

Purwarupa Sistem Peringatan Dini Awan Panas Gunungapi Berbasis Sistem Informasi Geografis (Kasus Gunung Merapi di Perbatasan Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta)

M. Nur Budiyanto¹, P. Insap Santosa², Sujoko Sumaryono³

Abstract— One of the primary danger that is made by Meraapi mountain volcanic activity is pyroclastic flow which move fast and consists of gas that has a high temperature, volcanic ash and rock. This flow can move quickly down the mountain with a very high temperature. Merapi mountain natural conditions cause difficulties in visual monitoring of pyroclastic flow, whereas the usage of seismic equipment needs experts to analyze the data. This causes difficulties for staffs to warn people early, rapidly and precisely. So that, inspections are needed to plan an early pyroclastic flow warning system and be able to give a danger caution.

The research devised an early pyroclastic flow warning based on geographical information system by using thermal sensor as a pyroclastic flow detector, this system is expected to give easiness in monitoring the flow and an early warning to people around Merapi mountain so that it can minimize victims which is caused by pyroclastic flow. The research was done by surveying, observing and interviewing, whereas designing of the software using waterfall methodology or linear sequence model which consisted of analysis, design, implementation, and testing. Infrared thermal sensor using ATmega8535 microcontroller was used for the testing.

The result of the research was a prototype of an early volcano pyroclastic flow warning which is based on geographical information system by utilizing thermal sensor as a pyroclastic flow detector. Thermal sensor used for the system is an infrared thermal sensor using microcontroller as an analog to digital converter. The system has facilities to set the sensor location, read the temperature on each sensor, and give n appropriate condition waning.

Intisari— Salah satu bahaya primer yang ditimbulkan oleh aktivitas vakanis gunung Merapi adalah awan panas (pyroclastic flow) yang bergerak dengan cepat dan terdiri dari gas panas, abu vulkanik dan bebatuan. Aliran ini dapat bergerak dengan cepat menuruni lereng gunung dengan suhu yang sangat tinggi. Kondisi alam gunung Merapi menyebabkan kesulitan dalam pemantauan awan panas secara visual, sedangkan penggunaan peralatan seismik membutuhkan tenaga ahli untuk menganalisis data. Hal ini mengakibatkan petugas kesulitan untuk memberikan peringatan dini kepada masyarakat secara cepat dan tepat. Sehingga perlu dilakukan kajian untuk merancang sistem peringatan dini awan panas yang dapat memberikan kemudahan petugas untuk melakukan pemantauan awan panas dan dapat memberikan peringatan bahaya.

Penelitian ini merancang sistem peringatan dini awan panas berbasis sistem informasi geografis dengan memanfaatkan

sensor suhu sebagai alat deteksi awan panas, sistem ini diharapkan dapat memberikan kemudahan pemantauan dan dapat memberikan peringatan dini kepada penduduk disekitar gunung Merapi sehingga dapat meminimalkan korban jiwa akibat awan

panas. Penelitian dilaksanakan dengan metode survai lapangan, pengamatan dan wawancara sedangkan perancangan perangkat lunak menggunakan metodologi waterfall atau model sekuensial linier yang terdiri dari analisa, desain, implementasi serta pengujian. Untuk pengujian digunakan sensor suhu infra merah menggunakan mikrokontroler ATmega8535.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah purwarupa sistem peringatan dini awan panas gunungapi berbasis sistem informasi geografis dengan memanfaatkan sensor suhu sebagai alat deteksi awan panas. Sensor suhu yang digunakan dalam pengujian sistem adalah sensor suhu infra merah dengan menggunakan mikrokontroler sebagai pengubah sinyal analog ke digital. Sistem ini memiliki fasilitas untuk mengatur peletakan sensor, membaca suhu pada masing-masing sensor, dan memberikan peringatan bahaya sesuai dengan batasan yang sudah ditentukan.

Kata Kunci— Sistem peringatan dini, sistem informasi geografis, awan panas.

I. PENDAHULUAN

Secara geografis Indonesia merupakan negara kepulauan yang terletak pada pertemuan empat lempeng tektonik yaitu lempeng Benua Asia, Benua Australia, lempeng Samudera Hindia dan Samudera Pasifik. Pada bagian selatan dan timur Indonesia terdapat sabuk vulkanik (*vulcanic arc*) yang memanjang dari Pulau Sumatera, Jawa, Nusa Tenggara dan Sulawesi, yang sisinya berupa pegunungan vulkanik tua dan dataran rendah yang sebagian didominasi oleh rawa-rawa.

Indonesia memiliki 129 gunungapi aktif dan kurang lebih 500 gunungapi non aktif [3]. Dari 129 gunungapi aktif atau sekitar 13% gunungapi di dunia, 80 diantaranya diklasifikasikan sangat aktif. Salah satu gunungapi paling aktif di Indonesia adalah Gunung Merapi yang berada di wilayah administrasi Provinsi Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta.

