

Alat Pengamanan Distribusi Bahan Bakar dengan Sistem *Global Positioning System*

Michael Riawan¹, Hartono Haryadi² dan Nurwijayanti Kusumaningrum³

Abstract: *GPS is a navigation device based on satellite. GPS can show a location with high accuracy. If it joins with microcontroller and other electronic components, it can become a good security device. These tools could be used in fuel vehicles from Pertamina to avoid the fuel disappear. With GPS, microcontroller AT89S5, solenoids, password, photointerrupter GV1S53VJ000F and others, the security level of the vehicles will be more guaranteed This device has already been tested and the result is good. The weakness of this device is that the GPS is depending to the weather, so as a suggest, please use a better GPS.*

Keywords: *GPS, password, security*

Abstrak: GPS merupakan alat navigasi berdasarkan satelit. GPS dapat menunjukkan suatu lokasi dengan tepat. Jika digabungkan dengan mikrokontroler dan beberapa komponen elektronika lainnya, maka gabungan komponen-komponen tersebut akan dapat menjadi suatu alat pengamanan yang baik. Alat keamanan ini dapat diterapkan pada kendaraan pengangkutan bahan bakar minyak dari Pertamina untuk mencegah hilangnya bahan bakar dengan tidak bertanggung jawab. Dengan adanya GPS, mikrokontroler AT89S51, solenoid, password, photointerrupter GP1S53VJ000F dan lainnya, maka keamanan dari kendaraan pengangkutan bahan bakar ini dapat lebih terjamin. Alat ini sudah diuji dan hasilnya sesuai dengan yang diinginkan. Kelemahan dari alat ini ialah GPS yang tergantung pada keadaan dari cuaca.

Kata Kunci: GPS, password, keamanan.

PENDAHULUAN

Transportasi merupakan salah satu hal yang cukup penting di dalam kehidupan umat manusia. Masyarakat memerlukan transportasi dalam kehidupannya, contohnya adalah pergi ke tempat kerja dengan menggunakan angkutan umum, menjemput anak dengan menggunakan mobil, pergi kuliah dengan menggunakan motor, dan lain – lain.

Seperti yang diketahui, setiap kendaraan bermotor memerlukan bahan bakar. Motor memerlukan bensin sebagai bahan bakarnya, sebagian mobil memerlukan bensin, adapula mobil yang memerlukan solar, begitu juga Trans Jakarta menggunakan bahan bakar berupa gas. Maka itu peran dari Stasiun Pengisian Bahan Bakar (SPBU) menjadi cukup penting. Dapat dilihat bahwa setiap hari SPBU didatangi oleh berbagai jenis kendaraan bermotor, baik mobil, motor maupun kendaraan bermotor lainnya. SPBU yang paling banyak terdapat di Indonesia adalah SPBU Pertamina.

Setiap SPBU secara berkala akan mengisi persediaan bahan bakarnya agar cukup untuk dikonsumsi oleh masyarakat, Pertamina akan mengirimkan kendaraan pengangkutan bahan bakarnya kepada setiap SPBU yang memerlukan. Salah satu masalah yang paling sering muncul didalam pendistribusian bahan bakar dari Pertamina pusat menuju ke SPBU adalah kehilangan bahan bakar, yang diakibatkan oleh pihak yang tidak bertanggung jawab, contohnya adalah supir dari kendaraan pengangkutan bahan bakar tersebut. Pihak tersebut kadangkala mengambil sebagian dari bahan bakar, kemudian menjualnya tanpa diketahui oleh pihak Pertamina. Tidak jarang juga supir tersebut mengambil dan mengisinya dengan air, minyak, atau bahan-bahan lainnya agar jumlah bahan bakar tidak berkurang pada tangki kendaraan pengangkutan bahan bakar tersebut. Selain itu, seringkali sopir tangki mendapat tambahan penghasilan dengan cara menjual sisa bensin dari perut tangki yang baru saja diisi ke SPBU.

Hal ini akan sangat merugikan banyak pihak, Pertamina akan kehilangan integritas (karena mutu dari bahan bakar yang dijualnya kurang bagus), kerugian karena hilangnya bahan bakar. Pihak SPBU akan mengalami kerugian berupa kurangnya pasokan bahan bakar, kerugian berupa uang dan hilangnya integritas. Dan kendaraan yang menggunakan bahan bakar yang telah dicampur tidak akan maksimal performanya, atau bahkan mengalami kerusakan. Berikut adalah gambar dari penutup pada tempat keluarnya bahan bakar minyak pada kendaraan pengangkutan bahan bakar.



■ Gambar 1. Penutup Tempat Keluarnya Bahan Bakar

¹ Jurusan Teknik Elektro, Universitas Tarumanagara Jakarta

² Departemen Teknik Elektro, Universitas Indonesia Jakarta

³ Jurusan Teknik Elektro, Universitas Suryadarma Jakarta

Oleh karena itu, penulis berusaha untuk merancang sebuah alat yang dapat mengatasi masalah tersebut. Rancangan tersebut adalah alat keamanan yang dapat mengunci pintu atau penutup tempat keluarnya bahan bakar pada kendaraan pengangkutan bahan bakar. Alat yang dirancang ini akan menggunakan *Global Positioning System* (GPS). Alat ini akan mengunci penutup dan hanya dapat dibuka jika 2 kondisi terpenuhi. Kondisi pertama adalah lokasi, yaitu melalui GPS, telah ditetapkan sebelumnya agar alat ini hanya dapat dibuka pada lokasi tertentu (lokasi setiap SPBU pada posisi lintang dan bujurnya). Dan kondisi yang kedua adalah *password* atau kode pas. Pada tempat tujuan, pemilik atau penanggung jawab SPBU harus memasukkan *password*.

