

SISTEM PERINGATAN DINI MELUAPNYA AIR SUNGAI MENGGUNAKAN SMS GATEWAY DAN MIKROKONTROLER ATMEGA8535

Ragiel Satria, Ragil Saputra, Helmie Arif Wibawa

Universitas Diponegoro Semarang

ragielsatria@gmail.com, ragil.saputra@undip.ac.id, helmie.arif@gmail.com

Abstrak

Peringatan dini bencana banjir menjadi tugas yang melekat pada Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD). Secara umum peringatan dini bencana banjir dilakukan berdasarkan tingginya curah hujan di atas rata – rata yang berlangsung beberapa hari dan kenaikan muka air sungai yang melebihi batas. Dalam pemantauan kenaikan muka air sungai, BPBD masih melakukan pemantauan secara terjadwal di lokasi. Cara tersebut masih dirasa kurang efektif, efisien, dan merepotkan karena harus memantau secara langsung di lokasi secara berkala. Maka dari itu dikembangkan Sistem Peringatan Dini Meluapnya Air Sungai Menggunakan SMS Gateway dan Mikrokontroler ATMEGA8535 untuk mengatasi permasalahan tersebut. Sistem ini dikembangkan menggunakan *Unified Process* yang termasuk dalam paradigma pengembangan perangkat lunak berorientasi objek. Sistem ini diimplementasikan dengan menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic .Net, mCore SMS Library untuk mengelola sms, Pegazux Controls untuk menampilkan peta dari Google, dan SQL Server sebagai DBMS-nya. Sistem ini juga dilengkapi dengan sensor yang di dalamnya menggunakan Mikrokontroler ATMEGA8535. Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode *black box*, yaitu pengujian yang menguji fungsionalitas dari perangkat lunak tanpa harus mengetahui struktur internal program. Sistem ini dapat membantu BPBD dalam memantau dan mencatat perubahan ketinggian muka air sungai.

Kata kunci : Peringatan dini bencana banjir, *Unified Process*, Berorientasi Objek, Mikrokontroler

1. PENDAHULUAN

Menurut UU No. 24 tahun 2007, bencana merupakan peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh factor alam dan atau faktor non alam maupun factor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis.

Bencana sering kali meresahkan masyarakat dan banyak merugikan masyarakat dan pemerintah. Karena banyaknya bencana yang terjadi di Indonesia, maka pemerintah membentuk suatu instansi yang khusus untuk menangani tentang permasalahan bencana yang terjadi di Indonesia. Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) mempunyai fungsi untuk memberikan pelayanan yang lebih optimal kepada masyarakat di dalam penanggulangan bencana yang dilakukan pada saat pra bencana, saat tanggap darurat, dan pasca bencana. BPBD didirikan khusus untuk menangani bencana yang terjadi di daerah – daerah Indonesia.

Banjir adalah suatu keadaan dimana suatu daerah dalam keadaan tergenang oleh air dalam jumlah yang besar. Bencana banjir melanda

Indonesia hampir disetiap musim penghujan. Kejadian bencana banjir tersebut sangat dipengaruhi oleh faktor alam berupa curah hujan yang diatas normal dan adanya pasang naik air laut.

Dalam menangani bencana banjir, BPBD sudah memiliki teknologi yang menunjang dalam kinerjanya dan mempermudah dalam mengamati kondisi daerah – daerah yang sering mengalami bencana banjir. Teknologi yang dipakai ini juga mempermudah BPBD dalam penyampaian informasi dalam peringatan dini bencana banjir yang akan terjadi. Namun tidak semua BPBD memiliki teknologi ini. Ada juga yang masih mengamati secara langsung daerah – daerah yang berpotensi mengalami bencana banjir. Selain itu juga, teknologi yang digunakan BPBD saat ini masih kurang efisien dalam penyampaian informasi di setiap daerah – daerah. Mengingat pentingnya penyampaian informasi saat tanggap darurat mengenai bencana banjir, penyampaian yang telambat akan berakibat lambatnya persiapan masyarakat dalam menghadapi bencana banjir yang akan terjadi. Oleh karena itu diperlukan suatu sistem yang dapat membantu Badan Penanggulangan Bencana Daerah dalam melaksanakan fungsinya.

