

Model Pemantauan dan Pengaturan Lampu Lalu Lintas Secara *Wireless* Berdasarkan Panjang Antrian Kendaraan

Jeffri¹, Tjandra Susila² dan Hartono Haryadi³

Abstract: Increase in amount of both two-wheel and four-wheel vehicles in large cities like those in Jakarta leads to the long enough traffic jam, especially taking place at intersections, this is true because Jakarta is a big city that is business and trade centre in Indonesia, it certainly makes vehicles that will enter and come out Jakarta city at certain point of time will be much more crowded. In designing this final paper, I make any effort to design the traffic light monitoring and control system on the basis of vehicle long queue and may be monitored wirelessly using Radio Frequency (RF) wave. The modulation employed in this design model is the Amplitude Shift Keying (ASK) modulation. The monitoring of traffic density flow level at intersections uses display module, that is, in the form of indicator light or LED (light emitting diode).

Keywords: design, traffic light monitoring and management

Abstrak: Peningkatan jumlah kendaraan beroda dua maupun beroda empat pada beberapa kota besar seperti di Jakarta mengakibatkan kemacetan yang cukup panjang, khususnya terjadi pada beberapa persimpangan jalan. Hal ini disebabkan karena Jakarta adalah suatu kota besar yang merupakan pusat bisnis dan perdagangan di Indonesia, tentunya hal ini membuat kendaraan yang akan memasuki dan keluar kota Jakarta pada waktu tertentu akan semakin padat. Pembuatan model sistem pemantauan dan pengaturan lampu lalu lintas ini berdasarkan panjang antrian kendaraan dan dapat dipantau secara wireless dengan menggunakan Radio Frequency (RF). Modulasi yang digunakan pada model rancangan ini adalah modulasi Amplitude Shift Keying (ASK). Pemantauan tingkat kepadatan arus lalu lintas pada persimpangan menggunakan modul display yaitu berupa lampu indikator atau Light Emitting Diode (LED).

Kata kunci: Perancangan, model pemantauan dan pengaturan lampu lalu lintas

PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah kendaraan beroda dua maupun beroda empat pada beberapa kota besar seperti di Jakarta mengakibatkan kemacetan yang cukup panjang khususnya terjadi pada banyak persimpangan jalan. Jakarta adalah suatu kota besar yang merupakan pusat bisnis dan perdagangan di Indonesia, sehingga penduduk yang berada dipinggiran kota Jakarta seperti Bogor, Depok, Tangerang dan Bekasi berdatangan untuk melakukan berbagai aktifitas bisnis setiap harinya, tentunya hal ini membuat lalu lintas jalan yang akan memasuki dan keluar kota Jakarta pada waktu tertentu akan semakin padat.

Dampak yang di timbulkan dari kemacetan ini bagi pengguna jalan (*user*) antara lain meningkatnya biaya operasional yang harus dikeluarkan karena pemborosan bahan bakar minyak (BBM), penambahan waktu perjalanan, serta jenuh atau stress sebagai pemicu penyakit darah tinggi, jantung dan sebagainya. Dampak bagi lingkungan sekitar jalan yaitu peningkatan jumlah polusi udara dan kedatangan pengunjung ke fungsi lahan di sekitar jalan semakin berkurang (parkir, pertokoan, restoran atau plaza), sehingga memperkecil pendapatan fungsi lahan tersebut.

Setiap harinya, sekitar 650.000 kendaraan beroda empat masuk ke ibu kota Jakarta dari kawasan - kawasan penyangga seperti Bogor, Depok, Tangerang dan Bekasi, tentunya hal ini menambah kemacetan yang timbul dari dua juta mobil dan tiga juta sepeda motor yang sudah ada di Jakarta.

Pengaturan lampu lalu lintas (*traffic light*) di kota Jakarta saat ini diatur berdasarkan kepadatan arus lalu lintas jalan yang dilakukan dengan cara memprogram lampu lalu lintas tersebut sesuai dengan waktu yang telah ditentukan sebelumnya. Hal ini dinilai kurang efektif oleh penulis karena apabila kepadatan arus lalu lintas pada suatu persimpangan jalan diluar dari yang diperkirakan, maka diperlukan pengaturan kembali dengan cara memprogram ulang lampu lalu lintas tersebut sesuai dengan nilai kepadatan arus lalu lintas pada saat itu.

Kepadatan arus lalu lintas pada persimpangan - persimpangan Kota Jakarta saat ini dipantau oleh kamera *Closed Circuit Television* (CCTV). Kota Jakarta memerlukan setidaknya 1.000 titik untuk pemasangan CCTV, dari jumlah kebutuhan alat pemantau keamanan dan kemacetan lalu lintas itu, Jakarta hanya mempunyai 120 CCTV. Pemasangan alat tersebut baru dilakukan setahun terakhir di lima wilayah kota, yakni Jakarta Pusat, Jakarta Timur, Jakarta Barat, Jakarta Selatan dan Jakarta Utara. Pengadaan alat pemantau tersebut terbatas karena terkait dengan anggaran.

Fungsi dari kamera CCTV ini digunakan untuk memantau kawasan rawan kemacetan, bencana banjir atau daerah genangan air dan rawan kriminalitas. Kamera CCTV yang ada saat ini tidak dapat memberikan informasi seberapa panjang antrian kendaraan pada suatu persimpangan (dalam satuan jarak sebagai contoh meter).

Penulis dalam perancangan tugas akhir ini berusaha merancang sebuah sistem pengaturan lampu lalu lintas simpang empat dengan menggunakan arus pergerakan empat fase. Model alat yang dirancang dalam tugas akhir ini adalah sebuah model sistem pengaturan lampu lalu lintas berdasarkan panjang antrian kendaraan dan

¹ Jurusan Teknik Elektro Universitas Tarumangara Jakarta

² Jurusan Teknik Elektro Universitas Trisakti Jakarta

³ Jurusan Teknik Elektro Universitas Indonesia Jakarta

dapat dipantau secara *wireless* dengan menggunakan gelombang *Radio Frequency* (RF). Modulasi yang digunakan pada model rancangan ini adalah modulasi *Amplitude Shift Keying* (ASK).

Model lampu lalu lintas yang akan dibuat akan dilengkapi dengan *countdown timer* yang berfungsi memberikan informasi lamanya pergantian lampu lalu lintas kepada pengguna jalan (*user*). Pemantauan tingkat kepadatan arus lalu lintas pada persimpangan menggunakan modul *display* yaitu berupa lampu indikator atau *light emitting diode* (LED).

Menurut hasil survei yang diperoleh penulis, Pengaturan lampu lalu lintas di Indonesia saat ini bersifat statis yaitu dengan memperhitungkan berbagai faktor antara lain lebar jalan, jenis kendaraan, tingkat kepadatan arus lalu lintas jalan, derajat kemiringan permukaan tanah, ukuran kota atau jumlah penduduk, arus pergerakan kendaraan, dan sebagainya.

Pelaksanaan survei dilakukan dengan melakukan kunjungan langsung ke persimpangan citra land Grogol Jakarta Barat. Pemrograman ulang lampu lalu lintas di Jakarta saat ini dilakukan pada saat jam sibuk, pada saat jam biasa, lampu lalu lintas dikembalikan seperti biasa. Lampu lalu lintas yang ada pada persimpangan citra land Grogol Jakarta Barat ini tidak menggunakan *countdown timer*.

Spesifikasi kamera CCTV juga digunakan adalah sebagai berikut :

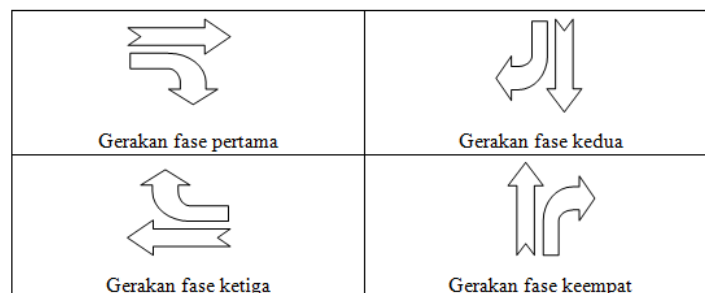
- *Weatherproof / box camera "I-View"* Japan
- *Infra Red LED*
- *auto focus*
- Koneksinya menggunakan kabel
- 3 Fungsi *recording* : *full 24 jam*, *scheduled* (terjadwal untuk merekam pada waktu yang telah ditentukan) serta *motion detection* (merekam saat ada gerakan saja)

KAJIAN PUSTAKA

Model pemantauan dan pengaturan lampu lalu lintas secara *wireless* dengan berdasarkan panjang antrian kendaraan ini berguna untuk mengatur kendaraan pada suatu persimpangan jalan, dengan adanya alat ini diharapkan dapat mengatasi kemacetan serta dapat memantau tingkat kepadatan arus lalu lintas pada salah satu sisi persimpangan jalan.

Pengaturan lampu lalu lintas pada model perancangan tugas akhir ini menggunakan pengaturan sinyal empat fase, pada fase pertama kendaraan melakukan gerakan lurus dan belok kanan dari arah barat secara bersama - sama, sementara itu pergerakan kendaraan dari arah timur, utara dan selatan dihentikan. Selanjutnya pada fase kedua kendaraan melakukan gerakan lurus dan belok kanan dari utara secara bersama - sama, sementara itu pergerakan kendaraan dari arah barat, timur dan selatan dihentikan.

Fase ke tiga yaitu kendaraan melakukan gerakan lurus dan belok kanan dari arah timur secara bersama - sama, dan pergerakan kendaraan dari arah barat, utara dan selatan dihentikan. Selanjutnya pada fase ke empat kendaraan melakukan gerakan lurus dan belok kanan dari arah selatan secara bersama - sama, sementara itu pergerakan kendaraan dari arah barat, timur dan utara dihentikan. Pengaturan sinyal empat fase ini dimungkinkan terjadinya gerakan belok kiri langsung, maka dianggap bahwa gerakan belok kiri dilaksanakan diluar pengendalian sinyal sehingga gerakan belok kiri tidak diperhitungkan sebagai bagian dari pengaturan sinyal empat fase ini. Pada perancangan model alat ini panjang antrian maksimum yang dibutuhkan agar arus lalu lintas pada persimpangan tetap lancar adalah empat buah antrian kendaraan saja. Gambar 1 dibawah ini diharapkan dapat memperjelas pengaturan lampu lalu lintas empat fase.

