3.7. Lalu akan muncul tampilan “Loading Data” selama beberapa saat dan akan kembali ke menu utama. Jika tampilan “Loading Data” tidak menghilang, itu menandakan data tidak dapat diambil dikarenakan sinyalnya tidak sampai. Bila itu terjadi ubah posisi anda lebih dekat dengan rangkaian panel yang ingin diambil datanya dengan terlebih dahulu mereset rangkaian control.
- d. Setelah kembali ke menu utama, user dapat memilih menu 2 dengan menekan tombol switch pada P3.6. Lalu akan muncul tampilan “Besaran Pemakaian” pada Line 1 dan data yang diinginkan pada Line 2 (contoh: 00032,4). Angka yang muncul merupakan data yang telah diambil dari rangkaian panel dan sesuai dengan yang tertera pada Kwh-Meter. Untuk kembali ke menu utama, user hanya tinggal menekan kembali tombol pada P3.6.

BAB V

KESIMPULAN

Dari perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, penulis mendapatkan beberapa kesimpulan, yaitu:

- a. Sensor Opto-reflector yang digunakan harus ditempatkan dengan baik dibawah piringan alumunium agar dapat membedakan terang dan gelap dengan baik.
- b. Program baik pada rangkaian Panel maupun pada rangkaian Control berjalan sesuai dengan flow chart yang dibuat.
- c. Rangkaian Panel dan rangkaian Control dapat saling berkomunikasi satu sama lain dengan menggunakan RF Transceiver yang mengirim data sekaligus menerima data pada setiap rangkaianannya (dua arah).
- d. RF Data Transceiver dapat mengirim dan menerima informasi dengan baik sampai jarak kurang dari 50 meter pada kondisi adanya gedung dengan berbagai macam penghalang didalamnya.
- e. LCD Display dapat menampilkan data-data yang diterima pada rangkaian control.
- f. Penggunaan RF sebagai media transmisi data akan mencapai hasil maksimal dengan kondisi tanpa halangan (open area) dengan posisi antena 2 meter diatas permukaan tanah.
- g. Penggunaan media lain seperti bluetooth dan infra merah dapat dipertimbangkan untuk menggantikan RF sebagai pemberi dan penerima data.
- h. Tambahan komponen EEPROM pada rangkaian panel merupakan solusi dari permasalahan aplikasi ini untuk menyimpan data secara permanen walaupun sedang dalam keadaan off.

DAFTAR ACUAN

- [1] Tim Prasimax. “Apa itu Mikrokontroler”. Tutorial MCS-51. 10 Maret 2009
<<http://www.mikron123.com/index.php/Tutorial-MCS-51/Apa-itu-Mikrokontroler.html>>
- [2] Tim Asisten Laboratorium Digital DTE FTUI. “Percobaan IV – Aplikasi Mikrokontroler”. *Modul Praktikum Mikroprosesor, Modul 4*, Maret 2008: 20.
- [3] ----. “Percobaan IV – Aplikasi Mikrokontroler”. Modul Praktikum Mikroprosesor, Modul 4, Maret 2008: 23 – 24.
- [4] ----. “Percobaan IV – Aplikasi Mikrokontroler”. Modul Praktikum Mikroprosesor, Modul 4, Maret 2008: 25.
- [5] “ Instruksi Copy Data. ”Tutorial Microcontroller. 12 Februari 2009
<<http://www.mytutorialcafe.com/mikrokontrollersetinstruksi.htm>>
- [6] “ Instruksi Aritmatika. ”Tutorial Microcontroller. 12 Februari 2009.
<<http://www.mytutorialcafe.com/mikrokontrollersetinstruksi2.htm>>
- [7] “Instruksi Logika. ”Tutorial Microcontroller. 12 Februari 2009
<<http://www.mytutorialcafe.com/mikrokontrollersetinstruksi3.htm>>
- [8] “Instruksi Lompatan. ”Tutorial Microcontroller. 12 Februari 2009
<<http://www.mytutorialcafe.com/mikrokontrollersetinstruksi4.htm>>
- [9] Ayala, Kenneth J. *The 8051 Microcontroller Architecture, Programming, and Applications*. Western Carollina University, 1991: 90
- [10] Ayala, Kenneth J. *The 8051 Microcontroller Architecture, Programming, and Applications*. Western Carollina University, 1991: 89
- [11] Tim Asisten Laboratorium Digital DTE FTUI. “Percobaan IV – Aplikasi Mikrokontroler ”. Modul Praktikum Mikroprosesor, Modul 4, Maret 2008: 25 - 26.