Letusan Gunung Merapi memiliki tipe letusan khas yang dikenal dengan tipe Merapi, tipe ini memiliki keunikan dengan adanya awan panas guguran yang berupa aliran kesatuan massa abu dan gas vulkanik disertai luncuran lava pijar. Awan panas guguran terbentuknya dikendalikan oleh sedikit tekanan magma dan lebih dominan oleh pengaruh gravitasi.

Erupsi Gunung Merapi banyak menimbulkan bencana, meskipun demikian penduduk yang hidup dan bekerja di daerah Kawasan Rawan Bencana (KRB) III dan II menunjukkan kenaikan jumlah yang besar setiap tahunnya, sehingga dikhawatirkan letusan Gunung Merapi akan

¹Jurusan Teknik Elektro dan Teknik Informasi Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Jln. Grafika 2 Yogyakarta 55281 INDONESIA (e-mail: noer_budy@mti.gadjahmada.edu)

^{2,3}Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Jln. Grafika 2 Yogyakarta 55281 INDONESIA (e-mail: insap@mti.ugm.ac.id, sujoko@mti.ugm.ac.id)

mengakibatkan korban yang besar. Salah satu cara yang dilakukan untuk mengantisipasi terjadinya bencana adalah dengan melakukan pemantauan terus menerus dan mengembangkan sistem penanggulangan bahaya Gunung Merapi.

Dalam penelitian ini, dibangun purwarupa sistem deteksi dan pemantauan awan panas Gunung Merapi berbasis sistem informasi geografis dengan memanfaatkan sensor suhu sebagai *tool* deteksi awan panas.

II. LANDASAN TEORI

A. Sistem Peringatan Dini (*Early Warning System*)

Sistem peringatan dini pada dasarnya merupakan suatu alat atau mekanisme untuk memberikan informasi awal kepada masyarakat yang berkepentingan sebelum terjadi suatu peristiwa yang dapat mengancam keselamatan jiwa dan harta benda.

Sistem peringatan dini hanya efektif berfungsi bila kedatangan (intensitas, waktu, dsb.) dari suatu peristiwa di suatu tempat sudah dapat diperkirakan sebelumnya, oleh karena itu dibutuhkan informasi atau *tool* untuk mendeteksi akan terjadinya suatu peristiwa tersebut.

Keluarnya informasi tentang kondisi bahaya merupakan muara dari suatu proses analisis data tentang sumber bencana dan sintesis dari berbagai pertimbangan. Ketepatan informasi hanya dapat dicapai apabila kualitas analisis dan sintesis yang memicu keluarnya informasi mempunyai ketepatan tinggi. Dengan demikian terdapat dua bagian utama dalam sistem peringatan dini yaitu bagian hulu yang berupa usaha-usaha untuk mengemas data menjadi informasi yang tepat dan bagian hilir berupa usaha agar informasi cepat sampai kepada masyarakat.

B. Sistem Informasi Geografis

Referensi [1] mendefinisikan Sistem Informasi Geografis (SIG) sebagai suatu alat yang digunakan untuk pengumpulan, penyimpanan, pengaktifan sesuai kehendak, pentransformasian, serta penyajian data spasial dari suatu fenomena nyata di permukaan bumi untuk maksud-maksud tertentu. Selain itu SIG menyediakan kisaran kemungkinan analisis yang lebih luas dan mampu untuk dikerjakan pada aspek topologi atau spasial dari data geografis, pada atribut data non spasial atau kombinasi data non spasial dan atribut spasial.

Secara teoritis SIG adalah suatu bentuk khusus sistem informasi dimana basis data terdiri dari pengamatan objek spasial, kegiatan, kejadian, dan didefinisikan dalam bentuk ruang (*space*) sebagai titik, garis, atau poligon. SIG memanipulasi data titik, garis, dan poligon untuk menelusuri data sebagai jawaban atas pencarian (*query*) dan analisis.

Sistem komputer untuk SIG terdiri dari perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*) dan prosedur untuk penyusunan, pemasukan data, pengolahan, analisis, pemodelan dan penayangan data geospasial. Sumber-sumber data geospasial adalah peta digital, foto udara, citra satelit, tabel statistik dan dokumen lain yang berhubungan. Data geospasial dibedakan menjadi data grafis atau disebut juga data geometris dan data atribut (data tematik). Data grafis mempunyai tiga elemen: titik (*node*), garis (*arc*), dan luasan (*polygon*) dalam bentuk vektor ataupun raster yang mewakili geometri topologi, ukuran, bentuk, posisi, dan arah. Fungsi pengguna adalah untuk memilih informasi yang

diperlukan, membuat standar, membuat pemutakhiran (*updating*), menganalisis *output* dan merencanakan aplikasi.