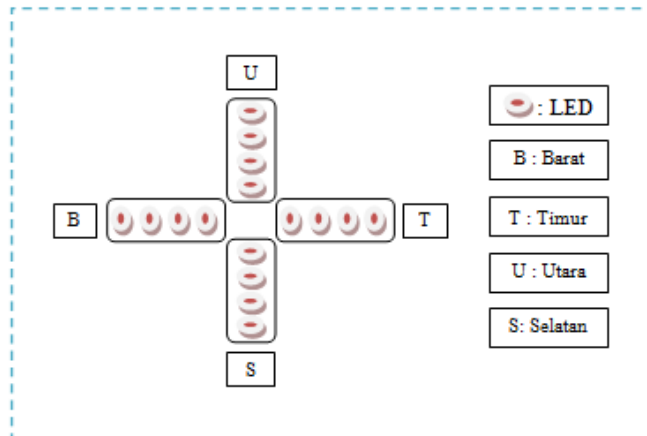


■ Gambar 1. Pengaturan Lampu Lalu Lintas Empat Fase

Modul sensor kendaraan pada model rancangan alat ini terdapat enam belas buah sensor yang dibagi masing - masing sebanyak empat buah sensor pada setiap sisi persimpangan. Sensor *hall effect* merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi adanya medan magnet, oleh karena itu setiap kendaraan harus dipasang magnet permanen pada bagian atasnya agar sensor dapat mendeksi adanya kendaraan. Modul sensor ini berguna untuk mengetahui panjang antrian kendaraan, jika sensor mendeteksi adanya kendaraan maka sensor tersebut akan memberikan informasi pada modul mikrokontroler, selanjutnya mikrokontroler akan mengolah informasi

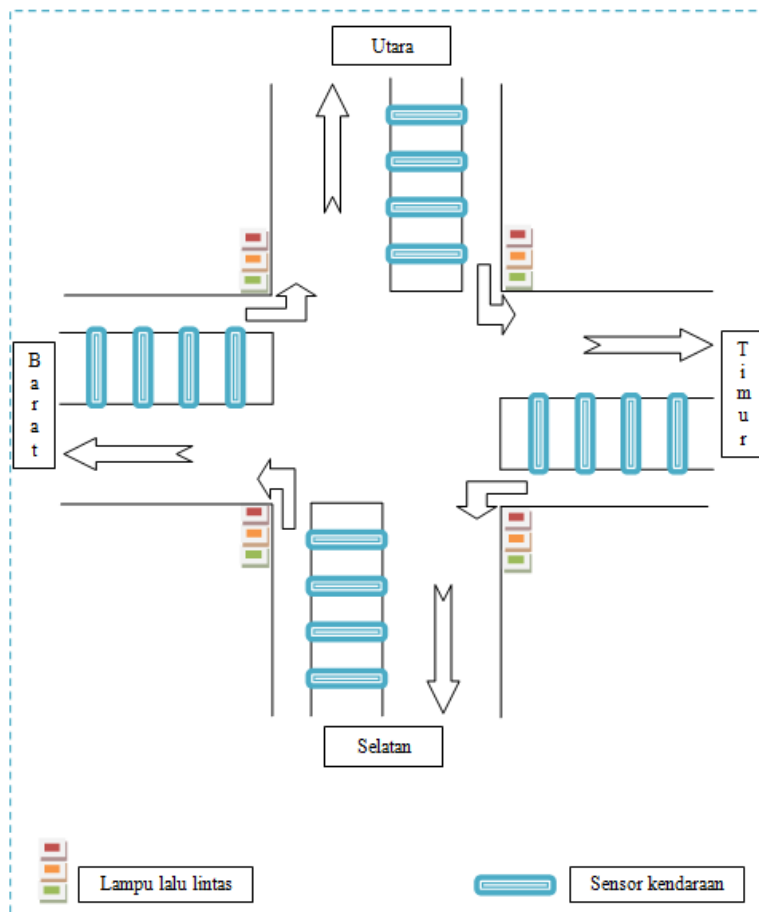
tersebut untuk mengatur lampu lalu lintas dengan memberikan waktu hijau yang lebih lama pada antrian kendaraan yang lebih panjang. Perancangan model alat diberikan waktu hijau lima detik pada setiap sensor yang mendeteksi adanya kendaraan. Waktu kuning ditetapkan tiga detik sesuai dengan MKJI 1997. Mikrokontroler akan mengatur modul *decoder* agar *seven segment* dapat melakukan *countdown timer* dan mengatur lampu lalu lintas. Mikrokontroler juga akan memberikan kode - kode pada modul *transmitter* untuk memberikan informasi pada modul *receiver* tentang kepadatan arus lalu lintas pada persimpangan tersebut. Pengiriman kode - kode tersebut menggunakan UHF ASK data *transmitter* 433.92 MHz dan diterima oleh UHF ASK data *receiver* 433.92 MHz. Kode - kode yang telah diterima tadi akan diolah oleh mikrokontroler yang terdapat pada tempat pemantauan untuk ditampilkan pada modul *display*. Modul *display* ini terdiri dari enam belas buah LED yang dibagi menjadi empat bagian, masing - masing bagiannya terdiri dari empat buah LED.

Gambar 2 dibawah ini diharapkan dapat memperjelas dari modul *display* yang dibuat pada perancangan tugas akhir ini.



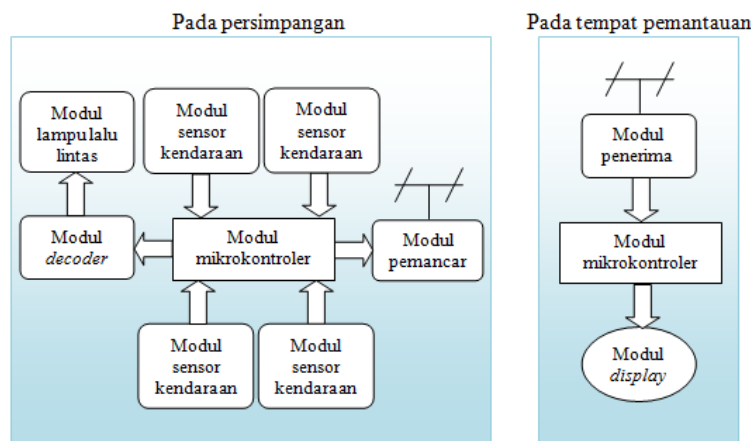
■ Gambar 2. Modul Display

Gambar 3 dibawah ini diharapkan dapat memberikan ilustrasi dari pengaturan lampu lalu lintas yang dibuat pada perancangan tugas akhir ini.



■ Gambar 3. Ilustrasi Pengaturan Lampu Lalu Lintas

Diagram Blok



■ **Gambar 4.** Diagram Blok Perancangan Model Pemantauan Dan Pengaturan Lampu Lalu Lintas Secara *Wireless* Dengan Berdasarkan Panjang Antrian Kendaraan

Sensor

Sensor *hall effect* ditemukan pertama kali oleh Dr. Edwin Hall pada tahun 1879, dengan penemuannya ini dapat digunakan untuk berbagai aplikasi seperti *magnetic card reader*, *current sensor*, *piston detection sensor*, dan pada perancangan tugas akhir yang telah dibuat oleh penulis. Dr. Edwin Hall dalam teorinya mengatakan bahwa ketika ada arus (I) yang mengalir pada bahan konduktor didalam suatu medan magnet (B), maka akan dihasilkan suatu tegangan listrik yang arahnya tegak lurus antara arus dan medan magnetnya. Sensor *hall effect* pada umumnya digunakan untuk mendeteksi ada dan tidaknya medan magnet pada suatu bidang. Sensor *hall effect* akan memberikan *output nol volt* bila pada permukaan sensor tidak terdapat medan magnet, dengan kata lain sensor tersebut tidak akan menghasilkan tegangan listrik.

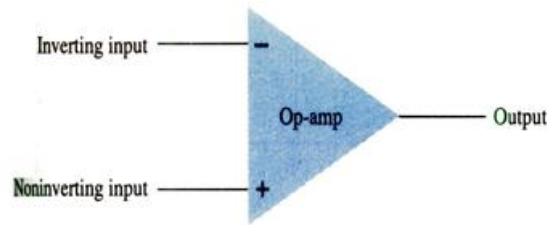
Sensor *hall effect* menghasil *output* sebesar V_H jika terdapat medan magnet yang arahnya tegak lurus dengan arah arusnya. Besarnya V_H dapat dihitung dengan persamaan $V_H = \frac{IB}{ned}$ dimana n adalah *charge carrier density*. Rangkaian dasar dari sensor *hall effect* membutuhkan *voltage regulator* yang berfungsi untuk memberi *supply* tegangan pada sensor agar bekerja. Saat medan magnet berada dalam *hall element* maka akan dihasilkan suatu tegangan listrik, namun tegangan listrik ini nilainya masih sangat kecil oleh karena itu diperlukan penguatan dengan cara menggunakan *differential amplifier*.

Sensor kendaraan yang akan digunakan pada model perancangan tugas akhir ini adalah sensor *hall effect* yang diproduksi oleh *everlight electronics* dengan tipe HI-400. Sensor ini dipilih karena dapat mendeteksi ada dan tidaknya medan magnet. Sensor ini memiliki ukuran yang sangat kecil sehingga cocok untuk digunakan pada maket yang telah dibuat penulis. Sensor *hall effect* dengan tipe HI-400 beroperasi pada tegangan 4V sampai 20V DC. Pada kondisi 4V sampai 5V DC, sensor ini memiliki *output high* sebesar 250mV sampai 500mV DC dan *output low* sekitar 20mV DC. Jika tegangan V_{out1} bernilai *high* maka tegangan V_{out2} bernilai *low*, jadi nilai tegangan V_{out1} dan V_{out2} berbanding terbalik.

Modul sensor kendaraan menggunakan IC LM358 yang berfungsi sebagai penguat tegangan karena *output* dari sensor *hall effect* masih sangat kecil sekali sehingga dibutuhkannya penguat tegangan. Dipilihnya IC LM358 karena terdapat dua buah op-amp yang dapat berfungsi sebagai penguat diferensial. IC LM358 akan bekerja pada 3V DC sampai 32V DC. Gambar 3.8 dibawah ini diharapkan dapat memperjelas konfigurasi pin IC LM358.

