

ALAT PENCATAT TUJUAN PENUMPANG  
PADA JALUR JALAN UMUM  
JALUR MALANG DUNGSARI

C:\WINDOWS  
\binhem.scr

SIKRI SI

*Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik*



Disusun oleh :

**DIDIK WAHYUDI**  
NIM. 0110630037

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**  
**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**MALANG**  
**2007**

# ALAT PENCATAT TUJUAN PENUMPANG PADA KENDARAAN UMUM JALUR BATU-LANDUNGSARI

## SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

**DIDIK WAHYUDI**

**NIM. 0110630037**

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

DOSEN PEMBIMBING:

**Dosen Pembimbing**

**Ir. Nurussa'adah**  
**NIP. 131 994 339**

**Dosen Pembimbing**

**Ir. Bambang Siswoyo**  
**NIP. 131 759 588**

# ALAT PENCATAT TUJUAN PENUMPANG PADA KENDARAAN UMUM JALUR BATU-LANDUNGSARI

Disusun oleh :

**DIDIK WAHYUDI**

**NIM. 0110630037**

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada  
tanggal 7 Agustus 2007

## DOSEN PENGUJI

Ir. Ponco Siwindarto, MS.  
NIP. 131 837 966

Ir. M. Julius, ST., MS.  
NIP. 131 124 655

Suprpto, ST., MT.  
NIP. 131 994 339

Rahmadwati, ST., MT.  
NIP. 132 283 659

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir. Heru Nurwarsito, M.Kom  
NIP. 131 879 033

## PENGANTAR

Alhamdulillah, Segala puji syukur hanya bagi Allah SWT atas rahmat, hidayah serta karunia-Nya kepada penulis, sehingga skripsi yang berjudul “ALAT PENCATAT TUJUAN PENUMPANG PADA KENDARAAN UMUM JALUR BATU-LANDUNGSARI” dapat diselesaikan. Hanya karena pertolongan-Nya semata penulis mampu melewati segala kendala yang ada selama penyusunan skripsi ini. Semoga shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat, dan para pegikut beliau sampai ari akhir.

Penyusunan skripsi ini diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik, yang merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh oleh setiap mahasiswa Jurusan Teknik Elektro di lingkungan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.

Dengan kesungguhan dan rasa rendah hati, penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Heru Nurwasito, Mkom selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
2. Rudy Yuwono ST, Msc selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
3. Ir. Ponco Siwindarto, MS selaku KKDK Elektronika Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
4. Ir. Nurussa'adah selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan ide, bimbingan, motivasi, pengarahan serta saran dalam penyusunan skripsi ini.
5. Ir. Bambang Siswoyo selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan ide, bimbingan, motivasi, pengarahan serta saran dalam penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Misno alm., atas kasih sayang, doa, dukungan, dan perhatian serta semangat yang diberikan sepanjang hidupnya. Dan semoga beliau selalu dalam lindungan-Nya.
7. Ibu Fatoyah, adikku Yayuk Nurhayati dan Muji Rahayu, atas kasih sayang, doa, dukungan, dan perhatian yang tidak putus-putus.

8. Bapak, Ibu dosen serta segenap staf dan karyawan Jurusan Teknik Elektro yang secara langsung maupun tidak langsung telah banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Bapak Pendik salah satu sopir kendaraan umum Batu-Songgoriti sekaligus anggota APPKB (Aliansi Paguyuban Pengemudi Kota Batu) yang telah banyak memberi informasi dan saran dalam penyusunan skripsi ini.
10. Teman – teman elektro, baik reguler maupun ekstensi terutama angkatan 2001 yang telah banyak memberikan dukungan, bantuan, motivasi serta doanya
11. Teman – teman asisten Lab. Sistem Digital dan Lab. Elektronika angkatan 1999, 2000, 2001, 2002 dan 2003 yang telah banyak memberikan dukungan, bantuan, motivasi serta doanya.
12. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan sebaik – baiknya.

Penyusun menyadari bahwa skripsi yang kami susun masih banyak kekurangan serta masih jauh dari sempurna, hal ini tidak lain karena keterbatasan materi dan pengetahuan yang dimiliki penyusun. Oleh karena itu kritik serta saran sangat kami harapkan demi kesempurnaan penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, penyusun mengharapkan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi rekan – rekan mahasiswa dan bagi seluruh pembaca pada umumnya.

Malang, Juli 2007

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>PENGANTAR</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	<b>viii</b>
<b>RINGKASAN</b>	<b>ix</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan	3
1.5. Sistematika Pembahasan	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>5</b>
2.1. Tempat Tujuan Penumpang	5
2.2. Jarak	6
2.3. <i>Optocoupler</i>	7
2.4. Mikrokontroler AT89S51	8
2.4.1. Susunan Pin AT89S51	8
2.4.2. Struktur Perangkat Keras AT89S51	10
2.4.2.1. RAM Internal	12
2.4.2.2. Register Fungsi Khusus	13
2.4.3. Sistem <i>Counter</i> Internal Mikrokontroler AT89S51	13
2.4.3.1. Mode Kerja <i>Counter</i> Internal Mikrokontroler AT89S51	14
2.4.4. Sistem Komunikasi Serial Mikrokontroler AT89S51	16
2.5. Rangkaian <i>Keypad</i>	17
2.6. Modul LCD M1632	18
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>20</b>
3.1. Studi Literatur	20
3.2. Perencanaan Alat	21
3.3. Pembuatan Alat	21
3.4. Pengujian Alat	21
3.5. Penarikan Kesimpulan	22

<b>IV. PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT</b>	<b>23</b>
4.1. Gambaran Umum	23
4.2. Spesifikasi Alat	24
4.3. Perancangan Perangkat Keras	25
4.3.1. Perancangan Rangkaian Detektor Putaran Roda	25
4.3.2. Sistem Mikrokontroler AT89S51	27
4.3.3. Sistem <i>Counter</i> Internal Mikrokontroler AT89S51	29
4.3.4. Sistem Komunikasi Serial Mikrokontroler AT89S51	30
4.3.5. Rangkaian Antarmuka <i>Keypad</i>	31
4.3.6. Rangkaian Antarmuka Modul LCD	33
4.4. Perencanaan Perangkat Lunak	34
4.4.1. Perangkat Lunak Program Utama	34
4.4.2. Perangkat Lunak Sub Rutin Penyimpanan dan Pengurutan Data	37
<b>V. PENGUJIAN DAN ANALISIS</b>	<b>40</b>
5.1. Pengujian Rangkaian Detektor Putaran Roda	40
5.2. Pengujian Rangkaian <i>Counter</i> Internal Mikrokontroler	42
5.3. Pengujian Rangkaian Komunikasi Serial Antar Mikrokontroler	44
5.4. Pengujian Rangkaian <i>Keypad</i>	47
5.5. Pengujian Rangkaian LCD	50
5.6. Pengujian Perangkat Lunak	50
5.6.1. Pengujian Perangkat Lunak untuk Pemilihan Tujuan dan Pengiriman secara Serial	50
5.6.2. Perangkat Lunak Penerimaan Data Serial dan Penyimpanan Data Tujuan Penumpang	52
5.7. Pengujian Keseluruhan Sistem	54
<b>VI. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>58</b>
6.1. Kesimpulan	58
6.2. Saran	58
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>60</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## RINGKASAN

Didik Wahyudi, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Juli 2007, *Alat Pencatat Tujuan Penumpang Pada Kendaraan Umum Jalur Batu-Landungsari*. Dosen Pembimbing : Ir. Nurussa'adah dan Ir. Bambang Siswoyo.

Kendaraan umum merupakan salah satu contoh alat transportasi yang berfungsi untuk masyarakat umum. Tetapi, kendaraan umum dalam melayani kebutuhan masyarakat/penumpang masih mempunyai beberapa kendala, salah satunya adalah penumpang diturunkan pada tempat yang tidak seharusnya. Salah satu faktor penyebabnya adalah sopir tidak mampu memperkirakan kapan penumpang akan turun.

Penumpang dapat diturunkan di tempat yang seharusnya jika sopir tahu tempat tujuan penumpang yang terdekat dengan posisi kendaraan sekarang. Dengan alat pencatat tujuan penumpang yang tampilan tempat tujuan penumpang didasarkan pada jarak, maka sopir dapat memperkirakan kapan penumpang akan turun. Data tujuan penumpang diisikan melalui *keypad* dengan menekan huruf depan tempat tujuan yang diinginkan dan akan ditampilkan melalui LCD (penumpang). Tombol UP-DOWN digunakan jika tujuan yang dipilih belum sesuai. Data tersebut akan dikirim dari mikrokontroler (penumpang) ke mikrokontroler (sopir) melalui komunikasi serial dengan menekan tombol OK. Mikrokontroler (sopir) akan mengurutkan data tersebut berdasarkan jarak terdekat dengan posisi terminal sekarang. Jarak terdekat akan ditampilkan pada LCD (sopir) terlebih dahulu. Ketika kendaraan umum dijalankan maka rangkaian detektor putaran akan mendeteksi adanya putaran roda, keluaran dari rangkaian ini digunakan sebagai sinyal clock *counter* internal mikrokontroler yang telah diset datanya, jika jarak tempat tujuan penumpang ini telah tercapai maka LED merah akan menyala dan tempat tujuan penumpang berikutnya akan ditampilkan pada LCD (sopir). Hal ini akan dilakukan sampai kendaraan tiba di terminal.

Dari pengujian yang dilakukan, alat ini dapat menyimpan tempat tujuan penumpang sebanyak 17 tempat yang dipilih dari 51 tempat tujuan penumpang yang mungkin ditambah tempat tujuan penumpang pengganti yang turun dan menampilkannya secara bergantian sesuai dengan posisi kendaraan.

Kata kunci : Tujuan Penumpang, Kendaraan Umum.

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam era perkembangan teknologi saat ini, alat-alat komunikasi memegang peranan penting bagi masyarakat untuk mengirim dan memperoleh informasi. Alat-alat komunikasi berkembang sesuai tuntutan kebutuhan yang ada, bahkan yang sebelumnya merupakan barang mewah berubah menjadi kebutuhan pokok. Sebuah informasi tidak hanya harus diperoleh melalui alat-alat komunikasi saja tetapi ada kalanya kita harus menuju ke tempat sumber informasi berada atau tempat tujuan informasi tersebut secara langsung.

Transportasi merupakan sarana yang dibutuhkan untuk memperoleh atau mengirim informasi ke tempat tujuan secara langsung, walaupun juga bisa digunakan untuk beberapa kepentingan yang lain seperti pemasaran barang dan pengiriman barang. Sarana transportasi yang bisa digunakan antara lain, seperti sepeda motor, mobil dan bus. Bagi yang memiliki sarana transportasi sendiri mungkin akan dapat mengatur kapan waktu mereka berangkat dan kapan waktu akan tiba, sehingga mereka akan dapat menuju ke tempat sumber informasi tepat waktu.

Bagi yang tidak memiliki sarana transportasi sendiri akan mengalami beberapa kendala tersendiri, seperti pengaturan waktu untuk berangkat dan tiba di tempat tujuan yang sulit untuk diperhitungkan karena bergantung pada situasi yang ada. Timbul rasa bosan dan jenuh ketika harus menunggu kendaraan umum untuk mengisi penumpang sampai penuh. Kendala yang lain terjadi ketika kendaraan umum tersebut sudah berangkat, kadangkala sopir kendaraan umum akan menjalankan kendaraannya lebih cepat jika dalam jarak tertentu tidak ada penumpang yang turun. Ketika ada penumpang yang akan turun seringkali penumpang diturunkan di tempat yang tidak sesuai harapan. Biasanya bagi penumpang yang belum pernah berpergian pada daerah yang bersangkutan, mereka biasanya memberitahu tahu dulu sopir agar diturunkan di tempat tertentu, tetapi sopir sering kali lupa akan hal itu jika tempat yang dimaksud relatif jauh.

Dalam skripsi yang berjudul "Perancangan dan Pembuatan Informasi Keberadaan Kendaraan Penumpang dengan Menggunakan Gelombang Radio" oleh Himawan Kunaifi tahun 2005, dengan tujuan untuk memberitahukan kepada penumpang dimana posisi mereka sekarang, sehingga penumpang dapat memperkirakan kapan waktu harus turun. Informasi keberadaan penumpang dikirim melalui gelombang radio, maka pada tempat-tempat tertentu perlu dipasang pemancar radio. Jika jalur kendaraan umum tersebut jaraknya relatif jauh dan tempat-tempat tujuan penumpang juga relatif jauh, maka antara pemancar radio yang satu dengan yang lain bisa diatur jaraknya. Bagi kendaraan umum yang mempunyai jalur operasi yang tidak terlalu jauh, maka penggunaan alat tersebut diatas menjadi tidak efektif. Hal ini dikarenakan jarak antara tempat tujuan penumpang yang satu dengan yang lainnya relatif dekat, sehingga tidak efektif pada jarak yang relatif dekat terdapat dua atau lebih pemancar radio. Di samping itu, semakin banyak tempat tujuan maka pemancar radio yang diperlukan juga semakin banyak.

Bagi kendaraan umum dengan jalur Batu-Landungsari terdapat kurang lebih 51 tempat tujuan yang mungkin, maka metode di atas tidak efektif bila diterapkan. Walaupun jumlah penumpang penuh minimum sebanyak 15 dan maksimum sebanyak 17 penumpang ditambah dengan penumpang yang mungkin naik menggantikan penumpang yang turun. Dengan jarak antara tujuan yang satu dengan yang lain relatif dekat, maka yang perlu mengetahui tujuan penumpang adalah sopir. Agar sopir bisa memperkirakan laju kendaraannya dan penumpang bisa diturunkan di tempat yang diharapkan, maka diperlukan alat untuk mencatat tujuan penumpang. Tampilan tempat tujuan penumpang ini diurutkan berdasarkan dengan posisi terminal dan pergantian tampilan tempat tujuan penumpang ditentukan berdasarkan jarak yang diukur dari titik acuan dimana penumpang sering diturunkan. Tempat tujuan tersebut akan tertampil melalui LCD yang terdapat di depan sopir.

## 1.2. Rumusan Masalah

Mengacu pada permasalahan yang ada, maka rumusan masalah ini ditekankan pada:

- a. Bagaimana merancang dan membuat rangkaian detektor putaran roda?
- b. Bagaimana merancang dan membuat rangkaian *counter* internal mikrokontroler?
- c. Bagaimana merancang dan membuat rangkaian serial antar mikrokontroler?
- d. Bagaimana merancang dan membuat antarmuka *keypad* dengan mikrokontroler?
- e. Bagaimana merancang dan membuat antarmuka LCD dengan mikrokontroler?

## 1.3. Ruang Lingkup

Dalam perencanaan dan pembuatan skripsi ini perlu dilakukan pembatasan masalah. Pembatasan masalah yang diajukan dalam skripsi ini antara lain:

1. Menekankan pada perancangan, pembuatan dan pembahasan alat pencatat tujuan penumpang jalur Batu-Landungsari
2. Membahas *counter* internal mikrokontroler AT89S51
3. Membahas komunikasi serial antar mikrokontroler AT89S51
4. Informasi tempat tujuan penumpang dalam bentuk teks yang telah ditentukan posisinya.
5. Membahas mengenai cara pembuatan perangkat lunak mikrokontroler AT89S51.

## 1.4. Tujuan

Tujuan penyusunan skripsi ini adalah merencanakan dan membuat alat pencatat tujuan penumpang pada kendaraan umum jalur Batu-Landungsari dan menampilkannya berdasarkan posisinya terhadap terminal terdekat.

## 1.5 Sistematika dan Penulisan

Pembahasan laporan pada skripsi ini disusun berdasarkan sistematika sebagai berikut:

### BAB I : Pendahuluan

Berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, dan sistematika dan penulisan.

### BAB II : Tinjauan Pustaka

Berisi teori-teori dasar yang meliputi Tempat tujuan penumpang, Jarak, *Optocoupler*, Mikrokontroler AT89S51, *Keypad* dan Modul LCD M1632 yang digunakan sebagai landasan penyusunan skripsi.