Pada awalnya SIG hanya dipergunakan khusus untuk tujuan yang terkait erat dengan masalah pemetaan (*mapping*), perencanaan, dan *geosciences*. Tetapi saat ini implementasi dan aplikasi SIG sudah berkembang untuk berbagai tujuan dengan bidang yang lebih beragam dan jangkauan yang lebih luas, seperti dalam ilmu rekayasa (*engineering*). SIG memiliki kemampuan untuk melaksanakan operasi spasial, menghubungkan kumpulan data dengan lokasi sebagai kunci umum.

C. Awan Panas

Magma yang keluar dari gunungapi akan menjadi lava. Dalam proses berikutnya lava dapat mengalir turun ke lereng atau langsung membeku di puncak, tergantung dari kondisi magma. Lava dapat mengalir di beberapa alur lereng gunungapi, proses kejadian dan endapannya dikenal sebagai "*lava flow*" atau "*coulee*".

Awan panas dilihat dari proses terbentuknya dibedakan menjadi dua jenis yaitu awan panas letusan dan awan panas guguran (Ratdompurbo dan Andreastuti, 2000). Awan panas letusan terjadi karena hancuran magma oleh suatu letusan. Kekuatan penghancuran magma saat letusan dipengaruhi oleh kandungan gas vulkanik dalam magma. Awan panas guguran terbentuknya dikendalikan oleh sedikit tekanan magma dan lebih dominan oleh pengaruh gravitasi pada kubah lava. Terganggunya kestabilan kubah lava dapat menyebabkan kubah lava longsor dan menimbulkan awan panas.

D. Pengukuran Suhu

Banyak metode yang dikembangkan untuk mengukur suhu, kebanyakan metode bersandar pada pengukuran beberapa properti fisis dari material aktif yang bervariasi terhadap suhu. Metode pengukuran suhu dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu:

1) *Metode pemuaiian*: Yaitu panas yang diukur menghasilkan pemuaiian yang dirubah kedalam bentuk gerak mekanik kemudian dikalibrasi dengan skala angka-angka yang menunjukkan nilai panas yang diukur. Contoh alat dengan metode pemuaiian, antara lain: termometer tabung gelas, termometer bimetal, *filled thermal* termometer.

2) *Metode listrik*: Yaitu panas yang diukur menghasilkan gaya gerak listrik yang kemudian dikalibrasi ke dalam skala angka-angka yang menunjukkan nilai panas yang diukur. Contoh alat dengan metode listrik, antara lain: termokopel, resistance termometer.

E. MapInfo Profesional 7.0

MapInfo Profesional merupakan salah satu perangkat lunak pemetaan yang telah dilengkapi dengan *programming tools* yang memungkinkan setiap penggunanya untuk melakukan *customizing* terhadap program aplikasi yang dikembangkan. Menurut [2], MapInfo corp. Mulai mengembangkan perangkat SIG MapInfo pada tahun 1986. Produk pertamanya ditujukan untuk komputer desktop atau PC dengan DOS sebagai sistem operasinya, sehingga produk MapInfo tersebar bersama dengan penyebaran PC dan sistem operasinya.

F. Integrated Mapping dengan MapInfo

Dengan menggunakan teknik pemrograman *integrated mapping*, MapInfo dapat dikendalikan dengan menggunakan salah satu *compiler* bahasa pemrograman visual.

MapBasic adalah *programming tool* yang dapat digunakan untuk melakukan *customizing* terhadap aplikasi yang dikembangkan, fungsionalitas di dalam MapInfo profesional dapat dikendalikan dan diotomatiskan oleh baris-baris kode program yang dibuat dengan MapBasic. Dalam teknik *integrated mapping* MapBasic berfungsi sebagai DDE (*Dynamic Data Exchange*). DDE adalah *interprocess communication method* untuk sistem operasi Windows yang berisi passing data antara proses dan sinkronisasi event. DDE menggunakan *shared memory* untuk mengubah data antara aplikasi dan protokol untuk melakukan sinkronisasi passing data.

G. Microsoft Visual Basic 6.0

Microsoft Visual Basic adalah salah satu bahasa pemrograman komputer yang dikembangkan oleh Microsoft sejak tahun 1991 dan merupakan pengembangan dari bahasa pemrograman BASIC (*Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code*) yang dikembangkan pada era 1950-an.

Microsoft Visual Basic merupakan sebuah bahasa pemrograman yang bersifat *event driven* dan menawarkan *Integrated Development Environment* (IDE) visual untuk membuat program aplikasi berbasis sistem operasi Microsoft Windows dengan menggunakan model pemrograman *Common Object Model* (COM). Bahasa pemrograman ini menawarkan pengembangan aplikasi komputer berbasis grafik dengan cepat, untuk berkomunikasi dengan basis data digunakan *Data Access Objects* (DAO), *Remote Data Objects* (RDO) atau *ActiveX Data Object* (ADO), dan memiliki fasilitas pembuatan kontrol *ActiveX* dan *object ActiveX*.