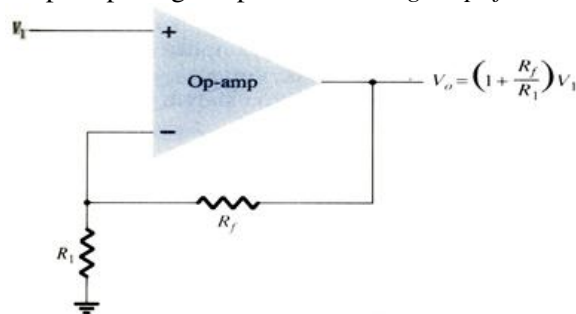
Operational Amplifier (Op-amp)

Operational amplifier merupakan salah satu komponen elektronika yang dapat digunakan untuk mengubah nilai amplitudo dan polaritas amplitudo tegangan listrik, oleh karena itu op-amp berfungsi sebagai penguat tegangan listrik. Sebuah op-amp memiliki dua buah terminal masukan, salah satu masukan disebut sebagai masukan pembalik (diberi tanda *minus*) dan satu masukan lainnya disebut dengan masukan non pembalik (diberi tanda *plus*). Gambar 5 dibawah ini diharapkan dapat memperjelas rangkaian dasar dari op-amp.



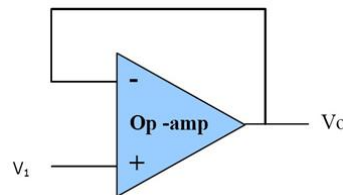
■ Gambar 5. Dasar Op-amp [1]

Rangkaian op-amp pada gambar 2.9 merupakan jenis rangkaian op-amp dengan tipe *noninverting amplifier* yang mana berfungsi untuk menguatkan tegangan listrik dengan nilai *output* positif. Nilai *output* pada rangkaian op-amp tipe *noninverting* ini bergantung pada nilai V_1 serta nilai tahanan R_f dan R_1 , dimana nilai V_0 akan semakin besar jika nilai R_f makin besar dan R_1 semakin kecil. Gambar 6 dibawah ini diharapkan dapat memperjelas dari rangkaian op-amp dengan tipe *noninverting amplifier*.



■ Gambar 6. Noninverting Amplifier [1]

Voltage follower merupakan jenis rangkaian op-amp yang digunakan untuk menghilangkan faktor impedansi pada rangkaian. Besarnya nilai *output* dari rangkaian tipe ini sama dengan besarnya nilai input yang diberikan, sehingga dapat ditulis persamaan $V_0 = V_1$. Gambar 7 dibawah ini diharapkan dapat memperjelas dari rangkaian op-amp tipe *voltage follower*



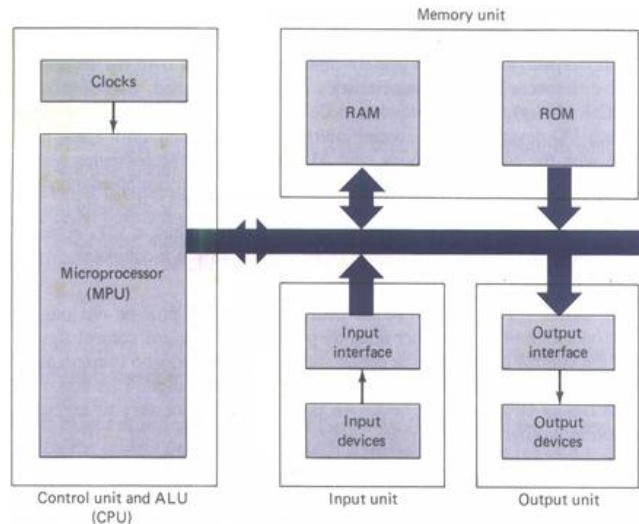
■ Gambar 7. Voltage Follower [1]

Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sebuah sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu *chip Integrated Circuit (IC)*, sehingga sering disebut *single chip microcomputer*. Lebih lanjut, mikrokontroler merupakan sistem komputer yang mempunyai satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik, berbeda dengan *Personal Computer (PC)* yang memiliki beragam fungsi. Perbedaan lainnya adalah perbandingan *Random Acces Memory (RAM)* dan *Read Only Memory (ROM)* yang sangat berbeda antara komputer dan mikrokontroler. Dalam mikrokontroler ROM jauh lebih besar dibanding RAM, sedangkan pada komputer RAM jauh lebih besar dibanding ROM.

Mikrokontroler dapat digolongkan menjadi dua tipe yaitu *Complex Instruction Set Computers (CISC)* dan *Reduced Instruction Set Computers (RISC)*. *CISC processors* memiliki jumlah set instruksi yang banyak. Sedangkan pada *RISC processor* memiliki jumlah set instruksi yang lebih sedikit sehingga implementasi *hardware* untuk RISC lebih mudah. Keistimewaan dari *CISC processor* ini bersifat *general purpose* [2].

Mikrokontroler banyak digunakan untuk mengendalikan suatu sistem serta menjalankan suatu proses otomatisasi, untuk dapat melakukan semua itu didalam mikrokontroler terdapat blok - blok diagram yang mempunyai fungsi dan tugasnya masing - masing antara lain *central processing unit (CPU)*, *input unit /output unit (I/O)*, RAM dan ROM. Gambar 8 diharapkan dapat memperjelas fungsi umum dari diagram blok mikrokontroler.



■ Gambar 8. Diagram Blok Mikrokontroler [3]

Microprocessor unit (MPU) merupakan inti dari setiap mikrokontroler yang mana mempunyai fungsi - fungsi sebagai berikut :

1. Menyediakan fungsi *timing* dan *control signal* pada seluruh elemen - elemen pada mikrokontroler.
2. *Fetchng instructions* dan data dari memori
3. Mentransfer data pada memori dan *I/O devices*
4. *Decoding instructions*
5. Melakukan *arithmetic* dan operasi logika
6. Merespon serta mengendalikan sinyal pada *I/O* seperti *reset* dan *interrupt*

Proses yang bekerja pada mikrokontroler ini seluruhnya dikendalikan oleh *Central Processing Unit* atau biasa disebut CPU. CPU memiliki dua buah bagian yaitu *Control Unit* (CU) dan *Aritmetic Logic Unit* (ALU). *Control Unit* berfungsi untuk mengambil instruksi dari memori kemudian menterjemahkan susunan instruksi tersebut menjadi suatu kumpulan proses kerja sederhana lalu melaksanakan urutan instruksi sesuai dengan langkah - langkah yang telah ditentukan oleh program. *Aritmetic Logic Unit* berhubungan dengan operasi aritmatika serta manipulasi data secara logika.

Proses pengambilan instruksi dari memori program dikatakan sebagai '*fetch cycles*' dan pada saat CPU melaksanakan instruksi disebut sebagai '*execute cycles*'. *Random Access Memory* (RAM) pada mikrokontroler biasanya digunakan untuk menyimpan memori program. Pada RAM data bersifat sementara atau biasa disebut *volatile* karena saat mikrokontroler tidak mendapat sumber tegangan dari catu daya maka data tersebut akan hilang. Memori program pada RAM juga akan hilang jika mikrokontroler di *reset*. *Read Only Memory* (ROM) pada mikrokontroler bersifat *nonvolatile*, dimana data tidak akan hilang walaupun tidak diberi sumber tegangan dari catu daya. Memori pada ROM juga tidak akan hilang jika mikrokontroler di *reset*. Fungsi ROM pada mikrokontroler ini digunakan untuk menyimpan program. Penyimpanan program dilakukan melalui jalur *I/O* yang berfungsi sebagai *input* dan *output* bagi mikrokontroler. *I/O* pada mikrokontroler terdapat dua macam tipe yaitu serial dan paralel, dimana *I/O* tersebut memiliki fungsi serta kegunaanya masing - masing.

Mikrokontroler didalamnya terdapat suatu blok interupsi, yang mana interupsi merupakan suatu kejadian atau peristiwa yang menyebabkan mikrokontroler berhenti sejenak untuk melayani interupsi tersebut. Setiap interupsi memiliki lokasi tetap dalam memori program. Interupsi menyebabkan CPU melompat ke lokasi tempat terdapatnya sub - rutin yang harus dilaksanakan.

Fungsi mikrokontroler pada perancangan tugas akhir ini digunakan sebagai pengatur jalur *I/O* dari modul *sensor* kendaraan, modul lampu lalu lintas, modul *display*, modul *decoder*, modul *transmitter* dan modul *receiver*. Mikrokontroler terhubung dengan modul *sensor*, modul lampu lalu lintas, modul *decoder* dan modul *display* melalui jalur *port* paralel. Sedangkan pada modul *transmitter* dan modul *receiver* mikrokontroler terhubung melalui jalur *port serial*.

Mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler jenis *Complex Instruction Set Computers* (CISC) dengan arsitektur MCS-51 yang diproduksi oleh ATMEL. Produsen mikrokontroler ini telah banyak memproduksi berbagai tipe dan seri, namun yang digunakan oleh penulis adalah tipe AT89S51. Mikrokontroler ini dipilih karena bersifat *general purpose* dan seri S dipilih karena memiliki kemampuan *In-System Programming* (ISP) dimana fungsinya untuk memprogram mikrokontroler ATMEL AT89S51 tanpa perlu memindahkan mikrokontroler tersebut ke dalam modul *downloader* lainnya.

Mikrokontroler AT89S51 memiliki fitur - fitur yang disediakan seperti:

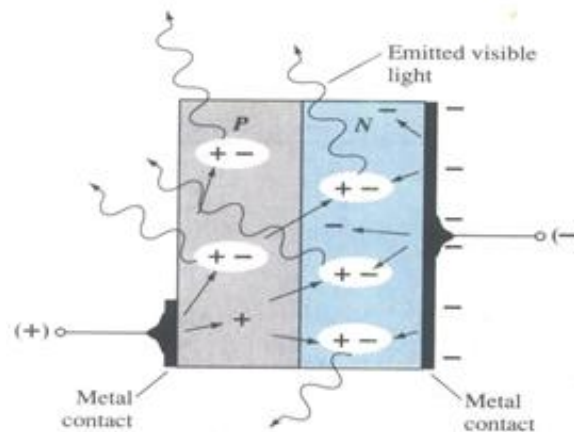
1. 4K *byte ROM flash memory* yang dapat digunakan untuk mengisi dan menghapus program hingga seribu kali.

