



**PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA**

**MONITORING AKTIVITAS WEDHUS GEMBEL GUNUNG BERAPI  
DENGAN METODE DISCRETE COSINE TRANSFORM (DCT) UNTUK  
MEMINIMALKAN KORBAN KECELAKAAN GUNUNG BERAPI**

**BIDANG KEGIATAN:**

**PKM-GT**

Diusulkan oleh :

Sunu Riyastono	E11.2010.00380
Satya Lutvi Andika	E11.2010.00390
Noor Yulita DS	E11.2010.00389

**UNIVERSITAS DIAN NUSWANTORO**

**SEMARANG**

**2011**

## HALAMAN PENGESAHAN USUL PKM-GT

1. Judul Kegiatan : "MONITORING AKTIVITAS WEDHUS GEMBEL GUNUNG BERAPI DENGAN METODE DISCRETE COSINE TRANSFORM (DCT) UNTUK MEMINIMALKAN KORBAN KECELAKAAN GUNUNG BERAPI"
2. Bidang Kegiatan : ( ) PKM-AI (✓) PKM-GT
3. Ketua Pelaksana Kegiatan
  - a. Nama Lengkap : Sunu Riyastono
  - b. NIM : E11.2010.00380
  - c. Program Studi : S1 Teknik Elektro (FT)
  - d. Universitas : Dian Nuswantoro
  - e. Alamat Rumah : Roworejo RT.02/RW.02 no.14, Kec. Grabag, Kab. Purworejo, JAWA TENGAH
  - f. No Telp. / HP : 0856.4387.9687
  - g. Alamat E-mail : riyas\_parma@yahoo.co.id
4. Jumlah anggota kegiatan : 2 orang
5. Dosen Pendamping
  - a. Nama Lengkap : Sari Ayu Wulandari, ST
  - b. NPP : 0686.20.2010.381
  - c. Alamat Rumah : Jl. Barongan II Kudus
  - d. No Telp / HP : 081325087720

Menyetujui  
Ketua Program Studi Teknik Elektro

Semarang, 24 Februari 2011  
Ketua Pelaksana  
Kegiatan

( Ir. Wisnu Adi Prasetyanto, M. Eng )  
NPP.0686.11.2000.201

( Sunu Riyastono )  
NIM. E11.2010.00380

Wakil Rektor Bidang Kemahasiswaan

Dosen Pendamping

(Ahmad Zainul Fanani, S.Si, M.kom)  
NPP.0686.11.1996.101

(Sari Ayu Wulandari, ST)  
NPP.0686. 20. 2010. 381

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmaanirrahiim. Assalaamu'alaikum wa rahmatullaahi wa barakaatuh. Alhamdulillahirabbil 'alamin*, puji syukur penyusun panjatkan kehadiran Alloh Subhanahu wa ta'ala, atas segala rahmat dan karunia-Nya yang besar berupa kesehatan, semangat, niat dan kelapangan waktu sehingga penyusun dapat menyelesaikan pembuatan PKM-GT yang berjudul “Monitoring Aktivitas Wedhus Gembel Gunung Berapi dengan Metode Discrete Cosine Transform (DCT) Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan: Studi Kasus Tanggap Darurat Gunung Merapi” dengan baik dan lancar.

Dalam menyusun PKM-GT ini tidak lepas dari bantuan yang bersifat moral maupun spiritual, secara langsung maupun tidak langsung dari berbagai pihak. Oleh karena itu penyusun ingin menyampaikan ucapan dan rasa terima kasih kepada :

1. *The AlMighty God for my hardship* Alloh SWT atas segala limpahan nikmat, rahmat dan hidayah-Nya yang setiap saat selalu tercurah, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Nabi Muhammad SAW atas segala tuntunan dan contoh budi pekerti yang diberikan kepada umat akhir zaman, dan menjadi inspirasi banyak umat muslim untuk terus berkarya demi perkembangan zaman tanpa mengabaikan religi dan merusak bumi.
3. Dosen pembimbing Ibu Sari Ayu Wulandari, ST.
4. *My family* anugerah besar yang diberikan Alloh untukku. *”Forgive me for my wrong...forgive me with much remose...I just want to hold my pain...!!!”*
5. Bapak dan Ibu Staf Pengajar dan Tata Usaha FT Udinus.
6. Teman-teman Elektro FT Udinus Semarang.
7. *For those loving me.*