### BAB III : Metodologi

Berisi metode penelitian yang akan dilakukan dalam perancangan alat.

### BAB IV : Perencanaan dan Pembuatan Alat

Berisi perencanaan dan pembuatan perangkat keras maupun perangkat lunak.

### BAB V : Pengujian dan Analisis

Berisi tentang pengujian perangkat keras dan perangkat lunak secara keseluruhan dan pembahasan hasil pengujian.

### BAB VII: Kesimpulan dan Saran

Berisi kesimpulan dari keseluruhan telah dijalankan dan saran-saran untuk dapat diperbaiki di masa-masa yang akan datang terhadap kelemahan-kelemahan yang ada.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Dalam merencanakan dan merealisasikan Alat Pencatat Tujuan Penumpang pada Kendaraan Umum Jalur Batu-Landungsari, dibutuhkan pemahaman tentang berbagai hal yang mendukung. Pemahaman ini akan bermanfaat untuk merancang perangkat keras dan perangkat lunak sistem yang dirancang.

Pada kendaraan umum jalur Batu-Landungsari terdapat 51 tempat tujuan penumpang yang mungkin dengan jarak yang satu dengan yang lainnya relatif dekat. Tempat tujuan tersebut merupakan tempat tujuan yang sering dituju oleh penumpang. Karena tampilan tempat tujuan penumpang didasarkan pada jarak yang diukur dari masing-masing titik acuan maka diperlukan metode untuk mengukur jarak tersebut. Untuk menghitung jarak antara tempat tujuan yang satu dengan yang lain pada kendaraan umum bisa menggunakan putaran roda. Dengan metode ini, jarak yang ditempuh oleh sebuah kendaraan umum dapat dihitung dengan menghitung jumlah putaran roda.

Penumpang terlebih dahulu harus mengisi tempat tujuannya melalui *keypad*. Tujuan penumpang tersebut akan diurutkan berdasarkan posisinya terhadap terminal yang terdekat. Detektor putaran roda akan digunakan sebagai sinyal clock dari *counter* internal mikrokontroler. Setelah jarak dari tempat tujuan yang bersangkutan terpenuhi maka *counter* akan direset secara otomatis ataupun manual dan tempat tujuan berikutnya akan ditampilkan. Reset manual digunakan jika tempat tujuan penumpang yang tertampil belum terpenuhi tempat tujuan berikutnya sudah tertampil.

#### 2.1. Tempat Tujuan Penumpang

Ada tiga kendaraan umum yang beroperasi dengan jalur antar terminal Batu-Landungsari yaitu kendaraan umum berlabel BL (Batu-Landungsari), kendaraan umum ini melalui jalur jalan utama dari terminal Batu ke Landungsari. Yang kedua kendaraan umum berlabel BJL (Batu-Junrejo-Landungsari) dengan jalur antara terminal Batu dan Landungsari melewati daerah Junrejo. Dan yang

ketiga kendaraan umum berlabel BTL (Batu-Torongrejo-Landungsari) dengan jalur antar terminal Batu dan Landungsari melewati daerah Torongrejo.

Kendaraan umum berlabel BL (Batu-Landungsari) mempunyai tempat tujuan penumpang yang mungkin sebanyak 51 tempat seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Tempat Tujuan Penumpang Jalur Batu-Landungsari

No.	Tempat Tujuan	No.	Tempat Tujuan
1	Batu	27	JR. Jalan Baru
2	Jembatan Batu	28	KP. Elektro
3	Hoplet	29	KP /3an
4	Rm. Kelinci	30	Hotel S. Manjing
5	Air Mancur	31	Areng2 Atas
6	Beji Puskesmas	32	Areng2 Ojek
7	Beji SMP N 3	33	Areng2 Bawah
8	Alkitab	34	Bumi Asri
9	Grawedya	35	Lavanda
10	Barongan	36	Sengkaling /3an
11	Beji SD	37	Dau Kelurahan
12	Beji Kelurahan	38	Dau Puskesmas
13	Kandam	39	Dau Koramil
14	Saminto	40	Sengkaling
15	Rm. Ulam	41	Sengkaling Vila
16	SMK Edith	42	Jetis Elektro
17	KUD	43	Jetis Jalan Baru
18	Dogado	44	Jetis Masjid
19	Joso Pasar Apel	45	Jaeng
20	Joso Asem	46	BPH/UNMU Masjid
21	Joso Gerdu	47	UNMU Kampus
22	Ngandat	48	ATM lama
23	STTABB/Vihara	49	UNMU Tembusan
24	Hotel Mentari	50	Revolusi
25	Kajang	51	<b>Landungsari</b>
26	Puri Savira		

Dalam tabel 2.1 ditunjukkan tempat tujuan penumpang yang diurutkan dari terminal batu ke terminal landungsari.

## 2.2. Jarak

Dalam dunia fisika dikenal istilah besaran, besaran didefinisikan sebagai sesuatu yang dapat diukur. Secara garis besar terbagi menjadi dua yaitu besaran

pokok dan besaran turunan. Besaran pokok merupakan besaran yang ditentukan terlebih dahulu dan dapat diturunkan ke dalam besaran yang lain, sedangkan besaran turunan diperoleh dengan cara diturunkan dari besaran pokok.

Salah satu contoh besaran pokok yaitu panjang atau jarak. Besaran ini mempunyai satuan meter dalam *standart international* (SI). Ada beberapa cara mengukur besaran panjang yaitu menggunakan mistar dan meteran, sedangkan untuk jarak diperlukan metode yang lain karena akan mengalami kesulitan jika harus menggunakan kedua peralatan di atas. Salah satu cara yang bisa digunakan untuk mengukur jarak yaitu dengan menggunakan sebuah roda dengan diameter tertentu. Kemudian roda tersebut digelindingkan dari awal sampai titik akhir dan dihitung berapa banyak putaran yang terjadi, jarak yang ditempuh dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 2.1.

$$S = K.n \quad (2.1)$$

$$K = \pi.D \quad (2.2)$$

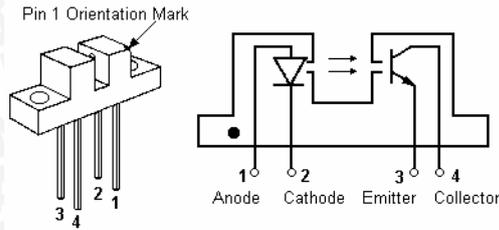
Dengan S menyatakan jarak yang ditempuh, K menyatakan keliling roda, n menyatakan banyaknya putaran roda dan D menyatakan diameter roda.

### 2.3 *Optocoupler*

*Optocoupler* atau optoisolator adalah komponen elektronik yang berfungsi untuk mengirim sinyal elektrik (tegangan atau arus) dari rangkaian yang satu ke rangkaian yang lain yang terpisah satu dengan lainnya. *Optocoupler* terdiri dari LED infrared dan komponen penerima cahaya seperti foto dioda, foto transistor, foto transistor Darlington dan foto SCR. Jenis-jenis komponen penerima cahaya tersebut akan menentukan besarnya CTR (*Current Transfer Ratio*). CTR didefinisikan sebagai perbandingan antara arus keluaran dengan arus masukan yang dinyatakan dalam persen seperti ditunjukkan oleh Persamaan 2.3

$$CTR = I_{OUT}/I_{IN} \quad (2.3)$$

*Optocoupler* model U (*slotted optocoupler*) menggunakan foto transistor dan foto transistor Darlington sebagai detektor cahaya. Dalam Gambar 2.1 ditunjukkan bentuk dan skema *optocoupler* model U yang komponen penerima cahayanya berupa foto transistor.



Gambar 2.1 Simbol *Optocoupler* Model U.  
Sumber: Anonym, 2006:7

## 2.4 Mikrokontroler AT89S51

### 2.4.1 Susunan Pin AT89S51

P1.0	1	40	VCC
P1.1	2	39	P0.0 (AD0)
P1.2	3	38	P0.1 (AD1)
P1.3	4	37	P0.2 (AD2)
P1.4	5	36	P0.3 (AD3)
P1.5	6	35	P0.4 (AD4)
P1.6	7	34	P0.5 (AD5)
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 2.2 Susunan Pena (kaki) Mikrokontroler AT89S51  
Sumber : Atmel, 1997: 1

Tabel 2.2 Keterangan *pin out* AT89S51

Nomor Pin	Nama Pin	Alternatif	Keterangan
20	GND		<i>Ground</i>
40	VCC		<i>Power supply</i>
32 ...39	P0.7...P0.0	D7...D0 dan A7...A0	<p>Pada fungsi sebagai I/O biasa port ini dapat memberikan output sink ke delapan buah TTL input atau dapat diubah sebagai input dengan memberikan logika 1 pada port tersebut.</p> <p>Pada fungsi sebagai <i>low order multiplex address</i>, data port ini akan mempunyai internal <i>pull up</i>.</p>

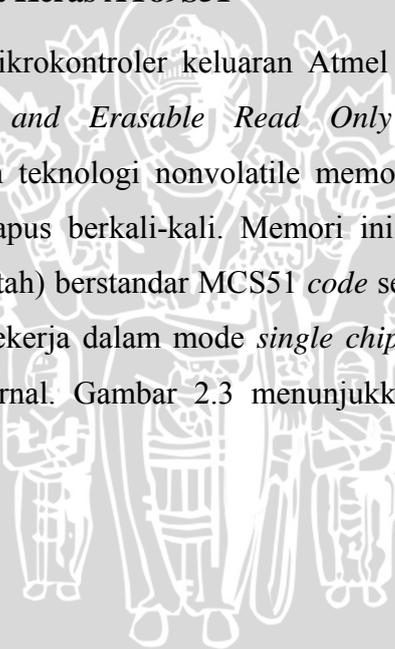
Nomor Pin	Nama Pin	Alternatif	Keterangan
1...8	P1.0...P1.7		Port ini mempunyai internal <i>pull up</i> dan berfungsi sebagai input dengan memberikan logika 1 sebagai output port ini dapat memberikan output sink keempat buah input TTL.
21...28	P2.0...P2.7	A8...A15	Port ini mempunyai internal <i>pull up</i> dan berfungsi sebagai input dengan memberikan output sink keempat buah input TTL.
10...17	Port 3		Sebagai I/O biasa port 3 mempunyai sifat yang sama dengan port 1 maupun port 2. Sedangkan sebagai fungsi spesial, port – port ini mempunyai keterangan sebagai berikut :
10	P3.0	RXD	Port Serial Input.
11	P3.1	TXD	Port Serial Output.
12	P3.2	$\overline{INT0}$	Port External Interupt 0.
13	P3.3	$\overline{INT1}$	Port External Interupt 1.
14	P3.4	T0	Port External Timer 0 input.
15	P3.5	T1	Port External Timer 1 input.
16	P3.6	$\overline{WR}$	External Data <i>Memory Write Strobe</i> .
17	P3.7	$\overline{RD}$	External Data <i>Memory Read Strobe</i> .
9	RST		Reset akan aktif dengan memberikan input <i>high</i> selama 2 <i>cycle</i> .
30	ALE	$\overline{PROG}$	Pin ini dapat berfungsi sebagai <i>address latch enable</i> (ALE) yang <i>me-latch low byte address</i> pada saat mengakses memori eksternal. ALE hanya akan aktif pada saat mengakses memori eksternal (Movx & Movc).

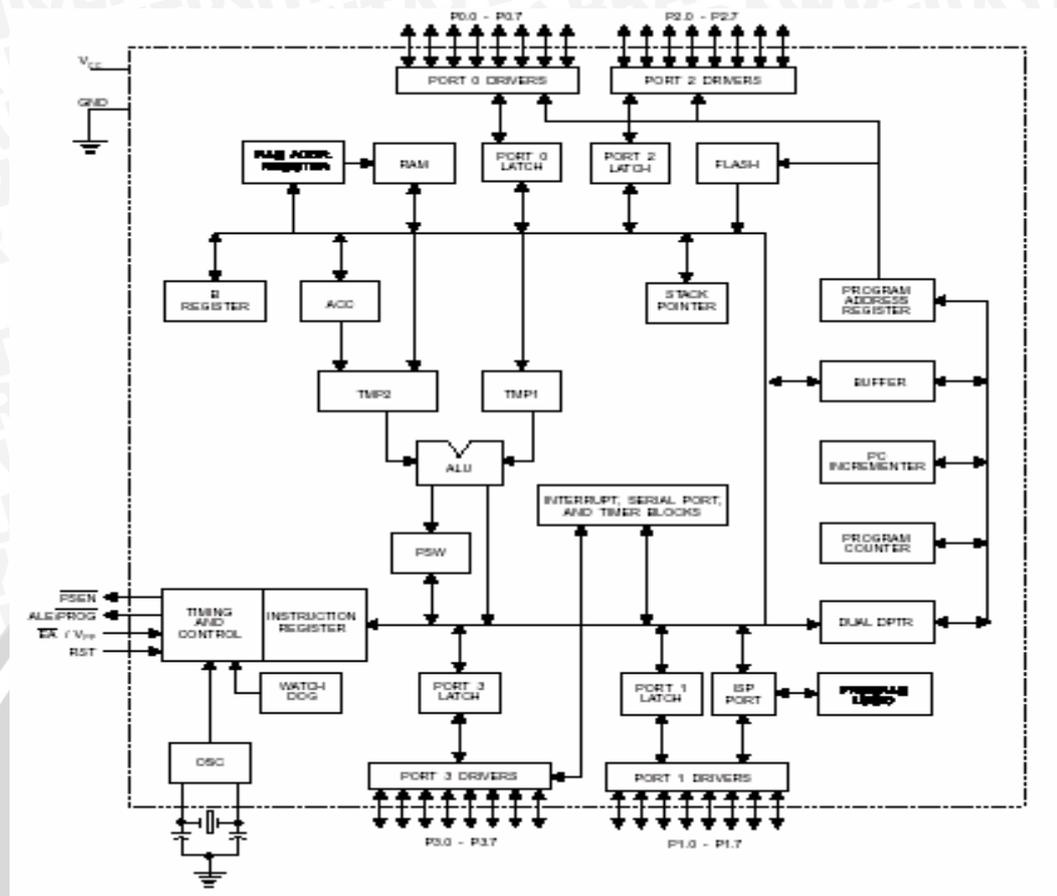
Nomor Pin	Nama Pin	Alternatif	Keterangan
29	$\overline{PSEN}$		Pin ini berfungsi pada saat mengeksekusi program yang terletak pada memori eksternal. PSEN akan aktif dua kali setiap <i>cycle</i> .
31	$\overline{EA}$	VPP	Pin ini akan berfungsi untuk menjalankan program yang ada pada memori internal pada kondisi <i>High</i> .
19	XTAL 1		Input osilator.
18	XTAL 2		Output osilator.

Sumber : Paulus Andi, 2003: 2

#### 2.4.2 Struktur Perangkat Keras AT89S51

AT89S51 adalah mikrokontroler keluaran Atmel dengan 4 kbyte *Flash PEROM* (*Programmable and Erasable Read Only Memory*). AT89S51 merupakan memori dengan teknologi nonvolatile memori, isi memori tersebut dapat diisi ulang atau dihapus berkali-kali. Memori ini bisa digunakan untuk menyimpan instruksi (perintah) berstandar *MCS51 code* sehingga memungkinkan mikrokontroler ini untuk bekerja dalam mode *single chip operation* yang tidak memerlukan memori eksternal. Gambar 2.3 menunjukkan blok diagram pada Mikrokontroler AT89S51.





Gambar 2.3. Arsitektur AT89S51

Sumber : Atmel, 1997: 2

AT89S51 mempunyai struktur memori yang terdiri atas :

**1. RAM Internal**

Memori sebesar 128 byte yang biasanya digunakan untuk menyimpan variabel atau data yang bersifat sementara.

**2. Special Function Register (Register fungsi khusus)**

Memori yang berisi register-register yang mempunyai fungsi-fungsi khusus yang disediakan oleh mikrokontroler tersebut, seperti *timer*, serial, dan lain-lain.