Jika lokasi sesuai dengan yang telah ditentukan sebelumnya (yaitu lokasi salah satu SPBU), dan *password* yang dimasukkan benar, maka alat penguncian akan terbuka. Dengan demikian, maka bahan bakar minyak tidak dapat diambil atau dijual sebagian oleh orang yang tidak bertanggung jawab.

Alat yang dirancang ini juga mempunyai sensor jika terjadi pembukaan secara paksa, yaitu tempat terjadinya pembukaan tidak pada tempat yang telah ditentukan sebelumnya dan tidak dengan *password*. Jika kondisi ini terjadi, maka alarm akan berbunyi dan hanya dapat dimatikan oleh suatu *password* khusus.

Para supir yang tidak bertanggung jawab terkadang mengambil sedikit dari bahan bakar, dimisalkan pengiriman dapat dilakukan 2 kali sehari untuk setiap SPBU. Setiap pengiriman kurang lebih sebanyak 16.000 liter. Jika yang diambil oleh supir sekali pengiriman adalah 50 liter. Lalu 50 liter tersebut dikali dengan 2 pengisian, lalu dikali lagi dengan 30 hari dalam 1 bulan, maka bahan bakar yang hilang ialah 3.000 liter. Jumlah yang sangat merugikan bagi pihak SPBU dan Pertamina.

Terdapat beberapa kendaraan pengangkutan bahan bakar dengan kapasitas yang berbeda. Ada yang berkapasitas 16.000 liter, 24.000 liter dan 32.000 liter. Setiap kendaraan mempunyai beberapa penutup, karena pada tiap kendaraan terbagi menjadi beberapa tangki. Kapasitas setiap tangki ada 2 macam, yaitu 8.000 dan 16.000 liter. Jadi, misalkan suatu kendaraan pengangkutan bahan bakar berkapasitas 32.000 liter, maka (jika kapasitas tangki adalah 16.000 liter) pada kendaraan tersebut terdapat 4 penutup. 2 untuk masing-masing tangki. Setiap tangki mempunyai penutup yang terletak di atas (untuk mengisi) dan di bawah (untuk keluar).

Alat pengamanan yang digunakan oleh Pertamina untuk mencegah terjadinya kehilangan bahan bakar pada proses distribusinya ialah dengan menggunakan segel plastik. Jika pada saat sampai di SPBU segel telah rusak atau terbuka, maka diyakini bahwa telah terjadi kehilangan bahan bakar. Jika ini terjadi, maka SPBU akan meminta Pertamina untuk melakukan pengiriman ulang.

Kelemahan dari alat ini ialah segel plastik ini mudah untuk dipalsukan. Sehingga para supir yang tidak bertanggung jawab dapat merusak segel plastik, mengambil sedikit bahan bakar dan kembali menyegelnya dengan segel imitasi. Selain itu segel plastik ini juga mudah untuk dirusak.

KAJIAN PUSTAKA

Alat keamanan pada distribusi bahan bakar yang dirancang menggunakan *Global Positioning System* (GPS). Alat yang dirancang ini adalah alat yang akan mengunci pergerakan dari penutup bahan bakar. Alat pengunciannya hanya dapat dibuka jika 2 kondisi terpenuhi, yaitu jika lokasi kendaraan berada pada lokasi yang telah ditentukan sebelumnya dan jika *password* yang dimasukan tepat. GPS akan menunjukkan lokasi yang diinginkan secara tepat.

GPS atau *Global Positioning System* adalah alat navigasi berbasis satelit yang dapat mengetahui suatu posisi dengan tepat (terutama lintang dan bujur). GPS berhubungan dengan beberapa satelit untuk mengetahui posisinya dengan tepat pada saat itu. GPS akan menunjukkan posisi lintang dan bujurnya. Bumi kita pada umumnya terbagi menjadi 2 buah lintang dan 2 buah bujur.

Selain dengan sistem GPS, pembukaan kunci pada alat yang dirancang ini adalah dengan menggunakan *password* (kode pas). *Password* akan dimasukan dengan menggunakan *keypad*. Fungsi dari *keypad* yaitu untuk memasukan *password*. Karena sebuah kendaraan pengangkutan bahan bakar dapat digunakan untuk beberapa SPBU, maka setiap SPBU memiliki *password* yang berbeda-beda. Pada stasiun pengisian Pertamina pusat, jika ingin melakukan pengisian bahan bakar minyak, orang yang bertanggung jawab harus memasukan *password* terlebih dahulu untuk membuka penguncian.

Pada SPBU tujuan, alat yang akan dirancang tersebut dapat dibuka dengan *password* tersendiri. Setiap SPBU dapat menunjuk orang yang bertanggungjawab dan dapat dipercaya untuk memasukan *password* tersebut. *Password* ini berbeda dengan *password* yang dimasukkan pada stasiun pengisian di Pertamina pusat.

Alat yang dirancang ini menggunakan 1 buah mikrokontroler. Mikrokontroler akan menyimpan data-data seperti *password* dan lokasi SPBU. Mikrokontroler dapat dikatakan merupakan pusat dari pengendalian alat ini. Setiap bagian atau setiap modul akan berhubungan langsung dengan mikrokontroler.