Semoga Alloh SWT membalas segala budi baik mereka dengan pahala yang lebih besar dari yang telah mereka berikan pada penyusun. Akhirnya penulis berharap semoga proposal PKM-GT ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Terima kasih. *Wassalaamu'alaikum wa rahmatullaahi wa barakaatuh*

Semarang, Februari 2011

Penyusun

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
RINGKASAN.....	1
PENDAHULUAN	
Latar Belakang.....	1
Tujuan dan Manfaat.....	3
GAGASAN	
Kondisi Kekinian Yang Diakibatkan karena Wedhus Gembel.....	3
Solusi Yang Pernah Ditawarkan.....	3
Seberapa Jauh Kondisi Kekinian Dapat Diperbaiki.....	4
Pihak-pihak Yang Dipertimbangkan Dapat Membantu Mengimplementasikan Gagasan dan Uraian Peran atau Kontribusi masing- masing.....	7
Langkah-langkah Strategis Yang Dilakukan Untuk Mengimplementasikan.....	7
KESIMPULAN	
Gagasan Yang Diajukan.....	8
Teknik implementasi Yang Akan Dilakukan.....	8
Prediksi Hasil Yang Akan Diperoleh (Manfaat dan Dampak) .....	8
DAFTAR PUSTAKA.....	8
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	9

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Studi Kasus Tanggap Darurat Merapi 2010.....	3
Gambar 2. Bunker yang Berada di Kali Adem yang Rusak Saat Erupsi Merapi Tahun 2006.....	4
Gambar 3. Diagram Pemetaan Kondisi.....	4
Gambar 4. Cara Kerja Gagasan yang Diusulkan.....	5
Gambar 5. Awan panas yang terjadi di Merapi Jogja.....	6
Gambar 6. Analisa wedhus gembel dengan Metode DCT.....	6
Gambar 7. Wedus Gembel dengan Pewarnaan Awan Panas yang Berbeda.....	6
Gambar 8. Gambar Hasil DCT dan Histogramnya.....	7

# **MONITORING AKTIVITAS WEDHUS GEMBEL GUNUNG BERAPI DENGAN METODE DISCRETE COSINE TRANSFORM (DCT) UNTUK MEMINIMALKAN KORBAN KECELAKAAN GUNUNG BERAPI**

Sunu Riyastono, Satya Lutvi Andika, Noor Yulita DS  
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Dian Nuswantoro

## ***RINGKASAN***

*Indonesia merupakan pertemuan lempeng benua, membuat Indonesia rawan dengan bencana, bahkan intensitasnya melebihi intensitas bencana yang terjadi di Jepang, yang terkenal dengan banyaknya bencana. Karena banyaknya Gunung Berapi di Indonesia akan membuat bencana dapat datang sewaktu-waktu, seperti bencana gunung meletus. Salah satu yang menjadi kekhawatiran pasca letusan yaitu awan panas, karena mempunyai dampak area yang luas.*

*Beberapa penelitian sebelumnya, telah membahas tentang penelitian hubungan antara bentuk awan dengan ukuran partikel yang ada didalamnya. Dalam penelitian terdahulu, masih terkendala dengan ruang memori, karena proses deteksi, membutuhkan ruang memori yang besar. Untuk menyederhanakan proses deteksi dan monitoring, metode Diskrit Fourier Transform (DCT) dapat menjadi pilihan utama, karena lebih mudah, efisien memori dan akurat. Dengan pemakaian Discrete Cosine Transform (DCT) hal yang utama adalah diharapkannya akan meminimalisir bahaya yang diakibatkan oleh adanya wedhus gembel. Dengan adanya DCT, identifikasi jangkauan yang dihasilkan oleh wedhus gembel akan cepat diketahui, sehingga akan mempercepat system peringatan dini kepada masyarakat. Kecepatan dan keakuratan hasil adalah hal yang diinginkan oleh masyarakat agar terhindar dari dampak bencana yang lebih besar. Mendorong kepada Tim SAR gunung berapi untuk lebih cepat mengantisipasi bencana yang terjadi.*