H. Microsoft Access 2003

Microsoft Access adalah sebuah program aplikasi basis data komputer relasional yang merupakan anggota dari aplikasi Microsoft Office. Aplikasi ini menggunakan mesin basis data *Microsoft Jet Database Engine*, dan juga menggunakan tampilan grafis yang intuitif sehingga memudahkan pengguna. Microsoft Access dapat menggunakan data yang disimpan di dalam format *Microsoft Access*, *Microsoft Jet Database Engine*, *Microsoft SQL Server*, *Oracle Database*, atau semua kontainer basis data yang mendukung standar ODBC.

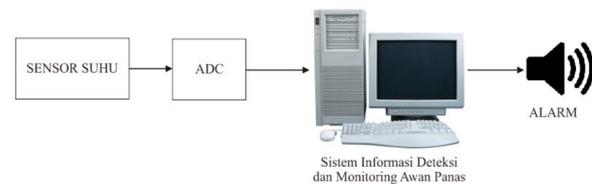
Microsoft Access memungkinkan pengembangan yang relatif cepat karena semua tabel basis data, *query*, *form*, dan *report* disimpan di dalam berkas basis data miliknya (MDB). Untuk membuat *query*, Microsoft Access menggunakan *Query Design Grid* yaitu sebuah program berbasis grafis yang memberikan kemudahan kepada pengguna untuk membuat *query* tanpa harus mengetahui bahasa pemrograman SQL.

III. PERANCANGAN SISTEM

Model proses yang digunakan dalam pembuatan sistem adalah model purwarupa (*prototype*). Dalam penelitian ini dibangun purwarupa sistem deteksi dan pemantauan awan panas dengan memanfaatkan sensor suhu. Sensor suhu yang digunakan dalam penelitian ini adalah sensor suhu *non-contact* infra merah. Sensor suhu ini dipilih sebagai model dengan pertimbangan:

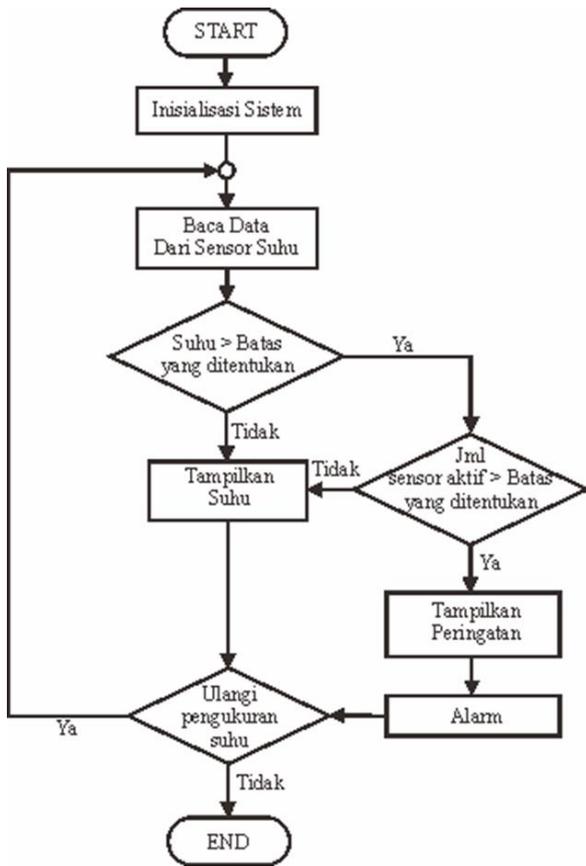
- Objek yang diukur memiliki karakteristik suhu dan kecepatan luncuran yang sangat tinggi.
- Daerah luncuran objek yang berbahaya dan sulit dijangkau, sehingga tidak mungkin digunakan sensor kontak langsung.
- Sensor infra merah mampu mengukur suhu dari jarak jauh.

Purwarupa yang dibangun dirancang untuk ditempatkan di setiap Pos Pengamatan Gunungapi (PGA), dan masing-masing bertanggungjawab terhadap area tertentu. Data dari setiap PGA akan dikirimkan ke pusat pengamatan. Dari pusat pengamatan dapat diamati seluruh area Gunung Merapi. Rancangan arsitektur sistem di setiap PGA ditunjukkan oleh Gbr. 1.