**3. Flash PEROM**

Memori yang digunakan untuk menyimpan instruksi-instruksi MCS51.

AT89S51 mempunyai struktur memori yang terpisah antara RAM Internal dan *Flash* PEROM-nya. RAM Internal dialamati oleh *RAM Address Register* (Register Alamat RAM), sedangkan *Flash* PEROM yang menyimpan perintah-perintah MCS51 dialamati oleh *Program Address Register* (Program Register Alamat). Dengan adanya struktur memori yang terpisah tersebut, walaupun RAM



Internal dan *Flash* PEROM mempunyai alamat awal yang sama yaitu alamat 00, namun secara fisiknya kedua memori tersebut tidak saling berhubungan.

#### 2.4.2.1 RAM Internal

RAM Internal terdiri atas :

##### 1. Register Banks

AT89S51 mempunyai 8 buah register yang terdiri atas R0 hingga R7. Kedelapan buah register ini selalu terletak pada alamat 00H hingga 07H pada setiap kali sistem direset. Namun posisi R0 hingga R7 dapat dipindah ke bank 1 (08 hingga 0FH), bank 2 (10H hingga 17H) atau bank 3 (18H hingga 1FH) dengan mengatur bit RS0 dan RS1.

##### 2. Bit Addressable RAM

RAM pada alamat 20H hingga 2FH dapat diakses secara pengalamatan bit (bit *addressable*) sehingga hanya dengan sebuah instruksi saja setiap bit dalam area ini dapat di-*set*, di-*clear*, di-AND dan di-OR.

Dalam aplikasinya, lokasi yang dapat diakses dengan pengalamatan bit ini dapat juga digunakan untuk menandai suatu lokasi bit tertentu, baik berupa Register Fungsi Khusus yang dapat dialamati secara bit (termasuk register I/O), ataupun lokasi –lokasi tertentu yang dapat dialamati secara bit.

##### 3. RAM Keperluan Umum

RAM Keperluan Umum dimulai dari alamat 30H sampai 7FH dan dapat diakses dengan pengalamatan langsung maupun tak langsung. Pengalamatan langsung dilakukan ketika salah satu operand merupakan bilangan yang menunjukkan lokasi yang dialamati.

Sedangkan pengalamatan secara tak langsung pada lokasi dari RAM Internal ini adalah akses data dari memori ketika alamat tersebut tersimpan dalam suatu Register R0 atau R1. R0 dan R1 adalah dua buah register pada mikrokontroler berarsitektur MCS51 yang dapat digunakan sebagai pointer dari sebuah lokasi memori pada RAM Internal. Pengalamatan secara tak langsung biasa digunakan untuk mengakses beberapa lokasi memori dengan letak yang beraturan.

### 2.4.2.2 Register Fungsi Khusus

AT89S51 mempunyai 21 *Special Function Register* (Register Fungsi Khusus) yang terletak pada alamat antara 80H hingga FFH seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.4. Beberapa dari register-register ini juga mampu dialamati dengan pengalamatan bit sehingga dapat dioperasikan seperti yang ada pada RAM yang lokasinya dapat dialamati dengan pengalamatan bit. Berikut ini Gambar 2.4 menunjukkan susunan *Special Function Register* dan susunan RAM internal AT89S51.

Byte Address	Bit address	Byte Address	Bit address	
FF		7F	<b>General Purpose RAM (GPR)</b>	
F0	F7 F6 F5 F4 F3 F2 F1 F0	B		
E0	E7 E6 E5 E4 E3 E2 E1 E0	ACC		
D0	D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0	PSW		
B8	BF BE BD BC BB BA B9 B8	IP		
B0	B7 B6 B5 B4 B3 B2 B1 B0	P3		
A8	AF AE AD AC AB AA A9 A8	1E		
A0	A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	P2		
99	Not bit addressable	SBUF		
98	9F 9E 9D 9C 9B 9A 99 98	SCON		
90	97 96 95 94 93 92 91 90	P1		
8D	Not bit addressable	TH1		
8C	Not bit addressable	TH0		
8B	Not bit addressable	TL1		
8A	Not bit addressable	TL0		
89	Not bit addressable	TMOD		
88	8F 8E 8D 8C 8B 8A 89 88	TCON		
87	Not bit addressable	PCON		
83	Not bit addressable	DPH		
82	Not bit addressable	DPL		
81	Not bit addressable	SP		
80	87 86 85 84 83 82 81 80	P0		
		30		
		2F		7F 7E 7D 7C 7B 7A 79 78
		2E	77 76 75 74 73 72 71 70	
		2D	6F 6E 6D 6C 6B 6A 69 68	
		2C	67 66 65 64 63 62 61 60	
		2B	5F 5E 5D 5C 5B 5A 59 58	
		2A	57 56 55 54 53 52 51 50	
		29	4F 4E 4D 4C 4B 4A 49 48	
		28	47 46 45 44 43 42 41 40	
		27	3F 3E 3D 3C 3B 3A 39 38	
		26	37 36 35 34 33 32 31 30	
		25	2F 2E 2D 2C 2B 2A 29 28	
		24	27 26 25 24 23 22 21 20	
		23	1F 1E 1D 1C 1B 1A 19 18	
		22	17 16 15 14 13 12 11 10	
		21	0F 0E 0D 0C 0B 0A 9 8	
		20	7 6 5 4 3 2 1 0	
		1F		
		18	B A N K 3	
		17	B A N K 2	
		10		
		0F	B A N K 1	
		8		
		7		
		0	B A N K 0 Default register R0 – R7	

Gambar 2.4. Susunan SFR (*Special Function Register*) dan Susunan RAM Internal AT89S51

Sumber : Paulus Andi, 2003: 9

### 2.4.3 Sistem Counter Internal Mikrokontroler AT89S51

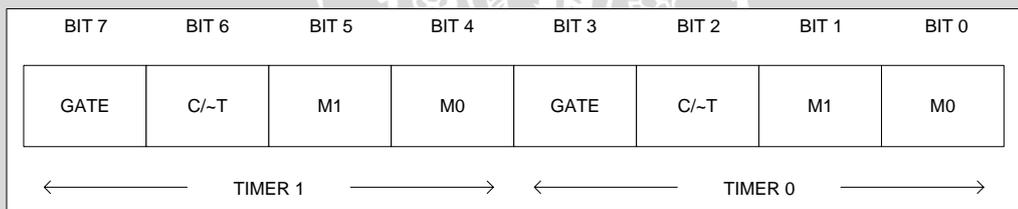
Dalam mikrokontroler AT89S51 terdapat fasilitas 2 buah *timer* atau *counter* 16 bit yang masing-masing terdiri dari 2 buah register yaitu register TH<sub>x</sub>

dan  $TL_X$ . Sinyal detak atau *clock* yang bisa digunakan ada 2 macam yaitu sinyal detak dengan frekuensi tetap atau sinyal detak dengan frekuensi yang bisa berubah. Jika pencacah bekerja dengan sinyal detak yang berfrekuensi tetap maka pencacah tersebut bekerja sebagai *timer*, karena kondisi pencacah tersebut setara dengan waktu yang bisa ditentukan secara pasti.

Jika sebuah pencacah bekerja dengan sinyal detak yang berfrekuensi berubah-ubah maka pencacah tersebut bekerja sebagai *counter*, karena kondisi pencacah tersebut menyatakan banyaknya pulsa sinyal detak yang sudah diterima.

### 2.4.3.1 Mode Kerja Counter Internal Mikrokontroler AT89S51

Ada 4 macam mode kerja *counter* internal mikrokontroler AT89S51 yang bisa diatur sesuai dengan keperluan. Register yang digunakan untuk mengatur mode kerja *counter* internal mikrokontroler adalah register TMOD (*Timer Mode Register*) 8 bit. Dalam Gambar 2.5 ditunjukkan susunan bit dalam register TMOD



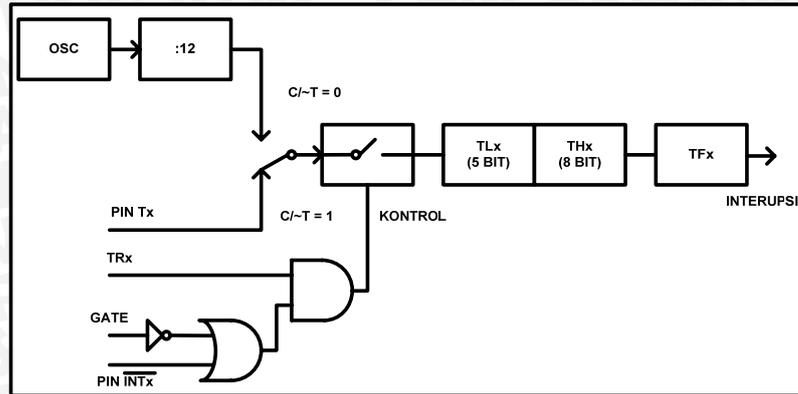
**Gambar 2.5** Susunan Bit Register TMOD

Sumber: Agfianto Eko Putra, 2002: 114

Mode kerja *counter* internal mikrokontroler AT89S51 antara lain, sebagai berikut:

#### 1. Mode 0 counter 13 bit

Dalam Gambar 2.6 ditunjukkan mode kerja mode 0 *counter* internal mikrokontroler AT89S51. Agar pencacah bekerja sebagai *counter* maka C/~T harus diberi logika satu, pin  $T_X$  digunakan sebagai jalur sinyal detak, *counter* akan aktif jika  $TR_X$ , GATE dan pin  $\sim INT_X$  diberi masukan logika yang sesuai. Register  $TL_X$  difungsikan sebagai register 5 bit dan register  $TH_X$  difungsikan sebagai register 8 bit sehingga secara keseluruhan membentuk register 13 bit. Cacahan maksimum yang bisa dihasilkan oleh *counter* yang bekerja dengan mode 0 sebanyak 8192 cacahan.

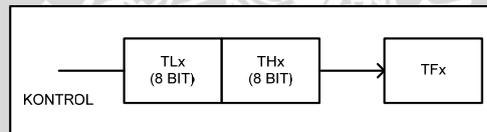


**Gambar 2.6** Mode 0 Counter Internal Mikrokontroler AT89S51

Sumber: Agfianto Eko Putra, 2002: 112

### 2. Mode 1 counter 16 bit

Dalam Gambar 2.7 ditunjukkan mode kerja mode 1 counter internal mikrokontroler AT89S51. Register TL<sub>X</sub> dan TH<sub>X</sub> difungsikan sebagai register 8 bit, sehingga secara keseluruhan membentuk register 16 bit. Cacahan maksimum yang bisa dihasilkan oleh counter yang bekerja dengan mode 1 sebanyak 65536 cacahan.

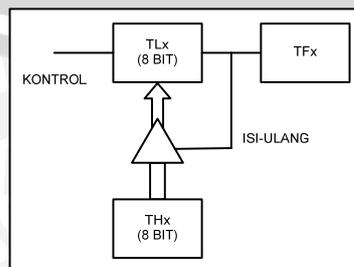


**Gambar 2.7** Mode 1 Counter Internal Mikrokontroler AT89S51

Sumber: Agfianto Eko Putra, 2002: 113

### 3. Mode 2 counter 8 bit isi ulang

Dalam Gambar 2.8 ditunjukkan mode kerja mode 2 counter internal mikrokontroler AT89S51. Register TL<sub>X</sub> difungsikan sebagai register 8 bit dan register TH<sub>X</sub> difungsikan sebagai pengisi ulang isi register TL<sub>X</sub> setiap terjadi limpahan. Cacahan maksimum yang bisa dihasilkan oleh counter yang bekerja dengan mode 2 sebanyak 256 cacahan.

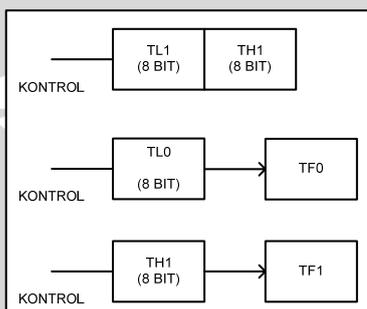


**Gambar 2.8** Mode 2 Counter Internal Mikrokontroler AT89S51

Sumber: Agfianto Eko Putra, 2002: 113

**4. Mode 3 gabungan counter 16 bit dan 8 bit**

Mode kerja mode 3 counter internal mikrokontroler AT89S51 menggunakan 2 buah counter, counter yang pertama difungsikan seperti mode 1 tanpa bit pemantau limpahan dan counter kedua masing-masing register difungsikan sebagai counter 8 bit dengan menggunakan bit pemantau TF<sub>0</sub> dan TF<sub>1</sub>. Dalam Gambar 2.9 ditunjukkan mode kerja counter mode 3.



**Gambar 2.9** Mode 3 Counter Internal Mikrokontroler AT89S51

Sumber: Agfianto Eko Putra, 2002: 114

**2.4.4 Sistem Komunikasi Serial Mikrokontroler At89s51**

Mikrokontroler AT89S51 memiliki fasilitas port serial yang bersifat *full duplex*, artinya port serial bias mengirim dan menerima data secara bersamaan. Pengiriman dan penerimaan data secara serial tersebut melalui register SBUF. Mode kerja komunikasi serial diatur pada register SCON (*Serial Port Control Register*). Dalam Gambar 2.10 ditunjukkan susunan bit register SCON.

BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	T1	R1

**Gambar 2.10** Susunan Bit Register SCON

Sumber: Agfianto Eko Putra, 2002: 134

Ada 4 macam mode kerja komunikasi serial mikrokontroler AT89S51, keempat mode tersebut adalah:

**1. Mode 0**

Pada mode ini komunikasi serial dilakukan secara sinkron, data serial dikirim dan diterima melalui pin P3.0 (RxD), sedangkan pin P3.1 (TxD) dipakai untuk menyalurkan sinyal detak yang dibangkitkan oleh

mikrokontroler. Data dikirim atau diterima 8 bit sekaligus, dimulai dari bobot terendah LSB (bit 0) dan diakhiri bobot tertinggi MSB (bit 7). Kecepatan pengiriman data (*baudrate*) adalah 1/12 frekuensi kristal yang digunakan (sumber: Agfianto Eko Putra, 1992:133).

### 2. Mode 1

Pada mode 1,2 dan 3 komunikasi serial dilakukan secara asinkron, data serial dikirim melalui pin P3.1 (TxD) dan diterima melalui pin P3.0 (Rx)D) Data dikirim atau diterima 10 bit sekaligus, dimulai dari bit start, disusul dengan 8 bit data yang dimulai bobot terendah LSB (bit 0) dan diakhiri dengan bit stop. Kecepatan pengiriman data (*baudrate*) adalah bisa diatur sesuai dengan keperluan.

### 3. Mode 2

Data dikirim atau diterima 11 bit sekaligus, dimulai dari bit start, disusul dengan 8 bit data yang dimulai bobot terendah LSB (bit 0), kemudian bit ke 9 yang bias diatur sesuai dengan keperluan yang akan ditampung dalam bit RB8 dan diakhiri dengan bit stop. Kecepatan pengiriman data (*baud rate*) bias dipilih antara 1/32 atau 1/64 frekuensi kristal.

