

JURNAL REBENCANAAN INDONESIA

Vol. 2, No. 1

Mei 2009

Tingkat Risiko Pencemaran Airtanah Bebas oleh Senyawa Nitrat
di Kabupaten Bantul Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta

Rio Adli Prastoro, Sunarto, Doni P.E. Putra

Study Dampak Projek Mikrokeuangan
Pascagempabumi di Daerah Istimewa Yogyakarta

Abdur Rofi

Pengkajian Local Site Effect di Graben Bantul Menggunakan
Indeks Kerentanan Seismik Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor

Daryono, Sutikno, Junun Sartohadi, Dulbahri, Kirbani Sri Brotopuspito

Penilaian Tingkat Kerawanan Kebakaran Rumah Berdasarkan
Karakteristik Kualitas Rumah di Kecamatan Kebayoran Lama
Jakarta Selatan

Djaka Marwasta, Azwin Achmadi

Pengembangan Sistem Perencanaan Manajemen Risiko Bencana
di Indonesia

Sudibyakto

Zonasi Tata Ruang Wilayah Pesisir Pantai Utara Jawa Tengah
Berbasis Mitigasi Bencana (Studi Kasus Pemodelan Banjir Rob
di Kecamatan Tegal Barat Kota Tegal Provinsi Jawa Tengah)

Syarifah A. Dalimuntje, Frieta Damayanti, Guruh Samodra

Analysis of the Emergency Response to the 2006
Yogyakarta & Central Java Earthquake

Troy Skaleskog



**PUSAT STUDI BENCANA (PSBA)
UNIVERSITAS GADJAH MADA
Yogyakarta**

JURNAL KEBENCANAAN INDONESIA

Vol. 2, No. 1, Mei 2009

Pemimpin Umum

Sunarto

Pemimpin Redaksi

Sutikno

Dewan Redaksi

Sunarto - PSBA UGM

Dulbahri - Fak. Geografi UGM

Franck Lavigne - Universitas Paris I Pantheon Sorbonne, Perancis

Helmy Murwanto - Fak. Teknologi Mineral, UPN "Veteran" Yogyakarta

Lies Rahayu W.F - Fak. Kehutanan UGM

Eko Haryono - Fak. Geografi UGM

Djati Mardiatno - Fak. Geografi UGM

M. Aris Marfai - Fak. Geografi UGM

Danang Sri Hadmoko - PSBA UGM

Redaktur Pelaksana

I Made Susmayadi

Ananta Purwoarminta

Winaryo

Emi Dwi Suryanti

Arry Retnowati

Mujiyono

Desain dan Tata Letak

I Made Susmayadi

Sirkulasi

Jangka Purwana

Keuangan

Rini Subekti

Alamat Redaksi

Pusat Studi Bencana (PSBA)

Universitas Gadjah Mada

Jl. Mahoni C-16 Bulaksumur Yogyakarta

Telp/Fax : +62 274 548812

Email: psba@ugm.ac.id , psba_ugm@yahoo.com

Website : <http://rcd.ugm.ac.id>

Jurnal Kebencanaan Indonesia merupakan media publikasi ilmiah hasil-hasil penelitian staf PSBA maupun peneliti dari lembaga lain, baik di lingkungan UGM maupun di luar UGM yang berminat pada masalah kebencanaan. Jurnal ini diterbitkan oleh PSBA UGM setiap tahun dua kali, yaitu bulan Mei dan November.

DAFTAR ISI

JURNAL KEBENCANAAN INDONESIA

Vol. 2, NO. 1, Mei 2009

Judul	Halaman
Tingkat Risiko Pencemaran Airtanah Bebas oleh Senyawa Nitrat di Kabupaten Bantul Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta	419 - 442
<i>Rio Adhi Prastoro, Sunarto, Doni P.E. Putra</i>	
Studi Dampak Proyek Mikrokeuangan Pascagempabumi di Daerah Istimewa Yogyakarta	443 - 455
<i>Abdur Rofi</i>	
Pengkajian <i>Local Site Effect</i> di Graben Bantul Menggunakan Indeks Kerentanan Seismik Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor	456 - 467
<i>Daryono, Sutikno, Junun Sartohadi, Dulbahri, Kirbani Sri Brotopuspito</i>	
Penilaian Tingkat Kerawanan Kebakaran Rumah Berdasarkan Karakteristik Kualitas Rumah di Kecamatan Kebayoran Lama Jakarta Selatan	468 - 483
<i>Djaka Marwasta, Azwin Achmadi</i>	
Pengembangan Sistem Perencanaan Manajemen Risiko Bencana di Indonesia	484 - 491
<i>Sudibyakto</i>	

**Zonasi Tata Ruang Wilayah Pesisir Pantai Utara Jawa Tengah
Berbasis Mitigasi Bencana (*Studi Kasus Pemodelan Banjir Rob
di Kecamatan Tegal Barat Kota Tegal Provinsi Jawa Tengah*) 492 - 500**
Syarifah A.Dalimunthe, Frieta Damayanti, Guruh Samodra

**Analysis of the Emergency Response to the 2006
Yogyakarta & Central Java Earthquake 501 - 511**
Troy Skaleskog

PENGANTAR REDAKSI

Tidak terasa Jurnal Kebencanaan Indonesia telah memasuki cetakan ke 6 pada edisi Mei 2009. Berdasarkan *time frame* nya yang terbit sebanyak dua kali dalam satu tahun maka tahun ini Jurnal Kebencanaan Indonesia telah memasuki usia yang ke 3 tahun. Dalam usia yang ketiga tahun kami merasa Jurnal Kebencanaan Indonesia masih dalam tahap perkembangan yang terus memerlukan dukungan dari berbagai pihak sehingga perkembangannya dapat berjalan dengan baik dan sejalan dengan program pencanangan *word class research university* (WCRU) UGM kami dari tim redaksi senantiasa berusaha untuk menjaring artikel-artikel dari lembaga masyarakat, akademisi, dan instansi dari berbagai negara. Tetapi sampai saat ini memang tidak mudah bagi kami untuk dapat melakukan itu, tetapi setidaknya dengan langkah kecil berupa tekad dari seluruh tim redaksi dan dukungan dari Pimpinan Umum, Pimpinan Redaksi, serta segenap Dewan Redaksi kami telah sepakat untuk menuju peningkatan kualitas secara terus-menerus. Dukungan yang tinggi juga kami harapkan datang dari para penulis di bidang kebencanaan dengan ikut berpartisipasi untuk mengirimkan artikelnnya ke alamat redaksi kami.

Jurnal Kebencanaan Indonesia Volume 2 Nomor 1 yang terbit pada bulan Mei 2009 ini mengawali terbitan untuk volume 2 sehingga besar harapan kami ini merupakan *starting point* bagi kami untuk dapat memberikan yang lebih baik bagi masyarakat, lembaga, maupun semua pihak yang berkepentingan dengan hadirnya Jurnal Kebencanaan Indonesia sebagai salah satu media pembelajaran tentang kebencanaan dan media bertukar ilmu pengetahuan di bidang kebencanaan bagi kita semua.

Semoga beberapa artikel yang kami sajikan dalam edisi ini dapat bermanfaat bagi kita dan pembaca yang budiman. Tidak lupa pula melalui forum ini kami dari tim redaksi mengundang semua pihak dari berbagai kalangan dan juga kepada pihak-pihak yang secara khusus berkecimpung di bidang kebencanaan untuk dapat berpartisipasi menuangkan ilmu, pengetahuan, dan pengalaman ke dalam Jurnal Kebencanaan Indonesia edisi selanjutnya, selamat membaca.

Salam Redaksi,

**TINGKAT RISIKO PENCEMARAN AIRTANAH BEBAS OLEH SENYAWA
NITRAT
DI KABUPATEN BANTUL PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
STUDI KASUS: KECAMATAN BANTUL DAN BAMBANGLIPURO**

Rio Adhi Prastoro¹, Sunarto², Doni P.E. Putra³

¹Program Studi Geo-Information for Spatial Planning and Risk Management Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

²Pusat Studi Bencana (PSBA) UGM Yogyakarta

³Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Geologi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

Abstract

This research is based on aims namely; (1) to comprehend the distribution of intrinsic groundwater vulnerability, (2) to reveal the concentrations of nitrate (NO₃⁻) distribution of all over the place and its contamination hazard zoning and (3) to assess the risk level which might emerge as the output of nitrate (NO) contamination.

The approach in risk level assessment was carried out by using the risk equation; Risk = f (Hazard, Vulnerability, Amount (element at risk)). Logical Contouring and Interpolation Method was performed to assess the zoning of nitrate (NO) potential contamination hazard, intrinsic groundwater vulnerability was estimated by using SVV (Simple Vertical Vulnerability) Method and the element at risk was determined by applying Remote Sensing Method. The final step of the assessment was conducted by combining of all input information by using Geographic Information System (GIS) Method, in order to generate the new information value and mapping of risk level assessment of shallow groundwater against nitrate contamination.

The research area, according to the zoning of nitrate (NO) potential contamination hazard levels, was divided into three classes, as followed; low (66,10% of the overall wide), medium (32,91% of the overall wide) and high (0,99% of the overall wide). The application of SVV Method was used to estimate and describe the intrinsic groundwater vulnerability and the result are; medium (34,24% of the overall wide), high (61,21% of the overall wide) and very high (4,55% of the overall wide). It can be concluded from this information that the relative residence time of seepage water in unsaturated zone of the research area has value that range from a few days to ten years. The use of Remote sensing technique identified 22.491 buildings as the element at risk with 82,7% as the result of the test of confidence. The approach of risk level assessment brought final result of the research in three categories, which are; low risk (24,67% of the overall wide) along with 21.789 lives who live safely, medium risk (69,80% of the overall wide) with 71.995,5 lives who have potentiality to be affected bigger than those in low risk and high risk (5,53% of the overall wide) with 5.368,5 lives live unsafely from a serious threat of nitrate (NO) contamination or because of staying in location with very vulnerable groundwater.

From the result of the research, it can be concluded that in general view, the research area is composed of hydrogeological factors which lead the area to have medium to high intrinsic groundwater vulnerability. On the other hand, the level of nitrate (NO) contamination hazard of groundwater is low to medium. Nevertheless, in some places, the concentrations of nitrate (NO) reveals almost exceed the allowed-maximum value. Therefore, the combination of those variables indicates that the research area has a rising contamination risk trend, unless a planned and comprehensive waste disposal system is applied.

Key Words: Intrinsic Groundwater Vulnerability, Nitrate Contamination Hazard, Elements at Risk, Risk Level Assessment, Bantul Regency

1. Latar Belakang

Kabupaten Bantul merupakan salah satu kabupaten di wilayah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yang terletak di kaki

Gunungapi Merapi bagian selatan. Daerah ini merupakan kawasan luah (*discharge*) dengan morfologi berupa dataran yang tersusun atas batuan porus, sehingga

memungkinkan untuk menyimpan cadangan airtanah dalam jumlah yang besar. Meskipun demikian, pemanfaatan air bawah tanah harus dikelola dengan baik agar kelestariannya terpelihara, karena airtanah di daerah dataran relatif dangkal dan lebih mudah mengalami pencemaran dari berbagai sumber. Perkembangan jumlah penduduk yang pesat pada gilirannya memberi tekanan pada sumberdaya lahan terutama airtanah, menempatkan sumberdaya airtanah pada tingkat risiko pencemaran yang semakin meningkat. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan data aktual tentang kondisi, potensi dan tingkat kerentanan airtanahnya terutama pada airtanah bebas yang dangkal yang digunakan oleh sebagian besar penduduk daerah ini sebagai sumber air baku utama. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk keperluan pengaturan pemanfaatan dan pengembangan airtanah dalam wilayah Kabupaten Bantul, khususnya Kecamatan Bantul dan Bambanglipuro.

Kabupaten Bantul merupakan wilayah aglomerasi perkotaan Yogyakarta yang berpotensi dikembangkan sebagai kawasan penyangga Kota Yogyakarta terutama dalam kaitannya dengan areal hunian. Hal ini disebabkan oleh semakin berkurangnya daya tampung ruang dan daya dukung lingkungan perkotaan Yogyakarta sebagai akibat dari meningkatnya kebutuhan akan tempat tinggal. Tumbuhnya areal aglomerasi perkotaan dipicu adanya urbanisasi yang

mentransformasi areal rural pinggiran perkotaan menjadi permukiman urban, sehingga densifikasi permukiman di Kabupaten Bantul diperkirakan akan terjadi dan berakibat sama terhadap airtanahnya seperti Kota Yogyakarta.

BAPPENAS (2006) menyatakan bahwa hanya sekitar 10% dari seluruh penduduk Kabupaten Bantul dilayani oleh PDAM Bantul, 82% lainnya mengandalkan sumur dangkal, mata air (5%), pompa tangan (1%), tadah hujan (0,4%) dan dengan cara-cara lain. Jumlah total kapasitas produksi PDAM Bantul adalah 235 liter/detik, sedangkan air yang tidak terhitung/hilang dilaporkan mencapai 22%. Sistem sanitasi yang memadai tidak ditemukan dan hanya sekitar 13% dari produksi sampah harian diambil oleh petugas pembersih sampah dari pemerintah kabupaten. Dinas Pertambangan Provinsi DIY (1996) menyatakan bahwa kecamatan Bantul dan Bambanglipuro terletak pada bentuklahan dataran aluvial vulkanik dengan kedalaman muka airtanah kurang dari 7 m (dangkal). Laju penggunaan air bawah tanah domestik berkisar 15 - 25 juta m³/thn (kategori sedang) pada wilayah selatan Kecamatan Bantul, < 15 juta m³/thn (kategori rendah) pada wilayah barat Kecamatan Bantul dan > 25 juta m³/thn (kategori tinggi) pada wilayah Kecamatan Bantul. Berdasarkan informasi-informasi tersebut, airtanah merupakan sumber air baku utama bagi kehidupan penduduknya.

Perkembangan Kecamatan Bantul dan Bambanglipuro diperkirakan akan berlangsung intensif dan memiliki kecenderungan yang serupa dengan pusat Kota Yogyakarta. BPS Provinsi DIY (2008) menyatakan bahwa dari tahun 2003 sampai 2005, penduduk Kecamatan Bantul dan Bambanglipuro bertambah 1.566 jiwa, yaitu dari 101.039 jiwa menjadi 102.605 jiwa, dengan tingkat penambahan penduduk sebesar 783 jiwa per tahun dalam rentang dua tahun tersebut. Akibat peningkatan jumlah populasi, lahan yang ada cenderung akan dirubah menjadi areal permukiman, usaha atau pembuangan limbah bagi penduduknya sehingga faktor penambahan penduduk menjadi penyebab utama konversi fungsi lahan secara intensif. Intensitas yang meningkat dalam perubahan pemanfaatan lahan di Kecamatan Bantul dan Bambanglipuro cenderung akan memiliki dampak terhadap kondisi sumberdaya airtanah yang ada di bawah permukaan tanahnya yang diperkirakan akan serupa dengan wilayah Kota Yogyakarta yang telah mengalami penurunan kualitas dibandingkan dua dekade sebelumnya akibat sistem pembuangan limbah dan sampah yang tidak terserap dan terkelola dengan baik.

Dari pernyataan-pernyataan di atas, ditemukan kontradiksi kondisi pada wilayah ini yaitu populasi, yang berkembang pesat dengan sistem sanitasi dan jaringan air bersih yang tidak memadai, memiliki kemungkinan mencemari sumberdaya airtanah di-

bawahnya, sedangkan di sisi lain, populasi tersebut bergantung pada airtanah di bawahnya sebagai sumber air baku untuk kelangsungan hidupnya. Hal ini menunjukkan betapa pentingnya perencanaan tata ruang permukiman dan sistem sanitasinya disertai manajemen pemanfaatan airtanahnya. Oleh sebab itu, Kecamatan Bantul dan Bambanglipuro dipilih menjadi lokasi penelitian ini.

2. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui sebaran tingkat kerentanan airtanah intrinsik pada akuifer bebas dangkal terhadap pencemaran;
2. Mengetahui konsentrasi kandungan ion nitrat (NO_3^-) di daerah penelitian dan pewilayahan menurut tingkat bahaya pencemarannya;
3. Menilai tingkat risiko yang ditimbulkan apabila terjadi pencemaran airtanah oleh senyawa nitrat (NO) di daerah penelitian.

3. Tinjauan Pustaka

3.1 Kerentanan Airtanah Intrinsik (*Intrinsic Groundwater Vulnerability*)

Ide bahwa beberapa area memiliki potensial terkontaminasi lebih tinggi dibanding yang lain, telah memunculkan penggunaan istilah kerentanan airtanah terhadap pencemaran, yang didefinisikan sebagai tendensi atau kecenderungan material pencemar untuk mencapai posisi tertentu dalam sistem airtanah setelah terjadi kontak pada bagian atas akuifer. Dalam sudut

pandang pendapat ini, dapat ditarik kesimpulan bahwa semua airtanah ialah rentan terhadap pencemaran, namun berbeda dalam tingkat kerentanannya. Kerentanan airtanah terhadap bahaya pencemaran bukan merupakan sifat yang absolut, namun merupakan indeks relatif yang menunjukkan adanya kejadian pencemaran airtanah. Oleh sebab itu, kerentanan airtanah harus mendasarkan pada informasi sampel yang dapat diukur. Susunan faktor fisik dan kimiawi zona tak jenuh mempengaruhi potensi perlindian (*leaching*) bahan pencemar. Faktor kimia yang mempengaruhi potensi perlindian bahan pencemar ialah; kontinuitas pencemaran, perubahan sifat material pencemar dan penyerapan sedangkan faktor fisik yang termasuk di dalamnya ialah komposisi tanah dan batuan, kedalaman muka airtanah dan kecepatan imbuhan airtanah (NRC, 1993).

Menurut Vrba dan Zaporozec (1994), penilaian kerentanan airtanah merupakan bagian dari perlindungan kualitas airtanah dan istilah ini pertama kali diperkenalkan oleh ahli hidrologi Prancis, Margat pada akhir tahun 1960. Konsep dari kerentanan airtanah menurut Margat berdasarkan pada asumsi bahwa lingkungan fisik menyediakan variasi tingkat perlindungan airtanah terhadap pengaruh alami dan manusia. Meskipun demikian, potensial perlindungan lingkungan fisik alami ini terbatas dan bervariasi menurut waktu dan lokasi. Lingkungan fisik tersebut ialah kedalaman

muka airtanah, curah hujan, topografi (*slope*), litologi, tekstur tanah dan konduktivitas hidraulik dan dikenal sebagai karakteristik hidrogeologi. Lebih jauh lagi, berdasarkan karakteristik hidrogeologi, hal-hal tersebut dapat digunakan untuk memperkirakan kepekaan (*sensitivity*) atau kerentanan airtanah terhadap pencemaran. Selanjutnya, Vrba dan Zaporozec (1994) menambahkan adanya dua istilah dalam penilaian kerentanan airtanah yaitu kerentanan airtanah alami (*intrinsic groundwater vulnerability*) dan kerentanan airtanah gabungan (*specific/integrated groundwater vulnerability*). Kerentanan airtanah alami diartikan sebagai fungsi dari faktor/karakteristik hidrogeologi, yaitu fungsi dari karakteristik akuifer dan material lapisan tanah serta batuan yang terletak di atas muka airtanah, sedangkan kerentanan airtanah gabungan ialah penggabungan kerentanan airtanah alami dengan informasi mengenai dampak aktivitas manusia/masyarakat yang dinamis, yang mampu mengakibatkan penurunan kualitas airtanah.

3.2 Bahaya Pencemaran Airtanah oleh Nitrat (NO₃)

Cardona (2003, dalam Villagrán, 2006) mengemukakan konsep bahaya (*hazard*) sebagai kemungkinan suatu kejadian fenomena alami yang memiliki potensial merusak dalam periode waktu tertentu dan dalam wilayah tertentu pula. Selanjutnya, Mitchell dan Cutter (1997) menerangkan bahwa bahaya alami merefleksikan ancaman potensial terhadap manusia seperti halnya

dampak dari kejadian terhadap masyarakat dan lingkungan. Selebihnya, dijelaskan pula bahwa bahaya dibentuk melalui persepsi dan pengalaman masyarakat. Masyarakat memiliki kontribusi dalam mengubah bahkan memperburuk sifat bahaya, sehingga tingkat bahaya dapat bervariasi menurut aktivitas hidup, budaya, jender, ras, status sosial ekonomi dan juga struktur kondisi politik.

Menurut Johansson dan Hirata (2002), kelompok senyawa pencemar dapat dikategorikan sebagai; organik patogen, senyawa nutrisi, logam berat dan kimia organik (hidrokarbon dan pestisida). Selanjutnya, pemetaan potensial muatan pencemar untuk masing-masing kategori dianjurkan untuk dilakukan. Hal ini disebabkan oleh; (1) masing-masing senyawa pencemar dapat mempengaruhi kesehatan manusia dalam berbagai cara, sehingga pemetaan muatan pencemar potensial dapat memberikan informasi bahaya potensial spesifik, (2) berkaitan dengan toksivitas pencemar, masyarakat harus memahami bahwa senyawa pencemar dengan tingkat toksivitas tinggi walaupun dalam muatan potensial yang rendah dapat mengakibatkan bahaya yang lebih besar dibandingkan dengan senyawa dengan tingkat toksivitas rendah dan muatan potensial yang tinggi dalam airtanah.

Senyawa nitrat lebih sering digunakan sebagai indikator pengidentifikasian pencemaran dalam areal dengan kepadatan penduduk yang tinggi dan sistem sanitasi

yang buruk dibandingkan dengan senyawa sulfat. Pencemaran airtanah oleh senyawa nitrat dapat mengindikasikan adanya penggunaan secara luas sistem sanitasi yang buruk. Selain karena kegagalan sistem sanitasi pada areal permukiman, keterdapatannya senyawa pencemar nitrat akan bergantung pada beberapa faktor, yaitu; tipe permukiman, kepadatan populasi, pengaturan dan konstruksi sanitasi (Foster dan Hirata, 1988). Faktor-faktor ini diasumsikan serupa pada kategori penggunaan lahan yang sama. Nitrat sangat mudah untuk terlindi oleh hujan deras dan air infiltrasi yang disebabkan oleh tingkat mobilitas dan sulit terurai dalam tanah atau zona tak jenuh.

Keputusan Menteri Kesehatan RI No.907/MENKES/SK/VII/2002 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum, mengatur jenis air minum yang mengatur kualitas; (1) air yang didistribusikan melalui pipa untuk keperluan rumah tangga, (2) air yang didistribusikan melalui tangki air, (3) air kemasan dan (4) air yang digunakan untuk produksi bahan makanan dan minuman yang disajikan kepada masyarakat. Semua jenis air minum ini harus memenuhi syarat kualitas air minum. Peraturan ini telah menetapkan ambang batas tertinggi pada beberapa senyawa kimia yang dapat membahayakan manusia, termasuk di dalamnya konsentrasi ion nitrat (NO) dan klorida (Cl). Ambang batas maksimum untuk konsentrasi ion nitrat (NO) sebesar < 50mg/l, sedangkan untuk

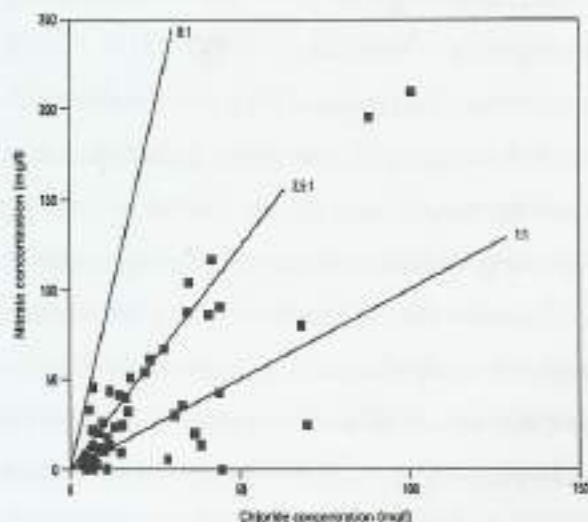
klorida (Cl) sebesar < 250 mg/l. Nilai ambang batas tertinggi ini digunakan untuk mengelaskan tingkat pencemaran ion nitrat (NO) pada areal penelitian.

Tabel 1 Kandungan Maksimum pada Dua Unsur yang Digunakan

Unsur	Maksimum Yang Diperbolehkan (Satuan mg/l)
Nitrat	50
Klorida	250

Sumber: KepMenKes No. 907/MENKES/SK/VII/2002 dan WHO (1998) dengan perubahan

Hal penting yang perlu diperhatikan di dalam pemilihan titik sampel kimia airtanah untuk dipertimbangkan sebagai masukan dalam pemetaan tingkat pencemaran airtanah oleh nitrat (NO₃⁻) yang berasal dari tinja manusia ialah rasio nitrat (NO) dan klorida (Cl).



Gambar 1 Rasio Nitrat dan Klorida (Sumber: ARGOSS, 2001)

Nitrat (NO₃⁻) dan klorida (Cl⁻) ialah ion yang tidak mudah terurai selama pengangkutan oleh airtanah, sehingga

apabila ion nitrat (NO) dan klorida (Cl) sepenuhnya berasal dari tinja manusia, maka di dalam airtanah bebas dangkal (*shallow groundwater*) rasio senyawa ini akan mendekati rerata rasio nitrogen dan klorida dalam feses manusia (*faecal source*) yaitu berkisar antara 2 - 2,5 : 1 (ARGOSS, 2001; Putra, 2007). Bahkan ARGOSS (2001) mempertajam fungsi dari rasio ini dengan menyatakan bahwa apabila rasio nitrat (NO) dan klorida (Cl) berada di antara rasio 1:1 dan 8:1, nitrat (NO) sepenuhnya dari feses manusia yang merupakan efek dari sanitasi yang tidak memadai pada areal permukiman yang padat.

Pendekatan *logical contouring* dan interpolasi untuk menspasialkan bahaya pencemaran airtanah merupakan teknik yang digunakan untuk menginvestigasi dan menggambarkan secara keruangan kontribusi dari tingkat pencemaran dari beberapa titik (*point source contamination*) gabungan yang membentuk kontur yang berpotensi terjadi pada suatu daerah. Garis kontur dan interpolasi ini menunjukkan konsentrasi dan potensi tingkat pencemaran yang sama (Sadiq dkk, 1997; Garcia dkk, 2001).

3.3 Elemen Risiko

Menurut ADPC (2004), elemen risiko (*element at risk*) ialah manusia, bangunan, pertanian, infrastruktur atau hal-hal lain yang berkaitan dengan komponen penunjang kehidupan manusia yang

memiliki kemungkinan untuk terpapar dan terpengaruh oleh dampak dari bahaya tertentu. Penentuan elemen dalam risiko dapat diperoleh dalam dua metode, yaitu; pengumpulan data secara primer dan sekunder.

Penginderaan jauh merupakan ilmu dan seni untuk mengkaji tentang objek atau fenomena alam melalui analisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung dengan objek atau fenomena yang dikaji. Sensor perekam pada umumnya dapat dipasang pada pesawat terbang, satelit maupun pesawat ulang alik (Lillesand dan Kiefer, 1990). Selanjutnya Sutanto (1986) membedakan sistem penginderaan jauh menjadi dua,

berdasarkan wahana yang digunakan yaitu; penginderaan jauh sistem fotografi dan penginderaan jauh non-fotografi atau lebih dikenal sebagai penginderaan jauh sistem satelit.

Sutanto (1982) mengemukakan sebuah persamaan untuk menaksir jumlah penduduk di suatu daerah dengan menggunakan foto udara. Foto udara dapat digunakan untuk membantu pelaksanaan sensus penduduk dan untuk menaksir jumlah penduduk dengan ketelitian yang beragam. Pada dasarnya ada tiga cara pendekatan untuk menaksir jumlah penduduk yang dapat disimpulkan dalam tiga model:

Tabel 2 Model Penaksiran Jumlah Penduduk dengan Citra Inderaja

Model	Penaksiran Foto Udara	Pencacahan Pada Daerah Sampel	Hasil
I	Jumlah rumah (R)	Jumlah penduduk rerata tiap rumah (p)	Jumlah penduduk (P)
II	Luas daerah permukiman (L)	Kepadatan penduduk rerata (k)	
III	Jumlah keluarga yang ditaksir berdasar ukuran dan ciri rumah (K)	Jumlah rerata tiap keluarga (t)	

Garis besar tiga model ini dapat ditulis dalam tabel persamaan sebagai berikut:

Tabel 3 Rumus Model Penaksiran Jumlah Penduduk dengan Citra Inderaja

Model	Persamaan
I	$P = R.p$
II	$P = L.k$
III	$P = K.t$

Pada penelitian kali ini, persamaan model I digunakan untuk menghitung

jumlah penduduk rerata tiap rumah (p) dari persamaan di atas.

3.4 Penilaian Tingkat Risiko Pencemaran Airtanah Bebas oleh Nitrat (NO_3^-)

Alexander (2000) mendefinisikan risiko sebagai kecenderungan atau kemungkinan kehilangan, kerusakan terhadap elemen risiko (*element at risk*) sebagai akibat dari tingkat bahaya tertentu, sehingga sebuah

persamaan dapat digunakan untuk menerangkan risiko yaitu:

$$Risk = f (Hazard, Vulnerability, Amount \text{ (element at risk)})$$

Keterangan:

- Risk = Risiko
- Vulnerability = Kerentanan
- Hazard = Bahaya
- Amount (elements at risk) = Elemen risiko

4. Metode Penelitian

4.1 Pengumpulan Data dan Penentuan Sampel

a. Data Primer

Data primer yang diambil dan dikumpulkan di lapangan meliputi data sebagai berikut; data elemen risiko yang berupa sebaran dan jumlah rumah (element at risk), data kedalaman muka airtanah, data ketebalan dan perlapisan zona tak jenuh, data fluktuasi muka airtanah, data kualitas kimia airtanah (nitrat (NO₃⁻), pH, suhu, klorida (Cl⁻) dan DHL), kemiringan lereng dan penggunaan lahan.

b. Data Sekunder

Data sekunder yang dibutuhkan meliputi; data bor daerah penelitian, data curah hujan, data suhu, data kependudukan.

Sampel ditentukan dengan metode Stratified dan Purposive Sampling.

4.2 Pengolahan dan Analisis Data

4.2.1 Kerentanan Airtanah Intrinsik

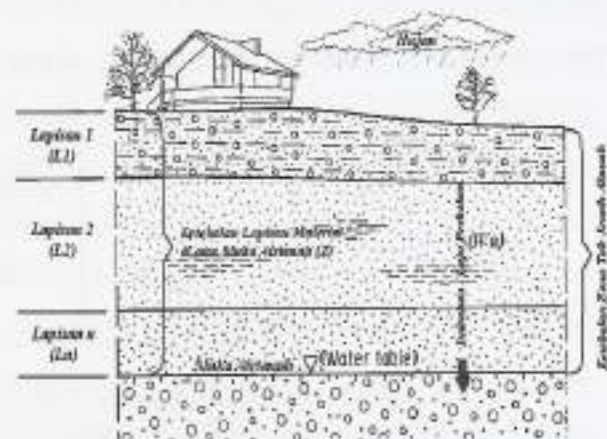
Putra (2007) menggambarkan nilai keefektifan perlindungan total (overall protective effectiveness) dari suatu lapisan tak jenuh di atas muka airtanah terhadap

pencemaran dengan persamaan matematis sebagai berikut:

$$PT = La + Z + Wu$$

Keterangan:

- PT = skor akhir keefektifan perlindungan dari zona tak jenuh
- La = nilai rata-rata dari tutupan tanah/material batuan
- La = (L1+L2+...+Ln)/n
- Z = nilai dari kedalaman zona tak jenuh airtanah
- Wu = nilai laju perkolasi dari nilai laju imbuhan (recharge rate)
- n = jumlah lapisan di atas muka airtanah.



