

A. JUDUL

Sistem Pensinyalan Transportasi Kereta Api dengan Visualisasi Posisi menggunakan Teknologi GPS (*Global Positioning System*)

B. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Sejak jaman penjajah Belanda hingga sekarang ini, kereta api merupakan alat transportasi darat yang sangat dominan dan diandalkan di Indonesia, hal ini karena merupakan angkutan massal yaitu rangkaian kereta api dengan satu lokomotif dapat menarik sekitar 10 gerbong, jika kapasitas setiap gerbongnya 80 penumpang, maka dalam satu kali perjalanan mampu mengangkut kurang lebih 800 penumpang. Dengan fungsinya ini menjadikan kereta api sebagai sarana angkutan dengan biaya murah dan terjangkau oleh masyarakat. Dalam perkembangannya pengguna kereta api menjangkau kalangan yang lebih luas mulai dari kalangan atas, menengah maupun bawah, hal ini karena beberapa variasi tipe pelayanan mulai dari kelas ekonomi, eksekutif dan bisnis. Berdasarkan referensi data yang ada penumpang kereta api di Indonesia selalu mengalami kenaikan dari tahun ke tahun. Data dari Departemen Perhubungan yang dimuat majalah *Tempo Interaktif Jakarta edisi Sabtu, 02 juli 2005* menyatakan pada awal juli 2005 penumpang KA di Jawa dan Sumatra meningkat 4,5 persen. dan pada edisi senin, 01 Januari 2007 majalah ini juga mengutip bahwa awal tahun 2007 jumlah penumpang kereta api dari Jakarta ke sejumlah daerah naik 20-30 persen. Data tersebut menunjukkan bahwa jumlah pengguna transportasi kereta api mengalami peningkatan yang cukup berarti.

Peningkatan jumlah penumpang kereta api seperti yang dikemukakan di atas belum diiringi dengan peningkatan pelayanan dan keselamatan bagi pengguna transportasi ini, kecelakaan demi kecelakaan masih sering terjadi pada transportasi kereta api. Tabel 1 menunjukkan data kecelekaan transportasi kereta api yang dikeluarkan Departemen Perhubungan dan dimuat di majalah Tempo menunjukkan bahwa dari tahun 2004 hingga 2006 selalu terjadi peningkatan setiap tahunnya.

Tabel 1. Data Kecelakaan Transportasi Kereta Api

(Sumber Departemen Perhubungan dimuat di Tempo 1 Februari 2007).

Kecelakaan Kereta Api 2004-2006			
Jenis kecelakaan	2004	2005	2006
Antarkereta api	7	9	5
Kereta dan kendaraan lain	31	10	22
Anjlok dan terguling	90	99	52
Kereta terkena longsor	4	3	7
Lain-lain (kriminal)	289	294	297

Penyebab terjadinya kecelakaan tersebut yang paling sering dikemukakan oleh PT. KAI sebagai pengelola perkereta apian di Indonesia atau Departemen Perhubungan adalah adanya kesalahan operator dan kerusakan pada sistem pensinyalan yang merupakan alat bantu pengaturan lalu lintas kereta api. Sistem pensinyalan yang dipergunakan sekarang ini adalah peninggalan penjajah Belanda yaitu menggunakan sistem kabel disamping rel, yang karena panjangnya jalur kereta menyulitkan dalam pengawasan maupun perawatannya. Selain umurnya yang sudah tua, sistem ini juga rentan terhadap gangguan alam seperti hujan, angin, dan pohon tumbang maupun ulah jahil tangan manusia. PT. KAI kesulitan

untuk mengatasi permasalahan ini karena untuk memperbaikinya sangat sulit karena umur alat yang memang sudah tua dan untuk meperbaruinya perlu biaya investasi yang mahal.