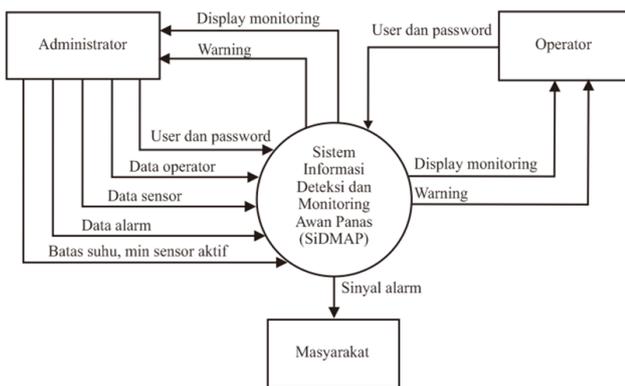
Gbr. 1 Arsitektur Sistem

Instrumen sensor suhu digunakan sebagai *tool* untuk memperoleh data suhu pada area sesuai penempatan sensor, data suhu yang diperoleh tersebut akan ditampilkan dalam visualisasi berbasis sistem informasi geografis yang dibangun dengan MapInfo dan pemrograman Microsoft Visual Basic. Pada kondisi tertentu (batas suhu dan jumlah sensor aktif) akan disimpulkan bahwa objek yang dideteksi adalah awan panas, hal ini akan memberikan indikator bahaya pada daerah yang dideteksi oleh sensor dan kemudian akan memicu alarm bahaya. Diagram alir (*flowchart*) rancangan sistem ditunjukkan dalam Gbr. 2.



Gbr.2 Flowchart Sistem

Untuk menggambarkan proses di dalam sistem ini, diperlihatkan dalam bentuk *Data Flow Diagram* (DFD). DFD merupakan diagram yang digunakan untuk menggambarkan proses-proses yang terjadi pada sistem. *Context diagram* diperlihatkan pada Gbr. 3, diagram ini menggambarkan rancangan alur sistem secara garis besar.

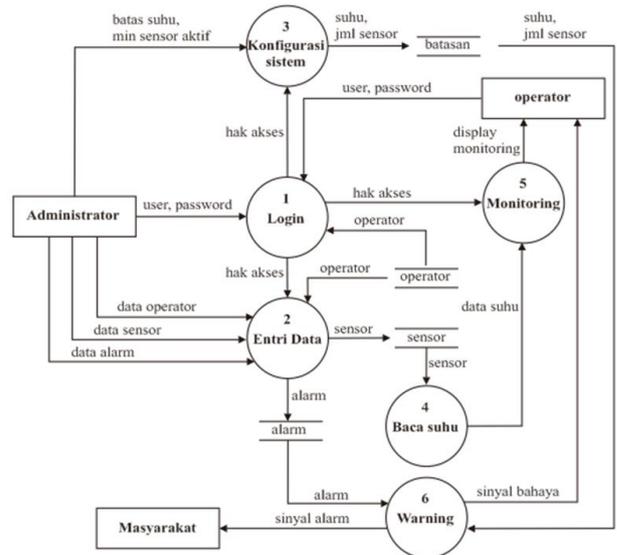


Gbr.3 Context diagram Sistem

Dari *context diagram* tersebut ditunjukkan entitas yang terdapat di dalam sistem, adalah:

- Administrator: memiliki tugas utama untuk melakukan konfigurasi sistem, antara lain: konfigurasi user, konfigurasi sensor, konfigurasi batas bahaya.
- Operator: adalah petugas pengamat Gunung Merapi yang bertugas memonitor sistem.
- Masyarakat sebagai objek yang akan menerima peringatan bahaya.

Untuk memperjelas aliran data dan proses pada sistem, *context diagram* tersebut dapat dikembangkan ke dalam DFD level 0 seperti ditunjukkan dalam Gbr. 4.



Gbr.4 DFD level 0

IV. ANALISIS DAN HASIL PENELITIAN

Untuk membangun sistem peringatan dini awan panas Gunung Merapi yang dapat diaplikasikan secara riil pada kondisi ekstrim gunungapi, diperlukan penelitian yang lebih jauh terkait dengan:

- Instrumen sensor suhu yang tepat digunakan untuk mendeteksi awan panas, hal-hal yang perlu dipertimbangkan antara lain: objek yang dideteksi memiliki karakteristik suhu dan kecepatan luncuran yang tinggi, material longsor yang dapat merusak alat, dan suplai energi listrik yang dibutuhkan pada daerah yang tidak terjangkau aliran listrik.
- Penempatan lokasi sensor yang tepat supaya instrumen sensor aman dan dapat mendeteksi objek dengan tepat.
- Komunikasi data yang dapat digunakan pada kondisi ekstrim Gunung Merapi. Beberapa penelitian terkait dengan komunikasi data dapat dikolaborasi dengan penelitian ini antara lain: Kristiyana (2005) tentang telemetri digital aktivitas gunungapi, dan Kodong (2009) yang meneliti tentang penentuan status gunung berapi menggunakan telemetri suhu.

Penelitian ini menunjukkan, dapat dibangun sistem informasi yang mampu mengolah input dari instrumen sensor kemudian menunjukkan daerah bahaya dan peringatan bahaya.

A. Pemantauan Awan Panas Gunung Merapi

Pemantauan awan panas saat ini dilakukan dengan pengamatan visual dan instrumentatif menggunakan peralatan seismik dan deformasi. Jaringan seismik Gunung Merapi terdiri dari 6 stasiun seismograf telemetri yang menggunakan frekuensi VHF (*Very High Frequency*) antara 160 MHz dan 170 MHz. Dari analisa data seismik berdasar pada kenampakan bentuk fisik gempa dapat disimpulkan jenis gempa yang terjadi.