2. 128×8-bit *internal* RAM
3. Berkerja pada +4V DC sampai +5,5V DC
4. 32 *programmable* I/O lines
5. Beroperasi pada 0-33MHz
6. Terdapat kanal serial *full duplex*
7. Memiliki tiga buah *timer/counter* 16 bit
8. Memiliki kemampuan *In-System Programming* (ISP)

Bahasa yang digunakan untuk pemrograman mikrokontroler AT89S51 ini adalah bahasa tingkat rendah yaitu bahasa *assembly*. Mikrokontroler AT89S51 memiliki 40 pin, 32 pin digunakan untuk *port* paralel. Mikrokontroler ini juga menyediakan *port* serial yang berfungsi untuk melakukan komunikasi data secara serial yang ditempatkan pada *port* 3.0 (pin 10) dan *port* 3.1 (pin 11). Fungsi dari *port* 3.0 adalah sebagai *port* penerima data serial (RXD), sedangkan *port* 3.1 berfungsi sebagai *port* pengirim data serial (TXD). Komunikasi data secara serial pada mikrokontroler ini dilakukan secara *Full Duplex* sehingga *port* serial ini masih dapat menerima data pada saat proses pengiriman data terjadi. *Port* yang digunakan untuk *in-system programming* adalah *port* 1.5 (pin 6), *port* 1.6 (pin 7), dan *port* 1.7 (pin 8).

LED

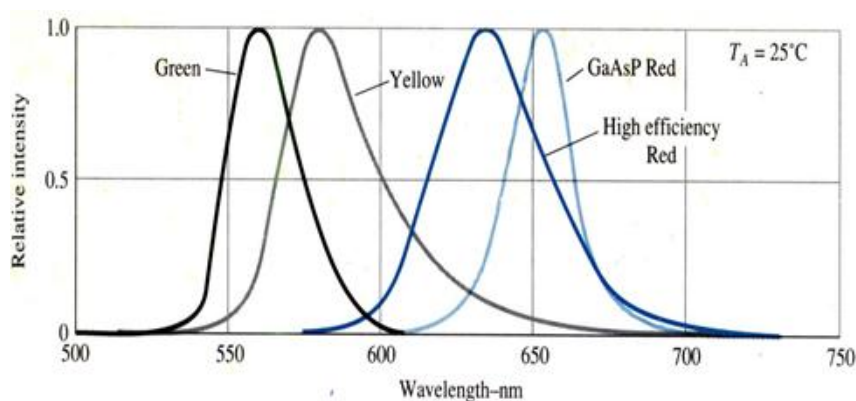
Light Emmiting Diode (LED) merupakan jenis dioda yang dapat memancarkan emisi cahaya. LED ini bekerja ketika diberi tegangan *forward* sehingga elektron bagian negatif pada dioda akan berpasangan dengan *hole* dari bagian positif. Dalam proses penyatuan tersebut, akan terjadi pemancaran energi dalam bentuk panas dan cahaya. LED terbuat dari bahan *gallium arsenide phosphide* (GaAsP). Bahan ini dipilih karena dapat mengeluarkan emisi cahaya yang dapat dilihat oleh mata manusia. Gambar 9 dibawah ini diharapkan dapat memperjelas proses terjadinya pemacaran energi pada LED.



■ Gambar 9. Proses Terjadinya Pemancaran Energi Pada LED [1]

Kaki anoda pada LED dapat dilihat dari ukurannya yang lebih panjang, sebaliknya untuk menentukan kaki katoda dapat dilihat dari ukurannya yang lebih pendek. Cara lain yang digunakan untuk menentukan kaki anoda dan katoda yaitu dapat dilihat dari bagian kepala LED.

LED memiliki beragam warna seperti warna merah, kuning dan hijau. Warna - warna dari LED tersebut sangat cocok digunakan pada modul lampu lalu lintas yang dibuat oleh penulis. LED dapat menghasilkan warna cahaya yang berbeda - beda hal ini disebabkan oleh panjang gelombang dari LED tersebut. Gambar 10 diharapkan memperjelas grafik intensitas terhadap panjang gelombang dari LED.



■ Gambar 10. Grafik Intensitas Terhadap Panjang Gelombang Pada LED [1]

Modul lampu lalu lintas dan modul *display* menggunakan LED. LED dipilih karena mengkonsumsi tegangan yang rendah yaitu 1,5V sampai 3,0V DC. Warna cahaya LED yang dipilih disesuaikan dengan lampu lalu lintas yang ada saat ini yaitu berwarna merah, kuning, dan hijau. Cahaya Warna merah pada LED memiliki panjang gelombang 621nm sampai 627nm sedangkan cahaya warna kuning memiliki panjang gelombang 585 sampai 594nm, untuk cahaya warna hijau memiliki panjang gelombang yang lebih rendah yaitu 518 sampai 524 nm.

Seven Segment

Alat ini menggunakan *seven segment* yang fungsinya untuk memberikan informasi lamanya pergantian lampu lalu lintas kepada pengguna jalan. *Seven segment* umumnya digunakan untuk menampilkan angka - angka desimal, didalam sebuah *seven segment* umumnya dibangun oleh tujuh buah konfigurasi LED. LED tersebut akan aktif jika diberi beda potensial dengan cara memberi tegangan maju, maka LED tersebut akan memancarkan cahaya. *Seven segment* umumnya bekerja jika diberi tegangan *forward* sebesar 1,5 V.

Seven segment saat ini terdiri dari banyak ukuran, yang dipakai pada perancangan tugas akhir ini adalah *seven segment* yang memiliki ukuran 13mm. *Seven segment* memiliki konfigurasi LED untuk membentuk angka - angka desimal.

Teknik pengaktifan LED pada *seven segment* dapat dilakukan dengan dua cara yaitu :

1. *Common anode*

Common anode atau biasa dikenal dengan *active low* merupakan teknik pengaktifan LED pada *seven segment* dengan cara memberikan logika *low* pada kaki *cathode* dan kaki *anode* terethubung dengan sumber tegangan atau vcc.

2. *Common cathode*

Common cathode atau biasa dikenal dengan *active high* merupakan teknik pengaktifan LED pada *seven segment* dengan cara memberikan logika *high* atau satu pada kaki *anode* dan kaki *cathode* terhubung dengan *ground*.

Setiap LED yang terdapat dalam *seven segment* disebut *segment* oleh karena itu dikenal dengan nama *seven segment*, tiap-tiap *segment* diberi tanda dengan huruf a, b, c, d, e, f, g, dan dp seperti terlihat pada gambar 2.15. Untuk dapat membentuk tampilan angka dari nol sampai sembilan, LED pada *seven segment* tersebut harus diaktifkan sesuai dengan konfigurasi LED yang aktif seperti pada Tabel 1 dibawah ini.

■ Tabel 1. Tabel LED yang aktif pada *seven segment*

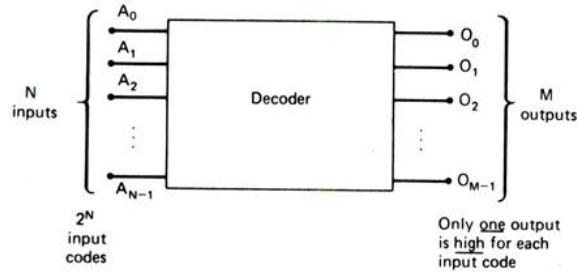
Segment Yang Aktif (ON = 1)								Tampilan Pada Seven Segment
a	b	c	d	e	f	g	dp	
1	1	1	1	1	1	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	1
1	1	0	1	1	0	1	0	2
1	1	1	1	0	0	1	0	3
0	1	1	0	0	1	1	0	4
1	0	1	1	0	1	1	0	5
1	0	1	1	1	1	1	0	6
1	1	1	0	0	0	0	0	7
1	1	1	1	1	1	1	0	8
1	1	1	1	0	1	1	0	9
0	0	0	0	0	0	0	1	Titik

Pemilihan tipe *seven segment* pada perancangan tugas akhir ini disesuaikan dengan IC *decoder* yang digunakan, tipe MAN5760 dipilih karena menggunakan metode *common cathode* untuk mengaktifkannya, metode tersebut sesuai dengan cara *decoder* tipe MC14511 yang digunakan pada modul lampu lalu lintas. *Seven segment* tipe ini memiliki bentuk fisik dengan panjang 13 mm dan lebar 7,4 mm. Pin 1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 10 pada *seven segment* tipe ini digunakan sebagai *output* sedangkan pin 3 dan 8 akan dihubungkan pada *ground*.

Decoder

Decoder adalah sebuah rangkaian logika yang dapat digunakan untuk mengubah N-bit *input* kode biner menjadi M* *output* kode biner. *Input* yang diberikan pada *decoder* ini berupa data biner yang bernilai logika nol dan satu, jika *decoder* mendapat satu *input* kode biner maka *decoder* akan mengaktifkan satu *line* saja dengan nilai logika satu (*high*), sementara itu *line output* lainnya bernilai logika nol (*low*). Namun ada beberapa *decoder* yang dibuat untuk bekerja *active-low output*, dimana saat ada *input* kode biner maka *output* yang dihasilkan

bernilai logika nol dan *line output* lainnya bernilai logika satu. Gambar 11 dibawah ini diharapkan dapat memperjelas dari diagram umum *decoder*.



■ Gambar 11. Diagram Umum *Decoder* [3]

Decoder yang digunakan *decoder* tipe 3-line-to-8-line *decoder*, untuk *decoder* tipe ini memiliki tiga *line input* dan delapan *line* sebagai *output*. Gambar 11 memperlihatkan jika *decoder* diberi *input* data biner bernilai desimal satu maka *decoder* akan mengaktifkan *line* pertama yang ditunjukkan pada variabel O_0 dengan nilai logika satu, dan *line output* lainnya tidak aktif yang bernilai logika nol.

Decoder ini jika diberi *input* data biner bernilai desimal dua maka *decoder* akan mengaktifkan *line* kedua yang ditunjukkan pada variabel O_1 dengan nilai logika satu, sementara *line output* lainnya bernilai logika nol, dengan kata lain *line* tersebut tidak aktif. *Decoder* akan memberikan *output* yang berbeda - beda sesuai dengan *input* data biner yang diberikan seperti yang terlihat pada Gambar 12.

Penggunaan dipilih karena mikrokontroler AT89S51 memiliki keterbatasan *output* sehingga dibutuhkan *decoder* untuk mengendalikan modul rangkaian elektronika yang tidak dapat dilayani lagi oleh mikrokontroler AT89S51. *Decoder* akan digunakan pada modul lampu lalu lintas yang dilengkapi dengan *seven segment*. *Decoder* yang akan dipakai adalah tipe 3-line-to-8-line *decoder* dan 4-line-to-8-line *decoder*.