GPS (*Global Positioning System*) adalah sistem satelit navigasi dan penentuan posisi yang dimiliki dan dikelola oleh Amerika Serikat. Sistem ini didesain untuk memberikan posisi dan kecepatan tiga-dimensi serta informasi mengenai waktu, secara kontinu di seluruh dunia tanpa bergantung waktu dan cuaca, bagi banyak orang secara simultan. Saat ini GPS sudah banyak digunakan orang di seluruh dunia dalam berbagai bidang aplikasi yang menuntut informasi tentang posisi, kecepatan, percepatan ataupun waktu yang teliti. GPS dapat memberikan informasi posisi dengan ketelitian bervariasi dari beberapa millimeter (orde nol) sampai dengan puluhan meter. Hingga saat ini GPS merupakan sistem satelit navigasi yang paling populer dan paling banyak diaplikasikan di dunia, baik di darat, laut, udara, maupun angkasa. Disamping aplikasi-aplikasi militer, bidang-bidang aplikasi GPS yang cukup banyak saat ini antara lain meliputi survai pemetaan, geodinamika, geodesi, geologi, geofisik, transportasi dan navigasi, pemantauan deformasi, pertanian, kehutanan, dan bahkan juga bidang olahraga dan rekreasi. Di Indonesia sendiri penggunaan GPS sudah dimulai sejak beberapa tahun yang lalu dan terus berkembang sampai saat ini baik dalam volume maupun jenis aplikasinya

2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang sudah dikemukakan maka untuk memecahkan masalah pada penelitian ini dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

- Bagaimana tingkat ketepatan pengukuran posisi stasiun dan kereta api yang sedang bergerak dengan teknologi GPS?

- Bagaimana unjuk kerja sistem hasil implementasi baik sistem pensinyalan maupun sistem visualisasi yang dibuat?

3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem pensinyalan lalu lintas kereta api secara otomatis dengan menggunakan teknologi GPS dan juga membuat antarmuka perangkat keras berupa GPS dan ponsel dengan komputer sehingga didapatkan informasi posisi kereta api secara visual di layar komputer. Dengan penerapan sistem pensinyalan yang akan dibuat ini, diharapkan kecelakaan yang disebabkan karena kesalahan operator stasiun maupun kerusakan alat pensinyalan pada transportasi kereta api dapat ditekan.

4. Manfaat Penelitian

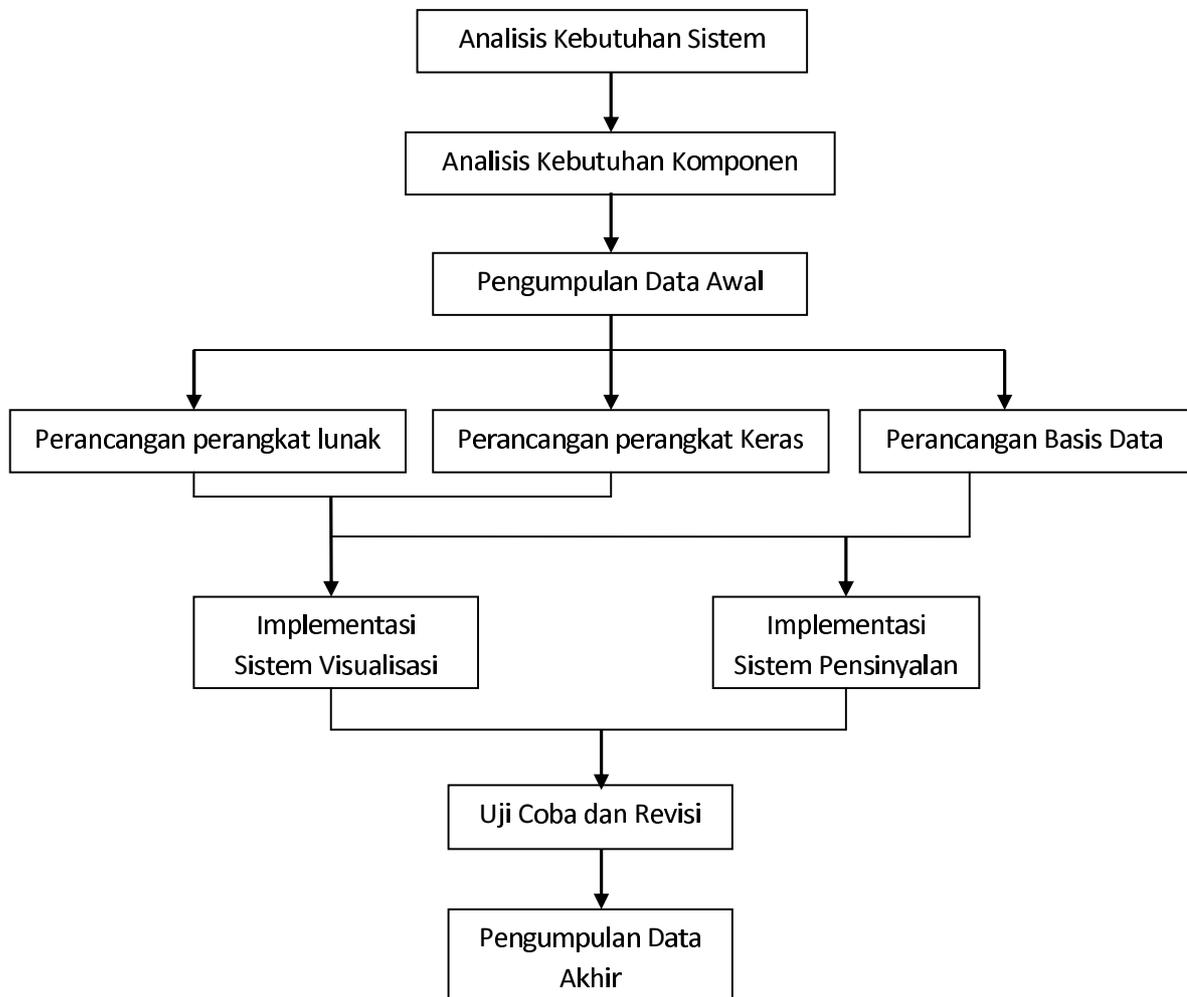
Penelitian ini menghasilkan keluaran yang diantaranya bermanfaat untuk hal sebagai berikut:

- Menghasilkan teknologi tepat guna yang bisa diterapkan pada sistem pensinyalan transportasi kereta api
- Sebagai referensi bagi kalangan perguruan tinggi (mahasiswa) berhubung masih minimnya buku ajar tentang aplikasi GPS, padahal beberapa jurusan di perguruan tinggi sudah memasukkan adanya mata kuliah GPS di kurikulumnya
- Bagi pemerintah khususnya PT. KAI, bisa digunakan sebagai cara untuk memperbarui peralatan sistem pensinyalan yang sudah tua dengan yang lebih modern dengan biaya yang lebih murah, sehingga tercapai kelancaran dan keamanan pada sistem transportasi kereta api nasional, dan akhirnya bisa meningkatkan produktivitas

bagi pengguna sarana transportasi ini karena tidak banyak waktu yang terbuang di jalan karena terjebak kemacetan lalu lintas.

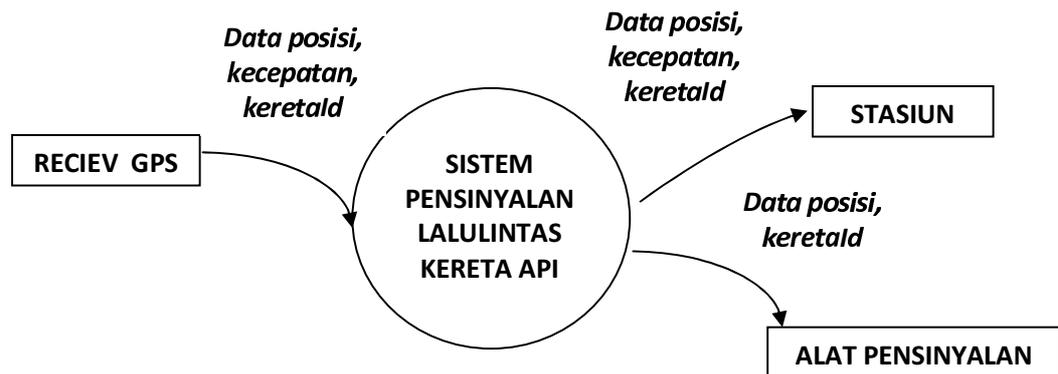
5. Sistematika Penelitian

Untuk mencapai luaran yang diinginkan penelitian ini dilakukan dengan langkah-langkah seperti pada bagan Gambar 1.