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Indonesia mempunyai 3 deretan pegunungan yang mengelilinginya, ditambah dengan adanya 2 pertemuan lempeng benua, membuat Indonesia rawan dengan bencana, bahkan intensitasnya melebihi intensitas bencana yang terjadi di Jepang, yang terkenal dengan banyaknya bencana. Karena banyaknya Gunung Berapi di Indonesia akan membuat bencana dapat datang sewaktu-waktu, seperti bencana gunung meletus. Salah satu yang menjadi kekhawatiran pasca letusan yaitu awan panas, karena mempunyai dampak area yang luas.

Dalam bahasa vulkanologi, wedhus gembel atau awan panas, disebut pula dengan piroplastik. Awan panas itu merupakan bagian dari hasil letusan gunung berapi selain gas vulkanik, larva, lahar, serta abu letusan gunung atau biasa

disebut pula dengan abu vulkanik. Wedhus gembel merupakan bagian dari awan panas yang berasal dari material pijar yang halus, sifatnya sangat panas, dan bercampur dengan material seperti pasir kerikil, abu vulkanis, dan material lainnya. Awan panas sangat berbahaya, apabila terkena bagian tubuh yang terbuka, seperti kepala, lengan, leher, dan kaki, dapat mengalami luka bakar. Selain itu, udara dari awan panas yang terhirup dapat menyebabkan nafas sesak dan berujung pada kematian.

Ada beberapa tipe awan panas yang biasa dihasilkan dari letusan gunung berapi, yaitu awan panas aliran, awan panas hembusan, dan awan panas jatuhan. Awan panas aliran adalah awan yang berasal dari material letusan besar yang panas, mengalir turun, dan akhirnya mengendap di dalam dan di sekitar sungai yang berada pada aliran lembah gunung tersebut. Sedangkan awan panas hembusan merupakan awan yang berasal dari material letusan kecil yang panas, dihembuskan angin dengan kecepatan mencapai 90 kilometer per jam. Adapun awan panas jatuhan adalah awan dari material letusan panas besar dan kecil yang dilontarkan ke atas oleh kekuatan letusan yang besar. Material berukuran besar akan jatuh di sekitar puncak, sedangkan material halus akan jatuh mencapai puluhan, ratusan, bahkan ribuan kilometer dari puncak karena pengaruh hembusan angin. Ada dua tipe proses pembentukan awan panas, yaitu awan panas letusan dan awan panas guguran. Awan panas letusan, terjadi ketika letusan gunung berapi yang berasal dari endapan magma didorong keluar oleh gas bertekanan tinggi yang mendorong material pijar keluar dan meluncur ke bawah atau ke lereng dengan kecepatan mencapai sekitar 150 kilometer per jam. Awan panas guguran berasal dari guguran kubah larva. Karena gaya gravitasi Bumi, kubah kawah itu kemudian tertarik dan memiliki kecepatan guguran antara 70 sampai 150 kilometer per jam. Pergerakan awan menuruni lereng gunung pun sangat cepat, mencapai 200 hingga 300 kilometer per jam, awan tersebut selalu mengikuti aliran larva pijar yang menuruni lereng gunung karena dipengaruhi oleh gravitasi Bumi. Pembentukan awan panas itu juga merupakan hasil pendinginan dari magma pijar yang mengendap di permukaan. Dari proses tersebut, kemudian terbentuk gas-gas panas dengan tekanan dan temperatur yang sangat tinggi, yakni antara 1.000 sampai 1.100 derajat celsius, seperti yang terbentuk pada Gunung Karangetang di Kabupaten Sitaro, Sulawesi Utara.

Sistem tanggap darurat yang diberikan selama ini, hanya berdasarkan gardu pantau. Pemanfaatan alat Seismograph pada Gardu Pemantau hanya menunjukkan keaktifannya tanpa menampilkan keadaan yang nantinya akan terjadi, sehingga saat terjadi gunung meletus, masyarakat hanya diberi himbuan untuk menjauh dari kawasan gunung tersebut untuk menghindari bahaya yang terjadi. Walaupun telah dipersiapkan dengan matang, letusan gunung merapi tahun 2010, masih menelan korban 259 meninggal dan 511 luka-luka. Hal ini karena tindakan yang dilakukan, berdasarkan pada informasi yang tidak *real time*.

