

**RANCANG BANGUN  
PROSES PENYAMBUNGAN SWITCHING PADA  
SISTEM PLC (POWER LINE COMMUNICATION)**

**TUGAS AKHIR**

Oleh

**RITA KRISTIANA**

**06 06 04 288 5**



**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA  
GENAP 2007/2008**

**RANCANG BANGUN  
PROSES PENYAMBUNGAN SWITCHING PADA  
SISTEM PLC (POWER LINE COMMUNICATION)**

**TUGAS AKHIR**

Oleh

**RITA KRISTIANA**

**06 06 04 288 5**



**TUGAS AKHIR INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI  
SEBAGIAN  
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA  
GENAP 2007/ 2008**

## **PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul :

### **”RANCANG BANGUN PROSES PENYAMBUNGAN SWITCHING PADA SISTEM PLC (POWER LINE COMMUNICATION)”**

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada program studi Teknik Elektro Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 11 Juli 2008

Rita Kristiana

NPM. 06 06 04 288 5

# PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul :

## **“RANCANG BANGUN PROSES PENYAMBUNGAN SWITCHING PADA SISTEM PLC (POWER LINE COMMUNICATION)”**

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Tugas Akhir ini telah diujikan pada sidang ujian tugas akhir pada tanggal 4 Juli 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai tugas akhir pada Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 11 Juli 2008

Dosen Pembimbing,

Dr.Ir. Arman Djohan

NIP. 131 476 472

## UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan nikmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Dalam kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih khususnya kepada Bapak **Dr. Ir. Arman Djohan Diponegoro, M.Eng** dan Bapak **Arief Udhiarto, ST.MT** selaku pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan gagasan, konsultasi, petunjuk, saran-saran, dan motivasi serta kemudahan lainnya sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Selain itu juga penulis ingin mengucapkan ucapan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua yang telah memberikan bantuannya serta dukungannya.
2. Mbak Ihda, mas Adhi, Trio (Avi, Ori, Otta), mas Ajik, mas Yogi atas bantuan dan dukungannya.
3. Spesial untuk dek Ratih yang menjadi sumber motivasi dan penyemangatku untuk selalu berusaha memberikan yang terbaik.
4. Zaenal dan Mery atas bantuan dan dukungannya.
5. Dan semua pihak lain yang telah membantu penyelesaian tugas akhir ini.

Rita Kristiana  
NPM 06 06 04 288 5  
Departemen Teknik Elektro

Dosen Pembimbing  
Dr.Ir. Arman Djohan

## RANCANG BANGUN PROSES PENYAMBUNGAN SWITCHING PADA SISTEM PLC (POWER LINE COMMUNICATION)

### ABSTRAK

Dalam tugas akhir ini dirancang dan dibuat prototype sebuah sistem pengontrol *switching* untuk proses pengontrol *switching* pada sistem komunikasi PLC (*Power Line Communication*). Sistem pengontrol *switching* tersebut menggunakan mikrokontroler sebagai pengatur proses *switching*. Di dalam sistem ini, mikrokontroler mengatur beberapa tugas diantaranya adalah menerima data identitas pemanggil dan yang dipanggil dari mikrokontroler pelanggan, memeriksa kanal frekuensi untuk fasa yang dipanggil, memberikan indikator status *switching* ke mikrokontroler pelanggan dan mengirim bit-bit ke rangkaian *switching* sesuai dengan kontak *switching* pemanggil dengan kontak *switching* yang dipanggil.

Pembuatan prototype sistem pengatur *switching* ini menggunakan implementasi dari sistem tiga fasa yang berasal dari kabel listrik dan pemakaian frekuensi *carrier* sebesar 300 kHz - 400 kHz dalam setiap fasa. *Bandwidth* yang digunakan adalah sebesar 20 kHz. Dalam perancangan ini digunakan 5 buah kanal dan 5 pelanggan dalam setiap fasa. Setiap kanal tersebut bisa digunakan oleh lima pelanggan secara bergantian. Sistem pengatur *switching* ini dapat menghasilkan 75 kemungkinan titik *switching* pelanggan. Sistem penomoran yang merupakan ID pelanggan pada perancangan ini menggunakan dua digit yang masing-masing digit merepresentasikan kode fasa dan kode kanal untuk bagian pemanggil. Sedangkan untuk bagian yang dipanggil merepresentasikan kode fasa dan kode pelanggan.

Rancang bangun prototype sistem pengatur *switching* tersebut selanjutnya diharapkan dapat dibuat dan dikembangkan ke tahap berikutnya menjadi suatu sistem *switching* yang terintegrasi untuk komunikasi telepon via modem PLC.

**Kata kunci : *Switching*, penyambungan, PLC, Mikrokontroler AT89S53**

Rita Kristiana  
NPM 06 06 04 288 5  
Electrical Department Engineering

Counsellor  
Dr.Ir. Arman Djohan

## DESIGN AND CONSTRUCTION OF SWITCHING ON PLC (POWER LINE COMMUNICATION) SYSTEM

### ABSTRACT

This final project has designed a controller *switching* system that processed the dialing *switching* on the PLC communication system (Power Line Communication). Controlling *switching* system used a microcontroller as controller of *switching* process. The mikrokontroler managed many tasks namely accept the calling ID and called ID from microcontroller subscriber, checking the frequency channel of every electrical phase which is called, send a switching state indicator to microcontroller subscriber and transfer bit code to switching contact calling with called switching contact.

This construction of switching controller was consist of the three electrical phases and several carrier frequencies between 300 KHz - 400 KHz of each electrical phase. Each carrier had 20 KHz bandwidth. Every electrical phase consist of 5 channels and 5 subscriber. Every channel were used by 5 subscribers one by one. The switching controller can yield the 75 switching point probability.

The numbering system use 2 digit. 1 digit indicated the channel code and the other 1 digit indicated the phase code of calling subscriber or called subscriber. The number of called subscriber was consist of 1 digit of the electrical phase code and 1 digit of subscriber number.

Design of the *switching* system that hereafter been expected to develop to the next phase as a *switching* system. The switching system integrated to whole communication system thought PLC modem.

**Keywords : *Switching*, connecting, PLC, Mikrokontroler AT89S53**

# DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL	ii
LEMBAR KEASLIAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 PERUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN PENULISAN	2
1.4 PEMBATASAN MASALAH	3
1.5 METODOLOGI	3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB II DASAR TEORI	5
2.1 PLC ( <i>POWER LINE COMMUNICATION</i> )	5
2.1.1 Prinsip Dasar PLC	5
2.1.1.1 Modulasi Data PLC	6
2.1.1.2 Rangkaian Coupler	7
2.1.1.3 Amplifier	8
2.1.2 Karakteristik-karakteristik PLC	9
2.1.2.1 Noise	9
2.1.2.2 Atenuasi	9
2.1.2.3 Distorsi	9
2.1.3 Keuntungan PLC	10



2.2 SENTRAL SWITCHING	10
2.2.1 Switching Dalam Jaringan Telepon	11
2.2.2 Penomeran Sebagai Dasar Switching	11
2.2.3 Konsep Dasar Switching	12
2.2.4 Fungsi Dasar Switching	14
2.2.5 Prosedur Layanan Sentral Switching	15
2.3 Microcontroler AT89S53	17
2.3.1 Konfigurasi Mikrkontroler AT89S53	18
2.3.2 Blok Diagram AT89S53	20
2.4 Programable Peripheral Interface (PPI) 8255	21
2.4.1 Konfigurasi PPI 8255	21
2.4.2 Blok Diagram PPI 8255	22
2.4.3 Desain Operasional PPI 8255	24
2.5 DT-51 Minimum Sistem	25
2.5.1 Peta Memori DT-51	25
BAB III RANCANG BANGUN SISTEM SWITCHING	27
3.1 BLOK DIAGRAM SISTEM	28
3.1.1 Blok Diagram Sistem Switching	28
3.1.2 Blok Diagram Sistem Pengatur Switching	30
3.2 PRINSIP KERJA SISTEM	31
3.2.1 Prinsip Kerja Switching Keseluruhan	31
3.2.2 Prinsip Kerja Sistem Pengatur Switching	32
3.3 PERANCANGAN HARDWARE	33
3.3.1 Keypad	33
3.3.2 Minimum Sistem DT-51	34
3.3.3 LCD	35
3.3.4 LED (Light Emiting Diode)	36
3.3.5 Hasil Akhir Alat	37
3.4 PERANCANGAN SOFTWARE	38
3.4.1 Flowchart	39

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA SISTEM	41
4.1 LANGKAH-LANGKAH PENGUJIAN	41
4.2 DATA HASIL PENGUJIAN	45
4.3 ANALISA DATA	46
BAB V KESIMPULAN	48
DAFTAR ACUAN	49
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1</b> Jaringan Teknologi PLC	6
<b>Gambar 2.2</b> Bagian-bagian peralatan coupling	8
<b>Gambar 2.3</b> Ilustrasi proses terjadinya suatu panggilan	14
<b>Gambar 2.4</b> Konfigurasi Pin AT89S53	18
<b>Gambar 2.5</b> Blok Diagram AT89S53	20
<b>Gambar 2.6</b> Konfigurasi pin PPI 8255	22
<b>Gambar 2.7</b> Blok Diagram PPI 8255	22
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Blok Sistem Switching PLC	29
<b>Gambar 3.2</b> Diagram blok sistem pengatur switching	30
<b>Gambar 3.3</b> DT-I/O Keypad Module	34
<b>Gambar 3.4</b> Modul Minimum Sistem DT-51	35
<b>Gambar 3.5</b> LCD 2x16	36
<b>Gambar 3.6</b> <i>Konfigurasi LED</i>	37
<b>Gambar 3.7</b> Hasil Akhir Alat	37
<b>Gambar 3.8</b> <i>Flowchart Sistem Pengatur Switching</i>	39
<b>Gambar 4.1</b> Alat pengujian	41
<b>Gambar 4.2</b> Alat uji dalam kondisi aktif	42
<b>Gambar 4.3</b> Simulasi input ID pemanggil	42
<b>Gambar 4.4</b> Simulasi pendeteksian ID pemanggil	43
<b>Gambar 4.5</b> Simulasi input ID yang dipanggil	43
<b>Gambar 4.6</b> Simulasi pencarian kanal pemanggil	44
<b>Gambar 4.7</b> Simulasi kondisi switching	44
<b>Gambar 4.8</b> Simulasi pengiriman bit-bit kontak switching	44
<b>Gambar 4.9</b> Simulasi pengiriman bit kontak switching pada kondisi busy	45

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 2.1</b> Prosedur Panggilan dalam layanan sentral switching	16
<b>Tabel 4.1</b> Tabel pengujian untuk kondisi pertama	45
<b>Tabel 4.2</b> Tabel pengujian untuk kondisi kedua	46

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<b>Lampiran 1</b> Tabel Erlang	54
<b>Lampiran 2</b> Blok Diagram Rangkaian DT-51	56

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Komunikasi merupakan suatu hal yang sangat penting bagi setiap orang. Kebutuhan masyarakat akan layanan komunikasi semakin meningkat dikarenakan tingginya kesadaran masyarakat tentang pentingnya informasi baik berupa data ataupun suara yang dapat diperoleh secara cepat dan mudah. Salah satu bentuk komunikasi yang paling banyak digunakan dan dibutuhkan adalah komunikasi suara. Layanan komunikasi suara yang paling mudah diperoleh adalah melalui telepon.

Telepon sampai saat ini masih menjadi pilihan utama sebagai sarana komunikasi suara, karena mudah dalam penggunaan, cepat dan tarif relatif murah. Layanan telepon yang tersedia saat ini belum dapat menjangkau ke semua lapisan masyarakat terutama yang tinggal di pedesaan dikarenakan belum terbangunnya jaringan telepon secara merata oleh pemerintah dan penyedia jasa layanan telepon. Hal ini diakibatkan besarnya biaya dan sulitnya pembangunan jaringan telepon terutama di pedesaan. Kondisi ini sangat berbeda dengan terpenuhinya kebutuhan masyarakat akan listrik. Saat ini sudah dibangun jaringan listrik hampir semua tempat termasuk di pedesaan sehingga masyarakat dengan mudah dan cepat dapat menikmati manfaat tersedianya jaringan listrik.

Untuk memenuhi kebutuhan akan layanan komunikasi khususnya suara yang cepat, handal dan ekonomis maka di perlukan suatu teknologi yang tepat. Teknologi PLC (power Line Communications) diharapkan dapat menjadi solusinya. PLC merupakan teknologi yang memanfaatkan aliran listrik yang berbentuk gelombang sinusoida sebagai media komunikasi sinyal suara dan data dari jaringan listrik yang sudah ada yang dibangkitkan oleh pusat-pusat pembangkit dalam bentuk 3 fasa. Dengan teknologi PLC sinyal-sinyal komunikasi data dan suara dapat ditumpangkan atau diinjeksikan ke jaringan listrik tegangan rendah 220 Volt yang memiliki frekuensi 50/60 Hz. Sehingga kita dapat memanfaatkan PLC untuk komunikasi data dan suara (telepon) dimana saja dan kapan saja selama tersedia jaringan kabel listrik.

Dalam suatu sistem komunikasi suara (telepon) pada PLC terdapat komponen-komponen pendukung salah satunya adalah *switching* yang berfungsi untuk menghubungkan antar pelanggan yang ingin berkomunikasi dapat terlaksana. Sistem *switching* didalam PLC ini dibuat berbeda dengan sistem *switching* telepon pada umumnya karena PLC bekerja dengan memanfaatkan jaringan listrik dalam bentuk 3 fasa sebagai media transmisinya.

Pada tugas akhir perancangan sistem pengatur *switching* ini menggunakan mikrokontroler AT89S53 sebagai pengontrolnya. Mikrokontroler ini akan menerima identitas data pemanggil dan yang dipanggil dari mikrokontroler pelanggan, memeriksa kanal frekuensi untuk fase yang dipanggil, memberikan indikator status *switching* ke mikrokontroler pelanggan dan mengirim bit-bit ke rangkaian *switching* sesuai dengan kontak *switching* pemanggil dengan kontak *switching* yang dipanggil.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Perumusan dari rancang bangun peralatan sistem *switching* adalah bagaimana membuat pengontrol *switching* yang mampu untuk melakukan proses penyambungan pelanggan yang memanggil dan pelanggan yang dipanggil pada fasa yang sama atau fasa yang berbeda.

## **1.3 Tujuan Penulisan**

Tujuan yang hendak dicapai pada tugas akhir ini adalah untuk merancang dan membuat prototype sistem pengatur *switching* yang digunakan pada proses penyambungan pada sistem PLC (Powerline Communication) dengan menggunakan mikrokontroler sebagai pengontrolnya dan nantinya diharapkan dapat diaplikasikan pada teknologi PLC yang sebenarnya.

## 1.4 Pembatasan Masalah

Pada rancang bangun sistem *switching* ini pembahasan masalah dibatasi pada:

1. Mikrokontroler pelanggan tidak dibuat
2. Rangkaian *switching* berikut rangkaian kopel tidak dibuat
3. Kapasitas yang digunakan bukan merupakan kapasitas yg dibutuhkan
4. Data dari mikrokontroler pelanggan disimulasikan dengan *keypad*
5. Data yang dikirim ke *switching* ditampilkan dalam bentuk simulasi *LED*

## 1.5 Metodologi

Metodologi yang dipakai dalam penyusunan tugas akhir ini adalah dengan mempelajari beberapa sumber literature tentang prinsip dasar *switching* yang sudah ada, kemudian dilakukan perancangan sistem pengatur *switching* untuk proses penyambungan *switching* dengan menggunakan mikrokontroler AT89S53 namun tetap berfaedah pada konsep standar yang telah ada.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pemahaman terhadap permasalahan yang dibahas dalam tugas akhir ini, maka sistematika penulisannya disusun sebagai berikut :

### BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan, metodologi dan sistematika penulisan.

### BAB II. DASAR TEORI

Bab ini berisi tentang tentang PLC (Power Line Communication), *switching*, mikrokontroler AT89S55, PPI 8255.