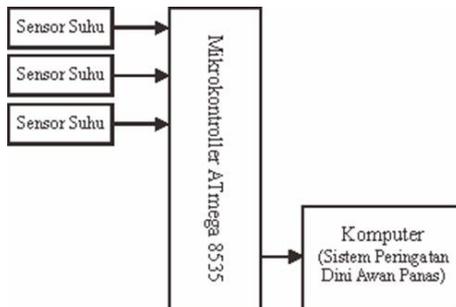
Menurut [5], gempa yang terjadi di Gunung Merapi dapat dibedakan menjadi 6 jenis. Salah satunya adalah gempa guguran yang ditimbulkan oleh guguran sebagian dari kubah lava. Frekuensi tinggi, sekitar 6 s.d 8 Hz dengan durasi yang relatif besar terhadap gempa-gempa vulkanik. Interval waktu antara *first-break* dan ketika amplitudo mencapai nilai maksimum (T awalan) lebih besar 15 detik.

Kesulitan yang dihadapi dalam pemantauan awan panas saat ini adalah kondisi alam Gunung Merapi yang sering tertutup kabut, sehingga tidak dapat dilakukan pengamatan secara visual. Sementara pengamatan menggunakan peralatan seismik membutuhkan analisa data yang hanya dapat dilakukan oleh tenaga ahli.

B. Sistem Peringatan Dini Awan Panas

Berdasarkan pengamatan pada metode pemantauan awan panas Gunung Merapi saat ini dan kendala yang dihadapi, pada penelitian ini dilakukan perancangan purwarupa sistem deteksi dan peringatan dini awan panas Gunung Merapi berbasis sistem informasi geografis dengan memanfaatkan sensor suhu sebagai alat deteksi awan panas.

Rangkaian perangkat keras yang digunakan ditunjukkan dalam diagram blok pada Gbr. 5.



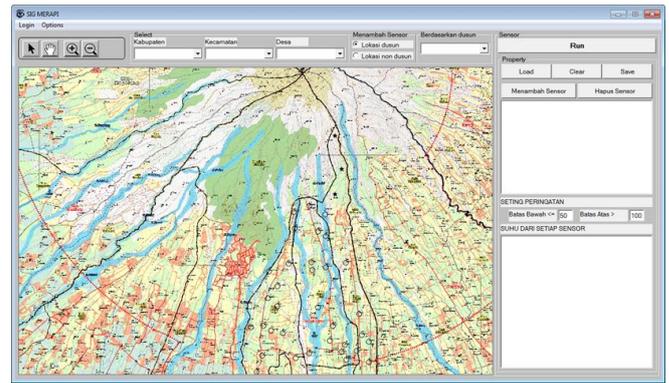
Gbr. 5 Diagram blok rangkaian

Sensor suhu yang digunakan dalam penelitian ini adalah sensor suhu infra merah, sensor ini memiliki kemampuan mengukur suhu objek tanpa kontak fisik. Mikrokontroler ATmega8535 berfungsi sebagai ADC (*Analog to Digital Converter*) untuk merubah sinyal yang dikirimkan oleh sensor agar dapat dibaca oleh komputer.

Dalam pembuatan perangkat lunak (*software*) diperlukan analisis kebutuhan, antara lain:

- 1) *Analisis kebutuhan masukan*: Input yang diperlukan adalah *login user* dan data suhu yang didapatkan dari sensor.
- 2) *Analisis kebutuhan proses*: Proses yang dibutuhkan yaitu: proses pengukuran suhu, perubahan sinyal analog ke digital, kalibrasi suhu dan analisa suhu.
- 3) *Analisis kebutuhan keluaran*: Keluaran yang dibutuhkan adalah: data lokasi sensor, data suhu dari setiap sensor, peringatan bahaya pada kondisi tertentu.

Berdasarkan analisis tersebut, kemudian didesain sistem untuk memenuhi kebutuhan masukan, proses, dan keluaran. Hasil implementasi antarmuka sistem peringatan dini awan panas Gunung Merapi berbasis sistem informasi geografis ditunjukkan dalam Gbr. 6.



Gbr. 6 Tampilan halaman utama

Sistem dapat diakses setelah melalui otentifikasi *user*, fasilitas yang dapat diakses disesuaikan dengan kewenangannya. *User* dalam sistem ini dibedakan menjadi dua, yaitu: administrator dan operator. Administrator memiliki kewenangan penuh terhadap sistem, sedangkan operator hanya diberikan kewenangan untuk melakukan monitoring.

Administrator dapat melakukan konfigurasi sistem, antara lain:

4) *Pengaturan lokasi sensor suhu*: Pengaturan sensor suhu dapat dilakukan dengan dua cara yaitu berdasarkan titik koordinat dan lokasi dusun. Peletakan sensor pada lereng Gunung Merapi dapat dilakukan dengan mengukur titik koordinat geografis area sensor. Gbr. 7 menunjukkan fasilitas sistem untuk mengatur peletakan sensor suhu.



