

MAKALAH SEMINAR TUGAS AKHIR

SISTEM TELEMETRI TINGGI MUKA AIR SUNGAI MENGGUNAKAN MODEM GSM BERBASIS MIKROKONTROLER AVR AT-MEGA 32

Purwatmo Kristiyanto^[1], Ir. Sudjadi, MT^[2], Iwan Setiawan, ST, MT^[2]
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang
Jln. Prof. Soedharto, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia
e-mail: phi_te03@yahoo.com

Abstrak - Suatu sistem peringatan dini banjir memerlukan kinerja dengan keandalan tinggi dan kemampuan operasi secara terus menerus. Sistem telemetri tinggi muka air sungai yang menjadi sub sistem didalamnya adalah salah satu bagian yang secara kontinyu melaporkan data tinggi permukaan aliran sungai. Keandalan yang tinggi dan kegagalan yang minimal sangat dibutuhkan pada sistem ini. Teknologi GSM memiliki ketercakupannya wilayah yang luas dan keandalannya dalam menyampaikan informasi, dipilih sebagai media transmisi data. Dengan memanfaatkan layanan SMS (*Short Message Service*) yang tersedia.

Modem GSM memiliki berbagai keunggulan diantaranya adalah keandalan yang tinggi dan telah mendukung mode teks. Modem GSM tidak memerlukan tombol On/Off, sehingga sistem secara otomatis dapat langsung hidup apabila terjadi reset atau kegagalan catu daya. Incremental Encoder didesain dengan keandalannya yang cukup baik, mampu melakukan fungsinya sebagai sensor putaran yang merupakan representasi dari ketinggian air terukur. Dengan tingkat akurasi dan kestabilan tinggi. Mikrokontroler AVR AT-Mega32 memiliki kapasitas memori yang luas sehingga pengembangan disisi firmware dapat lebih leluasa dilakukan.

Hasil dilapangan menunjukkan, sistem telemetri tinggi muka air dapat berkerja nonstop selama 24 jam perhari selama lebih dari 6 bulan, hal ini menunjukkan bahwa sistem telah cukup stabil dengan kondisi lapangan.

Kata kunci : SMS, Modem GSM, Rotary Incremental Encoder, Mikrokontroler

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Suatu sistem Peringatan Dini Banjir atau sering disebut sebagai Flood Early Warning System terdiri atas beberapa buah Agen Telemetri. Salah satunya adalah Agen Telemetri dengan kemampuan membaca dan mengirimkan tinggi suatu permukaan air sungai (Agen Tinggi Muka Air/TMA). Piranti ini memegang peranan yang sangat vital bagi sistem Early Warning. Peralatan ini akan secara kontinyu melaporkan data tinggi permukaan air sungai. Data tersebut diterima oleh sebuah pusat pemantau yang dapat menerima satu atau lebih Agen TMA.

Pada penelitian sebelumnya, konsep ini telah direalisasikan. Namun, masih memiliki berbagai macam kelemahan. Kelemahan tersebut menyangkut keandalan sistem. Hal tersebut dikarenakan, perangkat telemetri TMA menggunakan handphone yang memiliki keterbatasan dalam hal kestabilan operasi dan keandalannya. Padahal, sistem ini diharapkan harus dapat bekerja setiap saat, sehingga kegagalan pengiriman data tidak boleh terjadi.

1.2 Tujuan

Adapun tujuan dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah merancang dan membuat suatu sistem Telemetri tinggi muka air dengan SMS sebagai media pengirimnya.

1.3 Pembatasan Masalah

Sedangkan pembatasan masalah pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Sensor Tinggi Muka Air Menggunakan Rotary Encoder dengan sistem pelampung dan pemberat;
2. Modem GSM yang digunakan adalah *Wavecom* GSM Modem dengan mode text;
3. Media yang digunakan dalam pengiriman data adalah SMS (*Short Messages Service*), tidak membahas jaringan GSM;
4. Tidak membahas bagian penerima secara lebih terperinci;

II. DASAR TEORI

2.1 Sistem Telemetri dengan SMS

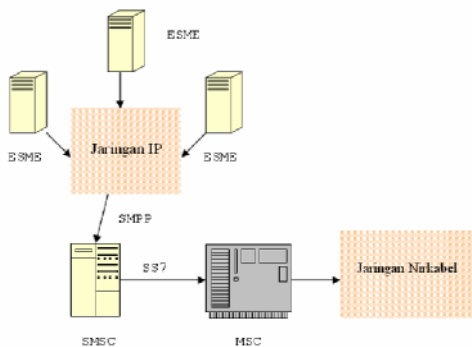
SMS merupakan layanan yang banyak diaplikasikan pada layanan komunikasi nirkabel. Data yang dikirimkan berbentuk alfanumerik. Yakni kode karakter teks ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*) yang dapat dibaca.