### BAB III. RANCANG BANGUN SISTEM SWITCHING

Bab ini berisi tentang tentang blok diagram sistem, perancangan hardware, perancangan software, flowchart, prinsip kerja sistem.

### BAB IV. PENGUJIAN DAN ANALISA SISTEM

Bab ini berisi tentang langkah-langkah pengujian, data hasil pengujian dan Analisa data.



## BAB V. PENUTUP

Bab ini berisi tentang tentang kesimpulan dari perancangan sistem pengatur *switching* ini.



## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 PLC (Power Line Communication)**

PLC (Powerline Communication) merupakan teknologi yang memanfaatkan kabel listrik sebagai media transmisi sinyal komunikasi data dan suara. Sinyal komunikasi ini melalui tahap-tahap pemrosesan sinyal sehingga memungkinkan untuk ditransmisikan melalui kabel listrik.

Teknologi PLC sudah cukup lama dikembangkan terutama di negara-negara maju namun perkembangannya sempat terhambat karena keterbatasan kemampuan dalam menghilangkan kadar noise yang ada pada kabel-kabel listrik dan keterbatasan dalam mengirimkan data dengan kecepatan tinggi.

Pada saat ini PLC telah mengalami perkembangan sehingga memungkinkan data dapat dikirimkan dengan kecepatan tinggi. Dan pada perkembangannya dengan teknologi PLC kita dapat mengakses internet dan telepon dari rumah hanya dengan membutuhkan koneksi kabel listrik.

Keunggulan dari teknologi PLC adalah tidak membutuhkan infrastruktur tambahan untuk mengirimkan sinyal komunikasi karena teknologi ini memanfaatkan jaringan listrik yang sudah tersedia. Sehingga dengan teknologi ini daerah-daerah yang belum terjangkau oleh media elektronik dan belum tersedianya jaringan telepon dapat menikmati internet dan telepon setiap saat selama daerah tersebut telah tersedia jaringan listrik.

##### **2.1.1 Prinsip Dasar PLC**

Prinsip dasar PLC dalam mengirimkan data komunikasi melalui kabel listrik bertegangan rendah (220 Volt) yang menghasilkan frekuensi sinyal listrik pada range 50/60 Hz adalah dengan memodulasi sinyal *carrier* tersebut dengan menaikkan sinyal informasi yang sudah termodulasi pada frekuensi ultra tinggi dalam range 500/600 MHz. Ini bertujuan agar mudah dilakukan pemfilteran terhadap frekuensi 50/60 Hz tersebut sehingga sinyal informasi dapat ditransmisikan dan ditumpangkan pada kabel listrik yang bertegangan tanpa saling

melemahkan (distorsi) dari kedua jenis frekuensi dan interferensi diminimalkan dengan memecah sinyal informasi kedalam bentuk paket-paket termodulasi sebelum diinjeksikan ke dalam jaringan listrik.[1]

Jaringan teknologi PLC sederhana seperti yang tampak dalam Gambar 2.1



Gambar 2.1. Jaringan Teknologi PLC [1]

Inti dari teknologi PLC adalah kemampuan untuk menyediakan jaringan daya yang mampu untuk mendukung frekuensi tinggi (*HFCPN, High Frequency Conditioned Power Network*). Transmisi data dilakukan dengan memodulasi sinyal *carrier* tersebut oleh frekuensi ultra tinggi pada range 500/600 MHz. Frekuensi tersebut dikopel pada jaringan tegangan rendah 220 volt (50/60Hz) yang dilakukan oleh *Conditioning Units (CU)* pada HFCPN. [2]

### 2.1.1.1 Modulasi Data PLC

PLC harus bekerja dengan daya sinyal dan frekuensi rendah yang rentan terhadap interferensi, *noise* dan gangguan lain yang muncul dari peralatan-peralatan transmisi dan *switching* yang akan mempengaruhi kualitas dari pengiriman suara dan data. Sedangkan untuk mendapatkan kecepatan yang tinggi untuk mengirimkan data dibutuhkan frekuensi yang tinggi sehingga diperlukan suatu metode modulasi yang mampu memberikan solusi pemecahannya

Saat ini masalah tersebut dapat diatasi dengan cara menggunakan teknik modulasi OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) yang sesuai untuk PLC karena memiliki ketahanan noise yang tinggi dibandingkan dengan teknik modulasi lain.

### **2.1.1.2 Rangkaian Coupler**

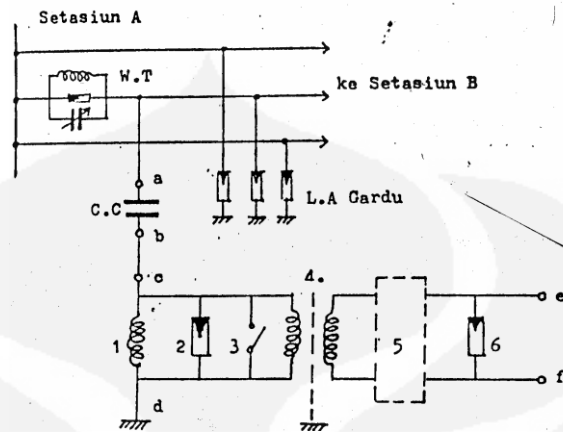
Rangkaian coupler diperlukan agar modul PLC yang mempunyai tegangan rendah dapat masuk ke kabel listrik yang bertegangan tinggi. Metode yang paling sederhana adalah dengan menggunakan transformator, tetapi dalam hal ini kesulitan yang paling tinggi adalah membuat sebuah trafo yang dapat diimplementasikan dengan frekuensi tinggi.

Untuk menyempurnakan jalur komunikasi pada saluran tenaga listrik tersebut dibutuhkan peralatan saluran yang terdiri dari wave trap, kapasitor kopling, line matching unit dan protective device, yang keempatnya disebut peralatan kopling. Wave trap dipasang di kedua sisi penghantar di kedua lokasi gardu induk/pembangkit yang menuju ke switchyard, dimana sinyal frekuensi tinggi tidak mengalir ke peralatan gardu induk. Kopling kapasitor digunakan untuk meneruskan frekuensi tinggi dari peralatan PLC ke penghantar tegangan tinggi dan memblokir tegangan tingginya yang berfrekuensi rendah yaitu antara 50 sampai dengan 60 Hz. Line tuner digunakan untuk menyesuaikan impedansi antara impedansi line yang berkisar antara 300 W sampai dengan 400 W dengan impedansi terminal PLC yaitu 75 W. Protective device untuk menyalurkan ke tanah, arus yang masih ada dibagian bawah kapasitor kopling. Frekuensi kerja yang digunakan untuk sistem PLC adalah diantara 50 sampai dengan 500 kHz.[3]

Fungsi peralatan kopling adalah :

1. Melalukan suatu lebar bidang frekuensi pembawa dari terminal PLC ke saluran tegangan tinggi dan sebaliknya, dengan mengusahakan rugi-rugi berupa redaman sinyal serendah mungkin.
2. Melindungi peralatan komunikasi dari tegangan surja yang berlebihan.
3. Memberikan impedansi tinggi terhadap frekuensi pembawa yang berfrekuensi tinggi agar tidak dipengaruhi oleh peralatan yang terdapat pada gardu induk.

Pelaksanaan tugas masing-masing dari peralatan kopling ditunjukkan dalam Gambar 2.2



Gambar 2.2 Bagian-bagian peralatan kopling [3]

Keterangan gambar :

1. Drain coil
2. Arrester pertama.
3. Kontak pentanahan
4. Transformator penyeimbang dan pengisolasi.
5. Peralatan penala
6. Arrester kedua.
- a. terminal tegangan tinggi kapasitor kopling
- b. terminal tegangan rendah CC
- c. terminal utama peralatan kopling
- d. terminal pentanahan
- e, f terminal peralatan kopling ke terminal PLC (SSB).

### 2.1.1.3 Amplifier

Data yang dikirimkan melalui kabel listrik tidak dapat dihantarkan dengan jarak yang jauh, hal ini disebabkan adanya noise yang tinggi pada kabel listrik yang akan mempengaruhi kualitas data yang dikirimkan. Untuk mengatasi hal tersebut maka diperlukan repeater berupa penguat sinyal agar data dapat dikirimkan dengan jarak yang jauh.

### **2.1.2 Karakteristik - karakteristik PLC**

PLC sebagai teknologi yang memanfaatkan jaringan kabel listrik untuk media pengiriman sinyal suara dan data mempunyai tiga karakteristik utama yang berpengaruh pada kualitas sinyal yang dikirimkan yaitu, noise yang tinggi, atenuasi dan distorsi. Hal ini disebabkan jaringan kabel listrik pada awalnya dirancang bukan untuk komunikasi data.

#### **2.1.2.1 Noise**

Jaringan listrik sebenarnya tidak dirancang untuk komunikasi data dan suara yang melibatkan frekuensi tinggi. Sehingga konsekuensinya noise yang dihasilkan sangat tinggi. Noise pada saluran sebagian besar disebabkan oleh peralatan listrik yang terhubung ke saluran, seperti proses switching penyuplai-penyuplai daya.

#### **2.1.2.2 Atenuasi**

Salah satu masalah utama dari PLC adalah atenuasi (peredaman) sinyal yang sangat tinggi, terutama jika frekuensi kerjanya diatas puluhan MHz. Atenuasi dapat terjadi karena hambatan dalam dari kabel listrik. Besarnya nilai atenuasi dipengaruhi oleh frekuensi dan tegangan yang dihantarkan dalam suatu penghantar. Makin besar frekuensi yang dikirimkan maka makin besar atenuasinya. Atenuasi akan mengakibatkan menurunnya tingkat sinyal pada suatu jarak tertentu. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan suatu perangkat yang bisa mentransmisikan sinyal-sinyal data dengan cara mengkondisikan sinyal-sinyal pembawa (*carrier*) di atas 1 MHz . Karena di bawah 1 Mhz, transmisi data berupa suara, gambar dalam memanfaatkan media listrik bertegangan rendah menimbulkan atenuasi yang besar. Atenuasi tersebut disebabkan oleh hambatan dari dalam kabel listrik.

### 2.1.2.3 Distorsi

Permasalahan lain yang muncul pada jaringan listrik adalah distorsi (penyimpangan). Distorsi dapat muncul selama kerangka-waktu milidetik sampai beberapa menit. Distorsi disebabkan oleh peralatan mesin bor, oven microwave dan blender, tetapi juga disebabkan oleh lampu-lampu yang di on/off.

### 2.1.3 Keuntungan PLC

PLC merupakan suatu pemanfaatan media jaringan kabel listrik bertegangan rendah untuk distribusi komunikasi suara dan data. Teknologi ini jauh lebih efisien karena tidak membutuhkan infrastruktur baru sehingga dapat mengakses internet dan menggunakan telepon pada saat yang bersamaan tanpa harus menggunakan kabel tambahan.

Keuntungan lain dari PLC adalah mudah dalam pemeliharaan, biaya lebih murah, penyediaan bandwidth yang lebih lebar dan kemudahan akses. Selama tersedia jaringan listrik bisa memanfaatkan teknologi PLC.

## 2.2 Sentral *Switching*

Sistem *switching* pada PSTN saat ini hampir seluruhnya digital. Tetapi konsep sistem *switching* analog dan jaringan telepon analog masih banyak yang tetap dipakai pada sistem *switching* digital. Suatu jaringan telepon tersusun dari tiga komponen utama yaitu terminal, sentral (*switching*) dan transmisi.

Secara umum arti *switching* adalah perangkat yang berfungsi untuk menyambung atau memutuskan hubungan telekomunikasi antara terminal kirim dan terminal terima sesuai dengan yang diinginkan. [4]

Definisi berdasarkan ITU terhadap *switching* adalah membangun hubungan atas permintaan, secara individu, dari pelanggan tertentu yang memanggil kepada pelanggan yang dipanggil atau tujuan tertentu melalui seperangkat inlets dan outlets, selama hubungan tersebut dibutuhkan untuk menyalurkan informasi atau tukar menukar informasi oleh kedua belah pihak. [5]

Fungsi *switching* yaitu untuk memproses penyambungan dan pemutusan hubungan antara dua pesawat terminal (pelanggan), maka istilah *switching* sering dikenal dengan istilah *exchange* atau sentral.

### 2.2.1 *Switching* dalam Jaringan Telepon

Salah satu kemampuan dasar yang dimiliki sentral telepon adalah menghubungkan diantara dua pemakai telepon yang ingin berhubungan (*switching*). Jaringan telepon terdiri dari banyak titik penyambungan sehingga tiap telepon dalam jaringan dapat saling dihubungkan melalui junction (hubungan antara operator) atau trunk.

*Switching* merupakan suatu otak dari sistem telekomunikasi yang sangat penting karena merupakan bagian yang memproses aliran informasi atau data sehingga dapat sampai ketujuan yang sesuai dengan yang diinginkan.

Dalam menjalankan fungsinya suatu sistem *switching* harus mempunyai kemampuan :

1. Mampu menyambungkan setiap permintaan pelanggan (*full capabilities*), dalam waktu bersamaan.
2. Mampu secepatnya melayani permintaan penyambungan, tanpa melihat jumlah sambungan yang telah terjadi pada waktu itu (*non blocking*).[4]

Transmisi pada jaringan telepon merupakan teori yang menjelaskan mengapa pelanggan dapat berkomunikasi satu sama lain melalui kabel telepon. Sedangkan *switching* merupakan perangkat yang mengatur proses layanan komunikasi antar pelanggan dari awal terjadinya panggilan sampai akhir pemutusan hubungan

Syarat-syarat teknik penyambungan melalui *switching* telepon adalah :

1. Tiap Pemakai mampu berkomunikasi dengan pemakai yang lain
2. Waktu penyambungan harus jauh lebih kecil dibanding waktu hubungan
3. Kerahasiaan pelanggan harus dapat dijamin
4. Informasi utama yang disalurkan adalah suara
5. Ketersediaan sistem pelayanan yang handal, dapat digunakan kapan saja ketika pelanggan menggunakannya.[6]

### 2.2.2 Penomoran Sebagai Dasar *Switching*

Perangkat telepon dapat didefinisikan sebagai titik tujuan akhir dari percabangan jaringan telepon dalam suatu area yang mempunyai identitas nomer panggil atau disebut nomer pelanggan. Selain itu, nomer pelanggan juga berfungsi untuk mengaktifkan perangkat *switching* yang akan menentukan rute untuk



penyambungan antar pelanggan. Dengan demikian, setiap pelanggan telepon yang terhubung pada suatu jaringan telepon dapat menghubungi pelanggan lainnya dengan cara menekan nomer telepon pelanggan yang akan dipanggil.