Beberapa penelitian sebelumnya, telah membahas tentang penelitian hubungan antara bentuk awan dengan ukuran partikel yang ada didalamnya. AJ Prata (1), memetakan ukuran dan berat partikel serta distribusi panas pada awan panas menggunakan kamera infra merah. Takehiro. K (2), berusaha mensimulasikan penyebab terbentuknya awan panas dan analisis sebaran panas, berdasarkan penyebab letusan dari 6 awan bentuk yang dihasilkan. Penelitian lain berkisar tentang pencatatan awan panas. R. Spag (3), mencatat spektrum

emisi awan panas dari kamera infra merah. Penelitian diatas, masih terkendala dengan ruang memori, karena proses deteksi, membutuhkan ruang memori yang besar. Untuk menyederhanakan proses deteksi dan monitoring, metode Diskrit Fourier Transform (DCT) dapat menjadi pilihan utama, karena lebih mudah, efisien memori dan akurat.

### **Tujuan**

1. Memonitor aktivitas wedhus gembel berdasarkan suhu dan arah angin.
2. Melakukan perhitungan kemungkinan jumlah partikel dan kemungkinan jarak yang ditimbulkan oleh Wedhus gembel.
3. Memberikan informasi yang lebih cepat, tepat dan *realtime* kepada masyarakat mengenai batas aman mengungsi pasca erupsi Gunung Berapi.
4. Mempermudah proses deteksi dan monitoring serta memperkecil ruang memori.

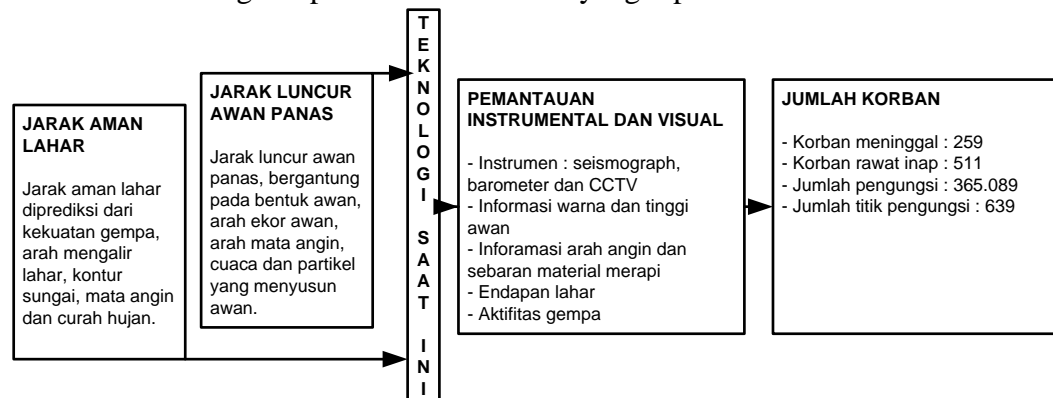
### **Manfaat**

1. Masyarakat lebih cepat mendapatkan peringatan kedatangan wedhus gembel.
2. Tim SAR lebih cepat mengakomodir pengungsi, kemana masyarakat akan diungsikan ke tempat yang lebih aman.

## **GAGASAN**

### **Kondisi Kekinian Yang Diakibatkan Karena Wedhus Gembel**

Berdasarkan informasi dari studi kasus gunung merapi tahun 2010, maka berikut adalah diagram pendataan informasi yang diperoleh.



Gambar 1. Studi Kasus Tanggap Darurat Merapi 2010

Saat ini, pemantauan jarak aman lahar dan jarak luncur awan panas masih mengandalkan pemantauan instrumental dan visual dari BMKG. Instrumen yang digunakan menggunakan seismograph, barometer dan CCTV. Dari pemantauan tersebut, dihasilkan informasi tentang arah angin, sebaran material merapi, warna dan tinggi awan, endapan lahar dan aktivitas gempa. Dengan perlakuan tersebut, jumlah korban meninggal, rawat inap dan mengungsi masih tergolong tinggi.