Gambar 1. Bagan sistematika penelitian

Analisis kebutuhan sistem dilakukan untuk mengetahui kebutuhan nyata pada sistem pensinyalan transportasi di lapangan, dalam hal ini peneliti melakukan pada sample transportasi kereta api Yogyakarta – Solo. Kebutuhan sistem di lapangan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Analisis Kebutuhan Sistem

C. TINJAUAN PUSTAKA

1. Modul Reciever Global Positioning System(GPS)

GPS adalah sebuah sistem navigasi radio yang jangkauannya sangat luas, yang terbentuk dari kumpulan 24 satelit dan stasiun monitornya di bumi. Terdapat 5 stasiun monitor di bumi yaitu : Hawaii, Ascension Island, Diego Garcia, Kwajalein, and Colorado Springs. Stasiun-stasiun ini bertugas mengawasi kedudukan satelit – satelit di luar angkasa dan operasionalnya (Abidin ZA, 2002)

Pesawat penerima GPS menggunakan sinyal satelit untuk melakukan triangulasi posisi yang hendak ditentukan dengan cara mengukur lama perjalanan waktu sinyal dikirimkan dari satelit, kemudian mengalikannya dengan kecepatan cahaya untuk menentukan secara tepat berapa jauh pesawat penerima GPS dari setiap satelit. Dengan menggunakan sinyal yang ditransmit oleh satelit minumum 3 sinyal dari satelit yang

berbeda, pesawat penerima GPS dapat menghitung posisi tetap sebuah titik yaitu posisi Lintang dan Bujur bumi (Latitude & Longitude) atau sering disebut dengan 2D fix. Penggunaan sinyal satelit yang keempat membuat pesawat penerima GPS dapat menghitung posisi ketinggian titik tersebut terhadap muka laut rata-rata (Mean Sea /Level) atau disebut 3D fix dan keadaan ini yang ideal untuk melakukan navigasi.

Berikut ini diberikan beberapa kajian pustaka GPS yang memiliki kaitan dengan penelitian yang akan dilakukan:

- a. Teknologi satelit navigasi GPS menjadi suatu teknologi yang relative murah, dan mudah untuk mewujudkan posisi geografis dan waktu. Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas hasil survey GPS terutama adalah: Jenis Peralatan, metode pengukuran, serta metode pengolahan data yang digunakan (Seeber, 1998).
- b. Peralatan penerima sinyal GPS(receiver) bervariasi dari kelas rakitan sendiri, kelas navigasi dengan ketelitian 20 meter, sampai kelas geodetic yang mampu mengukur sampai ketelitian millimeter. Variasi receiver ini terutama berkaitan dengan jenis jam atom (clock) yang dipakai dan jenis data (kode dan gelombang pembawa) yang bisa direkam (Seeber, 1998).
- c. Metode pengukuran GPS ada dua jenis yaitu pengukuran statik dan pengukuran kinematik. Metode pengukuran statik mengasumsikan bahwa antenna *receiver* tidak bergerak terhadap kerangka referensi, sedangkan metode pengukuran kinematik menggunakan asumsi bahwa antenna receiver bergerak terhadap titik referensi (Abidin ZA, 2002).

- d. Metode pengolahan data hasil pembacaan GPS dibedakan menjadi pengolahan satu titik (*absolute positioning*) dan pengolahan baseline (*differential positioning* dan *relative positioning*) (Hutapea, 2001).

2. Global System for Mobile Phone Communication (GSM)

GSM (*Global System for Mobile Communication*) adalah sebuah sistem telekomunikasi terbuka, tidak ada pemilikan (*non-proprietary*) yang berkembang secara pesat dan konstan. Keunggulan utamanya adalah kemampuannya untuk internasional roaming. Ini memberikan sebuah sistem yang standart tanpa batasan hubungan pada lebih dari 159 negara. Dengan GSM satelit roaming, pelayanan juga dapat mencapai daerah-daerah yang terpencil. SMS diciptakan sebagai bagian dari standart GSM. Seluruh operator GSM network mempunyai *Message Centre* (MS), yang bertanggung jawab terhadap pengoperasian atau manajemen dari berita-berita yang ada.