SMS pertama kali diperkenalkan di benua Eropa pada era tahun 1991 bersamaan dengan teknologi komunikasi tanpa kabel yaitu, *Global System for Mobile Communication* (GSM). Pengiriman SMS pertama kali dilakukan pada bulan Desember 1992 yang dilakukan dari sebuah PC (*Personal Computer*) ke telepon bergerak (*mobile*) dalam jaringan GSM milik Vodafone, Inggris. Dengan segera, perkembangannya merambah benua Amerika yang dipelopori oleh beberapa operator

[1] Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Diponegoro

[2] Dosen Teknik Elektro Universitas Diponegoro

komunikasi antara lain BellSouth Mobility, PrimeCo dan lain-lain. Kini cara mengirimkan SMS bervariasi, ada yang menggunakan AMPS, GSM, dan CDMA (*Code Division Multiple Acces*).



Gambar 1. Arsitektur dasar jaringan SMS

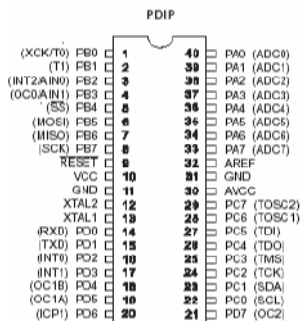
2.1.1 Perintah AT (*AT Command*)

AT diambil dari kata *Attention*, yang berarti perhatian. Yakni serangkaian perintah yang dikirimkan melalui komunikasi data serial yang tersedia, dengan awalan string 'AT' dan diakhiri dengan pengiriman <CR> (*Carriage Return*) dalam tabel ASCII merupakan pasangan kode <0x0D><0x0A> dalam heksa.

Hal ini didasarkan pada spesifikasi yang diberikan pada ITU-T versi 2.5. Hasil akhir dari perintah balasan string 'OK' dan 'ERROR'.

2.2 Mikrokontroler AVR AT– Mega32

AVR (*Alf and Vegard's Risc Processor*) merupakan seri mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus *clock*, berbeda dengan instruksi MCS51 yang membutuhkan 12 siklus *clock*. AVR mempunyai 32 register serbaguna, *Timer/Counter* fleksibel dengan mode *compare*, *interrupt* internal dan eksternal, serial UART, *programmable Watchdog Timer*, dan mode *power saving*. Beberapa di antaranya mempunyai ADC dan PWM internal. AVR juga memiliki fasilitas *In-System Programmable Flash on-chip* yang memungkinkan memori program dapat diprogram ulang saat sistem sedang bekerja.



Gambar 2. Susunan kaki mikrokontroler AT-Mega 32

Beberapa keistimewaan dari AVR AT-Mega 32 antara lain:

1. Sistem mikroprosesor 8 bit berbasis RISC dengan kecepatan maksimal 16 MHz.
2. Kemampuan memori *flash* 32 kBytes, internal SRAM sebesar 2048 byte, dan EEPROM

(*Electrically Erasable Programmable Read Only Memori*) sebesar 1024 byte.

3. ADC (*Analog to Digital Converter*) internal dengan resolusi 10 bit sebanyak 8 saluran.
4. Port komunikasi serial (USART) dengan kecepatan maksimal 2,5 Mbps.
5. Enam pilihan mode *sleep* menghemat penggunaan daya listrik.

2.3 Modem GSM Wavecom

Modem GSM *Wavecom* berfungsi sebagai bagian pengirim data. Modem GSM digunakan, karena dapat diakses menggunakan komunikasi data serial dengan baudrate yang dapat disesuaikan mulai dari 9600 sampai dengan 115200. Selain itu, modem GSM ini menggunakan catu daya DC 12 V dan tidak memerlukan tombol ON untuk mengaktifkannya, sehingga sangat cocok untuk digunakan pada sistem yang berjalan secara terus menerus. Berikut adalah gambar dari modem GSM *wavecom*.