Alat pengunci adalah berupa solenoid. Solenoid yang dimaksudkan disini ialah solenoid yang mempunyai batang besi. Solenoid dapat dipakai untuk mengunci pergerakan dari penutup bahan bakar. Selain alat penguncian ini, pada alat yang akan dirancang ini juga terdapat sensor kunci. Fungsi dari sensor kunci ini adalah untuk melihat apakah terjadi pembukaan kunci secara paksa atau tidak. Jika terjadi pembukaan kunci secara

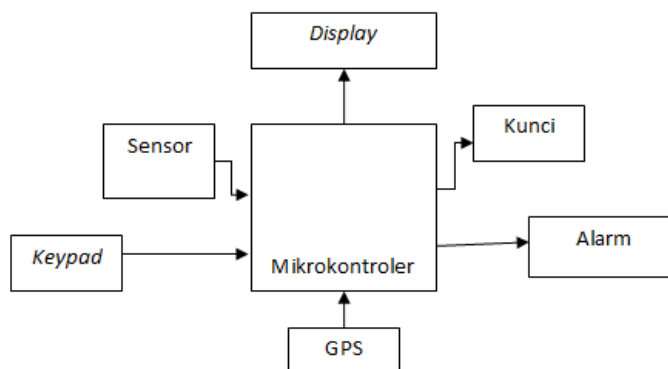
paksa, maka alarm akan berbunyi. Sensor kunci akan menggunakan *photointerrupter* dan alarm akan ditandai dengan bunyi dari *buzzer*.

Jika alarm berbunyi, maka alarm hanya dapat dimatikan dengan *password* khusus. Alarm akan menunjukkan kepada SPBU bahwa telah terjadi pembobolan atau pembukaan secara paksa. Dengan demikian pihak SPBU dapat melaporkannya kepada pihak Pertamina dan meminta pengiriman ulang.

Pada alat yang dirancang ini juga terdapat display berupa LCD. LCD akan menunjukkan lokasi dari alat. Selain itu LCD juga akan menampilkan *password* pada saat *password* dimasukkan.

Diagram Blok

Gambar 2 menunjukkan diagram blok dari alat yang dirancang ini. Diagram blok dari catu daya tidak ditampilkan karena catu daya berhubungan dengan semua bagian didalam alat.



■ Gambar 2. Diagram Blok Sistem

GPS

Global Positioning System (GPS) adalah sistem satelit navigasi dan penentuan posisi menggunakan satelit [1]. Sistem ini menggunakan 24 satelit yang mengirimkan sinyal gelombang mikro ke Bumi. Setiap satelit berada kurang lebih setinggi 12.000 mil diatas permukaan bumi. Setiap satelit mengelilingi bumi pada orbitnya masing-masing sebanyak 2 kali sehari dengan kecepatan sekitar 7.000 mil per jam. Satelit GPS mendapatkan sumber energi dari solar sel dan baterai (ketika satelit berada pada tempat yang tidak terkena matahari). Daya transmisi dari setiap satelit adalah sekitar 50 Watt atau kurang.

Cara kerja dasar dari GPS *receiver* akan mengambil data dari satelit dan memperhitungkan perbedaan waktu antara ketika signal ditransmisikan dan ketika signal diterima. Dengan memperhitungkan hal itu dari beberapa satelit, maka suatu *receiver* GPS akan dapat mengetahui lokasinya secara tepat.

GPS mengambil data dari 3 atau lebih satelit untuk mengetahui posisi lintang dan bujur secara tepat. GPS juga dapat mengambil data ketinggian dari permukaan laut dengan mengambil data dari 4 satelit atau lebih. Selain lintang, bujur dan ketinggian dari permukaan laut, GPS juga dapat memberikan data seperti waktu, kecepatan, jarak, dan lain-lain. GPS dipakai oleh militer dan sipil. Sinyal GPS dipancarkan secara *line of sight*. Signal ini dapat melewati awan, plastik, tetapi tidak dapat melewati benda keras seperti gunung dan bangunan.

GPS yang dipakai pada perancangan alat ini adalah GPS dengan tipe LR9805ST. GPS ini mempunyai kemampuan sebagai berikut :

- Performa yang tinggi berdasarkan kemampuan dari chipset SiRFStarIIeLP.
- Mempunyai 12 channel GPS.
- Ukuran 24 x 20 x 2.9 mm.
- Waktu mulai dalam keadaan dingin/hangat/panas: 45/38/4 detik pada lingkungan yang terbuka dan tanpa halangan.
- Waktu untuk penerimaan ulang sebesar 0.1 detik.
- Untuk interface, terdapat level TTL serial *port*.
- Dapat digunakan dengan software SiRF GSW2.X.
- Menggunakan protokol NMEA-0183/SiRF.
- Beberapa I/O pin yang dapat digunakan untuk penggunaan secara spesial.
- Sangat rendah daya, yaitu sekitar 32 mA.
- Bekerja pada suhu -40 hingga 85 derajat celsius.
- Mempunyai pelindung dari logam untuk performa yang maksimal pada lingkungan dengan noise tinggi.

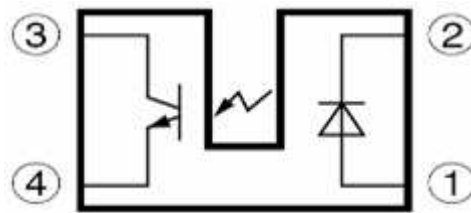
Photointerrupter

Photointerrupter merupakan suatu sensor elektronika yang menggunakan cahaya. Suatu *Photointerrupter* memiliki sebuah sumber cahaya dan sebuah *receiver*. Keduanya, baik sumber cahaya dan *receiver* dibungkus

tertutup di dalam suatu kemasan. Pada perancangan ini *photointerrupter* digunakan untuk melihat apakah terjadi pergerakan secara paksa pada alat.

Pada dasarnya *photointerrupter* memiliki dua rangkaian yang terpisah, yaitu rangkaian input dan output. Rangkaian input memiliki sebuah sumber cahaya berupa infra merah. Cahaya yang dipancarkan oleh infra merah tersebut kemudian diterima oleh sebuah detektor yang merupakan bagian dari rangkaian output yang disebut *receiver*. Detektor yang dimaksudkan disini adalah phototransistor.