Penentuan nomer pelanggan dilakukan dengan berdasarkan pada banyaknya jalur yang dapat dilayani switching dalam satu area lokal atau satu area pelayanan. Jika terdapat sebuah *switching* dengan kapasitas 100 jalur, maka *switching* tersebut dapat melayani sampai 100 pelanggan dan dapat diberi tanda dengan penomoran telepon antara 00 sampai 99. Jika terdapat sebuah *switching* dengan kapasitas 1000 jalur, maka *switching* tersebut dapat melayani sampai 1000 pelanggan dan dapat diberi tanda dengan penomoran telepon antara 000 sampai 999. Jika terdapat sebuah *switching* dengan kapasitas 10000 jalur, maka *switching* tersebut dapat melayani sampai 10000 pelanggan dan dapat diberi tanda dengan penomoran telepon antara 0000 sampai 9999. Oleh sebab itu, titik digit maksimum pada penomoran terjadi ketika suatu nomer telepon pelanggan mencapai jumlah 100 ( untuk 2 digit), 1000 (untuk 3 digit), 10000 ( untuk 4 digit).

### **2.2.3 Konsep Dasar *Switching***

Di dalam sistem switching terdapat beberapa elemen yang membuat switching tersebut dapat berfungsi dan bekerja dengan benar, diantaranya signaling, control, dan crosspoint.

#### **1. Signaling**

Untuk suatu jaringan telepon, pensinyalan (*signalling*) adalah sesuatu yang membawa informasi yang diperlukan seorang pelanggan agar dapat melakukan sambungan pembicaraan dengan pelanggan yang lainnya. Signaling adalah proses pertukaran informasi di antara komponen-komponen dalam sistem telekomunikasi untuk membangun, memonitor dan memutuskan hubungan, serta pengontrolan operasi jaringan dan sistem yang terkait.

Di dalam *switching* signaling mempunyai fungsi :

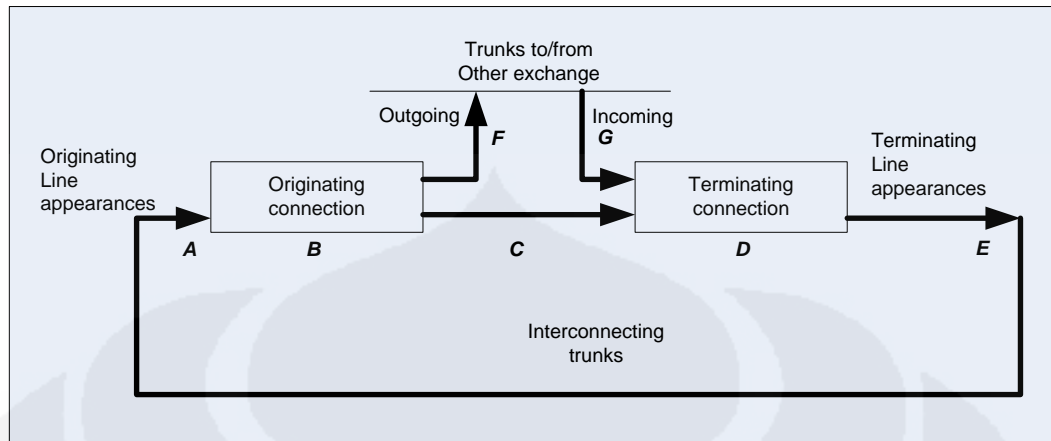
- a. Menerima permintaan dari pemanggil
- b. Mengecek status yang dipanggil
- c. Memberikan dial tone (nada panggil), ringing (panggilan), nada sibuk (busy tone), dll

- d. Mengirim nomor yang dipanggil ke sentral
- e. Pengiriman informasi antar sentral yang menyatakan panggilan tidak dapat dilakukan, atau percakapan sudah selesai (hubungan sudah dapat diputuskan)
- f. Mengirim sinyal untuk membunyikan bel panggilan
- g. Pengiriman informasi billing

#### Klasifikasi Signaling berdasarkan Fungsinya

- a. Supervisory signalling, berfungsi untuk pengawasan keadaan dari saluran dan mengidentifikasi apakah saluran tersebut sedang dipakai atau tidak.
  - b. Register Signalling, berfungsi untuk pengendalian. Pengendalian ini pada waktu pemutaran nomor atau penekanan tombol tekan yaitu untuk mengerjakan atau mengendalikan peralatan penyambungan di sentral.
  - c. Audible-visual signalling, berfungsi untuk pemberitahuan ke pelanggan, misalnya tentang keadaan dari saluran yaitu nada sibuk atau kesiapan sentral untuk menerima informasi lebih lanjut yaitu berupa dial tone atau pemanggilan pelanggan berupa bel.[7]
2. Control,  
Berfungsi untuk menentukan saluran yang harus dihubungkan.
3. Crosspoint  
Berfungsi untuk membangun hubungan (melakukan penyambungan antara pemanggil dengan yang dipanggil).[5]

Suatu cara yang dapat mempermudah pemahaman untuk menjelaskan konsep dasar *switching* adalah dengan mengilustrasikan bahwa suatu *switching* memiliki saluran *original* dan saluran tujuan. Ilustrasi ini ditunjukkan pada Gambar 2.5 berikut ini.



Gambar 2.3 Ilustrasi proses terjadinya suatu panggilan [6]

Gambar di atas menunjukkan tiga kemungkinan panggilan yang berbeda pada sentral lokal, yaitu:

1. Panggilan seorang pelanggan yang berada pada layanan sentral lokal dan menghubungkannya ke pelanggan lain yang berada pada layanan sentral lokal yang sama. (rute : A-B-C-D-E)
2. Panggilan seorang pelanggan yang berada pada layanan sentral lokal dan menghubungkannya ke pelanggan lain yang berada pada layanan sentral lokal yang berbeda. (rute : A-B-F)
3. Panggilan seorang pelanggan yang berada pada layanan sentral lokal lain dan menghubungkannya ke pelanggan yang berada pada layanan sentral lokal. (rute : G-D-E)

#### 2.2.4 Fungsi Dasar *Switching*

Suatu sentral lokal menyediakan layanan panggilan dari suatu pelanggan ke pelanggan lainnya pada area layanan yang sama. Terkoneksinya antara *trunk* datang (*incoming trunk*) dan *trunk* keluar (*outgoing trunk*) ke perangkat telepon pelanggan dalam pelayanan panggilan diatur oleh *switching* pada sentral lokal. Fungsi *switching* adalah mengontrol suatu panggilan pelanggan yang berasal dari pelanggan lokal maupun interlokal. Ada delapan fungsi dasar sentral *switching* konvensional, yaitu:

1. Interkoneksi (menghubungkan).
2. Pengendalian (*control*).

3. Pemberian tanda bahwa *switching* siap menangani panggilan pelanggan (*attending*).
4. Pemberian tanda siaga untuk menghubungi pelanggan (*alerting*).
5. Informasi penerimaan.
6. Informasi pengiriman.
7. Pemeriksaan *trunk* dalam keadaan sibuk atau tidak sibuk (*busy-testing*).
8. Pengawasan (supervisi).[6]

### **2.2.5 Prosedur Layanan Sentral *Switching***

Prosedur-prosedur dalam pelayanan panggilan oleh sentral *switching* dimulai ketika sebelum seorang pelanggan melakukan panggilan, kondisi *switching* dalam kondisi siap menangani pelanggan (fungsi *attending*). Ketika pelanggan akan melakukan panggilan (*off-hook*), operator *switching* menerima informasi bahwa pelanggan tersebut akan melakukan panggilan (fungsi informasi penerimaan). Kemudian operator *switching* akan memberikan tanda kepada pelanggan tersebut dengan mengirimkan nada sambung (fungsi *alerting*). Setelah pelanggan mendengar nada sambung, kemudian pelanggan tersebut melakukan *dialing* ke pelanggan yang dituju. Setelah itu, operator *switching* akan memeriksa *trunk* ke saluran pelanggan apakah dalam kondisi sibuk atau tidak (fungsi *busy-testing*). Ketika kondisi tidak sibuk, operator *switching* akan menghubungkannya ke pelanggan yang dituju melalui terminal interkoneksi dengan menyeleksi jenis penyambungan (fungsi interkoneksi). Dalam hal ini, ada dua jenis penyambungan yaitu penyambungan antar pelanggan dalam satu sentral lokal dan penyambungan antara pelanggan dan pelanggan yang dilayani oleh sentral lain. Setelah itu, operator *switching* memberikan nada panggil (fungsi informasi pengiriman). Setelah tersambung ke pelanggan yang dituju maka akan terjadi proses pembicaraan. Pada proses pembicaraan, *switching* menjalankan fungsi pengawasan (supervisi) sampai terjadi pemutusan hubungan dari pelanggan.

Berikut ini adalah Tabel yang menjadi acuan algoritma dari sebuah prosedur suatu panggilan dalam layanan sentral *switching*.

Tabel 2.1 prosedur suatu panggilan dalam layanan sentral *switching* [8]

Pelanggan yang Memanggil	Pelanggan yang Dipanggil	Sentral <i>Switching</i>
		<i>Attend</i>
<i>Off-Hook (Origination)</i>		
		Menerima sinyal informasi bahwa ada pelanggan yang akan melakukan panggilan dan mengirimkan nada sam-bung ke pelanggan yang memanggil
<i>Dial</i>		
		Menyimpan informasi data atau nomer pelanggan yang dipanggil. Mencari rute atau jalur lokasi pelanggan yang dipanggil, kemudian memeriksa status sibuk.
	Sibuk ( <i>Busy</i> )	
		Mengirimkan nada sibuk ke pelanggan yang memanggil. Setelah itu, mensupervisi sampai pelanggan menutup telepon ( <i>on-hook</i> ).
	Tidak Sibuk ( <i>Idle</i> )	
		<i>Alert</i> , yaitu memberikan nada panggil ( <i>ring tone</i> ) ke pelanggan yang dipanggil. Men-supervisi nada panggil ( <i>ring back tone</i> ) ke pelanggan yang memanggil.
	<i>Off-Hook</i>	
		Menyediakan jalur pembicaraan pada kedua pelanggan kemudian men-supervisinya.
<i>On-Hook</i>		
		Memutus hubungan kemudian melakukan pentarifan.

Sumber : Briley, Bruce Edwin. *Introduction to Telephone Switching*. (Massachusetts: Addison-Wesley, 1983), hal 5.

### 2.3 Microcontroler AT89S53

Mikrokontroler adalah sebuah mikroprosesor yang dilengkapi komponen-komponen pendukungnya (internal : ALU, ROM, RAM, I/O dll.) yang membentuk sebuah mikrokomputer tunggal dan dikemas dalam satu chip IC bentuk kepadatan LSI (*large scale integration*). Mikrokontroler secara khusus

dipergunakan pada komputer kontrol digital (*single chip microcomputer / single chip microcontroller*).

Perbedaan yang mendasar antara mikrokomputer dengan mikrokontroler adalah media penyimpanan dan ALU. Pada mikrokomputer *addressing memory* dan I/O lebih besar sedangkan pada mikrokontroler *addressing memory* lebih kecil dan ALU terbatas sebagai penyimpan data. Dengan demikian, mikrokontroler lebih ekonomis dan sesuai dengan kebutuhan pemrograman untuk perancangan suatu alat.

Mikrokontroler tipe Atmel AT89S53 merupakan salah satu jenis mikrokontroler CMOS 8 bit yang memiliki performa yang tinggi dengan disipasi daya rendah, kompatibel dengan produk MCS-51 dan memiliki sistem pemrograman kembali Flash Programmable and Erase Read Only Memory (PEROM) 12 Kbyte, 256 x 8 bit internal RAM dan 32 jalur I/O terprogram.

Mikrokontroler AT89S53 dibuat dengan menggunakan teknologi memori nonvolatile (tidak kehilangan data bila kehilangan daya listrik).

AT89S53 mempunyai feature dan spesifikasi sebagai berikut:

1. Kompatibel dengan produk-produk MCS-51
2. Terdapat memori Flash 12 Kbyte yang terintegrasi dalam system dan dapat ditulis ulang hingga 1000 kali.
3. Beroperasi pada frekuensi 0 sampai 24 MHz
4. Tegangan kerja 4-6 Volt
5. Memiliki 256 x 8 bit RAM internal
6. Terdapat 32 jalur masukan/keluaran terprogram
7. Tiga pewaktu/pencacah 16-bit
8. Sembilan sumber interupsi
9. Tersedia UART Kanal serial terprogram, SPI Serial Interface

### **2.3.1 Konfigurasi Mikrokontroler AT89S53**

Mikrokontroler ini memiliki port yang lebih banyak (40 Port I/O) dengan fungsi yang dapat saling menggantikan sehingga hanya dalam sebuah chip sudah dapat di pakai untuk banyak kebutuhan. Konfigurasi pin dari mikrokontroler AT89S53 seperti pada gambar 2.4

(T2) P1.0	1	40	VCC
(T2 EX) P1.1	2	39	P0.0 (AD0)
P1.2	3	38	P0.1 (AD1)
P1.3	4	37	P0.2 (AD2)
(SS) P1.4	5	36	P0.3 (AD3)
(MOSI) P1.5	6	35	P0.4 (AD4)
(MISO) P1.6	7	34	P0.5 (AD5)
(SCK) P1.7	8	33	P0.6 (AD6)
RST	9	32	P0.7 (AD7)
(RXD) P3.0	10	31	EA/VPP
(TXD) P3.1	11	30	ALE/PROG
(INT0) P3.2	12	29	PSEN
(INT1) P3.3	13	28	P2.7 (A15)
(T0) P3.4	14	27	P2.6 (A14)
(T1) P3.5	15	26	P2.5 (A13)
(WR) P3.6	16	25	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	17	24	P2.3 (A11)
XTAL2	18	23	P2.2 (A10)
XTAL1	19	22	P2.1 (A9)
GND	20	21	P2.0 (A8)

Gambar 2.4 Konfigurasi Pin AT89S53 [9]

Konfigurasi pin mikrokontroler AT89S53 adalah sebagai berikut :

a. Pin 1 s/d 8

Pin 1 s/d 8 ini adalah Port 1 yang merupakan saluran/bus I/O 8 bit dua arah dengan internal pull-up yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan. Pada port ini juga digunakan untuk menerima byte-byte alamat pada saat pemrograman dan verifikasi.

b. Pin 9

Pin 9 ini merupakan reset (aktif tinggi), pulsa transisi dari rendah ke tinggi akan mereset mikrokontroler ini.

c. Pin 10 s/d 17

Ini adalah port 3 merupakan saluran/bus I/O 8 bit dua arah dengan internal pull-ups yang memiliki fungsi pengganti. Jika fungsi pengganti tidak dipakai, maka dapat digunakan sebagai port paralel 8 bit serbaguna. Selain itu sebagian dari port 3 dapat berfungsi sebagai sinyal kontrol pada saat proses pemograman dan verifikasi.