### 4. Mode 3

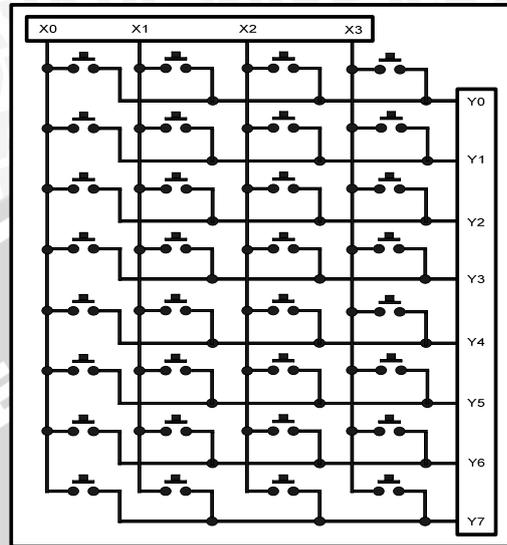
Mode ini sama dengan mode 2 hanya kecepatan pengiriman data bisa diatur seperti mode 1. Baud rate mode untuk mode 1 dan 3 pada mikrokontroler AT89S51 ditunjukkan oleh persamaan 2.4

$$\text{Baud rate mode 1 dan 3} = \frac{2^{SMOD}}{32} \times \frac{Fosc}{12 \times [256 - (TH1)]} \quad (2.4)$$

## 2.5 Keypad Matrik 4X8

*Keypad* digunakan untuk memasukkan suatu kode atau data yang akan diolah, untuk itu setiap *key* (tombol) dari *keypad* akan mempunyai kode sendiri setelah masuk ke sistem yang dirancang. *Keypad* matrik adalah *keypad* yang dapat menghasilkan suatu kode ke sistem bila ditekan salah satu tombolnya, sebagai hasil pertemuan dua jalur, yang pertama adalah jalur kolom (sumbu tegak) dengan baris (sumbu datar). *Keypad* matrik 4 x 8 di sini artinya terdapat 4 jalur kolom dan

8 jalur baris sehingga akan membentuk matriks 4 x 8 sama dengan menghasilkan 32 kode yang berbeda. Dalam Gambar 2.12 ditunjukkan rancangan untuk *keypad* matrik 4 x 8.



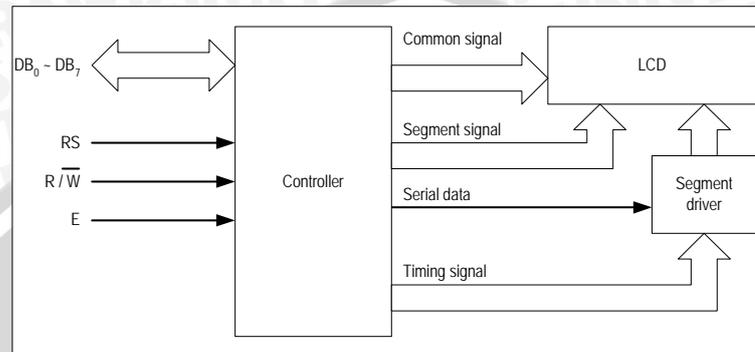
Gambar 2.11 *Keypad* Matrik 4x8

*Keypad* ini bekerja menggunakan dasar *scanning*, bila diantarmukakan dengan mikrokontroler, program dalam mikrokontroler akan mengaturnya. Pertama akan dikirim sebuah sinyal aktif ke sebuah kolom, selanjutnya mikrokontroler akan membaca secara bergantian baris 1 sampai baris 8, untuk menyeleksi tombol mana yang aktif. Hal ini akan berulang ulang sampai kolom keempat, kemudian kembali lagi ke kolom pertama.

## 2.6 Modul LCD M1632

*Liquid Crystal Display* (LCD) adalah suatu media penampil dalam bentuk matrik titik. LCD M1632 ini diproduksi oleh Seiko Instruments Inc. LCD M1632 dilengkapi dengan panel LCD dengan tingkat kontras yang cukup tinggi serta pengontrol LCD CMOS yang telah terpasang dalam modul tersebut. Pengontrol mempunyai ROM/RAM pembangkit karakter dan RAM data *display*. Semua fungsi untuk tampilan diatur menggunakan instruksi-instruksi, sehingga modul LCD ini dengan mudah dapat diantarmukakan dengan unit mikroprosesor atau mikrokontroler (Seiko, 1987).

Masukan yang diperlukan untuk mengendalikan modul ini berupa *bus* data yang masih termultipleks dengan *bus* alamat serta 3 bit sinyal kontrol. Sementara pengendalian dot matrik LCD dilakukan secara internal oleh kontroler yang sudah terpasang pada modul LCD. Diagram blok untuk bagian penampil terlihat dalam Gambar 2.12.



**Gambar 2.12** Diagram Blok Modul LCD M1632

Sumber: Seiko, 1987: 3

## BAB III METODOLOGI

Penyusunan skripsi ini didasarkan pada masalah yang bersifat aplikatif, yaitu perencanaan dan perealisasiian alat agar dapat menampilkan unjuk kerja sesuai dengan yang direncanakan dengan mengacu pada rumusan masalah. Data dan spesifikasi komponen yang digunakan dalam perencanaan merupakan data sekunder yang diambil dari buku data komponen elektronika. Pemilihan komponen berdasarkan perencanaan dan disesuaikan dengan komponen yang ada di pasaran.

Langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk merealisasikan alat yang akan dibuat adalah sebagai berikut:

### 3.1 Studi Literatur

Studi literatur dalam penulisan ini dimaksudkan untuk mempelajari teori komponen dan atau rangkaian yang digunakan dalam penulisan ini. Selain itu juga mempelajari secara global beberapa teori pendukung yang menunjang penyusunan Tugas Akhir ini. Beberapa hal yang dipelajari dalam studi literatur adalah sebagai berikut:

1. Melakukan studi literatur secara global tentang cara untuk menghitung jarak dengan menggunakan putaran roda.
2. Melakukan studi literatur tentang rangkaian detektor putaran dengan menggunakan *optocoupler*.
3. Melakukan studi literatur tentang sistem mikrokontroler untuk mengetahui cara kerja mikrokontroler, *counter* internal mikrokontroler dan komunikasi serial mikrokontroler serta bahasa pemrograman untuk kebutuhan perancangan perangkat lunak. Mikrokontroler digunakan sebagai pengolah masukan dan keluaran.
4. Melakukan studi literatur tentang keypad untuk mengetahui data yang dihasilkan dari *keypad* sebagai masukan pada mikrokontroller.

5. Melakukan studi literatur tentang LCD (*Liquid Crystal Display*) untuk mempelajari bagaimana pengolahan data yang diberikan pada LCD agar dapat ditampilkan.

### 3.2 Perencanaan Rangkaian

Pada setiap perencanaan, pertama kali dilakukan penentuan spesifikasi alat yang akan dibuat, kemudian dibuat blok diagram fungsional. Perencanaan rangkaian dilakukan pada setiap blok diagram untuk mempermudah perencanaan dan dilakukan perhitungan dalam menentukan besarnya komponen dan jenis komponen yang digunakan. Selanjutnya masing-masing blok dihimpun menjadi suatu sistem lengkap. Perencanaan alat didasarkan pada teori yang ada dan data-data komponen yang nantinya digunakan dalam pembuatan sistem. Pemilihan komponen berdasarkan perancangan dan disesuaikan dengan komponen yang ada di pasaran.

### 3.3 Pembuatan Alat

Pada tahap pembuatan adalah merealisasikan perangkat keras dengan menganalisa segala kemungkinan yang akan terjadi. Pembuatan alat meliputi pembuatan PCB (*Printed Circuit Board*), pengetesan, pengeboran, perakitan dan penyolderan komponen pada PCB. Nantinya secara keseluruhan akan dilakukan pengemasan.

### 3.4 Pengujian Alat

Untuk mengetahui unjuk kerja piranti apakah sesuai dengan yang direncanakan maka dilakukan pengujian rangkaian. Pengujian dilakukan pada masing-masing blok dan secara keseluruhan sistem. Pengujian berupa pengukuran tegangan dan arus sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan serta pengujian kerja masing-masing blok. Setelah masing-masing blok bekerja sesuai spesifikasi yang diinginkan, dilakukan pengujian keseluruhan sistem.

### 3.5 Penarikan Kesimpulan dan Saran

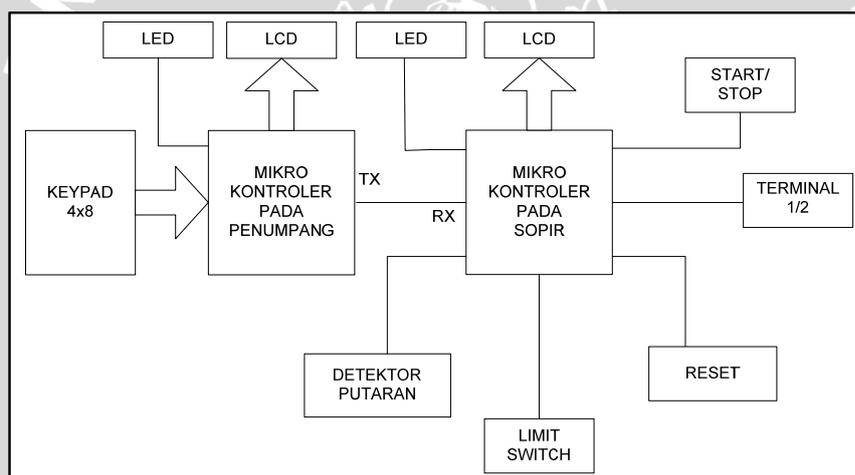
Tahap berikutnya adalah pengambilan kesimpulan dari peralatan yang dibuat. Pengambilan kesimpulan ini didasarkan pada kesesuaian antara perancangan dengan hasil pengujian. Tahap terakhir adalah saran yang dimaksudkan untuk memperbaiki kesalahan-kesalahan yang terjadi serta menyempurnakan penelitian.



## BAB IV PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

Bab ini membahas tentang perencanaan dan pembuatan Alat Pencatat Tujuan Penumpang pada Kendaraan Umum Jalur Batu-Landungsari. Perancangan sistem ini meliputi perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Perancangan perangkat keras meliputi perancangan rangkaian detektor putaran roda, sistem mikrokontroler, sistem *counter* internal mikrokontroler, sistem komunikasi serial antar mikrokontroler, antarmuka dengan *keypad* dan LCD, sedangkan perancangan perangkat lunak akan dibahas lebih lanjut.

### 4.1 Gambaran Umum



**Gambar 4.1** Blok Diagram Sistem

Alat Pencatat Tujuan Penumpang pada Kendaraan Umum Jalur Batu-Landungsari mempunyai gambaran umum seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.1. Sopir harus memilih posisi terminal sekarang kemudian menggeser saklar geser ke posisi START, maka pengisian data tujuan penumpang siap diisikan. Penumpang harus menekan *keypad* sesuai dengan huruf depan nama tempat tujuannya. Jika tidak sesuai bisa menekan kursor atas atau bawah sampai tempat tujuannya yang diinginkan sesuai. Tempat tujuan yang dipilih akan diolah oleh mikrokontroler pada penumpang dan ditampilkan di LCD. Setiap kali terjadi pengisian data tujuan penumpang yang sesuai, maka mikrokontroler pada

penumpang akan mengirim data tersebut ke mikrokontroler pada sopir secara serial, selama terjadi pengiriman maka LED merah mikrokontroler pada penumpang dan sopir akan menyala. Secara otomatis mikrokontroler pada sopir akan mengurutkan data serial tersebut sesuai dengan posisi terminal. Tempat tujuan terdekat akan tertampil secara langsung di LCD.

Ketika kendaraan dijalankan, detektor putaran akan mendeteksi terjadinya putaran dan mengeluarkan tegangan keluaran berupa pulsa yang digunakan oleh mikrokontroler pada sopir sebagai sinyal detak. Data tujuan penumpang diisikan ke register TLx dan THx, sehingga ketika jarak tersebut sudah terpenuhi maka *counter* akan direset, tombol RESET diperlukan jika terdapat penyimpanan jarak. Ketika *counter* direset secara otomatis maka tujuan penumpang yang pertama terpenuhi dan penumpang siap diturunkan di tempat yang diharapkan dan LED akan menyala selama beberapa detik sebagai tanda ada penumpang yang turun. Kemudian tujuan penumpang selanjutnya akan ditampilkan di LCD. Jika di suatu perjalanan kendaraan berjalan mundur maka *limit switch* akan mematikan *counter*, isi register TLx dan THx akan dikurangi satu setiap terjadi putaran. Hal ini bertujuan agar jarak yang telah ditempuh dapat dikembalikan ke posisi semula, ketika kendaraan berjalan normal kembali maka *counter* akan diaktifkan kembali. Dan jika dalam suatu perjalanan, ada penumpang lain yang akan naik ke kendaraan umum dan ada tempat yang kosong, maka penumpang tersebut harus mengisi data tujuan melalui *keypad*. Data tujuan yang baru dimasukkan akan dibandingkan dengan urutan data yang ada untuk menentukan urutannya sesuai dengan urutan yang ada.

## 4.2 Spesifikasi Alat

Hal pertama yang perlu dilakukan sebelum melakukan perancangan dan pembuatan alat adalah penentuan spesifikasi alat yang akan dibuat. Adapun spesifikasi alat yang akan dibuat adalah sebagai berikut:

- Sumber tegangan adalah DC 5 volt.
- Jarak yang ditempuh dideteksi menggunakan detektor rangkaian putaran roda.
- Menggunakan mikrokontroler AT89S51

- Menggunakan *counter* internal mikrokontroler
- Komunikasi serial antar mikrokontroler
- *Keypad* digunakan untuk mengetik huruf depan nama tempat tujuan penumpang.
- LCD untuk menampilkan tempat tujuan yang dipilih.

### 4.3 Perencanaan Perangkat Keras

Bagian ini menguraikan rincian perencanaan perangkat keras yang meliputi perencanaan:

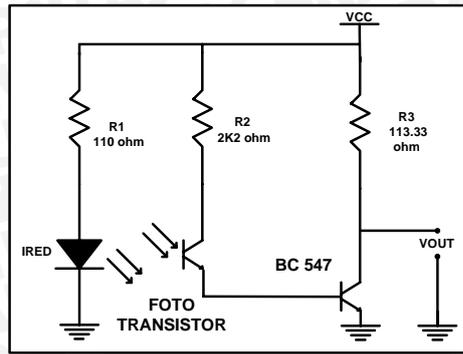
- Perancangan rangkaian detektor putaran roda.
- Sistem Mikrokontroler AT89S51.
- Sistem *counter* internal Mikrokontroler AT89S51.
- Sistem komunikasi serial Mikrokontroler AT89S51.
- Antarmuka mikrokontroler dengan *keypad*.
- Antarmuka mikrokontroler dengan LCD.

#### 4.3.1 Perancangan Rangkaian Detektor Putaran Roda

Rangkaian detektor putaran roda menggunakan *optocoupler* atau sensor posisi sebagai komponen utamanya. Sensor ini digunakan untuk mendeteksi cahaya yang melewati roda yang diberi lubang pada titik tertentu. Sensor ini diletakkan di dekat roda atau di letakkan pada *coupler/cross joint*.