Agar dapat memberikan peringatan dini akan adanya bencana banjir, diperlukan suatu sistem yang dapat mendeteksi terjadinya perubahan ketinggian air sungai. Kemampuan dasar dari sensor adalah untuk mendeteksi adanya perubahan lingkungan fisik maupun kimia. Sensor itulah yang akan mendeteksi perubahan ketinggian air sungai. Agar sensor dapat mendeteksi perubahan ketinggian air sungai, maka sensor harus dilengkapi dengan mikrokontroler. Mikrokontroler adalah suatu *Central Processing Unit* (CPU) atau juga disebut mikrokomputer yang terintegrasi dalam sebuah *single chip* (IC). CPU (Central Processing Unit) terdiri dari tiga bagian, yaitu unit pengendali, unit aritmatika dan logika. Unit pengendali untuk mengatur urutan operasi seluruh sistem pada saat pengambilan, pengkodean dan melaksanakan urutan instruksi sebuah program yang tersimpan dalam memori.

Selain itu diperlukan juga suatu sistem yang dapat menyampaikan informasi mengenai kejadian tersebut dengan cepat dan efisien. *Short Message Service* (SMS) merupakan layanan yang memungkinkan dilakukan pengiriman pesan dalam bentuk *alphanumeric* antara terminal dengan terminal lainnya [7]. Dengan SMS dapat dilakukan penyampaian suatu informasi dengan mudah, cepat, dan murah. Untuk menampilkan informasi secara visual diperlukan suatu peta yang dapat menampilkan lokasi sensor. Google Map merupakan API yang disediakan oleh perusahaan Google untuk menampilkan peta dan menampilkan koordinat.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. SMS Gateway

SMS (*Short Message Service*) merupakan layanan yang memungkinkan melakukan pertukaran pesan pendek dalam bentuk *alphanumeric* dari satu terminal ke terminal lain melalui jaringan telekomunikasi tanpa kabel [7].

SMS Gateway merupakan sebuah jembatan yang menghubungkan antara jaringan SMS dengan sistem atau aplikasi yang memanfaatkan teknologi SMS. Dengan menggunakan SMS gateway maka aplikasi tersebut leluasa menggunakan SMS sebagai media penyampaian informasi baik sebagai *input* maupun *output* system.

Fitur – fitur yang biasa terdapat pada aplikasi SMS gateway adalah : [9]

1. Auto Reply

SMS gateway secara otomatis akan membalas SMS yang masuk. Contohnya untuk keperluan permintaan informasi tertentu (misalnya kurs

mata uang atau jadwal perlanan), di mana pengirim mengirimkan SMS dengan format tertentu yang dikenali oleh aplikasi, kemudian aplikasi dapat memberikan balasan secara otomatis berisi informasi yang dibutuhkan.

2. SMS Broadcast

SMS Broadcast bertujuan untuk mengirimkan SMS ke banyak tujuan sekaligus. Misalnya, untuk informasi produk terbaru kepada pelanggan.

3. Pengiriman Terjadwal

Sebuah SMS dapat diatur untuk dikirimkan ke tujuan secara otomatis pada waktu-waktu tertentu.