## Solusi Yang Pernah Ditawarkan

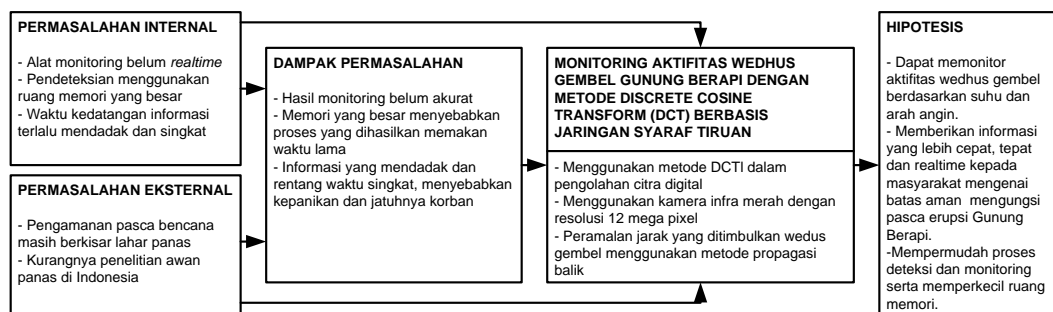
Salah satu usaha pemerintah daerah yang membahayakan adalah dibuatnya Bunker di daerah Kali Adem, pada tahun 2006. Bunker tersebut tidak bisa berfungsi, sehingga timbulah korban meninggal saat bersembunyi di bunker tersebut. Bunker bukan solusi untuk penyelamatan diri dari bahaya Wedhus Gembel. Bunker adalah tempat perlindungan dari material bebatuan gunung Berapi yang jatuh.



Gambar 2. Bunker yang Berada di Kali Adem yang Rusak Saat Erupsi Merapi Tahun 2006

Info tentang seberapa bahanya wedhus gembel dan jarak luncurnya pun masih dikatakan minim oleh pemerintah. Selama ini pemerintah hanya memprediksi untuk berapa jarak aman yang akan dicapai, sehingga banyak orang yang tinggal di daerah yang seharusnya tidak terkena imbas, harus merasakan imbasnya. Ditambah di kondisi pengungsian, yang seharusnya tidak terjadi peningkatan banyaknya jumlah pengungsi.

## Seberapa Jauh Kondisi Kekinian Dapat Diperbaiki



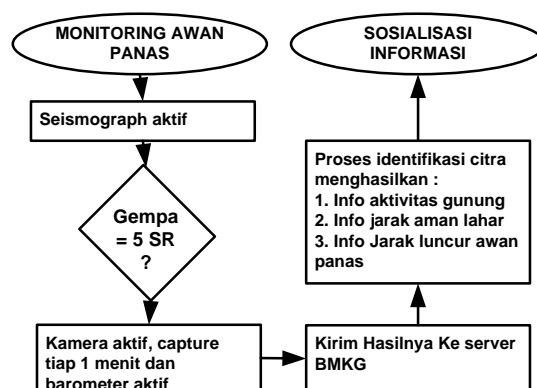
Gambar 3. Diagram Pemetaan Kondisi

Langkah pencegahan atau meminimalkan korban dan kerugian, mutlak harus dilakukan pada tahap pra-bencana, diantaranya yaitu pemantauan secara terus-menerus di daerah rentan bencana untuk memperkuat system peringatan

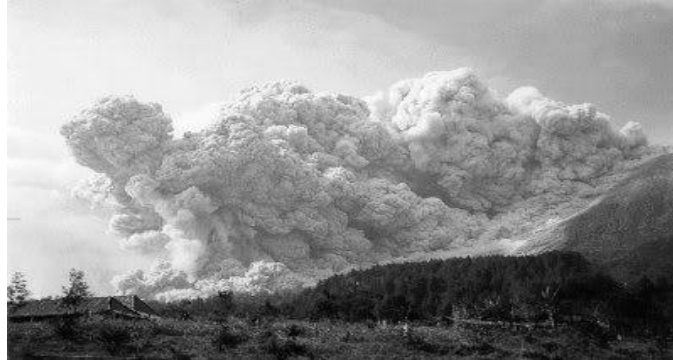
dini, dan penerapan berbagai teknologi sederhana dan tepat guna untuk pemantauan gejala awal bencana. Penerapan teknologi ini sangat erat kaitannya dengan keselamatan jiwa manusia yang hidup di sekitar gunung berapi tersebut. Karena informasi peringatan dini akan mempermudah masyarakat untuk menyelamatkan diri.