Prinsip kerja rangkaian sensor posisi ini adalah pada saat sinar infrared pada *optocoupler* belum tertutup oleh penghalang maka tegangan keluaran pada rangkaian *optocoupler* mendekati  $V_{CC}$  sedangkan pada saat sinar infrared *optocoupler* tertutup oleh penghalang maka tegangan keluaran pada rangkaian *optocoupler* mendekati 0V. Rangkaian *optocoupler* ditunjukkan dalam Gambar

4.2



**Gambar 4.2** Rangkaian Detektor Putaran Roda

$$V_{CC} = I_F \times R_1 + V_F \quad (4.1)$$

$$R_1 = (V_{CC} - V_F) / I_F \quad (4.2)$$

Diketahui arus maksimal yang mengalir pada  $I_{RED}$  ( $I_F$ ) adalah 60mA, jadi besarnya arus yang mengalir pada IRED ( $I_F$ ) harus lebih kecil dari 60mA. Sedangkan tegangan jatuh pada IRED ( $V_F$ ) sebesar 1,7V maka besar hambatan minimal yang diseri dengan IRED dapat diketahui dengan perhitungan berdasarkan Persamaan 4.2 yaitu :

$$R_{1(min)} = (5V - 1,7V) / I_{F(max)}$$

$$R_{1(min)} = (5V - 1,7V) / 60mA$$

$$R_{1(min)} = 3,3V / 60mA$$

$$R_{1(min)} = 55ohm$$

Jadi besar hambatan yang diseri dengan IRED ( $R_1$ ) yaitu harus lebih besar dari 55ohm. Dengan besar hambatan  $R_1 = 110ohm$ , maka besar arus yang mengalir pada IRED adalah

$$I_F = (5V - 1,7V) / 110ohm$$

$$I_F = 30mA$$

Dari datasheet *optocoupler* diketahui jika besar  $I_F = 30mA$ ,  $I_C$  sebesar 1,8mA maka besar hambatan  $R_2$  dapat ditentukan dengan Persamaan 4.3

$$V_{CC} = I_C \times R_2 + V_{CE(sat)} + V_{BE} \quad (4.3)$$

$$R_2 = (V_{CC} - V_{CE(sat)} - V_{BE}) / I_C$$

$$R_2 = (5V - 0,4V - 0,7V) / 1,8mA$$

$$R_2 = 3,9V / 1,8mA$$

$$R_2 = 2,2Kohm$$



Dari datasheet transistor BC 547 besarnya  $\beta$  transistor sebesar 20, maka  $I_C$  dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 4.4

$$\begin{aligned} I_C &= \beta I_B & (4.4) \\ &= 20 \times 1,8 \text{mA} \\ &= 36 \text{mA} \end{aligned}$$

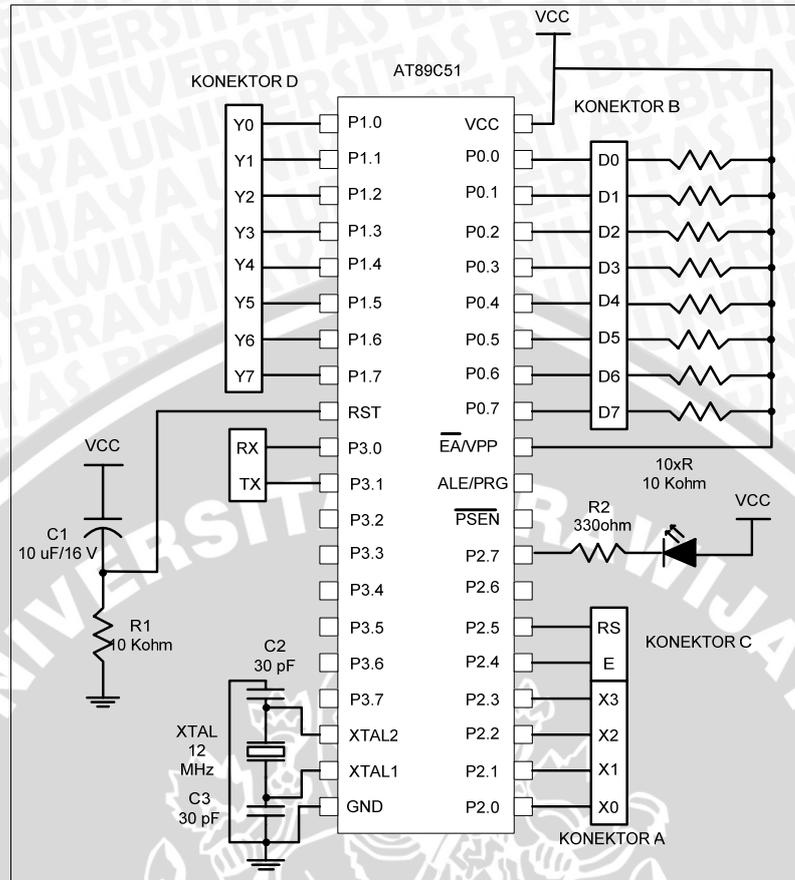
Besarnya  $R_3$  dapat ditentukan dengan persamaan 4.5

$$\begin{aligned} R_3 &= (V_{CC} - V_{CE(\text{sat})}) / I_C & (4.5) \\ R_3 &= (5 - 0,2) / 36 \text{mA} \\ R_3 &= 133,33 \text{ohm} \approx 150 \text{ohm} \end{aligned}$$

### 4.3.2 Sistem Mikrokontroler AT89S51

Sistem mikrokontroler AT89S51 yang digunakan terdapat dua buah yang masing-masing diletakkan di tempat yang dekat penumpang dan sopir. Untuk sistem mikrokontroler yang diletakkan di dekat penumpang digunakan untuk melakukan pengisian tempat tujuan yang diinginkan oleh penumpang melalui *keypad*. Yang kemudian diolah oleh mikrokontroler untuk ditampilkan ke LCD dan dikirim ke mikrokontroler yang berada di dekat sopir melalui komunikasi serial. Gambar 4.3 menunjukkan rangkaian mikrokontroler AT89S51 yang diletakkan di dekat penumpang.





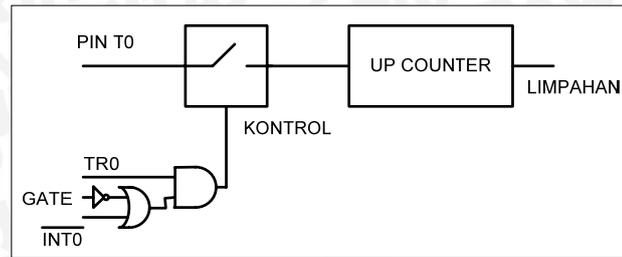
**Gambar 4.3** Rangkaian Mikrokontroler AT89S51 Pada Penumpang

Untuk membuat sistem mikrokontroler ini bekerja dibutuhkan sedikit komponen tambahan. Kristal dengan frekuensi 12 Mhz serta dua buah kapasitor 30 pF digunakan untuk menggerakkan osilator internal. Mikrokontroler menggunakan rangkaian *power-on reset*, yang me-*reset* mikrokontroler secara otomatis setiap kali catu daya dinyalakan. Dalam sistem mikrokontroler ini direncanakan penggunaan port yang tersedia sebagai berikut:

1. Port 0 sebagai jalur data dan jalur alamat untuk modul LCD.
2. Port 1 sebagai jalur baris dari rangkaian *keypad*.
3. Port 2.0, 2.1, 2.2 dan 2.3 sebagai jalur kolom dari rangkaian *keypad*.
4. Port 2.4, 2.5, dan 2.6 sebagai jalur sinyal-sinyal kontrol LCD.
5. Port 2.7 sebagai jalur indikator LED.
6. Port 3.0 dan 3.1 sebagai jalur komunikasi serial antar mikrokontroler.

Dalam Gambar 4.4 ditunjukkan sistem mikrokontroler yang diletakkan di dekat sopir.





**Gambar 4.5** Diagram Blok Mode Kerja *Counter* 16 Bit

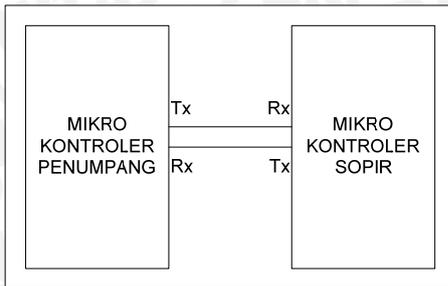
Pin  $T_0$  dihubungkan dengan keluaran detektor putaran yang berupa tegangan berbentuk pulsa. *Counter* akan mencacah jika GATE atau interupsi eksternal  $INT_0$  diaktifkan (aktif logika rendah) dan  $TR_0$  diberi logika tinggi. Dengan GATE diberi logika rendah maka *counter* akan aktif jika  $TR_0$  diberi logika tinggi. Hal ini juga bertujuan untuk menghindari terjadinya interupsi yang bersamaan. Ketika kendaraan melaju maka *counter* akan mencacah naik, jika pada suatu saat kendaraan harus berjalan mundur maka  $TR_0$  harus diberi logika rendah agar *counter* tidak aktif dan data cacahan pada *counter* harus dikurangi satu untuk setiap kali terjadi satu putaran. Untuk mengaktifkan *counter* 0 bekerja pada mode 1 maka diperlukan inisialisasi pada register TMOD seperti ditunjukkan pada Tabel 4.1

**Tabel 4.1** Inisialisasi pada regiater TMOD

TMOD	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
	0	0	0	0	0	1	0	1

#### 4.3.4 Sistem Komunikasi Serial Mikrokontroler AT89S51

Sistem komunikasi serial yang digunakan dalam perancangan ini adalah komunikasi serial secara asinkron 8 bit (UART/*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter* 8 bit), keuntungan menggunakan komunikasi serial ini adalah adanya bit stop yang bisa digunakan untuk mengetahui apakah terjadi kesalahan pengiriman data atau tidak. Yang kedua, kita bisa mengatur kecepatan pengiriman data sesuai dengan keperluan. Dan yang ketiga komunikasi ini tidak memerlukan sinyal *clock* untuk sinkronisasi. Pada komunikasi serial asinkron pada kedua mikrokontroler harus mempunyai baud rate yang sama. Dalam Gambar 4.6 ditunjukkan diagram blok komunikasi serial antar mikrokontroler



**Gambar 4.6** Diagram Blok Komunikasi Serial Antar Mikrokontroler

Dalam Tabel 4.2 ditunjukkan inisialisasi komunikasi serial UART 8 bit dengan baud rate sebesar 31250 Hz, baud rate merupakan baudrate maksimum komunikasi serial UART 8 bit.

**Tabel 4.2** Inisialisasi pada regiter SCON

SCON	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
	0	1	0	1	0	0	0	0

Baud rate dihitung oleh persamaan di bawah ini

$$Br = \frac{2^{SMOD}}{32} \times \frac{Fosc}{12 \times [256 - (TH1)]}$$

$$31250 = \frac{2^0}{32} \times \frac{12000000}{12 \times [256 - (TH1)]}$$

$$31250 = \frac{1}{32} \times \frac{1000000}{[256 - (TH1)]}$$

$$256 - (TH1) = \frac{1000000}{31250 \times 32}$$

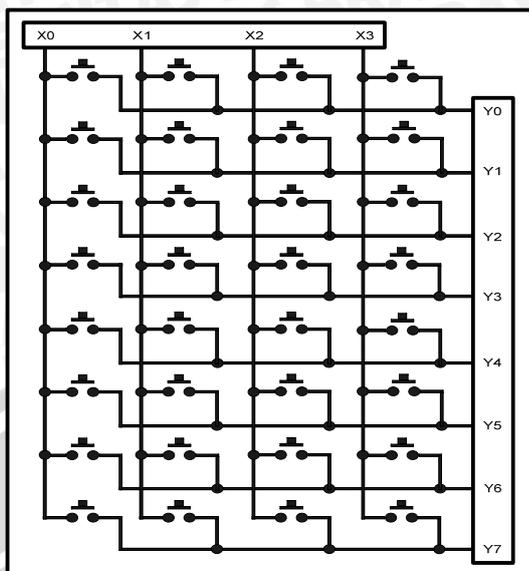
$$256 - (TH1) = 1$$

$$TH1 = 256 - 1 = 255$$

### 4.3.5 Rangkaian Antarmuka Keypad

Keypad matrik 4 x 8 diantarmukakan dengan port 1 dan 2 mikrokontroler sebagai masukan kode. Rangkaian keypad ditunjukkan dalam Gambar 4.7.





**Gambar 4.7** Rangkaian Keypad

Keypad yang digunakan adalah keypad 8 baris x 4 kolom yang tersusun atas 32 buah tombol tekan yang memiliki 2 buah terminal. Masing-masing terminal dari setiap tombol tekan dihubungkan ke kelompok baris dan kelompok kolom. Dengan rangkaian yang ditunjukkan dalam Gambar 4.7, masing-masing tombol keypad direncanakan menghasilkan kode penekanan seperti ditunjukkan dalam Tabel 4.3.

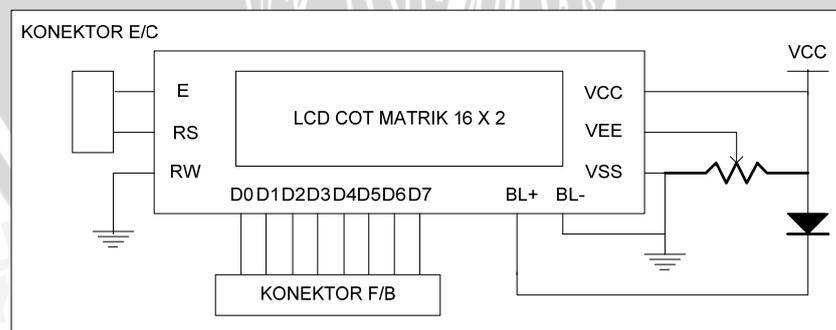
**Tabel 4.3** Kode Hasil Penekanan Tombol Keypad.

NAMA TOMBOL	KODE PENEKANAN
A	00H
B	01H
C	02H
D	03H
E	04H
F	05H
G	06H
H	07H
I	08H
J	09H
K	0AH
L	0BH
M	0CH
N	0DH
O	0EH
P	0FH
Q	10H
R	11H
S	12H

NAMA TOMBOL	KODE PENEKANAN
T	13H
U	14H
V	15H
W	16H
X	17H
Y	18H
Z	19H
UP	1AH
DOWN	1BH
OK	1CH

### 4.3.6 Rangkaian Antarmuka Modul LCD

Sebagai unit masukan dan keluaran sistem mikrokontroler, port 0 digunakan sebagai jalur data bagi modul penampil LCD. Port 0 ini harus di *pull-up* 10 kohm ke VCC agar mempunyai kondisi logika yang benar, karena port 0 tidak mempunyai resistor internal seperti pada port-port yang lain. Sedangkan sebagai sinyal-sinyal kontrol untuk modul LCD, 2 buah pin dari port 3 yaitu port 3.3 dan port 3.4 masing-masing dimanfaatkan sebagai jalur kontrol RS dan E, sedangkan kontrol R/W pada LCD diberi kondisi logika nol karena LCD hanya menulis saja. Dengan mengubah nilai VEE menggunakan potensiometer P1 akan diperoleh tingkat kecerahan yang berbeda pada tampilan LCD. Dioda D1 dipasang antara VCC dan terminal BL+ untuk mencatu lampu latar tampilan LCD pada tegangan 4,3 V. Rangkaian antarmuka modul LCD ditunjukkan dalam Gambar 4.8.



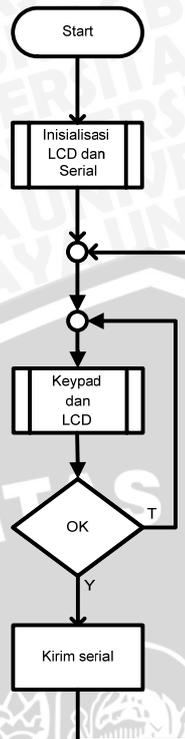
**Gambar 4.8** Rangkaian Antarmuka Modul Penampil LCD.

#### 4.4 Perencanaan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang dirancang untuk unit-unit mikrokontroler harus mampu menangani penerimaan data umur dari keypad, mampu menangani proses pengurutan data, *look-up table*, mampu memproses sinyal *clock* yang diterima dari detektor putaran, dan yang terakhir mampu menangani proses penampilan data tempat tujuan penumpang pada LCD. Diagram alir untuk perangkat lunak mikrokontroler ditunjukkan dalam Gambar 4.9 sampai dengan Gambar 4.11

##### 4.4.1 Perangkat Lunak Program Utama

Gambar 4.9 menunjukkan diagram alir dari program utama pada mikrokontroler yang diletakkan di daerah penumpang. Dalam program utama yang pertama kali dilakukan adalah inisialisasi mikrokontroler, serial dan LCD. Selanjutnya pada mikrokontroler (penumpang) dilakukan *scanning* penekan *keypad*. Jika ada penekanan huruf pada *keypad* maka program akan menampilkan tempat tujuan penumpang sesuai dengan huruf tersebut. Tombol UP dan DOWN digunakan jika tempat tujuan yang diinginkan belum sesuai, selanjutnya program akan memeriksa apakah ada penekanan tombol OK. Jika ada penekanan tombol OK maka LED akan menyala dan program akan mengirim nomor urut tempat tujuan penumpang yang dipilih ke mikrokontroler pada sopir.