2.2. Mikrokontroler ATMEGA8535

Mikrokontroler dapat dianalogikan dengan sebuah sistem komputer yang dikemas dalam sebuah chip. Artinya bahwa di dalam sebuah IC mikrokontroler sebetulnya sudah terdapat kebutuhan minimal agar mikroprosesor dapat bekerja, yaitu meliputi mikroprosesor, ROM, RAM, I/O dan *clock* seperti halnya yang dimiliki oleh sebuah komputer PC. Mengingat kemasannya yang hanya berupa sebuah chip dengan ukuran yang relatif kecil tentu saja spesifikasi dan kemampuan yang dimiliki oleh mikrokontroler menjadi lebih rendah bila dibandingkan dengan sistem komputer seperti PC baik dilihat dari segi kecepatannya, kapasitas memori maupun fitur – fitur yang dimilikinya. Meskipun dari kemampuan lebih rendah, tetapi mikrokontroler memiliki kelebihan yang tidak bisa diperoleh pada sistem komputer yaitu dengan kemasannya yang kecil dan kompak membuat mikrokontroler menjadi lebih fleksibel dan praktis digunakan terutama pada sistem – sistem yang relatif tidak terlalu kompleks atau tidak membutuhkan beban komputasi yang tinggi. [2]

Mikrokontroler ATMEGA8535 memiliki fitur yang cukup lengkap. Mulai dari kapasitas memori program dan memori data yang cukup besar, interupsi, *timer / counter*, PWM, USART, TWI, analog comparator, EEPROM internal dan juga ADC internal semuanya ada dalam ATMEGA8535. [2]

Berikut adalah beberapa fitur yang dimiliki oleh ATMEGA8535 : [2]

- 130 intruksi, yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus *clock*.
- 32 x 8-bit register serba guna.
- Kecepatan mencapai 16 MIPS dengan *clock* 16 MHz.
- 8 Kbyte *Flash Memori*, yang memiliki fasilitas *In-System Programming*.
- 512 Byte internal EEPROM.

- f) 512 Byte SRAM
- g) *Programing Lock*, fasilitas untuk mengamankan kode program.
- h) 2 buah *timer / counter* 8-bit dan 1 buah *timer / counter* 16-bit.
- i) 4 *channel* output PWM.
- j) 8 *channel* ADC 10-bit.
- k) Serial USART.
- l) Master/Slave SPI serial interface.
- m) Serial TWI atau I2C.
- n) *On-Chip Analog Comparator*.

2.3. Konsep Object Oriented (Berorientasi Objek)

Berorientasi objek atau *object oriented* merupakan paradigma baru dalam rekayasa perangkat lunak yang memandang sistem sebagai kumpulan objek – objek diskrit yang saling berinteraksi.[11]

Konsep OO memiliki tiga karakteristik yang membuat konsep ini unik, yaitu :

- 1) *Encapsulation*
Encapsulation atau pengkapsulan adalah pengemasan data (*attribute*) dan fungsionalitas (*method*) dalam objek. Pengkapsulan merupakan upaya penyembunyian informasi sehingga tidak dapat diakses secara langsung oleh pihak di luar objek.
- 2) *Inheritance*
Inheritance atau pewarisan adalah karakteristik dalam OO yang memungkinkan sifat-sifat, baik *attribute* maupun *method*, dari suatu *superclass* diturunkan ke *class* lain yang disebut *subclass*.
- 3) *Polymorphism*
Polymorphism adalah karakteristik dalam konsep OO yang menyatakan sesuatu nama yang sama dapat memiliki berbagai bentuk dan perilaku yang berbeda. [8]

2.4. Unified Process

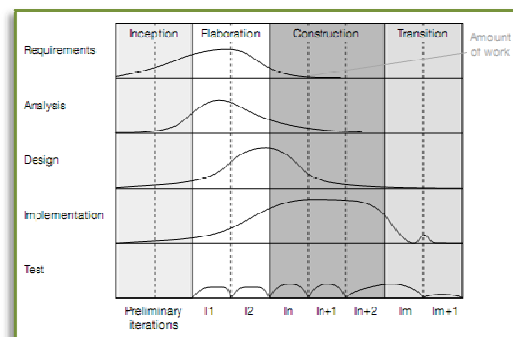
Unified Process merupakan salah satu *software development process* yang telah mendukung konsep berorientasi objek. *Unified Process* menggunakan UML sebagai notasi dalam menggambarkan proses pengembangan perangkat lunak.

Hubungan fase dengan *workflow* dalam *Unified Process* dapat dilihat pada gambar 2.1.