Photointerrupter mendeteksi ada atau tidaknya suatu penghalang pada *gap width*. *Gap width* adalah celah diantara pemancar infra merah dengan *receiver*. Jika tidak ada penghalang, maka phototransistor akan menerima pancaran dari infra merah dan menghasilkan output sesuai dengan Vcc atau logika 1. Jika terdapat penghalang pada *gap width*, maka output dari alat ini adalah 0 Volt DC. Untuk gambar *photointerrupter* dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut ini. Sensor *photointerrupter* yang digunakan pada perancangan ini adalah sensor *photointerrupter* dengantipe GP1S53VJ000F. Sensor ini dipilih karena sederhana dan memiliki harga yang lebih murah dibandingkan tipe lainnya. GP1S53VJ000F merupakan sebuah sensor yang terbentuk dari rangkaian infra merah dan phototransistor. Diagram koneksi internal dari sensor *photointerrupter* GP1S53VJ000F dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini :



■ Gambar 3. Diagram Koneksi Internal GP1S53VJ000F

Pada Gambar 3.2 terdapat keterangan nomor 1,2,3 dan 4, nomor tersebut masing-masing adalah anoda, katoda, kolektor dan emiter. Sensor ini digunakan untuk mendeteksi apakah terjadi pergerakan pada penutup dari tempat keluaran tanpa memasukan *password* dan berada pada lokasi yang telah ditentukan.

Perangkat Lunak (Software)

Software yang digunakan pada alat ini terdapat pada mikrokontroler. *Software* pada mikrokontroler ini berfungsi untuk mengambil data dari GPS (lintang dan bujur), mengambil data dari sensor *photointerrupter* (apakah terjadi pembukaan secara paksa), menerima *password*, memberi suara kepada *buzzer*, memberi tegangan kepada solenoid, menyimpan *password*, menyimpan lokasi (bujur dan lintang) dari SPBU, menampilkan lokasi dan *password* dan mengelola data.

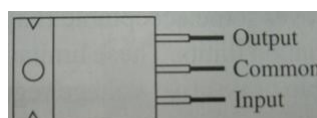
Software yang digunakan terdiri dari sebuah bahasa pemrograman, yaitu *Assembly*. Bahasa pemrograman *Assembly* digunakan untuk pemrograman mikrokontroler karena sesuai dengan *hardware* yang digunakan dan mudah untuk pengaplikasiannya. Pada perancangan alat ini, *software* berfungsi agar mikrokontroler dapat mengambil data dari GPS, *keypad* dan *photointerrupter*, mengelolanya, dan memberikan output (kepada LCD, solenoida, dan *buzzer*).

Catu Daya

Seluruh modul dalam alat ini membutuhkan sumber listrik dari catu daya. Seluruh komponen kecuali solenoid membutuhkan catu daya sebesar 5 Volt DC. Solenoid membutuhkan catu daya sebesar 12 Volt DC. Catu daya pada alat ini terdiri dari *lead acid battery*, kapasitor dan *voltage regulator*.

Sumber tegangan yang digunakan adalah *lead acid battery* 12 Volt DC. *Voltage regulator* yang digunakan adalah IC *regulator*. IC ini berfungsi untuk menjaga agar tegangan tetap konstan ketika beban diaktifkan. Regulator yang digunakan ialah regulator untuk 5 Volt DC. berikut ini adalah gambar dari regultor.

IC regulator yang digunakan ialah IC regulator LM 7805. Regulator tipe LM 7805 ini adalah IC dengan tegangan keluaran sebesar 5 Volt IC ini merupakan salah satu komponen dalam modul *power supply* selain kapasitor. IC regulator ini mempunyai 3 kaki, yaitu kaki untuk tegangan keluaran/output (V_{out}), *ground* (GND), dan tegangan masukan/input (V_{in}). IC regulator 7805 mengeluarkan tegangan + 5 Volt Dc pada arus maksimum 1 ampere dengan tegangan *input* berkisar antara 5-18 Volt. Gambar 4 menunjukkan konfigurasi pin IC regulator 7805. LM 7805 digunakan sebagai sumber tegangan pada GPS, mikrokontroler, *photointerrupter*, LCD dan *buzzer*.



■ Gambar 4. Konfigurasi Pin IC Regulator 7805 [5]

Mikrokontroler

Mikrokontroler, yang biasa disebut juga sebagai MCU atau μC , adalah sistem komputer yang dapat diprogram. Mikrokontroler memiliki bermacam – macam tipe, yaitu mikrokontroler dengan 4Kbyte *FlashProgrammable and Erasable Read Only Memory* (PEROM), dan ada pula yang 8 Kbyte PEROM.

Mikrokontroler biasa digunakan untuk mengendalikan peralatan elektronik sesuai dengan program yang di-download ke dalam IC mikrokontroler. Pada dasarnya, mikrokontroler merupakan sebuah komputer kecil yang mempunyai *Input/Output* (I/O), memori dan CPU. I/O berfungsi sebagai input dan output bagi mikrokontroler, sedangkan memori digunakan sebagai tempat penyimpanan data yang telah diproses oleh CPU dan CPU itu sendiri berfungsi untuk memproses masukan yang diterima oleh mikrokontroler tersebut.

Pada alat pengamanan distribusi bahan bakar ini, mikrokontroler mempunyai beberapa fungsi, yaitu sebagai pengambil data dari GPS, *keypad* dan sensor *photointerrupter*, mengeluarkan data untuk ditampilkan pada LCD, mengeluarkan suara pada *buzzer*, menyimpan memori (seperti *password* dan lokasi SPBU), dan memproses data.