d. Pin 18 dan 19

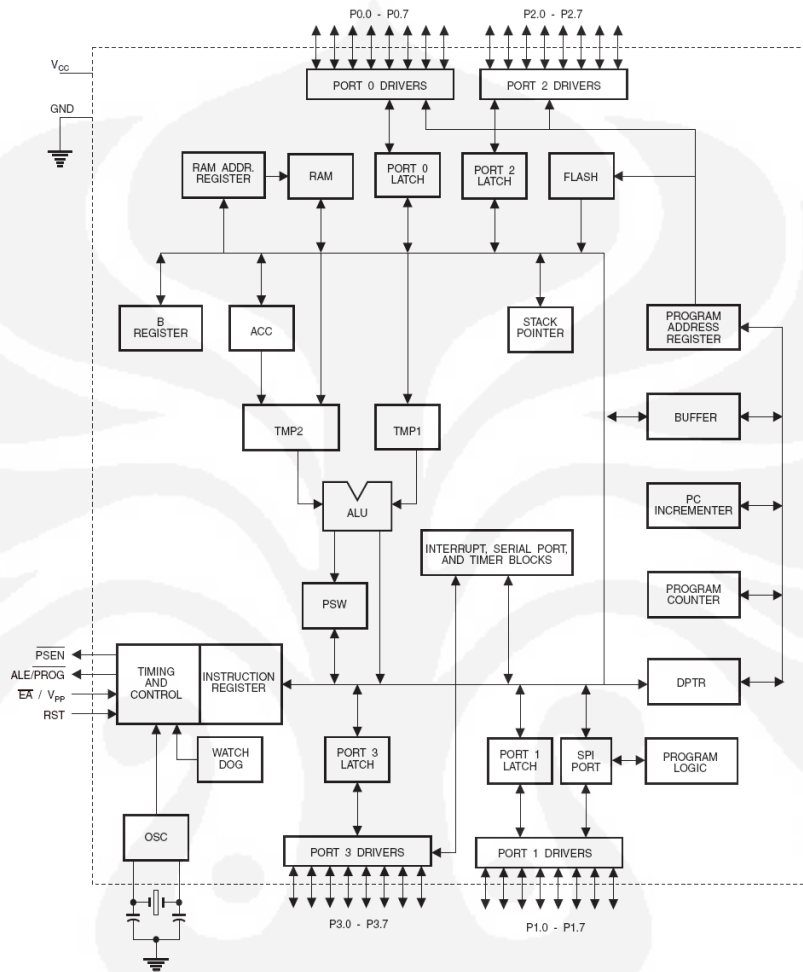
Ini merupakan masukan ke penguat osilator berpenguat tinggi. Pada Mikrokontroler ini memiliki seluruh rangkaian osilator yang diperlukan pada serpih yang sama (*on chip*) kecuali rangkaian kristal yang mengendalikan frekuensi osilator. Karenanya 18 dan 19 sangat diperlukan untuk dihubungkan dengan kristal. Selain itu XTAL 1 dapat juga sebagai input untuk inverting oscillator amplifier dan input ke rangkaian internal clock sedangkan XTAL 2 merupakan *output* dari *inverting oscillator amplifier*

- e. Pin 20  
Pin 20 merupakan ground sumber tegangan yang diberi symbol GND.
- f. Pin 21 s/d 28  
Port 2 adalah port masukan/keluaran dua arah 8-bit dengan internal pull-up. Port 2 juga menerima bit-bit alamat dan beberapa sinyal kendali saat pemrograman dan verifikasi flash.
- g. Pin 29  
Program Store Enable (PSEN) merupakan sinyal pengontrol untuk mengakses program memori eksternal masuk ke dalam bus selama proses pemberian/pengambilan instruksi (fetching).
- h. Pin 30  
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
- i. Pin 31  
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).
- j. Pin 32 s/d 39  
Port 0 merupakan saluran/bus I/O 8 bit dua arah. Port 0 juga dapat diatur sebagai bus alamat/data saat mengakses program dan data dari memori luar. Pada mode ini port 0 memiliki pull-up internal. Port 0 juga menerima byte-byte kode saat pemrograman Flash dan mengeluarkan byte kode. Pull-up eksternal diperlukan saat memverifikasi program.
- k. Pin 40 merupakan sumber tegangan supply yang diberi symbol VCC.



### 2.3.2 Blok Diagram AT89S53

Blok diagram dari mikrokontroler AT89S53 seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.5



Gambar 2.5 Blok diagram AT89S53 [9]

### 2.4 Programmable Peripheral Interface (PPI) 8255

PPI (Peripheral Programmable Interface) 8255 adalah sebuah interface yang dapat menggerakkan piranti/peralatan/peripheral berbentuk Integrated Circuit (IC) yang dapat diprogram dan bekerja pada mikroprosesor intel dan kompatibelnya.

IC 8255 adalah peralatan yang berkenaan dengan operasi data paralel input maupun output (Paralel I/O = PIO).

### 2.4.1 Konfigurasi PPI 8255

PPI 8255 memiliki 24 pin I/O yang dibagi menjadi 3 buah port yang masing masing berisi 8 bit dan portnya saling berdiri sendiri. Port - port tersebut adalah port A (PA0-PA7), port B (PB0-PB7) dan port C (PC0-PC7). Fungsi dari 3 buah port I/O yang ada pada PPI 8255 adalah sebagai berikut :

#### a. Port A

Port A terdiri dari bagian Input 8 bit atau Output 8 bit. Bagian input disediakan untuk menahan data (*latching data*) sedangkan bagian output disediakan untuk menahan (*latch*) dan *buffer* data yang berarti output dapat langsung menjalankan rangkaian luar (TTL).

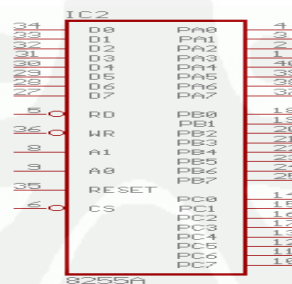
#### b. Port B

Port B terdiri dari sebuah bagian I/O yang terdiri dari 8 bit dan sebuah Input *buffer* data 8 bit. Unit I/O disediakan untuk menahan dan *buffer* data.

#### c. Port C

Port C terdiri dari satu bagian output 8 bit dan satu bagian input 8 bit. Unit output menyediakan *latch* dan *buffer* data sedangkan unit input menyediakan fungsi *buffer* data.

Konfigurasi dari PPI 8255 tampak seperti pada gambar 2.6



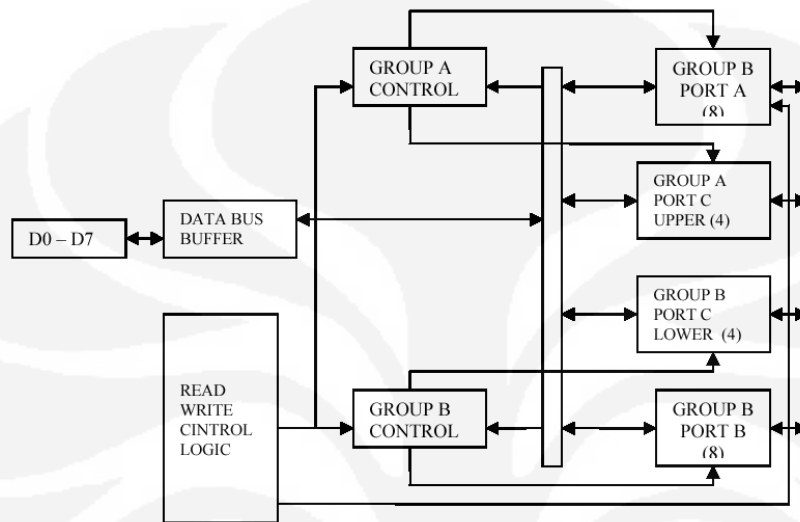
Gambar 2.6 Konfigurasi PPI 8255 [10]

### 2.4.2 Blok Diagram PPI 8255

PPI 8255 menyediakan saluran 8 bit bus data (D0-D7) sebagai jalur untuk transfer data dari dan ke PPI 8255. Selain itu juga dilengkapi dengan data bus buffer dan kontrol read-write logic yang menghubungkan antara komputer dengan sistem dari luar. Melalui jalur ini, data dapat dibaca dan ditulis dengan menggunakan jalur RD ( read ) dan WR ( write ).

Konfigurasi fungsi dari 8255 adalah diprogram oleh sistem *software* sehingga tidak diperlukan komponen gerbang logika eksternal untuk perangkat *perpheral interface*.

Blok diagram dari PPI 8255 tampak pada gambar 2.7



Gambar 2.7 Blok diagram PPI 8255 [10]

**a. Data bus buffer**

Buffer bidirectional three state ini digunakan untuk antar muka 8255 ke sistem bus data, data dikirim dan diterima oleh buffer berdasarkan eksekusi input atau output dari CPU. Kata kontrol dan status informasi juga dikirimkan melalui buffer data bus.

**b. Read/Write dan kontrol logik.**

Fungsi dari blok ini adalah untuk mengatur semua pengiriman baik internal maupun eksternal dari data dan kata kontrol. Blok ini menerima input dari alamat CPU dan bus kontrol dan selanjutnya blok ini mengirimkan perintah ke kedua group control.

**c. Chip Select**

Chip Select, logika low pada pin input ini maka komunikasi antara 8255 dan CPU akan enable.

**d. Read**

Read, logika low pada pin input ini maka 8255 akan mengirimkan data atau status informasi ke CPU pada bus data.

**e. Write**

Logika low pada pin input ini maka CPU dapat menulis data atau kata kontrol ke 8255

**f. A0 dan A1**

Port select 0 dan port select 1, sinyal input ini berhubungan dengan input RD dan WR, mengontrol pemilihan satu dari tiga port atau register kontrol pin tersebut umumnya dihubungkan ke least significant bus dari bus address (A0 dan A1).

**g. Reset**

Logika high pada pin input ini akan menyebabkan reset pada register kontrol dan semua port (A,B,C) akan berfungsi dalam mode input.

**h. Port A,B dan C**

8255 terdiri dari tiga buah port 8 bit (A,B dan C). semuanya dapat dikonfigurasi dalam berbagai variasi fungsi bergantung pada sistem software yang diberikan.

Port A. 8 bit data Output latch buffer dan 8 bit data input latch.

Port B. 8 bit data Output latch buffer dan 8 bit data input latch.

Port C. 8 bit data Output latch buffer dan 8 bit data input latch.

Tiap 4 bit port terdiri dari 4 bit latch dan dapat digunakan untuk sinyal output kontrol dan sinyal input status.

### 2.4.3 Desain Operasional PPI 8255

PPI 8255 juga dilengkapi dengan control word yang berfungsi untuk menyimpan kombinasi bit yang mengkodekan mode kerja. Input CS pada PPI 8255 digunakan untuk pembacaan atau penulisan data dan dihubungkan dengan rangkaian dekoder alamat untuk memilih perangkat yang dikehendaki. PPI 8255 diprogram untuk bekerja dalam salah satu dari mode operasi yaitu mode 0 (Basic input/output) , mode 1 (Strobe input/output) dan mode 2 (bidirectional Bus).

Ada tiga mode utama yang dapat diprogramkan ke PPI, yaitu :

**a. Mode 0**

Dalam mode 0, 24 jalur I/O dibagi menjadi 2 group yaitu group A dan group B. Group A terdiri dari 8 jalur port A dan 4 jalur port C upper. Group B terdiri dari 8 jalur port B dan 4 jalur port C lower. Masing-masing port

dapat digunakan sebagai jalur masukan atau keluaran. PortA, portB dapat menjadi inputan atau outputan dan port C sebagai handshaking dan control.

**b. Mode 1**

Dalam mode 1, PPI hanya menggunakan dua buah port yaitu port A dan port B. Untuk operasi masukan atau keluaran, masing-masing port mentransfer data bersamaan dengan adanya Strobe atau sinyal Handshaking. Port A dan Port B menggunakan semua bit dari port C.

**c. Mode 2**

Dalam mode ini hanya port A yang dapat digunakan, namun operasi yang dilakukan dapat dua arah ( bidirectional ) dengan data yang berbeda untuk setiap operasi tulis atau operasi baca.

## **2.5 DT-51 Minimum Sistem**

DT-51 adalah alat pengembangan mikrokontroler keluarga MCS-51TM yang sederhana, handal dan ekonomis. DT-51 berbentuk sistem minimum dengan komponen utamanya mikrokontroler AT89S51, AT89S52 atau AT89S53. DT-51 memungkinkan dalam mengembangkan aplikasi digital dengan mudah, menulis software (perangkat lunak) pada komputer yang kemudian mendownload ke board DT-51 dan menjalankannya serta dapat langsung bekerja sendiri (stand alone) pada sistem yang ada tanpa penggantian / penambahan komponen.

Minimum Sistem mikrokontroler merupakan sebuah kit mikrokontroler yang sudah dapat berfungsi sebagai pengontrol utama suatu sistem elektronika. Kit DT-51 merupakan kit yang lengkap untuk dapat digunakan sebagai board utama karena telah tersedia port serial, input data, memori eksternal 28C64B dan 1 buah PPI 8255. DT-51 juga telah dilengkapi dengan driver dan port LCD yang memudahkan kita bila ingin menghubungkan LCD ke board. Spesifikasi DT-51 sebagai berikut :

1. Berbasis mikrokontroler AT89S51, AT89S52 atau AT89S53 yang berstandar industri.
2. Serial port interface standar RS-232 untuk komunikasi antara komputer dengan board DT-51.

3. 8 Kbytes non-volatile memory (EEPROM) untuk menyimpan program dan data.
4. 4 port input output (I/O) dengan kapasitas 8 bit tiap portnya.
5. Port Liquid Crystal Display (LCD) untuk keperluan tampilan.
6. Konektor ekspansi untuk menghubungkan DT-51 dengan add-on board yang kompatibel.

### 2.5.1 Peta Memori DT-51

Peta Memori DT-51 menunjukkan alamat masing-masing bagian komponen sebagai berikut :

1. **0000H - 1FFFH**, 8 Kbyte pertama digunakan sebagai internal dan 4 Kbyte PEROM yang berisi kernel code, sedangkan 4K sisanya reserved.
2. **2000H - 3FFFH**, 8 Kbyte kedua digunakan untuk PPI 8255 dan hanya terpakai 4 alamat :
  - a. 2000H - Port A
  - b. 2001H - Port B
  - c. 2002H - Port C
  - d. 2003H - Control Word Register
3. **4000H - 5FFFH**, 8 Kbyte ketiga digunakan oleh EEPROM untuk menyimpan User Code.
4. **6000H – FFFFH**, CS3-CS7 disediakan untuk ekspansi.

Pada memori internal DT-51 sudah diisi dengan kernel yang tidak dapat ditulis ulang kembali. Oleh karena itu, DT-51 menggunakan memori eksternal AT28C64B, yaitu Electrically Erasable and Programmable Read Only Memory (EEPROM) kualitas tinggi berukuran 64 KByte, yang terdiri dari 8.192 words berukuran 8 bit, sehingga memiliki ukuran program yang lebih besar.[11]

## BAB III

### RANCANG BANGUN SISTEM SWITCHING

Rancang bangun sistem pengatur *switching* untuk proses penyambungan *switching* pada modem PLC (Power Line Communication) ini dibuat dengan mengintegrasikan sistem *switching* dengan sistem PLC. Pada sistem komunikasi PLC perangkat modem PLC menjadi *interface* yang menghubungkannya ke jala-jala listrik. Jala-jala listrik yang terhubung melalui modem merupakan saluran tegangan rendah 3 fasa. Nilai tegangan standar yang tersedia untuk perumahan dan perkantoran adalah 220 Volt.

Pada rancang bangun sistem pengatur *switching* ini digunakan jalur frekuensi *carrier* 300 kHz - 400 kHz dari setiap fase. Pemilihan frekuensi *carrier* tersebut mengacu pada rekomendasi CCITT (*International Telegraph and Telephone Consultative Committee*) untuk sistem transmisi kanal suara dengan frekuensi *carrier* analog yaitu antara 312-552 kHz pada penomeran *basic supergroup* [6]. Dari acuan-acuan tersebut, sistem *carrier* 300 kHz – 400 kHz untuk komunikasi suara pada PLC dapat diterapkan.