Penggunaan *decoder* pada perancangan tugas akhir ini dipilih karena mikrokontroler AT89S51 memiliki keterbatasan *output* sehingga dibutuhkan *decoder* untuk mengendalikan modul rangkaian elektronika yang tidak dapat dilayani lagi oleh mikrokontroler AT89S51. *Decoder* akan digunakan pada modul lampu lalu lintas yang dilengkapi dengan *seven segment*. *Decoder* yang akan dipakai adalah tipe 3-line-to-8-line *decoder* dan 4-line-to-8-line *decoder*.

Decoder MC14511B dipilih karena dapat mengubah *binary-coded-decimal* (BCD) pada *seven segment*. Jenis *decoder* ini banyak digunakan untuk menampilkan angka - angka desimal pada *seven segment*. Pin 1, 2, 6, 7 pada *decoder* ini digunakan sebagai *input*. Pin 4, 5, 16 akan dihubungkan dengan VCC, sedangkan pin 8 akan dihubungkan pada *ground*. *Output* dari *decoder* ini terdapat pada pin 9 sampai pin 15.

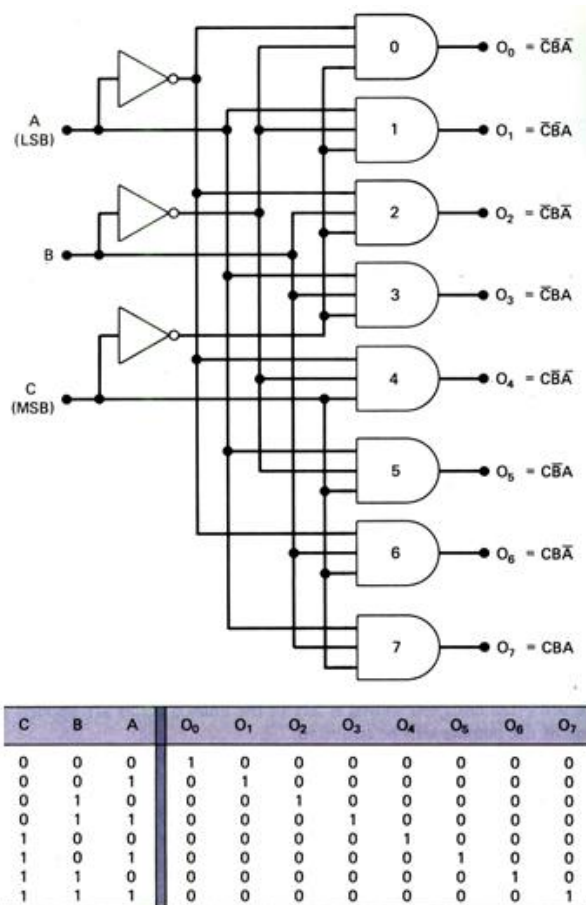
Sistem Komunikasi

Sistem komunikasi merupakan suatu proses penyampaian informasi atau pesan dari *source* menuju *destination*, yang dapat dilakukan dengan berbagai cara dan informasi atau pesan yang disampaikan dapat dimengerti oleh *destination* [6]. Sistem komunikasi memiliki elemen - elemen bagian untuk menjalankan fungsi dan tugasnya masing - masing. Gambar 13 diharapkan dapat memperjelas elemen - elemen bagian dari sistem komunikasi.

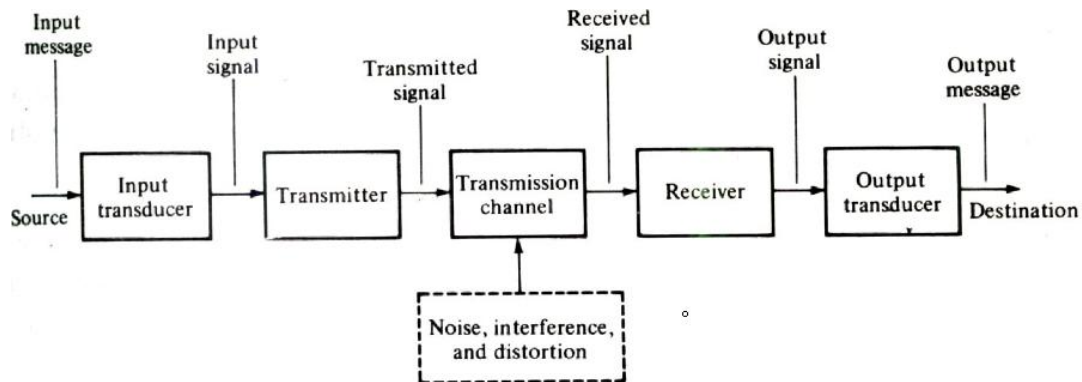
Source atau sumber merupakan bagian dari sistem komunikasi yang bertugas untuk menghasilkan suatu informasi atau pesan yang ingin disampaikan, seperti suara manusia yang diberikan pada *Mic*, suara peluit yang digunakan untuk melakukan sandi morse, dan masih banyak lagi. Informasi atau pesan yang dihasilkan oleh *source* ini bukan informasi yang berjenis *electrical* oleh karena itu *input transducer* diperlukan untuk mengubah informasi atau pesan yang bukan berjenis *electrical* menjadi informasi yang berjenis *electrical*. Seperti pada contoh diatas *Mic* merupakan *input transducer* yang digunakan untuk mengubah sinyal suara manusia menjadi sinyal *electrical*. Sinyal *electrical* yang dihasilkan dari *input transducer* ini akan diproses dengan cara dimodulasi dan dikirim melalui *transmitter*.

Transmission channel yang dimaksud pada elemen bagian sistem komunikasi ini adalah suatu media yang menjembatani antara *transmitter* dan *receiver* seperti *wire cable*, *coaxial cable*, gelombang radio dan masih banyak lagi. Media yang akan dilalui oleh sinyal modulasi ini tentunya memiliki berbagai gangguan seperti *noise*, *interference* dan *distortion*, tergantung dari media yang akan dilalui oleh sinyal modulasi tersebut.

Receiver akan menerima sinyal hasil modulasi tersebut setelah melalui tahapan - tahapan yang telah disebutkan tadi, disini sinyal hasil modulasi akan diterima dan diproses dengan cara didemodulasi. Selanjutnya sinyal hasil demodulasi ini akan masuk pada *output transducer* dimana sinyal *electrical* akan diubah menjadi besaran fisis yang fungsinya, agar informasi atau pesan yang telah disampaikan oleh *source* dapat dimengerti oleh *destination*.



■ Gambar 12. Rangkaian 3-line-to-8-line Decoder Dan Truth Table nya [3]



■ Gambar 13. Elemen - Elemen Sistem Komunikasi [5]

Modulasi Dan Demodulasi

Modulasi merupakan suatu proses penumpangan sinyal informasi pada sinyal pembawa yang frekuensinya lebih tinggi untuk ditransmisikan melalui media transmisi. Modulasi ini akan terjadi bila frekuensi sinyal pembawa lebih besar dari pada frekuensi sinyal informasinya. Sinyal informasi dan sinyal pembawa yang telah dikirim oleh *transmitter* selanjutnya akan diterima oleh *receiver*, disini akan terjadi proses pemisahan sinyal antara sinyal informasi dan sinyal pembawanya.

Proses ini dilakukan agar *destination* menerima sinyal informasi atau pesan yang dikirim oleh *source*, proses ini lah yang dinamakan demodulasi. Modulasi dapat digolongkan menjadi dua yaitu modulasi analog dan modulasi digital. Contoh dari modulasi analog adalah :

- *Amplitude Modulation (AM)*
Hasil sinyal *Amplitude Modulation (AM)* diperoleh dengan cara *amplitude* gelombang pembawa diubah-ubah sesuai bentuk sinyal informasi
- *Frequency Modulation (FM)*
Hasil sinyal *Frequency Modulation (FM)* diperoleh dengan cara *Frequency* gelombang pembawa diubah-ubah sesuai bentuk sinyal informasi
- *Phase Modulation (PM)*

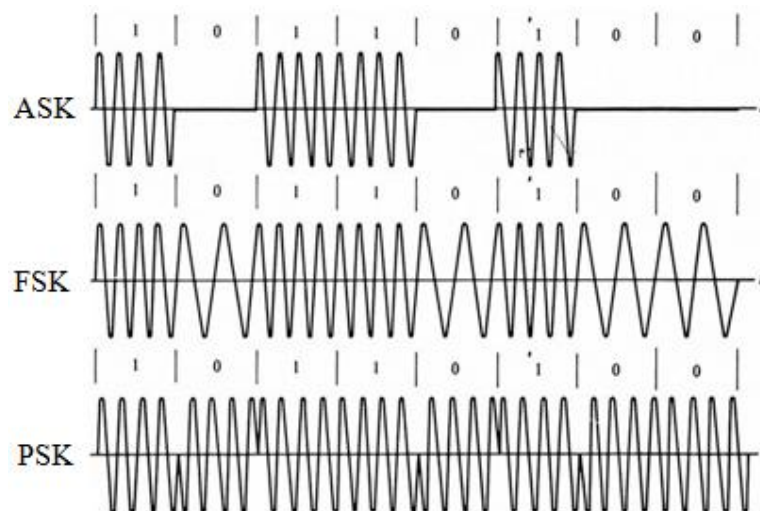
Hasil sinyal *Phase Modulation* (PM) diperoleh dengan cara *phase* gelombang pembawa diubah -ubah sesuai bentuk sinyal informasi

Contoh dari modulasi digital adalah :

- *Amplitude Shift Keying* (ASK)
Sinyal informasinya berbentuk sinyal digital dan sinyal pembawanya berbentuk sinyal analog. Hasil sinyal ASK diperoleh dengan cara mengubah - ubah amplitudo gelombang pembawa sesuai dengan sinyal informasinya.
- *Frequency Shift Keying* (FSK)
Sinyal informasinya berbentuk sinyal digital dan sinyal pembawanya berbentuk sinyal analog. Hasil sinyal FSK diperoleh dengan cara mengubah - ubah *Frequency* gelombang pembawa sesuai dengan sinyal informasinya
- *Phase Shift Keying* (PSK)
Sinyal informasinya berbentuk sinyal digital dan sinyal pembawanya berbentuk sinyal analog. Hasil sinyal ASK diperoleh dengan cara mengubah - ubah *phase* gelombang pembawa sesuai dengan sinyal informasinya
Transmisi sinyal dapat digolongkan dalam dua bagian berdasarkan sinyal yang akan ditransmisikan, yaitu transmisi analog dan transmisi digital. Transmisi analog adalah suatu proses pentransmisian sinyal dimana sinyal yang akan ditransmisikan berbentuk sinyal analog. Transmisi digital adalah suatu proses pentransmisian sinyal dimana sinyal yang akan ditransmisikan berbentuk sinyal digital [4].