Gambar 3. Modem GSM Wavecom

Spesifikasi modem GSM *Wavecom* adalah:

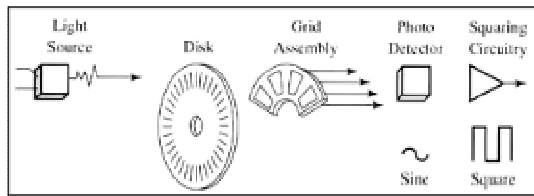
- Dual Band GSM/GPRS 900/1800 MHz;
- GSM/GPRS (cl. 10) Data, SMS, *Voice* dan Fax;
- Open AT: menanamkan program langsung pada modem;
- Keluaran daya maksimum: 2W untuk GSM 900/ 1W untuk GSM 1800
- Masukan tegangan : 5,5 volt s/d 32 volt;
- Antarmuka *SIMCard* 3volt;
- Dimensi : 73mm x 54,5mm x 25,5 mm;
- Bobot: 80g;
- Suhu operasi : -25 °C s/d 70 °C.

GSM Modem ini, menggunakan *ATCommand* standar, sebagai protokolnya. Yaitu Standad ETSI GSM 07.07.

2.4 Rotary Encoder

Enkoder adalah peralatan elektro mekanik yang dapat mengukur pergerakan atau posisi. Teknologi yang digunakan dalam membangun enkoder, bermacam – macam diantaranya adalah:

- Jalur konduktif : menggunakan serangkaian jalur tembaga pada PCB pada piringan enkoder untuk membangkitkan informasi putarannya. Eenkoder jenis ini sudah jarang digunakan.
- Optik: jenis ini menggunakan pancaran cahaya yang menembus/ memantul pada celah piringan dari bahan metal atau kaca. Teknologi ini paling banyak digunakan di pasaran.
- Magnet: potongan – potongan dari bahan bersifat magnet ditempatkan pada piringan, yang kemudian dideteksi menggunakan sensor effak Hall (*Hall-effect sensor*) atau sensor *magneto-resistive*.

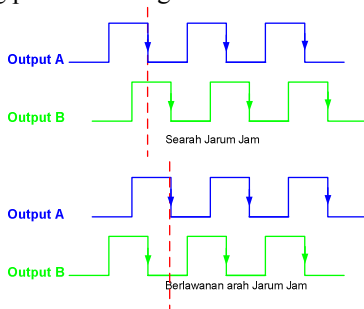


Gambar 4. Prinsip kerja Enkoder (jenis optis)

2.4.1 Incremental/Quadrature

Contoh pada gambar di atas adalah contoh enkoder jenis *incremental* dengan satu keluaran. Enkoder jenis ini hanya dapat mengukur kecepatan putaran tanpa mengetahui arahnya, biasa disebut sensor tachometer. Dengan penambahan sepasang *optocouple* (LED dan photodiode) pada fase yang berlawanan maka dapat diperoleh arah putaran.

Pada enkoder jenis ini, arah putaran diperoleh dari beda fase 2 buah rangkaian pulsa. Rangkaian pulsa pertama (pulsa A) dan rangkaian pulsa kedua (pulsa B). Terdapat pula sebuah pulsa ketiga (pulsa Z) yang berfungsi sebagai pulsa sinkronisasi, yang akan muncul sekali dalam satu putaran. Pulsa Z ini disebut pula pulsa perintah (*command pulse*) yang digunakan untuk menghitung putaran batang enkoder.



Gambar 5. Pulsa Keluaran Enkoder sesuai dengan arah putaran

Dengan mendeteksi 2 buah pulsa A dan pulsa B, maka dapat diketahui arah dan jumlah putaran yang telah ditempuh batang enkoder.

Berikut adalah gambar dari encoder yang digunakan.



Gambar 6. Autonics Rotari Incremental Encoder 100 P/R

Enkoder di atas adalah enkoder dengan resolusi 100P/R, yaitu dalam satu kali rotasi akan menghasilkan pulsa sebanyak 100 kali.

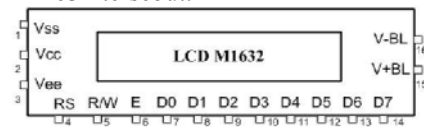
Ouput dari encoder ini selanjutnya, dihubungkan dengan pin interupsi dari mikrokontroler untuk dihitung pulsanya, yang merupakan representasi dari putaran piringan yang terhubung dengan pelampung. Sehingga dapat diketahui tinggi muka air.

2.5 LCD (Liquid Crystal Display) seri M1632

LCD M1632 adalah sebuah modul LCD *doTMAtrik* dengan konfigurasi 2 baril dengan 16 karakter

setiap barisnya. Dibentuk oleh 8 x5 pixel dengan 1 baris pixel terakhir adalah kursor).