Gagasan yang dapat disumbangkan adalah dengan menggunakan metode Discrete Cosine Transform (DCT) berbasis jaringan syaraf tiruan untuk memperoleh informasi distribusi panas pada awan panas. DCT membantu memetakan distribusi panas dari sebuah citra digital. Kolaborasi antara DCT dengan barometer, memungkinkan manusia meramalkan jarak jangkauan awan panas yang bisa dicapai dari jarak jauh dengan gambar kamera infra merah beresolusi 12 mega pixels (MP) yang digunakan untuk monitoring awan panas. Kecepatan dan keakuratan data yang diterima akan bisa langsung diinformasikan kepada warga sekitar lereng Gunung Berapi yang terkena bencana. Sehingga, bisa meminimalkan dampak bahaya yang akan ditimbulkan. Namun, alat ini bekerja hanya pada keadaan terang (siang hari). Karena penangkapan kamera pada siang hari sangat jelas, sehingga untuk melakukan analisa lebih mudah.

Rangkaian alat ini adalah kamera dengan resolusi 12 MP, dengan server, dan alat pendeteksi gempa. Alat ini akan bekerja saat gempa vulkanik terjadi, alat ini akan disetting, pada kondisi gempa 5 SR, secara otomatis kamera pada alat ini akan bekerja, hasil dari kamera langsung akan otomatis masuk ke server, kemudian dari server akan dikirimkan ke server utama di pusat Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG) Badan Geologi, dari server pusat secara otomatis gambar akan teranalisa, kemudian akan tampil. Setelah itu PVMBG akan memutuskan apakah gempa itu menimbulkan letusan apa tidak. Jika iya, apakah wedhus gembel itu akan kearah mana dan radiusnya berapa. Alat ini akan dipasang pada daerah dimana kamera dapat menangkap letusan gunung itu dengan jelas. Alat ini melakukan kerja karena rangkaian pada alat ini dilengkapi sensor getaran. Untuk kalibrasi alat, penjaga gandu pandang mempunyai kewajiban untuk mengecek alat ini 1 bulan sekali, untuk memastikan bahwa kamera bekerja dengan baik, dan server serta sensor juga bekerja. Pengecekan dilakukan rutin jika alat dipasang permanen. Atau alat juga bisa dipasang jika akan terjadi bencana dan ini akan mengurangi budget pengeluaran.

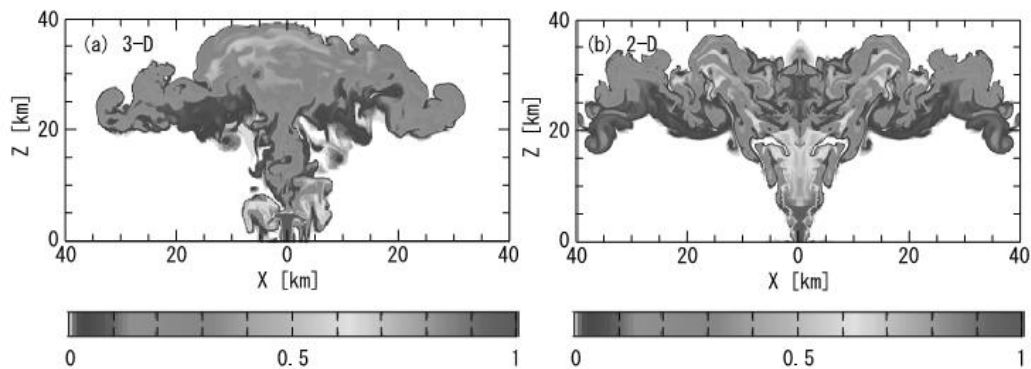


Gambar 4. Cara Kerja Gagasan yang Diusulkan



Gambar 5. Awan panas yang terjadi di Merapi Jogja

Di bawah ini merupakan uji coba penggunaan metode DTC untuk menganalisa wedhus gembel dari gambar diatas.