ASK (*Amplitude Shift Keying*)

ASK merupakan suatu bentuk modulasi amplitudo dimana sinyal pembawa dimodulasi oleh sederetan pulsa seperti yang terlihat pada gambar 2.23. Modulasi ini terjadi antara dua level amplitudo, yang dilakukan dengan cara men *switching carrier ON* dan *OFF*, oleh karena itu dikenal dengan nama *ON-OFF ASK* atau *ON-OFF Keying* (OOK). Gambar 14 dibawah ini diharapkan dapat memperjelas dari modulasi ASK, FSK, dan PSK



■ Gambar 14. Modulasi ASK, FSK, dan PSK [5]

Gambar 14 memperlihatkan ketika data sederetan pulsa berubah - ubah, maka bentuk *output* dari modulasi ASK ini juga akan berubah sesuai dengan perubahan datanya. Amplitudo dari modulasi ASK ini akan bernilai nol jika data atau pulsa diatas bernilai logika nol, Amplitudo ASK akan naik jika data atau pulsa diatas menunjukkan logika satu. Gelombang pemodulasi pada ASK jika berbentuk *square* (kotak), maka persamaan *ON-OFF Keying* menjadi :

$$V(t) = A \cos \omega_c t \quad \text{pada saat data input bernilai logika satu (ON)}$$

$$V(t) = 0 \quad \text{pada saat data input bernilai logika nol (OFF)}$$

Pengiriman data kepadatan arus lalu lintas pada persimpangan jalan menggunakan TLP 434A. Pemancar ASK ini akan terhubung dengan *port* serial mikrokontroler yaitu pada *port* 3.1. Dipilihnya pemancar ASK TLP 434A ini karena memiliki frekuensi yang sudah pasti yaitu 433,92 Mhz. Pemancar ASK TLP 434A ini memiliki data rate 512 bps sampai 200K bps, oleh karena itu data rate pemancar ASK tipe TLP 434A ini sesuai dengan mikrokontroler yang penulis pakai yaitu AT89S51 yang diatur dengan data rate sebesar 9600 bps.

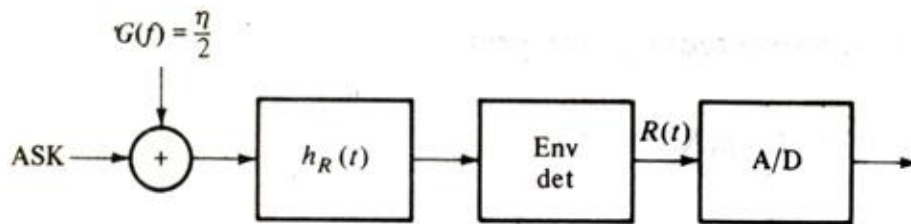
Penerimaan data kepadatan arus lalu lintas pada persimpangan jalan menggunakan ASK RLP 434 A. Penerima ASK ini akan terhubung dengan *port* serial mikrokontroler yaitu pada *port* 3.2. Dipilihnya penerima ASK TLP 434A karena memiliki data rate 512 bps sampai 200K bps hal ini sesuai dengan mikrokontroler yang penulis pakai yaitu AT89S51 yang diatur dengan data rate sebesar 9600 bps.

Modulator ASK

Modulator ASK dapat dibangkitkan dengan suatu *keying operation* yang dilakukan dengan penggunaan *baseband unipolar* level nol untuk mengirim informasi '0' dan level sinyal *high* untuk mengirim informasi '1'. Gelombang ASK yang dibangkitkan akan menghasilkan sebuah gelombang sinus dengan level V_c untuk nilai informasi '1' dan level nol untuk nilai informasi '0'. Hasil modulasi sinyal ASK akan didapatkan dengan cara mengalikan suatu sinyal pemodulasi berupa data biner dengan suatu sinyal *carrier* yang berupa sinyal analog, sehingga dapat diperoleh persamaan $s(t) = A m(t) \cos \omega_c t$

Demodulator ASK

Demodulator ASK digunakan untuk memisahkan antara sinyal pembawa dan sinyal informasinya, hal ini dilakukan agar *destination* menerima sinyal informasi yang diinginkan. Demodulasi sinyal ASK dapat dilakukan secara koheren dan tidak koheren. Demodulator koheren merupakan suatu demodulator yang memiliki *timing* (dalam hal ini lebih mudah dikenali dengan fasa) yang persis dengan sinyal pembawa yang datang, sedangkan pada demodulator tidak koheren tidak memerlukan fasa yang sama persis dengan sinyal pembawa yang datang, dan *output* dari detektor tidak memperdulikan bagaimana kondisi fasa sinyal *input*. Elemen *non linear* dapat digunakan sebagai sebuah *envelope* detektor, *rectifier* atau *square-law device*. Gambar 15 diharapkan dapat memperjelas proses yang terjadi pada demodulator ASK *noncoherent*



■ Gambar 15. Demodulator ASK *Noncoherent* [5]

Synchronous demodulator merupakan suatu contoh dari demodulator koheren. Teknik ini secara sederhana dikatakan dapat mengubah kembali sinyal frekuensi yang datang turun ke frekuensi *baseband*, hal ini dilakukan dengan perkalian atau lebih dikenal dengan *heterodyning*, antara gelombang ASK yang datang dengan suatu osilator lokal yang di *match* kan dengan sinyal pembawa.

Catu Daya

Catu daya merupakan salah satu rangkaian elektronika yang digunakan untuk memberikan tegangan listrik keseluruhan rangkaian. Sebuah catu daya sederhana dibangun oleh komponen - komponen yang terdiri dari *transformer* (trafo), penyearah arus listrik (*rectifier*), *filter*, dan *voltage regulator*. *Transformer* atau yang biasa dikenal dengan trafo berfungsi untuk mengubah besarnya tegangan listrik, untuk menurunkan tegangan listrik yang lebih tinggi diubah ke tegangan listrik yang lebih rendah digunakan trafo jenis *step-down*, sedangkan untuk menaikkan tegangan listrik yang lebih rendah diubah ke tegangan listrik yang lebih tinggi digunakan trafo jenis *step-up*, pada perancangan tugas akhir ini digunakan trafo jenis *step-down*.

Arus listrik yang keluar dari trafo ini masih dalam bentuk arus bolak - balik sehingga diperlukannya komponen penyearah arus listrik. *Rectifier* digunakan untuk mengubah arus listrik *alternating-current* (AC) menjadi arus listrik *direct-current* (DC). Dioda merupakan salah satu komponen yang dapat digunakan untuk *rectifier*. *Output* dari dioda ini belum begitu sempurna sehingga harus di *filter* terlebih dahulu. *Filter* digunakan untuk meratakan *ripple* (denyut) gelombang pada arus DC. Kapasitor merupakan komponen yang biasa digunakan sebagai *filter* pada suatu *power supply*.

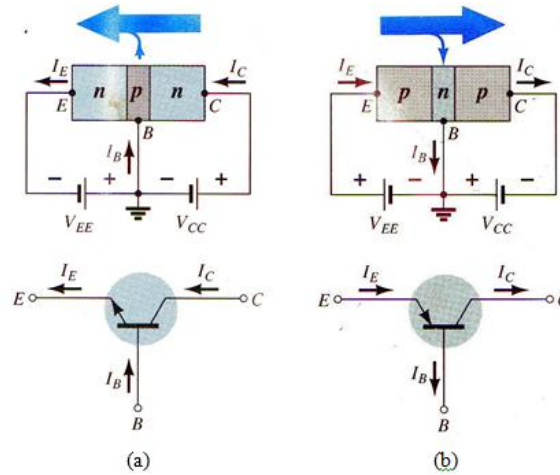
Voltage regulator digunakan untuk memberikan *output* tegangan listrik yang diinginkan, serta memantapkan tegangan listrik dalam hal ini adalah untuk mempertahankan tegangan listrik sesuai spesifikasi yang telah ditetapkan agar tidak berubah naik atau turun yang dikarenakan beban (*load*) yang berbeda-beda.

Regulator LM7805CT ini digunakan pada modul catu daya yang berfungsi untuk menstabilkan tegangan dengan nilai *output* sebesar 5V DC. Regulator LM7805CT ini dipilih karena memiliki *output* 5V DC, sesuai dengan yang dibutuhkan modul - modul rangkaian elektronika yang telah dibuat oleh penulis. Regulator ini memiliki keistimewaan dimana didalamnya terdapat *internal thermal overload protection*. Regulator LM7805CT ini dapat digunakan dengan komponen tambahan lainnya untuk memperkuat arus dan tegangan. Arus yang keluar dari regulator ini dapat mencapai satu ampere.

Modul catu daya menggunakan transistor tipe NPN TIP3055 yang berfungsi untuk mengaliri arus listrik dari *output* dioda menuju beban. Komponen elektronika ini dipilih karena transistor ini relatif mudah ditemui dipasaran dan harganya relatif terjangkau

Transistor

Transistor merupakan komponen elektronika yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan. Transistor terbentuk dari tiga bagian semikonduktor, yaitu NPN atau PNP, transistor akan bekerja jika diberi tegangan *forward bias*. Gambar 16 merupakan rangkaian *common base* dengan tipe transistor NPN dan PNP, pada tipe transistor NPN jika arus masuk pada kaki *base* maka arus I_C akan mengalir dari kaki *collector* menuju kaki *emitter*. Sebaliknya pada transistor PNP arus *base* akan keluar dan arus I_E akan mengalir dari kaki *emitter* menuju kaki *collector*. Gambar 2.29 diharapkan dapat memperjelas bentuk simbol dan konfigurasi rangkaian *common base*



■ Gambar 16. Bentuk Simbol dan Konfigurasi Rangkaian *Common Base*
 (a) Transistor NPN (b) Transistor PNP [1]

Modul *receiver* yang dipakai menggunakan transistor BC547, yang berfungsi untuk memperbaiki *output* dari RLP 434A. Komponen elektronika ini dipilih karena harganya relatif terjangkau oleh penulis dan relatif mudah dijumpai dipasaran.

HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS

Catu Daya

Catu daya merupakan modul yang utama untuk menunjang proses kerja modul - modul yang lainnya, oleh karena itu pengujian pertama kali dilakukan pada modul catu daya. Pengujian modul catu daya dilakukan untuk mengetahui apakah *output* catu daya yang digunakan mengalami penurunan tegangan jika diberikan beban yang berbeda - beda. Pengujian pertama kali dilakukan dengan tidak memberikan beban pada modul catu daya. Langkah awal yang dilakukan penulis adalah menghubungkan *probe channel 1 oscilloscope* pada *output vcc* modul catu daya, dan *probe ground oscilloscope* dihubungkan pada *output ground* modul catu daya. Langkah kedua tekan lah tombol *autoset* pada *oscilloscope* agar gambar yang terlihat di *oscilloscope* sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian ini dimaksudkan untuk melihat tegangan sebelum diberikan beban.

Pengujian dilanjutkan dengan menghubungkan *output* modul catu daya pada multimeter secara seri dengan seluruh modul yang terdapat pada persimpangan. Pengujian ini dimaksudkan untuk melihat arus yang dibutuhkan pada seluruh modul - modul rangkaian. Langkah selanjutnya yang dilakukan penulis adalah mengatur multimeter dalam skala ampermeter. Arus yang terlihat pada multimeter adalah 0,60A. Pengujian dilanjutkan dengan memberikan beban pada modul catu daya. Langkah - langkah yang dilakukan adalah menghubungkan *probe channel 1* pada *output* modul catu daya. Tabel 2 diharapkan dapat memperjelas pengujian dengan memberikan beban pada modul catu daya.

■ Tabel 2. Hasil pengujian *output* modul catu daya dengan beban

Beban (Ohm)	Tegangan (V)	Ripple Tegangan (mV)	Arus (A)
6	4,36	62,4	0,69
6,5	4,39	56,0	0,64
7	4,42	48,4	0,60
7,5	4,42	43,2	0,57
8	4,42	40,4	0,53
8,5	4,42	37,2	0,50
9	4,45	34,4	0,47

Berdasarkan hasil pengujian diatas terlihat bahwa jika arus semakin besar maka *ripple* tegangan akan semakin besar. Modul catu daya yang dibuat oleh penulis tegangan *output* nya stabil pada 4,42 V jika diberikan beban 7 sampai 8,5 Ohm. Pengujian modul catu daya dilanjutkan dengan mengukur *input* tegangan *regulator* ketika modul catu daya diberikan beban. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah dengan memberikan beban resistor yang sebanding dengan besarnya tahanan rangkaian keseluruhan, tegangan *input regulator* LM7805 tidak menyentuh batas minimum dari *input regulator* LM7805 yaitu 7,5 Volt.

Pengujian dilanjutkan dengan mengukur V_{mean} dan V_{P-P} tegangan DC pada pin 1 IC *regulator* pada saat modul catu daya diberikan beban resistor. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *oscilloscope*. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.

■ **Tabel 3.** Hasil pengujian *input* IC regulator modul catu daya

R (Ohm)	I (A DC)	V_{out} (V DC)	V_{mean} <i>input</i> <i>regulator</i> (V DC)	V_{P-P} <i>input</i> <i>regulator</i> (mV AC)	$V_{mean} - \frac{V_{P-P}}{2}$ (V DC)
6	0,69	4,36	7,58	140	7,510
6,5	0,64	4,39	7,60	135	7,532
7	0,60	4,42	7,65	131	7,584
7,5	0,57	4,42	7,71	128	7,646
8	0,53	4,42	7,79	125	7,727
8,5	0,50	4,42	7,85	121	7,789
9	0,47	4,45	7,91	119	7,850

Sensor

Pengujian sensor *hall effect* HI-400 dimaksudkan untuk mengetahui nilai *output* tegangan dan pengaruh magnet bumi terhadap sensor *hall effect*. Langkah yang dilakukan penulis adalah menghubungkan sensor *hall effect* dengan modul catu daya dan mengukur output tegangan dengan multimeter yang diatur pada skala voltmeter DC. Pengujian dilakukan dengan medan magnet dan tanpa medan magnet. Hasil pengujian sensor *hall effect* dapat dilihat pada Tabel 4.

■ **Tabel 4.** Hasil pengujian sensor *hall effect*

Posisi sensor	Tidak ada medan magnet		Ada medan magnet	
	Pin 2 (volt DC)	Pin3 (volt DC)	Pin 2 (volt DC)	Pin3 (volt DC)
Tegak lurus 90^0	0,021	0,31	0,32	0,022
Miring kekanan $+ 45^0$	0,021	0,31	0,32	0,022
Miring kekanan $+ 90^0$	0,021	0,31	0,32	0,022
Miring ke kiri $- 45^0$	0,021	0,31	0,32	0,022
Miring ke kiri $- 90^0$	0,021	0,31	0,32	0,022

Hasil pengujian sensor *hall effect* pada tabel 4.3 memperlihatkan *output* tegangan sensor *hall effect* mengalami perubahan ketika ada medan magnet. Sensor *hall effect* tidak berpengaruh terhadap magnet bumi, hal ini terbukti ketika sensor dimiringkan kekanan atau ke kiri *output* sensor *hall effect* tidak berubah.

Pengujian modul sensor dilakukan dengan menggunakan multimeter digital, langkah yang pertama dilakukan adalah membuat kondisi multimeter dalam skala pengukuran voltmeter DC.

Langkah kedua menghubungkan VCC dan *ground* modul sensor kendaraan dengan modul catu daya. Langkah ke tiga menghubungkan *probe* merah multimeter pada pin *output* IC 74LS14 dan *probe* hitam dihubungkan pada *ground*. Langkah keempat tekan tombol *switch* ON pada modul catu daya. Pengujian ini dilakukan pada kondisi adanya medan magnet dan tanpa adanya medan magnet, pada saat pengukuran nilai VCC sebesar 4,3V DC. Tabel 5 diharapkan dapat memperjelas hasil pengujian modul sensor kendaraan dengan memberikan medan magnet dan tanpa medan magnet.

Hasil pengujian modul sensor kendaraan memperlihatkan saat terdapat medan magnet, nilai *output* tegangan IC 74LS14 meningkat dan saat tidak terdapat medan magnet *output* tegangan dari IC 74LS14 menurun. Hasil dari pengujian tersebut membuktikan bahwa medan magnet dapat terdeteksi dengan baik, maka modul sensor ini dapat digunakan untuk mengetahui ada dan tidaknya kendaraan pada model rancangan yang telah dibuat.

■ **Tabel 5.** Hasil pengujian modul sensor kendaraan

Sensor	Kondisi	IC 74LS14		LED
		Pin	Nilai (Volt DC)	
S0	Ada medan magnet	2	4,32	Off
	Tidak ada medan magnet	2	0,25	On
S1	Ada medan magnet	4	4,31	Off
	Tidak ada medan magnet	4	0,20	On
S2	Ada medan magnet	6	4,33	Off
	Tidak ada medan magnet	6	0,23	On
S3	Ada medan magnet	8	4,32	Off
	Tidak ada medan magnet	8	0,25	On

Decoder

Pengujian Modul *Decoder* ini dilakukan untuk mengetahui logika *output* dari IC 74LS137 serta nilai *output* tegangannya. Langkah awal yang dilakukan dalam pengujian adalah mengatur multimeter dalam skala voltmeter DC. Langkah kedua hubungkan VCC dan *ground* modul *decoder* dengan modul catu daya. Langkah ketiga tekan tombol *switch* ON pada modul catu daya, lalu dilanjutkan dengan langkah keempat yaitu menghubungkan *probe* hitam multimeter pada *ground* dan *probe* merah dihubungkan secara bergantian pada *input* IC 74LS137 yaitu pin 1, 2, 3 dan *output* IC 74LS137 yaitu pin 7, 9 sampai 15. *Probe* merah juga dihubungkan pada *output* IC 74LS14 yaitu pin 2, 4, 6, dan 8. Tabel 6 dibawah ini diharapkan dapat memperjelas hasil pengujian modul *decoder*.

■ **Tabel 6.** Hasil pengujian IC 74LS137 pada modul *decoder*

IC 74LS137					
Pin	Nilai (volt DC)	Logika	Pin	Nilai (volt DC)	Logika
1	4,30	1	7	0,12	0
2	4,27	1	9	4,05	1
3	4,32	1	10	4,23	1
			11	4,12	1
			12	4,30	1
			13	4,23	1
			14	4,04	1
			15	4,12	1

Lampu Lalu Lintas

Pengujian modul lampu lalu lintas ini dilakukan untuk mengetahui apakah LED dan *seven segment* sudah mendapat tegangan yang sesuai. Langkah awal yang dilakukan penulis adalah mengatur multimeter pada skala voltmeter DC. Diikuti dengan langkah kedua yaitu menghubungkan VCC dan *ground* modul catu daya pada konektor modul lampu lalu lintas . Langkah ketiga menekan tombol *switch* ON pada modul catu daya, selanjutnya memberikan input data seperti pada Tabel 7

■ **Tabel 7.** Hasil pengujian pada modul lampu lalu lintas

Modul Lampu Lalu Lintas			
Pin	Logika	7-Segment	LED
1	0	Angka nol	Merah On Kuning Off Hijau Off
2	0		
3	0		
4	0		
5	0	Angka lima	
6	1		
7	0		
8	1		
9	1		
10	0		
11	0		
12	0		
13	1		

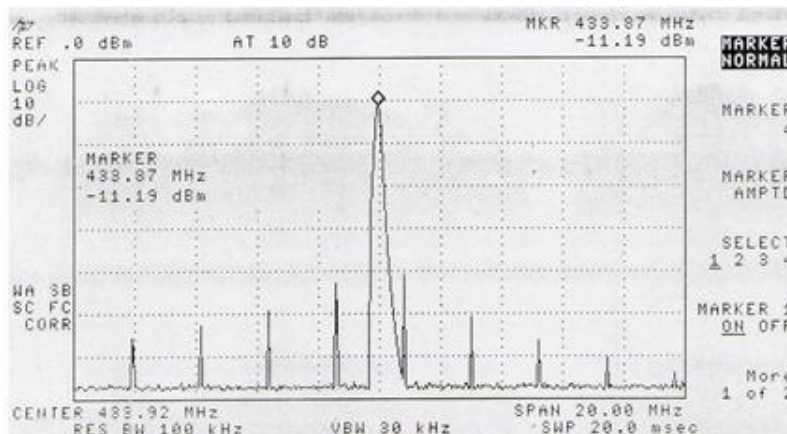
■ **Tabel 8.** Hasil pengujian pada *seven segment* dan LED