Untuk keperluan antarmuka dengan perangkat lain (mikrokontroler misalnya), LCD M1632 menyediakan pin-pin yang secara paralel dapat diakses. Berikut adalah pin LCD M1632 tersebut:



Gambar 7. Konfigurasi Pin LCD M1632

III. PERANCANGAN SISTEM

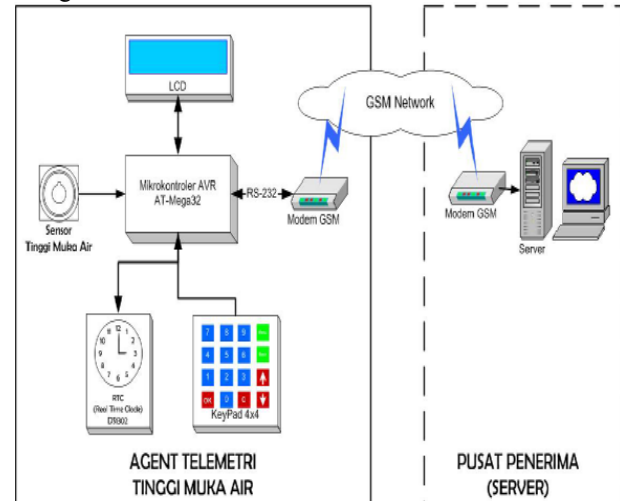
3.1 Gambaran Umum Sistem Telemetri Tinggi Muka Air

Sebagai bagian penting dari Sistem Peringatan Dini Banjir, perangkat Telemetri Tinggi Muka Air memiliki spesifikasi dan fitur yang cukup andal dalam menangani berbagai kemungkinan yang terjadi di lapangan. Termasuk juga di dalamnya adalah kemampuan kendali jarak jauh, penanganan format data, filtering, serta sistem resetnya baik secara manual maupun secara otomatis.

Sistem Telemetri Tinggi Muka Air (TMA), ditinjau dari perangkat keras terdiri dari dua bagian. Yaitu:

1. Agent Telemetri Tinggi Muka Air;
2. Pusat Penerima (*Server*).

Bagian – bagian di atas, dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 8. Blok Diagram Sistem Keseluruhan

Bagian pertama adalah Agent Telemetri Tinggi Muka Air yang berfungsi mengirimkan data hasil pencuplikan selama interval waktu tertentu ke bagian kedua yaitu sebuah pusat penerima (*server*).

Pusat penerima disebut server karena penerima ini berupa sebuah komputer yang secara terus menerus selalu siap menerima data dari agent. Selain itu, komputer pada sisi penerima terhubung ke internet dan melakukan update data pada web secara otomatis. Spesifikasi komputer ini juga merupakan spesifikasi untuk kelas server sehingga mampu beroperasi nonstop.

Pada bagian pusat penerima, terdapat program komputer yang dapat membaca pesan SMS dan

mengolahnya menjadi data tinggi muka air, disesuaikan dengan waktu pencuplikannya.

Pada Tugas Akhir ini, tidak dibahas secara mendetail mengenai Pusat penerima (server). Fokus utama Tugas Akhir ini adalah pada Agent Telemetri Tinggi Muka Air.

Berikut adalah perancangan mengenai spesifikasi dan kemampuan dari Agen Telemetri Tinggi Muka Air (Agen TMA).

1. Mendeteksi Keberadaan dan Status Modem GSM saat *booting*;
2. Sistem Reset : Jarak jauh dan otomatis;
3. Operasi Jarak Jauh: Tanggal, Jam, Interval Pengiriman , Kalibrasi Data, Pusat Penerima(server), Permintaan Data yang tersedia;
4. Timer Lampu Latar, untuk menghemat daya;
5. Operasi Manual dengan Keypad: Setting Tanggal, Jam, Kalibrasi Data, pengiriman data ke Server, No Server, Level Signal Modem GSM;
6. Tampilan Waktu, Data dan Status Operasi;
7. Pencuplikan data dengan Interval 5 menit, disimpan di SRAM, dengan default interval waktu pengiriman 60 menit.

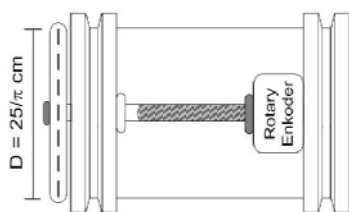
3.2 Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras/hardware pada Agent Telemetri Tinggi Muka Air ini terbagi menjadi 3 bagian yakni :

1. Sensor Tinggi muka air yang terdiri atas : Pelampung dan Pemberat, Piringan Penghubung, dan Rotari enkoder tipe Incremental;
2. Sistem Minimum AVR AT-Mega32. Terdiri atas : Mikrokontroler AVR AT-Mega 32, RTC DS1303, konverter RS 232, LCD M1632, Keypad 4x4,
3. Modem GSM *Wavecom*.