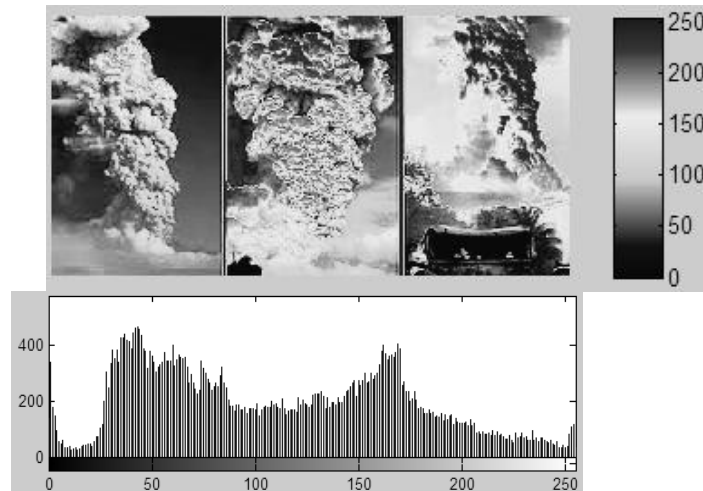


Gambar 6. Analisa wedhus gembel dengan Metode DCT

Gambar ini menunjukkan hasil letusan awan panas di 500 detik pertama dari awal letusan. Warna menggambarkan cross-seksional didistribusi dari fraksi massa bahan dikeluarkan (gas vulkanik ditambah pyroclasts padat). Suhu awalnya adalah 1000 K, sebuah fraksi massa awal gas vulkanik adalah 0,05, tekanan dari dalam tanah adalah 1 atm, dan tingkat volumenya adalah 109kg / s. Ketinggian wedhus gembel pada gambar tersebut adalah 20 km dan jarak jangkauan oleh wedhus gembel adalah 40 km.



Gambar 7. Wedus Gembel dengan Pewarnaan Awan Panas yang Berbeda



Gambar 8. Gambar Hasil DCT dan Histogramnya

Warna yang terlihat pada gambar adalah warna yang menunjukkan tingkat temperatur yang terjadi untuk wedhus gembel. Tingkat temperatur yang berwarna merah menunjukkan bahwa suhunya adalah  $1000^0\text{K}$  atau dalam selsius adalah  $726,85^0\text{C}$ . Garis 0–1 di bawah gambar adalah tingkat suhunya, 1 mewakili  $1000^0\text{K}$ . Pada gambar terlihat bahwa pada gambar pertama, distribusi warnanya menduduki posisi tertinggi yaitu berkisar skala 500. Dari uji coba awal diatas dapat disimpulkan, bahwa dengan warna citra yang lebih kelam, suhu awan panas akan lebih tinggi daripada citra yang mempunyai warna yang lebih terang.

### **Pihak-pihak yang Dipertimbangkan dapat Membantu untuk Mengimplementasikan Gagasan dan Uraian Peran atau Kontribusi Masing-masing**

1. Pusat Vulkanologi Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG) Badan Geologi. Dalam hal ini adalah pemegang otoritas dalam hal kegunung apian.
2. Gardu Pandang Gunung Berapi, yang nantinya saat terjadi wedhus gembel, data bisa langsung di kirim ke server pusat untuk menindaklanjutinya.
3. Server dalam hal ini adalah sebagai pusat dari seluruh data yang dikirim, yang nantinya dari server ini akan dikirim informasi ke pihak PVMBG daerah kejadian, untuk segera ditindak lanjuti.

### **Langkah-langkah Strategis yang Dilakukan untuk Mengimplementasikan**

1. Pemasangan pada daerah bahaya dekat gunung Berapi, yang memungkinkan kamera bisa menangkap gambar Wedhus Gembel dengan jelas.
2. Memberikan solusi kepada PVMBG dalam mempermudah pendeteksian Wedhus Gembel.
3. Melakukan koordinasi dengan pihak-pihak yang dapat membantu mengimplementasikan gagasan.