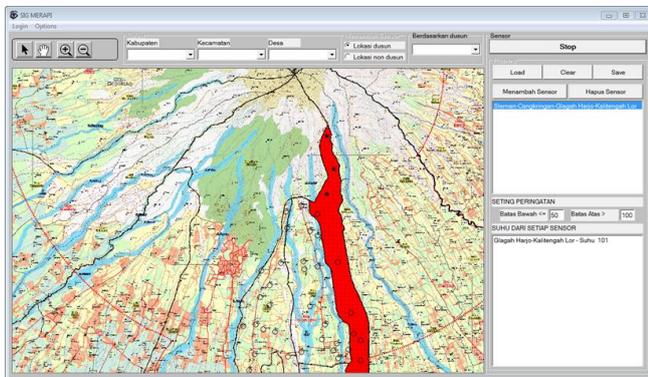
Gbr. 7 Pengaturan lokasi sensor suhu

5) *Pengaturan batas peringatan*: Untuk menampilkan peringatan bahaya digunakan batasan kondisi suhu hasil pengukuran dan jumlah sensor aktif. Batas suhu tersebut meliputi batas suhu bawah dan atas. Suhu normal adalah suhu dibawah batas suhu bawah, sedangkan suhu yang sudah melewati batas suhu bawah perlu diwaspadai karena berpotensi terjadi awan panas, dan suhu yang sudah melewati batas atas adalah suhu bahaya yang akan memicu peringatan. Fasilitas untuk melakukan konfigurasi batas peringatan, ditunjukkan dalam Gbr. 8.

Setting Peringatan	
Batas Bawah <=	50
Batas Atas >=	100
Data sensor	
Banyak sensor	3
Minimal Sensors Aktif	2

Gbr. 8 Konfigurasi batas suhu dan sensor aktif

Fungsi utama dari sistem ini adalah untuk pemantauan dan deteksi dini adanya awan panas. Berdasarkan pada kondisi batasan untuk menampilkan peringatan, sistem akan memberikan peringatan berupa perubahan warna pada area bahaya dan alarm. Perubahan warna dalam sistem ini adalah warna kuning untuk suhu mendekati bahaya dan warna merah jika dideteksi adanya suhu bahaya dan sensor aktif yang melebihi batas, seperti terlihat dalam Gbr. 9.



Gbr. 9 Tampilan deteksi awan panas

V. PEMBAHASAN

A. Pembuatan Model Sistem Informasi Geografis

Pembuatan model sistem informasi geografis menggunakan metode *screen digitizing* menggunakan perangkat lunak MapInfo. Peta dasar yang digunakan adalah peta rupa bumi Gunung Merapi yang merupakan peta data raster. Peta tersebut kemudian dikonversi ke dalam format vektor sehingga dapat diberikan koordinat yang sesuai.

Data MapInfo dikelola dan disimpan dalam bentuk tabel, setiap tabel menggambarkan satu jenis data. Tabel-tabel dalam sistem ini adalah: tabel kabupaten, tabel kecamatan, tabel desa, tabel dusun dan tabel sensors.

Untuk membuat *interface* sistem digunakan Microsoft Visual Basic (VB) yang akan berkomunikasi dengan file MapInfo menggunakan teknik *integrated mapping*. Komunikasi antara VB dengan MapInfo menggunakan perantara MapBasic yang berfungsi sebagai *Dynamic Data Exchange* (DDE). DDE adalah *interprocess communication method* untuk sistem operasi Windows yang menggunakan *shared memory* untuk mengubah data antara aplikasi dan protokol untuk melakukan sinkronisasi *passing data*.

B. Pengolahan Data Suhu

Sensor suhu membaca objek yang ditentukan dan akan mendapatkan besaran elektrik. Besaran elektrik tersebut dikirimkan ke ADC (*Analog to Digital Converter*) yang

merupakan suatu rangkaian yang dapat mengukur sinyal input berbentuk analog, misalnya tegangan atau arus listrik, kemudian mengubahnya menjadi *binary word* yang ekuivalen dengan sinyal yang diukur. ADC yang digunakan dalam penelitian ini adalah mikrokontroler ATmega8535. Hasil pengukuran suhu akan dikirimkan secara terus menerus (*looping*) dan masuk ke komputer melalui port serial, yang kemudian akan diolah dengan menggunakan pemrograman Visual Basic.

Microsoft Visual Basic menggunakan komponen MSComm untuk membaca data suhu dari sensor yang terhubung melalui port serial (COM). MSComm adalah komponen yang khusus bekerja untuk mengirimkan dan menerima data melalui port serial (COM). Variabel yang dikirimkan dalam bentuk data biner yang dirubah menjadi karakter ASCII oleh MSComm sehingga dapat dikalibrasi menjadi data suhu yang kemudian disimpan dalam database Microsoft Access pada tabel suhu.