Banyaknya pelanggan dalam satu fase dapat diperkirakan dengan menggunakan pengukuran intensitas trafik telepon atau disebut *erlang*. *Erlang* adalah satuan intensitas trafik yang menyatakan jumlah rata-rata saluran yang diduduki secara bersamaan dalam periode waktu tertentu biasanya adalah satu jam. Intensitas trafik dinyatakan dengan rumus [6] :

$$A = C \times T \tag{3.1}$$

Dengan A adalah intensitas trafik untuk pendudukan selama 1 jam , C adalah jumlah panggilan pelanggan selama 1 jam, T adalah waktu pemakaian jalur rata-rata per pelanggan. Sebagai contoh, jika dalam satu jam sibuk terdapat 30 panggilan pelanggan dengan waktu pemakaian jalur rata-rata per pelanggan adalah 5 menit, maka trafiknya adalah 2,5 erlang.

Berikut adalah perhitungannya: Intensitas trafik untuk satu jam sibuk dalam satuan menit yaitu  $30 \times 5 = 150$ , intensitas trafik untuk satu jam sibuk dalam

satuan jam yaitu  $150 / 60 = 2.5$ . Maka Intensitas trafik untuk pendudukan selama satu jam sibuk adalah sebesar 2.5 erlang.

Untuk memperoleh perkiraan jumlah pelanggan diperlukan data pendukung dengan parameter sebagai berikut yaitu besaran trafik dengan satuan *erlang*, GOS (*Grade of Service*) dan jumlah *trunk* untuk pelayanan pelanggan. Formula untuk menentukan jumlah trunk jika diketahui intensitas trafik selama satu jam sibuk disebut formula *Erlang B (Erlang B formula)* [6]:

$$Eb = \frac{A^n / n!}{1 + A - A^2 / 2! + \dots + A^n / n!} \quad (3.2)$$

Dengan  $n$  adalah jumlah trunk untuk pelayanan pelanggan,  $A$  adalah besar trafik dan  $Eb$  adalah *Grade of Service*. Jumlah trunk merepresentasikan jumlah kanal pada sistem switching PLC.

Berdasarkan erlang B, intensitas trafik ( $A$ ) pada  $GOS = 0.05$  untuk  $n = 1$  adalah 0.05 sehingga diperoleh jumlah pelanggan yang dilayani dalam 1 kanal adalah  $N = A/P = 0.05 / 0.01 = 5$  pelanggan. Jika terdapat 15 kanal dalam sistem switching, maka akan terdapat sejumlah  $15 \times 5 = 75$  pelanggan.

Perancangan *switching* komunikasi pada modem PLC ini menggunakan sistem penomoran dua digit. Pada ID pemanggil digit pertama merepresentasikan fase, digit kedua merepresentasikan kanal frekuensi. Pada ID yang dipanggil digit pertama merepresentasikan fase dan digit kedua merepresentasikan nomor pelanggan.

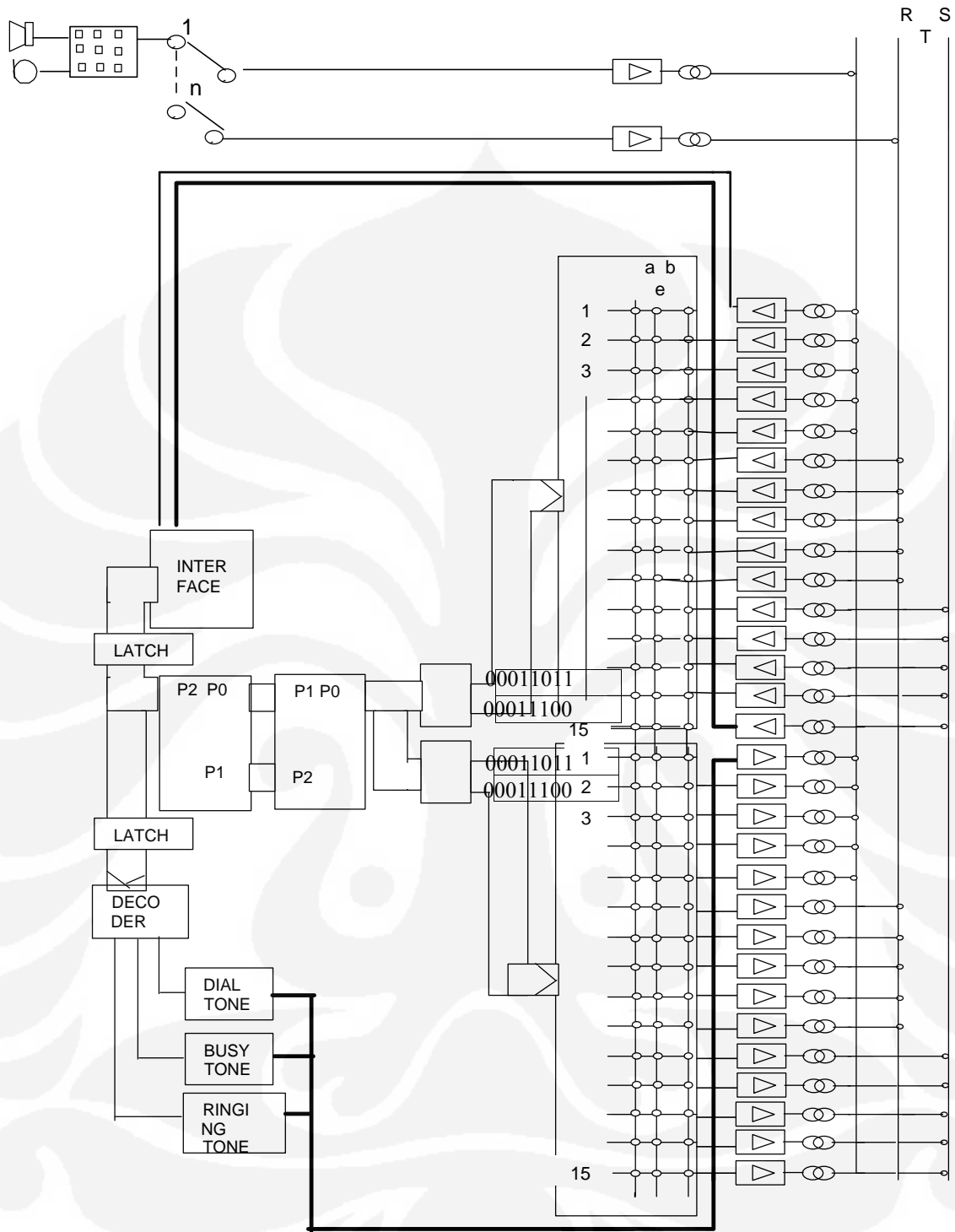
### 3.1 Blok Diagram Sistem

#### 3.1.1 Blok Diagram Sistem Switching

Pada gambar perancangan rangkaian *switching* terdiri dari 4 (empat) komponen utama yaitu rangkaian *switching* itu sendiri, rangkaian mikrokontroler, rangkaian *interface* dan rangkaian pensinyalan. Rangkaian *switching (circuit switching)* terdiri dari 2 (dua) rangkaian *switching* input dan rangkaian *switching* output.

Blok diagram sistem switching secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 3.1





Gambar 3.1 Diagram blok sistem *switching* untuk komunikasi modem PLC

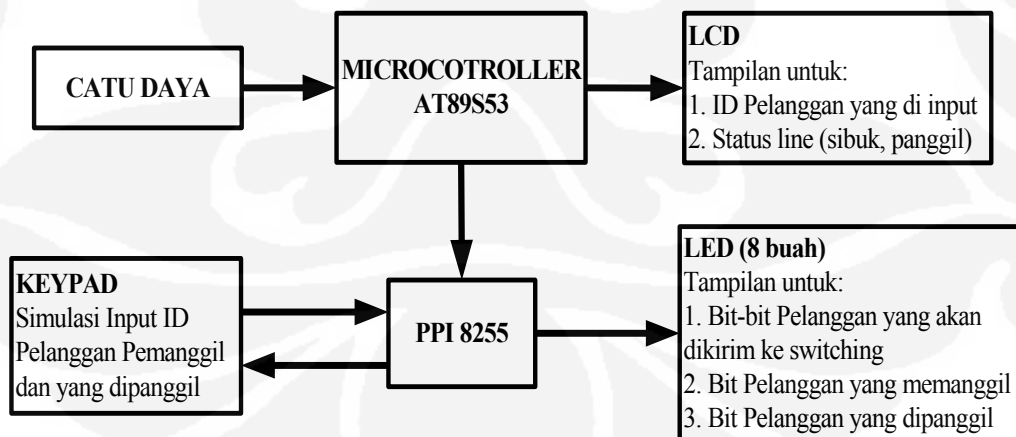
Diagram blok perancangan sistem *switching* pada gambar 3.1 terdiri dari dua rangkaian *switching* yaitu, rangkaian *switching* input dan rangkaian *switching* output. Rangkaian *switching* ini mempunyai dua mikrokontroler yang mempunyai fungsi kerja yang berbeda. Mikrokontroler I berfungsi untuk mengatur penanganan layanan pelanggan sedangkan mikrokontroler II berfungsi untuk mengatur penyambungan ke pelanggan.

### 3.1.2 Blok Diagram Sistem Pengatur *Switching*

Pada dasarnya perancangan sistem *switching* ini tersusun atas tiga blok bagian, yaitu bagian input yang berasal dari keypad, bagian proses yang dilakukan oleh mikrokontroler dan bagian output yang ditampilkan oleh LCD dan LED. Ketiga blok sistem ini terintegrasi menjadi suatu rancangan sistem pengatur *switching* pada komunikasi telepon PLC.

Pada Tugas Akhir ini dibatasi hanya akan membahas mikrokontroler II yang akan mengatur *switching* pada proses penyambungan ke pelanggan.

Diagram blok perancangan *switching* pada proses penyambungan pelanggan untuk mikrokontroler II terdiri dari tiga bagian yaitu, bagian input, bagian pengontrol dan bagian output. Diagram blok pengatur *switching* (mikrokontroler II) terlihat pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem Pengatur *Switching*

Sistem pengatur *switching* ini tersusun atas tiga blok bagian yaitu:

1. Bagian input terdiri dari blok catu daya yang akan memberikan tegangan supply pada blok rangkaian dan keypad sebagai simulasi data input untuk switching yang berupa ID pelanggan pemanggil dan ID pelanggan yang dipanggil.
2. Bagian pengontrol terdiri dari Microcontroller AT89S53 sebagai pengontrol dan PPI 8255 sebagai interface. Pada bagian ini digunakan module DT-51 Minimum sistem untuk pengontrol sistem switching.
3. Bagian output terdiri dari LCD yang menampilkan data berupa ID pelanggan pemanggil dan ID pelanggan yang dipanggil dan menampilkan status line (sibuk, dial). Output LED digunakan untuk menampilkan bit-bit yang akan dikirim ke switching yang berupa bit dari kontak switching pemanggil

## **3.2 Prinsip Kerja Sistem**

### **3.2.1 Prinsip Kerja Sistem Switching Keseluruhan**

Prinsip kerja sistem switching secara keseluruhan dimulai pada saat pelanggan pemanggil mengangkat pesawat telepon (Off-hook). Pada kondisi tersebut pelanggan mengirim ID pemanggil ke interface untuk diterjemahkan kedalam bit-bit yang selanjutnya diterima oleh mikrokontroler I. Kemudian mikrokontroler II menerima data ID pemanggil dalam bentuk fasa dan kanal. Data tersebut kemudian disimpan pada alamat tertentu yang sudah ditentukan pada data pemanggil. Selanjutnya mikrokontroler II mengirimkan pemberitahuan siap menerima panggilan dan mikrokontroler I memberikan signal dial ke pemanggil.

Pemanggil menekan nomor pelanggan yang akan dipanggil. Oleh interface diterjemahkan dan dikirimkan ke mikrokontroler I. ID pelanggan dipanggil yang diterima oleh mikrokontroler II berupa kode fasa dan nomor pelanggan dari pelanggan yang dipanggil.

Mikrokontroler II melakukan pengecekan kanal yang bisa dipakai dan menyimpan data pelanggan yang dipanggil berupa fasa dan kanal dari yang dipanggil dan menyimpannya pada alamat yang sudah ditentukan pada data pelanggan yang dipanggil.

Pada saat pencarian kanal pelanggan yang dipanggil ditemukan mikrokontroler II akan mengirim bit-bit kode siap melakukan hubungan ke mikrokontroler I. Kemudian mikrokontroler I memberikan signal panggil ke pelanggan pemanggil dan kedua pelanggan terhubung. Jika dalam pencarian kanal tidak ada kanal yang kosong maka yang dikirim ke pelanggan pemanggil berupa signal sibuk.

Mikrokontroler I akan mengirimkan bit-bit kode pemutusan hubungan ke mikrokontroler II setelah mikrokontroler I mendapatkan sinyal dari pemanggil bahwa ingin memutuskan hubungan. Kemudian mikrokontroler II memberikan bit-bit kode *release* (pemutusan hubungan) ke switching dan switching melakukan pemutusan panggilan.

### **3.2.2 Prinsip Kerja Sistem Pengatur Switching**

Prinsip kerja dari sistem ini dimulai pada saat mikrokontroler switching memerintahkan untuk memasukkan ID pemanggil 2 digit dari keypad yang merepresentasikan nomor fase dan nomor kanal yang diterima dari mikrokontroler pelanggan. Data ID tersebut disimpan ke memori dengan alamat yang telah ditentukan untuk data pemanggil. Mikrokontroler pengatur switching mengirimkan kode bit siap menerima panggilan ke mikrokontroler pelanggan yang disimulasikan dengan menggunakan LED yang menyala.

Kemudian mikrokontroler switching meminta masukkan ID pelanggan yang dipanggil dari keypad berupa dua digit angka yang merepresentasikan nomor fasa dan nomor pelanggan yang dipanggil. Kemudian memeriksa kanal untuk fasa pelanggan yang dipanggil.

Apabila kanal untuk fasa pelanggan yang dipanggil didapatkan maka data yang berupa fasa dan kanal tersebut disimpan pada alamat yang sudah ditentukan untuk pelanggan yang dipanggil. Dan mikrokontroler *switching* mengirimkan bit-bit kode panggilan ter dipanggil digunakan atau kanal yang lain penuh yang disimulasikan melalui tampilan LCD. Jika pencarian kanal tidak didapatkan yang kosong maka mikrokontroler akan mengirim bit-bit kode sibuk ke mikrokontroler pelanggan yang ditampilkan di LCD.

Pada saat pencarian kanal untuk fasa pelanggan yang dipanggil ditemukan maka mikrokontroler switching akan memberikan bit-bit kode ke perangkat switching yang menginformasikan bahwa kedua pelanggan siap dihubungkan. Bit-bit kode tersebut disimulasikan melalui tampilan LED 8 buah.

Sistem pengatur switching ini hanya mampu mensimulasikan 4 panggilan, hal ini dikarenakan keterbatasan memori.

Setelah melakukan 4 kali panggilan maka mikrokontroler akan meminta release untuk mengosongkan memori. Keypad '0' digunakan untuk merelease semua panggilan yang tersimpan, keypad '1', '2', '3', '4' digunakan untuk merelease panggilan satu persatu berdasarkan urutan panggilan.

### **3.3 Perancangan Hardware**

#### **3.3.1 Keypad**

Pada perancangan sistem ini digunakan *keypad* matrix 3x4 yang difungsikan sebagai simulator data input dari ID pelanggan pemanggil dan yang dipanggil yang berupa dua digit angka. *Keypad* yang dipakai adalah DT-I/O 3x4 *keypad* module yang merupakan suatu module *keypad* yang mempunyai konfigurasi 3 kolom (input Scanning) dan 4 baris (output scanning). DT-I/O 3x4 keypad module memiliki 12 tombol yang terdiri dari tombol tekan angka 0 sampai 9, tombol \* dan tombol #. Pada perancangan ini tombol 1-9 dari keypad difungsikan sebagai data masukan dari ID pelanggan.