Gambar 2 Pemodelan Kondisi Alami dengan Metode SVV (Putra, 2007)

Tabel 4 Nilai Faktor Laju Perkolasi (Wu) Berdasarkan Kelas Laju Imbuhan (U)

No	Laju Imbuhan (U) (mm/thn)	Nilai laju perkolasi (Wu)
1	<50	14
2	50-100	10
3	100-200	8
4	200-300	6
5	300-400	5
6	400-500	4
7	500-600	3
8	>600	2

Sumber: Putra (2007)

Tabel 5 Nilai Faktor Material di atas Muka Airtanah (La) Berdasarkan Tipe Tanah

No	Kelas Tekstur Tanah/Batuan tak Padat	Kode Tekstur Tanah/Batuan (AG Boden, 1996, dalam Putra, 2007)	Nilai Faktor Material Di atas Muka Airtanah
1	Pasir berkerakal (<i>gravelly sand</i>) - kerakal berpasir (<i>sandy gravel</i>)	Gs, SG	8
2	Pasir sedang (<i>medium sand</i>)	mS, mSgs	11
3	Pasir sedang - halus (<i>medium - fine sand</i>), pasir halus - sedang (<i>fine - medium sand</i>), pasir kasar - halus (<i>coarser - fine sand</i>), pasir sedikit berdebu (<i>slightly silty sand</i>)	mSfs, fSms, Su'	16
4	Pasir geluhan (<i>loamy sand</i>), pasir sedikit berlempung (<i>slightly clayey sand</i>), pasir halus (<i>fine sand</i>)	Sl, S'l, fS	24
5	Pasir berdebu (<i>silty sand</i>), pasir berlempung (<i>clayey sand</i>), debu berpasir (<i>sandy silt</i>)	Su, St, Us	29
6	Geluh berpasir (<i>sandy loam</i>), pasir geluh berdebu (<i>silty loamy sand</i>), debu geluh berpasir (<i>sandy loamy silt</i>)	La, Sls, Uls	32
7	Geluh berdebu (<i>Silty loam</i>), debu (<i>silt</i>), debu berlempung (<i>clayey silt</i>)	Lu, Uu, Ut	36
8	Geluh berlempung (<i>clayey loam</i>), geluh lempung berpasir (<i>sandy clayey loam</i>)	Ll, Lls	42
9	Lempung berdebu (<i>silty clay</i>)	Tu	49
10	Lempung geluhan (<i>loamy clay</i>)	Tl	51
11	Lempung (<i>clay</i>)	Tt	56

Sumber: Putra (2007) dengan beberapa perubahan

Parameter secara keseluruhan dan evaluasi dari kerentanan airtanah dengan menggunakan metode SVV ditunjukkan dengan Gambar 2. Selanjutnya, untuk

pengkelasan nilai akhir dan dalam hubungannya dengan waktu tinggal, disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6 Pemeringkatan Akhir dan Klasifikasi Kerentanan Airtanah Intrinsik

No	Interval Pemeringkatan Akhir	Keefektifan Perlindungan Lapisan atas Muka Airtanah	Kerentanan Airtanah Intrinsik	Waktu Tinggal Relatif pada Zona Tak Jenuh
1	>70	Sangat tinggi	Sangat rendah	> 25 tahun
2	>65 - 70	tinggi	Rendah	10 - 25 tahun
3	>35 - 65	Sedang	Sedang	3 - 10 tahun
4	>24 - 35	Rendah	Tinggi	Beberapa bulan - 3 tahun
5	< 24	Sangat rendah	Sangat tinggi	Beberapa hari - 1 tahun

Sumber: Putra (2007)

4.2.2 Tingkat Bahaya Pencemaran Airtanah oleh Nitrat (NO_3^-)

Pembuatan informasi tentang tingkat bahaya pencemaran airtanah didasarkan pada hasil pengukuran laboratorium pada sampel airtanah di daerah penelitian. Jenis

sampel yang diambil adalah konsentrasi nitrat (NO_3^-) dan klorida (Cl^-). Jenis data ini berupa data primer yang dimaksudkan untuk menunjukkan keadaan yang terkini dari daerah penelitian.

Tabel 7 Jenis dan Sumber Data Bahaya Pencemaran Airtanah oleh Nitrat (NO_3^-)

Jenis Data	Sumber Data	Teknik Pengumpulan Data
Primer		
1. Kandungan nitrat (NO_3^-)	Pengukuran langsung di lapangan pada sumur gali penduduk atau sungai	Data diambil dengan menggunakan botol penyimpan
2. Kandungan klorida (Cl^-)	Pengukuran langsung di lapangan pada sumur gali penduduk atau sungai	Data diambil dengan menggunakan botol penyimpan

Data kualitas airtanah yang berhubungan dengan kandungan nitrat (NO_3^-), kemudian diolah dan dianalisis di laboratorium. Nilai konsentrasi nitrat (NO_3^-) dari masing-masing titik pengukuran kemudian diplot-kan pada peta dasar dan selanjutnya dilakukan proses penentuan kelas tingkat pencemaran airtanah oleh nitrat (NO_3^-). Acuan pengkelasan konsentrasi nitrat (NO_3^-) dimodifikasi berdasarkan ambang batas maksimal konsentrasi nitrat (NO_3^-) dalam air sebesar $< 50 \text{ mg/l}$ (SK No. 907/MENKES/SK/VII/2002 dan WHO, 1998). Hasil pengkelasan nilai konsentrasi nitrat (NO_3^-) pada masing-masing titik sampel, kemudian dipetakan melalui teknik pembuatan kontur dan interpolasi. Teknik pembuatan kontur dan interpolasi ini digunakan dengan asumsi bahwa masing-masing sampel pada kenyataan di lapangan memiliki rentang nilai yang terstruktur secara gradual, dan tidak terdapat anomali kandungan nitrat (NO_3^-) yang signifikan antara titik-titik sampel. Selain itu, asumsi lain ialah faktor aliran limbah imbuhan dari sistem dan konstruksi sanitasi permukiman yang tidak memadai yang terjadi terus menerus, mengakibatkan konsentrasi nitrat (NO_3^-) tidak berkurang,

meskipun terdapat proses denitrifikasi oleh mikroorganisme.

Tabel 8 Kelas Tingkat Pencemaran Airtanah oleh Nitrat (NO_3^-)

No	Kandungan Nitrat (mg/l)	Kelas Tingkat Pencemaran
1	< 10	Rendah
2	$10 - < 50$	Sedang
3	> 50	Tinggi

Sumber: SK No.907/MENKES/SK/VII/2002 dan WHO (1998) dengan perubahan

Penggunaan rasio nitrat (NO_3^-) dan klorida (Cl^-) untuk menunjukkan sumber nitrat (NO_3^-) merupakan tahap selanjutnya dalam pembuatan informasi tingkat bahaya pencemaran airtanah. Nitrat (NO_3^-) dan klorida (Cl^-) ialah ion yang tidak mudah terurai selama pengangkutan oleh airtanah, sehingga apabila ion nitrat (NO_3^-) dan klorida (Cl^-) sepenuhnya berasal dari tinja manusia, maka di dalam airtanah bebas dangkal (*shallow groundwater*) rasio senyawa ini akan mendekati rerata rasio nitrogen dan klorida dalam feses manusia yaitu berkisar antara $2 - 2,5 : 1$ (ARGOSS, 2001; Putra, 2007). Hasil plot sampel terhadap rasio $2 - 2,5 : 1$ digunakan sebagai indikator pengaruh sistem dan konstruksi sanitasi yang tidak memadai pada suatu areal permukiman dengan kepadatan penduduk yang tinggi.

4.2.3 Elemen Risiko

Terdapat 9 (sembilan) kunci interpretasi citra penginderaan jauh di dalam mengenali masing-masing karakteristik objek, yaitu; warna/rona, ukuran, bentuk, tekstur, pola, tinggi, bayangan, situs dan asosiasi. Masing-masing kunci ini akan bekerja sama dalam proses pengidentifikasian suatu gejala, objek atau fenomena yang terliput oleh citra inderaja (Sutanto, 1976).

Citra IKONOS dengan resolusi spasial 1,0 m yang memiliki kualitas seperti foto udara, dimungkinkan untuk digunakan dalam interpretasi dan penghitungan jumlah rumah. Hasil interpretasi jumlah bangunan rumah ini bersama dengan data kependudukan, digunakan untuk mendekati jumlah rerata penduduk dalam tiap rumah (Sutanto, 1982). Informasi jumlah bangunan rumah yang diperoleh sebelumnya, dapat digunakan untuk memetakan kelas kepadatan bangunan per satuan pemetaan.

Tabel 9 Kunci Interpretasi Pengenalan Objek Bangunan Rumah

ID	KOORDINAT		KENAMPAKAN PADA CITRA INDERAJA						TIPE TUTUPAN LAPANGAN
	X	Y	WARNA/RONA	BENTUK	TEKSTUR	POLA	UKURAN	ASOSIASI	
1									
2									
3									

4.2.4 Penilaian Tingkat Risiko Pencemaran Airtanah Bebas oleh Nitrat (NO_3^-)

Penilaian tingkat risiko pencemaran airtanah merupakan hasil akhir dari penelitian ini, yaitu dengan mempertimbangkan aspek statis dan dinamis dari lingkungan tempat pencemaran airtanah yang berpotensi terjadi. Karakteristik zona tak jenuh, besar imbuan airtanah dan kedalaman muka airtanah merupakan aspek statis (alami), sedangkan aspek dinamis diwakili oleh sumber pencemar yang berasal dari aktivitas hidup manusia yang dinamis.

Metode dalam penilaian tingkat risiko pencemaran airtanah dilakukan dengan teknik tumpangsusun terhadap informasi masukan yang dibutuhkan yaitu informasi

kerentanan airtanah intrinsik, tingkat bahaya pencemaran airtanah oleh nitrat (NO_3^-) dan elemen risiko (jumlah bangunan rumah) yang termasuk dalam lokasi penelitian.

Hasil dari tumpangsusun ini kemudian dianalisis secara keruangan yang meliputi tingkat risiko hasil korelasi antara informasi kelas kerentanan airtanah intrinsik, kelas pencemaran airtanah dan jumlah individu yang berpotensi terpengaruh oleh pencemaran nitrat (NO).

5. Hasil dan Pembahasan

5.1 Kerentanan Airtanah Intrinsik

Metode SVV yang digunakan bertujuan untuk menunjukkan kemampuan zona tak jenuh untuk melindungi sistem airtanah

terutama dari proses yang terjadi di atas permukaan tanah dan mengestimasi waktu tinggal dari air perkolasi yang diasumsikan mengandung senyawa pencemar dalam zona tak jenuh sebelum sampai ke sistem airtanah. Hasil tumpangsusun faktor hidrogeologi yang dijadikan masukan dalam penilaian

kerentanan airtanah intrinsik daerah penelitian, menunjukkan bahwa areal penelitian dibagi ke dalam 3 (tiga) kelas kerentanan airtanah intrinsik, yaitu kelas sedang, tinggi dan sangat tinggi seperti yang disajikan dalam Tabel 10.

Tabel 10 Luas (Ha) dan Luas (%) Kelas Kerentanan Airtanah Intrinsik

No	Kelas Kerentanan Airtanah Intrinsik	Waktu Tinggal Relatif pada Zona Tak Jenuh	Luas (Ha)	Luas (%)
1	Sedang	3 – 10 tahun	1.452,827	34,24
2	Tinggi	Beberapa bulan - 3 tahun	2.597,166	61,21
3	Sangat tinggi	Beberapa hari - 1 tahun	192,762	4,55
Total			4.242,755	100,00

Sumber: Pengolahan data Primer dan Sekunder

Tabel 10 menunjukkan bahwa secara spasial daerah penelitian memiliki 61,21% wilayah yang dikategorikan berkerentanan airtanah intrinsik yang tinggi dengan waktu tinggal relatif senyawa pencemar dalam zona tak jenuh berkisar beberapa bulan – 3 tahun. Kondisi hidrogeologi areal penelitian tersusun dari material pasiran pada zona tak jenuh, kedalaman airtanah yang dangkal dan imbuhan airtanah yang besar mengakibatkan lokasi penelitian memiliki

potensi yang tinggi untuk tercemari pada waktu-waktu mendatang. Hasil pemetaan disajikan pada Lampiran-1.

5.2 Tingkat Bahaya Pencemaran Airtanah oleh Nitrat (NO_3^-)

Keterdapatannya ion nitrat (NO_3^-) yang dipadukan dengan informasi konsentrasi ion klorida (Cl^-) dapat menunjukkan pengaruh kepadatan penduduk dan kondisi sistem serta konstruksi sanitasi yang digunakan pada suatu kawasan permukiman.

Tabel 11 Luas (Ha) dan Luas (%) Kelas Pencemaran Airtanah oleh Nitrat (NO_3^-)

No	Kelas Pencemaran Nitrat	Kisaran Konsentrasi Ion (mg/l)	Luas (Ha)	Persentase Luas (%)
1	Rendah	<10	2.804,272	66,10
2	Sedang	10 - <50	1.396,627	32,91
3	Tinggi	> 50	41,860	0,99
Total			4.242,759	100,00

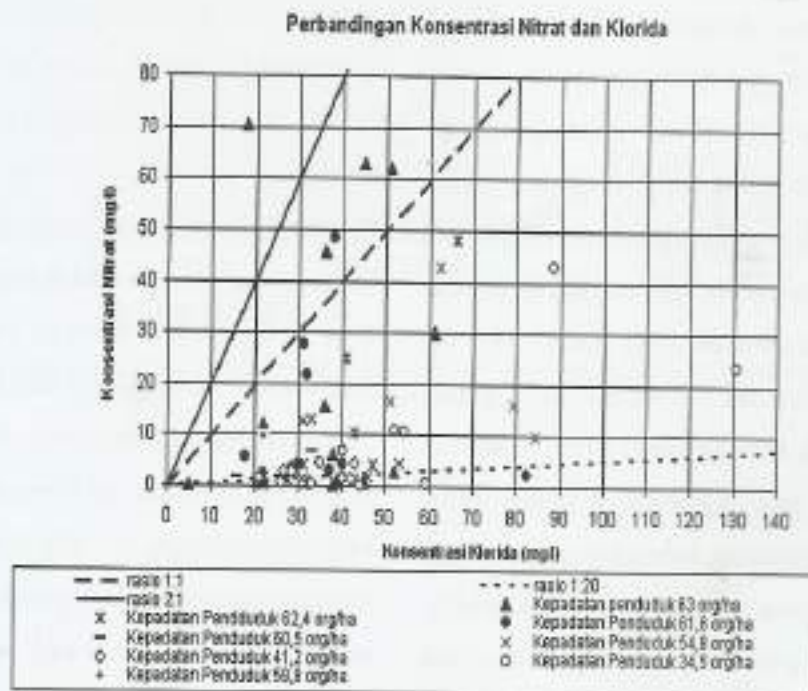
Sumber: Pengolahan data

Tabel di atas menunjukkan daerah penelitian memiliki 3 (tiga) kategori pencemaran airtanah oleh ion nitrat (NO_3^-), yaitu kelas rendah, sedang dan tinggi. Kelas pencemaran nitrat (NO) rendah mendominasi lokasi penelitian (66,10% dari total luas areal). Hal ini menunjukkan bahwa tingkat pencemaran ion nitrat (NO) di beberapa lokasi termasuk rendah, bahkan tidak dapat dideteksi (konsentrasi < 0,2 mg/l). Kelas pencemaran ion nitrat (NO) tinggi (>50 mg/l) ditemukan pada lokasi area pusat perkotaan Bantul dan sekitarnya (0,99% dari total luas areal). Meskipun arealnya sempit, namun hal ini menunjukkan adanya perubahan yang berkorelasi dengan tingkat perkembangan kawasan urban Bantul yang intensif sebagai areal aglomerasi Kota Yogyakarta yang dalam hal ini, masih belum mempertimbangkan sistem sanitasi yang memadai. WHO (1998) menyatakan bahwa

konsentrasi nitrat (NO) yang melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan sangat berbahaya bagi manusia terutama pada bayi (penyakit sindroma bayi biru/*methaemoglobinaemia* yang dapat menyebabkan kematian) dan orang-orang dengan kelainan genetika. Keracunan nitrat (NO) juga dicurigai sebagai penyebab infeksi perut. Hasil pemetaan disajikan pada Lampiran2.

5.2.1 Perbandingan Nitrat (NO) dan Klorida (Cl)

Perbandingan nitrat (NO) dan klorida (Cl) digunakan untuk menunjukkan pengaruh tingkat kepadatan penduduk dengan bangunan sanitasi yang tidak memadai, yang ditandai dengan keterdapatn hasil plot sampel antara ion nitrat (NO) dan klorida (Cl) di atas rasio 1:1.



Gambar 3 Perbandingan Nitrat dan Klorida (Data Lapangan 2008)

Hasil plot sampel (Gambar 3) dengan kepadatan penduduk tertinggi (63 org/ha) yang diambil di Kelurahan Bantul sebagai pusat kota menunjukkan posisi di atas garis rasio 1:1, sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa dalam area Kelurahan Bantul telah ditemukan pencemaran nitrat (NO_3^-) yang berasal dari tinja manusia sebagai efek sanitasi yang tidak memadai. Pemetaan kepadatan penduduk dapat dilihat pada Lampiran-3

5.3 Elemen Risiko

Citra satelit IKONOS memiliki resolusi spasial 1 m dengan kenampakan visual yang dapat diatur sedemikian rupa melalui fasilitas dalam perangkat lunak yang digunakan. Interpretasi kenampakan rumah dari citra satelit IKONOS dimungkinkan karena citra satelit ini memiliki kualitas yang serupa dengan foto udara berskala gambar yang besar, terutama visualisasi objek di permukaan bumi dengan kerincian yang relatif tinggi. Dengan menggunakan kunci-kunci interpretasi, objek rumah dapat diidentifikasi dengan baik. Namun, pada kondisi lapangan tertentu, pengidentifikasian individu objek rumah tidak mudah, terutama pada areal permukiman yang padat. Hal ini dikarenakan citra ini memiliki daya pisah tiap objek tidak terlalu baik. Nilai spektral hasil pantulan masing-masing objek yang berdekatan cenderung bercampur sehingga batas masing-masing objek tidak kentara. Kelemahan yang berkaitan dengan resolusi spasial ini dapat dikurangi dengan

pemakaian citra satelit dengan nilai resolusi spasial yang semakin kecil.

Tabel 12 Uji Ketelitian Interpretasi Jumlah Bangunan Rumah

Karakteristik	Uji Lapangan			Total Interpretasi
	A	B	C	
A'	55	1	1	57
B'	1	2		3
C'			5	5
Total Lapangan	56	3	6	65
% Benar	98,2	98,7	83,3	82,7

Sumber: Pengolahan Data Lapangan

Keterangan:

A = Rumah tinggal;

B = Bukan rumah tinggal (toko, kantor, bengkel, warung, kios);

C = Bukan rumah (bekas runtuhan)

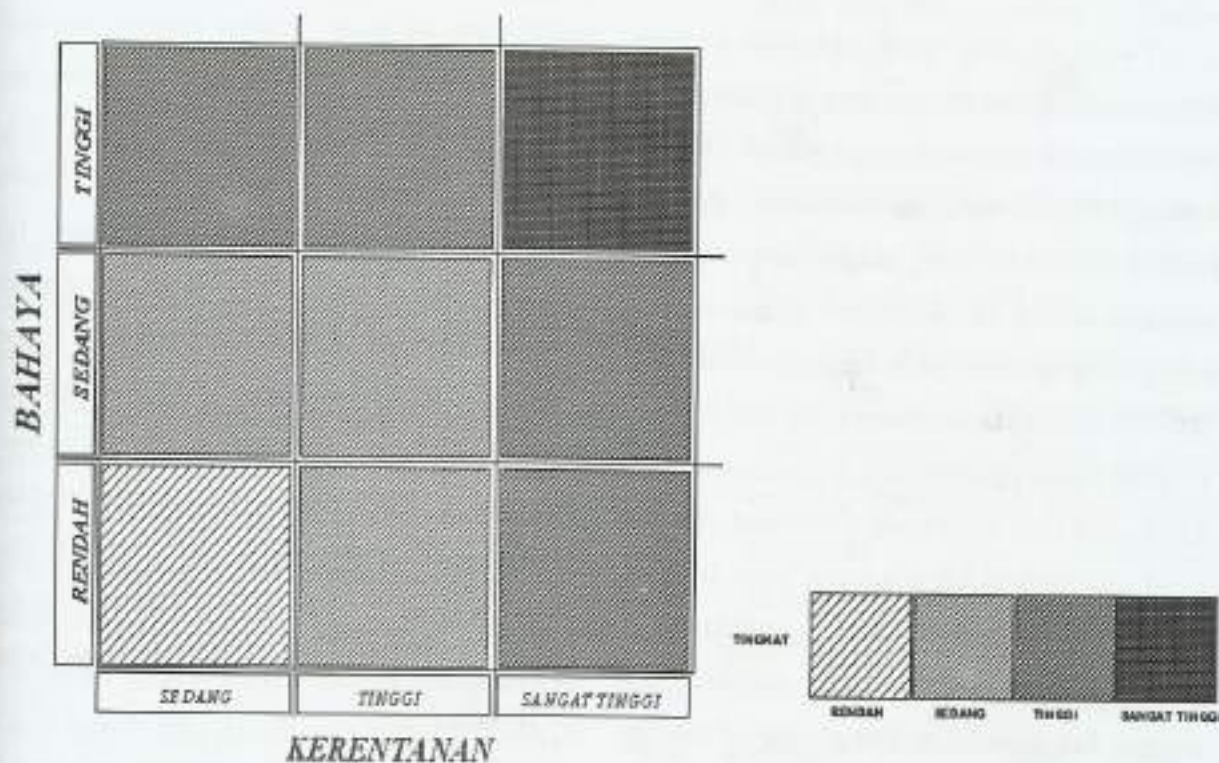
Interpretasi jumlah rumah dari citra satelit IKONOS menghasilkan tingkat uji ketelitian sebesar 82,7% dengan jumlah keseluruhan rumah yang diinterpretasi 22.491 buah bangunan. Salah satu kesulitan interpretasi jumlah bangunan ialah proses pembedaan fungsi antara bangunan sebagai rumah tinggal dan bangunan bukan rumah tinggal. Masing-masing jenis fungsi kemungkinan besar memiliki ukuran dan letak yang serupa, sehingga cek lapangan dan pengenalan medan sangat penting. Pemetaan jumlah dan distribusi bangunan dapat dilihat pada Lampiran-4. Informasi jumlah bangunan ini bersama dengan data kependudukan, digunakan untuk mengestimasi jumlah penduduk rerata per bangunan rumah pada tahap penilaian tingkat risiko.

5.4 Penilaian Tingkat Risiko Pencemaran Airtanah Bebas oleh Nitrat (NO_3^-)

Peta Tingkat Risiko Pencemaran Airtanah oleh Nitrat (NO_3^-) diperoleh dengan teknik tumpang-susun (*overlay*) dari informasi-informasi masukan yang dibutuhkan.

5.4.1 Pembuatan Matriks Penentuan Tingkat Risiko berdasarkan Hubungan antara Faktor Bahaya dan Kerentanan

sistem matriks digunakan untuk mengetahui suatu sifat baru dari hasil gabungan dua variabel yang digunakan. Sifat baru dari hasil gabungan ini kemudian dikelaskan menurut kelas yang umum agar mudah dipahami. Sifat baru ini digunakan sebagai informasi yang menunjukkan tingkat risiko. Asumsi penggunaan matriks ialah bahwa dua variabel yang dipakai memiliki kekuatan yang sebanding pada arah peningkatan intensitas yang sama, sehingga menghasilkan arah resultan tingkat risiko yang semakin meningkat.



Gambar 4 Matriks Tingkat Risiko berdasarkan Hubungan antara Faktor Bahaya dan Kerentanan

5.4.1 Penilaian dan Pemetaan Tingkat Risiko

Hasil tumpangsusun peta-peta tersebut di atas dapat disajikan dalam Tabel 13 di bawah ini.

Tabel 13 Penilaian Tingkat Risiko Pencemaran Airtanah oleh Nitrat (NO_3^-)

No	Kelas Tingkat Risiko Pencemaran Airtanah oleh Nitrat	Luas (Ha)	Luas (%)	Jumlah Rumah (Unit)	Jumlah Individu (Jiwa)
1	Rendah	1.948,65	24,87	4.542,00	21.789,00
2	Sedang	2.951,48	37,80	15.098,00	71.995,50
3	Tinggi	234,02	2,95	1.193,00	5.368,50
4	Sangat Tinggi	-	-	-	-
Total		4.234,15	100,00	21.034,00	99.152,00

Sumber: Pengolahan Data

Tabel di atas menunjukkan bahwa daerah penelitian didominasi tingkat risiko pencemaran airtanah oleh nitrat (NO_3^-) sedang (69,80% dari luas total areal), dengan jumlah individu yang dapat terpengaruh senyawa akibat dari konsumsi airtanah yang mengandung nitrat pada konsentrasi sedang ($10 < 50 \text{ mg/l}$) sebanyak 71.995,5 jiwa. Tingkat risiko pencemaran tinggi menempati 5,53% dari luas total areal penelitian dengan 1.193 unit rumah berada pada kelas ini atau sebanyak 5.368,5 jiwa akan memiliki risiko terpengaruh oleh senyawa nitrat (NO_3^-) dengan konsentrasi $> 50 \text{ mg/l}$. Areal dengan tingkat risiko pencemaran tinggi ini merupakan wilayah yang memiliki variasi sifat gabungan dari tingkat pencemaran senyawa nitrat (NO_3^-) dengan konsentrasi $> 50 \text{ mg/l}$ (tinggi) atau dengan tingkat kerentanan airtanah intrinsik sangat tinggi. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan yang dijadikan acuan, konsentrasi setinggi ini telah

menimbulkan akibat yang tidak baik terhadap kesehatan manusia. Oleh sebab itu, pada areal dengan tingkat risiko pencemaran tinggi, perlu mendapat perhatian khusus dari pemerintah maupun penduduk setempat. Tingkat risiko pencemaran sangat tinggi yang merupakan gabungan dari kelas pencemaran airtanah tinggi dan kelas kerentanan airtanah sangat tinggi tidak ditemukan dalam penelitian ini, sebab dua sifat ini tidak ditemukan pada lokasi yang sama. Lampiran-5 merupakan hasil dari pemetaan penilaian tingkat risiko.

6. Kesimpulan dan saran

6.1 Kesimpulan

1. Faktor hidrogeologi yang berkembang di areal penelitian ini mengakibatkan kerentanan airtanah intrinsik yang terbentuk didominasi oleh kategori sedang - tinggi. Secara garis besar hal ini berarti bahwa pergerakan senyawa pencemar mulai dari terjadi perliindian (*leaching*) sampai pada sistem airtanah atau lama waktu tinggal relatif pada zona tak jenuh airtanah berkisar dari beberapa bulan - 10 tahun.

2. Secara umum, dapat dikatakan bahwa tingkat pencemaran airtanah oleh nitrat (NO_3^-) di areal penelitian dalam kategori rendah - sedang yang mencakup 99,01% dari luas total areal, namun pada beberapa lokasi, telah terjadi kecenderungan peningkatan mendekati nilai maksimum yang diperbolehkan (50 mg/l).

3. Areal penelitian didominasi tingkat risiko rendah - sedang (94,47% dari luas total wilayah). Hal ini berarti bahwa 93.784,5 jiwa penduduk memiliki sumber air dari airtanah di bawahnya yang dinilai aman dari kontaminasi nitrat (NO) sebagai air baku yang digunakan untuk kebutuhan hidupnya, sedangkan 5,53% dari luas total areal merupakan areal dengan tingkat risiko tinggi dengan 5.368,5 jiwa penduduk yang berpotensi terkena risiko hidup tidak aman dari ancaman pencemaran airtanah oleh nitrat (NO) ataupun oleh karena tinggal di tempat dengan airtanah yang sangat mudah tercemar.

6.2 Saran

Areal penelitian tersusun secara dominan oleh faktor hidrogeologi yang mengakibatkan tingkat kerentanan airtanah intrinsiknya dalam kategori sedang - tinggi. Material zona tak jenuh airtanah yang didominasi tipe pasiran dan kedalaman airtanah yang relatif dangkal harus dipertimbangkan secara mendalam dalam pemanfaatan sumberdaya airtanah dan perilaku kesehatan/sanitasi masyarakat. Oleh sebab itu, untuk mengurangi bahaya pencemaran oleh berbagai-bagai senyawa berbahaya, perlu dilakukan pengolahan dan pembuangan air limbah terpadu (*off-site system*) dan terencana sesuai dengan peraturan yang berlaku pada setiap jenis aktivitas penggunaan lahan sebelum mencapai sistem airtanah.

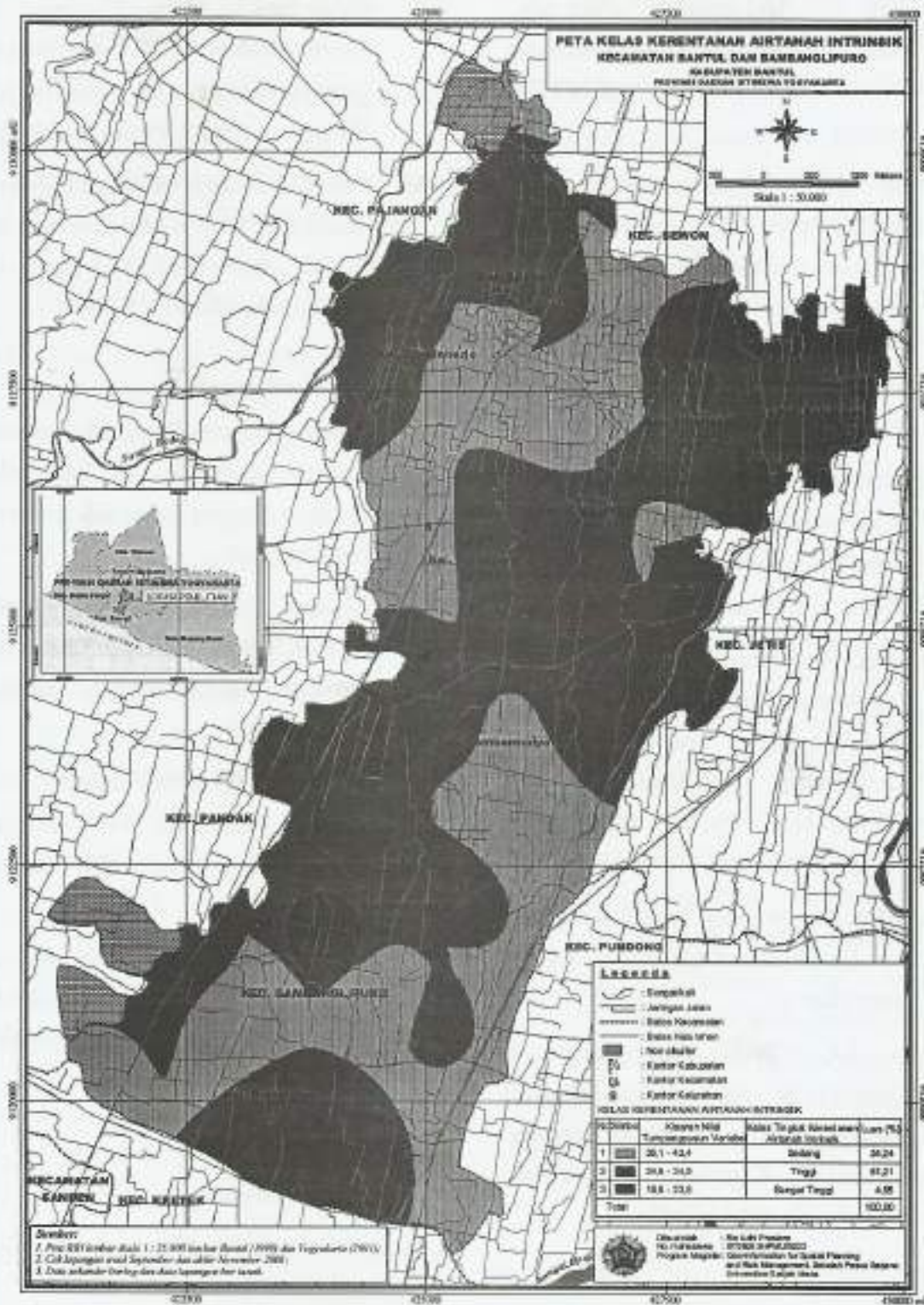
8. Daftar Pustaka

- ADPC, 2004, *Community Based Disaster Management Course Participants Workbook*
- Alexander, D., 2000, *Confronting Catastrophe*, Terra, Hertfordshire
- ARGOSS, 2001, Guidelines for Assessing the Risk to Groundwater from On Site Sanitation, *British Geological Survey Commissioned Report, CR/01/142*, 97 p.
- Bambang, E.P., R.O. Mahendra, H. Hendrayana, dan D.P.E. Putra, 2006, *Lead Contamination on Shallow Groundwater of Yogyakarta City*, Proceedings of International Symposium on Earth Resources and Geological Engineering Education, Gadjah Mada University, Yogyakarta, 474-481 pp
- BAPPENAS, 2006, *Penilaian Awal Kerusakan dan Kerugian: Bencana Alam di Yogyakarta dan Jawa Tengah*, Laporan bersama BAPPENAS, Pemerintahan Provinsi dan Daerah D.I.Yogyakarta, Pemerintahan Provinsi dan Daerah Jawa Tengah, dan Mitra International, Juli 2006
- BPS Provinsi DIY, 2008, <http://www.bantulkab.go.id>, 19 Juni 2008
- Dinas Pertambangan Provinsi DIY, 1996, *Penyusunan Rencana Zona Tata Guna Air Bawah Tanah di Kabupaten Bantul dan Pembuatan Peta Digital Zona Tata Guna Air Bawah Tanah untuk Kabupaten Sleman, Kodya Yogyakarta dan Kabupaten Bantul, Provinsi DIY*,