IC mikrokontroler memiliki beberapa bagian dasar sebagai berikut :

1. *Microcontroller unit*, terdiri dari 2 jenis, yaitu :
 - *Random Access Memory* (RAM) berfungsi untuk menyimpan data sementara.
 - *Programmable and Erasable Read Only Memory* (PEROM) berfungsi penyimpanan kode program dan konstanta dan bersifat tetap.
2. *Central Processing Unit* (CPU), yang merupakan pengendali utama dari mikrokontroler, dan didalamnya terdapat :
 - *Arithmetic and Logic Unit* (ALU), yang berfungsi untuk melakukan perhitungan aritmatika dan logika.
 - *Control Unit* (CU) berfungsi untuk mengambil instruksi dari memori kemudian menerjemahkan instruksi-instruksi tersebut menjadi suatu kumpulan proses kerja sederhana, kemudian melaksanakannya sesuai dengan langkah – langkah yang telah ditentukan oleh program.
3. Unit *I/O port*, berfungsi sebagai penghubung antara mikrokontroler dengan *device* lain.
4. BUS, yang merupakan jalur yang menghubungkan CPU dengan memori atau unit lain dari mikrokontroler. Mikrokontroler memiliki dua macam BUS, yaitu BUS data dan BUS alamat.
5. Pembangkit *Clock-Oscillator*, yang berfungsi sebagai penentu waktu pada sistem mikrokontroler untuk mengeksekusi instruksi.

Selain dari bagian-bagian diatas, mikrokontroler juga memiliki *serial interface* dan *paralel interface*, *timer*, *interrupt controller*, *konverter* analog ke digital (ADC), dan lain-lainnya (tergantung *feature* yang melengkapi tipe mikrokontroler tersebut).

Mikrokontroler yang digunakan dalam perancangan ini adalah AT89S51, yang merupakan mikrokontroler keluaran Atmel. Mikrokontroler AT89S51 ini memiliki kemampuan sebagai berikut :

1. RAM internal sebesar 128x8 bit.
2. *Flash memory* sebesar 4 kbyte.
3. 6 sumber *interrupt*.
4. Empat buah 8-bit *programmable port* I/O, yang masing-masing terdiri dari delapan jalur I/O.
5. Memiliki *port* serial dengan control serial *full duplex* UART.
6. Kemampuan untuk operasi aritmatika dan operasi logika.
7. 4 kb *In-system Reprogramable Flash Memory* dengan kemampuan 1000 kali pemrograman dan penghapusan.

Pemilihan komponen mikrokontroler ini disebabkan karena mikrokontroler keluaran Atmel dengan tipe AT89S51 ini merupakan salah satu mikrokontroler yang cukup sederhana, sudah mencukupi kebutuhan untuk menjalankan alat yang dirancang ini dan mudah didapat. Gambar 5 adalah gambar dari mikrokontroler tipe AT89S51.

P1.0	1	40	V _{cc}
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
TXD/P3.1	11	30	ALE
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
V _{ss}	20	21	P2.0/A8

■ Gambar 5. Konfigurasi PIN Mikrokontroler AT89S51 [4]

Mikrokontroler tipe AT89S51 ini terdiri dari 40 pin, yang terdiri dari tiga puluh dua I/O. I/O tersebut dibagi menjadi 8 bit atau 1 byte yang disebut *port*, sehingga pada mikrokontroler terdapat 4 *port*, yaitu *port* 0 hingga *port* 3. Modul-modul lainnya pada alat ini akan terhubung dengan mikrokontroler melalui pin-pin mikrokontroler tersebut. Nama dan fungsi-fungsi pin dari mikrokontroler dapat dilihat pada penjelasan berikut ini.

Penjelasan konfigurasi pin-pin mikrokontroler sebagai berikut:

1. Pin 1-8
Pin 1-8 adalah *port* 1.0 hingga *port* 1.7 saluran/bus I/O 8 bit dua arah yang berfungsi sebagai menyalurkan alamat pada saat pemrograman dan verifikasi. *Port* ini mempunyai *internal Pull-up* resistor.
2. Pin 9
Pin ini adalah pin *reset*, pulsa yang akan me-*reset* adalah transisi pulsa dari rendah ke tinggi. Register-register internal akan bernilai *default* tertentu. *Reset* akan aktif bila menerima *inputHigh* selama 2 *cycle*.
3. Pin 10-17
Ke-8 buah pin ini adalah *port* 3.0 hingga *port* 3.7. Pin ini adalah saluran/bus I/O 8 bit dua arah yang mempunyai *internal Pull-up* resistor. *Port* ini merupakan *dual-purpose port* (*port* yang memiliki dua kegunaan). Selain sebagai I/O *port* ini juga mempunyai fungsi khusus yang dapat dilihat pada Tabel 1 Fungsi Khusus *port* 3.
4. Pin 18-19
Pin 18 dan pin 19 ini merupakan pin untuk rangkaian osilator yang digunakan sebagai pembangkit sinyal *clock* bagi mikrokontroler. Pin 18 (XTAL 2) merupakan output dari inverting amplifier dan input bagi internal clockgenerator. Sedangkan pin 19 (XTAL 1) merupakan input bagi inverting amplifier.

■ Tabel 1. Fungsi Khusus *Port* 3

Bit	Nama	Fungsi Alternatif
P3.0	RXD	Untuk input data <i>port</i> serial
P3.1	TXD	Untuk output data <i>port</i> serial
P3.2	INT0	Interupsi eksternal
P3.3	INT1	Interupsi eksternal
P3.4	T0	Input eksternal waktu/pencacah 0
P3.5	T1	Input eksternal waktu/pencacah 1
P3.6	WR	Jalur menulis memori data eksternal
P3.7	RD	Jalur membaca memori data eksternal