Perancangan program keypad untuk simulasi ini adalah dengan metode 'grounding' yang mengkondisikan bit '0' ketika tombol-tombol keypad ditekan. Metode ini dipakai karena pin-pin dari port PPI pada kondisi awal berada dalam kondisi high atau '1' dan nilai dari semua port PPI adalah 255 (FFH=11111111) sehingga memudahkan dalam pengecekan bit-bitnya.

DT-I/O 3x4 keypad module dapat dilihat pada gambar 3.3



Gambar 3.3 DT-I/O 3x4 keypad module [11]

### 3.3.2 Minimum Sistem DT-51

Pada sistem switching ini bagian pemroses dilakukan dengan menggunakan modul DT-51 Ver. 3.3 yang merupakan pusat pengolahan data dan basis dari informasi data. Mikrokontroler yang digunakan adalah tipe AT89S53 yang berfungsi untuk memproses input yang berupa ID pelanggan pemanggil dan yang dipanggil yang kemudian akan mencari line switching, memberikan informasi status line, menyambungkan kepelanggan dan release ID pelanggan yang sudah tersimpan sebelumnya.

Modul DT-51 ini juga terdapat eksternal RAM dengan kapasitas memory 64 Kbyte (28HC64) sehingga untuk penyimpanan data, selain dapat disimpan pada memory internal ( 0000H – 1FFFH ) juga dapat disimpan pada memory eksternal (6000H – FFFFH ). Dengan adanya memory eksternal ini maka dapat memudahkan penyimpanan data sementara ( temporary data storage ) pada pemrograman BASCOM IDE 8051. Penyimpanan data sementara dapat berupa data bit, byte, word, dan integer. Ukuran dari data tersebut adalah, bit memiliki ukuran data 0 dan 1, byte memiliki ukuran data 0 – 255, word memiliki ukuran data 0- 2047, integer memiliki ukuran data -32767 - +32768.

Pada perancangan sistem ini eksternal RAM digunakan untuk menyimpan akuisisi data (database) untuk simulasi ID pelanggan terpanggil dengan tombol keypad dan akan menyimpan terus data tersebut sampai data dihapus / release.

Selain eksternal RAM module DT-51 juga mempunyai PPI 8255 (Programmable Peripheral Interface). Pada PPI 8255 ini memiliki 4 Port Utama sebagai interface data bus. Ke-empat port tersebut adalah:

1. Port A, port ini digunakan sebagai output ( address 2000H)
2. Port B, port ini digunakan sebagai input (address 2001H)
3. Port C dan Port 1 digunakan sebagai output (address 2002H)
4. Port Control Word Register (2003H).

Module minimum sistem DT-51 dapat dilihat pada gambar 3.4



Gambar 3.4 Minimum Sistem Modul DT-51 [11]

### 3.3.3 LCD (Liquid Crystal Display)

Pada perancangan peralatan switching ini digunakan LCD dengan ukuran 2x16 . Semua pin-pin dari LCD tersebut harus terkoneksi dengan tepat pada modul DT-51 agar dapat berfungsi sebagai penampil/display. Kesalahan dalam pemasangan pin-pin LCD dapat dikurangi karena pada modul DT-51 disediakan port khusus untuk semua pin dari LCD. Untuk menampilkan karakter yang dapat terlihat dengan jelas, maka dilakukan adjustment terhadap intensitas dari lampu dan kursor pada LCD.

Pada perancangan sistem ini LCD difungsikan sebagai output untuk menampilkan semua instruksi-instruksi dan informasi yang berkaitan dengan sistem kerja alat ini, sehingga dengan adanya LCD ini dapat terlihat proses aplikasi sistem dan dapat dilihat apabila terjadi kesalahan prosedur. Pada sistem ini LCD hal-hal yang ditampilkan antara lain:

- a. Menampilkan semua input dari keypad berupa data input ID pelanggan pemanggil dan ID pelanggan yang dipanggil yang masing-masing terdiri dari dua digit.
- b. Menampilkan status kondisi line switching berupa sibuk atau panggil.
- c. Menampilkan release line switching dari pelanggan yang sudah tersimpan sebelumnya.

Gambar LCD 2x16 dapat dilihat pada gambar 3.5



Gambar 3.5 LCD 2x16 [11]

### 3.3.4 LED ( Light Emiting Diode)

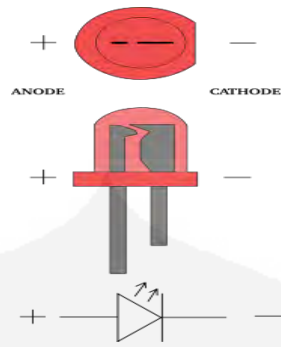
Light Emiting Diode (LED) adalah dioda semi konduktor yang menghasilkan cahaya pada saat diberi tegangan listrik. LED sering digunakan pada peralatan elektronik.

Pada perancangan sistem pengatur switching ini digunakan LED untuk menampilkan output kerja dari mikrokontroler. LED ini digunakan sebagai simulator output berupa bit-bit yang akan dikirimkan ke rangkaian *switching* sesuai dengan kontak *switching* pemanggil dengan kontak *switching* yang dipanggil. Pemilihan LED sebagai simulator output karena dalam pemasangannya kedalam rangkaian lebih mudah dan menunjukkan keluaran bit dengan jelas sesuai dengan jumlah bit yang diinginkan.

Pada perancangan sistem ini digunakan 8 buah LED yang mewakili jumlah bit dari kontak switching pemanggil dan kontak switching yang dipanggil. LED ini akan bekerja menampilkan kontak switching pemanggil dan yang dipanggil secara bergantian. LED akan menampilkan bit-bit dari kontak switching pelanggan yang dipanggil kemudian baru bit-bit dari kontak switching pelanggan yang dipanggil.

Bentuk fisik dari LED dapat dilihat seperti pada gambar 3.6





Gambar 3.6 Konfigurasi LED [12]

### 3.3.5 Hasil Akhir Pembuatan Alat

Setelah dilakukan perancangan dan pembuatan prototype sistem switching didapatkan hasil seperti pada gambar 3.7





Gambar 3.7 Hasil Akhir Alat

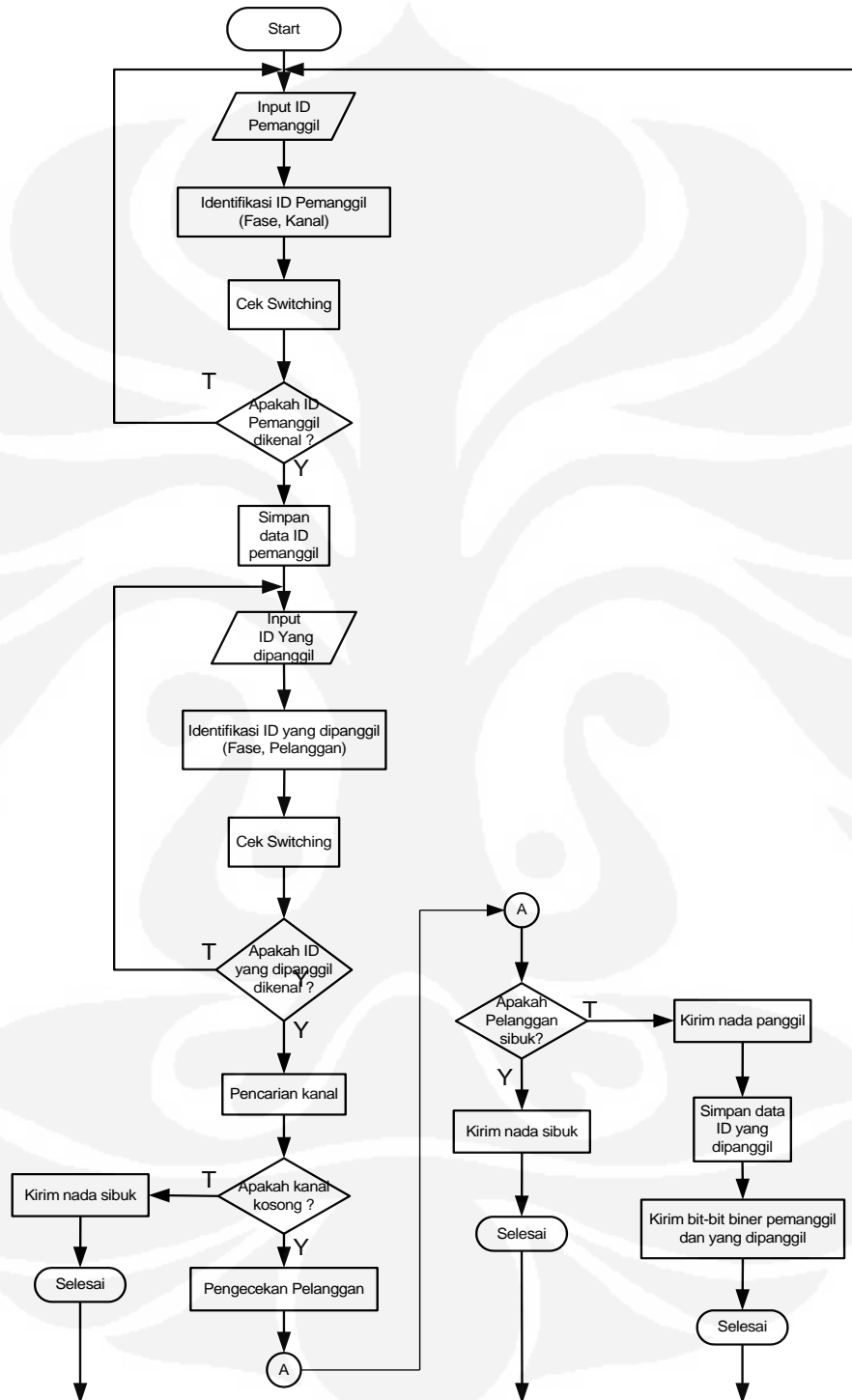
### 3.4 Perancangan Software

Pada perancangan switching ini perangkat lunak yang digunakan berupa program yang meliputi program untuk inisialisasi keypad sebagai simulasi input berupa ID pelanggan pemanggil dan ID pelanggan yang dipanggil dua digit yang akan dideteksi oleh mikrokontroler sebagai informasi kontak switching, program pencarian kanal switching, program status switching, penyambungan dan release panggilan. Hasil dari pengolahan data tersebut akan ditampilkan di LCD dan LED

Pada perancangan sistem ini digunakan bahasa pemrograman *basic* dengan bantuan BASCOM-8051 sebagai compiler dari instruksi-instruksi yang diolah pada listing programnya. Bahasa pemrograman *basic* ini adalah dengan bahasa pemrograman yang lebih mudah dimengerti oleh manusia dan tidak banyak menggunakan inisialisasi atau perulangan-perulangan seperti halnya pada bahasa assembler yang banyak menggunakan instruksi.

### 3.4.1 Flowchart

Diagram alir dari sistem Perancangan sistem pengatur switching seperti pada gambar 3.8



Gambar 3.8 Flowchart sistem pengatur switching pada proses penyambungan

Algoritma pemrograman sistem *switching* untuk komunikasi via modem PLC pada bagian penyambungan pelanggan tidak terlepas dari fungsi dasar *switching* yang telah dijelaskan pada bab dasar teori. Algoritma tersebut berfungsi untuk mempermudah pemrograman mikrokontroler.

Algoritma dari sistem ini adalah sebagai berikut :

1. Pada saat Program dijalankan pertama kali maka program akan memerintahkan untuk melakukan inisialisasi keypad.
2. Setelah inisialisasi keypad selesai program meminta inputan ID pemanggil dari keypad sebanyak dua digit yang merepresentasikan fase dan kanal.
3. Program akan mendeteksi dua digit input tersebut yang representasikan sebagai fasa untuk digit pertama dan kanal untuk digit kedua kemudian mengecek dan menyimpannya.
4. Program meminta inputan kedua berupa ID pelanggan yang dipanggil yang terdiri dari dua digit yang merepresentasikan fasa dan pelanggan.
5. Mikrokontroler akan menerima dan menterjemahkan ID pelanggan yang dipanggil kemudian mencari kanal yang kosong untuk kemudian menyimpannya.
6. Apabila kanal kosong tidak diketemukan maka mikrokontroler akan memerintahkan untuk memberikan status bahwa kanal sedang sibuk kepada pelanggan yang memanggil yang dikeluarkan melalui tampilan LCD. Dan jika kanal diketemukan maka akan ditampilkan nada panggil.
7. Mikrokontroler akan mengeluarkan bit-bit dari kontak *switching* yang memanggil dengan kontak *switching* yang dipanggil yang ditampilkan melalui 8 buah LED, Bit-bit tersebut menandakan bahwa pelanggan memanggil dengan pelanggan yang dipanggil terjadi kontak *switching*.
8. Program akan menjaankan langkah 1-7 sampai memori penuh, dan akan meminta pengosongan memori dengan melakukan release. Release dilakukan setelah mendapatkan inputan dari keypad dengan menekan keypad '0', '1', '2', '3', '4'.

## **BAB IV**

### **PENGUJIAN DAN ANALISA SISTEM**

Pengujian dan analisa sistem bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja dari perancangan alat yang telah dibuat. Sebelum melakukan pengujian, perlu diketahui fitur-fitur sistem *switching* yang merepresentasikan fungsi input dan output. Dalam sistem pengatur *switching* ini terdapat beberapa fitur fungsi input dan beberapa fitur fungsi output.

Fitur fungsi input dari sistem ini adalah:

1. Simulasi ID pelanggan pemanggil yang diterima dari pengontrol pelanggan disimulasikan oleh input dari keypad
2. Simulasi ID pelanggan yang dipanggil disimulasikan oleh input dari keypad.

Fitur fungsi output dari sistem ini adalah:

1. Indikator ID pelanggan ditampilkan oleh *LCD*
2. Indikator bit-bit kode status *switching* ditampilkan oleh penampil *LCD*
3. Indikator bit-bit kontrol *switching* dari kontak pemanggil dan yang dipanggil ditampilkan oleh delapan buah LED berwarna merah.