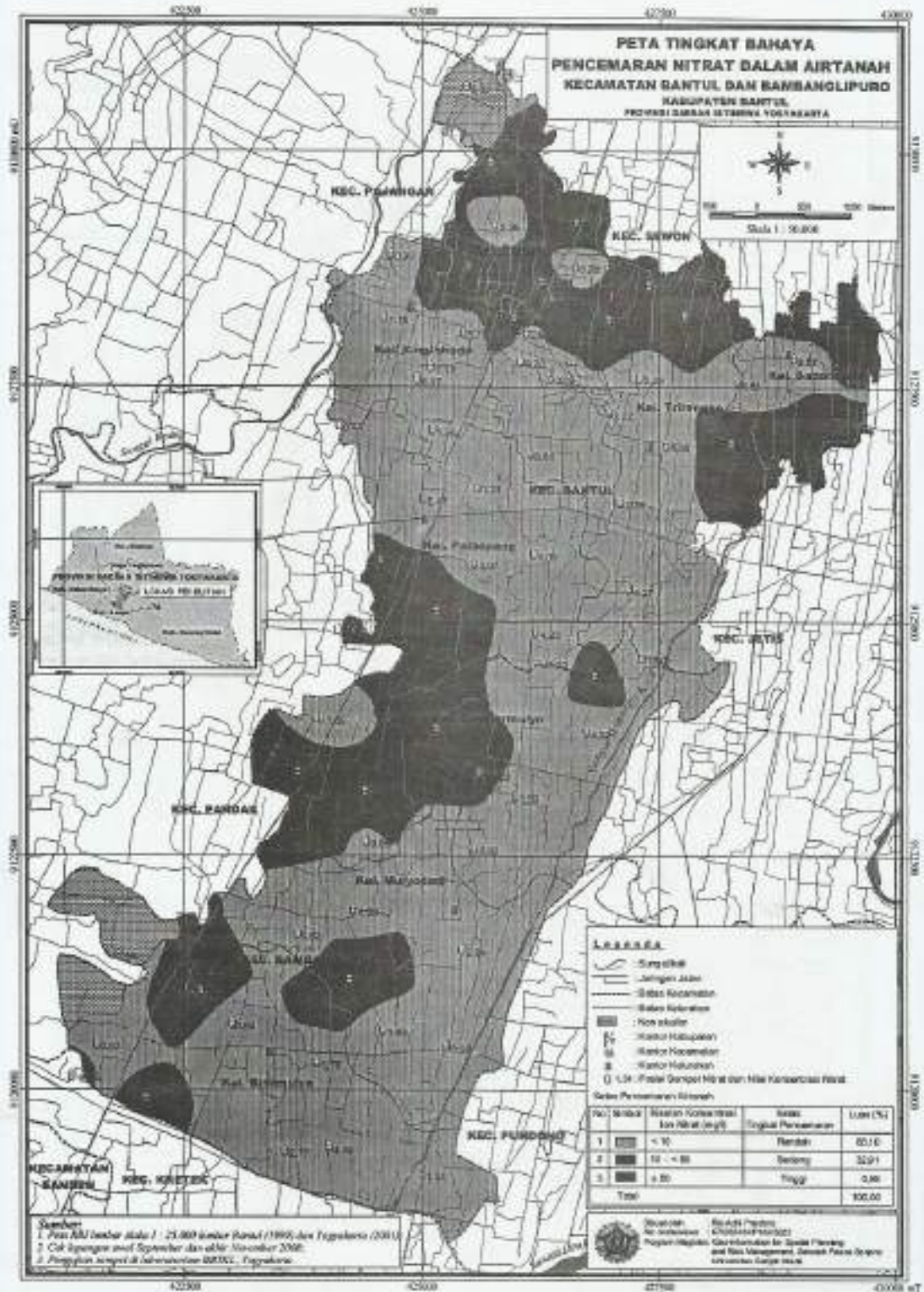
- Kerjasama Dinas Pertambangan Provinsi DIY dengan F. Geografi UGM, Yogyakarta,
- Foster, S. dan R. Hirata, 1988, *Groundwater Pollution Risk Assessment; A Methodology Using Available Data*, PAN American Center for Sanitary Engineering and Environmental Science (CEPIS), Lima, Peru
- Foster, S.S.D., B.L. Morris dan A.R. Lawrence, 1993, Effect of Urbanization on groundwater recharge, in Wilkinson, W.B., (ed), *Groundwater Problems in Urban Areas, Proceeding of Institution of Civil Engineers*, Juni 1993, London, hal. 43-63
- Garcia, M.J.M., S.M. Grau, J.J.M. Garcia, J. Moreno, J. Bayo, J.J. Guillen Perez dan J. Moreno-Clavel, 2001, *Water, Air and Soil Pollution - an International Journal of Environmental Pollution*, Vol. 131, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London
- Hendrayana, H. dan D.P.E. Putra, 2000, Delineation of Nitrate Contaminant Plume in Yogyakarta Urban Area, *Proc. of 29th Conference of Indonesian Geologist Association*, Bandung
- Johanson, P.O. dan R. Hirata, 2002, Rating of Groundwater Contaminant Source, dalam Zaporozec, (ed), *Groundwater Contamination Inventory: A Methodological Guide*, IHP-VI, *Series on Groundwater No. 2*, Unesco, hal. 63-74.
- Lillesand, T.M. dan R.W. Kiefer, 1990, *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*, terjemahan, Yogyakarta, Gadjah Mada University Press
- Mascollo, G., R. Ciannarella, L. Balest dan Lopez, 2007, Effectiveness of UV-based advanced oxidation processes for the remediation of hydrocarbon pollution in the groundwater: A laboratory investigation, *Journal of Hazardous Material* 152 (2008) 1138-1145
- Mitchell, J. dan S.L. Cutter, 1997, *Global Change and Environmental Hazards: Is the World Becoming More Disastrous?* Association of American Geographers, WashingtonDC, <http://www.aag.org/hdgc/www/hazards/units/unit1/html/unit1frame.html>, 24 January 2006
- NRC, 1993, *Groundwater Vulnerability Assessment. Predicting relative Contamination Potential under Conditions of Uncertainty. Committee on Techniques for Assessing Groundwater Vulnerability*, Water Science and Technology Board, Commission of Geosciences, Environment and Resources, National Research Council, National Academy Press, Washington DC
- Prastoro, R.A., 2002, Kajian Agihan Airtanah Bebas di Sub DAS Kenatan Kabupaten Sragen, *Skripsi*, Fakultas Geografi, UGM, Yogyakarta
- Putra, D.P.E., 2007, The Impact of Urbanization on Groundwater

- Quality, A Case Study in Yogyakarta City - Indonesia, *Disertasi*, Rheinisch-Westfalische Technische Hochschule Aachen (RWTH), Jerman
- Sadiq, M. dan I. Alam, 1997, Lead Contamination of Groundwater in an Industrial Complex, *Water, Air & Soil Pollution - an International Journal of Environmental Pollution*, Vol. 98, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London
- Sutanto, 1976, *Dasar-dasar Interpretasi Image*, Pusat Pendidikan Interpretasi Foto Udara Pasca Sarjana Angkatan I, F. GE, UGM, Yogyakarta
- Sutanto, 1982, Penafsiran Foto Udara untuk Penaksiran Jumlah Penduduk dan Distribusinya, Studi Kasus di Kecamatan Kalianda dan Kecamatan Palas Kabupaten Lampung Selatan, *Disertasi*, UGM.
- Sutanto, 1986, *Penginderaan Jauh Dasar jilid I dan II*, Fakultas Geografi, UGM, Yogyakarta
- Villagrán, J.C., 2006, *Vulnerability-A Conceptual and Methodological Review*, Studies Of the University: Research, Counsel, Education' (SOURCE), UNU-EHS
- Vrba, J. dan A. Zaporozec, [Edts](1994), *Guide book on Mapping Groundwater Vulnerability*, IAH International Contributions to Hydrology, Hannover (Heise Publ.) 16:131pp
- WHO, 1998, Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Addendum to Vol.2, Health criteria and other supporting information, Geneva, Swiss
- Perundang-undangan**
- PP 21 Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 No. 42 Tambahan Lembar Negara Republik Indonesia Nomor 4828
- PP 22 Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 No. 43 Tambahan Lembar Negara Republik Indonesia Nomor 4829
- PP 23 Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 No. 44 Tambahan Lembar Negara Republik Indonesia Nomor 4830
- UU 26 Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 No. 68 Tambahan Lembar Negara Republik Indonesia Nomor 4725

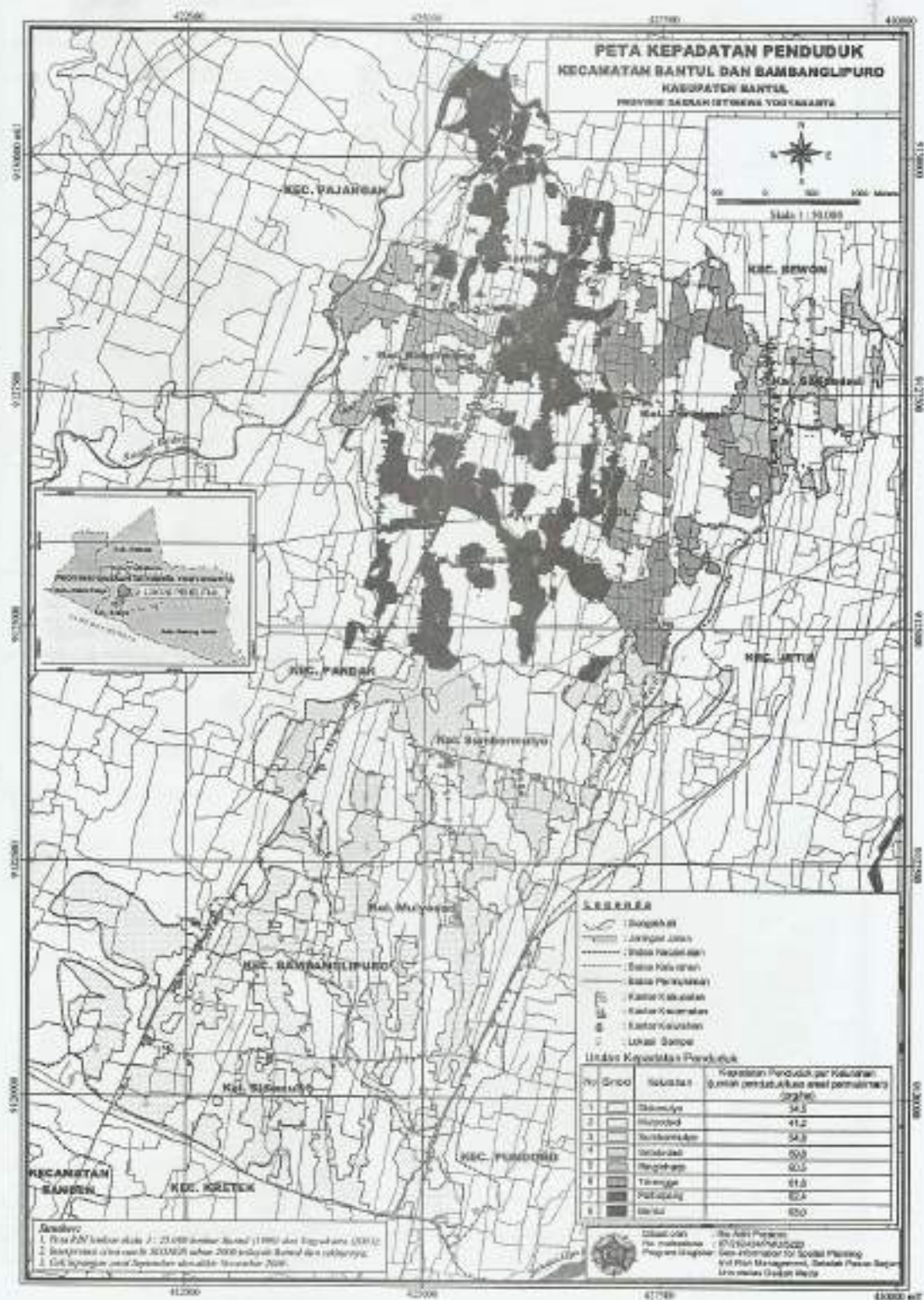
9. LAMPIRAN



Lampiran-1 Peta Kelas Kerentanan Airtanah Intrinsik Daerah Penelitian



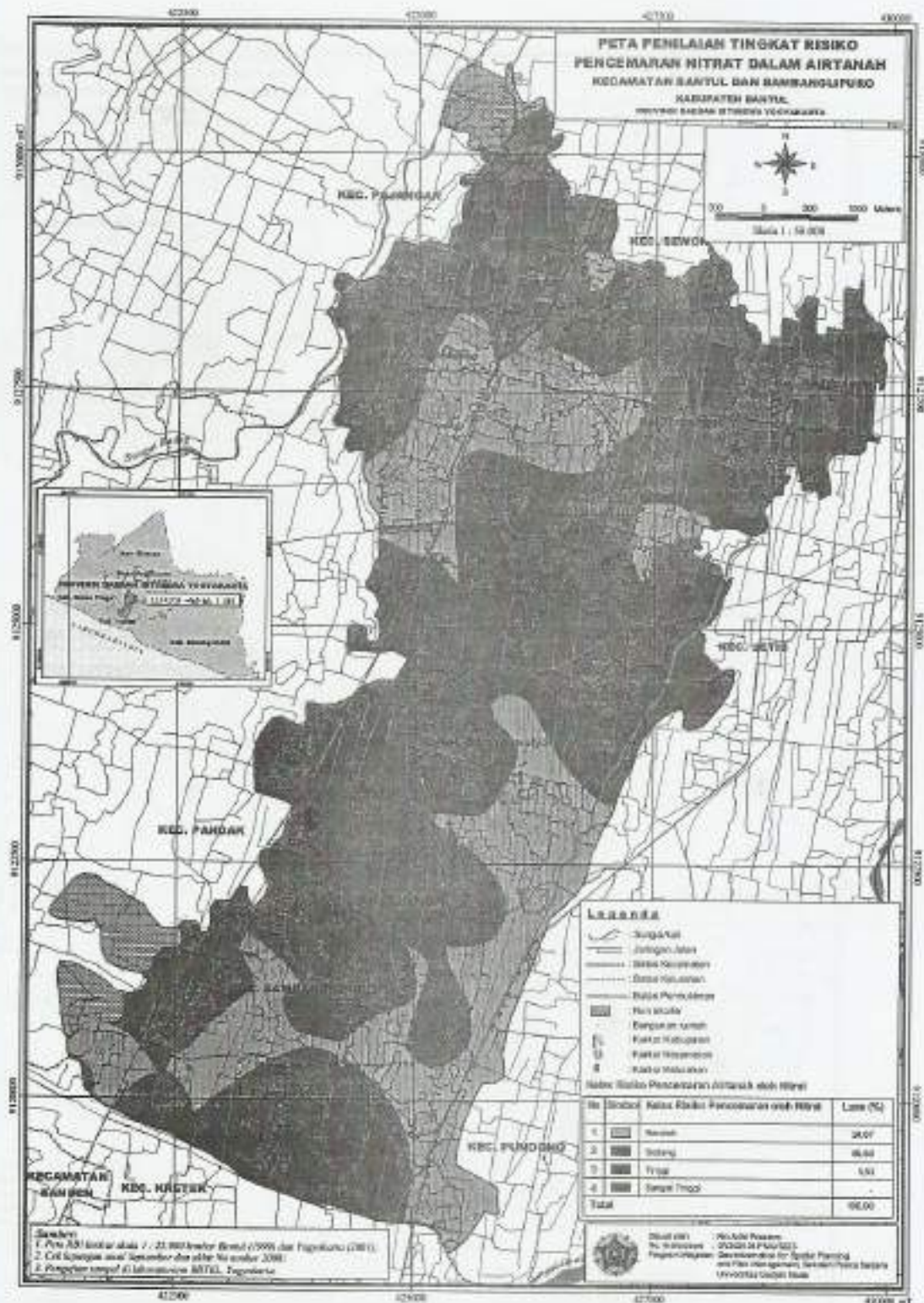
Lampiran-2 Peta Tingkat Bahaya Pencemaran Nitrat dalam Airtanah Daerah Penelitian



Lampiran-3 Peta Kepadatan Penduduk Airtanah Daerah Penelitian



Lampiran-4 Peta Distribusi Bangunan Rumah Daerah Penelitian



Lampiran-5 Peta Penilaian Tingkat Risiko Pencemaran Nitrat dalam Air Tanah Daerah Penelitian

STUDI DAMPAK PROYEK MIKROKEUANGAN
PASCAGEMPABUMI DI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
DAN JAWA TENGAH

Abdur Rofi

Dosen Fakultas Geografi UGM.
Email: abdurrefi@ugm.ac.id, abdurrefi@yahoo.co.id

Abstract

To respond the impact of Yogyakarta earthquake May, 27 2006 in finance sector and SMEs, one of collaboration institution of Indonesia - Germany designed three main sub-component project interventions. One of sub components is in the form of fund loan which is proposed as a productive loan to SMEs

The objectives of the research is to figure out how far the project of micro finance support has effect on the recovery process of productive SMEs with low income of earthquake victims.

The research is the empirical research by using the approach of condition of the beneficiaries "before and after treatment" that is the condition of the respondents when the earthquake happened or before the project and the condition when the project impact assessment is held.

The respondents of the research are clients (beneficiaries) and non-clients. The selection of the respondents was be done through survey approach that is the respondents was be decided sistematic random sampling. Impact study in the level of client was be done by the approach "with and without treatment" i.e. comparing the condition of the respondents who got the credit and they who did not (non beneficiaries) as control. Non-clients respondents were selected by purposive sampling by using simillar criteria with client respondenst.

The research has found that the program has give benefit and impact to clients. Client's business get better; It can be seen from the improvement of the business before and after the getting the loan. However, the improvement is not significant. The improvement of client's business is higher than that of non-customer (control). However, the difference of the improvement is not significant. The household economic stability of the clients is increased better than that of non-client. Nevertheless, the difference of the improvement is not significant.

Key word: Earthquake, Microfinance, impact

1. Latar Belakang

Gempa bumi 27 Mei 2006 telah memberikan dampak terhadap sektor keuangan pada dua tingkat yaitu tingkat lembaga keuangan dan tingkat nasabah atau masyarakat. Dalam kaitannya dengan lembaga keuangan, bencana tersebut telah menimbulkan kerusakan infrastruktur/gedung dan sarana prasarana kantor dengan tingkat kerusakan yang bervariasi. Beberapa LKM - termasuk dalam hal ini adalah Badan Perkreditan Rakyat (BPR) - memilih merelokasikan sementara kantor kegiatan usaha mereka sebagai upaya untuk mempertahankan kegiatan usaha.

Dampak gempa lainnya adalah munculnya ancaman bahaya kredit macet karena adanya nasabah yang menjadi korban gempa, baik terhadap fisik, psikis, tempat tinggal, maupun usaha produktif. Tidak kalah penting, dari sisi pertumbuhan usaha LKM, gempa bumi 27 Mei 2006 dikhawatirkan menimbulkan kemungkinan melambatnya pertumbuhan usaha LKM (kredit dan potensi laba) karena kemungkinan melemahnya daya serap masyarakat di wilayah gempa terhadap kredit.

Dalam studi yang dilakukan oleh MICRA (2007) tercatat bahwa 65 BPR di DIY

dan Jawa Tengah secara signifikan terkena dampak gempa bumi 27 Mei 2006. Studi tersebut juga mencatat bahwa setengah pinjaman yang ada di Yogyakarta berpotensi bermasalah dan CAR dari beberapa BPR yang terkena gempa berpotensi menurun. Beberapa BPR di DIY melaporkan adanya potensi kehilangan kredit yang telah diberikan. BPR-BPR tersebut membutuhkan dukungan likuiditas untuk pengembalian dana ke pihak ketiga karena beberapa deposan yang menaruh dananya di BPR menarik pinjaman mereka. Akibat situasi demikian, BPR mengalami persoalan ganda dengan usaha mereka baik itu pada sisi kemampuan memenuhi kewajiban pada pihak ketiga yang menyimpan dana mereka di BPR maupun pada sisi kredit BPR kepada mikrouusaha dan kecil.

Di tingkat masyarakat, gempa bumi menimbulkan dampak yang signifikan bagi kegiatan ekonomi masyarakat termasuk debitur BPR. Dampak ini antara lain melemahnya produktivitas masyarakat karena faktor korban fisik, psikis, kerusakan tempat tinggal, dan melambatnya pertumbuhan usaha produktif masyarakat karena kerusakan alat/tempat usaha/persediaan, tergerusnya keuangan/modal akibat adanya keharusan pengeluaran tak terduga (berobat, perbaikan tempat dan alat usaha, dsb), serta menurunnya daya beli masyarakat secara keseluruhan di daerah gempa akibat dari menurunnya status

keuangan karena keharusan pengeluaran tak terduga tersebut

Sebagai respon terhadap gempa bumi di Yogyakarta dan Jawa Tengah 27 Mei 2006, Salah satu lembaga kerjasama Indonesia German (selanjutnya disingkat LIG) telah mendesain dan memformulasikan proyek pada bulan Juni 2006 untuk membantu sektor mikrokeuangan di daerah yang terkena dampak gempa bumi 27 Mei 2006. Proyek tersebut bertujuan untuk meningkatkan jumlah dan volume layanan mikrokeuangan yang dapat diakses semua segmen pengusaha mandiri (*enterprises*) berpendapatan rendah (*low income*) yang terkena dampak gempa bumi, dan pada saat yang bersamaan diikuti dengan penguatan kembali BPR di daerah yang terkena dampak gempa melalui pengembangan kapasitas dan alih pengetahuan teknis yang berhubungan dengan layanan pinjaman khususnya untuk kelompok yang berpendapatan rendah dan tidak memiliki jaminan.

Menarik untuk diteliti lebih jauh, bagaiman proyek yang sudah berjalan selama 1,5 tahun memiliki dampak bagi penerima manfaat dan mencapai sasaran yang diharapkan di daerah pascagempa tersebut.

2. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang diatas, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengetahui dampak proyek bagi pemulihan mikrouusaha kecil korban gempa yang

berpendapatan rendah, (2) mengetahui perbedaan dampak proyek antara sebelum dan setelah proyek dijalankan, dan (3) mengetahui perbedaan dampak antara penerima manfaat (nasabah proyek dengan non penerima (nonnasabah).

3. Mikrokeuangan Pasca Bencana: Studi Literatur

Mikrokeuangan merupakan layanan keuangan bagi rumah tangga miskin yang tidak memiliki akses terhadap layanan yang diberikan oleh lembaga keuangan 'traditional' (Mathison, tanpa tahun). Kata 'mikro' di sini menunjukkan kepada ukuran transaksi keuangan, dan tidak berarti bahwa LKM itu sendiri haruslah kecil. Mikrokeuangan umumnya terkait dengan kredit dan tabungan, meskipun pada saat ini banyak LKM yang memberikan layanan seperti asuransi dan *leasing*.

Bagaimana mikrokeuangan memiliki peran penting untuk membantu korban bencana? Salah satu isu penting yang sering muncul dalam kaitannya penanganan bencana adalah bagaimana mengembalikan keadaan ekonomi keluarga korban. Tentu saja, peningkatan jumlah korban dan kemiskinan penduduk pasca bencana membutuhkan strategi-stretagi pembangunan dan tidak hanya program darurat dan kemanusiaan (Hudon dan Seibel, 2007). Peranan mikrokeuangan untuk kelompok-kelopompok miskin dan tidak berdaya dapat menstimulus ekonomi lokal. Dengan kata lain, dalam situasi pasca bencana, mikro-

keuangan memiliki peran penting dalam proses pemulihan (CGAP, 2005).

Setelah terjadinya bencana, Lembaga Keuangan Mikro (LKM) umumnya memberikan bantuan segera dan melakukan koordinasi untuk kegiatan-kegiatan kemanusiaan, dan sebagian lainnya memulai membantu masyarakat lokal membangun rumah dan mengembalikan kegiatan ekonomi. Rofi (2003) mencatat bahwa mikrokeuangan dapat memberikan kebutuhan dana untuk memfasilitasi kebutuhan masyarakat untuk memulai kegiatan ekonomi terutama di sektor informal. Dalam proses rekontruksi, mikrokeuangan adalah pilihan jangka panjang yang baik dibandingkan dengan hanya memberikan bantuan kemanusiaan. Dengan kata lain, mikrokeuangan dapat memainkan peranan penting pada fase transisi dari kegiatan *emergency*-rekontruksi menuju pembangunan berkelanjutan (De Greiff, 2006; Seibel 2006).

Dari sudut pandang nasabah, akses kredit mungkin lebih sulit karena kelayakan kredit mereka seringkali memburuk pada situasi pascabencana. Untuk mengatasi hal tersebut, dua kunci untuk menurunkan *vulnerability* orang-orang miskin adalah menciptakan pendapatan dan kelayakan kredit (Winchesed 2000). Lebih jauh Hudon (2007) mencatat bahwa banyak pelaku usaha kehilangan pasar mereka karena bencana dan dengan demikian tidak ada pendapatan. Di samping itu juga, banyak lembaga

keuangan formal sulit memberikan akses kredit ke mereka karena mereka tidak memiliki jaminan kredit.

Namun demikian, implementasi program mikrokeuangan pascabencana tidaklah mudah diterapkan. Setelah terjadi bencana, tantangan utama setelah minggu-minggu pemberian makanan, obat-obatan, dan perumahan darurat adalah korban umumnya hidup dengan dukungan yang terbatas. Program mikrokeuangan bukanlah solusi terbaik selama fase rehabilitasi dan *emergency* karena sifat dari mikrokeuangan dapat menimbulkan konflik pada situasi seperti itu (Ahmmed, 2007).

Dari banyak proyek yang pernah dijalankan, tidak selamanya program mikrokeuangan berjalan dengan baik. Studi yang dilakukan Rofi (2003) di wilayah paska konflik di Ambon menemukan fakta bahwa walaupun program mikrokeuangan mampu mendorong kegiatan ekonomi produktif, mengurangi ketergantungan, dan mampu menciptakan lapangan kerja terutama di sektor informal, namun di sisi lain LKM sendiri mengalami persoalan keberlanjutan kelembagaan dan keuangan. Hal ini terjadi karena LKM sendiri menghadapi persoalan dengan beberapa isu diantaranya staff LKM yang terbatas karena banyak staff LKM yang menjadi korban, persaingan dengan program-program sejenis dengan tingkat bunga yang tidak wajar yang didesain

untuk jangka waktu pendek, situasi konflik yang seringkali tidak menentu.

4. Metode Penelitian

Penelitian bertujuan melihat dampak proyek terhadap penerima manfaat (*the beneficiaries*) dalam hal ini debitur pelaku usaha/UKM. Penelitian dampak proyek ini termasuk penelitian empiris dengan menggunakan pendekatan kondisi responden penerima manfaat "*before and after treatment*" yaitu kondisi responden sesaat setelah gempa atau sebelum proyek, dan pada saat setelah menerima bantuan dari proyek.

Di samping pendekatan "*before and after treatment*", penelitian ini juga menggunakan pendekatan "*with and without treatment*" yaitu membandingkan kondisi responden yang mendapatkan kredit dan yang tidak mendapatkan kredit (*non beneficiaries*) sebagai kelompok kontrol (*control group*). Indikator yang digunakan untuk melihat kondisi responden BPR dan responden nasabah tersebut adalah indikator *investment-led* dan indikator *insurance-led* sebagai yang disebutkan oleh Sharma (2000). Indikator *investment-led* meliputi informasi dampak proyek terhadap produktivitas responden, sedangkan indikator *insurance-led* meliputi informasi dampak proyek dapat membantu responden meningkatkan kemampuannya dalam menghadapi kondisi-kondisi keuangan yang tak terduga karena bencana atau sakit.

4.1. Penentuan Responden

Responden ditentukan dengan sampling. Perkiraan dari ukuran sampel nasabah didasarkan pada populasi nasabah yang menerima pinjaman dari bantuan dana proyek per Juni 2008 di Jateng dan DIY yang berjumlah sebanyak 1.670 nasabah. Dengan asumsi bahwa seluruh nasabah terdistribusi normal antar BPR dalam jenis penggunaan kredit yang sama, dan diasumsikan batas kesalahan dalam pengambilan sample adalah 5%, maka sampel diambil adalah sebanyak 308. Sampel ini akan ditambah 12 nasabah untuk mengantisipasi jika sampel yang terpilih tidak dapat dimasukkan datanya karena persoalan validitas data dan mengantisipasi kemungkinan data tidak lengkap, salah memasukan data, atau responden tidak ada ditempat. Responden untuk kelompok kontrol dipilih sebanyak 100 nasabah. Ketika akan dianalisis, responden kontrol akan dipilih berdasarkan kesamaan pasangan dengan responden nasabah. Dengan demikian sampel penelitian ini berjumlah 420 orang. Sampel ini akan dipilih secara sistematis random sampling berdasarkan nomor urut gabungan seluruh nasabah BPR untuk jenis penggunaan kredit yang sama (usaha produktif atau renovasi rumah), sehingga jumlah responden yang dipilih untuk masing-masing BPR secara otomatis akan terdistribusi secara proporsional berdasarkan banyaknya jumlah nasabah untuk masing-masing BPR peserta.

Dalam pemilihan responden kontrol, digunakan metode/desain survei eksperimental semu (*quasi-experimental survey design*) (Pitt dan Khandker, 1998; Hulme, 2000; Sharma, 2000). Sample responden kelompok kontrol dipilih dengan cara purposive, yaitu dengan meminta rekomendasi dari reponden debitur terpilih siapa UKM di dekatnya yang kondisinya mirip dengannya namun tidak mendapatkan kredit dari BPR. Istilah semu digunakan karena responden kontrol tersebut bukanlah hasil dari suatu eksperimen kontrol yang sebenarnya karena tidak mungkin mengisolasi suatu komunitas untuk menjadi kelompok kontrol (dilarang mendapatkan kredit dari manapun, dan faktor-faktor lainnya dibuat sama dengan debitur BPR)

4.2. Analisis Data

Analisis data bertujuan untuk membandingkan kondisi antara nasabah/debitur sebelum dan setelah mendapatkan kredit, serta untuk membandingkan kondisi antara responden debitur dengan responden kontrol. Agar tidak bias dengan faktor inflasi, maka data nominal rupiah pada saat dilakukan penelitian dikoreksi terlebih dahulu dengan angka inflasi yang terjadi sejak masa setelah gempa.

Sementara itu untuk memastikan bahwa antara anggota kelompok responden nasabah yang dibandingkan dengan kelompok responden kontrol tersebut benar-

benar memiliki kondisi yang sama yang hanya dibedakan oleh faktor kredit dari proyek, maka data dikelompokkan terlebih dahulu atas kesamaan sektor ekonominya yang kemudian dilanjutkan dengan pembobotan dan kemudian pemasangan (*matching*) antar anggota kelompok. Pembobotan dilakukan dengan metode *Propensity Score Matching* (Becker, Sascha dan Incino, 2002) dengan kriteria pengalaman debitur dalam mengelola usaha yang didekati dengan informasi histori kepemilikan pinjaman di bank, tingkat pendidikan, dan usia debitur. Proses *scoring* menggunakan program SPSS, sedangkan proses *matching* menggunakan program NCSS.

Indikator *investment-led* yang digunakan meliputi pertanyaan tentang akses kredit terkait dengan peningkatan produktivitas, tingkat pendapatan, kesejahteraan, dan konsumsi debitur. Sedangkan indikator *insurance-led* meliputi informasi tentang penyaluran kredit bagi peningkatan kemampuan rumah tangga berpendapatan rendah tersebut dalam menghadapi kondisi-kondisi pengeluaran yang tak terduga terutama sakit. Asumsinya bahwa peningkatan kemampuan tersebut terjadi karena peningkatan pendapatan debitur dari usaha produktifnya setelah mendapatkan kredit.

Analisis perbandingan tersebut dengan menggunakan tabel logika perbedaan ganda (*double difference*) Dampak proyek dilihat dari perbandingan perbedaan nilai

rata-rata (*mean*) antar kondisi atau kelompok yang dibandingkan, apakah lebih besar atau lebih kecil, kemudian signifikansi dari perbedaan tersebut diuji dengan uji beda dua nilai rata-rata (*mean*) atau T. Untuk kondisi *before-after* digunakan Uji T Sampel Berpasangan, sedangkan untuk kondisi *with-without* digunakan Uji T Sampel Independent.

5. Hasil dan Pembahasan

5.1. Profil Nasabah

Dilihat dari komposisi jenis kelamin, nasabah program yang mendapatkan pinjaman kredit produktif relatif berimbang antara laki-laki (50,5%) dan perempuan (49,5%). Hal lainnya yang dapat dilihat bahwa mayoritas nasabah adalah berpendidikan menengah ke atas, dengan mayoritas berpendidikan SMA atau yang sederajat (47,83%), sebagian berpendidikan D3 dan SI/S2. Dilihat dari jenis pekerjaan, mayoritas nasabah kredit perumahan adalah pelaku usaha, ada beberapa di antaranya bekerja sebagai PNS dan karyawan. Dilihat dari tanggungan anggota rumah tangga, tercatat bahwa jumlah tanggungan rumah tangga, tercatat lebih dari 50 % memiliki tanggungan rumah tangga 2-4 orang, sisanya ada yang hanya memiliki 1 tanggungan rumah tangga, bahkan ada yang memiliki tanggungan rumah tangga lebih dari 4 orang (13,8%). Semakin besar tanggungan rumah tangga diduga akan semakin besar beban yang ditanggung oleh kepada rumah tangga

dalam hal biaya yang harus dikeluarkan untuk menghidupi mereka.

Dari prespektif nasabah, sebagian besar (85.9%) nasabah menyatakan dirinya sebagai korban gempa. Tercatat 14.1% responden yang menyatakan bahwa mereka adalah bukan korban gempa tetapi termasuk berada di wilayah gempa. Pertanyaan ini sejalan dengan hasil temuan pemerintah yang mengkategorikan kondisi bangunan rumah sebagian besar nasabah mengalami kerusakan mulai dari kondisi rusak ringan hingga rusak total.



Sumber: Diolah dari data primer, 2008
 Gambar 1. Tingkat Kerusakan Bangunan Menurut Penilaian Pemerintah

5.2. Nasabah dan Kredit Produktif

Alasan Peminjaman dan Kemampuan Mengembalikan

Alasan utama nasabah meminjam kredit dari BPR adalah karena bunga yang rendah (39,8%), prosedur yang sederhana (21,4%), dan sisanya karena alasan lainnya seperti jumlah pinjaman dari BPR lebih besar jika dibandingkan dengan koperasi dengan syarat jaminan dan prosedur yang

sama, hubungan baik dengan petugas, dan lain sebagainya (Gambar 2).