Penjelasan tiap-tiap fase dalam *Unified Process* adalah sebagai berikut : [5]

- 1) *Inception*
Inception mendefinisikan lingkup *project* dan mengembangkan *business case* untuk sistem.

- 2) *Elaboration*
Aktivitas yang dilakukan pada fase ini adalah melengkapi *requirement*, baik fungsional maupun nonfungsional serta melakukan analisis dan *design*.
- 3) *Construction*
Construction merupakan fase pembangunan sistem.
- 4) *Transition*
Transition merupakan peralihan produk ke lingkungan *user* (*beta release*).



Gambar 2.1. Hubungan Fase dengan *Workflow* dalam *Unified Process*

Dimensi vertikal *Unified Process* terdiri atas lima *workflow*. Penjelasan tiap-tiap *workflow* tersebut adalah sebagai berikut : [5]

- 1) *Requirement*
Tujuan dari *requirement* adalah untuk menemukan dan mencapai persetujuan mengenai apa yang harus dilakukan sistem yang diungkapkan dalam bahasa *user* [1].
- 2) *Analysis*
Analisis bertujuan untuk menerjemahkan *requirement* ke dalam bahasa *developer* dan mengidentifikasi elemen atau entitas utama dari sistem yang diperlukan untuk memenuhi *userrequirement* [4].
- 3) *Design*
Design berusaha untuk menspesifikasikan secara penuh bagaimana fungsionalitas akan diimplementasikan dengan menggunakan model yang telah dihasilkan dari *workflow* analisis. *Database design* yang akan digunakan sebagai tempat penyimpanan data juga dibuat pada tahap ini. *Database* yang digunakan dalam pengembangan sistem ini adalah *relational database*. *Relational database design* merupakan *mapping* kedalam *relational table* dari setiap *class* dalam *class diagram* yang bersifat *persistent*.

- 4) *Implementation*
Implementation bertujuan untuk mentransformasikan *design model* ke dalam *executable code*. *Source code* program dibuat pada *workflow* ini.
- 5) *Test* (Pengujian)
 Tujuan dari pengujian adalah untuk memastikan bahwa sistem dapat menyediakan fungsionalitas yang diperlukan. Pengujian yang dilakukan hanya pengujian secara *black box*, yaitu menguji fungsionalitas dari perangkat lunak, tanpa harus mengetahui struktur internal program [8].

2.5. Unified Modelling Language

Unified Modeling Language (UML) adalah bahasa pemodelan visual yang digunakan untuk menentukan, menggambarkan, membangun dan mendokumentasikan artefak dari suatu perangkat lunak [3]. UML menangkap keputusan dan pemahaman mengenai sistem yang akan dibangun. UML dapat digunakan pada semua metode pengembangan, tahap daur hidup, domain aplikasi dan media. UML saat ini banyak digunakan untuk mendukung proses pengembangan perangkat lunak berorientasi objek. [10]

Di dalam UML terdapat 3 kosakata yang meliputi 3 jenis *building blocks*, yaitu :

- 1) *Things*
- 2) *Relationships*
- 3) *Diagrams*

Things merupakan abstraksi paling utama dalam UML. Terdapat 4 jenis *things* dalam UML, yaitu : *Structural things*, *Behavioral things*, *Grouping things*, *Annotational things*.

- 1) *Structural things*
- 2) *Behavioral things*
- 3) *Grouping things*
- 4) *Annotational things*

Relationship merupakan bagian dari UML yang berfungsi sebagai penghubung antar-*things*. Terdapat empat jenis *relationship*, yaitu : *dependency*, *association*, *generalization*, *realization*.

Diagram merupakan visualisasi grafis yang terdiri atas *things* dan *relationship*. Diagram digunakan untuk memproyeksikan suatu sistem yang akan dibangun. Pada UML versi 2 terdapat 13 diagram, beberapa contoh yang nantinya digunakan dalam proses pengembangan sistem adalah sebagai berikut :

- 1) *Use case diagram*
- 2) *Class diagram*
- 3) *Sequence diagram*
- 4) *Activity diagram*

3. PEMBAHASAN

3.1. Analisis dan Desain Sistem

Daftar aktor yang berinteraksi dengan sistem yang dikembangkan dapat dilihat pada tabel 3.1.