3.2.1 Perangkat Sensor

Sensor Tinggi Muka Air dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 9. Sensor Tinggi Muka Air

Gambar di atas adalah sensor Tinggi Muka Air. Bagian depan adalah sebuah piringan yang terbuat dari bahan acrylic dengan keliling 25 cm. Piringan ini dihubungkan dengan batang enkoder. Piringan dengan encoder adalah satu poros. Apabila piringan telah menempuh satu kali putaran, maka enkoder juga telah menempuh satu putaran. Sedangkan enkoder yang digunakan adalah enkoder tipe *incremental* dengan resolusi 100 P/R (100 *Pulse/Rotation*). Jadi, saat piringan telah menempuh jarak putar sejauh 25 cm, maka enkoder akan menghasilkan pulsa sebanyak 100 buah pulsa.

Agar dapat berfungsi sebagai sensor tinggi muka air, perangkat sensor ini harus dihubungkan dengan pelampung. Pelampung terbuat dari bahan plastik ringan

yang di dalamnya diisi dengan air. Tujuannya adalah supaya pelampung dapat mengapung pada permukaan air. Sehingga dapat mengikuti kenaikan dan penurunan permukaan air.

Pelampung dihubungkan pada piringan sensor menggunakan seutas tali nylon dengan salah satu ujungnya dikaitkan dengan sebuah pemberat. Tujuan dari pemberian pemberat ini adalah, supaya tidak terjadi slip dan tali tersebut dapat terkopel dengan kuat pada piringan sensor. Sehingga apabila pelampung mengalami kenaikan atau penurunan, piringan sensor akan ikut berputar sejauh kenaikan atau penurunan tersebut.

Keliling lingkaran yang digunakan adalah 25 cm, keliling ini dipilih karena menyesuaikan dengan resolusi rotari enkoder yang digunakan. Hal ini dimaksudkan agar diperoleh 1 cm perubahan tinggi muka air menghasilkan 4 buah pulsa. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jarak} &= 25 \text{ cm/Putaran} \\ \text{Resolusi enkoder} &= 100 \text{ pulsa/putaran} \\ \text{Pulsa/cm} &= \text{Keliling/Resolusi} \\ &= 100/25 \\ &= 4 \text{ pulsa/cm} \end{aligned}$$

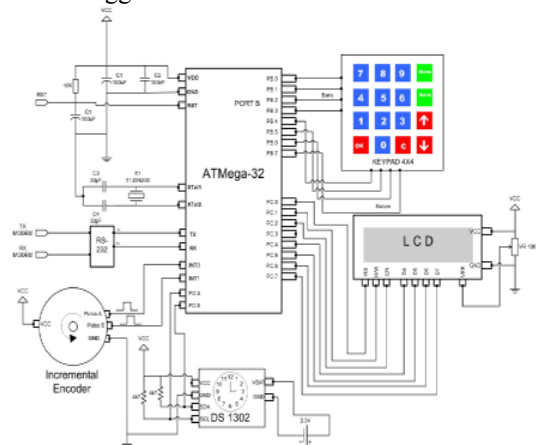
Pulsa yang dihasilkan ketika piringan menempung jarak sejauh 1 cm adalah sejumlah 4 pulsa. Atau dengan kata lain, 1 pulsa yang dihasilkan oleh rotary enkoder berarti perubahan jarak sensor adalah sebesar 0,25 cm.

3.2.2 Sistem Minimum

Pada sistem telemetri tinggi muka air, sistem minimum mikrokontroler memegang peranan penting, yakni sebagai rangkaian sentral yang mengatur kinerja sistem, bagian ini didesain untuk mampu mengakomodasi dan menangani setiap kejadian yang mungkin terjadi. Baik dalam pengelolaan/penajemen data, timing pengiriman hingga penanganan terhadap kegagalan proses.

Secara garis besar, rangkaian inti dari sistem minimum ini adalah sebuah chip mikrokontroler AT-Mega 32 lengkap dengan rangkaian pembangkit pulsa/oscillator. Berikut adalah skematik rangkaian sistem minimum mikrokontroler AVR AT-Mega32.

Berikut adalah skematik lengkap dari sistem minimum tinggi muka air.