Sumber data: Diolah dari data primer, 2008
 Gambar 2. Alasan Utama Mengapa Meminjam Kredit Produktif dari BPR

Kredit yang diberikan oleh BPR dari dana Proyek dirasakan nasabah sangat bermanfaat (80,8%) dan sisanya melihat cukup bermanfaat (17,8%) dan kurang bermanfaat (1,9%). Nasabah yang mengatakan kurang bermanfaat melihat karena jumlahnya dinilai kurang besar dibanding jumlah kredit yang sebenarnya dibutuhkan. Dilihat dari jumlah pinjaman, mayoritas nasabah meminjam kurang dari 5 juta (62,6%), 5 juta - 10 juta sebanyak 18,9%, 10 juta - 15 juta sebanyak 14,7% dan sisanya meminjam lebih dari 15 juta rupiah. Variasi pinjaman ini tentu saja dipengaruhi oleh tujuan pinjaman, skala usaha, dan kemampuan nasabah untuk meminjam.

Terkait dengan kemampuan untuk mengembalikan, tercatat bahwa 94,1% nasabah tidak mengalami kesulitan untuk mengembalikan, sementara sisanya 5,9% merasakan kesulitan untuk mengembalikan

pinjaman. Beberapa faktor yang menyebabkan kesulitan tersebut diantaranya karena pinjaman/sebagian pinjaman digunakan untuk kepentingan non-usaha (47,1%), usaha tidak menghasilkan keuntungan sebagaimana yang diharapkan (25,3%), dan sisanya karena alasan lainnya. Hal ini sejalan dengan kondisi kolektabilitas kredit, berdasarkan data yang diperoleh hingga Juni 2008, nonperforming loan (NPLgross) BPR Partisipan masih pada kisaran angka 5%.

Dampak Kredit Bagi Nasabah

Hasil studi menunjukkan bahwa kondisi usaha debitur sebelum dan sesudah mendapatkan kredit mengalami perbaikan (tabel 1). Indikator-indikator peningkatan usaha seperti rata-rata nilai aset dan omset penjualan, pada saat dilakukan studi dampak menunjukkan peningkatan dibanding dengan kondisi sebelum mendapatkan kredit dari proyek. Termasuk di dalamnya adalah adanya peningkatan jumlah total tenaga kerja dan jam kerja

Tabel 1. Indikator Usaha Nasabah BPR

	Sebelum Kredit	Setelah Kredit	Δ +/-	Tingkat Signifikansi 95%
Rata-rata Aset (termasuk bangunan tempat usaha)	70.583.083	84.050.745	+19%	signifikan
Rata-rata total tenaga kerja	1.82	2.31	+27%	signifikan
Rata-rata jam kerja (per minggu)	40.36	48.75	+21%	signifikan
Rata-rata Omset penjualan (per bulan)	8.703.905	14.082.530	+62%	Tidak signifikan

Sumber: Diolah dari data primer, 2008

Dilihat dari indikator peningkatan stabilitas keamanan ekonomi rumah tangga, juga terdapat peningkatan antara kondisi setelah kredit dan sebelum mendapatkan kredit. Indikator-indikator peningkatan stabilitas ekonomi rumah tangga seperti kekayaan keluarga, tingkat konsumsi, dan

kemampuan mendatangi klinik kesehatan (yang ditunjukkan dengan frekuensi pergi ke klinik apabila sakit) pada saat dilakukan studi dampak menunjukkan peningkatan dibanding dengan kondisi sebelum mendapatkan kredit dari proyek.

Tabel 2.
Kondisi Ekonomi Rumah Tangga Nasabah Kredit Produktif
Sebelum dan Setelah Menerima Kredit

	Sebelum Kredit	Setelah Kredit	Δ +/-	Tingkat Signifikansi 95%
Rata-rata total kekayaan (tidak termasuk tanah dan tempat tinggal)	51.661.758	62.048.816	+20%	signifikan
Rata-rata total pengeluaran per bulan (tidak termasuk biaya sekolah anak)	1.131.329	1.505.267	+33%	signifikan
Persentase tidak akses kepada layanan kesehatan	3,42	2,83	-17%	Tidak signifikan

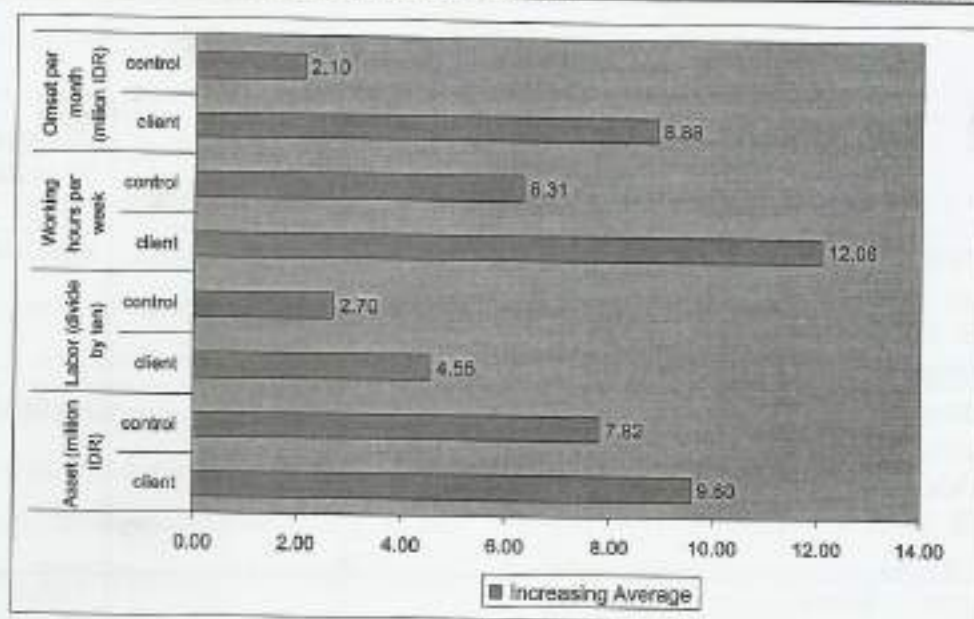
Sumber: Diolah dari data primer, 2008

Hasil uji statistik (uji T) menunjukkan bahwa dampak dari intervensi program Proyek apakah mengalami perubahan yang nyata atau tidak. indikator peningkatan usaha dan kondisi stabilitas ekonomi nasabah tersebut adalah signifikan untuk indikator peningkatan aset, peningkatan tenaga kerja, dan jumlah kerja. Sedangkan indikator omset tidak signifikan pada tingkat signifikansi 95% tersebut, namun masih signifikan pada tingkat signifikansi 90%. Indikator peningkatan stabilitas ekonomi rumah tangga yang signifikan adalah kekayaan dan tingkat konsumsi/pengeluaran, sedangkan kemampuan mengakses ke klinik kesehatan tidak signifikan.

Penelitian ini menemukan bahwa ada peningkatan kondisi ekonomi nasabah sebelum dan setelah adanya proyek, namun demikian untuk melihat apakah perbaikan kondisi debitur BPR dari dana proyek tersebut terjadi karena faktor kredit atau

karena merupakan fenomena ekonomi masyarakat yang terjadi secara umum, maka peningkatan kondisi ekonomi debitur Proyek tersebut perlu dibandingkan dengan kondisi masyarakat yang tidak mendapatkan kredit yaitu responden kontrol pada periode waktu yang sama.

Hasil studi menunjukkan bahwa selama periode antara pelaksanaan penelitian dengan saat setelah terjadi gempa, perkembangan kondisi responden debitur Proyek lebih baik dari pada perkembangan kondisi responden kontrol. Pada kedua kelompok responden tersebut, indikator-indikator kemajuan usaha seperti besarnya aset, jumlah tenaga kerja, jumlah jam kerja, dan omset sama-sama meningkat, namun rata-rata peningkatan usaha responden debitur ProFI lebih tinggi nilainya daripada peningkatan usaha responden kontrol (gambar.3).

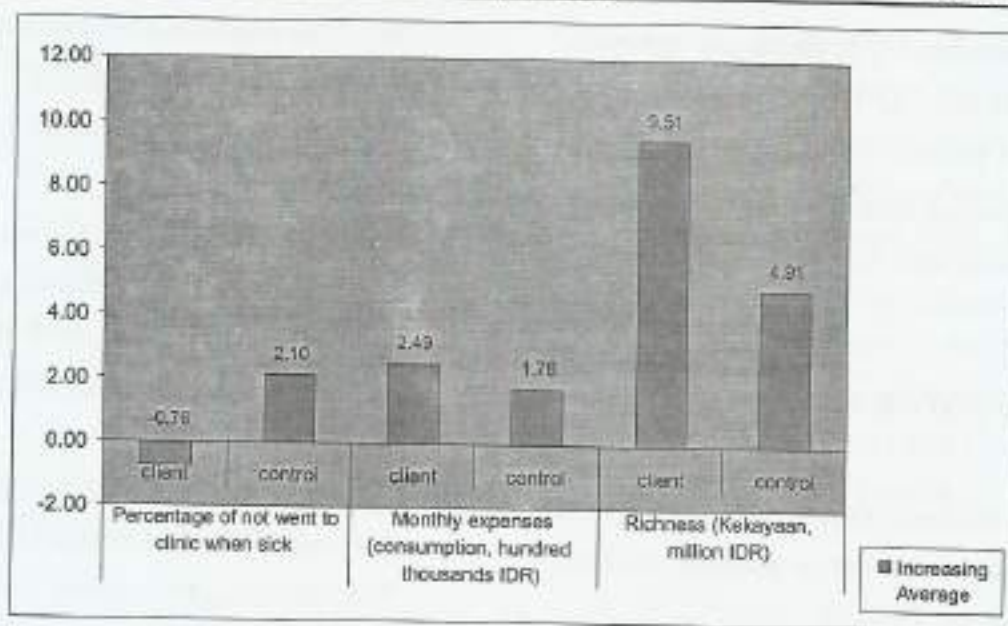


Sumber: Diolah dari data primer, 2008

Gambar 3. Perbandingan Rata-rata Peningkatan Kondisi Usaha Antara Responden Debitur ProFI dengan Responden Kontrol

Sementara itu untuk indikator peningkatan stabilitas keamanan ekonomi rumah tangga, responden debitur Proyek juga menunjukkan adanya peningkatan yang lebih baik dari responden kontrol yang ditunjukkan dengan penurunan persentase tidak ke klinik ketika sakit, peningkatan pengeluaran rumah tangga, dan peningkatan kekayaan. Setelah mendapatkan kredit, debitur Proyek menunjukkan angka persentase tidak ke klinik yang semakin menurun (negatif)

berarti kemampuan responden Proyek untuk mengakses ke fasilitas kesehatan meningkat. Hal sebaliknya terjadi pada responden kontrol yang hasilnya justru positif (2,10), hal ini menunjukkan bahwa kemampuan responden kontrol untuk mengakses fasilitas kesehatan justru semakin mengalami penurunan. Sedangkan peningkatan pengeluaran dan kekayaan rumah tangga menunjukkan peningkatan daya beli dan tabungan (Gambar.4).



Sumber: Diolah dari data primer, 2008

Gambar 4. Perbandingan Rata-rata Peningkatan Kondisi Stabilitas Ekonomi Antara Responden Debitur ProFI dengan Responden Kontrol

Hasil uji statistik (uji T) pada tingkat signifikansi 95% antara peningkatan kondisi responden debitur Proyek dengan responden kontrol semuanya menunjukkan bahwa perbedaan peningkatan tersebut tidak signifikan. Hal tersebut dimungkinkan terjadi karena seperti pada hasil uji statistik responden debitur Proyek kondisi sebelum dan sesudah kredit yaitu rata-rata periode lama nasabah memperoleh kredit yang baru kurang dari 2 tahun, di samping ada kemungkinan responden kontrol juga mendapat kredit namun dari lembaga yang lain.

6. Penutup

Penelitian ini menemukan bahwa mayoritas nasabah (80,8%) menyatakan kredit dari dana proyek sangat bermanfaat, sedangkan 17,8% menyatakan cukup bermanfaat bagi pengembangan usaha

mereka. Kondisi usaha nasabah BPR mengalami perbaikan, hal ini terlihat adanya peningkatan usaha antara sebelum dan sesudah menerima kredit walaupun peningkatan ini tidak cukup signifikan. Dibandingkan dengan usaha non-nasabah (kontrol), peningkatan usaha nasabah proyek lebih besar walaupun perbedaan peningkatan usaha nasabah dan non nasabah proyek tidak signifikan.

Penelitian juga menemukan bahwa stabilitas ekonomi rumah tangga nasabah BPR mengalami peningkatan yang lebih baik dibandingkan dengan non-nasabah (kontrol) walaupun perbedaan peningkatan stabilitas ekonomi nasabah dan non nasabah tidak signifikan. Kemungkinan tidak signifikannya peningkatan ini karena proyek relatif baru berjalan selama 1 tahun dan ada kemungkinan nasabah yang meminjam kurang dari waktu itu.

Berdasarkan pengalaman proyek mikrokeuangan di Yogya dan Jateng, Implementasi proyek pemulihan keuangan sejenis ditempat lain dengan model yang dikembangkan oleh Proyek sangat mungkin dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, Mostaq, tanpa tahun, Point Of View 2, *invest to prevent disaster*, planet finance
- Becker, Sascha and Andrea Ichino. 2002. Estimation of Average Treatment Effects Based on Propensity Score. *Stata Journal* 2 (4): 358-377.
- CGAP, 2005, Sustaining Microfinance in Post-Tsunami Asia, CGAP Brief, February
- De Greiff, P, 2006, *The Handbook of Reparations*, Oxford University Press, New York
- Hudon, Marek, 2007, *Microfinance in Post-disaster and Post conflict Situation: Turning victims into shareholders*, Hars Dieter Siebel, University of Cologne
- Hudon, M and H. D. Seibel, 2007, *Microfinance in post-disaster and postconflict situations: Turning victims intoshareholders*, CEB Working Paper N° 07/002 2007, Université Libre de Bruxelles - Solvay Business School - Centre Emile Bernhei ULB CP 145/01 50, avenue F.D. Roosevelt 1050 Brussels - Belgium
- Hulme, David. 2000, "Impact Assessment Methodologies for Microfinance: Theory, Experience and Better Practice", *World Development*, Vol. 28, No. 1, January .
- Micra, 2007, Rapid Appraisal of Earthquake Affected BPRs in Central Java and Yogyakarta Provinces, Micra, Jakarta
- Mathison, Stuart, tanpa tahun, *Microfinance and Disaster Management*, The Foundation for Development Cooperation1, Brisbane
- Pitt, Mark M dan Shahidur R. Khandker, 1998, "The Impact of Group-Based Credit Programs on Poor Households in Bangladesh: Does the Gender of Participants Matter", *Journal of Political Economy*
- Rofi, Abdur, 2003, *Studi Dampak Keuangan Micro Post Konflik Di Ambon Maluku*, Laporan Penelitian Mecy Corps, Tidak dipublikasikan
- Seibel, H.D, 1996, *Financial System Development and Microfinance*, Rossdof, TZ-Verlag, GTZ, Eschborn
- Sharma, Manohar. 2000. "Impact of Microfinance on Poverty Alleviation:

- What Does Emerging Evidence Indicate? Rural Financial Policies for Food Security of The Poor". *Policy Brief No. 2, March 2000*. International Food Policy Research Institute. Washington.
- Vemic, Milan , 2005, "The Emerging Role of Microfinance in the Post-Disaster Context: Some Lessons from Bosnia", *Microfinance Matters*, Issue 9 / Februari, UNCDF
- Winschester, 2000, Cyclone Mitigation, Recourse Allocation and Post-Disaster Reconstruction in South India, Lessons from Two Decades of Research, *Disaster 24(1)*: 18-37
- Zander, Rauno, 2007, *Microfinance for Post-Disaster Support in the Earthquake Affected Areas of Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) and Central Java*, draft 2, ProFI, Jakarta

PENGKAJIAN LOCAL SITE EFFECT DI GRABEN BANTUL MENGGUNAKAN INDEKS KERENTANAN SEISMIK BERDASARKAN PENGUKURAN MIKROTREMOR

Daryono¹, Sutikno², Junun Sartohadi², Dulbahri², Kirbani Sri Brotopuspito³

¹Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika & Mahasiswa Program S3 Ilmu Geografi Universitas Gadjah Mada

(e-mail: darbmg@yahoo.com)

²Fakultas Geografi & Pusat Studi Bencana Universitas Gadjah Mada, Bulaksumur, Yogyakarta

³Program Studi Geofisika, Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Gadjah Mada, Bulaksumur, Yogyakarta

Abstract

The objective of this study was to analyze characteristics of seismic vulnerability index to several landforms. This study was also intended to explain the relationship between the 2006 earthquake damage distributions and local site effect within Bantul Graben. Microtremor measurement were done using a portable digital seismograph equipped a velocity sensitive sensor having 2 horizontal component (NS and EW direction) and a vertical component. Sampling interval was 1/100 second and the length of each record was 30 minutes. Computation of the spectral ratio was using The GEOPSY Software based on Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSR). The results of study showed that seismic vulnerability index at Bantul Graben varied from 0.1 to 28.8. Generally, seismic vulnerability index changed following the changes of landform unit. Seismic vulnerability index have a trend to gradually smaller value from fluvio volcanic foot plain and volcanic foot plain (1.3 – 28.8) to structural mountain (0.1 – 1.8) at the east and west of the Bantul Graben. Therefore, the distribution of earthquake damage that was parallel with the Opak Fault was not caused by reactivation of the Opak Fault as commonly geoscientists predicted before. The "damage belt" occurred after the earthquake had a unique character as results of local site effect in the area.

Key words: seismic vulnerability index, microtremor, local site effect, HVSR.

1. Pendahuluan

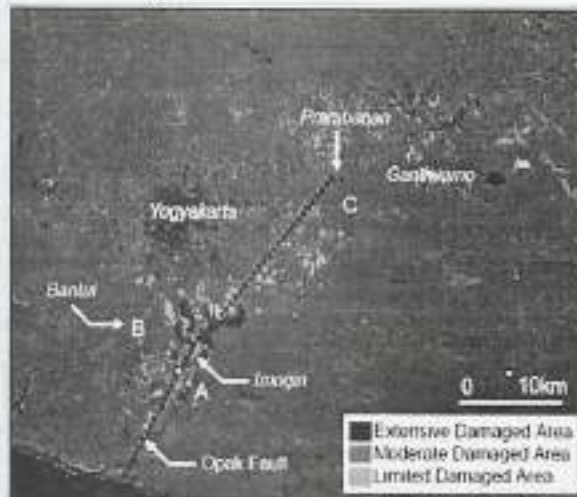
Daerah Bantul dan sekitarnya, secara tektonik merupakan kawasan dengan tingkat aktifitas kegempaan yang cukup tinggi di Indonesia. Kondisi ini disebabkan karena daerahnya yang berdekatan dengan zona tumbukan lempeng Eurasia dengan lempeng Indo-Australia di Samudera Hindia. Disamping sangat rawan gempa bumi akibat aktifitas tumbukan lempeng, daerah Bantul juga sangat rawan gempa bumi akibat aktifitas sesar lokal di daratan. Kondisi tektonik semacam ini menjadikan Daerah Bantul sebagai kawasan seismik aktif yang kompleks.

Berdasarkan data sejarah kegempaan Jawa, daerah Bantul sudah beberapa kali mengalami gempa bumi merusak.

Gempabumi Bantul 10 Juni 1867 menyebabkan 372 rumah roboh dan menewaskan 5 orang (Newcomb & McCann, 1987). Daerah Bantul juga pernah mengalami gempa bumi pada 23 Juli 1943 yang menewaskan 31 orang, 564 orang luka parah dan ribuan rumah roboh dan rusak (Bemmelen, 1949). Jika mencermati fakta sejarah kegempaan Jawa, sejak dahulu daerah Bantul merupakan kawasan yang selalu mengalami kerusakan paling parah setiap terjadi gempa bumi. Berdasarkan beberapa fakta sejarah kegempaan, maka Daerah Bantul selamanya akan menjadi daerah yang memiliki risiko tinggi terhadap bahaya gempa bumi.

Tanggal 27 Mei 2006, Daerah Bantul dan sekitarnya kembali diguncang

gempabumi tektonik. Meskipun kekuatan gempabumi relatif kecil, hanya $M_w=6.4$ (Harvard-CMT, 2007), namun telah mengakibatkan lebih dari 6000 korban tewas, lebih dari 40.000 korban luka-luka dan lebih dari 1.000.000 jiwa kehilangan tempat tinggal (Walter et al., 2008). Ada sebuah fenomena menarik, dimana daerah kerusakan parah akibat gempabumi telah membentuk suatu pola spasial yang unik yang membujur dalam arah Baratdaya-Timurlaut, meliputi Kecamatan Pundong, Imogiri, Jetis, Pleret, Banguntapan hingga Piyungan. Fakta ini dapat dilihat pada peta agihan kerusakan gempabumi hasil pantauan satelit yang menunjukkan adanya fenomena "damage belt" yang paralel dengan Sesar Opak (Gambar 1).



Gambar 1. Agihan kerusakan Gempabumi Bantul 27 Mei 2006 (Miura et al., 2008)

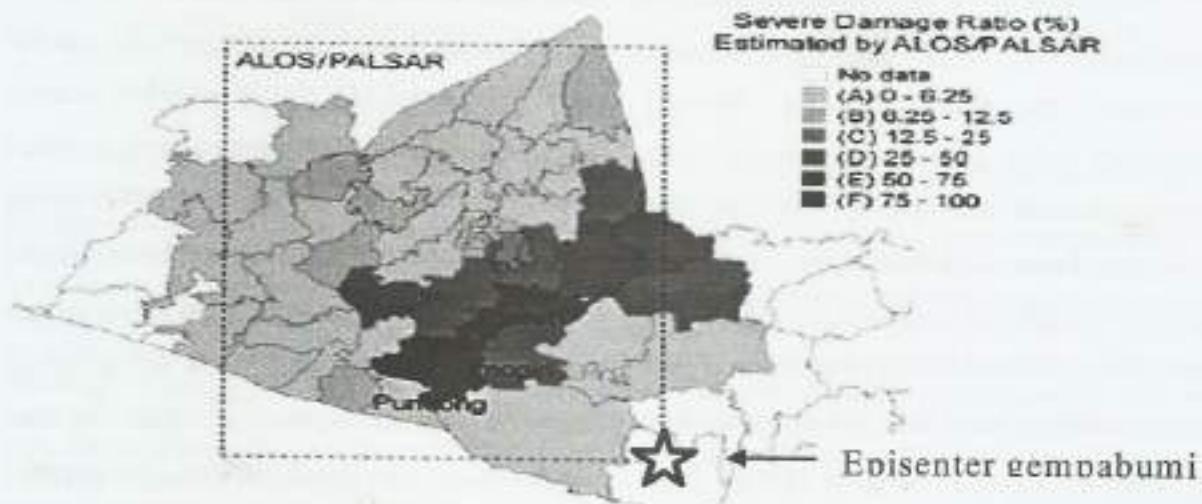
Pada awalnya, para ahli ilmu kebumiharian berpendapat bahwa daerah kerusakan yang terkonsentrasi di sepanjang jalur Sesar Opak disebabkan aktivitas gempabumi yang dipicu

oleh reaktivasi Sesar Opak. Pendapat ini kemudian menjadi pro dan kontra setelah Harvard-CMT (2007) menentukan episenter gempabumi terletak pada koordinat -8.03 LS dan 110.54 BT, tepatnya pada jarak ± 20 kilometer di sebelah timur Sesar Opak (Gambar 2). Episenter gempabumi utama versi Harvard-CMT (2007) ini lebih akurat, karena didukung data gempabumi susulan menurut Walter et al., (2008) yang terkonsentrasi di sebelah timur Sesar Opak.

Gempabumi 27 Mei 2006 menyimpan beberapa keganjilan dan tanda tanya terkait dengan lokasi episenter dan agihan kerusakannya. Berdasarkan peta rasio kerusakan menurut Yamazaki dan Matsuoka (2008), daerah kerusakan paling parah adalah Kecamatan Pundong, Jetis dan Pleret (rasio kerusakan: 75-100 %) yang lokasinya berjarak lebih dari 20 km dari episenter. Daerah-daerah yang lokasinya lebih dekat dengan episenter justru mengalami kerusakan minimal (rasio kerusakan: <6.25 %) (Gambar 2). Fakta ini menunjukkan bahwa teori yang menyatakan bahwa intensitas kerusakan gempabumi akan menurun terhadap bertambahnya jarak dari episenter, tidak sepenuhnya benar. Munculnya zona kerusakan yang membentuk pola "damage belt" yang paralel dengan Sesar Opak juga merupakan tanda tanya besar yang perlu dicari jawabannya, mengingat episenter gempabumi tidak

berada pada jalur Sesar Opak. Atas dasar beberapa permasalahan inilah yang menjadi latar belakang diambilnya tema indeks kerentanan seismik dalam penelitian ini. Menurut Nakamura (2008), indeks

kerentanan seismik merupakan suatu indeks yang menunjukkan tingkat kemudahan terjadinya deformasi lapisan tanah permukaan saat gempa bumi.



Gambar 2. Rasio kerusakan Gempabumi Bantul 27 Mei 2006 (Yamazaki & Matsuoka, 2008)

Beberapa negara rawan gempa bumi seperti Jepang, Amerika Serikat, Mexico, Taiwan dan Filipina sudah melakukan kajian indeks kerentanan seismik (Nakamura, 2008; Saita et al., 2004; Huang & Tseng, 2002; Nakamura et al., 2000; Gurler et al., 2000). Kehandalan Metode indeks kerentanan seismik dalam pengkajian bahaya gempa bumi efek lapisan tanah permukaan (*local site effect*) telah terbukti dalam beberapa penelitian yang dilakukan di berbagai negara. Daerah-daerah yang memiliki indeks kerentanan seismik tinggi ternyata memiliki risiko tinggi terhadap kerusakan akibat gempa bumi.

Studi mengenai indeks kerentanan seismik belum dilakukan di Indonesia. Hingga saat ini, belum ditemukan satupun pustaka mengenai penelitian indeks

kerentanan seismik yang dilakukan di Indonesia. Selama ini dalam mengkuantifikasi bahaya gempa bumi di Indonesia kebanyakan hanya menggunakan pendekatan model-model percepatan getaran tanah dan intensitas gempa bumi empiris. Sebagai metode mutakhir dalam pengkajian bahaya gempa bumi, penelitian indeks kerentanan seismik perlu dikembangkan di Indonesia untuk tujuan mitigasi bencana alam gempa bumi.

Sebagai daerah yang sudah berulang kali mengalami gempa bumi merusak, di daerah Graben Bantul perlu dilakukan kajian indeks kerentanan seismik pada berbagai macam bentuklahan. Pola spasial indeks kerentanan seismik sangat bermanfaat sebagai acuan dalam pengembangan wilayah yang aman dari

ancaman gempabumi pada masa yang akan datang.

Penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik indeks kerentanan seismik pada berbagai macam bentuk lahan serta menganalisis hubungan antara agihan kerusakan Gempabumi Bantul 27 Mei 2006 dengan fenomena *local site effect* di Graben Bantul.

2. Metode

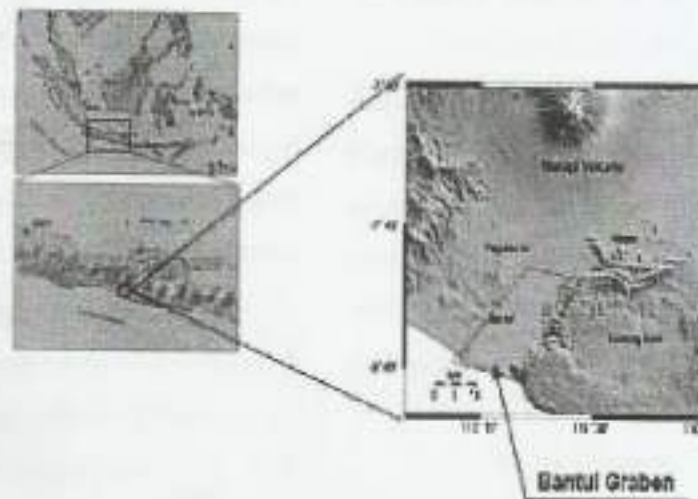
Mikrotremor merupakan vibrasi lemah di permukaan bumi yang berlangsung terus menerus akibat adanya sumber getar seperti aktivitas manusia, industri dan lalu lintas. Sumber-sumber lain seperti interaksi angin-bangunan, arus laut dan gelombang laut periode panjang juga merupakan sumber mikrotremor (Motamed et al., 2007; Petermans et al., 2006).

Daerah penelitian ini adalah Graben Bantul, secara administratif berada di wilayah Kabupaten Bantul (Gambar 3). Sampel area daerah penelitian berupa 5 satuan bentuklahan utama, yaitu: dataran fluvio gunungapi, dataran kaki gunungapi, kompleks guduk pasir, lerengkaki koluvial, perbukitan struktural Sentolo, dan perbukitan struktural Baturagung. Sampel titik adalah tempat-tempat dilakukan

pengukuran mikrotremor. Karena kondisi geomorfologis daerah penelitian memiliki satuan bentuklahan yang luasannya berbeda-beda, maka teknik pengambilan sampel mikrotremor dilakukan secara *proporsional sampling*.

Peralatan yang digunakan untuk pengukuran mikrotremor adalah *seismometer short period (velocity sensitive sensor)* tipe TDS-303 (3 komponen) dengan frekuensi pengambilan sampel sebesar 100 Hz, kabel data, *digitizer*, *panel solar cell*, GPS, UPS, laptop akuisisi data dan 1 mobil survei.

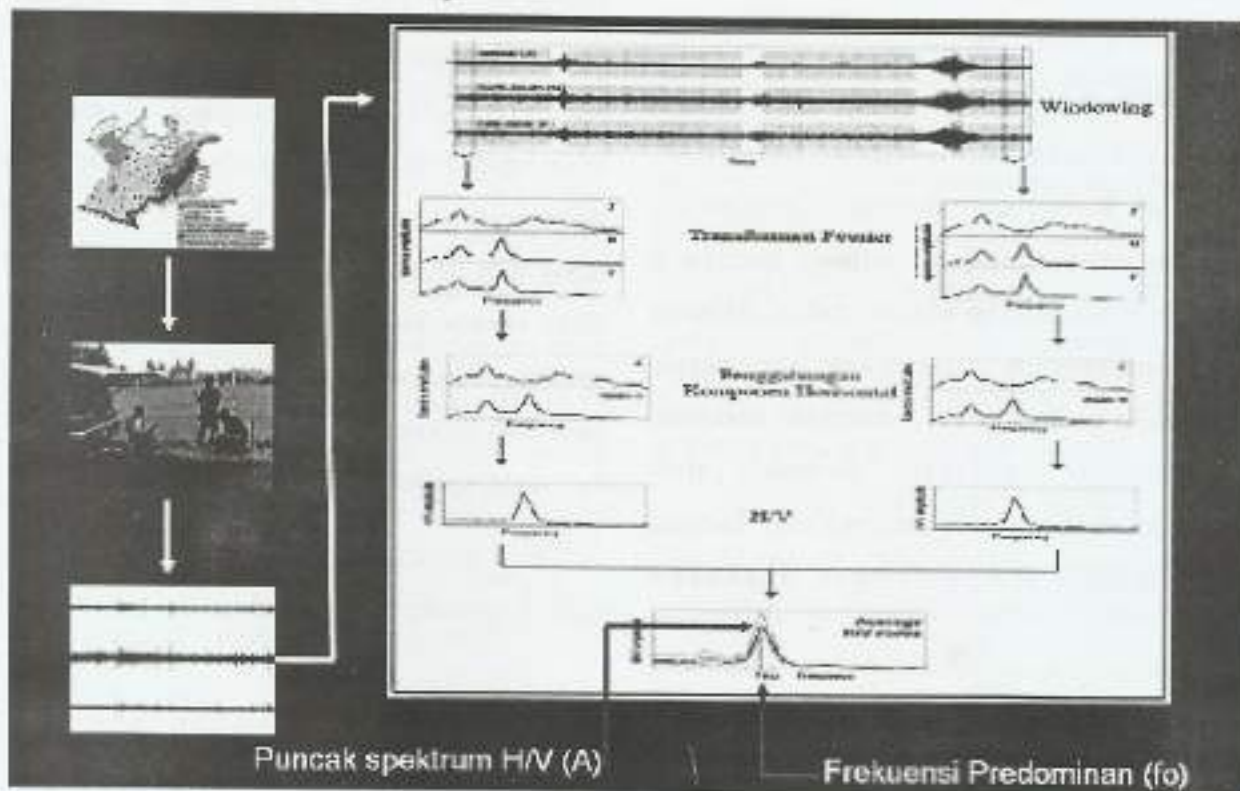
Hasil pengukuran mikrotremor di lapangan diperoleh data getaran tanah dalam fungsi waktu. Data tercatat dalam 3 komponen, yaitu komponen vertikal, horizontal (utara-selatan) dan horizontal (barat-timur). Data mikrotremor dianalisis dengan metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSr)* atau Metoda Nakamura. Masing-masing spektrum fourier mikrotremor komponen horizontal (timur-barat dan utara selatan) dirata-rata dengan akar rerata kuadrat dan dibagi dengan spektrum fourier komponen vertikal dalam kawasan frekuensi hingga diperoleh sebuah rata-rata spektrum rasio H/V (Nakamura, 1989).