Use case merupakan deskripsi urutan aksi yang dijalankan sistem untuk menghasilkan nilai bagi *user*. Terdapat 7 *use case* dalam pengembangan perangkat lunak Sistem Peringatan Dini Meluapnya Air Sungai Menggunakan SMS Gateway dan Mikrokontroler ATMEGA8535. Penjelasan masing-masing *use case* Sistem Peringatan Dini Meluapnya Air Sungai Menggunakan SMS Gateway dan Mikrokontroler ATMEGA8535 ditunjukkan pada tabel 3.1.

Berdasarkan daftar aktor dan daftar *use case* yang terdapat pada tabel 3.1 dan tabel 3.2, dapat disusun *use case diagram* yang dapat dilihat pada gambar 3.1.

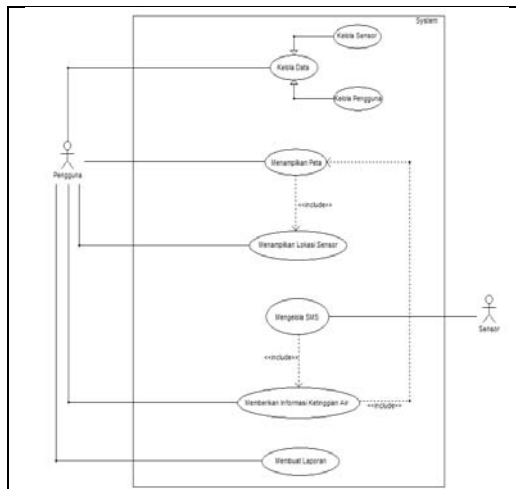
Tabel 3.1. Daftar Aktor

No.	Aktor	Deskripsi
1.	Pengguna	Merupakan pengguna yang diberi otoritas penuh kepada sistem.
2.	Sensor	Merupakan sensor pendeteksi perubahan ketinggian air yang di dalamnya dilengkapi dengan mikrokontroler ATMEGA8535.

Tabel 3.2. Daftar *use case*

No.	Use case	Deskripsi
1.	Kelola sensor	Pengguna mengelola data sensor. Pengelolaan data yang dapat dilakukan meliputi penambahan, pengubahan dan penghapusan data
2.	Kelola pengguna	Pengguna mengelola data pengguna. Pengelolaan data yang dapat dilakukan meliputi penambahan, pengubahan dan penghapusan data
3.	Menampilkan peta	Pengguna dapat melihat peta yang ditampilkan oleh sistem.
4.	Menampilkan lokasi sensor	Pengguna menampilkan lokasi sensor di dalam

No.	Use case	Deskripsi
		peta
5.	Mengelola SMS	Sistem dapat menerima sms level ketinggian yang dikirimkan oleh sensor dan mengirim sms informasi sensor beserta ketinggian air ke pengguna.
6.	Memberikan Informasi ketinggian air	Sistem mampu memberikan informasi perubahan ketinggian air.
7.	Menampilkan laporan	Pengguna dapat melihat laporan <i>history</i> perubahan ketinggian air.



Gambar 3.1. Use case diagram

3.2.Implementasi

Sistem Peringatan Dini Meluapnya Air Sungai Menggunakan SMS Gateway dan Mikrokontroler ATMEGA8535 diimplementasikan dalam bentuk sebuah perangkat lunak berbasis desktop dan dibangun menggunakan bahasa pemrograman *Visual Basic*. Sistem dikembangkan menggunakan metode *unified proces*.

Tampilan utama sistem terdiri dari :

1. Kelola Sensor : memiliki empat tombol yang berguna untuk mengubah, menghapus, menyimpan, dan mengulang masukan yang sudah diisikan.
2. Kelola Pengguna : memiliki empat tombol yang berguna untuk mengubah, menghapus,

menyimpan, dan mengulang masukan yang sudah diisikan.