#### **4.1 Langkah-langkah Pengujian**

Dalam melakukan pengujian terhadap alat uji ada beberapa langkah yang harus dilakukan, yaitu:

1. Mempersiapkan alat uji yang sudah dirancang dan dibuat sebelumnya  
Alat uji seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Alat pengujian

2. Mengaktifkan alat uji

Alat uji yang sudah diaktifkan dan siap digunakan seperti terlihat pada gambar 4.2



Gambar 4.2 Alat uji dalam kondisi aktif

3. Memasukkan ID pelanggan pemanggil sebanyak dua digit (merekpresentasikan fasa dan kanal) yang disimulasikan melalui keypad. Pada tampilan LCD akan terlihat digit nomor yang dimasukkan sehingga bisa diketahui nomor yang dimasukkan sesuai atau tidak. Simulasi memasukkan ID pemanggil melalui keypad ditunjukkan pada gambar 4.3



Gambar 4.3 Simulasi input ID pemanggil

4. Mikrokontroler mendeteksi posisi fasa dan kanal dari pemanggil. Pendeteksian ID Pemanggil ditunjukkan dengan pergerakan nyala LED dan akan berhenti setelah identifikasi ditemukan. Setelah ditemukan data tersebut akan disimpan dengan alamat yang sudah ditentukan. Seperti ditunjukkan pada gambar 4.4



Gambar 4.4 Simulasi Pendeteksian ID pemanggil

5. Memasukkan ID pelanggan yang dipanggil dua digit (merekpresentasikan fasa dan pelanggan) yang disimulasikan melalui keypad. Pada tampilan LCD bisa dilihat angka dari ID pelanggan yang dimasukkan. Ditunjukkan pada gambar 4.5



Gambar 4.5 Simulasi input ID yang dipanggil

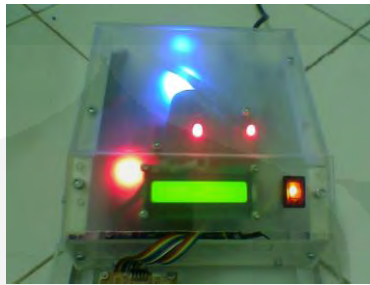
6. Mikrokontroler melakukan pencarian kanal untuk fasa pelanggan yang dipanggil. Proses pencarian kanal ditunjukkan dengan pergerakan nyala LED dan akan berhenti setelah kanal ditemukan. Kemudian menyimpan kanal dan fasa dari pelanggan yang dipanggil pada alamat yang sudah ditentukan untuk pelanggan yang dipanggil. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.6



Gambar 4.6 Simulasi pencarian kanal pemanggil

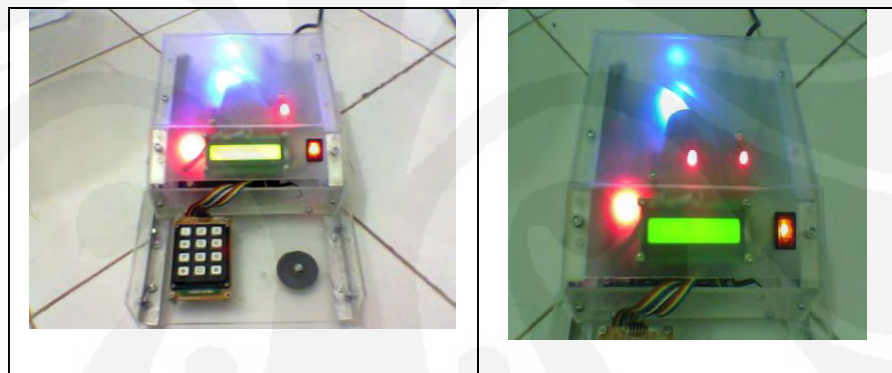


7. Menampilkan status *switching* berupa panggil/busy yang disimulasikan melalui tampilan LCD, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.7



Gambar 4.7 Simulasi kondisi *switching*

8. Mikrokontroler mengirimkan bit-bit kontak *switching* pemanggil dan kontak *switching* yang dipanggil secara bergantian yang disimulasikan melalui tampilan 8 buah LED. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.8



Gambar 4.8 Simulasi pengiriman bit-bit kontak *switching*

9. Apabila didapatkan kondisi *switching* sibuk maka alat tidak akan mengirimkan bit-bit kontak *switching*. Mikrokontroler akan langsung memberi output ke LCD berupa 'BUSY' yang mensimulasikan kode bit sibuk. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.9



Gambar 4.9 Simulasi pengiriman bit kontak *switching* pada kondisi busy



## 4.2 Data Hasil Pengujian

Dalam melakukan pengujian alat dilakukan dengan memasukkan beberapa data ID pelanggan untuk mendapatkan beberapa kemungkinan kondisi. Pada simulasi alat pengatur sistem switching ini hanya mampu menampilkan simulasi untuk 4 panggilan, hal ini dikarenakan keterbatasan memori.

Dalam pengujian dilakukan beberapa kondisi:

1. Pengujian pertama dilakukan pada saat kondisi panggil semua.
2. Pengujian kedua pada kondisi panggil dan busy

Tabel 4.1 Tabel pengujian untuk kondisi pertama

Pan gil an Ke-	ID Pe manggil		ID Dipanggil		LCD	LED (8 buah)	
	Fa sa	Ka nal	Fa sa	Pela nggan		Bit-bit pemanggil	Bit-bit dipanggil
1	1	1	2	1	panggil	00000001	00011010
2	1	2	1	3	panggil	00000111	00001100
3	2	2	1	2	panggil	00100001	00001000
4	3	1	2	3	panggil	01001111	00100111

Tabel 4.2 Tabel pengujian untuk kondisi kedua

Pan gil an Ke-	ID Pe manggil		ID Dipanggil		LCD	LED (8 buah)	
	Fa sa	Ka nal	Fa sa	Pela nggan		Bit-bit pemanggil	Bit-bit dipanggil
1	1	1	2	1	panggil	00000001	00011010
2	1	2	1	3	panggil	00000111	00001100
3	2	2	2	1	busy	-	-
4	3	1	1	3	busy	-	-

Keterangan :

8 bit pemanggil dan yang dipanggil disimulasikan dengan 8 buah LED

Bit '0' = Disimulasikan oleh LED dalam keadaan off/mati

Bit '1' = Disimulasikan oleh LED dalam keadaan on/nyala

### 4.3 Analisa Data

Berdasarkan dari data hasil pengujian yang ditunjukkan pada tabel dapat dilakukan analisa mengenai kinerja alat yang akan dibandingkan dengan prinsip kerja dari sistem yang telah dibuat.

Pada pengujian pertama didapatkan tampilan LCD adalah 'Panggil'. Hal ini menunjukkan bahwa semua panggilan dapat disambungkan karena kanal dalam keadaan kosong.

Pada panggilan ke-1 dilakukan pengujian dengan menggunakan input data ID pemanggil '11' yang merepresentasikan pemanggil berada pada fasa = 1 dan kanal = 1 dan input data ID yang dipanggil adalah '21' yang merepresentasikan pelanggan yang dipanggil berada pada fasa = 2 dan pelanggan ke = 1. Dari hasil kerja alat didapatkan output pada LCD = Panggil dan output pada LED yang mewakili bit-bit kontak switching. Untuk bit-bit kontak switching didapatkan '00010000' dan bit kontak switching yang dipanggil '00011010'. Kondisi ini didapatkan karena kanal dan pelanggan yang dipanggil dalam keadaan kosong (tidak sedang digunakan). Pada panggilan ke-1 ini pelanggan yang dipanggil menempati kanal yang pertama. Kondisi tersebut sama untuk panggilan selanjutnya. Hal ini menunjukkan bahwa alat pengatur switching yang sudah dibuat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan dan sesuai dengan teori dari kerja sistem pengatur switching yang sudah dirancang.

Pada pengujian kedua didapatkan dua tampilan pada LCD yang berbeda. Untuk panggilan ke-1 dan ke-2 dihasilkan tampilan 'Panggil' dan panggilan ke-3 dan ke-4 dihasilkan tampilan "Busy".

Pada panggilan ke-3 dan ke-4 didapatkan kondisi busy/sibuk. Hal ini terjadi karena menggunakan ID pelanggan yang dipanggil yang sama dengan sebelumnya (sudah digunakan pada panggilan sebelumnya) meskipun kondisi kanal memungkinkan untuk melakukan hubungan (kanal kosong). Dari kondisi ini

alat tidak menampilkan output bit-bit dari kontak switching pemanggil dan yang dipanggil. Kondisi ini menunjukkan bahwa alat sudah bekerja sesuai dengan kerja dari sistem. Kondisi busy juga bisa dihasilkan pada saat pelanggan yang akan dihubungi sedang tidak sibuk, tetapi kanal yang akan digunakan dalam kondisi penuh. Hal ini menunjukkan bahwa alat bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

Release dilakukan apabila alat telah digunakan untuk melakukan 4 kali panggilan. Pengujian release dilakukan dengan menekan angka 0,1,2,3 atau 4 dari keypad. 0 untuk release semua panggilan, 1 release untuk panggilan pertama, 2 release untuk panggilan ke 2, dst. Alat dapat menjalankan fungsi release sesuai dengan yang diharapkan.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

Kesimpulan yang dapat diambil dari perancangan sistem *switching* diatas adalah sebagai berikut:

1. Perangkat pengatur *switching* komunikasi telepon untuk sistem PLC dapat dirancang bangun menggunakan mikrokontroler AT89S53.
2. Indikator Keberhasilan perangkat ini adalah dapat menunjukkan fungsi kontrol pengatur *switching* sebagaimana tujuan penulisan.

## DAFTAR ACUAN

- [1] *PLC, Berinternet Lewat PLC*. Diakses 9 April 2008, dari KapanLagi  
<http://www.kapanlagi.com/a/0000002456.html>
- [2] *Powerline Communication/cable/carrier(PLC)*. Diakses 15 April 2008, dari Indrafusian  
<http://indrasufian.web.id/?paged=5>
- [3] *Peralatan Kopling Powerline Carrier*. Diakses 10 Mei 2008, dari Elektro UNDIP.  
<http://www.elektro.undip.ac.id/transmisi/des05/agungndes05.PDF>
- [4] *Teknik Suitshing*. Diakses 2 April 2008, dari Psmk  
<http://www.psmk.net/speedyorari/view.php?file=library/library-non-ict/finansial/telkom/ARTelkom2002.pdf>
- [5] *Sistem Telekomunikasi PSTN*. Diakses 2 April 2008, dari Stttelkom  
<http://students.stttelkom.ac.id/web/news/index.php?id=72&op=view>
- [6] Freeman, Roger L. *Telecommunication System Engineering*, (Sudbury, Massachusetts : February 1980)
- [7] *Switching Penomoran*. Diakses 2 Juni 2008, dari Indoskripsi  
<http://one.indoskripsi.com/judul-skripsi-tugas-makalah/sistem-komputer/switching-penomoran>
- [8] Briley, Bruce Edwin. *Introduction to Telepone Switching*. (Massachusetts: Addison-Wesley ,1983)
- [9] *Arsitektur Microcontoler MCS-51*. Diakses 2 Juni 2008, dari Prasimax

<http://www.mikron123.com/content/view/48/53/>

[10] *Peripheral Interface 8255*. Diakses 2 Juni 2008, dari Prasimax

<http://www.mikron123.com/content>

[11] *Minimum Sistem DT-51*. Diakses 14 April 2008, dari Innovative elektronik

[http://www.innovativeelectronics.com/innovative\\_electronics/pro\\_dthiq\\_at89s\\_is\\_p.htm](http://www.innovativeelectronics.com/innovative_electronics/pro_dthiq_at89s_is_p.htm)

[12] *Light-Emitting Diode*. Diakses 2 Juni 2008, dari Wikipedia

<http://en.wikipedia.org/wiki/led/>

## DAFTAR PUSTAKA

*PLC, Berinternet Lewat PLC*. Diakses 9 April 2008, dari KapanLagi  
<http://www.kapanlagi.com/a/0000002456.html>

*Powerline Communication/cable/carrier(PLC)*. Diakses 15 April 2008, dari Indrafusian  
<http://indrasufian.web.id/?paged=5>

*Peralatan Kopleng Powerline Carrier*. Diakses 10 Mei 2008, dari Elektro UNDIP.  
<http://www.elektro.undip.ac.id/transmisi/des05/agungndes05.PDF>

*Teknik Suitshing*. Diakses 2 April 2008, dari Psmk  
<http://www.psmk.net/speedyorari/view.php?file=library/library-non-ict/finansial/telkom/ARTelkom2002.pdf>

*Sistem Telekomunikasi PSTN*. Diakses 2 April 2008, dari Stttelkom  
<http://students.stttelkom.ac.id/web/news/index.php?id=72&op=view>

Freeman, Roger L. *Telecommunication System Engineering*, (Sudbury, Massachusetts : February 1980)

*Switching Penomoran*. Diakses 2 Juni 2008, dari Indoskripsi  
<http://one.indoskripsi.com/judul-skripsi-tugas-makalah/sistem-komputer/switching-penomoran>

Briley, Bruce Edwin. *Introduction to Telephone Switching*. (Massachusetts: Addison-Wesley, 1983)

*Arsitektur Microcontoler MCS-51*. Diakses 2 Juni 2008, dari Prasinax  
<http://www.mikron123.com/content/view/48/53/>

*Peripheral Interface 8255*. Diakses 2 Juni 2008, dari Prasimax

<http://www.mikron123.com/content>

*Minimum Sistem DT-51*. Diakses 14 April 2008, dari Innovative elektronik

[http://www.innovativeelectronics.com/innovative\\_electronics/pro\\_dthiq\\_at89s\\_is\\_p.htm](http://www.innovativeelectronics.com/innovative_electronics/pro_dthiq_at89s_is_p.htm)