Gambar 3. Daerah penelitian

Secara garis besar prosedur pengolahan data menggunakan metode analisis HVSR digambarkan pada Gambar 4. Seluruh perhitungan dikerjakan menggunakan program GEOPSY dengan keluaran berupa rata-rata spektrum HVSR. Dari spektrum ini dapat diketahui nilai frekuensi dominan

(f_0) dan puncak spektrum HVSR (A) di lokasi pengukuran mikrotremor. Dua parameter untuk menghitung nilai indeks kerentanan seismik (K_g) adalah frekuensi resonansi (f_0) dan puncak spektrum HVSR (A_g). K_g diperoleh dengan rumus: $K_g = A_g^2 / f_0$.



Gambar 4. Diskripsi metode analisis Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSR)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Predominan frekuensi (f_0)

Nilai frekuensi dominan di Graben Bantul (f_0) bervariasi antara 0,6 Hz hingga 8,9 Hz. Secara umum nilai frekuensi dominan yang lebih kecil terdapat pada bentuklahan dataran fluvio gunungapi dan dataran kaki gunungapi yang kedua-duanya terletak pada zona graben, sedangkan nilai frekuensi dominan yang lebih besar terdapat pada bentuklahan lerengkaki koluvial dan perbukitan struktural.

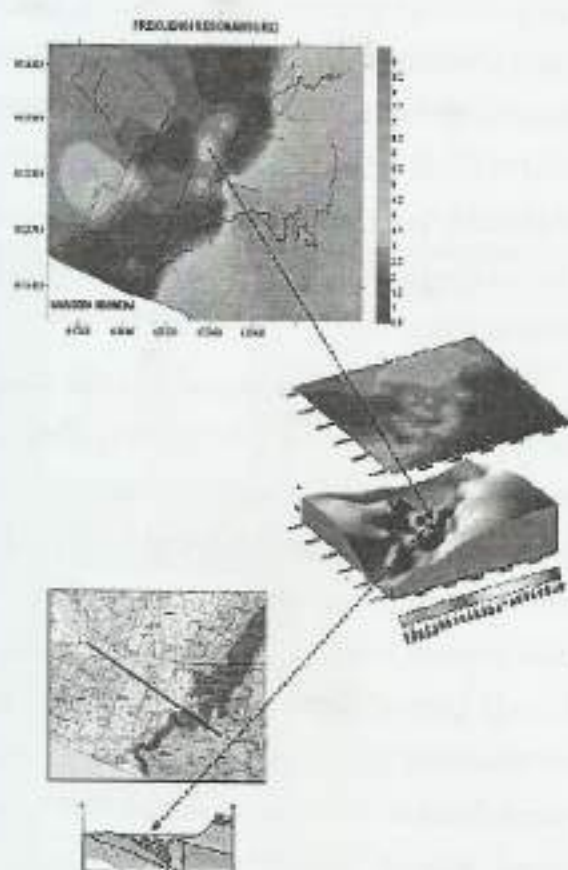
Nilai frekuensi resonansi 0.6 - 2.0 Hz digambarkan agihannya dengan warna merah terdapat pada dataran fluvio gunungapi, dataran kaki gunungapi dan dataran fluvio marin. Zona ini berarah Baratdaya-Timurlaut yang menggambarkan lokasi Graben Bantul. Agihan frekuensi dominan hasil analisis HVSR menunjukkan suatu penurunan nilai antara 3.8 hingga 0.6 Hz yang berkaitan dengan adanya suatu peningkatan kedalaman di zona graben. Kondisi ini sesuai dengan pendapat McDonald & Partners (1985), yang menyatakan bahwa ketebalan material aluvium (Q_a) di Graben Bantul bervariasi antara 50 meter hingga 150 meter, maka sangat beralasan jika pada beberapa tempat yang batuan dasarnya cukup dalam terdapat frekuensi resonansi sangat rendah.

Pada zona graben, warna merah bervariasi dengan warna merah kekuningan yang menggambarkan adanya variasi kedalaman batuan dasar. Kemunculan

warna kuning di tengah zona graben menunjukkan adanya batuan dasar yang lebih dangkal dari sekitarnya yang teridentifikasi sebagai zona dengan frekuensi 2.5-4.5 Hz. Untuk menguji kebenaran pola agihan frekuensi resonansi di Graben Bantul, dalam penelitian ini juga disusun model 3-dimensi Graben Bantul berdasarkan data bor dan penampang hidrostratigrafi hasil interpretasi geolistrik menurut Langgeng dan Adji (2006). Berdasarkan model 3-dimensi Graben Bantul, memang menunjukkan adanya kemunculan batuan dasar yang lebih dangkal ditengah graben. Model penampang geologi graben juga menunjukkan adanya struktur bantuan dasar yang lebih dangkal di tengah graben. Agihan spasial nilai frekuensi dominan (f_0) memiliki kesamaan pola dengan model 3-dimensi Graben Bantul dan profil penampang lintang geologi (Gambar 5).

Untuk keperluan mitigasi bencana alam gempabumi, informasi nilai f_0 suatu tempat sangat penting untuk perencanaan bangunan tahan gempabumi. Struktur bangunan yang memiliki nilai f_0 sama dengan nilai f_0 tanah akan mengalami resonansi jika terjadi gempabumi. Efek resonansi akan memperkuat getaran gempabumi sehingga menyebabkan bangunan akan roboh saat terjadi getaran gempabumi kuat. Sehingga dianjurkan untuk membangun bangunan yang tidak sama dengan frekuensi resonansi tanah untuk menghindari terjadinya efek resonansi saat gempabumi terjadi. Selain

bahaya resonansi getaran gempabumi, daerah Graben Bantul yang memiliki kerekteristik f_0 sangat rendah sangat rentan terhadap bahaya getaran gelombang gempabumi periode panjang yang dapat mengancam gedung-gedung bertingkat tinggi yang mungkin dibangun di daerah Bantul di masa mendatang. Dengan mengetahui agihan frekuensi resonansi dan memanfaatkannya dalam merencanakan bangunan, diharapkan akan dapat mengurangi risiko bahaya gempabumi yang mungkin terjadi pada masa yang akan datang.



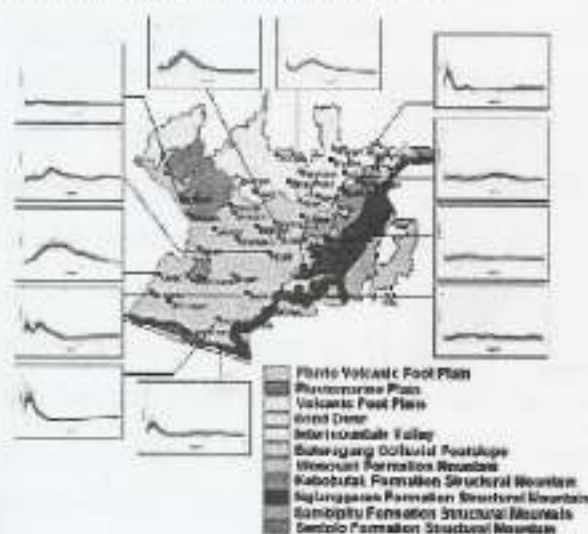
Gambar 5. Agihan nilai frekuensi dominan, model 3-dimensi graben dan penampang geologi

3.2 Puncak kurva spektrum rasio H/V (Ag)

Puncak spektrum rasio H/V yang relatif tinggi berkisar antara 1.3 hingga 6.6, tersebar pada satuan bentuklahan dataran kaki gunungapi, dataran fluvio gunungapi dan dataran fluvio marin. Ketiga bentuklahan ini tersusun atas material aluvium (*unconsolidated sediment*) yang mengisi Graben Bantul sejak zaman kwarter. Pada perbukitan struktural di sebelah barat dan timur graben menunjukkan adanya pola spektrum rasio H/V yang cenderung mendatar dengan puncak spektrum kurang dari 1.8. Demikian juga hasil pengukuran pada bentuklahan lereng kaki koluvial yang merupakan zona transisi, di zona ini pola spektrum rasio H/V juga cenderung mendatar. Secara umum nilai puncak spektrum rasio H/V berubah mengikuti perubahan satuan bentuk lahan. Spektrum rasio H/V tinggi berada pada dataran fluvio gunungapi, dataran kaki gunungapi dan dataran fluvio marin, sedangkan spektrum rendah berada pada satuan bentuklahan lereng kaki koluvial dan perbukitan struktural Baturagung dan Sentolo (Gambar 6).

Penggunaan parameter puncak spektrum rasio H/V untuk pengkajian bahaya gempabumi hingga saat ini masih dalam pro dan kontra. Menurut Bard (2000), puncak spektrum rasio H/V memberikan estimasi amplifikasi dalam batas "tingkat rendah", namun demikian beberapa peneliti lain seperti Mucciarelli et al. (1998), Nakamura et al. (2000) dan Cara et al. (2006)

menyatakan adanya korelasi antara nilai puncak spektrum rasio H/V dengan agihan kerusakan gempabumi. Panou et al. (2004) juga membandingkan nilai frekuensi resonansi dan puncak spektrum rasio H/V dengan data kerusakan gempabumi. Hasil pengamatannya menunjukkan bahwa pada intensitas kerusakan tinggi terjadi pada zona frekuensi resonansi rendah dengan puncak spektrum rasio H/V yang tinggi.



Gambar 6. Karakteristik kurva spektrum rasio H/V pada bermacam-macam bentuklahan

Berdasarkan analisis hubungan antara puncak spektrum rasio H/V dengan data kerusakan Gempabumi Bantul 27 Mei 2006, tampak bahwa zona puncak spektrum rendah (0-2) berhubungan dengan rasio kerusakan antara 10 hingga 60 %, sedangkan pada puncak spektrum tinggi (2-5) berhubungan dengan rasio kerusakan antara 20 hingga 90%. Adanya korelasi antara puncak spektrum rasio H/V dengan data kerusakan ini menunjukkan adanya kesamaan hasil dengan penelitian yang dilakukan oleh Nakamura et al. (2000) dalam

pengkajian *local site effect* Gempabumi Kobe 1995.

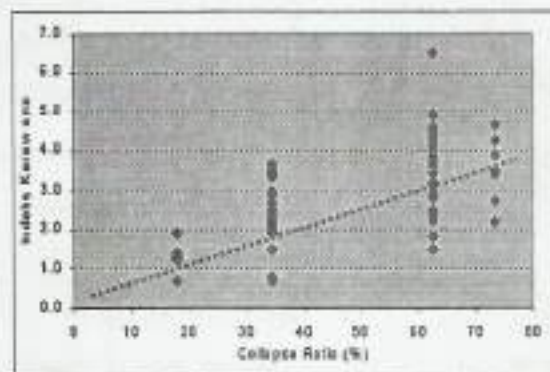
3.3 Indeks kerentanan seismik (Kg)

Nilai indeks kerentanan seismik di Graben Bantul bervariasi dari 0.1 hingga 28.8. Nilai Kg yang tinggi terdapat pada bentuklahan dataran fluvio gunung api dan dataran kaki gunungapi (1.3 - 28.8), nilai Kg yang lebih rendah terdapat pada bentuklahan fluvio marin dan gumuk pasir (1.0 - 11), sedangkan nilai Kg sangat rendah terdapat pada bentuklahan lerengkaki koluvial dan perbukitan struktural (0.1 - 1.8).

Ada lima zona Kg yang nilainya tinggi dan cukup mencolok yaitu daerah Pundong, Imogiri-Jetis, Bantul-Sewon, Pleret-Banguntapan-Piyungan dan Srandakan-Pandak dekat Sungai Progo. Jika mengacu penelitian indeks kerentanan yang dilakukan oleh Nakamura (2000), Nakamura et al. (2000) dan Saita et al. (2004), bahwa daerah yang mengalami kerusakan parah terjadi di dataran aluvial yang tersusun oleh material sedimen yang memiliki nilai indeks kerentanan seismik tinggi. Berdasarkan penelitian tersebut, tampak tingginya nilai indeks kerentanan seismik pada zona kerusakan di Graben Bantul sangat terkait dengan material sedimen bawah permukaan. Hal ini disebabkan oleh morfologi cekungan Bantul merupakan Dataran Fluvio Vulkanik, sedangkan secara morfostruktur cekungan Bantul merupakan sebuah graben yang di bagian atasnya tersusun deposisi bahan-bahan aluvium hasil endapan piroklastik

erupsi Gunungapi Merapi. Menurut Walter kerusakan. Hasilnya menunjukkan adanya et al. (2008) zona graben pada sisi timur terisi korelasi antara indeks kerentanan seismik oleh cebakan endapan lahar Gunung Merapi dengan rasio kerusakan (Gambar 7), yang tersusun oleh material piroklastik Mengejutkan, agihan spasial indeks kerentanan berupa abu gunung api dan tufa yang seismik tidak saja sesuai dengan agihan rasio ketebalannya mencapai 150 meter (Rahardjo kerusakan (Yamazaki & Matsuoka, 2008), tetapi et al., 1977).

Untuk mengetahui hubungan antara UNOSAT (2006), peta intensitas gempa bumi dan cebakan lahar Gunung Merapi menurut Walter et al. (2008) (Gambar 8).
 grafik hubungan antara Kg dan rasio



Gambar 7. Hubungan antara indeks kerentanan seismik dengan rasio kerusakan

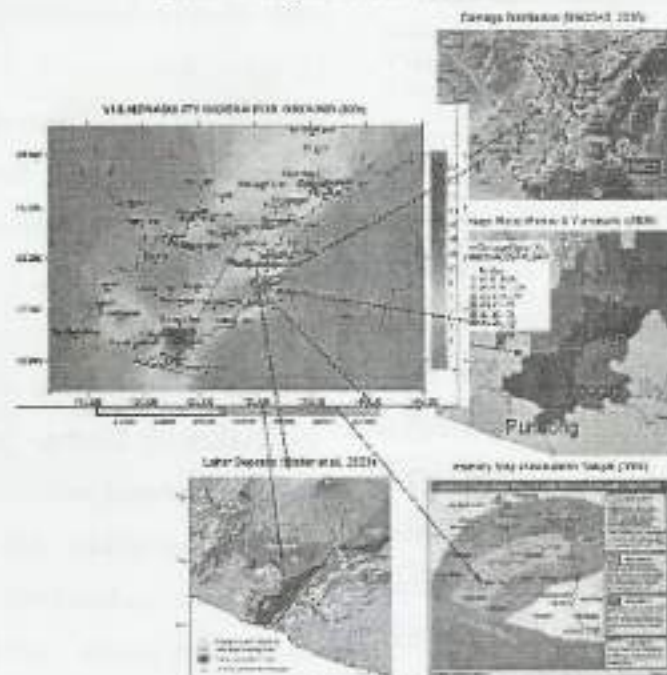


Figure 8. Spatial distribution of peak HVZs, Damage distribution and lahar deposits

Gambar 8. Agihan indeks kerentanan seismik, agihan kerusakan, agihan rasio kerusakan, peta intensitas gempa bumi dan zona cebakan lahar Gunung Merapi

Adanya fakta-fakta yang terungkap pada hasil penelitian di atas sebenarnya merupakan jawaban dari pertanyaan yang berkembang di masyarakat selama ini: mengapa agihan kerusakan membentuk sabuk kerusakan? dan mengapa daerah yang mengalami kerusakan parah justru terjadi pada jarak yang jauh dari pusat gempa bumi? Agihan kerusakan gempa bumi 27 Mei 2006 yang paralel dengan jalur Sesar Opak ternyata tidak diakibatkan oleh reaktivasi Sesar Opak seperti yang diduga para ilmuwan sebelumnya. Agihan kerusakan gempa bumi yang membentuk sabuk kerusakan yang berarah Baratdaya-Timurlaut (Pundong hingga Piyungan) merupakan fenomena *local site effect* yang disebabkan oleh material sedimen Merapi yang mengisi graben memiliki indeks kerentanan tinggi yang sebarannya mengikuti pola aliran Sungai Opak.

4. Kesimpulan

1. Nilai indeks kerentanan seismik (Kg) di Graben Bantul berubah mengikuti perubahan bentuklahan. Kg yang tinggi terdapat pada bentuklahan dataran fluvio gunung api dan dataran kaki gunungapi (1.3 - 28.8), nilai Kg yang lebih rendah terdapat pada bentuklahan fluvio marin dan gumuk pasir (1.0 - 11), sedangkan nilai Kg sangat rendah terdapat pada bentuklahan lerengkaki koluvial dan perbukitan struktural (0.1 - 1.8).
2. Di Graben Bantul, tingkat kerusakan gempa bumi dikontrol oleh karakteristik

bentuklahan dan tingkat kerusakan gempa bumi tidak dipengaruhi oleh jarak dari pusat gempa bumi.

3. Agihan kerusakan gempa bumi 27 Mei 2006 yang terkonsentrasi pada jalur Sesar Opak tidak disebabkan oleh adanya reaktivasi sesar. Fenomena *damage belt* di Graben Bantul merupakan cerminan *local site effect* akibat material sedimen Gunung Merapi memiliki indeks kerentanan seismik yang tinggi.

5. Ucapan terimakasih

Survei pengukuran mikrotremor di Graben Bantul merupakan bagian dari kerja proyek *Risk Management Information System (RIMSY) Project of Yogyakarta* (Fakultas Geografi UGM dan Innsbruck, Austria). Kami menyampaikan banyak terimakasih kepada *RIMSY Project* atas dukungan dana untuk menyelesaikan penelitian ini. Kami juga menyampaikan banyak terimakasih kepada Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) atas dukungan peralatan yang digunakan selama survei lapangan.

Daftar Pustaka

- Bard, P.Y., 2000, Lecture notes on seismology, seismic hazard assessment and risk mitigation, *International Training Course*, Postdam, p.160.
- Bemmelen, R.W. Van, 1949, *The Geology of Indonesia*, Gov.Printing Office, The Hague, p.732.
- Cara F., Cultrera, G., Azzara, M., Rubeis, V.D., Giudice, G.D., Giammarinaro,

- M.S., Tosi, P., Vallone, P. & Rovelli, A., 2006, *Microtremor Measurement in the City of Palermo, Italy: Analysis of the Correlation with Local Geology & Damage*, BSSA, Istituto di Geofisica Vulcanologia, Via di Vigna Murata, Italy.
- Gurler, E.D., Nakamura, Y., Saita, J., Sato, T., 2000, Local site effect of Mexico City based on microtremor measurement, *6th International Conference on Seismic Zonation (6ICSZ)*, November 12-15, 2000, Palm Spring Riviera Resort, California, USA, pp.65.
- Harvard-CMT, 2007, <http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>.
- Huang, H. and Tseng, Y., 2002, Characteristics of Soil Liquefaction using H/V of Microtremor in Yuan-Lin area, Taiwan, *TAO*, Vol. 13, No. 3, 325-338.
- Langgeng, W.S. & Adji, T.N., 2006, *Penyelidikan Potensi Airtanah, Cekungan Airtanah Sleman-Yogyakarta*. DISPERINDAGKOP, Provinsi DIY.
- McDonald & Partners, 1985, *Greater Yogyakarta Groundwater Resources Study*, Volume 3: Groundwater: Government of The Republic Indonesia, Ministry of Public Works, Directorate General of Groundwater Resources Development Groundwater, Development Project (P2AT), pp9-19.
- Miura, H., Yamasaki, F., & Matsuoka, M., 2007, Identification of damaged area due to the 2006 Central Java Earthquake using satellite optical images. *Urban Remote Sensing Joint Event*.
- Motamed, R., Ghalandarzadeh, A., Tawhata, I. and Tabatabaei, S.H., 2007, Seismic Microzonation and Damage Assessment of Bam City, Southern Iran, *Journal of Earthquake Engineering*, 11:110-132.
- Mucciarelli, M., Valensise, G., Gallipoli, M.R. & Caputo, R., 1999, Reappraisal of a XVI century earthquake combining historical, geological and instrumental information. *Proceeding of Workshop of E.S.C. Sub-Comm. on Historical Seismology*, Macerata, Italy.
- Nakamura, Y., 2008, On The H/V Spectrum. *The 14th World Conference on Earthquake Engineering*, October 12-17, 2008, Beijing, China.
- Nakamura, Y., 1989, A method for dynamic characteristic estimation of subsurface using microtremor on the ground surface. *Q.R. of R.T.I.* 30-1, p. 25-33.
- Nakamura, Y., 2000, Clear identification of fundamental idea of Nakamura's

- Technique and its application. *World Conference of Earthquake Engineering*.
- Nakamura, Y., Sato, T., & Nishinaga, M., 2000, Local site effect of Kobe based on microtremor measurement. *Proceeding of the Sixth International Conference on Seismic Zonation EERI*, Palm Springs California.
- Newcomb, K.R. and McCann, W.R., Seismic History and Seismotectonic of the Sunda Arc. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 92, no. B1 pp 421-439. American Geophysical Union.
- Panou, A.A., Theodulidis, N., Hatzidimitriou, P.M., Papazachos, C.B. and Stylianidis, K., 2004, Ambient Noise Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio for Assessing Site Effect in Urban Environments: The Case of Thessaloniki City (Northern Greece), *Bulletin of Geological Society of Greece*, Vol. XXXVI.
- Petermans, T., Devleeschouwer, X., Pouriel, F. & Rosset, P., 2006, Mapping the local seismic hazard in urban area of Brussel, Belgium. *IAEG Paper number 424*.
- Rahardjo, W., Sukandarrumidi dan Rosidi, H.M.D., 1977, *Peta Geologi Lembar Jawa Skala 1:100.000, Edisi II*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Saita, J., Bautista, M.L.P. and Nakamura, Y., 2004, On Relationship Between The Estimated Strong Motion Characteristic of Surface Layer and The Earthquake Damage -Case Study at Intramuros, Metro Manila-. Paper No. 905, *13th World Conference on Earthquake Engineering*, Vancouver, B.C., Canada.
- UNOSAT, 2006, Preliminary damage assessment: Java Earthquake. <http://www.unosat.org>.
- Walter, T.R., B.G. Luehr, R. Wang, M. Sobiesiak, H. Grosser, H.U. Wetzel, C. Milkereit, J. Zschau, J. Wassermann, P.J. Prih Harjadi & Kirbani S.B., 2008, The 26 May 2006 magnitude 6.4 Yogyakarta Earthquake. South of Mt. Merapi volcano: Did lahar deposits amplify ground shaking and thus lead to disaster? *Geochemistry, Geophysics, Geosystem, An Electronic Journal of the Earth Sciences*, Vol. 9, Number 5.
- Yamazaki, F. & Matsuoka, M., 2007, Remote sensing tools for earthquake response and recovery. *International Symposium on Remote Sensing Application to Natural Hazard*.

PENILAIAN TINGKAT KERAWANAN KEBAKARAN RUMAH BERDASARKAN KARAKTERISTIK KUALITAS RUMAH DI KECAMATAN KEBAYORAN LAMA, JAKARTA SELATAN

Djaka Marwasta¹ dan Azwin Achmadi²

(1) Staf Pengajar Fakultas Geografi UGM Yogyakarta, e-mail: marwasta_d@geo.ugm.ac.id

(2) Alumni Fakultas Geografi UGM Yogyakarta

ABSTRACT

Settlement is the most important area in the activity of disaster mitigation. The Biggest detriment caused by disaster is generally placed at the settlement or residential area. Thereby, the identification of the settlement characteristics is required to be able to recognize the disaster risk. Housing fire is one of the disaster which occur frequently in urban settlement. This research was done in Sub-District of Kebayoran Lama, Jakarta Selatan Municipality. The aims of this research are: (1) to study the settlement quality characteristics related to fire disaster occurrence; and (2) to determine the level of housing fire sensitivity and its distribution in order to support disaster mitigation activities in the research area. To obtain the data, Quickbird Satellite image interpretation, field work, and secondary data were used. By using "scoring techniques" in GIS analysis, all variables are scored and classified into 5 class of fire sensitivity and 3 class of fire control difficulties. The result shows that 51% (456,65 hectares) of Kebayoran Lama sub-district are sensitive area (level III), and 73% (760,04 hectares) are moderate level of fire handling.

Keywords : settlement quality, housing fire, fire sensitivity, disaster mitigation

1. Pendahuluan

Kota adalah pusat kegiatan ekonomi, pemerintahan, politik, sosial, dan budaya. Secara fisik, perkembangan suatu kota dapat dicirikan dari pertambahan jumlah dan peningkatan kepadatan penduduk, peningkatan kerapatan bangunan dan penambahan luas wilayah terbangun, terutama permukiman, serta semakin lengkapnya fasilitas kota yang mendukung kegiatan sosial dan ekonomi kota (Dennis, 2008). Fenomena perkotaan di Indonesia, baik dari sisi kecenderungan perkembangan maupun kompleksitas masalah yang ada, selalu menjadi tantangan menarik bagi pemegang kebijaksanaan pembangunan perkotaan. Tingginya dinamika perkotaan dapat berdampak positif, tetapi tidak jarang akan menyebabkan permasalahan bagi penduduk kota tersebut. Salah satu

permasalahan kota yang biasa terjadi di negara berkembang, termasuk Indonesia, adalah pertambahan penduduk daerah perkotaan yang relatif tinggi sebagai dampak dari migrasi penduduk dari desa ke kota yang menyebabkan sangat tingginya kepadatan penduduk di kota (Fodor, 1999).

Kepadatan penduduk yang sangat tinggi di daerah perkotaan dapat menimbulkan masalah-masalah yang terkait dengan hunian penduduk (Gottdiener and Budd, 2005). Sebagai contoh dari permasalahan yang muncul adalah kesulitan mengakses dan atau mendistribusikan utilitas umum (listrik, air bersih, pengelolaan sampah, dan jaringan drainase), kesulitan penanganan kejadian kebakaran karena kendaraan pemadam kebakaran tidak bias leluasa masuk, sangat rentannya terhadap penularan penyakit menular antar manusia,

dan lain-lain. Secara umum, semakin padat suatu daerah permukiman, semakin banyak permasalahan yang muncul.

Permukiman menempati areal paling luas dalam pemanfaatan ruang kota. Permukiman perkotaan mengalami perkembangan selaras dengan perkembangan penduduk, dan mempunyai pola-pola tertentu yang menciptakan bentuk dan struktur kota yang berbeda dengan kota lainnya. Perkembangan permukiman pada bagian-bagian kota tidak sama, tergantung pada karakteristik kehidupan masyarakat, potensi sumber daya yang tersedia, kondisi fisik alami serta fasilitas kota yang terutama berkaitan dengan transportasi dan komunikasi (Drakakis-Smith, 1980).

Fenomena perkotaan yang kian rumit menyelimuti berbagai aspek kehidupan penghuninya. Pemadatan penduduk dan hunian yang terjadi di kota menyebabkan terjadinya penurunan kualitas lingkungan (*deterioration*) di perkotaan dan kerawanan terjadinya kebakaran pada permukiman (Suharyadi, 2000). Sudah tentu diperlukan upaya-upaya yang serius untuk melindungi masyarakat kota dari dampak tersebut dengan melakukan mitigasi. Tulisan ini mengangkat tema upaya mitigasi terhadap bencana kebakaran bangunan permukiman di perkotaan, dengan mengambil contoh kasus di Kebayoran Lama, Jakarta Selatan.

Kebakaran bangunan merupakan bahaya yang sering terjadi di daerah perkotaan, terutama pada kawasan

permukiman (Anonim, 1985). Dengan keadaan lingkungan permukiman yang buruk seperti kepadatan permukiman yang tinggi, sarana lingkungan yang kurang memadai seperti tidak tersedianya tandon air, serta sarana pemadam kebakaran yang kurang memadai seperti kurangnya ketersediaan APAR (Alat Pemadam Api Ringan) memicu terciptanya kerawanan kebakaran ini. Selain itu, tingkat ekonomi dan kohesi sosial masyarakat yang rendah juga turut andil dalam terciptanya kerawanan ini. Untuk itu diperlukan pencegahan dan penanggulangan terhadap bahaya kebakaran permukiman.

Penanggulangan bencana ditentukan oleh fasilitas pemadaman kebakaran, sedangkan pencegahan memerlukan pengamatan dan pengendalian terhadap lingkungan permukiman (Zaini, 1998). Kedua hal tersebut memerlukan informasi tentang kondisi fasilitas pemadam serta kondisi lingkungan permukiman. Informasi ini digunakan untuk memantau kerawanan permukiman dari bahaya kebakaran serta melakukan perbaikan kualitas lingkungan dan fasilitas pemadam kebakarannya. Pemanfaatan teknologi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis dapat mendukung upaya ini, terutama dalam hal penyediaan data dan analisis terkait dengan penanganan dan penanggulangan musibah kebakaran pada permukiman. Teknologi informasi yang ada saat ini sangat memungkinkan untuk dikembangkan dan

diterapkan pada pengelolaan wilayah untuk manajemen bencana di perkotaan.

Tujuan sebagai berikut:

1. mengkaji karakteristik kualitas permukiman sebagai faktor penyebab terjadinya kebakaran.
2. menyusun zonasi kerawanan kebakaran di daerah penelitian.

Tipe dan pola permukiman suatu kota merupakan bagian dari pola penggunaan lahan kota yang menggambarkan pula struktur masyarakat serta sejarah pertumbuhannya. Menurut Yudohusodo (1991), secara garis besar permukiman di kota-kota besar serta metropolitan dapat dibagi kedalam tiga kelompok. *Pertama*, perumahan yang direncanakan dengan baik dan dibangun dengan baik dan teratur rapi serta memiliki prasarana, utilitas dan fasilitas yang cukup dan baik, yang dapat kita sebut dengan permukiman yang teratur. *Kedua*, permukiman yang berkembang tanpa direncanakan terlebih dahulu. Polanya tidak teratur dan prasarana, utilitas, dan fasilitasnya tidak mencukupi atau memenuhi syarat baik jumlahnya maupun kualitasnya, yang disebut dengan permukiman tidak teratur. *Ketiga*, permukiman yang tidak sepenuhnya direncanakan dengan baik. Jalan jalan utamanya direncanakan dengan baik dan di kiri kanannya dibangun rumah-rumah yang baik dan teratur, namun dibagian tengahnya, di belakang rumah-rumah yang dibangun di pinggir jalan yang direncanakan, tumbuh rumah-rumah tipe

kedua yaitu rumah-rumah yang tidak teratur. Kelompok ketiga ini dapat kita sebut permukiman setengah teratur.

Perumahan tidak teratur dapat dibagi menjadi dua tipe utama, yaitu tipe perumahan tidak liar dan tipe perumahan liar. Perbedaan utamanya adalah pada status pembangunan rumahnya. Rumah-rumah tidak liar dibangun di atas tanah yang telah dimiliki, disewa atau dipinjam dari pemiliknya. Dengan demikian, pembangunan perumahan tidak liar dilakukan dengan setahu dan seizin pemilik tanahnya. Sedangkan rumah-rumah di perumahan liar dibangun secara ilegal, tanpa setahu dan seizin pemilik tanahnya.

Kampung-kampung tua sudah berkembang sejak jaman penjajahan Belanda (Rahmah, 2004). Umumnya kampung-kampung tua ini terdapat di dekat pusat-pusat kegiatan dalam kota dengan kepadatan yang tinggi. Ada kampung yang berasal dari permukiman pedesaan yang semula berada di pinggiran kota yang secara berangsur-angsur terpengaruh oleh perkembangan pusat kota dan perluasan kota, sehingga pada akhirnya berubah menjadi kampung kota. Ada pula kampung yang terjadi karena tanah pertanian di pinggiran kota secara berangsur-angsur berubah menjadi perumahan perkotaan. Selanjutnya penambahan penduduk kota, baik akibat pertumbuhan secara alamiah maupun karena adanya pendatang baru dari pedesaan, berangsur-angsur memenuhi

kampung-kampung. Sejalan dengan waktu kampung-kampung tersebut berubah menjadi kampung kota yang didominasi oleh penduduk berpenghasilan rendah dan menengah.

Perumahan liar tumbuhnya agak jauh dari jalan utama, di pinggir-pinggir sungai dan atau bantaran sungai, di sepanjang jalan kereta api, di sekitar pasar dan stasiun kereta api, dan di daerah rendah yang sering banjir. Daerah-daerah tersebut pada umumnya adalah berupa tanah yang belum dipergunakan, ditinggalkan atau yang tidak diawasi oleh pemegang haknya. Dalam perumahan liar yang masih asli pada umumnya tidak terdapat jalan yang diperkeras, tidak ada pelayanan air bersih, drainase dan pembuangan air kotor.