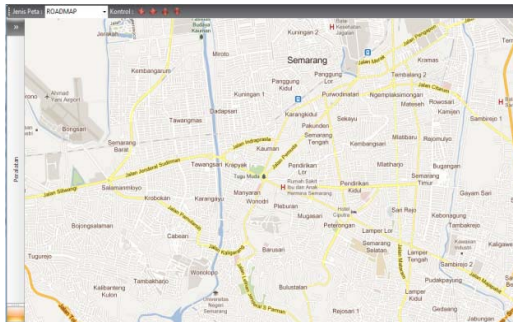
3. Menampilkan peta : peta yang ditampilkan pada form ini akan mengambil peta dari Google
4. Membuat Laporan : berfungsi untuk memberikan informasi perubahan ketinggian air yang pernah terjadi.

ID	No. HP Sensor	Lat
1	+6285640498933	-6,982232340591321
2	+628568772639	-6,989729366507002

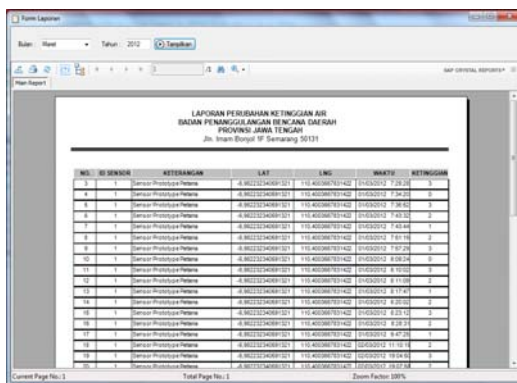
Gambar 3.2. Tampilan Form Kelola Sensor.

ID	Nama Pengguna	No. HP
1	Ragiel Satria	+6285640498933

Gambar 3.3. Tampilan Form Kelola Pengguna



Gambar 3.4. Tampilan Form Menampilkan Peta.



Gambar 3.5. Tampilan Form Membuat Laporan.

3.3. Pengujian

Pengujian Sistem Peringatan Dini Meluapnya Air Sungai Menggunakan SMS Gateway dan Mikrokontroler ATMEGA8535 ini dilakukan dengan metode *black box*. Pengujian *black box* diterima jika fitur-fitur yang ada pada perangkat lunak memenuhi spesifikasi kebutuhan sistem atau *use case* yang telah diidentifikasi sebelumnya.

Rencana pengujian dari Sistem Peringatan Dini Meluapnya Air Sungai Menggunakan SMS Gateway dan Mikrokontroler ATMEGA8535 ini ditunjukkan pada tabel 3.3.

Tabel 3.3. Rencana Pengujian

No	Use Case	Pengujian	Jenis Pengujian	Identifikasi Pengujian
1.	Kelola Sensor	Skenario Utama (1-4)	Black Box	U-1-01
		Skenario Utama (5-6)	Black Box	U-1-02
		Skenario	Black Box	U-1-

Tabel 3.3. Rencana Pengujian

No	Use Case	Pengujian	Jenis Pengujian	Identifikasi Pengujian
2.	Kelola Pengguna	Utama (7-8)		03
		Skenario Alternatif	Black Box	U-1-04
		Skenario Utama (1-4)	Black Box	U-2-01
		Skenario Utama (5-6)	Black Box	U-2-02
3.	Memilih Peta	Skenario Utama (7-8)	Black Box	U-2-03
		Skenario Alternatif	Black Box	U-2-04
		Skenario Utama	Black Box	U-3-01
		Skenario Alternatif	Black Box	U-3-02
4.	Memilih Lokasi Sensor	Skenario Utama	Black Box	U-4-01
5.	Mengelola SMS	Skenario Utama 1	Black Box	U-5-01
		Skenario Utama 2	Black Box	U-5-02
6.	Memberikan Informasi Kegiatan Air	Skenario Utama 1	Black Box	U-6-01
		Skenario Utama 2	Black Box	U-6-02
		Skenario Utama 3	Black Box	U-6-03
		Skenario Utama 4	Black Box	U-6-04
		Skenario Alternatif	Black Box	U-6-05
7.	Membuat Laporan	Skenario Utama	Black Box	U-7-01
		Skenario Alternatif	Black Box	U-7-02