C. Sistem Peringatan

Peringatan ditampilkan dalam *output* alarm dan perubahan warna pada daerah sensor aktif. Terdapat tiga kriteria yang akan memicu peringatan, yaitu:

1) *Kondisi normal*: Besaran suhu dibawah batas suhu bawah.

2) *Kondisi mendekati bahaya*: Besaran suhu yang dideteksi berada pada *range* suhu diantara batas suhu bawah dan atas, dan sensor aktif melampaui jumlah minimum yang ditetapkan. Pada kondisi ini sistem akan memberikan peringatan perubahan warna kuning pada area sensor aktif.

3) *Kondisi bahaya*: Adalah kondisi ketika sensor yang mendeteksi suhu diatas batas atas melebihi jumlah minimum. Pada kondisi ini peringatan yang ditampilkan adalah perubahan warna merah pada area sensor aktif dan bunyi alarm.

D. Pengujian

Setelah dilakukan tahapan-tahapan pada pembuatan aplikasi, kemudian dilakukan tahap selanjutnya yaitu melakukan pengujian terhadap aplikasi untuk mengetahui fungsionalitas aplikasi yang telah dibuat apakah sesuai dengan rancangan.

Pada tahap ini dilakukan pengujian pengukuran suhu dengan sensor suhu infra merah menggunakan lilin sebagai objek dan mikrokontroler untuk menghubungkan ke komputer, seperti diperlihatkan Gbr. 10.



Gbr. 10 Pengujian dengan sensor suhu

Dalam pengujian ini digunakan tiga buah sensor suhu, untuk menguji kondisi urutan dan jumlah minimum sensor aktif.

Batasan kondisi yang digunakan untuk pengujian ini adalah batas suhu bawah 50 °C, batas suhu atas 100 °C dan minimum jumlah sensor aktif dua. Hasil pengujian menunjukkan:

- ketika hanya satu sensor yang mendeteksi panas, sistem tidak menampilkan peringatan.
- Dua buah sensor mendeteksi panas, sistem mampu menunjukkan peringatan perubahan warna merah pada area sensor dan alarm.
- Dua buah sensor di kondisikan mendeteksi suhu pada range antara batas bawah dan atas, hasilnya sistem mampu menunjukkan peringatan perubahan warna kuning pada area sensor.

E. Keterbatasan Sistem

Sistem ini memiliki keterbatasan, antara lain:

- Sensor suhu yang digunakan dalam pengujian hanya dapat digunakan untuk maksimal 8 buah sensor, jangkauan efektif kurang dari 20 cm terhadap objek, range suhu yang terbatas dan komunikasi masih menggunakan kabel serial.
- Alarm yang digunakan masih menggunakan output suara dari komputer.
- Sistem tidak memperhitungkan arah angin.
- Tidak membahas penempatan lokasi sensor yang tepat dan komunikasi data yang dapat digunakan pada kondisi ekstrim Gunung Merapi

VI. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

- Sistem peringatan dini awan panas dibangun menggunakan MapInfo dan pemrograman Visual Basic untuk pembuatan user interfacenya dan MapBasic berfungsi sebagai DDE (Dynamic Data Exchange) yang menghubungkan MapInfo dan Visual Basic.

- Kemampuan sistem yang dihasilkan dalam penelitian ini antara lain dapat mendeteksi adanya perubahan suhu di wilayah sekitar gunungapi sesuai dengan penempatan sensor dan pada kondisi tertentu dapat memberikan peringatan bahaya.
- Untuk menentukan kondisi bahaya, sistem ini memberikan fasilitas untuk mengatur batasan suhu dan jumlah minimum sensor aktif yang akan mengaktifkan sinyal bahaya.
- Penempatan sensor suhu dapat dilakukan menggunakan lokasi berdasarkan titik koordinat atau berdasarkan lokasi dusun.
- Sensor suhu infra merah yang digunakan dalam pengujian mampu membaca perubahan suhu dan menampilkan peringatan berupa perubahan warna pada area sensor dan alarm bahaya.

REFERENSI

- [1] Burrough, P. A. (1986), "Principles of geographical information system for land resources assesment", Clarendon Press, Oxford.
- [2] Charter, D. dan Agtrisari, I. (2003), "Desain dan aplikasi GIS (Geographics Information System)", Gramedia, Jakarta.
- [3] Kaswanda (1992), "Penginderaan jauh dalam menunjang pemantauan gunung api di Indonesia", Prosiding IIPRS.
- [4] Kodong, F. R. (2009), "Aplikasi penentuan status gunung berapi menggunakan telemetri suhu", Seminar Nasional Informatika 2009 (semnasIF 2009), UPN "Veteran" Yogyakarta.
- [5] Kristiyana, S. (2005), "Telemetri digital aktivitas gunungapi", Tesis Teknik Elektro, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [6] Ratdomopurbo dan Andreastuti (2000), "Karakteristik gunung Merapi", Direktorat Vulkanologi.