Rumah merupakan tempat untuk bertempat tinggal dan menyelenggarakan kehidupannya maka rumah yang baik harus memenuhi persyaratan rumah yang sehat. Menurut *The Committee on the Hygiene of Housing of the American Public Health Association* persyaratan pokok rumah yang sehat adalah :

1. harus memenuhi kebutuhan fisiologis, yaitu meliputi suhu optimal di dalam rumah, pencahayaan, perlindungan terhadap kebisingan, ventilasi yang baik serta harus tersedianya ruangan untuk latihan dan bermain anak-anak
2. harus memenuhi kebutuhan psikologis, yang meliputi jaminan "privacy" yang cukup, kesempatan dan kebebasan untuk

kehidupan keluarga secara normal, hubungan yang serasi antara orang tua dan anak, terpenuhinya persyaratan sopan santun pergaulan

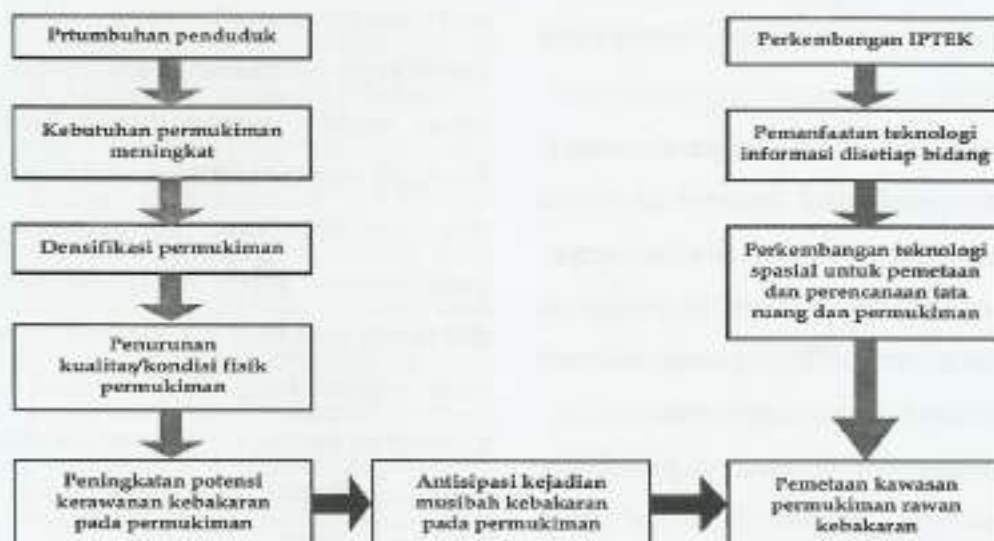
3. dapat memberikan perlindungan terhadap penularan penyakit dan pencemaran, yaitu meliputi tersedianya penyediaan air bersih yang memenuhi persyaratan, adanya fasilitas pembuangan air kotor, tersedianya fasilitas untuk menyimpan makanan, terhindar dari serangga atau hama-hama lain yang mungkin dapat berperan dalam penyebaran penyakit
4. dapat memberikan perlindungan/ pencegahan terhadap bahaya kecelakaan dalam rumah, yang meliputi konstruksi yang kuat, dapat menghindari bahaya kebakaran, pencegahan kemungkinan kecelakaan jatuh atau kecelakaan mekanis lain.

Kondisi rumah yang sehat adalah rumah yang dapat memberikan kenyamanan bagi penghuninya. Agar rumah yang dihuni merupakan rumah yang sehat maka hendaknya memenuhi persyaratan rumah sehat seperti terpenuhinya kebutuhan fisiologis, terpenuhinya kebutuhan psikologis, dan memberikan kenyamanan bagi penghuninya, selain itu rumah yang sehat didukung pula oleh kondisi fisik rumah yang baik, seperti yang dikemukakan oleh *The Committee on the Hygiene of Housing of the American Public Health Association* (dalam Hardoyo, 1989).

Tempat tinggal merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia. Dalam berbagai program pembangunan, pemerintah menetapkan kebijakan umum pembangunan perumahan dan permukiman yang relevan guna memenuhi kebutuhan dasar tersebut. Tujuan dan sasaran pembangunan perumahan dan permukiman ditata dalam suatu perencanaan yang sesuai dengan kondisi tata ruang dan tata guna lahan, disertai dengan prasarana dan sarana lingkungan yang berfungsi bagi kehidupan sosial masyarakat (UU-RI No. 4 Th. 1992 Tentang Perumahan dan Permukiman). Pada kenyataan dapat dilihat bahwa area permukiman semakin meluas dengan tidak memperhatikan aspek-aspek tersebut. Bahkan terjadi pemadatan permukiman di wilayah tertentu dengan tidak mengindahkan kondisi lingkungan.

Beberapa faktor yang diperkirakan mempengaruhi terjadinya perbedaan fenomena kepadatan permukiman adalah

jarak unit permukiman terhadap prasarana kota dan ketersediaan utilitas umum pada tiap-tiap unit permukiman. Jarak suatu daerah permukiman dengan prasarana kota merupakan daya tarik yang kuat bagi penduduk untuk menempati daerah permukiman tersebut. Sebagai akibatnya banyak penduduk yang membangun rumah mukim di tempat tersebut maka kepadatan bangunannya tinggi, keteraturan atau tata letak rumah mukimnya relatif kurang baik. Kepadatan permukiman akan berdampak pada kualitas permukiman, dimana semakin padat suatu permukiman maka akan semakin rendah kualitas lingkungan permukimannya, yang berakibat pada kerentanan/kerawanan suatu permukiman terhadap terjadinya kebakaran pada permukiman. Secara diagramatis kerangka pikir zonasi kerawanan bahaya kebakaran di permukiman perkotaan adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Kerangka Pikir Zonasi Kerawanan Kebakaran Permukiman

2. Metode

Penelitian ini mengambil lokasi di Kecamatan Kebayoran Baru, Jakarta Selatan (lihat Peta pada Lampiran 1). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei. Data untuk penelitian ini diperoleh melalui interpretasi citra satelit, pengukuran dan atau pengamatan langsung di lapangan, dan dari data sekunder. Unit analisis yang digunakan adalah blok permukiman. Setiap unit diberikan harkat (skor) berdasarkan variabel yang telah ditentukan. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu variabel yang berkaitan dengan kondisi permukiman dan variabel yang berkaitan dengan fasilitas pemadaman kebakaran.

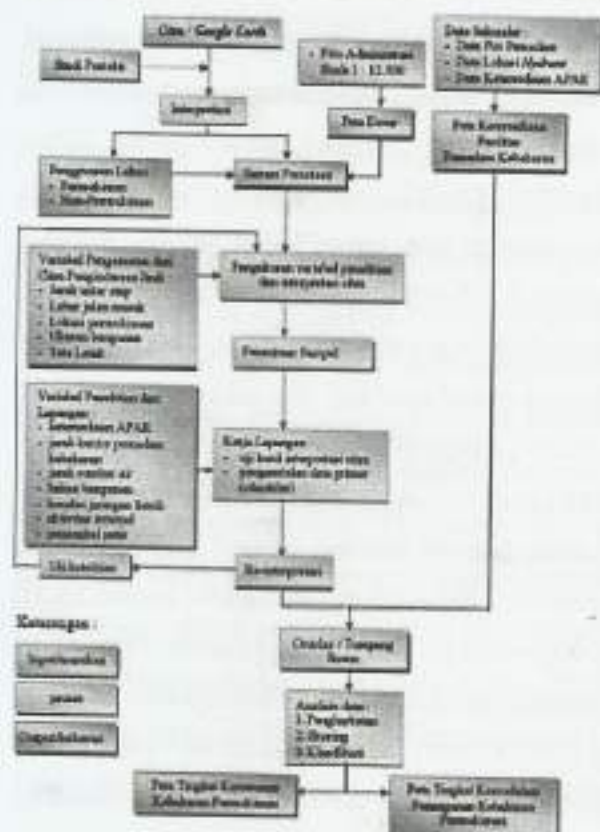
Analisis data untuk memperoleh agihan tingkat kerawanan kebakaran permukiman dilakukan dengan pendekatan pengharkatan berjenjang tertimbang terhadap setiap variabel yang berpengaruh. Variabel-variabel yang berpengaruh diberi nilai berkisar antara 1 hingga 3. Pembobotan ini ditentukan berdasarkan pertimbangan besar kecilnya pengaruh variabel tersebut terhadap kebakaran permukiman. Hasil akhir dari penelitian adalah berbentuk peta yang berisikan informasi tentang zonasi tingkat kerawanan kebakaran permukiman. Untuk mengetahui alur penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.

Citra satelit yang digunakan sebagai sumber data untuk mengidentifikasi karakteristik permukiman adalah Citra Satelit Quickbird cakupan wilayah Kecamatan Kebayoran Lama, Jakarta Selatan skala 1 : 3.000 (lihat Gambar 3). Untuk mendukung kegiatan penyusunan peta dalam penelitian ini, digunakan Peta *Street Atlas* JABODETABEK tahun 2005/2006 cakupan wilayah Kecamatan Kebayoran Lama, Jakarta Selatan skala 1 : 12.500. Data primer diperoleh dengan melakukan pengamatan dan pengukuran lapangan menggunakan *check list* mengenai kualitas permukiman dan fasilitas pemadam kebakaran. Data sekunder yang digunakan adalah data lokasi pos pemadam, *hydrant*, dan ketersediaan APAR (Alat Pemadam Api Ringan).

Variabel yang diidentifikasi dari citra satelit untuk menilai tingkat kerawanan kebakaran untuk tiap-tiap satuan unit permukiman adalah:

1) Jarak antaratap,

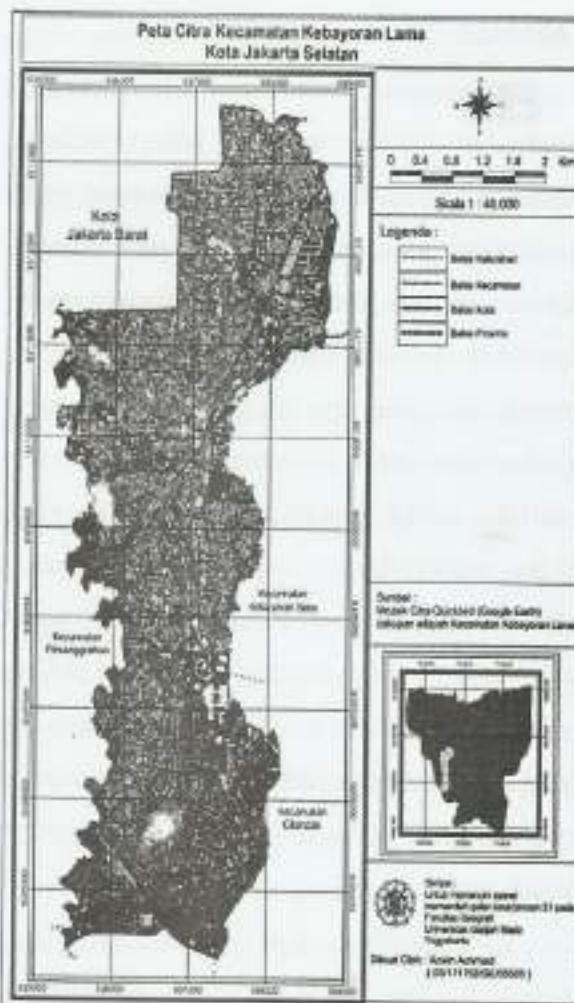
Jarak antar atap diperhitungkan sebagai penilaian dari kepadatan bangunan. Klasifikasi penilaiannya didasarkan pada kerapatan antar atap rata-rata tiap blok permukiman. Variabel ini berkaitan dengan tingkat kerawanan timbulnya kebakaran, kemampuan menjalarnya api, serta tingkat kesulitan pengendalian bahaya dan penanggulangan kebakaran.



Gambar 2. Alur Penelitian Penilaian Kerawanan Bahaya Kebakaran Permukiman

2) Ukuran bangunan

Ukuran bangunan adalah ukuran relatif luas bangunan rumah dan dapat mencirikan tingkat kesejahteraan. Hal ini diasumsikan dengan masalah tingkat kepedulian penghuni suatu permukiman terhadap fasilitas di permukiman yang dalam hal ini terkait dengan musibah kebakaran. Cara memperolehnya dengan mengukur luas rumah tiap unit permukiman dari sampel yang dipilih.



Gambar 3. Citra Quickbird Daerah Penelitian

3) Lokasi permukiman

Lokasi permukiman merupakan faktor penentu dalam penanggulangan bencana kebakaran. Jarak dari jalan utama sangat berhubungan dengan aksesibilitas, dimana semakin dekat maka akan semakin baik (mudah dalam penanggulangan kebakaran)

4) Lebar jalan masuk permukiman,

Lebar jalan masuk yaitu lebar jalan yang menghubungkan jalan lingkungan permukiman dengan jalan utama. Variabel ini digunakan untuk menunjukkan mudah tidaknya mobil pemadam menjangkau lingkungan permukiman jika terjadi kebakaran.

5) Tata letak/keseragaman bangunan,

Tata letak disini hampir serupa dengan keseragaman, dimana dalam hal ini tidak selalu bentuk bangunan tetapi juga pola, ukuran dan orientasi dari permukiman itu sendiri. Variabel ini berhubungan dengan tingkat kemudahan dalam penanggulangan kebakaran dan menilai baik tidaknya perencanaan permukiman.

Pengamatan dan pengukuran lapangan dilakukan pada lokasi sampel terpilih. Untuk menentukan jumlah dan distribusi atau lokasi sampel digunakan metode *proporsional cluster random sampling*. Pada metode ini jumlah sampel ditentukan berdasarkan proporsi luas dari tiap-tiap kelas kepadatan permukiman (jarak antaratap) pada lokasi penelitian, sedangkan penentuan lokasi dilakukan secara random berdasarkan pada tabel bilangan random. Setiap satuan pemetaan diberi nomor urut, dan nomor urut inilah yg digunakan untuk menentukan sampel. Variabel yang diamati dan atau diukur dalam kegiatan lapangan ini antara lain:

1) Ketersediaan Alat Pemadam Api Ringan (APAR)

Alat ini berfungsi untuk mengatasi bahaya kebakaran awal, yakni ketika nyala api masih kecil sehingga dapat di cegah untuk tidak segera menyebar dan membesar. Ketersediaan alat ini nantinya akan lebih memudahkan pemadaman sebelum api membesar.

2) Lokasi terhadap kantor pemadam kebakaran

Ketika kebakaran tidak bisa diatasi dengan menggunakan APAR maka sesegera mungkin untuk mengatasinya dengan memanggil petugas pemadam kebakaran setempat. Hal yang paling menentukan untuk antisipasi yang baik dalam pemadaman kebakaran adalah jarak pos pemadam kebakaran dengan lokasi musibah kebakaran. Asumsi yang digunakan adalah semakin dekat jarak dari pos pemadam kebakaran maka akan lebih baik bagi suatu permukiman dari tingkat kerawanan terhadap kebakaran dan tingkat kemudahan dalam pemadaman lebih baik.

3) Lokasi sumber air untuk pemadam kebakaran

Keberadaan sumber air sangat diperlukan dalam proses pemadaman kebakaran. Ketika *hydrant* tidak layak digunakan dan tidak dapat dijangkau dengan waktu yang singkat maka diperlukan alternatif lain untuk suplai petugas pemadam kebakaran dalam memadamkan kebakaran. Oleh karena itu, selain berlomba dengan waktu, jarak sumber air seperti sungai, danau, atau kolam juga

menjadi pertimbangan dalam menentukan tingkat kerawanan kebakaran permukiman dan tingkat kemudahan penanganan kebakaran.

4) Bahan bangunan

Dalam keputusan Menteri Pekerjaan Umum No 02/KPTS/1985 tentang Ketentuan Pencegahan dan Penanggulangan Kebakaran pada Bangunan Gedung, disebutkan disana bahwa mutu dari bahan bangunan yang digunakan akan berpengaruh pada kerawanan terhadap kebakaran. Adapun bahan bangunan yang tahan api yang termaktub dalam keputusan tersebut.

5) Kondisi jaringan listrik

Penilaian parameter ini didasarkan pada penggunaan prasarana listrik dengan memperhatikan kelengkapan dan pemasangan instalasi listrik yang mengacu pada Peraturan Umum Instalasi Listrik dari PLN pada suatu blok permukiman. Hal ini dinilai sangat mempengaruhi kerentanan terhadap terjadinya arus hubungan pendek yang sering menjadi pemicu terjadinya kebakaran di daerah penelitian.

6) Aktivitas internal

Parameter ini dinilai berdasarkan jenis pemanfaatan rumah atau bangunan sehubungan dengan potensi jenis aktifitas tersebut terhadap terjadinya kebakaran. Aktifitas yang dipandang berpotensi terhadap kebakaran misalnya bengkel, penjualan bahan bakar, penyimpanan bahan kima, dan lain-lain.

7) Penangkal petir

Sarana ini berfungsi untuk melindungi bangunan dari sambaran petir. Mengingat akibat dari sambaran petir pada bangunan mempunyai potensi yang besar terhadap terjadinya bahaya kebakaran, maka penilaian terhadap variabel ini penting untuk dilakukan.

Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini berupa data lokasi *hydrant* pada daerah penelitian. Informasi ini diperoleh dari Suku Dinas Pemadam Kebakaran Kota Jakarta Selatan. Data ini diperlukan untuk menilai kelayakan dari fungsi *hydrant* sebagai sumber suplai air untuk pemadaman kebakaran yang kemudian ditentukan jaraknya dari permukiman.

Berdasarkan seluruh variable tersebut di atas, dilakukan analisis pengharkatan (*scoring*) untuk menyusun zonasi tingkat kerawanan dan tingkat kemudahan pemadaman kebakaran. Metode pengharkatannya menggunakan rerata tertimbang berdasarkan besar kecilnya pengaruh variabel tersebut terhadap kerawanan kebakaran permukiman dan penanganan kebakaran. Harkat (*score*) total dari tiap-tiap blok / satuan pemetaan diklasifikasikan menjadi 5 kelas, yaitu:

Kelas 1 : Tidak Rawan

Kelas 2 : Cukup Rawan

Kelas 3 : Rawan

Kelas 4 : Sangat Rawan

Kelas 5 : Sangat Rawan Sekali

Penentuan tingkat kemudahan penanganan kebakaran ditentukan berdasar

pada variabel-variabel yang berkaitan pada fasilitas pemadam kebakaran dan tingkat aksesibilitas kendaraan pemadam kebakaran terhadap lokasi dari permukiman. Variabel yang digunakan untuk penentuan tingkat kemudahan penanganan kebakaran adalah lebar jalan, lokasi permukiman, lokasi pos pemadam kebakaran, ketersediaan APAR, lokasi *hydrant*, dan lokasi sumber air lain. Harkat total dari perhitungan tersebut diklasifikasikan menurut tingkat kemudahan penanganan kebakaran permukiman dengan pembagian kelas sebagai berikut :

Kelas 1 : mudah

Kelas 2 : cukup mudah

Kelas 3 : sulit

3. Hasil dan Pembahasan

Salah satu permasalahan di perkotaan adalah terjadinya kebakaran baik di permukiman maupun di area non permukiman (Anonim, 2006). Di DKI Jakarta menurut informasi Kepala Bagian Sarana dan Prasarana Suku Dinas Pemadam Kebakaran Jakarta Selatan memiliki alokasi anggaran hingga milyaran rupiah pertahun untuk penyediaan perlengkapan dan armada pemadam kebakaran. Hal ini menunjukkan bahwa masalah kebakaran di kota Jakarta sudah sedemikian serius sehingga membutuhkan banyak perhatian.

Semestinya terjadinya musibah kebakaran tidak hanya menjadi tanggung

jawab satu pihak saja, dalam hal ini adalah Dinas Pemadam Kebakaran. Namun selayaknya ada perhatian dan kerjasama dari instansi lainnya yang juga turut andil dalam kerawanan suatu wilayah terhadap kebakaran seperti PLN, PAM Jaya, Dinas Permukiman dan Prasarana Wilayah, Dinas Tata Kota, dan pihak-pihak swasta serta peran masyarakat luas. Hal ini perlu dilakukan mengingat seluruh aspek yang mendukung dalam terjadinya kebakaran tidak dapat ditangani seluruhnya oleh Dinas Pemadam Kebakaran.

Pembelajaran masyarakat tentang kerawanan kebakaran pada permukiman memang belum gencar dilakukan pemerintah daerah. Namun seiring dengan majunya teknologi informasi dapat dimanfaatkan untuk mengeliminasi hambatan-hambatan masyarakat perkotaan untuk peduli juga memahami seluk beluk musibah kebakaran dan tindakan preventifnya. Setidaknya masyarakat dapat peduli terhadap lingkungan rumahnya masing-masing dari musibah kebakaran.

Dengan mencermati kualitas permukiman dan fasilitas pemadam kebakaran yang ada di suatu wilayah dapat diketahui tingkat risiko dan kerawanan suatu blok permukiman dari kebakaran. Dengan demikian dapat diketahui luasan dan agihannya untuk kemudian dilakukan perencanaan pengadaan fasilitas pemadam

yang dalam hal ini adalah fasilitas pos pemadam kebakaran.

Kebakaran adalah timbulnya bahaya api yang tidak diinginkan yang dapat mendatangkan kerugian berupa material maupun jiwa. Kondisi permukiman yang menjadikannya suatu blok permukiman memiliki kerawanan terhadap terjadinya kebakaran adalah ketika potensi terciptanya api yang menjadi sumber kebakaran terdapat diwilayah tersebut. Selain itu, dengan kondisi dari bahan bangunan yang mudah terbakar menjadikan suatu permukiman (rumah) dengan mudah terbakar jika terjadi jalar api yang tidak diinginkan. Munculnya kebakaran diwilayah penelitian sering kali dipicu oleh korsleting dan kelalaian manusia seperti keteledoran dalam menggunakan dan meletakkan lampu minyak ketika listrik padam.

Kualitas permukiman rawan kebakaran dapat ditandai dengan kualitas fisik dan kualitas fasilitas pemadam kebakaran. Dilihat dari segi fisiknya suatu permukiman dikatakan rawan terhadap kebakaran yakni kerapatan atap atau kepadatan bangunan yang tinggi, kualitas material

bangunan yang buruk, kondisi jaringan listrik yang tidak sesuai procedural keamanan instalasi, aktivitas internal yang banyak memiliki risiko terjadi kebakaran, lokasi permukiman yang jauh dari jalan utama / arteri, lebar jalan menuju permukiman yang sempit, dan tata letak bangunan yang tidak teratur. Dinilai dari

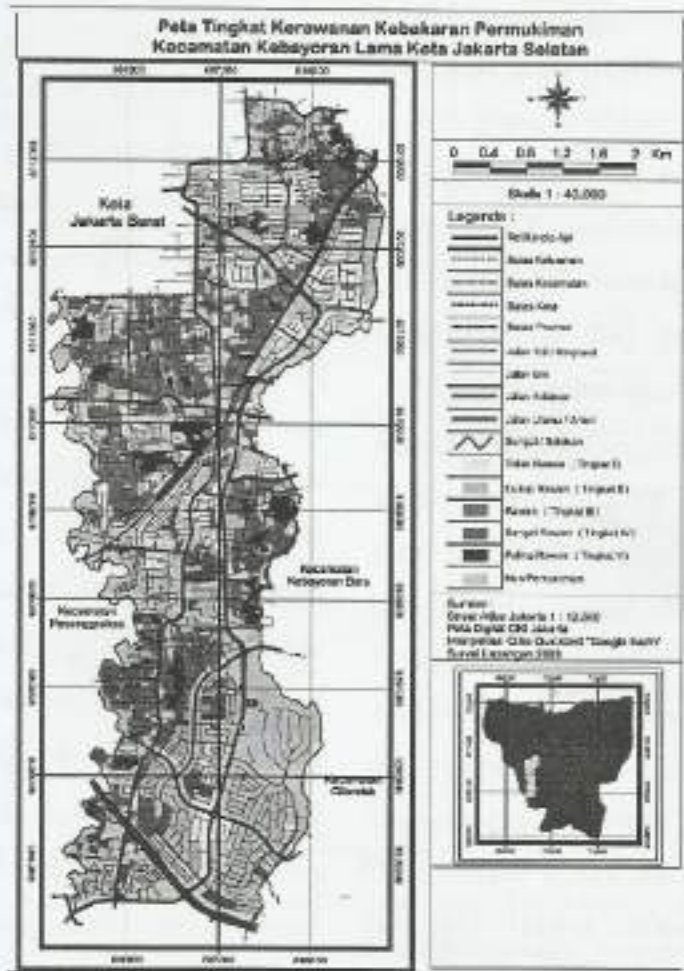
kondisi fasilitas pemadam yang mencirikan kerawanan kebakaran pada permukiman yakni jauhnya permukiman dari pos pemadam kebakaran, sempitnya akses jalan menuju permukiman, tidak tersedianya APAR (Alat Pemadam Api Ringan/Portable) di dalam lingkungan permukiman, serta jauhnya lokasi sumber air untuk pemadaman api baik berupa *hydrant* maupun sumber lainnya seperti sungai, kolam, atau tandon air.

Kondisi permukiman di wilayah penelitian masih belum aman dari kerawanan terhadap kebakaran. Terdapat setidaknya 24 RW atau 854 RT yang rawan terhadap musibah kebakaran. Dari data kejadian kebakaran yang diterbitkan oleh Suku Dinas Pemadam Kebakaran dapat dipastikan terdapat kejadian kebakaran permukiman setiap bulannya dengan kerugian mencapai ratusan juta rupiah. Kondisi fasilitas pemadam kebakaran di wilayah penelitian yang selama ini ada masih belum mencukupi untuk menunjang kebutuhan petugas dalam menangani kebakaran. Dinilai dari segi jumlah armada pemadam kebakaran sudah memenuhi kebutuhan, namun dari segi personil masih jauh dari jumlah ideal. Dalam hal pencegahan kebakaran tingkat kesadaran masyarakat masih jauh dari harapan.

Dari hasil analisis pengharkatan berdasarkan faktor fisik permukiman dan ketersediaan fasilitas pemadam kebakaran diperoleh lima kelas kerawanan permukiman

terhadap bahaya kebakaran. Secara umum di daerah penelitian didominasi tingkat kerawanan III atau rawan sebanyak 51 % dari total blok permukiman atau 456,65 ha. Hal ini menandakan bahwa kondisi penataan permukiman dan kondisi fasilitas pemadam

kebakaran masih kurang memadai mengingat jumlah kerugian dan korban jiwa akibat musibah kebakaran setiap tahunnya selalu ada (data lebih lanjut lihat pada Tabel 1). Gambar 4 menyajikan zonasi tingkat kerawanan kebakaran di daerah penelitian.



Gambar 4. Agihan Tingkat Kerawanan Kebakaran Permukiman di Kebayoran Lama

Tabel 1. Jumlah Blok dan Luasan Permukiman menurut Tingkat Kerawanan Kebakaran

Kelurahan	Tingkat Kerawanan					Jumlah (blok)	Luas Area (Ha)				
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
Pondok Pinang	39	225	228	9	39	540	32,37	189,78	113,76	4,2	18,86
Keb. Lama Selatan	36	46	102	0	34	218	17,7	27,35	51,57	0	19,95
Keb. Lama Utara	66	9	121	0	34	230	34,42	4,32	59,58	0	15,74
Grogol Utara	80	56	132	0	27	295	71,72	31,35	64,07	0	22,5
Grogol Selatan	72	11	170	0	12	265	45,35	8,18	95,57	0	9,94
Cipulir	8	4	123	0	22	157	4,68	2,07	72,1	0	14,77
Jumlah	301	351	876	9	168	1705	206,24	263,05	456,65	4,2	101,76

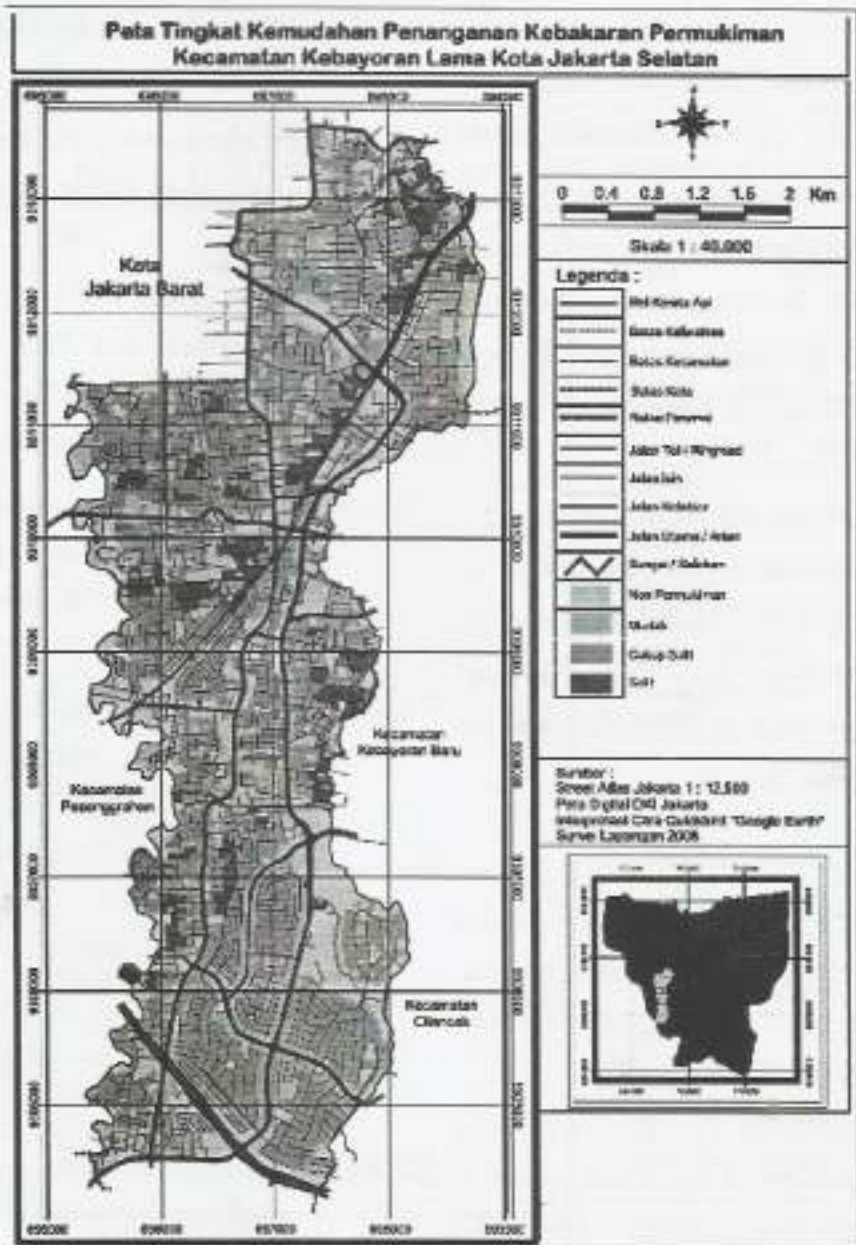
Sumber: Analisis data Primer, 2008

Kelurahan Cipulir merupakan wilayah yang paling dominan memiliki tingkat kerawanan III (rawan) sebanyak 78 % dari total blok permukiman yang ada atau sekitar 72,1 ha. Wilayah yang memiliki tingkat kerawanan IV dan V adalah kelurahan Pondok Pinang dan Kebayoran Lama Selatan dengan luas masing-masing 4,2 ha dan 19,95 ha. Untuk wilayah yang memiliki tingkat kerawanan I (tidak rawan) dan II (cukup rawan) secara persentase banyak terdapat di wilayah Kebayoran Lama Utara (29% dari total permukiman di wilayah ini) dan Pondok Pinang (42 % dari total permukiman yang ada di wilayah ini).

Bila dikaitkan dengan catatan kejadian kebakaran dari tahun 2003-2007 maka dapat diketahui kesesuaian antara hasil dari penelitian dengan kebakaran yang pernah terjadi. Dari sejumlah kejadian terdapat 8 kejadian kebakaran di wilayah tidak rawan, 6 kejadian di wilayah cukup rawan, 26 kejadian di wilayah rawan, 1 kejadian di wilayah sangat rawan, dan 5 kejadian di wilayah sangat rawan sekali. Dengan demikian zonasi yang dilakukan pada

penelitian ini cukup relevan dengan keadaan di lapangan.

Dari hasil pengharkatan dan klasifikasi unit permukiman menurut kemudahan penanganan bahaya kebakaran, diperoleh agihan permukiman yang memiliki persentase terbanyak tingkat kemudahan penanganan kebakaran tingkat I (mudah) paling banyak adalah pada wilayah Kebayoran Lama Selatan sebanyak 17 % dari total blok permukiman disana (36 blok atau 15,29 ha). Untuk tingkat kemudahan penanganan kebakaran II (cukup sulit), persentase blok permukiman terbanyak adalah pada wilayah Grogol Selatan sebanyak 88 % dari total blok permukiman (233 blok atau 132, 11 ha) dan untuk persentase tingkat kemudahan penanganan kebakaran III (sulit) adalah pada wilayah kelurahan Cipulir sebanyak 26 % dari total blok permukiman di wilayah tersebut seluas 22,56 ha atau 41 blok (data lebih lanjut lihat pada Tabel 2). Gambar 5 menyajikan zonasi tingkat kemudahan penanganan kebakaran di daerah penelitian.