- [12]“Komunikasi Serial.” Pelatihan Lanjut Mikrokontroler AT89X, Batara Elektrindo, 16 Desember 2003: 15.
- [13]“Komunikasi Sinkron dan Asinkron.” Pelatihan Lanjut Mikrokontroler AT89X, Batara Elektrindo, 16 Desember 2003: 16 - 18.
- [14]“Mode Operasi Port Serial.” Pelatihan Lanjut Mikrokontroler AT89X, Batara Elektrindo, 16 Desember 2003: 19 - 21.
- [15]“Baud Rate Serial.” Pelatihan Lanjut Mikrokontroler AT89X, Batara Elektrindo, 16 Desember 2003: 22 – 23.
- [16]Tim Prasimax.”Arsitektur Mikrokontroler MCS-51 ”. Tutorial MCS-51. 10 Maret 2009 <<http://www.mikron123.com/index.php/Tutorial-MCS-51/Arsitektur-Mikrokontroler-MCS-51.html>>
- [17]Hafrizah. “Alat Penghitung Pemakaian Listrik Digital”. Kumpulan Skripsi. 5 April 2009: 26 <<http://harifzah.files.wordpress.com/2008/03/bab-2-teori-penunjang.pdf>>
- [18]----. “Alat Penghitung Pemakaian Listrik Digital”. Kumpulan Skripsi. 5 April 2009: 27 <<http://harifzah.files.wordpress.com/2008/03/bab-2-teori-penunjang.pdf>>
- [19]----. “Alat Penghitung Pemakaian Listrik Digital”. Kumpulan Skripsi. 5 April 2009: 28 <<http://harifzah.files.wordpress.com/2008/03/bab-2-teori-penunjang.pdf>>
- [20]“LCD Karakter.”Tutorial Mikrokontroler MCS-51. 12 Februari 2009 <<http://www.mytutorialcafe.com/mikrokontrollerbab4LCDKarakter.htm>>
- [21]“KYL-1020U Serial RF modules”. Klinik Robot. 5 Juni 2009 <http://indonetwork.co.id/klinik_robot/prod/kyl-1020u-serial-rf-modules-433mhz-data-transceiver.htm>

DAFTAR PUSTAKA

- Tim Prasimax. “Apa itu Mikrokontroler”. Tutorial MCS-51. 10 Maret 2009
<<http://www.mikron123.com/index.php/Tutorial-MCS-51/Apa-itu-Mikrokontroler.html>>
- “Instruksi Copy Data.”Tutorial Microcontroller. 12 Februari 2009
<<http://www.mytutorialcafe.com/mikrokontrollerasetinstruksi.htm>>
- “Instruksi Aritmatika. ”Tutorial Microcontroller. 12 Februari 2009.
<<http://www.mytutorialcafe.com/mikrokontrollerasetinstruksi2.htm>>
- “Instruksi Logika. ”Tutorial Microcontroller. 12 Februari 2009
<<http://www.mytutorialcafe.com/mikrokontrollerasetinstruksi3.htm>>
- “Instruksi Lompatan. ”Tutorial Microcontroller. 12 Februari 2009
<<http://www.mytutorialcafe.com/mikrokontrollerasetinstruksi4.htm>>
- Ayala, Kenneth J.The 8051 Microcontroller Architecture, Programming, and Applications. Western Carollina University, 1991.
- Tim Asisten Laboratorium Digital DTE FTUI. “Percobaan IV – Aplikasi Mikrokontroler ”. Modul Praktikum Mikroprosesor, Modul 4, Maret 2008.
- “Komunikasi Serial.” Pelatihan Lanjut Mikrokontroler AT89X, Batara Elektrindo, 16 Desember 2003.
- Tim Prasimax.”Arsitektur Mikrokontroler MCS-51 ”. Tutorial MCS-51. 10 Maret 2009
<<http://www.mikron123.com/index.php/Tutorial-MCS-51/Arsitektur-Mikrokontroler-MCS-51.html>>
- Hafrizah. “Alat Penghitung Pemakaian Listrik Digital”. Kumpulan Skripsi. 5 April 2009
<<http://harifzah.files.wordpress.com/2008/03/bab-2-teori-penunjang.pdf>>
- “LCD Karakter.”Tutorial Mikrokontroler MCS-51. 12 Februari 2009
<<http://www.mytutorialcafe.com/mikrokontrollerbab4LCDKarakter.htm>>

“KYL-1020U Serial RF modules”. Klinik Robot. 5 Juni 2009
<http://indonetwork.co.id/klinik_robot/prod/kyl-1020u-serial-rf-modules-433mhz-data-transceiver.htm>