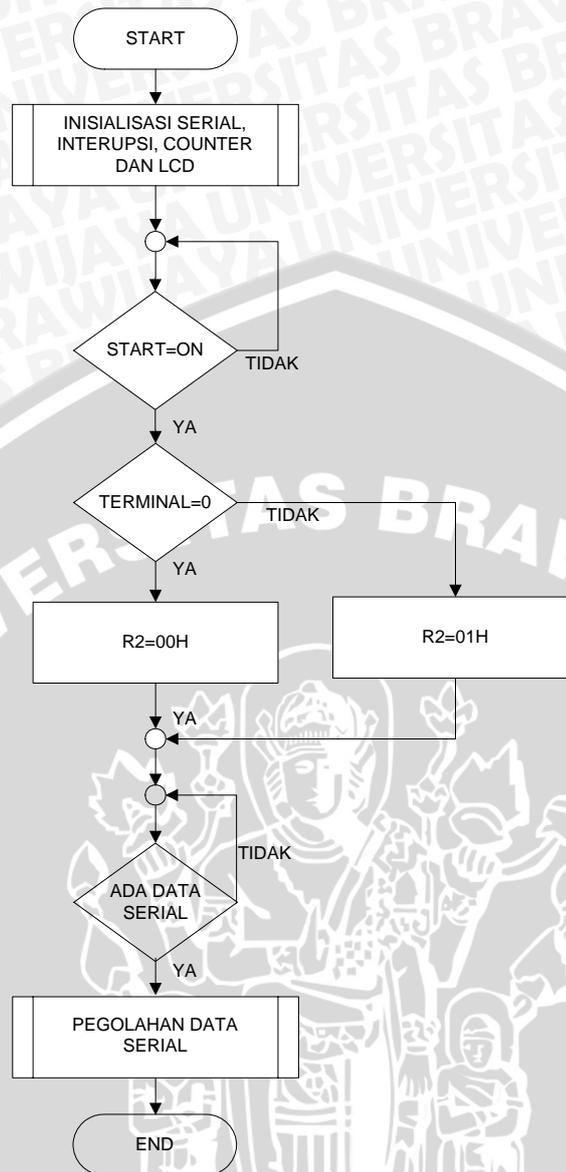
**Gambar 4.9** Diagram Alir Program Utama Mikrokontroler Pada Penumpang

Dalam Tabel 4.4 ditunjukkan tempat tujuan penumpang yang diurutkan berdasarkan huruf abjad beserta nomor urutnya. Nomor urut ini yang dikirim oleh mikrokontroler (penumpang) ke mikrokontroler (sopir).

Tabel 4.4 Nomor Urut Tempat Tujuan Penumpang.

No.	No. Urut	Tempat Tujuan	No.	No. Urut	Tempat Tujuan
1	4	Air Mancur	27	2b	Jetis Masjid
2	7	Alkitab	28	13	Joso Asem
3	1e	Areng2 Atas	29	14	Joso Gerdu
4	20	Areng2 Bawah	30	12	Joso Pasar Apel
5	1f	Areng2 Ojek	31	1a	JR. Jalan Baru
6	2f	ATM lama	32	18	Kajang
7	9	Barongan	33	c	Kandam
8	0	<b>Batu</b>	34	1b	KP /3an
9	1	Batu Jembatan	35	1c	KP. Elektro
10	5	Beji Kelurahan	36	10	KUD
11	b	Beji Puskesmas	37	32	<b>Landungsari</b>
12	a	Beji SD	38	22	Lavanda
13	6	Beji SMP N 3	39	15	Ngandat
14	2d	BPH/UNMU Masjid	40	19	Puri Savira
15	21	Bumi Asri	41	31	Revolusi
16	24	Dau Kelurahan	42	3	Rm. Kelinci
17	25	Dau Koramil	43	e	Rm. Ulam
18	26	Dau Puskesmas	44	d	Saminto
19	11	Dogado	45	27	Sengkaling
20	8	Grawedya	46	23	Sengkaling /3an
21	2	Hoplet	47	28	Sengkaling Vila
22	17	Hotel Mentari	48	f	SMK Edith
23	1d	Hotel S. Manjing	49	16	STTABB/Vihara
24	2c	Jaeng	50	2e	UNMU Kampus
25	29	Jetis Elektro	51	30	UNMU Tembusan
26	2a	Jetis Jalan Baru	52	33	

Program pada mikrokontroler (sopir) akan melakukan inisialisasi mikrokontroler, serial dan LCD. Selanjutnya akan menunggu diaktifkannya saklar START. Saklar ini berfungsi untuk menahan program agar sopir memilih posisi terminal terlebih dahulu, jika kedua langkah diatas sudah dilakukan maka program akan menunggu adanya pengiriman data serial dari mikrokontroler (penumpang).



Gambar 4.10 Diagram Alir Program Utama Mikrokontroler Pada Sopir

#### 4.4.2 Perangkat Lunak Sub Rutin Penyimpanan dan Pengurutan Data

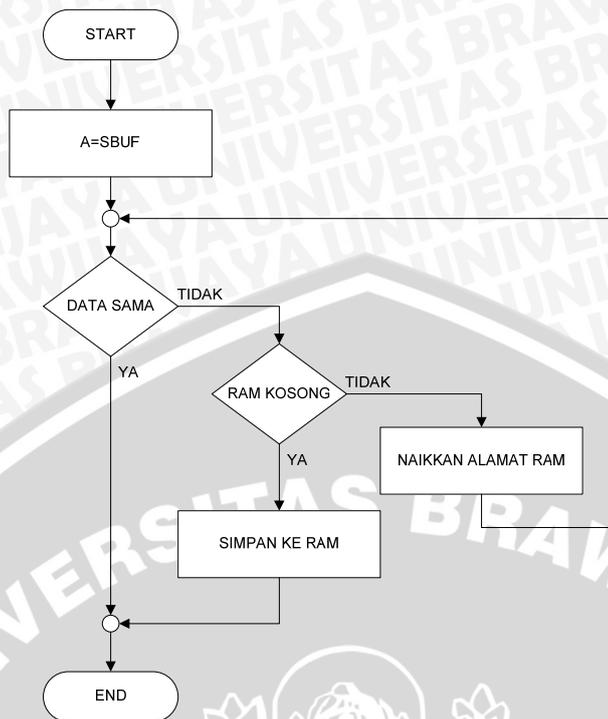
Data yang dikirim melalui komunikasi serial akan disimpan pada memori RAM dengan lokasi alamat 6fh-7fh. Data tersebut digunakan untuk mengambil data jarak yang disimpan pada memori program (PEROM) dan untuk menampilkan tempat tujuan penumpang. Dalam Tabel 4.5 ditunjukkan tempat tujuan penumpang yang diurutkan dari terminal batu ke landungsari dan jarak titik acuan yang diukur dari masing-masing terminal. Nilai jarak ini berfungsi untuk menentukan kapan pergantian tampilan tempat tujuan penumpang dilakukan dan

untuk mempermudah perhitungan diasumsikan 1m sama dengan 1 putaran, sehingga jarak dalam Tabel 4.5 adalah jarak dalam satuan putaran.

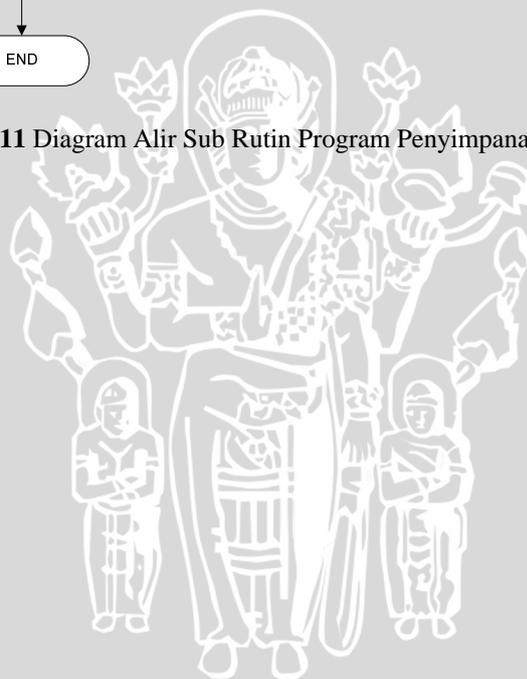
**Tabel 4.5** Jarak Tempat Tujuan Penumpang.

No.	Jarak BL	Jarak LB	Tempat Tujuan	No.	Jarak BL	Jarak LB	Tempat Tujuan
1	0	9100	Batu	27	4725	4375	JR. Jalan Baru
2	300	8800	Jembatan Batu	28	5100	4000	KP. Elektro
3	450	8650	Hoplet	29	5150	3950	KP /3an
4	600	8500	Rm. Kelinci	30	5400	3700	Hotel S. Manjing
5	700	8400	Air Mancur	31	5950	3150	Areng2 Atas
6	1250	7850	Beji Puskesmas	32	6000	3100	Areng2 Ojek
7	1300	7800	Beji SMP N 3	33	6200	2900	Areng2 Bawah
8	1600	7500	Alkitab	34	6450	2650	Bumi Asri
9	1700	7400	Grawedya	35	6500	2600	Lavanda
10	1800	7300	Barongan	36	6800	2300	Sengkaling /3an
11	1950	7150	Beji SD	37	6900	2200	Dau Kelurahan
12	2000	7100	Beji Kelurahan	38	6950	2150	Dau Puskesmas
13	2200	6900	Kandam	39	7000	2100	Dau Koramil
14	2300	6800	Saminto	40	7100	2000	Sengkaling
15	2450	6650	Rm. Ulam	41	7150	1950	Sengkaling Vila
16	2500	6600	SMK Edith	42	7400	1700	Jetis Elektro
17	2750	6350	KUD	43	7650	1450	Jetis Jalan Baru
18	2950	6150	Dogado	44	7700	1400	Jetis Masjid
19	3200	5900	Joso Pasar Apel	45	7800	1300	Jaeng
20	3250	5850	Joso Asem	46	8200	900	BPH/UNMU Masjid
21	3300	5800	Joso Gerdu	47	8350	750	UNMU Kampus
22	3700	5400	Ngandat	48	8550	550	ATM lama
23	3850	5250	STTABB/Vihara	49	8600	500	UNMU Tembusan
24	4100	5000	Hotel Mentari	50	8700	400	Revolusi
25	4500	4600	Kajang	51	9100	0	Landungsari
26	4700	4400	Puri Savira				

Jika data pada memori RAM kosong maka data tersebut akan disimpan pada alamat yang paling rendah, tetapi jika pada memori RAM ada isinya maka akan dilakukan pengecekan apakah data yang akan disimpan sama dengan data yang ada. Jika ya maka data tersebut tidak akan disimpan. Jika tidak maka alamat memori RAM akan dinaikkan satu, kemudian dilakukan pengecekan lagi sampai ke alamat terakhir. Jika tempat tujuan yang terdekat telah terpenuhi maka data yang ada pada memori RAM akan dihapus dan nilainya



**Gambar 4.11** Diagram Alir Sub Rutin Program Penyimpanan Data



## BAB V

### PENGUJIAN DAN ANALISIS

Untuk mengetahui unjuk kerja sistem yang dirancang dan telah dibuat, dilakukan pengujian masing-masing blok penyusun alat dan pengujian terhadap unjuk kerja sistem secara keseluruhan. Pengujian ini meliputi:

- Pengujian rangkaian detektor putaran roda
- Pengujian rangkain *counter* internal mikrokontroler
- Pengujian rangkain komunikasi serial antar mikrokontroler
- Pengujian rangkaian *keypad*,
- Pengujian rangkaian LCD (*Liquid Crystal Display*),
- Pengujian perangkat lunak
- Pengujian keseluruhan sistem.

#### 5.1 Pengujian Rangkaian Detektor Putaran Roda

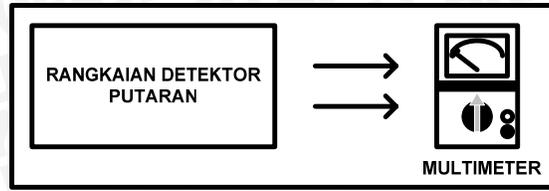
Pengujian rangkaian detektor putaran roda dilakukan untuk memeriksa apakah rangkaian dapat mendeteksi terjadi satu putaran pada roda ketika roda sedang berputar. Pengujian dilakukan dengan menggunakan roda dengan jari-jari tertentu yang diberi lubang pada satu titik tertentu.

##### 5.1.1 Peralatan yang digunakan

1. Rangkaian detektor putaran roda
2. Catu daya 5V
3. Motor DC
4. Roda
5. Multimeter
6. Osiloskop

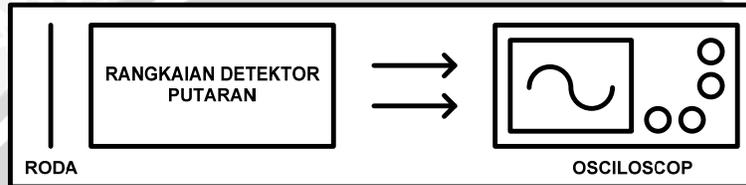
##### 5.1.2 Prosedur pengujian

1. Mengatur rangkaian seperti terlihat dalam Gambar 5.1
2. Menghidupkan catu daya
3. Mengukur besarnya tegangan keluaran dengan menggunakan multimeter pada saat sensor diberi penghalang dan pada saat sensor tidak diberi penghalang.



**Gambar 5.1** Rangkaian Pengujian Detektor Putaran Roda dengan Multimeter

4. Menempatkan sensor pada roda yang berputar dan mengamati tegangan keluaran pada osciloskop



**Gambar 5.2** Rangkaian Pengujian Detektor Putaran Roda dengan Osciloskop

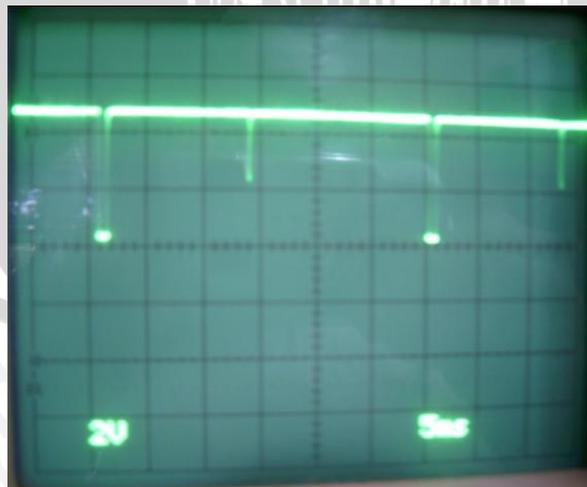
### 5.1.3 Hasil Pengujian dan Analisis

Dalam Tabel 5.1 ditunjukkan hasil pengujian rangkaian detektor putaran roda menggunakan multimeter.

**Tabel 5.1** Hasil Pengujian Tegangan Keluaran Pada Rangkaian Detektor Putaran

No.	Keadaan sensor	Tegangan keluaran (volt)
1	Ada penghalang	4,4
2	Tidak ada penghalang	0

Dari hasil pengujian dapat diperoleh kesimpulan bahwa besarnya tegangan keluaran sensor ketika ada penghalang mendekati  $V_{CC}$  dan ketika tidak ada penghalang mendekati 0V, sehingga rangkaian detektor dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan.



**Gambar 5.3** Tegangan Keluaran Rangkaian Detektor Putaran Roda

Dari Gambar 5.3 dapat disimpulkan bahwa tegangan keluaran saat logika tinggi sebesar 4,4V dan tegangan keluaran saat logika rendah sebesar 0V (2V/div). Waktu logika rendah selama 1ms dan waktu logika tinggi selama 29ms (5ms/div), sehingga periodenya selama 30ms dan frekuensinya sebesar 33,33Hz.