*Light-Emitting Diode*. Diakses 2 Juni 2008, dari Wikipedia

<http://en.wikipedia.org/wiki/led/>





# LAMPIRAN

# TABEL ERLANG

n = 1 - 51

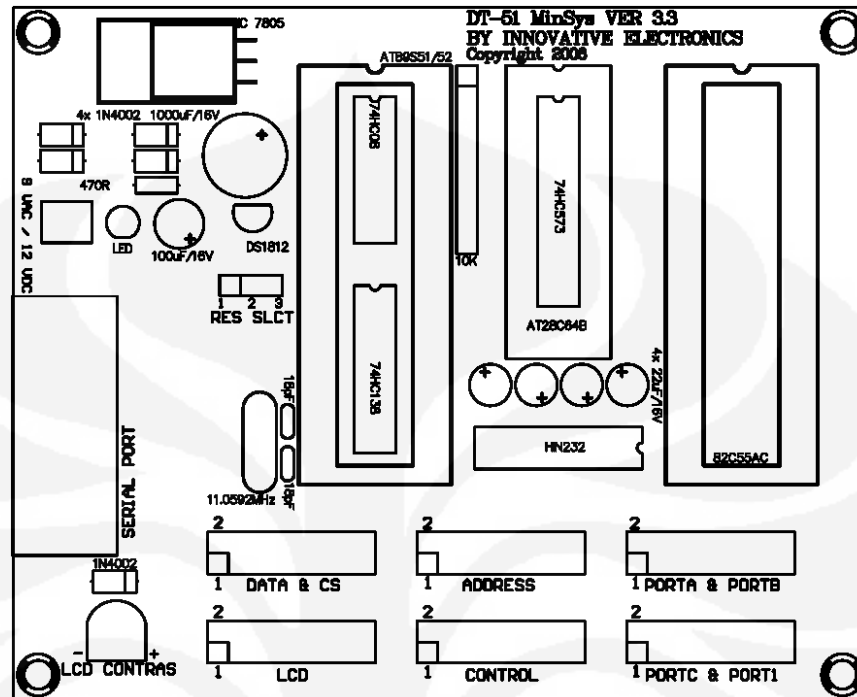
Offered traffic flow A in erlang

n	Loss probability (E)									n	
	0.007	0.008	0.009	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.2		0.4
1	.00705	.00806	.00908	.01010	.02041	.03093	.05263	.11111	.25000	.66667	1
2	.12600	.13532	.14416	.15259	.22347	.28155	.38132	.59543	1.0000	2.0000	2
3	.39664	.41757	.43711	.45549	.60221	.71513	.89940	1.2708	1.9299	3.4798	3
4	.77729	.81029	.84085	.86942	1.0923	1.2589	1.5246	2.0454	2.9452	5.0210	4
5	1.2362	1.2810	1.3223	1.3608	1.6571	1.8752	2.2185	2.8811	4.0104	6.5955	5
6	1.7531	1.8093	1.8610	1.9090	2.2759	2.5431	2.9603	3.7584	5.1086	8.1907	6
7	2.3149	2.3820	2.4437	2.5009	2.9354	3.2497	3.7378	4.6662	6.2302	9.7998	7
8	2.9125	2.9902	3.0615	3.1276	3.6271	3.9865	4.5430	5.5971	7.3692	11.419	8
9	3.5395	3.6274	3.7080	3.7825	4.3447	4.7479	5.3702	6.5464	8.5217	13.045	9
10	4.1911	4.2889	4.3784	4.4612	5.0840	5.5294	6.2157	7.5106	9.6850	14.677	10
11	4.8637	4.9709	5.0691	5.1599	5.8415	6.3280	7.0764	8.4871	10.857	16.314	11
12	5.5543	5.6708	5.7774	5.8760	6.6147	7.1410	7.9501	9.4740	12.036	17.954	12
13	6.2607	6.3863	6.5011	6.6072	7.4015	7.9667	8.8349	10.470	13.222	19.598	13
14	6.9811	7.1155	7.2382	7.3517	8.2003	8.8035	9.7295	11.473	14.413	21.243	14
15	7.7139	7.8568	7.9874	8.1080	9.0096	9.6500	10.633	12.484	15.608	22.891	15
16	8.4579	8.6092	8.7474	8.8750	9.8284	10.505	11.544	13.500	16.807	24.541	16
17	9.2119	9.3714	9.5171	9.6516	10.656	11.368	12.461	14.522	18.010	26.192	17
18	9.9751	10.143	10.296	10.437	11.491	12.238	13.385	15.548	19.216	27.844	18
19	10.747	10.922	11.082	11.230	12.333	13.115	14.315	16.579	20.424	29.498	19
20	11.526	11.709	11.876	12.031	13.182	13.997	15.249	17.613	21.635	31.152	20
21	12.312	12.503	12.677	12.838	14.036	14.885	16.189	18.651	22.848	32.808	21
22	13.105	13.303	13.484	13.651	14.896	15.778	17.132	19.692	24.064	34.464	22
23	13.904	14.110	14.297	14.470	15.761	16.675	18.080	20.737	25.281	36.121	23
24	14.709	14.922	15.116	15.295	16.631	17.577	19.031	21.784	26.499	37.779	24
25	15.519	15.739	15.939	16.125	17.505	18.483	19.985	22.833	27.720	39.437	25
26	16.334	16.561	16.768	16.959	18.383	19.392	20.943	23.885	28.941	41.096	26
27	17.153	17.387	17.601	17.797	19.265	20.305	21.904	24.939	30.164	42.755	27
28	17.977	18.218	18.438	18.640	20.150	21.221	22.867	25.995	31.388	44.414	28
29	18.805	19.053	19.279	19.487	21.039	22.140	23.833	27.053	32.614	46.074	29
30	19.637	19.891	20.123	20.337	21.932	23.062	24.802	28.113	33.840	47.735	30
31	20.473	20.734	20.972	21.191	22.827	23.987	25.773	29.174	35.067	49.395	31
32	21.312	21.580	21.823	22.048	23.725	24.914	26.746	30.237	36.295	51.056	32
33	22.155	22.429	22.678	22.909	24.626	25.844	27.721	31.301	37.524	52.718	33
34	23.001	23.281	23.536	23.772	25.529	26.776	28.698	32.367	38.754	54.379	34
35	23.849	24.136	24.397	24.638	26.435	27.711	29.677	33.434	39.985	56.041	35
36	24.701	24.994	25.261	25.507	27.343	28.647	30.657	34.503	41.216	57.703	36
37	25.556	25.854	26.127	26.378	28.254	29.585	31.640	35.572	42.448	59.365	37
38	26.413	26.718	26.996	27.252	29.166	30.526	32.624	36.643	43.680	61.028	38
39	27.272	27.583	27.867	28.129	30.081	31.468	33.609	37.715	44.913	62.690	39
40	28.134	28.451	28.741	29.007	30.997	32.412	34.596	38.787	46.147	64.353	40
41	28.999	29.322	29.616	29.888	31.916	33.357	35.584	39.861	47.381	66.016	41
42	29.866	30.194	30.494	30.771	32.836	34.305	36.574	40.936	48.616	67.679	42
43	30.734	31.069	31.374	31.656	33.758	35.253	37.565	42.011	49.851	69.342	43
44	31.605	31.946	32.256	32.543	34.682	36.203	38.557	43.088	51.086	71.006	44
45	32.478	32.824	33.140	33.432	35.607	37.155	39.550	44.165	52.322	72.669	45
46	33.353	33.705	34.026	34.322	36.534	38.108	40.545	45.243	53.559	74.333	46
47	34.230	34.587	34.913	35.215	37.462	39.062	41.540	46.322	54.796	75.997	47
48	35.108	35.471	35.803	36.109	38.392	40.018	42.537	47.401	56.033	77.660	48
49	35.988	36.357	36.694	37.004	39.323	40.975	43.534	48.481	57.270	79.324	49
50	36.870	37.245	37.586	37.901	40.255	41.933	44.533	49.562	58.508	80.988	50
51	37.754	38.134	38.480	38.800	41.189	42.892	45.533	50.644	59.746	82.652	51
n	Loss probability (E)									n	
	0.007	0.008	0.009	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.2	0.4	

Offered traffic flow A in erlang

n	Loss probability (E)										n
	0.00001	0.00005	0.0001	0.0005	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	
1	.00001	.00005	.00010	.00050	.00100	.00200	.00301	.00402	.00503	.00604	1
2	.00448	.01005	.01425	.03213	.04576	.06534	.08064	.09373	.10540	.11608	2
3	.03980	.06849	.08683	.15170	.19384	.24872	.28851	.32099	.34900	.37395	3
4	.12855	.19554	.23471	.36236	.43927	.53503	.60209	.65568	.70120	.74124	4
5	.27584	.38851	.45195	.64857	.76212	.89986	.99446	1.0692	1.1320	1.1870	5
6	.47596	.63923	.72826	.99567	1.1459	1.3252	1.4468	1.5421	1.6218	1.6912	6
7	.72378	.93919	1.0541	1.3922	1.5786	1.7984	1.9463	2.0614	2.1575	2.2408	7
8	1.0133	1.2816	1.4219	1.8298	2.0513	2.3106	2.4837	2.6181	2.7299	2.8266	8
9	1.3391	1.6595	1.8256	2.3016	2.5575	2.8549	3.0526	3.2057	3.3326	3.4422	9
10	1.6970	2.0689	2.2601	2.8028	3.0920	3.4265	3.6480	3.8190	3.9607	4.0829	10
11	2.0849	2.5059	2.7216	3.3294	3.6511	4.0215	4.2661	4.4545	4.6104	4.7447	11
12	2.4958	2.9671	3.2072	3.8781	4.2314	4.6368	4.9038	5.1092	5.2789	5.4250	12
13	2.9294	3.4500	3.7136	4.4465	4.8306	5.2700	5.5588	5.7807	5.9638	6.1214	13
14	3.3834	3.9523	4.2388	5.0324	5.4464	5.9190	6.2291	6.4670	6.6632	6.8320	14
15	3.8559	4.4721	4.7812	5.6339	6.0772	6.5822	6.9130	7.1665	7.3755	7.5552	15
16	4.3453	5.0079	5.3390	6.2496	6.7215	7.2582	7.6091	7.8780	8.0995	8.2898	16
17	4.8502	5.5583	5.9110	6.8782	7.3781	7.9457	8.3164	8.6003	8.8340	9.0347	17
18	5.3693	6.1220	6.4959	7.5186	8.0459	8.6437	9.0339	9.3324	9.5780	9.7889	18
19	5.9016	6.6980	7.0927	8.1698	8.7239	9.3515	9.7606	10.073	10.331	10.552	19
20	6.4460	7.2854	7.7005	8.8310	9.4115	10.068	10.496	10.823	11.092	11.322	20
21	7.0017	7.8834	8.3186	9.5014	10.108	10.793	11.239	11.580	11.860	12.100	21
22	7.5680	8.4926	8.9462	10.180	10.812	11.525	11.989	12.344	12.635	12.885	22
23	8.1443	9.1095	9.5826	10.868	11.524	12.265	12.746	13.114	13.416	13.676	23
24	8.7298	9.7351	10.227	11.562	12.243	13.011	13.510	13.891	14.204	14.472	24
25	9.3240	10.369	10.880	12.264	12.969	13.763	14.279	14.673	14.997	15.274	25
26	9.9265	11.010	11.540	12.972	13.701	14.522	15.054	15.461	15.795	16.081	26
27	10.537	11.659	12.207	13.686	14.439	15.285	15.835	16.254	16.598	16.893	27
28	11.154	12.314	12.880	14.406	15.182	16.054	16.620	17.051	17.406	17.709	28
29	11.779	12.976	13.560	15.132	15.930	16.828	17.410	17.853	18.218	18.530	29
30	12.417	13.644	14.246	15.863	16.684	17.606	18.204	18.660	19.034	19.355	30
31	13.054	14.318	14.937	16.599	17.442	18.389	19.002	19.470	19.854	20.183	31
32	13.697	14.998	15.633	17.340	18.205	19.176	19.805	20.284	20.678	21.015	32
33	14.346	15.682	16.335	18.085	18.972	19.966	20.611	21.102	21.505	21.850	33
34	15.001	16.372	17.041	18.835	19.743	20.761	21.421	21.923	22.336	22.689	34
35	15.660	17.067	17.752	19.589	20.517	21.559	22.234	22.748	23.169	23.531	35
36	16.325	17.766	18.468	20.347	21.296	22.361	23.050	23.575	24.006	24.376	36
37	16.995	18.470	19.188	21.108	22.078	23.166	23.870	24.406	24.846	25.223	37
38	17.669	19.178	19.911	21.873	22.864	23.974	24.692	25.240	25.689	26.074	38
39	18.348	19.890	20.640	22.642	23.652	24.785	25.518	26.076	26.534	26.926	39
40	19.031	20.606	21.372	23.414	24.444	25.599	26.346	26.915	27.382	27.782	40
41	19.718	21.326	22.107	24.189	25.239	26.416	27.177	27.756	28.232	28.640	41
42	20.409	22.049	22.846	24.967	26.037	27.235	28.010	28.600	29.085	29.500	42
43	21.104	22.776	23.587	25.748	26.837	28.057	28.846	29.447	29.940	30.362	43
44	21.803	23.507	24.333	26.532	27.641	28.882	29.684	30.295	30.797	31.227	44
45	22.505	24.240	25.081	27.319	28.447	29.708	30.525	31.146	31.656	32.093	45
46	23.211	24.977	25.833	28.109	29.255	30.538	31.367	31.999	32.517	32.962	46
47	23.921	25.717	26.587	28.901	30.066	31.369	32.212	32.854	33.381	33.832	47
48	24.633	26.460	27.344	29.696	30.879	32.203	33.059	33.711	34.246	34.704	48
49	25.349	27.206	28.104	30.493	31.694	33.039	33.908	34.570	35.113	35.578	49
50	26.067	27.954	28.867	31.292	32.512	33.876	34.759	35.431	35.982	36.454	50
51	26.789	28.706	29.632	32.094	33.332	34.716	35.611	36.293	36.852	37.331	51
n	0.00001	0.00005	0.0001	0.0005	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	n

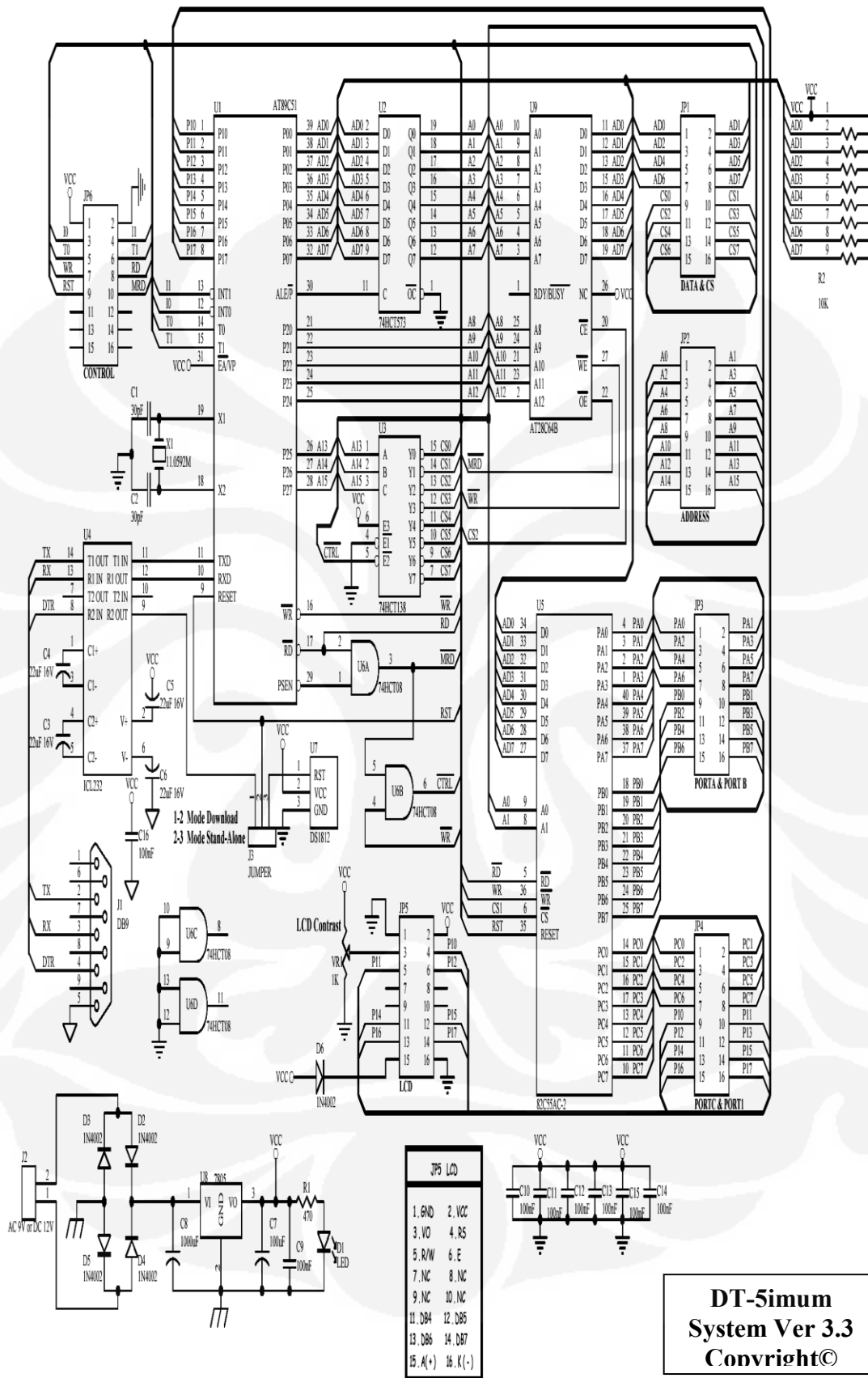
## SKEMA&LAYOUT DT-51



**Gambar 1-1**  
Tata Letak DT-51 Minimum System ver 3.3

### Koneksi Kabel Serial DT-51 Minimum System ver 3.3

PC Serial Port Connector		DT-51 Minimum System ver 3.3 Serial Port Connector
DB9 Female	DB25 Female	DB9 Male
3	2	3
2	3	2
5	7	5
4	20	4



JP5 LCD	
1. GND	2. VCC
3. VO	4. RS
5. R/W	6. E
7. NC	8. NC
9. NC	10. NC
11. DB4	12. DB5
13. DB6	14. DB7
15. A(+)	16. K(-)

**DT-Simum  
System Ver 3.3  
Convright©**