5. Pin 20
Pin 20 ini merupakan *ground*.
6. Pin 21-28
Kedua pin ini merupakan *port* 2saluran/bus I/O 8 bit dua arah yang mempunyai *internal Pull-up* resistor. Ketika mengakses memori eksternal secara 16 bit, pin ini yang akan digunakan karena pin ini merupakan alamat orde tinggi (A8-A15).
7. Pin 29
Pin *Program Store Enable* (PSEN) merupakan sinyal pengontrol untuk mengakses program memori eksternal masuk ke dalam bus selama proses pengambilan/pemberian intruksi. PSEN akan aktif setiap dua kali siklus mesin.
8. Pin 30
Pin 30 adalah *Address Latch Enable* (ALE) digunakan untuk *latching* alamat data rendah selama pengaksesan memori eksternal. Pada operasi normal, ALE akan mengeluarkan sinyal *clock* sebesar 1/6 frekuensi osilator. Pin ini juga berfungsi sebagai *input* sinyal pemrograman (PROG) ketika melakukan *flash programming*.
9. Pin 31
Pin 31 ini merupakan *External Access* (EA) untuk menentukan apakah alamat awal memori program berada di memori eksternal atau internal. Bila dihubungkan ke GND, alamat awal memori akan berada di memori eksternal, sebaliknya bila dihubungkan dengan VCC alamat awal memori berada di memori internal.
10. Pin 32-39
Pin ini berfungsi sebagai *port* 0 merupakan 8 bit *port* dua arah I/O dengan drain terbuka (*opendrain*). Karena sifatnya drain terbuka, P0 membutuhkan *pull up* eksternal pada saat dihubungkan dengan peralatan eksternal. P0 juga memiliki fungsi khusus, yaitu sebagai bus data (D0-D7) dan bus alamat orde rendah (A0-A7) ketika mengakses memori eksternal secara 16 bit.

11. Pin 40

Merupakan masukan untuk V_{cc} . Mikrokontroler standar membutuhkan tegangan 5 Volt DC agar bisa dengan baik (standar TTL).

Display

Display yang dipakai disini ialah LCD dengan ukuran 2 baris dan 16 karakter [2]. LCD pada alat yang dirancang ini akan menampilkan *password*, dan lokasi alat. LCD akan langsung menerima data dari mikrokontroler.

Buzzer

Salah satu komponen elektronika yang biasa digunakan sebagai *alarm* adalah *buzzer*. *Buzzer* adalah suatu komponen elektronika yang berupa speaker kecil penghasil suara. Untuk menandakan alarm alat ini menggunakan *buzzer*. Komponen ini dipilih karena ukurannya yang kecil, mudah digunakan (hanya perlu untuk memberi tegangan, komponen ini tidak memerlukan komponen tambahan), murah dan sangat mudah didapat dipasaran.

Light Emitting Diode

LED (*light emitting diode*) adalah suatu semikonduktor yang memancarkan cahaya monokromatik yang tidak koheren ketika diberi tegangan maju. Pada saat diberi tegangan, elektron negatif dioda akan berpasangan dengan hole dari bagian positif sehingga akan terjadi pancaran energi dalam bentuk panas dan cahaya. Bahan yang biasa digunakan untuk LED adalah Galium Arsen Phospida (Ga-Asp) dan Galium Phospida (GaP), karena energi yang dipancarkan dalam bentuk energi foton atau cahaya [3].

LED yang dipilih dalam perancangan tugas akhir ini menggunakan LED yang berukuran diameter lima milimeter, jenis warna LED yang digunakan adalah LED warna hijau. LED tipe ini merupakan LED yang beredar di pasaran secara umum, mudah ditemui dimana saja, dan dengan harga yang relatif murah. LED mempunyai daerah kerja pada tegangan 1.8 V sampai dengan 2.1 V.

Solenoid

Solenoid yang dimaksudkan disini ialah solenoid yang tergabung dengan sebuah besi. Jika solenoid di berdirikan (dengan besi menghadap ke arah bawah), maka besi akan jatuh/keluar. Jika solenoid diberi tegangan, maka medan magnet akan aktif dan besi akan tertarik ke atas. Jika besi ini jatuh, maka dapat digunakan untuk mengunci pergerakan dari pengunci bahan bakar.

Solenoid yang digunakan adalah solenoid dengan tegangan sebesar 12 Volt Dc. Solenoid digunakan sebagai alat pengunci. Jika diberi tegangan solenoid akan menghasilkan medan magnet dan menarik besi. Jika tidak diberi tegangan, maka besi akan terlepas dan mengunci.

Keypad

Keypad adalah alat untuk memasukkan angka. *Keypad* berukuran 3 x 4 mempunyai 7 *output*. Setiap pin yang ditekan akan menghubungkan 2 buah pin. *Keypad* pada umumnya ditandai dengan angka 0 hingga angka 9, tanda bintang "*" dan tanda pagar "#".

HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS

Mikrokontroler

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah mikrokontroler dapat bekerja dengan baik. Pengujian akan dilakukan dengan menggunakan dua cara yaitu dengan tanpa program serta menggunakan multimeter digital untuk mengetahui setiap tegangan pada *output* dan dengan memasukkan program tertentu, yaitu *running* LED.

Pengujian pertama yaitu tanpa menggunakan program, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berapa tegangan *output* pada setiap kaki dari mikrokontroler. Pengujian ini menggunakan alat ukur voltmeter, kabel berwarna merah pada voltmeter akan dihubungkan pada setiap kaki pada mikrokontroler secara berurutan, sedangkan kabel berwarna hitam pada voltmeter akan dihubungkan ke ground. Pegujian dilakukan dengan menggunakan V_{cc} sebesar 5 Volt DC. Hasil pengujian mikrokontroler dapat dilihat pada Tabel 2.

Pengujian kedua dengan menggunakan *flash programmer* Atmel MCU ISP *software* dengan kabel ISP (*In system Programming*). Mikrokontroler akan terhubung ke delapan buah LED dengan menggunakan *project board*. Program *running* LED ini akan manghasilkan 2 buah LED yang menyala secara berurutan dan berjalan seperti pada Tabel 3.