7-Segment					LED	
Pin	Angka Nol		Angka Lima		Warna	Nilai (volt DC)
	Logika	Nilai (volt DC)	Logika	Nilai (volt DC)		
a	1	1,71	1	1,71	Merah	1,8
b	1	1,70	0	0,22	Kuning	0,1
c	1	1,72	1	1,71	Hijau	0,0
d	1	1,71	1	1,70		
e	1	1,70	0	0,21		
f	1	1,71	1	1,70		
g	0	0,23	1	1,71		

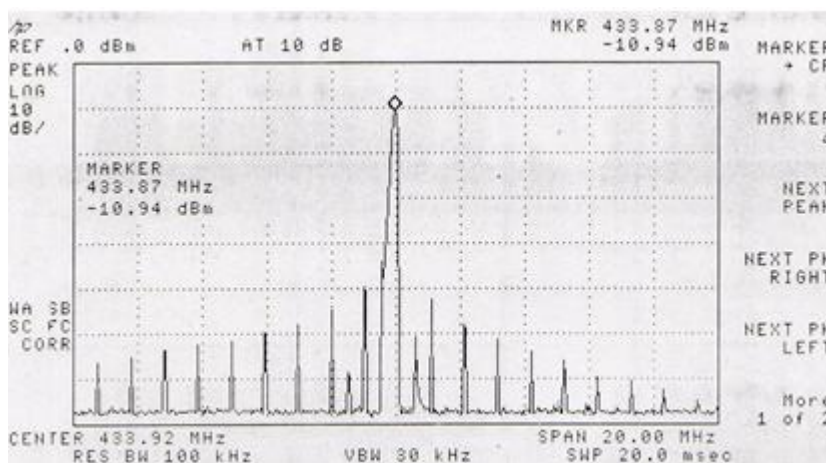
Hasil pengujian Tabel 7 sesuai dengan yang diharapkan, nilai input biner yang diberikan pada *seven segment* sesuai dengan hasil peraganya. Hasil pengujian ini membuktikan bahwa *seven segment* dapat memberi informasi pada pengguna jalan. Penulis juga melakukan pengujian pada tegangan *seven segment* dan LED. Hasil pengujian pada Tabel 8 memperlihatkan nilai tegangan *high LED* pada *seven segment* lebih besar atau sama dengan 1,7V

Pemancar dan penerima ASK

Pengujian untuk pemancar ASK ini dilakukan dengan menggunakan *spectrum analyzer* merk HEWLETT PACKARD dengan tipe 8591E. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui frekuensi dari pemancar ASK yang digunakan. Hasil pengujian modul pemancar dan penerima ASK dapat dilihat pada Gambar 17 dan 18. Dari gambar tersebut terlihat spektrum frekuensi ASK dengan data digital sebesar 500Hz jumlah *sideband* nya lebih sedikit. Sedangkan pada data digital 1KHz jumlah *sideband* nya lebih banyak. Hasil pengujian pemancar ASK ini membuktikan bahwa data dapat dikirim pada frekuensi 433,87 MHz.



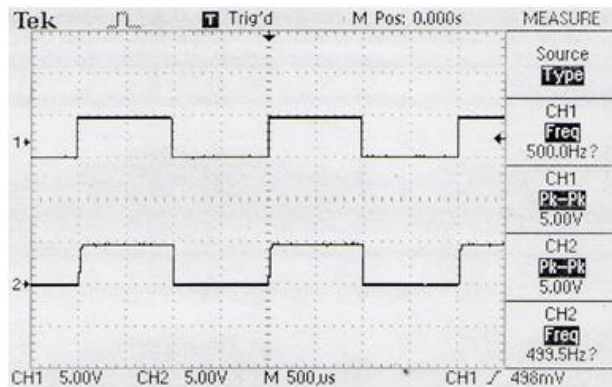
■ 17. Spektrum Frekuensi ASK Dengan Data Digital Sebesar 500Hz



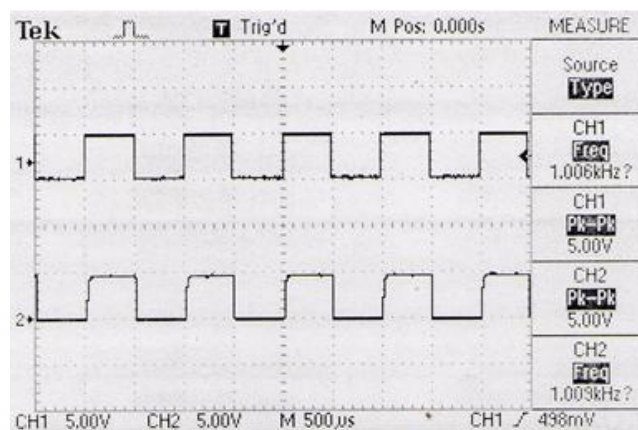
■ **Gambar 18.** Spektrum Frekuensi ASK Dengan Data Digital Sebesar 1KHz

Pengujian dilanjutkan pada modul penerima ASK. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah data dapat diterima dengan baik oleh modul penerima ASK. Jika data dapat diterima dengan baik dan

data tersebut sesuai dengan yang dikirimkan oleh pemancar ASK maka pengiriman data - data kepadatan arus lalu lintas pada persimpangan jalan dapat ditampilkan pada modul *display*. Langkah - langkah pengujian yang dilakukan pada modul penerima ASK ini adalah :



■ Gambar 19. Hasil Pengujian Data *Input* 500Hz



■ Gambar 20. Hasil Pengujian Data *Input* 1KHz

Hasil pengujian pada Gambar 19 dan 20 terlihat bahwa penerima ASK dapat menerima data yang dikirimkan oleh pemancar ASK dan hasilnya sesuai dengan data yang dikirimkan, maka data - data kepadatan arus lalu lintas pada persimpangan dapat ditampilkan pada modul *display*.

Display

Pengujian modul *display* dilakukan dengan menggunakan multimeter digital yang diatur pada skala voltmeter DC. Tabel 9 merupakan hasil yang diperoleh penulis dengan cara menghubungkan *probe* merah multimeter digital pada kaki anoda dan *probe* hitam pada kaki katoda.

Hasil pengujian modul *display* terlihat tegangan LED pada kondisi On lebih besar atau sama dengan 2V. Hasil pengujian tersebut membuktikan bahwa ketika terdapat medan magnet maka LED akan menyala. Hal ini sesuai dengan tujuan tugas akhir penulis karena modul *display* dapat mengaktifkan LED jika terdapat kendaraan yang diatapnya dipasang magnet permanen.

■ Tabel 9. Hasil pengujian modul *display*

LED	Tidak Ada Kendaraan (Volt)	Kondisi LED	Ada kendaran (Volt)	Kondisi LED
L1	0,00	Off	2,01	On
L2	0,00	Off	2,00	On
L3	0,00	Off	2,01	On
L4	0,00	Off	2,01	On

Pengujian dan Analisis Sistem

Pengujian sistem ini dilakukan dengan menyusun seluruh modul yang telah penulis buat. Pengujian dilakukan dengan meletakkan satu per satu simulator kendaraan pada model rancangan yang telah dibuat penulis. Hasilnya sistem memprioritaskan waktu hijau yang lebih lama pada kendaraan yang lebih panjang. Tabel 10 dibawah ini diharapkan dapat memperjelas hasil pengujian sistem.

■ **Tabel 10.** Hasil pengujian sistem

Sensor	Sensor yang aktif (ON)				Waktu hijau (detik)			
	Jalur 1	Jalur 2	Jalur 3	Jalur 4	J1	J2	J3	J4
	S0	Off	On	On	On	5	5	10
S1	Off	Off	Off	On				
S2	Off	On	Off	On				
S3	Off	Off	Off	On				

Hasil pengujian pada Tabel 11 memperlihatkan sistem akan menambahkan waktu hijau lima detik pada setiap sensor yang aktif. Penambahan waktu hijau lima detik ini akan berlaku jika sensor aktif secara berurutan mulai dari sensor S0 sampai sensor S3. Pengujian dilanjutkan dengan melihat LED yang aktif pada modul *display*. Hal ini dilakukan untuk membuktikan apakah sistem dapat mengirim data - data pada setiap sensor yang diletakan simulator kendaraan. Tabel 4.10 memperlihatkan data - data pada persimpangan dapat diterima dengan baik. Hal ini terbukti dari LED yang Aktif pada modul display sesuai dengan data - data yang terdapat pada persimpangan.

■ **Tabel 11.** LED yang aktif pada modul *display*

LED	LED yang aktif (ON)			
	Jalur 1	Jalur 2	Jalur 3	Jalur 4
L1	Off	On	On	On
L2	Off	Off	Off	On
L3	Off	On	Off	On
L4	Off	Off	Off	On

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, sistem akan menambahkan waktu hijau lima detik pada setiap sensor yang aktif. Hasil dari pengujian sistem memperlihatkan waktu hijau terlama adalah 25 detik. Data yang dikirim pada persimpangan sama dengan data yang diterima pada tempat pemantauan. Hal ini terbukti dari LED yang aktif pada modul *display*.

DAFTAR ACUAN

- [1] Kompas, *Saatnya Megapolitan Direalisasikan*, 07 November 2007
- [2] R. Boylestad dan L. Nashelsky, *Electronic Devices & Circuit Theory*, fifth edition, USA: Prentice Hall, 1992, chap:1, pp.39-41, chap:3, pp.111, chap:14, pp.607-612, chap:19, pp.773-774
- [3] A. V. Deshmukh, *Microcontrollers Theory and Applications*, McGraw-Hill, 2005, chap:1, pp.10
- [4] R. J. Tocci, *Digital Systems Principles and Applications*, fifth edition, USA: Prentice Hall, 1991, chap : 9, pp. 452-454
- [5] B. A. Forouzan dan S. C. Fegan, *Data Communications And Networking*, fourth edition, singapore : McGraw-Hill, 2007, chap: 4, pp.101-102, chap : 5, pp.141-142
- [6] A. B. Carlson, *Communication systems*, McGraw-Hill, 1984, chap: 1, pp.1-7, chap :10, pp.389-394