3. Mikrokontroler AVR ATMEGA 8535

Teknologi Mikrokontroller sudah cepat berkembang seiring dengan kebutuhan pasar yang membutuhkan suatu piranti yang dapat mendukung perangkat yang canggih namun dengan biaya yang murah. Mikrokontroller merupakan teknologi semikonduktor dengan kandungan transistor yang lebih banyak namun hanya membutuhkan ruang yang kecil. Produsen mikrokontroller berlomba-lomba membuat inovasi baru dalam memenuhi permintaan pasar.

Mikrokontroller adalah suatu komponen semikonduktor yang didalamnya sudah terdapat suatu sistem mikroprocessor seperti ALU, ROM, RAM dan port I/O dan dibedakan menjadi dua jenis /tipe, yaitu:(Wardana Lingga, 2006)

1. Tipe CISC atau *Complex Instruction Set Computing*, yaitu tipe yang mempunyai banyak instruksi namun fasilitas internal secukupnya saja.
2. Tipe RISC atau *Reduced Instruction Set Computing* yaitu tipe yang mempunyai banyak fasilitas internal namun jumlah instruksi lebih sedikit.

Salah satu pabrikan mikrokontroller yang cukup terkenal dan sudah banyak digunakan adalah ATMEL, dengan perkembangan terakhir, yaitu generasi AVR (*Alf and Vegard's Risc processor*), teknologi AVR membuat para desainer sistem elektronika dan kendali telah diberi suatu teknologi yang memiliki kapabilitas yang amat maju, tetapi dengan biaya ekonomis yang cukup minimal.

D. METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah eksperimen rancang bangun. melalui pembuatan alat sebagai modul eksperimen, yang pengamatan kinerja alat tersebut didukung dengan beberapa peralatan bantu dan instrument ukur.

1. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan penelitian adalah benda-benda yang membantu pengambilan data penelitian yang dalam penelitian ini terdiri dari transportasi kereta api, stasiun kereta api, alat signaling, instrument ukur, dan komputer .

2. Lokasi Penelitian

Penelitian eksperimen rancang bangun dilakukan di Laboratorium Sistem Kendali Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas teknik Universitas Negeri Yogyakarta, sedangkan pengambilan data serta pengujiannya selain dilakukan di laboratorium juga dilakukan di jalur kereta api Solo – Yogyakarta, di stasiun Lempuyangan dan di atas kereta api NEWPRAMEX.

3. Teknik Analisis Data

Data diambil dengan observasi sedangkan analisis data dilakukan secara deskriptif. Data pengukuran GPS dibandingkan dengan kondisi yang ada di lapangan. Jika ada perbedaan, maka dilakukan analisis. Fungsi dari setiap bagian alat diamati fungsinya dan dianalisis unjuk kerjanya

4. Langkah Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan berbagai tahapan mengikuti model *Linier Sequential Model* (LSM) yang terdiri dari 5 tahapan yang berulang yaitu tahap analisis dan studi literatur, desain/perancangan, perakitan (*assembly-hardware*), pengkodean (*coding-software*), dan pengujian. Keempat tahapan ini akan berulang hingga dipenuhinya kondisi ideal yaitu sistem berfungsi dengan baik sesuai yang direncanakan.

Kegiatan yang dilakukan untuk setiap tahap dapat dijelaskan sebagai berikut:

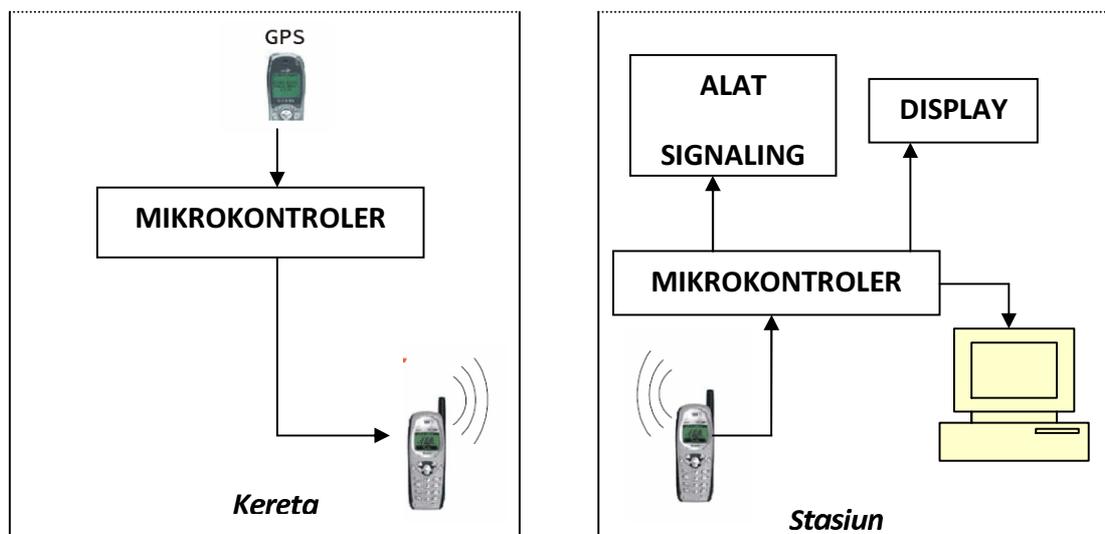
- **Tahap analisis dan studi literatur:**

Dalam tahapan ini, peneliti akan melaksanakan analisa dan studi literatur mengenai GPS, *system signaling* lalu lintas kereta api baik yang terkait dengan elemen perangkat lunak maupun perangkat keras. Pada tahap ini peneliti bekerja mengumpulkan informasi penting (data primer dan sekunder) dan menyusunnya

sehingga menghasilkan acuan dan batasan untuk mendesain sistem, baik perangkat keras maupun perangkat lunak.

- **Tahap Desain/Perancangan sistem:**

Pada proses perancangan sistem, peneliti akan merancang perangkat keras dan perangkat lunak yang dibutuhkan sistem. Secara garis besar sistem dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian di kereta api dan bagian di stasiun, yang meliputi bagian GPS, bagian kendali sistem pensinyalan, dan antarmuka informasi GPS dengan komputer melalui ponsel, serta antarmuka dari komputer dengan peralatan sistem pensinyalan.