Gambar 10. Skematik lengkap sistem telemetri tinggi muka air

Pada gambar di atas, keluaran sensor tinggi muka air dihubungkan dengan pin *interrupt* (INT0 dan INT1) dari mikrokontroler. Hal ini dikarenakan karakteristik

dari keluaran *rotary encoder* yang merupakan pulsa digital dengan keluaran pulsa yang bersifat tak terduga/sewaktu – waktu, maka proses pembacaan pulsa akan lebih mudah dan akurat jika menggunakan fasilitas interupsi yang disediakan oleh mikrokontroler.

Piranti lainnya seperti:

- Keypad 4x4 dihubungkan dengan PORTB mikrokontroler;
- Modul LCD dihubungkan dengan PORTC;
- RTC DS1302 dihubungkan dengan PORTD[4..5]
- Dan modem GSM dengan pin komunikasi data serial asinkron (Rxd dan Txd).

Sistem telemetri ini memerlukan catu daya searah dengan tegangan 5volt, yang diperoleh dari IC regulator LM7805.

3.3 Perancangan Perangkat Lunak

Mikrokontroler tidak akan dapat bekerja tanpa adanya *software*/perangkat lunak di dalamnya. *Software* ini sering disebut sebagai *firmware*. Yaitu suatu urutan perintah/instruksi yang harus dikerjakan oleh CPU, baik itu perhitungan aritmatika manajemen memori, maupun akses input/output.

3.3.1 Pembacaan Rotary Encoder

Untuk membaca pulsa enkoder, sistem interupsi diaktifkan pada mode *falling edge*(NGT, *Negative Going Transition*) Artinya, interupsi akan aktif ketika terjadi transisi dari high ke low (dari logika 1 ke logika 0). Sementara untuk menentukan arah putaran Output B dideteksi oleh PIND.3, logika 1 untuk searah jarum jam dan logika 0 untuk berlawanan arah jarum jam.

Dalam hal ini, disediakan sebuah *counter* / pencacah pulsa dimana nilai dari *counter* ini dapat bertambah dan dapat berkurang sesuai dengan arah putaran *encoder*.

Dari bentuk pulsa keluaran *encoder*, arah putaran ditandai dengan fase yang mendahului. Sebagai contoh, pulsa pada output A akan mendahului pulsa pada Output B jika putaran searah jarum jam. Demikian pula sebaliknya. Apabila putaran berlawanan dengan arah jarum jam, maka pulsa B akan mendahului pulsa A.

Sedangkan listing program dalam bahasa C untuk pembacaan rotary *encoder* adalah sebagai berikut:

```
interrupt [EXT_INT0] void ext_int0_isr (void) {
//Kejadian Interupsi 0
    if PIND.3==1 PulseInt++;
else
    if PIND.3==0 PulseInt--;
}
```

Variabel PulseInt berfungsi sebagai *counter* pulsa yang nilainya akan bertambah jika terjadi putaran berlawanan dengan arah jarum jam dan dikurangi jika putaran searah jarum jam. Dengan asumsi, kenaikan tinggi muka air terjadi ketika putaran piringan berlawanan arah jarum jam.

Nilai hasil penjumlahan atau pengurangan pada counter PulseInt harus terlebih dahulu diubah menjadi jarak dengan fungsi berikut :

```
#define PulseEncoder 100 //Jumlah Pulsa
#define Circle 25 //KL Lingkaran cm
#define Resolution 1 //Ketelitian cm
```

```
int Pulse2MA(long int dPulsa) {
return((dPulsa/(PulseEncoder*Resolution))*
Circle);
}
long int MA2Pulse(int dMA) {
return(((long int)dMA*PulseEncoder/Circle)
/Resolution);
}
```

3.3.2 Perancangan Format data SMS

Sistem telemetri ini, dirancang untuk mengirimkan paket data sesuai dengan Interval waktu pengiriman. Sebagai contoh, untuk pengiriman dengan interval waktu 60 menit, maka dalam paket data terdapat 12 data dengan interval waktu cuplik 5 menit.