■ Tabel 2. Hasil Pengujian Mikrokontroler Tanpa Program

Port	Output (Volt)	Port	Output (Volt)
0.0	0,01	1.0	4,97
0.1	0,03	1.1	4,96
0.2	0,01	1.2	4,97
0.3	0,03	1.3	4,97
0.4	0,03	1.4	4,98
0.5	0,04	1.5	4,96
0.6	0,03	1.6	4,97
0.7	0,03	1.7	4,99
2.0	4,97	3.0	4,99
2.1	4,98	3.1	4,98
2.2	4,97	3.2	4,97
2.3	4,97	3.3	4,96
2.4	4,98	3.4	4,97
2.5	4,96	3.5	4,97
2.6	4,97	3.6	4,97
2.7	4,96	3.7	4,98

■ Tabel 3. Hasil Tampilan LED pada *Project Board*

Periode	LED 1	LED 2	LED 3	LED 4	LED 5	LED 6	LED 7	LED 8
1	<i>ON</i>	<i>ON</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>
2	<i>off</i>	<i>ON</i>	<i>ON</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>
3	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>ON</i>	<i>ON</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>
4	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>ON</i>	<i>ON</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>
5	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>ON</i>	<i>ON</i>	<i>off</i>	<i>off</i>
6	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>ON</i>	<i>ON</i>	<i>off</i>
7	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>ON</i>	<i>ON</i>
8	<i>ON</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>off</i>	<i>ON</i>

Solenoid

Modul ini diuji dengan cara menghubungkan solenoid dengan *power supply*. Jika solenoid terhubung dengan *power supply*, maka medan magnet pada solenoid akan aktif dan mengangkat besi. Tegangan efektif untuk menjalankan solenoid adalah 12 Volt DC. Pada pengujian ini, solenoid akan diuji dengan tegangan dari 6 hingga 12 Volt DC. Hasil dari pengujian solenoid dapat dilihat pada Tabel 4 yang hasilnya “1” melambangkan solenoid bekerja dan “0” melambangkan solenoid tidak bekerja. Solenoid diuji dengan mengeluarkan besi dengan jarak kurang lebih 1,5 cm.

■ Tabel 4. Hasil pengujian solenoid

TEGANGAN (Volt)	HASIL
6	0
7	0
8	0
9	1
10	1
11	1
12	1

Keypad

Alat bantu yang digunakan untuk menguji modul *keypad* ini ialah ohmmeter. Ohmmeter akan menunjukkan apakah dua buah pin output tersambung atau tidak. *Keypad* yang akan diuji adalah *keypad* dengan ukuran 3 x 4 dengan 7 pin Output. Hasil dari output akan ditampilkan secara berurutan pada Tabel 5. Angka 1 pada *keypad* akan mengeluarkan output 1000001 yang berarti bahwa pin pertama dan pin terakhir tersambung. Hasil pengujian modul keypad dapat dilihat pada Tabel 5.

■ **Tabel 5.** Hasil Pengujian Modul *Keypad*

Tombol keypad yang Ditekan	Output
0	0001010
1	1000001
2	1000010
3	1000100
4	0100001
5	0100010
6	0100100
7	0010001
8	0010010
9	0010100
*	0001001
#	0001100

Photointerrupter

Pengujian modul *photointerrupter* dilakukan dengan menghubungkan *output* rangkaian dengan sebuah LED dan pengukuran tegangan *output* dari rangkaian menggunakan multimeter. Pengujian yang dilakukan adalah dengan memberi penghalang diantara pemancar dan penerima *photointerrupter* berupa besi, serta akan dilakukan pengukuran tegangan *output* dan melihat nyala LED yang dihasilkan. LED yang menyala mengindikasikan bahwa tegangan *output* adalah logika 1 atau mendekati tegangan Vcc (5 volt). Hasil Pengujian Modul *Photointerrupter* dapat dilihat pada Tabel 6.

■ **Tabel 6.** Hasil Pengujian Modul *Photointerrupter*

Pengukuran ke-	Dengan/tanpa penghalang	LED	Output (Volt)
1	Ada penghalang	Nyala	4,98
2	Ada penghalang	Nyala	4,99
3	Ada penghalang	Nyala	4,98
4	Tanpa penghalang	Tidak nyala	0,08
5	Tanpa penghalang	Tidak nyala	0,05

Pengujian dengan adanya penghalang dilakukan sebanyak tiga kali, jika hasil tegangan dirata-rata maka didapat tegangan sebesar 4,986 Volt dan ditandai dengan menyalnya LED. Sedangkan pengujian tanpa penghalang dilakukan sebanyak dua kali dengan hasil tegangan rata – rata sebesar 0,07 Volt.

Liquid Crystal Display (LCD)

Pengujian modul ini membutuhkan mikrokontroler sebagai sumber data. Mikrokontroler terlebih dahulu dimasukkan program untuk menampilkan tulisan pada LCD, setelah itu mikrokontroler disambungkan ke LCD. Program yang dimasukan adalah program untuk menampilkan Nama dan NIM dari penulis. Jika apa yang ditampilkan pada LCD sesuai dengan yang ditulis didalam program mikrokontroler, maka modul LCD ini dapat dikatakan bekerja dengan baik. Hasil pengujian modul LCD dapat dilihat pada Gambar 6.



■ **Gambar 6.** Hasil pengujian LCD

Buzzer

Pengujian modul ini dilakukan dengan memberikan input berupa high dan low pada rangkaian *buzzer* dan dilakukan pengamatan terhadap bunyi yang ditimbulkan. Hasil analisa dari pengujian ini dicatat pada Tabel 7.