Gambar 5. Agihan Tingkat Kemudahan Penanganan Kebakaran Permukiman

Tabel 2. Jumlah Blok dan Luas Permukiman menurut Kemudahan Penanganan Kebakaran

Kelurahan	Tingkat Kemudahan			Jumlah (blok)	Luas Area (Ha)		
	1	2	3		1	2	3
Pondok Pinang	85	398	57	540	78,24	268,58	21,16
Keb. Lama Selatan	36	144	38	218	15,29	79,88	21,39
Keb. Lama Utara	18	182	30	230	8,33	91,48	14,26
Grogol Utara	47	194	54	295	36,98	123,01	29,65
Grogol Selatan	12	233	20	265	8,68	132,11	18,20
Cipulir	5	111	41	157	3,03	64,98	25,56
Jumlah	203	1262	240	1705	150,55	760,04	130,22

Sumber: Analisis data primer, 2008

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Kualitas fisik permukiman merupakan komponen penting dari potensi terjadinya kebakaran permukiman, terutama tingkat kepadatan antar bangunan.
2. Secara umum tingkat kerawanan bahaya kebakaran permukiman di Kecamatan Kebayoran Lama adalah rawan (kelas 3), dan tingkat penanganannya pada kelas cukup mudah (kelas 2)

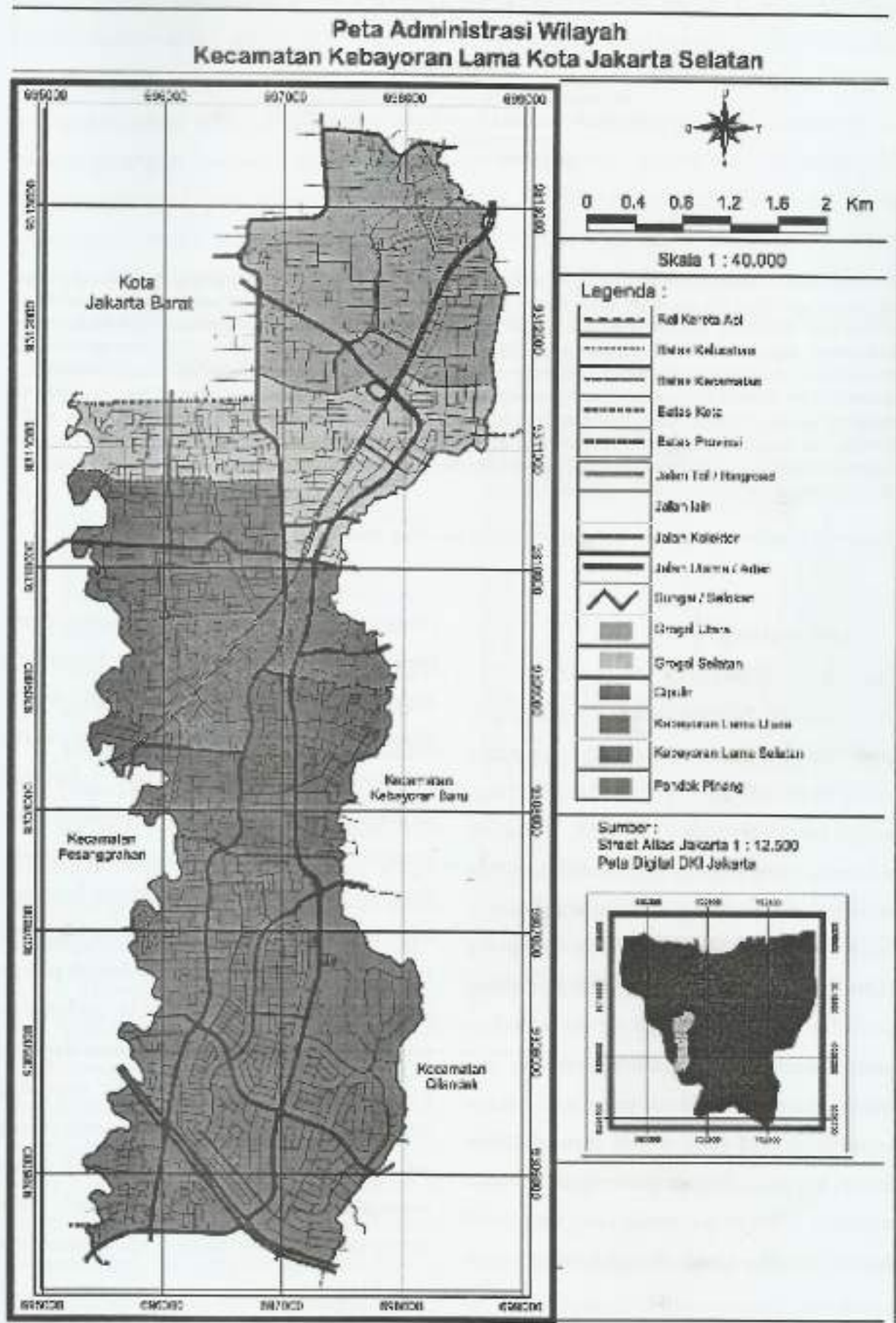
Daftar Pustaka

- Anonim. 2006. *Potensi Wilayah Kecamatan Kebayoran Lama Tahun 2006*. Jakarta: Pemerintah Daerah Kecamatan Kebayoran Lama.
- Dennis, Richard, 2008, *Cities in Modernity: Representations and Productions of Metropolitan Space 1840-1930*, Cambridge: Cambridge University Press
- Drakakis, David and Smith. 1980. *Urbanisation, Housing, and the Development Process*. New York : St. Marthin's Press
- Fodor, Eben, 1999, *Better not Bigger: How to Take Control of Urban Growth and Improve Your Community*. Gabriola Island, B.C.; Stony Creek, CT: New Society
- Gottdiener, Mark and Leslie Budd, 2005, *Key Concepts in Urban Studies*, London: SAGE
- Hardoyo, Su Rito. 1989. *Beberapa Dasar Klasifikasi dan Pola Permukiman*. Yogyakarta : Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada
- Rahmah, Andi, 2004. *Loe-Loe Gue Gue : Hancurnya Kerekatan Sosial, Rusaknya Lingkungan Kota Jakarta*. Jakarta : Pelangi
- Suharyadi. 2000. *Pemodelan Zonasi Kerentanan Kebakaran dengan Memanfaatkan Orthofoto Dijital (Kasus di sebagian Kecamatan Gondomanan)*. Yogyakarta : Fakultas Geografi UGM
- Yudohusodo, Siswono, 1991, *Rumah untuk Seluruh Rakyat*, Jakarta: Yayasan Padamu Negeri
- Zaini, M. 1998. *Panduan Pencegahan dan Pemadaman Kebakaran*. Jakarta : Abdi Tandır

Perundang-Undangan

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 1992 Tentang Perumahan dan Permukiman.

Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 02/KPTS/1985 Tentang Ketentuan Pencegahan dan Penanggulangan Kebakaran pada Bangunan Gedung.



PENGEMBANGAN SISTEM PERENCANAAN MANAJEMEN RISIKO BENCANA DI INDONESIA

Sudibyakto

sudibyakto@gmail.com, tsudib@ugm.ac.id
Peneliti Senior pada Pusat Studi Bencana (PSBA)
Dosen Fakultas Geografi
UNIVERSITAS GADJAH MADA

Abstract

Indonesia is facing the threat of hazards by various types of disasters which is caused by natural processes and human activities. On the other hand, the vulnerability has increased either on physical, social-economic and cultural thus increasing the risk of disasters. After the endorsement of Law 24 Year 2008 on Disaster Relief and Government Regulation No. 21, 22, and 23 in 2008, the National Government, the Local Government and the community are requested to make efforts to disaster reduction through mitigation and ecological adaptation activities, especially in the disaster-prone area. Disaster management has undergone a fundamental change from managing the disaster to manage disaster risks. In the context of spatial planning, according to Law 26 Year 2008 on spatial planning, the integration and revision of the spatial planning required layout of the island's ecosystem-based and disaster mitigation for disaster-prone areas, in order to achieve the community coping capacity to disaster leading to safe, comfortable, productive, and sustainable living.

Keywords: Disaster management, risk analysis, spatial planning, community resilience.

1. Pendahuluan

1.1. Potensi Bencana

Wilayah Indonesia secara geologis, geomorfologis, meteorologis, klimatologis dan sosial ekonomi merupakan daerah yang sangat rawan terhadap bencana. Wilayah Indonesia yang terletak pada tumbukan tiga lempeng tektonik yang aktif (zone subduksi) yaitu Lempeng Benua Eurasia, Lempeng Samudra India-Australia, dan Lempeng Samudra Pasifik, sehingga rawan terhadap gempa bumi dan tsunami, disamping itu, Indonesia juga terletak juga pada jalur gunung api aktif (*ring of fire*) menyebabkan rawan terhadap letusan gunung api (*volcanic eruption*). Wilayah Indonesia yang terletak di daerah tropika basah dengan curah hujan

tinggi dan mengalami dua musim yang berbeda serta topografi yang kasar berpotensi terjadinya tanah longsor (*landslide*), banjir (*flood*), dan kekeringan (*drought*) serta kebakaran hutan (*forest fire*). Potensi terjadinya bahaya lingkungan (*environmental hazards*) ini selalu mengancam wilayah-wilayah yang berpotensi terjadinya bencana, karena umumnya daerah rawan bencana berpenduduk padat. Misalnya daerah pesisir yang umumnya, berpenduduk padat dan miskin saat ini mengalami ancaman dampak perubahan iklim global yang ditandai dengan naiknya permukaan air laut (*rising sea level*). Tidak jarang suatu daerah dapat mengalami berbagai bencana. Baik alam maupun bencana akibat ulah manusia

(*antropogenic disaster*), sehingga seringkali disebut sebagai daerah rawan multibencana (*multihazards/multiple disasters*).

Penentuan daerah rawan bencana merupakan faktor pertama dan utama dalam penanggulangan bencana. Sutikno (2007) mengajukan tujuh pertanyaan kunci untuk menangani bencana sebagai berikut.

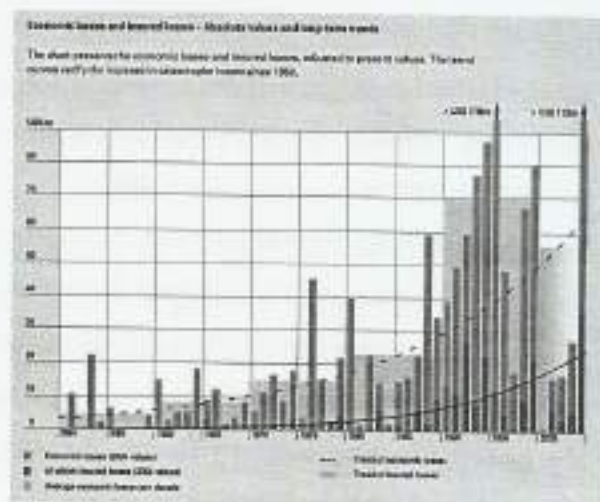
- 1) Di manakah suatu jenis bencana mungkin terjadi?
- 2) Kapan suatu jenis bencana akan berlangsung?
- 3) Bagaimanakah kejadian bencana akan berlangsung?
- 4) Apakah peringatan dini dapat dilakukan?
- 5) Bagaimanakah memitigasi suatu jenis bencana?
- 6) Tindakan apakah yang harus dilakukan apabila suatu jenis bencana terjadi?
- 7) Tindakan apakah yang harus dilakukan pascabencana?

Ketujuh pertanyaan tersebut bila dapat dijawab dengan baik dan benar dapat dijadikan sebagai dasar pertimbangan untuk penanggulangan bencana secara optimal.

1.2. Dampak Bencana

Indonesia jika dibandingkan dengan negara-negara berkembang lainnya di Asia dan Afrika termasuk salah satu negara yang mengalami dampak (kerugian) yang sangat besar pascabencana alam. Kasus tsunami di Aceh dan Pulau Nias kerugian ditaksir hingga 45 trilyun, Gempabumi DIY dan Jawa Tengah mencapai 29 trilyun, kerugian akibat

luapan lumpur panas (*hot mud flow*) mencapai ratusan milyar, dan berbagai jenis bencana lainnya hingga tahun 2008/2009 dapat mencapai sekitar 80 trilyunan. Gambar di bawah ini menunjukkan peningkatan intensitas bencana dan kerugiannya sejak tahun 1960 hingga 2000. Kerugian tersebut belum dihitung jumlah manusia yang meninggal, cacat seumur hidup, jumlah anak yatim piatu, dan dampak psikologisnya.



Gambar 1. Kerugian akibat bencana di beberapa negara sejak tahun 1960 hingga 2000

1.3. Visi dan Misi

Atas dasar uraian latar belakang tersebut di atas maka dapat dirumuskan Visi dan Misi dari makalah ini sebagai berikut.

Visi :

Terwujudnya masyarakat yang tahan terhadap bencana (*community resilience*) sehingga dapat hidup aman, nyaman, produktif dan berkelanjutan.

Misi :

1. Meletakkan program reduksi bencana sebagai prioritas nasional dan daerah

secara sinergis dan berkelanjutan dengan dasar kelembagaan yang kuat (optimalisasi kinerja BNPB dan BPBD terutama di daerah yang sangat rawan terhadap bencana);

2. Mengidentifikasi, mengkaji, dan memantau risiko bencana serta menerapkan sistem peringatan dini bencana (*early warning system*);
3. Memanfaatkan ilmu pengetahuan dan teknologi dan atau budaya lokal/kearifan lokal untuk membangun budaya sadar bencana (*community awareness*), artinya masyarakat dapat hidup berdampingan dengan bencana secara aman;
4. Mengurangi potensi risiko bencana dengan melakukan mitigasi bencana secara "engineering" (struktural) dan "non-engineering" (nonstruktural);
5. Meningkatkan kesiapsiagaan pemerintah, masyarakat dan pemerintah daerah dalam menghadapi bencana pada semua tingkatan (*community preparedness*);
6. Meningkatkan dan mengefektifkan mekanisme pendanaan dalam penanggulangan bencana;
7. Meningkatkan kerjasama regional, wilayah dan daerah kabupaten/kota dalam menanggulangi ancaman bencana; serta
8. Meningkatkan "political will" dan kemampuan Pemerintah, Pemda dan semua "stakeholders" dalam

penanggulangan bencana, termasuk menyusun dan merevisi Tata Ruang Wilayah Nasional (RTRWN) dan RTRW Propinsi/Kabupaten/Kota yang berbasis mitigasi bencana.

2. Perkembangan Konsep Manajemen Bencana

2.1. Konsep Manajemen (Risiko) Bencana

Saat ini telah terjadi perubahan paradigma dalam penanggulangan bencana di Indonesia, bahkan di beberapa negara berkembang dan lingkup dunia, yaitu :

1. dari responsif menjadi preventif;
2. dari sektoral menjadi multisektoral;
3. dari tanggungjawab pemerintah semata menjadi tanggungjawab bersama;
4. dari sentralisasi menjadi desentralisasi; dan
5. dari tanggap darurat menjadi pengurangan risiko bencana



Gambar 2. Siklus Penanggulangan Bencana berbasis Pengurangan Risiko Bencana (ADPC, 2002)

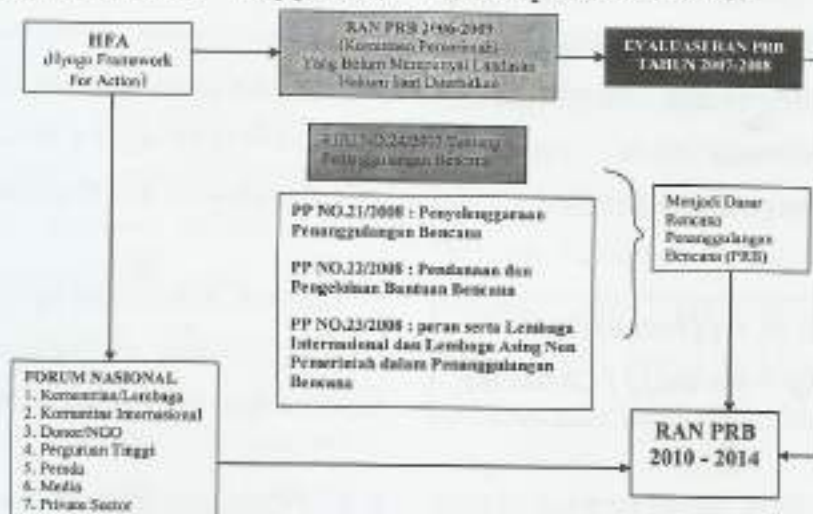
Triutomo (2006) dan Sudibyakto (2007) menyatakan sejarah perkembangan kegiatan Pengurangan Risiko Bencana (Disaster Risk Reduction) yang dimulai dari :

1. Program IDNDR (International Decade for Natural Disaster Reduction) tahun 1990-2000 dalam hal ini Indonesia juga melakukan berbagai kegiatan seperti seminar, lokakarya, latihan gladi posko dan gladi lapangan, serta pelatihan-pelatihan dan pendidikan kebencanaan;
2. World Conference on Natural Disaster Reduction, di Yokohama tahun 1994;
3. Program UN-ISDR (United Nations International Strategy for Disaster Reduction), tahun 2000;
4. World Conference for Disaster Reduction (WCDR) di Kobe, tahun 2005 yang melahirkan Hyogo Framework for Action (2005-2015); dan
5. Asian Conference for Disaster Reduction di Beijing tahun 2005.

Kemudian Pemerintah Indonesia melalui kerjasama antara Bappenas,

Bakornas PBP (sekarang BNPB) dan UNDP tahun 2005/2006 menyusun dan menerbitkan Buku Panduan tentang RAN (Rencana Aksi Nasional) Reduksi Bencana (RAN PRB) dan disusul dengan RAD PRB (Rencana Aksi Daerah Pengurangan Risiko Bencana).

Posisi RAN PRB tahun 2006-2010 terhadap berbagai regulasi PB di Indonesia dijadikan sebagai basis penyusunan regulasi RAN PRB tahun 2010 - 2014 dengan mempertimbangkan amanat yang ada di UU No. 24 tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana dan Peraturan Pemerintah yang mengikutinya seperti PP No. 21 Tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana, PP No. 22 Tahun 2008 Tentang Pendanaan dan Pengelolaan Bantuan Bencana, dan PP No. 23 Tahun 2008 tentang Peran Serta Lembaga Internasional dan Lembaga Asing Non-Pemerintah dalam Penanggulangan Bencana. Secara skematis hubungan dan kedudukan RAN PRB dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Posisi RAN PRB (2006-2009) terhadap Regulasi Penanggulangan Bencana (Bappenas, 2008)

2.2. Analisis Risiko Bencana

Risiko bencana adalah potensi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana pada suatu wilayah dan kurun waktu tertentu yang dapat berupa kematian, luka, sakit, jiwa terancam, hilangnya rasa aman, mengungsi, kerusakan atau kehilangan harta, dan gangguan kegiatan masyarakat (UU No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana). Pengurangan risiko bencana dan pepaduan pengurangan risiko bencana dengan program pembangunan adalah menjadi tanggungjawab Pemerintah, sehingga masyarakat dapat terlindung dari dampak bencana, bahkan tanggungjawab Pemerintah juga dalam menjamin pemenuhan kebutuhan sesuai dengan standar pelayanan minimum (Pasal 6 UU No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana).

Dalam berbagai literatur juga disebutkan bahwa risiko bencana merupakan fungsi dari kondisi bahaya (*hazard*), kerawanan, dan kapasitas masyarakat. Jika analisis risiko dilakukan secara kuantitatif maka perlu dihitung berapa nilai (harga) dari elemen risiko (*elements at risk*). Formulasi yang umumnya digunakan adalah :

$$\text{Risk} = f \{ (\text{Hazards} * \text{Vulnerability} * \text{Value}) / \text{Capacity} \}$$

Memperhatikan rumus tersebut di atas, nampak bahwa wilayah Indonesia mempunyai nilai bahaya sangat tinggi, di

samping itu juga tingkat kerawanan wilayah semakin tinggi pula sebagai akibat meningkatnya jumlah penduduk (penduduk padat dan miskin), degradasi kualitas lingkungan, keterbukaan wilayah akibat kebakaran hutan dan "illegal logging", wilayah pesisir yang mengalami intrusi air asin dan penurunan permukaan tanah (*amblesan, subsidence*); dan sebagainya. Jika ancaman bencana sifatnya banyak atau "multiple disaster" dan makin tinggi tingkat kerawanannya, maka risiko bencana juga makin tinggi. Bagaimana upaya agar risiko dapat ditekan, yaitu dengan meningkatkan kapasitas masyarakat dan sumberdaya manusia di tingkat pemerintahan.

Berbagai kegiatan dapat dilakukan dalam kerangka peningkatan kapasitas antara lain :

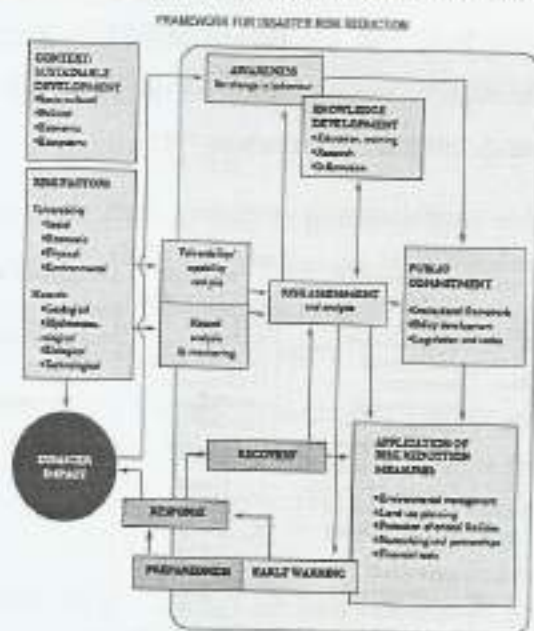
- pengenalan dan pemantauan risiko bencana;
- perencanaan partisipatif penanggulangan bencana;
- pengembangan budaya sadar bencana;
- peningkatan komitmen terhadap pelaku penanggulangan bencana; dan
- penerapan upaya fisik, nonfisik dan pengaturan penanggulangan bencana.

Untuk melakukan upaya pengurangan risiko bencana dilakukan penyusunan rencana aksi pengurangan risiko bencana.

2.3. Penataan Ruang Berbasis Risiko Bencana

Program reduksi risiko bencana merupakan upaya terintegrasi, terpadu dan komprehensif dalam rangka untuk mengurangi ancaman dan kerawanan serta meningkatkan kemampuan masyarakat dalam menghadapi bencana. Kerangka kerja pengurangan risiko bencana memper-timbangkan berbagai aspek, yaitu aspek lingkungan (ekosistem), ekonomi, politik, dan sosio-kultural, sehingga dapat dicapai

ditandai dengan indikator-indikator : (a) menurunnya daya dukung lingkungan sehingga ketersediaan air makin terbatas, (b) terjadinya kekeringan, (c) meningkatnya erosi dan sedimentasi, (d) meningkatnya pencemaran udara, air, tanah dan hujan asam, (e) meningkatnya jumlah penduduk miskin, dan (f) frekuensi dan intensitas bencana alam dan bencana akibat ulah manusia makin meningkat.



Gambar 4. Kerangka Kerja Pengurangan Risiko Bencana (Triutomo, 2006 dan ISDR, 2004)

Memperhatikan gambar di atas, sebenarnya hingga saat ini konsep dan penerapan pembangunan berkelanjutan telah terancam sebagai akibat proses degradasi lingkungan yang makin meningkat. Di kawasan beberapa Daerah Aliran Sungai (DAS) di Pulau Jawa, Pulau Sumatera, dan Pulau Kalimantan telah menunjukkan tingkat kekritisitas DAS yang sangat serius (*super critical watershed*) yang

Selanjutnya dapat dilakukan pemetaan peta risiko bencana (*disaster risk map*). Peta risiko bencana sangat penting untuk menentukan daerah prioritas yang harus dilakukan berbagai langkah mitigasi bencana. Peta risiko bencana umumnya dikaitkan dengan potensi kerugian (*potential damages and losses*). Kegiatan mitigasi bencana umumnya dapat dikelompokkan menjadi mitigasi struktural dan mitigasi nonstruktural. Mitigasi yang struktural meliputi kegiatan-kegiatan seperti pembuatan dam penahan sedimen, dan penahan erosi dan longsor lahan, pembuatan tanggul, dan sebagainya; sedangkan mitigasi nonstruktural dapat berupa berbagai peraturan daerah terkait dengan pengurangan risiko bencana, antara Perda tentang Penataan Ruang berbasis Risiko Bencana. Tabel 1 di bawah ini menunjukkan tahapan dan kegiatan dalam penyusunan tata ruang berbasis risiko bencana. Tahapan yang perlu dilakukan adalah tahap persiapan, mereview Rencana Tata Ruang yang ada, pengumpulan data, analisis,

menyusun konsep rencana tata ruang, mengadakan "public hearing" dan tahap pengesahan. Tahapan ini masih perlu disempurnakan dan atau disesuaikan dengan kondisi data dan kondisi wilayah perencanaan.

Dengan demikian, Peta Tata Ruang yang dihasilkan dapat digunakan dalam Penyusunan Rencana Strategis Daerah Penanggulangan Bencana sebagai acuan dalam menyusun Rencana Aksi Daerah Pengurangan Risiko Bencana (RAD PRB). RAD PRB yang telah disusun harus

mendapatkan dukungan dana yang memadai, sehingga langsung dapat dirasakan manfaatnya bagi kesejahteraan dan keamanan masyarakat serta tanggap dari ancaman bencana yang akan terjadi. Pengalaman dari Penyusunan Renstra Daerah PB dan RAD PB Provinsi DIY (2008) dinyatakan bahwa Renstrada PB dan RAD PB akan menjadi landasan untuk memasukkan aspek-aspek pengurangan risiko bencana ke dalam Rencana Kerja Tahunan Satuan-satuan Kerja Perangkat Daerah (SKPD) di Provinsi DIY.

Tabel 1. Integrasi Pengurangan Risiko Bencana dalam Penataan Ruang (GLG/GTZ, 2007)

Persiapan	Review RDTR	Pengumpulan Data	Analisis	Konsep rencana	Diskusi Terbuka	Pengesahan
Persiapan penyusunan meliputi : <ul style="list-style-type: none"> • Penyusunan KAK untuk konsultan • Pembentukan tim pelaksana • Penyiapan kelengkapan administrasi • Persiapan pengadaan jasa konsultansi • Penyusunan program kerja dan tim ahli • Perumusan substansi, kuesioner, dll • Perkiraan biaya • Pemberitaan penyusunan RTRW kepada masyarakat melalui berbagai media 	Review RTRW sebelumnya mencakup evaluasi terhadap: <ul style="list-style-type: none"> • Kelengkapan data • Metode yang digunakan • Kelengkapan isi rencana dan peta rencana • Tinjauan terhadap pemanfaatan rencana • Tinjauan pengendalian • Kelembagaan • Aspek legalitas • Proses penyusunan rencana kegiatan mitigasi bencana 	Pengumpulan data dan peta dilakukan dengan cara survei, wawancara, untuk memperoleh : <ul style="list-style-type: none"> • Data pembangunan • Data social ekonomi/penduduk • Data sumberdaya alam (tanah, air, landuse, dll) • Data kelembagaan • Data jenis bencana yang sering melanda daerah ybs. • Data korban bencana* • Data proyekst penduduk* 	ASPEC-aspek analisis meliputi : <ul style="list-style-type: none"> • Analisis kebijakan dan strategi pengembangan kabupaten/kota • Analisis regional • Analisis ekonomi dan sector unggulan. • Analisis SDA • Analisis SDM/HDI* • Analisis pola permukiman • Analisis penggunaan lahan • Analisis kelembagaan • Analisis ancaman dan risiko 	Setelah tujuan perencanaan dirumuskan, dilakukan penyusunan konsep RTRW kabupaten/kota yang dilengkapi dengan peta-peta dengan tingkat ketelitian skala 1:25.000 mencakup : <ul style="list-style-type: none"> • Ringkasan analisis risiko bencana (rencaman x kerentanan = risiko)* • Rencana struktur dan pola pemanfaatan ruang (didasarkan analisis risiko) • Rencana pengelolaan kawasan lindung, budidaya, dll 	Diskusi terbuka dengan semua stakeholders untuk membahas draft RTRW melalui : <ul style="list-style-type: none"> • Media massa • Diskusi publik • Pameran • Public opinion • Konsultasi publik • Analisis SWOT • Analisis pengembangan kawasan 	Proses pengesahan RTRW sebagai Perda yang disahkan oleh DPRD

* tambahan dari penulis

3. Kesimpulan

1. Wilayah Indonesia mempunyai potensi kerawanan bencana yang sangat tinggi sebagai akibat perubahan kondisi lingkungan yang mengalami degradasi

lingkungan, sehingga tingkat kerawanan terhadap ancaman bencana (*hazards*) juga meningkat.

2. Terjadi perubahan paradigma dalam mengelola bencana dari manajemen

bencana menuju manajemen risiko bencana yang dapat dilakukan dengan mengintegrasikan hasil analisis risiko bencana dan aspek mitigasi bencana dalam penataan ruang, terutama di daeran yang rawan bencana.

3. Perlu penguatan masyarakat dalam menghadapi bencana dan kelembagaan yang kuat di tingkat Pemerintah, Pemerintah Daerah sehingga masyarakat dapat hidup aman, nyaman, produktif, dan berkelanjutan.

4. Daftar Pustaka

- Anonim. 2007. Living on Disaster Prone Area : Relying on Local Wisdom. A Guideline for Decision Makers and Program Manager.
- Bappenas. 2006. Preliminary Damage and Loss Assessment : Yogyakarta and Central Java Natural Disaster. Jakarta.
- Glade, et.al. 2005. Landslide Hazards and Risk. John Wiley & Sons. New York
- GLG/GTZ. 2007. Pedoman Pengintegrasian Pengurangan Risiko Bencana dalam Perencanaan Ruang. Draft report disusun oleh Liliana Marulanda, GTZ Jogjakarta.
- ISDR. 2004. Living with Risk. International Strategy For Disaster Reduction, Yokohama, Japan.
- LPPM UGM. 2006. Pengantar Modul Penanganan Bencana. Yogyakarta.
- MAP UGM. 2007. Perumusan Rekomendasi bagi Penyusunan Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang No. 24 tahun 2008 tentang Penanggulangan Bencana.
- Pemerintah Provinsi DIY. 2008. Rencana Strategis Daerah Penanggulangan Bencana Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta 2008-2013. BAPEDA Propinsi DIY.
- Sudibyakto. 2007. Penyusunan Tata Ruang Berbasis Mitigasi Bencana. LPPM UGM dan PSBA UGM, Yogyakarta.
- Sutikno. 2007. Pemetaan Daerah Rawan Bencana. Buku Panduan Pelatihan SIPBI. PSBA UGM, Yogyakarta.
- Triutomo. 2006. Pengurangan Risiko Bencana. Bakornas PBP, Jakarta.
- Perundang-Undangan:**
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan bencana LNRI Tahun 2007 Nomor 66, TLN-RI No. 4723.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, LN-RI Tahun 2007 Nomor 68, TLN-RI No. 4725
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana, LN-RI Tahun 2008 Nomor 42, TLN-RI Nomor 4828

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2008 tentang Pendanaan dan Pengelolaan Bantuan Bencana, LN-RI Tahun 2008 Nomor 43, TLN-RI Nomor 4829

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2008 tentang Peran Serta Lembaga Internasional dan Lembaga Asing Nonpemerintah dalam Penanggulangan Bencana, LN-RI Tahun 2008 Nomor 43, TLN-RI Nomor 4830

ZONASI TATA RUANG WILAYAH PESISIR PANTAI UTARA JAWA TENGAH BERBASIS MITIGASI BENCANA

(Studi Kasus Pemodelan Banjir Rob di Kecamatan Tegal Barat Kota Tegal Provinsi
Jawa Tengah)

Syarifah A. Dalimunthe¹, Frieta Damayanti¹, Guruh Samodra¹

Mahasiswa Magister Pengelolaan Pesisir dan Daerah Allran Sungai
Fakultas Geografi, UGM

Abstract

Tegal City is one of coastal cities in northern coast of Central Java where the tidal flood intensively occupy this area. Gentle slope area makes this city is vulnerable to the tidal inundation. This research addressed to propose the spatial planning based on disaster mitigation. The method applied in this research was inundation modeling based on iteration process. Inundation model is addressed to identify the inundated areas in Tegal Barat sub district. It is used for the basic consideration in spatial planning arrangement. The result shows that 1 meter inundation scenario will affect 139 ha fish pond, 293 ha irrigated paddy field, and 537 ha settlement areas. Based on the inundation modeling and existing land use, it is recommended to propose several zones comprising aquaculture zone, preservation and conservation zone, agricultural zone, fish pond zone, settlement zone, evacuation zone, tertiary activity center, and industrial zone.

Keywords: spatial planning, tidal flood, inundation modelling

1. Latar Belakang

Wilayah pesisir merupakan sumberdaya potensial di Indonesia, baik potensi hayati maupun nonhayati. Berdasarkan UU no. 27 tahun 2007, tentang wilayah pesisir merupakan daerah peralihan antara ekosistem darat dan laut yang dipengaruhi oleh perubahan di darat dan laut. Kata pesisir berasal dari bahasa Inggris coast dan telah

disepakati bahwa istilah coast di Indonesiakan menjadi pesisir. Namun, terdapat kerancuan dalam penggunaan istilah tersebut jika ditinjau dari sisi geomorfologi, pesisir (*coast*) merupakan bagian dari daerah kepesisiran (*coastal area*) sedangkan daerah kepesisiran mencakup pesisir, pantai, dan perairan laut dekat pantai (Sunarto, 2001).