Sedangkan dalam paket data SMS, terdapat beberapa header dan data dengan format sebagai berikut: <Agent>,<Jam>,<Tanggal>,<nData>,<data[i]>,<TKirim >

Sebagai contoh, untuk data pada tanggal 16 juni 2008, pada pukul 07.00 dengan interval waktu pengiriman 60 menit, dengan data adalah sebagai berikut: 100,122,140,150,145,150,160,165,160,165,162,170

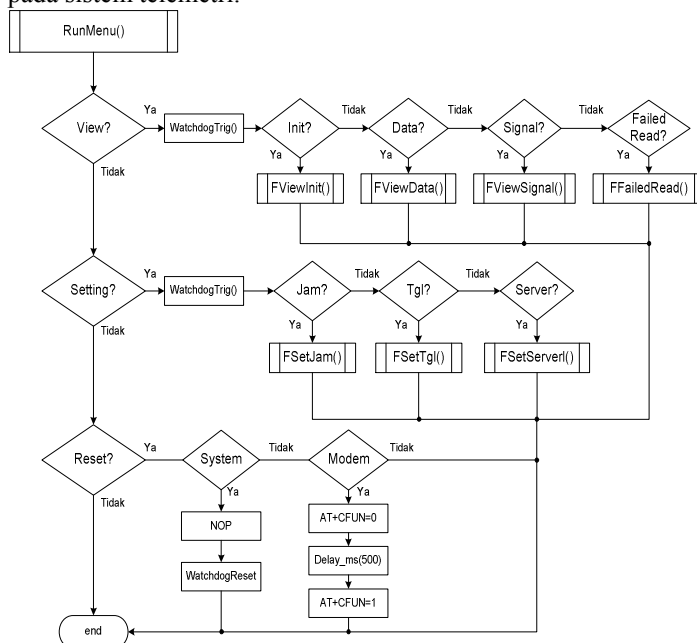
adalah sebagai berikut: LevelAir,070000,160608,12,100,122,140,150,145,150,160,165,160,165,162,170.60

Dengan SMS Perintah ini, pengaturan dapat dilakukan untuk mengatur berbagai setting pada agent telemetri. Diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Pengaturan Jam : SetJ, hh:mm:ss
2. Pengaturan Tanggal: SetT, dd/mm/yy
3. Pengaturan Interval Waktu Pengiriman: SetK, <tKirim>
4. Pengaturan Nomor Pusat Penerima: SetServer
5. Meminta data saat ini: GetData
6. Kalibrasi Jarak Jauh: SetC, <TMA>

3.3.3 AlgoriTMA Sistem Keseluruhan

Berikut ini adalah diagram alir program utama pada sistem telemetri.



Gambar 11. Flowchart sistem telemetri tinggi muka air.

dapat menyimpan nilai sesuai dengan yang diberikan kemudian mengirimkannya sesuai dengan format data SMS yang telah dirancang.

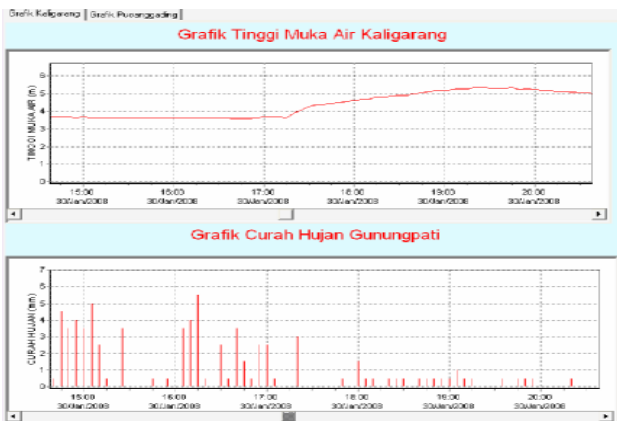
2. Untuk data dengan nilai maksimal (4-digit) masih dapat ditampung, hal ini ditunjukkan dengan jumlah maksimal karakter yang dibentuk apabila data maksimal (4-digit) adalah sebanyak 146 karakter. Sehingga hanya diperlukan 1 kali pengiriman SMS.
3. Tanggal dan Waktu kirim telah sesuai dengan tanggal dan waktu pada Agent.

Dengan demikian agent telah dapat mengirimkan data sesuai dengan alamat memori penyimpanan data TMA dengan benar.

4.4 Hasil Uji Coba Di Lapangan

Saat ini, telah terpasang di lapangan beberapa buah alat telemetri tinggi muka air: 2 unit di kota Semarang, 3 unit di Provinsi Sulawesi Tenggara, dan 1 unit terpasang di Solo. Untuk TMA di kota Semarang telah terpasang sejak akhir Desember 2007 dan hingga sekarang masih terus beroperasi.