## 5.2 Pengujian Rangkaian *Counter* Internal Mikrokontroler

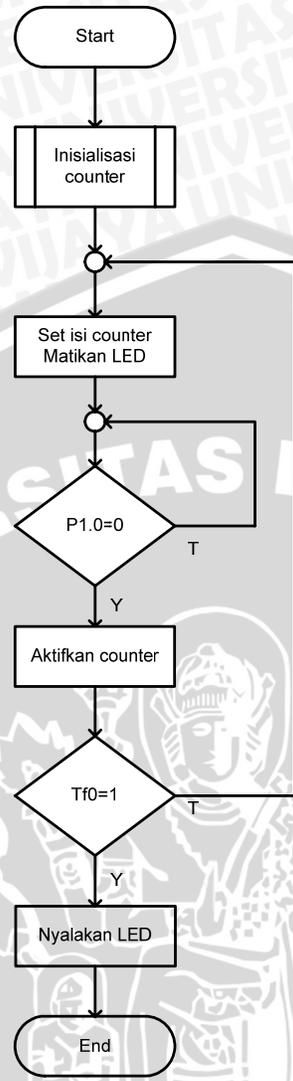
Pengujian rangkaian *counter* dilakukan untuk memeriksa apakah rangkaian *counter* dapat menghitung jumlah sinyal masukan yang berupa pulsa. Sinyal pulsa ini dihasilkan dengan menekan saklar.

### 5.2.1 Peralatan yang digunakan

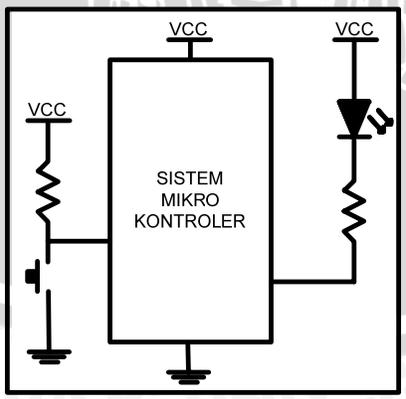
1. Rangkaian unit mikrokontroler
2. Saklar tekan
3. lampu peraga
4. Perangkat lunak ISP downloader
5. Mikrokontroler downloader

### 5.2.2 Prosedur Pengujian

1. Membuat perangkat lunak dengan diagram alir seperti dalam Gambar 5.4, melakukan *compiling*, dan mengisikan ke AT89S51
2. Mengatur rangkaian seperti terlihat dalam Gambar 5.5
3. Menghidupkan catu daya.
4. Menekan saklar tekan untuk mengaktifkan *counter*, kemudian diamati kondisi lampu peraga.



Gambar 5.4 Diagram Alir Perangkat Lunak untuk Pengujian Counter



Gambar 5.5 Rangkaian Pengujian Counter Internal Mikrokontroler

### 5.2.3 Hasil Pengujian dan Analisis

Dalam Tabel 5.2 ditunjukkan hasil pengujian *counter* internal mikrokontroler dengan melihat kondisi dari LED.

**Tabel 5.2** Hasil Pengujian *Counter* Internal Mikrokontroler

No.	kondisi LED	
	sebelum saklar ditekan	sesudah saklar ditekan
1	off	on
2	off	on
3	off	on
4	off	on
5	off	on

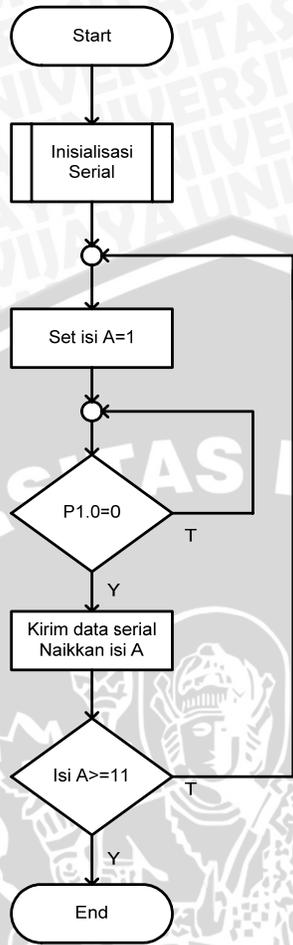
Dari hasil pengujian di atas dapat disimpulkan bahwa LED akan menyala jika isi *counter* berupa dari ffffh ke 0000h (tf0 akan diset), sehingga rangkaian *counter* bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

## 5.3 Pengujian Rangkaian Komunikasi Serial Antar Mikrokontroler

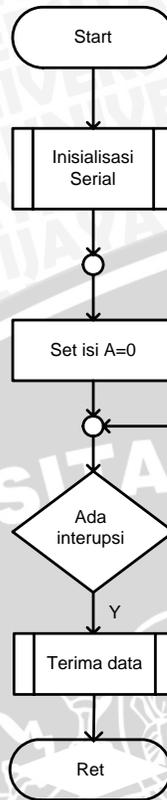
Pengujian rangkaian komunikasi serial antar mikrokontroler dilakukan untuk memeriksa apakah rangkaian pengiriman data melalui komunikasi serial dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

### 5.3.1 Peralatan yang digunakan

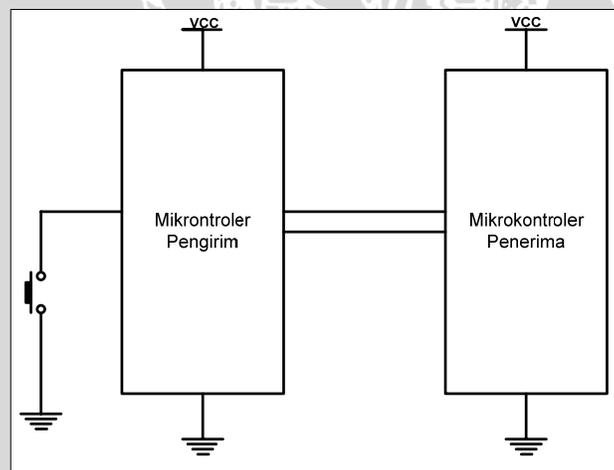
1. 2 buah rangkaian unit mikrokontroler.
2. Saklar tekan
3. Lampu peraga (LED) 8 bit
4. Perangkat lunak ISP downloader
5. Mikrokontroler downloader



Gambar 5.6 Diagram Alir Perangkat Lunak untuk Pengiriman Data Serial



**Gambar 5.7** Diagram Alir Perangkat Lunak untuk Penerimaan Data Serial



**Gambar 5.8** Rangkaian Pengujian Komunikasi Serial antar Mikrokontroler

### 5.3.2 Prosedur Pengujian

1. Membuat perangkat lunak dengan diagram alir seperti dalam Gambar 5.6 dan Gambar 5.7, melakukan *compiling*, dan mengisikannya ke AT89S51.
2. Mengatur rangkaian seperti terlihat dalam Gambar 5.8
3. Menghidupkan catu daya
4. Menekan saklar tekan untuk menandakan ada pengiriman data secara serial

5. Mengamati data yang ada pada lampu peraga pada kedua mikrokontroler sebelum dan sesudah penekanan tombol

### 5.3.3 Hasil Pengujian dan Analisis

Dalam Tabel 5.3 ditunjukkan data hasil pengujian komunikasi serial antar mikrokontroler

**Tabel 5.3** Hasil Pengujian Komunikasi Serial Antar Mikrokontroler

No.	Data mikrokontroler pengirim	Data mikrokontroler penerima	
		sebelum	sesudah
1	1	0	1
2	2	1	2
3	3	2	3
4	4	3	4
5	5	4	5
6	6	5	6
7	7	6	7
8	8	7	8
9	9	8	9
10	10	9	10

Dari Tabel 5.3 dapat disimpulkan bahwa data yang diterima mikrokontroler penerima sama dengan data yang dikirim oleh mikrokontroler pengirim, sehingga rangkaian telah bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

## 5.4 Pengujian Rangkaian Keypad

Pengujian terhadap rangkaian *keypad* dilakukan untuk mengetahui apakah *keypad* yang dirancang sudah bisa mengeluarkan kondisi logika yang sesuai untuk penekanan masing-masing tombol.

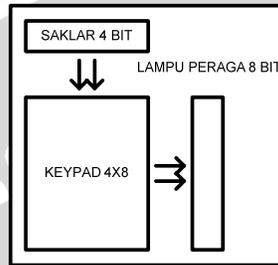
### 5.4.1 Peralatan yang digunakan

1. Rangkaian Keypad
2. Saklar 4 bit
3. Catu daya 5V
4. Lampu peraga (LED) 8 bit

### 5.4.2 Prosedur Pengujian

1. Mengatur rangkaian seperti terlihat dalam Gambar 5.9

2. Mengaktifkan catu daya.
3. Menguji keypad dengan metode *scanning*.
4. Menekan salah satu tombol keypad.
5. Menguji dan mencatat kondisi logika dari semua keluaran keypad, yaitu Y0 sampai Y7 pada saat tombol keypad ditekan.
6. Mengulang prosedur 3,4 dan 5 untuk kolom kedua, ketiga dan keempat.



Gambar 5.9 Rangkaian Pengujian Keypad

5.4.3 Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil pengujian untuk rangkaian keypad ditunjukkan dalam Tabel 5.4.

Tabel 5.4. Hasil Pengujian Rangkaian Keypad

No.	Tombol yang ditekan	Kondisi keluaran							
		Y7	Y6	Y5	Y4	Y3	Y2	Y1	Y0
1	X0Y0	0	0	0	0	0	0	0	1
2	X0Y1	0	0	0	0	0	0	1	0
3	X0Y2	0	0	0	0	0	1	0	0
4	X0Y3	0	0	0	0	1	0	0	0
5	X0Y4	0	0	0	1	0	0	0	0
6	X0Y5	0	0	1	0	0	0	0	0
7	X0Y6	0	1	0	0	0	0	0	0
8	X0Y7	1	0	0	0	0	0	0	0
9	X1Y0	0	0	0	0	0	0	0	1
10	X1Y1	0	0	0	0	0	0	1	0
11	X1Y2	0	0	0	0	0	1	0	0
12	X1Y3	0	0	0	0	1	0	0	0
13	X1Y4	0	0	0	1	0	0	0	0
14	X1Y5	0	0	1	0	0	0	0	0
15	X1Y6	0	1	0	0	0	0	0	0
16	X1Y7	1	0	0	0	0	0	0	0
17	X2Y0	0	0	0	0	0	0	0	1
18	X2Y1	0	0	0	0	0	0	1	0
19	X2Y2	0	0	0	0	0	1	0	0
20	X2Y3	0	0	0	0	1	0	0	0
21	X2Y4	0	0	0	1	0	0	0	0
22	X2Y5	0	0	1	0	0	0	0	0

No.	Tombol yang ditekan	Kondisi keluaran							
		Y7	Y6	Y5	Y4	Y3	Y2	Y1	Y0
23	X2Y6	0	1	0	0	0	0	0	0
24	X2Y7	1	0	0	0	0	0	0	0
25	X3Y0	0	0	0	0	0	0	0	1
26	X3Y1	0	0	0	0	0	0	1	0
27	X3Y2	0	0	0	0	0	1	0	0
28	X3Y3	0	0	0	0	1	0	0	0
29	X3Y4	0	0	0	1	0	0	0	0
30	X3Y5	0	0	1	0	0	0	0	0
31	X3Y6	0	1	0	0	0	0	0	0
32	X3Y7	1	0	0	0	0	0	0	0

Dengan demikian maka rangkaian *keypad* telah bekerja sesuai dengan perancangan.

### 5.5 Pengujian Rangkaian LCD (*Liquid Crystal Display*)

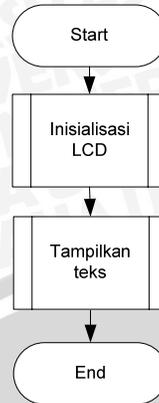
Pengujian terhadap LCD (*Liquid Crystal Display*) dilakukan untuk memeriksa apakah terdapat kesalahan dalam perangkat lunak yang sudah disusun untuk menangani penampil teks dan untuk mengetahui apakah kondisi penampil teks berupa LCD (*Liquid Crystal Display*) sudah bekerja sesuai dengan perancangan. Pengujian dilakukan dengan cara membuat program untuk menampilkan teks ke LCD (*Liquid Crystal Display*).

#### 5.5.1 Peralatan yang digunakan

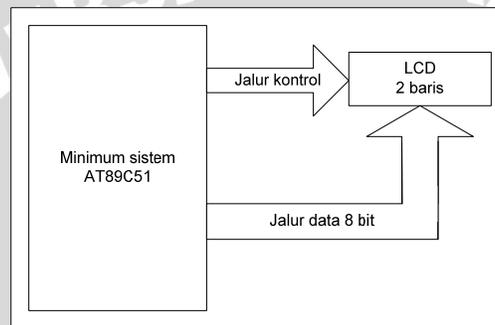
1. Rangkaian unit mikrokontroler.
2. LCD (*Liquid Crystal Display*)
3. Perangkat lunak ISP downloader
4. Mikrokontroler downloader

#### 5.5.2 Prosedur Pengujian

1. Membuat perangkat lunak dengan diagram alir seperti dalam Gambar 5.10, melakukan *compiling*, dan mengisikan ke AT89S51.
2. Mengatur rangkaian seperti terlihat dalam Gambar 5.11
3. Menghidupkan catu daya
4. Mengamati hasil simulasi



**Gambar 5.10** Diagram Alir Perangkat Lunak untuk Pengujian LCD



**Gambar 5.11** Rangkaian Pengujian LCD

### 5.5.3 Hasil Pengujian dan Analisis

Dari hasil pengujian dapat dianalisis bahwa rangkaian LCD (*Liquid Crystal Display*) yang dirancang dapat menampilkan teks sesuai dengan yang diinginkan dan dapat bekerja dengan baik.

## 5.6 Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian terhadap perangkat lunak yang dipergunakan dalam sistem yang dirancang dilakukan untuk mengetahui apakah perangkat lunak yang dirancang sudah mampu menangani sistem yang dirancang dengan benar. Pengujian perangkat terdiri dari pengujian sebagai berikut :

### 5.6.1 Pengujian Perangkat Lunak untuk Pemilihan Tujuan dan Pengiriman secara Serial

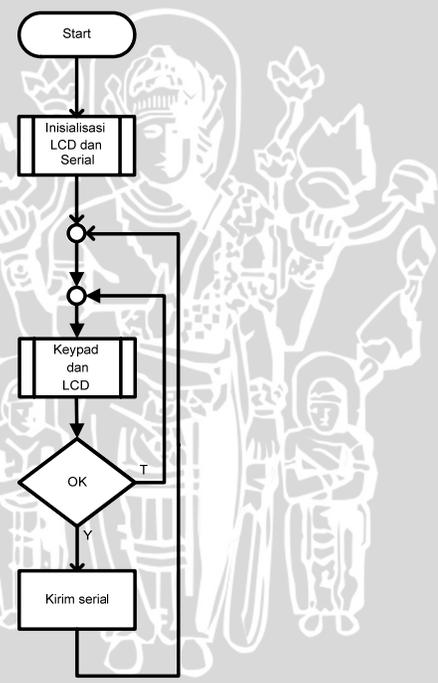
#### 5.6.1.1 Peralatan yang digunakan

1. Rangkaian unit mikrokontroler.

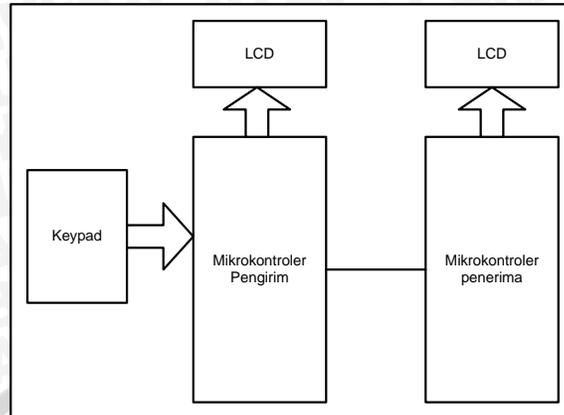
2. LCD (*Liquid Crystal Display*)
3. Perangkat lunak ISP downloader
4. Mikrokontroler *downloader*
5. Rangkaian *Keypad*

5.6.1.2 Prosedur Pengujian

1. Membuat perangkat lunak untuk Pemilihan Tujuan teks seperti pada gambar 5.12, melakukan *compiling*, dan mengisikannya ke AT89S51.
2. Mengatur rangkaian seperti terlihat dalam Gambar 5.13
3. Melakukan pemilihan tujuan melalui *keypad* dan pengiriman data secara serial.
4. Mengamati dan mencatat hasil pengiriman data pada LCD mikrokontroler penerima.