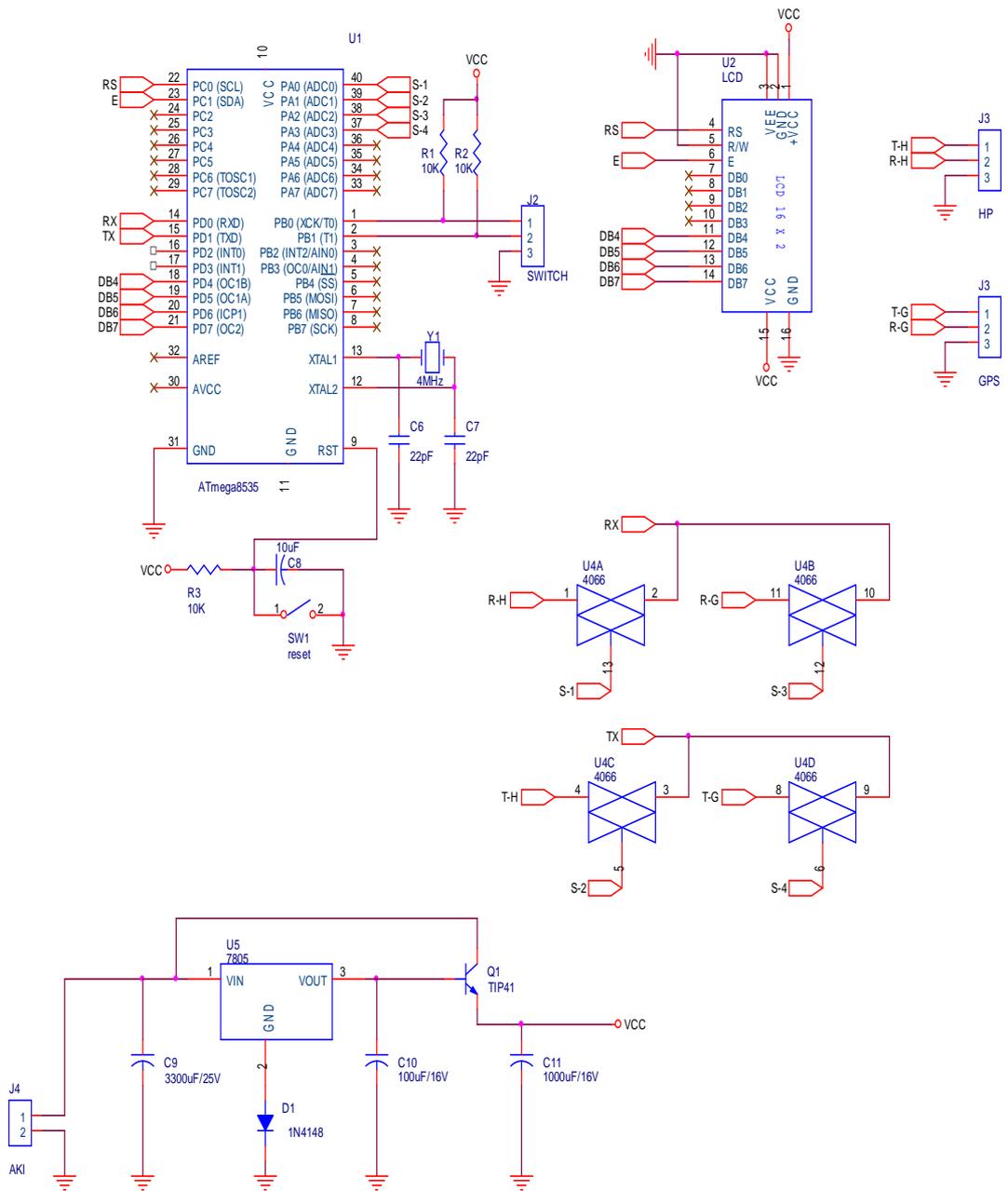


Gambar 4. Rancangan Sistem Pensinyalan Transportasi Kereta Api

- **Tahap Perakitan perangkat keras dan Pengkodean perangkat lunak**

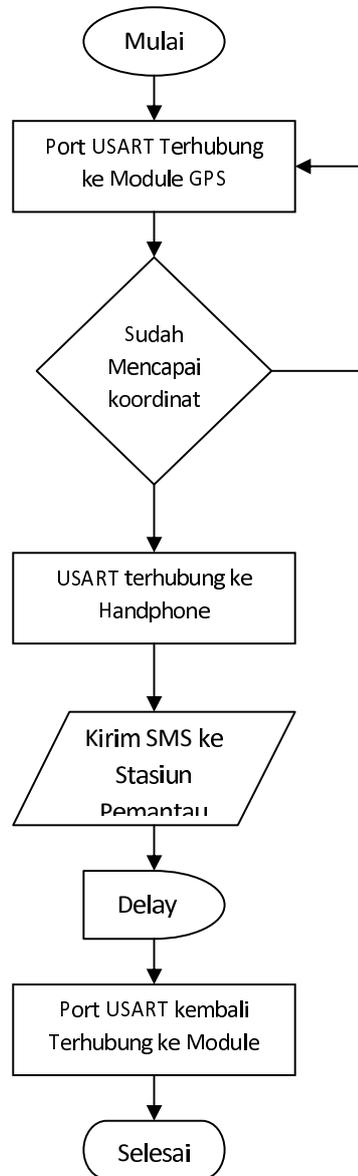
Setelah desain selesai, akan dilakukan implementasi perangkat keras dan perangkat lunak. Pada perangkat keras dibuat rangkaian sistem minimum

mikrokontroler dua buah. Sistem minimum mikrokontroler yang pertama untuk menerima masukan hasil pembacaan GPS di kereta api. Sedangkan sistem minimum yang kedua dipasang di stasiun, digunakan untuk menerima informasi dari pesawat handphone dan mengendalikan peralatan pensinyalan. Rangkaian lain yang diperlukan adalah rangkaian serial handphone ke mikrokontroler dan rangkaian serial GPS ke mikrokontroler. Karena port serial mikrokontroler dipakai untuk ponsel dan GPS maka perlu dibuat rangkaian pensaklaran untuk memilih hubungan yang dipakai.