## **KESIMPULAN**

### **Gagasan Yang Diajukan**

Discrete Cosine Transform (DCT) adalah alat yang digunakan untuk menganalisa suhu pada wedhus gembel, menganalisa jarak jangkauan wedhus gembel. Pencitraan dari wedhus gembel dengan menggunakan DTC dan hasil yang diharapkan, setelah memakainya. Dengan JST, akan mudah untuk meramalkan jarak jangkau awan panas, berdasarkan beberapa inputan.

### **Teknik Implementasi Yang Akan Dilakukan**

Implementasi alat akan dilakukan dengan melaksanakan penelitian alat. Jika telah dihasilkan alat yang memenuhi secara uji laboratorium, mempunyai toleransi kinerja yang diharapkan, maka alat tersebut baru dapat diaplikasikan pada kondisi yang sebenarnya. Implementasi perangkat, membutuhkan koordinasi antara peneliti dengan PVMBG untuk mempermudah koordinasi gardu pandang dan penggunaan server sebagai pusat pengolahan data.

### **Prediksi Hasil Yang Akan Diperoleh (Manfaat dan Dampak)**

Dengan pemakaian Discrete Cosine Transform (DCT) hal yang utama adalah diharapkan akan meminimalisir bahaya yang diakibatkan oleh adanya wedhus gembel. Dengan adanya DCT, identifikasi jangkauan yang dihasilkan oleh wedhus gembel akan cepat diketahui, sehingga akan mempercepat system peringatan dini kepada masyarakat. Kecepatan dan keakuratan hasil adalah hal yang diinginkan oleh masyarakat agar terhindar dari dampak bencana yang lebih besar. Mendorong kepada Tim SAR gunung berapi untuk lebih cepat mengantisipasi bencana yang terjadi.

**DAFTAR PUSTAKA**

- (1) A.J. Prata. 2009. Retrieval of volcanic ash particle size, mass and optical depth from a ground-based thermal infrared camera. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* xxx (2009) xxx–xxx
- (2) Takehiro Koyaguchi. Annual Report of the Earth Simulator Center April 2006 - March 2007. Numerical Simulations of Turbulent Mixing in Eruption Clouds
- (3) R. Spang. 2003. Colour indices for the detection and differentiation of cloud types in infra-red limb emission spectra. ICGI, Research Center Juelich, 52425 Juelich, Germany
- (4) Kyle Hilburn. May 12, 2009. Including Temperature Effects in the F15 RADCAL Correction. RSS Tech. Rpt. 051209
- (5) LAPORAN HARIAN TANGGAP DARURAT GUNUNG MERAPI, POSKO AJU BNPB, T. 0274-555-585; F. 0274-555 326; Email: pusatkrisis@gmail.com
- (6) Koran. 2011. Wedhus Gembel dari Gunung Merapi . (<http://www.koran-jakarta.com/berita-detail.php?id=65685>) diakses online tanggal 21 Februari 2011.

## BIODATA PENULIS

## Penulis I

Nama : Sunu Riyastono  
NIM : E11.2010.00380  
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Elektro  
E-mail/ HP : [riyas.parma@yahoo.co.id](mailto:riyas.parma@yahoo.co.id)/ 085 643 879 687  
Alamat : Roworejo RT 2/ II no 14 Kec. Grabag Kab.  
Purworejo Jawa Tengah

Sunu Riyastono

E11.2010.00380

## Penulis II

Nama : Noor Yulita Dwi Setyaningsih  
NIM : E11.2010.00389  
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Elektro  
E-mail/ HP : [loku\\_cilo@yahoo.com](mailto:loku_cilo@yahoo.com) / 085 740 083 465  
Alamat : Rejosari Rt 01/IV Dawe Kudus, 59353

Noor Yulita Dwi S

E11.2010.00389

## Penulis III

Nama : Satya Lutvi Andika  
NIM : E11.2010.00390  
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Elektro  
E-mail/ HP : [Andhika1989@gmail.com](mailto:Andhika1989@gmail.com)/ 085 641 184 774  
Alamat : Ngesrep Timur IV No.9 RT.04/RW.01, Kel.  
Sumurboto, Kec. Banyumanik, Semarang 50269

Satya Lutvi Andika

E11.2010.00390