■ **Tabel 7.** Hasil Pengujian Modul *Alarm*

Input	Bunyi Alarm
<i>High</i>	Tidak bunyi
<i>Low</i>	Bunyi
<i>High</i>	Tidak bunyi
<i>Low</i>	Bunyi

GPS

Modul ini akan diuji dengan cara menghubungkan modul ini dengan mikrokontroler dan LCD. Di dalam mikrokontroler sudah terdapat program untuk menampilkan data lintang dan bujur pada LCD. Kemudian modul-modul tersebut akan dibawa ke beberapa tempat untuk melihat bujur dan lintang dari setiap lokasi yang dikunjungi. Berikut ini adalah contoh dari bujur dan lintang dari suatu lokasi. "LATI" adalah lintang dan "LONG" adalah bujur. 0610,1432 pada LCD berarti 06° 10' 14,32" dan 10627,5006 pada LCD berarti 106° 47' 50.06" seperti terlihat pada Gambar 7.



■ Gambar 7. Bujur dan Lintang

Catu Daya

Pengujian catu daya dilakukan agar dapat diketahui apakah catu daya dapat memenuhi kebutuhan dari seluruh sistem. Terdapat 2 catu daya pada alat ini, yaitu catu daya 5 Volt dan 12 Volt. Kedua catu daya ini akan diuji dengan 3 buah cara. Pertama adalah tanpa menggunakan beban, kedua dengan memakai beberapa jenis beban (hambatan berupa resistor) dan yang terakhir ialah catu daya langsung dihubungkan dengan alat. Tegangan akan diukur dengan menggunakan multimeter digital. Hasil Pengujian Catu Daya 5 Volt dan 12 Volt dapat dilihat pada Tabel 8 dan Tabel 9, sedangkan hasil Pengujian Catu Daya 5 Volt dan 12 Volt dengan beban dapat dilihat pada Tabel 10 dan Tabel 11.

■ Tabel 8. Hasil Pengujian Catu Daya 5 Volt

Pengujian ke	Input Catu daya	Output tanpa beban	Besaran Beban	Output dengan beban
1	4,99	4,98	100	4,90
2	4,99	4,97	200	4,92
3	4,99	4,95	300	4,91
4	4,99	4,97	400	4,94
5	4,99	4,98	500	4,94

■ Tabel 9. Hasil Pengujian Catu Daya 12 Volt

Pengujian ke	Input Catu daya	Output tanpa beban	Besaran Beban	Output dengan beban
1	12,8	12,8	100	12,4
2	12,8	12,8	200	12,4
3	12,8	12,8	300	12,6
4	12,8	12,8	400	12,7
5	12,8	12,8	500	12,7

■ Tabel 10. Hasil Pengujian Catu Daya 5 Volt dengan beban

Pengujian ke	Input Catu daya	Output
1	4,99	4,94
2	4,99	4,95
3	4,99	4,94
4	4,99	4,96
5	4,99	4,95

■ Tabel 11. Hasil Pengujian Catu Daya 12 Volt dengan beban

Pengujian ke	Input Catu daya	Output
1	12,8	12,5
2	12,8	12,6
3	12,8	12,4
4	12,8	12,5
5	12,8	12,5

Pengujian dan Analisis Sistem Keseluruhan

Pengujian sistem keseluruhan bertujuan untuk mengetahui apakah alat yang dirancang dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian ini dilakukan dengan menggabungkan semua modul yang telah dirancang. Pengujian dilakukan pada 4 tempat, tempat pertama dianggap sebagai terminal pusat., tempat kedua sebagai SPBU pertama, tempat ketiga sebagai SPBU kedua dan tempat keempat sebagai lokasi perjalanan.

Pertama-tama alat akan diletakkan pada terminal pusat. Setelah itu alat dinyalakan dan GPS akan mencari sinyal. Setelah sinyal didapat, LCD akan menunjukkan lokasi, yaitu pada terminal pusat. Untuk melakukan pengisian bahan bakar, *password* harus dimasukkan. Setelah itu dilakukan penguncian.

Ketika sampai pada terminal pertama, *password* akan dimasukkan ke alat ini. Setelah itu penguncian akan terbuka. Hal yang sama dilakukan ketika sampai pada terminal kedua. *Password* yang berbeda dengan *password* pada terminal pertama akan dimasukkan dan penguncian akan terbuka.

Kemudian, untuk melihat fungsi dari *alarm*, alat akan dibawa ke lokasi keempat (yaitu lokasi yang tidak terdapat pada data didalam mikrokontroler). Lalu akan disimulasikan pembukaan secara paksa. Setelah itu dilihat apakah *alarm* akan berbunyi. Untuk mematikan *alarm*, dibutuhkan *password* khusus.

KESIMPULAN

Sistem ini mempunyai keunggulan dalam hal GPS dan *password*, karena dengan adanya kedua komponen tersebut, tingkat keamanan alat semakin tinggi dan alat tidak dapat dibuka pada sembarang tempat. Tujuan perancangan ini terpenuhi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H.Z. Abidin, *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*, Edisi Ketiga, Jakarta : P T Pradnya Paramita, 2007, bab. 2, hlm. 15.
- [2] R.S Sedha, *Applied Electronic* 1st ed, India: S. Chand & Company LTD, 2008, Chapter 13, pp277.
- [3] S. Salivahanan, N. S. Kumar, and A. Vallavaraj, *Electronic Devices and Circuits*, 2nd ed., New Delhi : McGraw-Hill, 2008, ch. 22, pp. 788.
- [4] A.V.Deshmukh, *Microcontrollers: Theory and Applications*, 3rd ed, New Delhi: Tata McGraw-Hill comp, 2005, Chapter 3, pp 88.
- [5] R. L. Boylestad and L. Nashelsky, *Electronic Devices and Circuit Theory*, 10th ed., New Jersey : Pearson Prentice Hall, 2009, ch. 15, pp. 790.