Di Semarang, alat ini digunakan untuk memantau tinggi muka air sungai Kaligarang dan sungai Pucanggading, yang merupakan satu sistem Peringatan dini Banjir. Berikut adalah hasil data yang terekam saat kejadian banjir di sungai Kaligarang



Gambar 13. Hasil pencatatan secara real time curah hujan dan tinggi muka air Kali Garang tanggal 30 Januari 2008

Dari grafik di atas, dapat di amati bahwa tinggi muka air Kaligarang dipengaruhi oleh curah hujan dari Gunungpati yang merupakan daerah hulu sungai kaligarang. Pengamatan waktu dilapangan juga menunjukkan terjadinya banjir pada waktu tersebut di atas.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian pada bab sebelumnya diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Konsumsi daya yang diperlukan sistem sebesar 144 mW dan dapat dilakukan penghematan hingga 96 mW dengan mematikan *backlight* LCD;
2. Jumlah maksimal data tinggi muka air yang dapat disisipkan dalam SMS adalah sebanyak 24 buah

data TMA, dengan maksimal data SMS sebanyak 146 karakter pada interval waktu 2 jam;

3. Sistem dapat melakukan pengukuran TMA dengan data maksimal sebesar 9999 pulsa (2499,75 cm) dengan resolusi maksimal sebesar 0,25 cm pada interval waktu 2 jam;
4. Diperlukan waktu minimal 1,5 detik untuk melakukan *list* dan *read* SMS;
5. Diperlukan waktu minimal 9 detik untuk melakukan pengiriman SMS data tinggi muka air;
6. Sistem mampu menanggulangi gangguan yang disebabkan oleh sms *broadcast*;
7. SMS Perintah yang sama hanya akan direspon sekali (perintah terakhir);
8. Tinggi muka air sungai Kaligarang memiliki batas bawah 360 cm dan batas atas 536 cm.

5.2 Saran

1. Sistem telemetri tinggi muka air, dapat lebih dikembangkan menjadi sistem telemetri universal;
2. Untuk kelangsungan sistem, sebaiknya menggunakan layanan kartu pasca bayar;
3. Untuk mengantisipasi gagalnya pengiriman data yang disebabkan oleh faktor layanan jaringan, dapat dilengkapi dengan sistem loger untuk menyimpan data dalam jangka waktu yang lebih lama (1 bulan atau lebih);
4. Untuk menghemat biaya operasional, sistem dapat dikembangkan menggunakan layanan GPRS (*General Packet Radio Service*) atau fax data.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kadir, Abdul, "Pemrograman C++", Andi Offset, Yogyakarta, 2001.
- [2] Loebis, J., Soewarno, dan Supriyadi, *Hidrologi Sungai*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta, 1993.
- [3] Malvino, Albert Paul, Ph.D. & Donald P. Leach, Ph.D. "Prinsip – Prinsip Elektronika", Erlangga, Jakarta, 1996.
- [4] Rozidi, R.I., "Membuat Sendiri SMS Gateway Berbasis Protokol SMPP", Andi, Yogyakarta, 2004.
- [5] Tharom, Tabratas, "Mengenal Teknologi Informasi", Elex Media Komputindo, Jakarta 2002.
- [6] Tim Penelitian dan Pengembangan Wahana Komputer, "Pengembangan Aplikasi Sistem Informasi Akademik Berbasis SMS dengan Java", Penerbit Salemba Infotek, Jakarta, 2005.
- [7] Tocci, Ronald J., "Digital systems Principles and Applications", Fifth Edition, Prentice Hall International Inc., New Jersey, 1991.
- [8] Wasito S., "Vademekum Elektronika", PT. Gramedia, Jakarta, 1985.
- [9] Wasito, "Pelajaran Elektronika Teknik Transmisi", Departemen P & K, 1982
- [10], "LCD Module M1632 : User Manual", Seiko Instrument Inc., Japan, 1987.
- [11], <http://www.alldatasheet.com>
- [12], <http://www.atmel.com/AVR/AT-Mega32.pdf>

BIOGARFI



Purwatmo Kristiyanto -
L2F003530 dilahirkan di Sragen,
10 April 1985. Menempuh
pendidikan di SDN 1 Gondang
lulus tahun 1997, kemudian
melanjutkan ke SLTP Negeri 2
Sragen lulus pada tahun 2000,

kemudian melanjutkan ke SMU Negeri 1 Sragen lulus
tahun 2003, dan sampai saat ini sedang menjalani studi
S1 di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Diponegoro Konsentrasi Kontrol.

Semarang, Juli 2008

Menyetujui dan mengesahkan

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Ir. Sudjadi, MT
NIP. 131 558 567

Iwan Setiawan, ST, MT
NIP. 132 283 183

Tanggal: _____

Tanggal: _____