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan deskripsi dan hasil uji yang disajikan pada tabel hasil uji, semua pengujian telah diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa Sistem Peringatan Dini Meluapnya Air Sungai Menggunakan SMS Gateway dan Mikrokontroler ATMEGA8535 ini telah memenuhi semua *use case* yang telah didefinisikan sebelumnya. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa Sistem Peringatan Dini Meluapnya Air Sungai Menggunakan SMS Gateway dan Mikrokontroler ATMEGA8535 ini telah memenuhi untuk :

5. Mengelola data sensor yang akan dilakukan oleh pengguna.
6. Mengelola data pengguna yang akan dilakukan oleh pengguna.
7. Menampilkan peta.
8. Menampilkan lokasi sensor pada peta.
9. Mengelola sms yaitu mengirim dan menerima sms.
10. Memberikan informasi ketinggian air.
11. Membuat laporan ketinggian air yang pernah terjadi.

12. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dalam pembuatan tugas akhir ini adalah dihasilkan sebuah Sistem Peringatan Dini Meluapnya Air Sungai Menggunakan SMS Gateway dan Mikrokontroler ATMEGA8535 yang dikembangkan dengan *Unified Process*. Sistem ini mampu memberikan informasi secara cepat dan murah karena sistem ini menggunakan SMS dalam penyampaian informasi. Selain itu sistem ini juga dapat membantu pekerjaan para staf badan penanggulangan bencana daerah dalam memantau atau mengawasi perubahan ketinggian air sungai dan juga mencatat semua perubahan ketinggian air sungai yang terjadi. Namun dalam penyampaian informasi, sistem ini sangat bergantung dari *provider* yang digunakan untuk mengirim sms. Jika *provider* yang digunakan untuk

mengirim sms sedang mengalami gangguan, maka pengiriman informasi yang dilakukan oleh sensor atau sistem akan terganggu juga.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arlow J. dan Neustadt I., 2002, "*UML and The Unified Process Practical Object-Oriented Analysis & Design*", Addison Wesley
- [2] Bejo A., 2008, "*C dan AVR Rahasia Kemudahan Bahasa C dalam Mikrokotroler ATMEGA8353*", Yogyakarta : Graha Ilmu
- [3] Booch, Grady, et all., 2005, "*The Unified Modelling Language User Guide Second Edition*", Boston : Addison Wesley
- [4] Hunt J., 2003, "*Guide to the Unified Process featuring UML, Java and Design Patterns*", Springer, London
- [5] Jacobson I., Booch G., dan Rumbaugh J., 1999, "*The Unified Software Development Process*", Addison Wesley
- [6] Kusumo A. S., 2006, "*Pemrograman Visual Basic 2005*", Jakarta : Elex Media Komputindo
- [7] Le Bordic, Gwanael. 2005. "*Mobile Mesaging Techhnologies and Services, SMS, EMS, and MMS. Second Edition*". London : John Wiley & Sons Ltd
- [8] Pressman, Roger S., 2001, "*Software Engineering : A Practitioner's Approach Fifth Edition*", New York : McGraw – Hill
- [9] Rozidi, Romzi Imron. 2004. "*Membuat Sendiri SMS Gateway (ESME) Berbasis Protokol SMPP*", Yogyakarta : Andi Offset
- [10] Rumbaugh, James, et all., 1999, "*The Unified Modelling Language Reference Manual*", Boston : Addison Wesley
- [11] Sholiq, 2006, "*Pemodelan Sistem Informasi Berorientasi Objek dengan UML*", Yogyakarta : Graha Ilmu