Gambar 5. Rangkaian Perangkat Keras

Algoritma program yang dibuat mengikuti diagram alir pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagra Alir Program Mikrokontroler

- **Tahap pengujian:**

Setelah tahapan implementasi perakitan perangkat keras dan perangkat lunak selesai selanjutnya dilakukan pengujian kinerja alat dan *troubleshooting*, hingga sistem berkerja sempurna seperti yang direncanakan

E. DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, ZA. 2007. *Penentuan Posisi Dengan GPS Dan Aplikasinya*. Jakarta. Prana Paramita.
- Hutapea, Marlyna. 2001. *Simulasi Sistem Visualisasi Posisi Kereta Api*. Universitas Gadjahmada. Tesis S2 Ilmu Komputer
- Kimata. 2002. *Development of GPS Seismograph System by Integrating GPS Network, Internet Network and Wavelet Analysis*. Nagoya university. Seminar on Earthquake and Hazard
- Pressman R.S. 2001, *Software Engineering A Practitioner's Approach*, New York: Mc Graw Hill.
- Seeber, Gunter. 1998. *Satellite Geodesy*. Berlin-New York. Walter de Gruyter
- Setyadi, Sarsito. 2002. *Pengembangan Sistem Informasi Bencana sebagai Upaya Antisipasi Bencana Alam dengan Pendekatan Informasi Spasial*. 2002. Paper forum ilmiah ikatan surveyor Indonesia
- Sunyoto, Andi. 2005. *Integrasi Modul GPS Receiver dan GPRS untuk Penentuan Posisi dan Jalur Pergerakan Obyek Bergerak (Studi Kasus : Penentuan Posisi Taksi di Yogyakarta)*. Universitas Gadjahmada. Tesis S2 Ilmu Komputer
- Wardana, Lingga. 2006 . *Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega 8535*. Yogyakarta: Andi.

F. INSTRUMENT PENELITIAN

Tabel 1. Data koordinat stasiun kereta api jalur Solo – Yogyakarta

No	Nama Stasiun	Koordinat Lintang	Koordinat Bujur
1	Solo Jebres		
2	Solo Balapan		
3	Purwosari		
4	Gawok		
5	Delanggu		
6	Ceper		
7	Klaten		
8	Srowot		
9	Prambanan		
10	Maguwo		
11	Lempuyangan		
12	Tugu Yogyakarta		

Tabel 2. Data Pengujian Pengiriman dan Penerimaan pesen SMS

No.	Nama Stasiun	Data Ter kirim	Data Diterima	Lama Pengiriman (detik)
1	Solo Jebres			
2	Solo Balapan			
3	Purwosari			
4	Gawok			

5	Delanggu			
6	Ceper			
7	Klaten			
8	Srowot			
9	Prambanan			
10	Maguwo			
11	Lempuyangan			
12	Tugu Yogyakarta			

Tabel 3. Data Pengujian Sistem Pensinyalan

No.	Nama Stasiun	Kondisi Indikator Pensinyalan	
		Jalur Searah	Jalur berlawanan arah
1	Solo Jebres		
2	Solo Balapan		
3	Purwosari		
4	Gawok		
5	Delanggu		
6	Ceper		
7	Klaten		
8	Srowot		
9	Prambanan		
10	Maguwo		
11	Lempuyangan		
12	Tugu Yogyakarta		

Tabel 4. Data Pengujian Sistem Visualisasi Posisi Kereta Api di Layar Komputer

No.	Nama Stasiun	Posisi Kereta Api	
		Di Rel	Di Gambar Visual
1	Solo Jebres		
2	Solo Balapan		
3	Purwosari		
4	Gawok		
5	Delanggu		
6	Ceper		
7	Klaten		
8	Srowot		
9	Prambanan		
10	Maguwo		
11	Lempuyangan		
12	Tugu Yogyakarta		