Gambar 5.12 Diagram Alir Perangkat Lunak untuk Pemilian Tujuan dan Pengiriman Serial.



**Gambar 5.13** Gambar Rangkaian Pengujian Pemilihan Tujuan dan Pengiriman Serial

### 5.6.1.3 Hasil Pengujian dan Analisis

Dari pengujian yang dilakukan untuk perangkat lunak pemilihan tujuan dan pengiriman serial, dapat diketahui bahwa program yang dibuat dapat menangani pemilihan tujuan melalui penekanan huruf depan yang sesuai, menggeser tujuan ke atas atau ke bawah, dan melakukan pengiriman data secara serial. Dengan demikian maka perangkat lunak yang dibuat telah sesuai dengan perancangan.

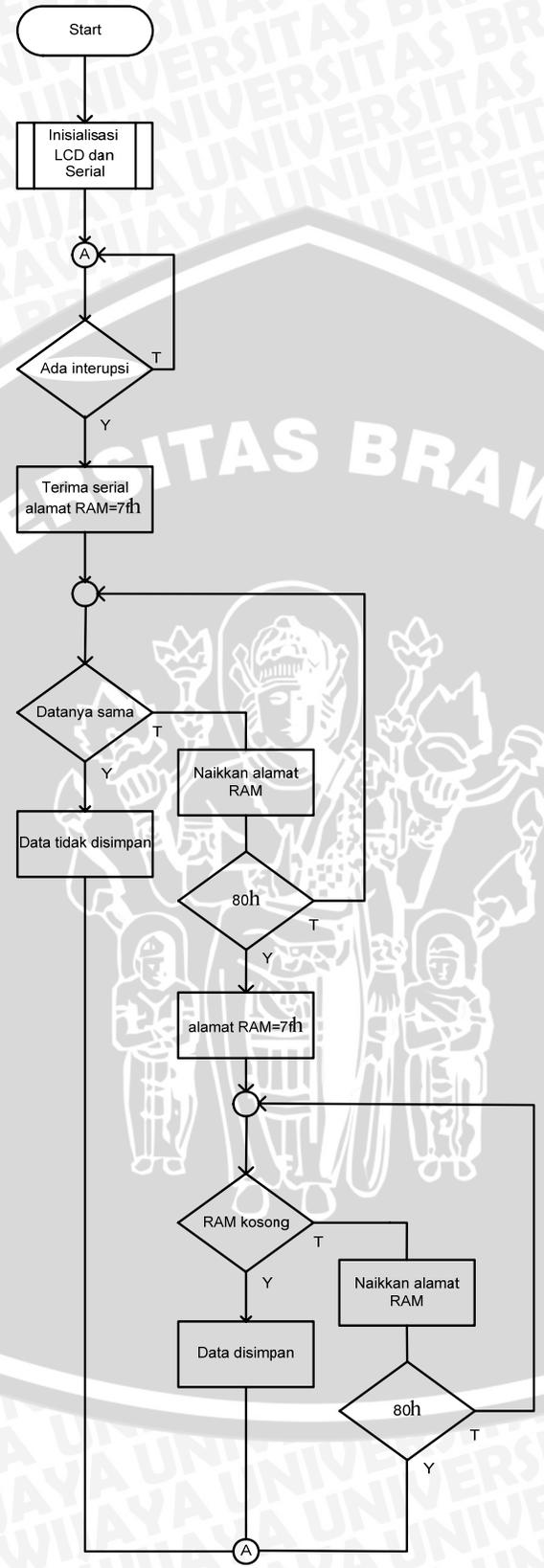
## 5.6.2 Perangkat Lunak Penerimaan Data Serial dan Penyimpanan Data Tujuan Penumpang

### 5.6.2.1 Peralatan yang digunakan

1. Rangkaian unit mikrokontroler.
2. LCD (*Liquid Crystal Display*)
3. Perangkat lunak ISP downloader
4. Mikrokontroler *downloader*

### 5.6.2.2 Prosedur Pengujian

1. Membuat perangkat lunak penerimaan data serial dan pengurutan tujuan penumpang seperti pada gambar 5.14, melakukan *compiling*, dan mengisikannya ke AT89S51.
2. Mengatur rangkaian seperti terlihat dalam Gambar 5.13
3. Menghidupkan catu daya.
4. Mengamati dan mencatat hasil keluaran dari LCD.



**Gambar 5.14** Diagram Alir Perangkat Lunak Penerimaan Data Serial dan Penyimpanan Data Tujuan Penumpang

### 5.6.2.3 Hasil Pengujian dan Analisis

Dari pengujian yang dilakukan untuk perangkat lunak penerimaan data serial dan pengurutan tujuan penumpang, dapat diketahui bahwa program yang dibuat dapat menangani proses penerimaan data serial, pengurutan data berdasarkan posisi terminal, memantau jarak yang ditempu kendaraan baik maju maupun. Dengan demikian maka perangkat lunak yang dibuat telah sesuai dengan perancangan.

## 5.7 Pengujian Keseluruhan Sistem

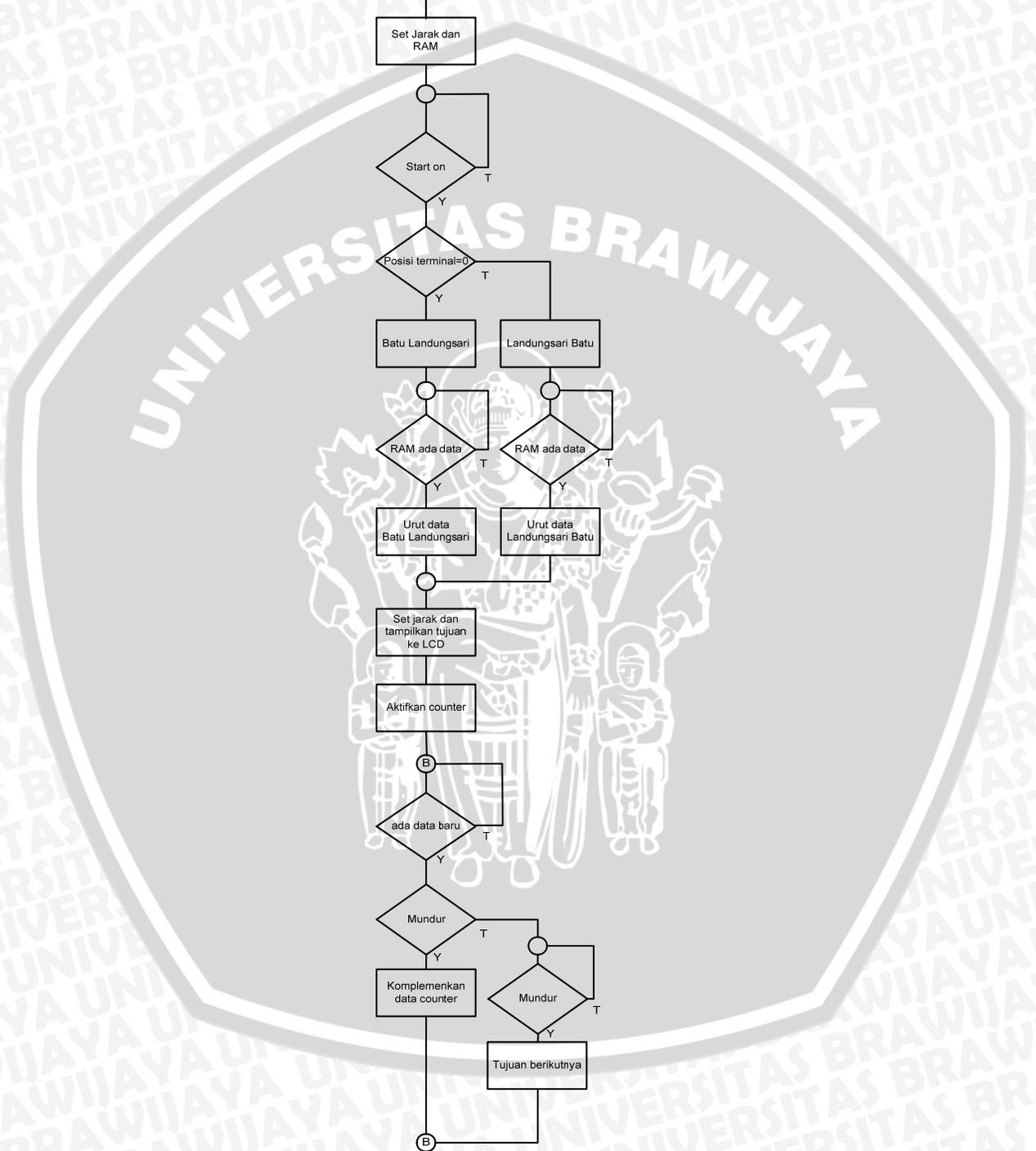
Untuk mengetahui kinerja sistem secara keseluruhan berdasarkan perancangan yang telah dibuat, maka dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan.

### 5.7.1 Peralatan yang digunakan

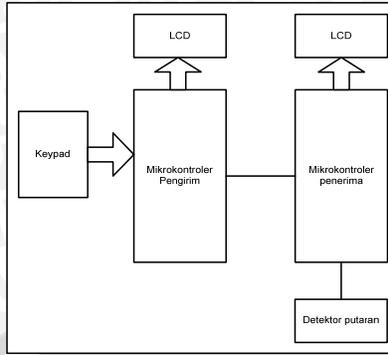
1. Rangkaian unit mikrokontroler.
2. LCD (*Liquid Crystal Display*)
3. Perangkat lunak ISP downloader
4. Mikrokontroler *downloader*
5. Rangkaian *Keypad*
6. Rangkaian detektor putaran

### 5.7.2 Prosedur Pengujian

1. Membuat perangkat lunak untuk keseluruhan sistem seperti pada gambar 5.12 dan pada gambar 5.15, melakukan *compiling*, dan mengisikannya ke masing-masing AT89S51.
2. Mengatur rangkaian seperti terlihat dalam Gambar 5.16
3. Menghidupkan catu daya.
4. Mengamati dan mencatat hasil tampilan LCD pada mikrokontroler di dekat sopir.



Gambar 5.15 Diagram Alir Perangkat Lunak Penerimaan Data Serial, Penyimpanan Data Tujuan Penumpang dan Penampilan pada LCD



Gambar 5.16 Rangkaian Pengujian Keseluruhan Sistem

5.7.3 Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil pengujian sistem keseluruhan dapat dilihat dalam Tabel 5.5 dan Tabel 5.6.

Tabel 5.5. Hasil Pengujian dari Terminal Batu ke Landungsari

No	Tujuan	Jarak BL (dalam putaran)	Waktu yang dibutuhkan		%kesalahan
			Teori (s)	Pengujian (s)	
1	Air Mancur	700	21	21	0.00
2	Alkitab	1600	48	48	0.00
3	Beji SD	1950	58.5	58.59	0.15
4	KUD	2750	82.5	82.5	0.00
5	Kajang	4500	135	135	0.00
6	Puri Savira	4700	141	141	0.00
7	KP Elektro	5100	153	153	0.00
8	Areng2 Bawah	6200	186	186	0.00
9	Bumi Asri	6450	193.5	193.51	0.01
10	Sengkaling /3an	6800	204	204	0.00
11	Dau Puskesmas	6950	208.5	208.52	0.01
12	Sengkaling Vila	7150	214.5	215	0.23
13	Jetis Jalan Baru	7650	229.5	229.55	0.02
14	BPH/UNMU masjid	8200	246	246	0.00
15	UNMU Kampus	8350	250.5	250.51	0.00
16	Revolusi	8700	261	261	0.00
17	Landungsari	9100	273	273	0.00
Kesalahan Rata-rata					0.03

**Tabel 5.6.** Hasil Pengujian dari Terminal Landungsari ke Batu

No	Tujuan	Jarak BL (dalam putaran)	Waktu yang dibutuhkan		%kesalahan
			Teori (s)	Pengujian (s)	
1	Jaeng	1300	39	39	0.00
2	Jetis Masjid	1400	42	42	0.00
3	Sengkaling Vila	1950	58.5	58.51	0.02
4	Sengkaling	2000	60	60	0.00
5	Lavanda	2600	78	78	0.00
6	KP /3an	3950	118.5	118.53	0.03
7	JR Jalan Baru	4375	131.25	131.26	0.01
8	Hotel Mentari	5000	150	150	0.00
9	Joso Gerdu	5800	174	174	0.00
10	Dogado	6150	184.5	184.5	0.00
11	Saminto	6800	204	204	0.00
12	Kandam	6900	207	207	0.00
13	Barongan	7300	219	219	0.00
14	Grawedya	7400	222	222	0.00
15	Hoplet	8650	259.5	259.8	0.12
16	Batu Jembatan	8800	264	264	0.00
17	Batu	9100	273	273	0.00
Kesalahan Rata-rata					0.01

Prosentase kesalahan dihitung dengan persamaan 5.1

$$\% \text{ kesalahan} = \left| \frac{\text{pengukuran} - \text{perhitungan}}{\text{perhitungan}} \right| \times 100\% \quad (5.1)$$

Dari kedua Tabel di atas dapat disimpulkan bahwa kesalahan antara hasil pengujian dan perhitungan kurang dari 1%. Dan waktu yang diperoleh dari perhitungan dan pengujian merupakan waktu dimana akan terjadi perubahan tampilan tempat tujuan. Misalnya pada Tabel 5.5 Alkitab akan ditampilkan pada detik kurang lebih ke 21. Dan dari pengujian yang dilakukan untuk keseluruhan sistem, dapat diketahui bahwa program yang dibuat dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Dengan demikian maka perangkat lunak yang dibuat telah sesuai dengan perancangan.

## BAB VI PENUTUP

### 6.1 Kesimpulan

Dari perancangan, pembuatan, dan pengujian pembuatan alat pencatat tujuan penumpang jalur Batu-landungsari dapat dirumuskan kesimpulan sebagai berikut :

1. Tegangan keluaran rangkaian detektor putaran roda berupa pulsa dengan periode 30ms digunakan sebagai sinyal clock *counter* internal mikrokontroler AT89S51.
2. Mode kerja rangkaian *counter* internal mikrokontroler menggunakan mode 1, sehingga *counter* bekerja sebagai *counter* 16 dengan cacahan sebanyak 65536.
3. Mode kerja rangkaian komunikasi serial antar mikrokontroler menggunakan mode 1 (UART 8 bit).
4. *Keypad* 4x8 digunakan untuk memasukkan data tempat tujuan penumpang dengan menggunakan metode *scanning*. Pemasukkan data tempat tujuan penumpang dilakukan dengan menekan huruf depan tempat tujuan yang diinginkan. Jumlah maksimum data tempat tujuan penumpang yang dapat diisikan sebanyak 17 data.
5. *Liquid Crystal Display* (LCD) 2x16 yang diletakkan dekat penumpang digunakan untuk menampilkan tempat tujuan penumpang yang dipilih, sedangkan untuk LCD yang diletakkan di dekat sopir digunakan untuk menampilkan tempat tujuan penumpang yang terdekat dengan posisi terminal sekarang. Data tempat tujuan penumpang disimpan dalam PEROM mikrokontroler AT89S51.

### 6.2 Saran

1. Perlu digunakan Mikrokontroler dengan kapasitas PEROM yang lebih besar agar jumlah data tempat tujuan penumpang yang dapat disimpan menjadi lebih banyak sehingga bisa digunakan oleh kendaraan umum yang menempuh jarak yang lebih jauh.

2. Perlu digunakan Mikrokontroler dengan kapasitas RAM yang lebih besar untuk kendaraan umum dengan jumlah penumpang lebih banyak.
3. Diperlukan metode yang lain selain metode jarak untuk menentukan pergantian tampilan tempat tujuan penumpang.