Tabel 1. Perbedaan antara Pesisir dan Daerah Kepesisiran secara Geomorfologis

No	Pesisir (Coast)	Daerah Kepesisiran (Coastal Area)
1.	Hanya mencakup wilayah darat saja	Mencakup wilayah darat dan laut
2.	Ke arah laut dibatasi oleh garis pesisir (coastline) dan ke arah darat dibatasi oleh batas terluar bentuklahan kepesisiran di pedalaman.	Ke arah laut dibatasi pada lokasi awal pertama kali gelombang pecah terjadi ketika sudut terendah dan ke arah darat dibatasi oleh batar terluar bentuklahan kepesisiran di pedalaman.
3.	Merupakan bagian dari daerah kepesisiran	Mencakup pesisir, pantai, dan perairan laut dekat pantai (<i>near shore</i>)

Sumber : Sunarto, 2001

Ekosistem wilayah pesisir dapat berupa terumbu karang, hutan mangrove, gumuk pasir, pantai, dan ekosistem lainnya yang mampu mencegah terjadinya kerusakan akibat aktivitas gelombang dan angin. Wilayah pesisir juga dapat berkembang dengan pesat karena adanya pusat-pusat kegiatan di wilayah tersebut misalnya perikanan, pusat hiburan, maupun permukiman mewah dengan berbagai macam fasilitas. Wilayah pesisir juga merupakan wilayah yang rawan kerusakan jika tidak dikelola dengan baik. Kerusakan wilayah pesisir bisa berupa kerusakan secara alami maupun kerusakan karena aktivitas manusia. Berbagai proses fisik yang dapat menimbulkan bahaya alam di wilayah pesisir antara lain erosi, abrasi, longsor *cliff*, tsunami, *land subsidence*, penutupan muara sungai dan banjir, serta dampak kenaikan muka air laut akibat efek pemanasan global (Marfai, 2005). Berdasarkan skenario global terburuk yang diprediksikan para ahli di dunia, diperkirakan akan terjadi kenaikan muka air laut setinggi 1 meter pada tahun 2100 secara umum. Namun, akan terdapat beberapa perbedaan secara lokal, disebabkan adanya dinamika pasang surut, angin, pola tekanan atmosfer, pergantian sirkulasi lautan, pergerakan kontinen dan lain sebagainya. Menurut *Inter-Governmental Panel on Climate Change's* (IPCC, 2001 dalam Marfai, 2006), diperkirakan temperatur global akan naik sebesar 2,4°C pada tahun 2100. Hal tersebut akan memberikan dampak pada kenaikan

muka air laut setinggi 20 cm hingga 86 cm dengan prediksi umum (mayoritas) setinggi 49 cm.

Indonesia dengan garis pantai sepanjang 80.791 km dan berbatasan langsung dengan laut akan terkena dampak dan akan sangat merugikan bagi wilayah pesisir itu sendiri. Kenaikan muka air laut seperti yang diprediksikan para ahli dapat menyebabkan dampak lain yaitu banjir rob (*tidal flood*). Penelitian yang dilakukan Marfai (2002), menunjukkan bahwa kenaikan muka air laut setinggi 1 meter, sekitar satu juta penduduk di wilayah pesisir Pulau Jawa akan terkena dampaknya dan Indonesia akan kehilangan 3,4 juta hektar kawasan pertanian di wilayah pesisir.

Penelitian mengenai banjir rob akibat gelombang pasang sering dilakukan pada baruh (*low-land area*) di sejumlah kota-kota di Indonesia. Banjir dari laut dapat menyebabkan peluapan (*overtopping*) air laut ke bangunan penahan banjir seperti tambak. Lahan di belakang bangunan penahan banjir dapat tergenang bahkan akan rusak. Kota di daerah pantai utara Jawa semakin berisiko terhadap banjir rob. Hal ini didasari oleh kota-kota di daerah pantai utara Jawa dengan morfologi sangat datar dan rendah. Elevasi rata-rata adalah 3 mdpl dengan kemiringan lereng sekitar 0-5%. Kota Tegal merupakan salah satu kota di pesisir pantai utara Jawa yang sering terkena banjir rob. Kota Tegal sebagai salah satu daerah otonom di Provinsi Jawa Tengah yang terletak 109°08'

sampai 109°10' garis Bujur Timur dan 6°50' sampai 6°53' garis Lintang Selatan. Kota Tegal dapat dikatakan sangat strategis karena terletak di pertigaan jalur kota besar yaitu Purwokerto - Tegal - Jakarta dan Semarang - Tegal - Jakarta.



Gambar 1. Banjir rob yang terjadi pada tanggal 16 April 2007 (Sumber: metronews.com)

Penataan ruang adalah proses perencanaan tata ruang, pemanfaatan ruang, dan pengendalian pemanfaatan ruang yang dilaksanakan secara sekuensial (berkesinambungan dari masa ke masa). Penataan ruang dikelompokkan berdasarkan sistem, fungsi kawasan, administrasi, kegiatan kawasan, dan nilai strategis kawasan.

Dalam Undang-Undang RI No. 24 Tahun 1992 tentang Penataan Ruang disebutkan bahwa ruang adalah wadah yang meliputi ruang daratan, ruang lautan, dan ruang udara sebagai satu kesatuan wilayah, tempat manusia dan makhluk lainnya hidup dan melakukan kegiatan serta memelihara kelangsungan hidupnya. Tata ruang adalah wujud struktural dan pola pemanfaatan ruang, baik direncanakan maupun tidak. Selanjutnya penataan ruang

adalah proses perencanaan ruang, pemanfaatan ruang dan, pengendalian pemanfaatan ruang.

Secara umum, perencanaan ruang adalah suatu proses penyusunan rencana tata ruang untuk meningkatkan kualitas lingkungan hidup, manusia, dan kualitas pemanfaatan ruang. Perencanaan tata ruang tersebut dilakukan melalui proses proses dan prosedur penyusunan serta penetapan rencana tata ruang berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku, serta mengikat semua pihak (Darwanto, 2000). Rencana tata ruang pada dasarnya merupakan bentuk intervensi yang dilakukan agar interaksi manusia/makhluk hidup dengan lingkungannya dapat berjalan serasi, selaras, seimbang untuk tercapainya kesejahteraan manusia/makhluk hidup serta kelestarian lingkungan dan pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*).

2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan sebagai studi kasus di Kecamatan Tegal Barat, Kota Tegal. Beberapa alasan yang melatarbelakangi pemilihan daerah penelitian adalah sebagai berikut (BAPPEDA Kota Tegal, 2006):

a. Potensi pengembangan

Beberapa potensi yang dimiliki Kota Tegal dapat dimanfaatkan untuk pengembangan wilayah secara keseluruhan maupun bagi peningkatan taraf hidup masyarakat. Potensi tersebut adalah:

1. secara geografis Kota Tegal terletak pada jalur lintas utara yang merupakan pusat wilayah pengembangan (WP) III yang berpusat di Kota Tegal;
2. laju pertumbuhan penduduk cukup rendah yakni 0,26% per tahun;
3. dalam bidang pendidikan dasar, angka partisipasi murni (APM) yang dicapai oleh penduduk usia sekolah, 88,72% mencapai pendidikan SD dan 34,85% mencapai pendidikan SLTP;
4. Kecamatan Tegal Barat termasuk dalam Bagian Wilayah Kota A (BWK A), yaitu sebagai pusat pemerintahan kecamatan, permukiman, pertambakan, kegiatan ekonomi perikanan, kawasan pariwisata, kawasan pelabuhan, industri kapal (*docking*), perdagangan/jasa lingkup regional dan lokal;
5. Kecamatan Tegal Barat merupakan bagian dari Kota Tegal dengan kepadatan tinggi yaitu 4.191 jiwa/km².

b. Permasalahan pengembangan

1. Tingginya sedimentasi dan akresi
2. Land subsidence
3. Intrusi air laut
4. Potensi *tidal flood* dengan frekuensi tahunan di wilayah pesisir

Berdasarkan alasan tersebut maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui jangkauan genangan dengan berbagai skenario ketinggian banjir rob di Kecamatan Tegal Barat
2. Menyusun zonasi ruang yang sesuai dengan kondisi kota Tegal sebagai kota

pesisir dengan berbasis mitigasi bencana.

3. Metode Penelitian

Model genangan dapat dibuat berdasarkan skenario terburuk kenaikan muka air laut sebesar 1 meter. Model dapat dilakukan dengan data digital dalam format raster. Format raster adalah format penyimpanan *file* dalam bentuk koordinat dan area. Salah satu metode pembuatan model digital dengan menggunakan data berbasis raster adalah perhitungan iterasi. Iterasi adalah perhitungan piksel secara matematik yang berulang-ulang dengan kondisi dan rumus perhitungan tertentu. Hasil perhitungan dalam satu piksel akan digunakan sebagai masukan dalam perhitungan piksel berikutnya. Bila kondisi yang disyaratkan telah dipenuhi perhitungan akan berhenti secara otomatis.

Pembuatan model ini dapat dilakukan dengan berbagai software *Geographic Information system* (GIS). Salah satunya adalah ILWIS (*Integrated Land and Water Information System*). ILWIS merupakan salah satu software GIS, yang dikeluarkan oleh ITC (*Institut for Geo-Information Science and Earth Observation*), Enschede Belanda (ILWIS, 2001). Untuk mengetahui luas genangan pada setiap penggunaan lahan dapat dilakukan analisis tabel silang dalam operasi *map overlay* atau tumpang susun peta dengan menggunakan software ArcGIS. Metode serupa pernah dikembangkan oleh (Marfai,

2003) untuk mengetahui luas genangan yang ditimbulkan oleh banjir rob di wilayah Semarang.

Rencana zonasi menampilkan deliniasi spasial di atas wilayah Kota Tegal dan memisahkan pemanfaatan sumber daya alam dan pemanfaatan lahan Kota Tegal yang saling bertentangan, mengelompokkan kegiatan sejenis dan menentukan kegiatan yang diperbolehkan, yang dilarang dan yang diizinkan. Zonasi menurut UU RI No. 27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil adalah suatu bentuk rekayasa teknik pemanfaatan ruang melalui penetapan batas-batas fungsional sesuai dengan potensi sumber daya dan daya dukung serta proses-proses ekologis yang berlangsung sebagai satu kesatuan dalam ekosistem pesisir. Metode yang digunakan untuk penyusunan RTRW Kabupaten Tegal adalah metode penelitian kuantitatif. Jenis data yang dipergunakan adalah data sekunder yaitu peta dan data statistik. Peta dasar yang disiapkan adalah a) Peta Rupa Bumi Digital Indonesia skala 1:25.000, lembar Tegal. b) penetapan tujuan penggunaan zona/sub zona. c) melakukan identifikasi kegiatan yang sesuai pada masing-masing zona yang dibentuk. Tahapan- tahapan dalam penyusunan RTRW Kabupaten Tegal adalah sebagai berikut :

a. penentuan batas wilayah perencanaan meliputi batas administratif dan batas fisik wilayah;

- b. melakukan analisis perkembangan wilayah terutama mengkaji kapasitas perkembangan seperti fisik tata ruang, kegiatan usaha, dan tingkat pengembangan Sumber Daya Manusia pada pemenuhan kebutuhan sosial;
- c. identifikasi resiko *tidal flood* sebagai bentuk bencana alam yang merupakan ancaman pada RTRW Kabupaten Tegal; serta
- d. menetapkan program pengembangan wilayah berdasarkan kewaspaadaan terhadap ancaman resiko *tidal flood*.

4. Hasil dan Pembahasan

Model genangan diperoleh dengan metode iterasi yang pernah digunakan oleh (Marfai, 2003) dengan algoritma sebagai berikut:

$$\text{Flood-1-meter} = \text{MapIterProp}(\text{awal.mpr}, \text{iff}(\text{dem} > 1, \text{awal2}, \text{nbmax}(\text{awal2}\#))) \quad (1)$$

Rumus (1) dapat dijelaskan sebagai berikut: pembuatan peta baru dengan nama "*flood-1-meter*" dengan operasi iterasi "*MapIterProp*" dengan posisi awal perhitungan dari lokasi piksel pada peta "*awal*" dan dioperasikan pada peta "*dem*" pada nilai piksel sampai dengan ketinggian mulai dari 0,25 m, 0,50 m, 0,75 m, dan 1,00 m. Angka ketinggian tersebut merupakan angka kenaikan muka air laut yang akan menghasilkan luas genangan yang berbeda. Dengan kenaikan muka air laut 1 meter, Kota Tegal mengalami kehilangan beberapa penggunaan lahan seperti tercantum pada tabel 2.

Tabel 2. Luas Penggunaan Lahan Yang Terkena Dampak Genangan 1 m di Kecamatan Tegal Barat

Nomor	Penggunaan Lahan yang Terkena Dampak Genangan 1 m	Luas (ha)
1.	Tambak	139
2.	Sawah irigasi	293
3.	Permukiman	537

Sumber: Analisis peta, 2008

Rusaknya hutan mangrove di kawasan pesisir Kota Tegal mempunyai peranan dalam bencana banjir rob. Berdasarkan data Bapedalda Jawa Tengah (2002) sebanyak 3.280 ha hutan mangrove mengalami kerusakan berat. Ekosistem mangrove yang diubah menjadi tambak dapat memperluas genangan hingga ke darat. Kawasan tambak yang tetap dipertahankan pada penelitian ini dilakukan dengan cara tradisional dengan memperhatikan daya dukung lingkungan (*environmental carrying capacity*).

Bencana banjir rob di Kecamatan Tegal Barat dapat dikurangi dengan menyusun rencana tata ruang wilayah, yaitu dengan membagi daerah penelitian menjadi beberapa kawasan sebagai berikut (lihat pada Lampiran 4):

- Zona pertanian pantai dan pengolahan
- Zona preservasi dan konservasi
- Zona pertanian
- Kawasan tambak
- Zona permukiman
- Zona evakuasi korban banjir rob

- Rekomendasi pusat kegiatan tersier
- Kawasan industri

UU RI Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, menyebutkan bahwa penataan ruang adalah proses perencanaan tata ruang, pemanfaatan ruang dan pengendalian tata ruang. Dasar penyusunan zonasi pada Kecamatan Tegal Barat diadaptasi dari kondisi geografis dan kondisi sosial ekonomi. Zonasi pada Kecamatan Tegal Barat diperlukan untuk menyelenggarakan pengaturan pemanfaatan ruang agar tercapai pembangunan yang optimal, serasi, dan berkelanjutan.

Strategi penyusunan zonasi pada Kecamatan Tegal Barat dibagi menjadi beberapa fungsi ruang. Fungsi ruang disusun menggunakan teknik sosiogram (interaksi dan interdependensi dari gerakan masyarakat) dengan memperhatikan aspek mitigasi bencana. Pada tujuh kelurahan, di Kecamatan Tegal Barat, zonasi yang disusun berdasar Kelurahan di Kecamatan Tegal Barat, ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Zonasi Fungsi Ruang Berdasarkan Wilayah Kelurahan di Kecamatan Tegal Barat

No	Kelurahan	Fungsi Ruang
1.	Muarareja	Kawasan tambak
		Permukiman nelayan
2.	Tegalsari	Zona preservasi dan konservasi
		Zona pertanian dan pengolahan hasil
3.	Kraton	Kawasan industri
		Zona permukiman
4.	Pekauman	Pusat kegiatan Tersier
5.	Kemandungan	Pusat kegiatan tersier
		Pertanian darat
6.	Pesurungan Kidul	Kawasan industri
7.	Debong Lor	Zona evakuasi korban banjir rob
		Pertanian

Sumber : Analisis Peta, 2008

Kondisi penggunaan lahan saat ini, di Kelurahan Muarareja adalah kawasan tambak. Secara geografis, Kelurahan Muarareja terletak di bagian utara Kecamatan Tegal Barat, dan berbatasan langsung dengan laut Jawa. Fungsi yang direkomendasikan untuk Kelurahan Muarareja adalah permukiman nelayan dan kawasan tambak. Kelurahan Tegalsari terletak di sebelah timur Kelurahan Muarareja. Industri galangan kapal dan rumah *fillet* adalah penggerak perekonomian di Kelurahan Tegalsari. Pemusatan industri padat karya di Kelurahan Tegalsari menimbulkan munculnya masalah permukiman. Permukiman di Kelurahan Tegalsari adalah permukiman dengan tingkat kepadatan tinggi. Kondisi ini rawan

terhadap risiko ekonomi yang diakibatkan oleh banjir rob.

Fungsi yang direkomendasikan berdasarkan zonasi yang dilakukan di Kecamatan Tegalsari adalah zona reservasi dan konservasi, zona pertanian dan pengolahan hasil, serta permukiman. Fungsi permukiman yang dimaksud adalah permukiman yang ditujukan untuk nelayan dan petani tambak. Fungsi ruang pada Kelurahan Muarareja dan Kelurahan Tegalsari ditekankan pada kesatuan kawasan dengan fungsi utama kawasan preservasi dan konservasi. Fungsi yang direkomendasikan ini, berbasis mitigasi bencana banjir rob, yang dalam skenario *sea level rise* 1 meter akan menggenangi Kelurahan Muarareja. Fungsi ini akan

mengurangi risiko *economic loss* karena pemanfaatan untuk permukiman direduksi.

Fungsi Kelurahan Kraton saat ini adalah pusat pelayanan di Kecamatan Tegal Barat. Permukiman di Kelurahan Kraton adalah permukiman dengan kepadatan tinggi. Kegiatan ekonomi dan pemerintahan Kecamatan Tegal Barat berpusat pada Kelurahan Kraton. Zonasi rekomendasi pemanfaatan industri dan permukiman di Kelurahan Kraton didasarkan pada derajat aksesibilitas yang tinggi terhadap jalan provinsi dan nasional. Mengubah fungsi ruang Kelurahan Kraton yang ada pada saat ini, cukup sulit dilakukan. Perubahan fungsi ruang secara Total akan mengakibatkan *multiplier effect* pada kegiatan sektor ekonomi di Kecamatan Tegal Barat.

Kelurahan Pekauman dan Kemandungan direkomendasikan untuk pusat kegiatan tersier, atau pusat daerah layanan ekonomi dan pemerintahan. Dengan skenario banjir rob 1 meter, kedua kelurahan ini lebih aman dari ancaman banjir dibandingkan kelurahan di bagian utaranya. Rekomendasi pemanfaatan ruang ini berdasarkan pada nilai potensial yang ada. Kelurahan Pekauman dan Kemandungan memiliki interaksi potensial dengan wilayah sekitarnya, terutama dengan tersedianya layanan infrastruktur seperti sekolah, pusat pemerintahan serta pertokoan. Ekstensifikasi pada zonasi fungsi ruang untuk

Kelurahan Kemandungan ditambahkan dengan fungsi pertanian darat. Berdasarkan interpretasi Citra Ikonos (Google Earth, 2008) pada Kelurahan Kemandungan memiliki lahan pertanian yang luas yang dapat berfungsi sebagai faktor penjaga ketahanan pangan.

Pada konsep bencana, dimensi manusia tidak dapat diabaikan. Zonasi evakuasi korban banjir rob, dipusatkan pada Kelurahan Debong Lor. Rekomendasi ini berdasarkan pada interpretasi peta skenario banjir rob 1 meter (Lampiran II). Hasil interpretasi menunjukkan banjir rob tidak menggenangi Kelurahan Debong Lor. Kelurahan Debong Lor didukung oleh ketersediaan rumah sakit, puskesmas dan pasar yang terletak di Kelurahan ini. Infrastruktur ini akan mendukung proses evakuasi prabencana dan pascabencana banjir rob.

5. Kesimpulan

Banjir rob di Kecamatan Tegal Barat disebabkan oleh kenaikan muka air laut dan diperparah dengan kerusakan ekosistem hutan mangrove di daerah pesisir. Kerusakan yang ditimbulkan oleh banjir genangan 1 m adalah 969 ha yang meliputi sawah, tambak, dan permukiman. Zonasi tata ruang sebagai bentuk mitigasi bencana difokuskan pada daerah pesisir dengan menentukan kawasan-kawasan industri, *aquaculture*

(pertanian pantai dan tambak), permukiman, dan kawasan preservasi dan konservasi.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Dr.rer.Nat Muh.Aris Marfai,M.Sc dan Dr.Junun Sartohadi,M.Sc yang telah memberi masukan atas penulisan laporan penelitian ini. Rekan - rekan LUPIS-Indonesia atas segala bantuan dan semangat yang diberikan selama penulisan laporan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Darwanto, H., 2000, *Penataan Ruang Kawasan Pesisir, Laut dan Pulau-pulau Kecil, Serta Hubungan Dengan Penataan Ruang Wilayah*, Dinas Kelautan dan Perikanan.
- Marfai, M.A., 2003, GIS modelling of river and tidal flood hazards in a waterfront city, case study: Semarang City, Central Java, Indonesia, *M.Sc thesis*, ITC Enschede, The Netherlands.
- Marfai, M.A., Junun Sartohadi, Sudradjat, Sri Rahayu Budiani, dan Fajar Yulianto, 2006, Banjir Genangan di Kawasan Pesisir Akibat Kenaikan Muka Air Laut, *Jurnal Studi dan Manajemen*

Bencana, Pusat Studi Bencana, UGM, Yogyakarta.

- Marfai, M.A., King L. 2007. Tidal Inundation Mapping under Enhanced Land Subsidence in Semarang, Central Java Indonesia, *Springer Journal*, DOI 10.1007/s11069-007-9144-z.
- Marfai, M.A., 2002. Indeks Vulnerabiliti dan Dampak Kenaikan Muka Air Laut. *Prosiding seminar pengelolaan kawasan pesisir. 16 Oktober 2002*. ISBN 979-8786-21-1. BPPT dan Fakultas Geografi UGM. Yogyakarta.
- Sunarto, 2001, Geomorfologi Kepesisiran dan Peranannya dalam Pembangunan Nasional Indonesia, *Pidato Pengukuhan Jabatan Lektor Kepala, Fakultas Geografi, UGM. Yogyakarta. www.googleearth.com*. Diakses 28 November 2008.

Perundang-Undangan:

- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, LN-RI Tahun 2007 Nomor 84, TLN-RI Nomor 4739
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, LN-RI Tahun 2007 Nomor 68, TLN-RI Nomor 4725

ANALYSIS OF THE EMERGENCY RESPONSE TO THE 2006 YOGYAKARTA & CENTRAL JAVA EARTHQUAKE

Troy Skaleskog¹

¹Masters Candidate, Southern Cross University

Abstract

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa proses tanggap darurat satu minggu pertama kejadian gempa bumi yang melanda Jawa Tengah dan Yogyakarta pada tahun 2006. Tanggap darurat dilakukan dengan menegakkan berbagai etika, hukum, keuangan, budaya dan implikasi sosial. Karena berbagai faktor, penyelenggaraan tanggap darurat baik oleh lembaga lokal, nasional dan internasional untuk tanggap darurat bencana ini dianggap relatif terkoordinasi dengan baik dan efektif. Namun, ada ruang untuk peningkatan kegiatan tanggap darurat di masa mendatang, seperti meningkatkan komunikasi antara lembaga-lembaga internasional dan lokal dan masyarakat. Badan-badan internasional dengan pengetahuan lokal yang lebih baik akan menghasilkan koordinasi yang lebih efektif dalam fase tanggap darurat.

Kata kunci : tanggap darurat, lembaga, pengetahuan lokal, masyarakat.

1. Introduction

On 27 May 2006, an earthquake measuring 6.3 on the Richter scale struck Yogyakarta and Central Java Province, Indonesia (IFRC 2007, p. 1). This essay evaluates the first week of the emergency response to this earthquake and finds that in general it was relatively well coordinated and effective, but that improvements could be made.

Following an examination of some of the ethical, legal, financial, cultural and social implications of the emergency response and the impact of technology on the emergency and the response, the major implications for emergency management from this disaster are discussed. These implications include the need for adequate preparation for emergencies at community, local, national and international levels, particularly the need for buildings to be constructed so as to withstand local hazards and for international

organisations to develop local knowledge and connections prior to an emergency.

The review of this emergency response highlights the importance of communication and coordination mechanisms, including the need for local agencies to be heard in coordination meetings and the necessity for better communication between response agencies and communities in the future. Another implication for emergency management is that resource management will need to include mechanisms for minimising corruption and an understanding that diversion of resources from one emergency to a newer emergency are likely to occur.

2. Overview of Key Issues

The 2006 Yogyakarta and Central Java earthquake affected 11 densely populated urban and rural districts, home to more than 8.3 million people, killing over 5,700 and

injuring an estimated 40,000 to 60,000 (BAPPENAS 2006, pp. i & 7). The number of injured and the damage or destruction of almost 2000 medical facilities (BAPPENAS 2006, p. 36) made provision of medical treatment a key issue for the emergency response (BAPPENAS 2006, p. 37 and Leitmann 2007, p.146).

The earthquake completely destroyed or significantly damaged over 577,000 houses (IFRC 2007, p.1), leaving an estimated 1.6 million people without a home (UNCC 2007, p. 4). This made provision of emergency shelter a major issue for the emergency response. Damage to buildings also affected over 30,000 small and medium enterprises and therefore affected over 650,000 workers and 2.5 million dependants (BAPPENAS 2006, p. 49). The earthquake damage to 160,000 wells made access to clean water another significant issue for the emergency response (BAPPENAS 2006, p. 21 and UNCC 2007, p. 19).

Issues for communities in relation to the emergency response included; slowness or lack of response in some areas; lack of information about how to access government and international services; and equity in distribution of money and supplies (MacRae 2008, pp. 191-195).

The involvement of a large number of local, national and international organisations in the emergency response made coordination of the response a significant issue (BAPPENAS 2006, pp. 4-5).

A particular issue for some international organisations was the difficulties staff faced when implementing an emergency response when they did not have familiarity with the culture, language and government systems or any pre-existing local connections.

Corruption or at least the potential for corruption was a significant issue during the emergency response (Meo 2006 and Lingga 2008). Due to limited funds and the need for quick action, diversion of resources from other emergencies was an issue during the response (ADB c.2006, p. 4 and UNCC 2007, p. 25).

3. Evaluation of the Response to the Earthquake

The emergency response effort to the May 2006 Yogyakarta and Central Java earthquake was considered generally effective as there was widespread medical care and limited disease outbreaks, timely distribution of food and water to those in need and provision of emergency shelters to those who became homeless (Leitmann 2007, p. 146). However, there were criticisms of the emergency response and acknowledgements that improvements could be made (MacRae 2008 pp. 191-196 and UNCC 2007, p. 28).

In this evaluation the response of local, national and international agencies are considered separately. However, a number of factors assisted the emergency response across these levels. The relatively minor damage to roads, airports and railways meant emergency responders could access most communities affected by the earthquake and

allowed for easier transport of emergency supplies (BAPPENAS 2006, pp. 27-30). Also, limited damage to telecommunications systems allowed easier communication between emergency responders, affected communities and the outside world (BAPPENAS 2006, p. 20). In addition, active preparations for the predicted eruption of nearby Mt. Merapi assisted agencies to respond more quickly to the earthquake (BAPPENAS 2006, p. 5 and OCHA 2006a, p. 1).

The local response to the earthquake included the community response and the provincial governments' response. Community members in affected and nearby areas often provided the initial response to the earthquake, sharing food, water, clothing, cooking equipment and labour (MacRae 2008, p. 191). The community response was assisted by the fact that in most areas there were a large number of community members who remained unharmed and able to provide assistance to others (Manfield 2007, p. 4).

The provincial governments mobilized assessment and search teams soon after the earthquake (OCHA 2006b, p. 2). Provincial government health facilities provided medical services immediately after the earthquake (OCHA 2006b, p. 2). The provincial governments distributed food and small cash payments to those affected by the earthquake (BAPPENAS 2006, p. 5). Manfield (2007, p. 3) considered that there was strong coordination, management and action from

the provincial governments in the emergency response.

The provincial governments' response to the earthquake was assisted by the relatively low damage to government infrastructure and relatively low number of injuries to government staff (Manfield 2007, p. 3). The provincial governments' response was significantly assisted by the planning, coordination and implementation capacity provided by the Provincial Disaster Response Agency (SATAKORLAK) (OCHA 2006b, p. 2) and support from the national government (BAPPENAS 2006, p.5).

In the first week following the earthquake the national response focussed on rescue, medical treatment, supply of food & water, provision of shelter and security (OCHA 2006b-e). The national emergency response included government agencies such as the Indonesian military (TNI), the Departments of Health and Social Affairs, the National Disaster Management Agency (BAKORNAS) and the National Development Planning Board (BAPPENAS), as well as national organisations such as the Indonesian Red Cross (PMI) and Muhammadiyah (OCHA 2006b-e and Sulistiyanto 2006, p. 266).

The national government emergency response was supported by the strong planning and implementation capacity of agencies such as BAKORNAS and BAPPENAS (Manfield 2007, p. 3 and Leitmann 2007, p. 146). The speed and extent

of the response was also assisted by direct support from senior politicians such as the President and Vice-President of Indonesia (OCHA 2006a, p. 4).

Although most literature on the Yogyakarta and Central Java earthquake that discusses the government response is generally positive (see for example: Manfield 2007, p. 3, OCHA 2006a, p. 28 and ADB c.2006, pp. 2-3), there was still criticism. McRae (2008, pp. 191 & 199) states that the consensus opinion amongst villages he visited was that the government response to the earthquake was "neither fast nor decisive". McRae (2008, p. 199) also indicates that the opinions of international non-government organisation (INGO) workers varied about the government response.

A balanced evaluation would therefore be that, working with the resources available, the provincial and national governments conducted a reasonable response to the earthquake. However, communities were not able to rely solely on this assistance. Communities therefore also required assistance from other agencies, as well as self-help within communities.

The International Federation of the Red Cross and Red Crescent Societies (IFRC), various UN agencies and at least 35 INGOs mobilized essential emergency relief supplies and personnel within a week after the earthquake (BAPPENAS 2006, p. 5). The United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA) was

responsible for the coordination of the international emergency response (UNCC 2007, p. 4).

OCHA applied the cluster approach to coordinate the emergency response to the earthquake (UNCC 2007, p. 4). The cluster approach involves grouping organisations that are working in the same field of humanitarian response, with one organisation designated as the lead for the cluster and therefore responsible for coordinating the work of the cluster (UNCC 2007, p. 4). The cluster meets to jointly develop the emergency response strategy for that cluster and to share information on activities. The clusters most involved in this emergency response were emergency shelter, health, water & sanitation, food & nutrition and logistics (UNCC 2007, pp. 5-6).

A number of factors assisted the international emergency response to the earthquake. Coordination and cooperation between international organisations and Indonesian government bodies through the cluster system helped to make the emergency response more efficient and reduce duplication of work (UNCC 2007, p. 5). A number of organisations, such as the World Food Programme (WFP), had plans and supplies in place for disasters in Indonesia (UNCC 2007, p. 25). Organisations such as Oxfam Great Britain already had offices in Yogyakarta, with local staff and connections with local organisations (MacRae 2008, p. 192). A number of international

organisations had staff in Indonesia that could be quickly deployed to the disaster site (OCHA 2006b, p. 2).

There were also a number of factors that hindered the international emergency response. Despite the efforts to coordinate there was still overlap between agencies in undertaking assessments and providing supplies. This led to oversupply in some areas (UNCC 2007, p. 12). There were also reports that local voices were not heard in the cluster coordination system (UNCC 2007, p. 28). Despite attempts to set quality standards, there was disparity between the quality of supplies distributed between some organisations, leading to dissatisfaction by some recipients (Manfield 2007, p.14). Despite the rapid response, after three months emergency shelter had only been provided for 80% of families who had lost their homes (UNCC 2007, p. 12).

International organisations that did not have existing connections with local organisations had difficulties forming partnerships with local organisations in the emergency response phase (MacRae 2008, p. 192). International organisations that did not have knowledge, experience and contacts with the Indonesian government experienced confusion, frustration and delays (MacRae 2008, p. 193). Staff of international organisations had to spend a lot of time on internal processes and communication with head offices. This limited the amount of time

available for contact with affected communities (MacRae 2008, p. 193).

Overall, the international emergency response to the Yogyakarta and Central Java earthquake was rapid and relatively well organised. However, there were still significant issues, particularly the delays experienced by some communities in receiving emergency shelters. Lack of local knowledge and contacts by international organisations appears to have contributed to these delays.

4. Ethical, Legal, Financial, Cultural and Social Implications of the Response to the Disaster

The relatively low number of casualties and displaced people meant that the majority of social structures at the community level remained intact (Manfield 2007, p. 4). This contributed to the maintenance of traditional Javanese cultural values such as "*gotong royong* (spirit of helping one another through good and bad) and *kekeluargaan* (feeling of extended kinship in which the community is considered to be one big family)", which meant that many families and communities organised their own emergency response, independent of external assistance (Ohno & Syam 2007, p.5 and Manfield 2007, p. 4).

The damage to houses and shallow wells was a humanitarian and socio-economic issue in that this damage tended to most adversely affect the poor, those least likely to be able to afford to rebuild (BAPPENAS 2006, p. xii and

McRae 2008, p. 191). This necessitated large scale reconstruction programs by government and non-government agencies, with various levels of community control (Manfield 2007, pp. 10-14). The destruction also raised legal issues about the enforcement of appropriate building codes (BAPPENAS 2006, p. xii).

Due to the prevalence of home-based industries in Yogyakarta and Central Java, the destruction of homes had a significant effect on livelihoods as well (BAPPENAS 2006, p. xiii). Over 30,000 small and medium enterprises were affected by the earthquake. An estimated 130,000 people lost their jobs due to damage caused by the earthquake, which had social as well as financial implications (BAPPENAS 2006, p. 75).

Corruption and misuse of funds was an ethical and financial concern in the use of donated funds following the Yogyakarta and Central Java earthquake (Meo 2006). Corruption in relation to the response to the disaster has been described as "low" by DFID (2008), but "widespread" by Lingga (2008). According to local legislators, journalists and NGO activists, program managers and victims fabricated data on the extent of damage to houses in order to claim greater compensation (Lingga 2008). Local legislators stated that many facilitators who were hired to help empower community groups turned out to be corrupt, colluding with officials in the embezzlement of reconstruction funds (Lingga 2008).

Corruption created a number of issues, including the financial issue of devoting resources to effective control systems to prevent and detect corruption. There were also ethical and legal issues in terms of prosecuting victims of the earthquake for fraud. Local government responded by announcing an amnesty for those who returned embezzled funds. The Yogyakarta-based Institute for Development and Economic Analysis suggested that this was also a cultural issue, as corruption has become accepted as a part of life by many Indonesians (Lingga 2008).

Despite the Government of Indonesia's attempts to dissuade donors, there was at least a temporary flow of resources away from recovery efforts in other parts of Indonesia, in particular Aceh, to the emergency response effort for the Yogyakarta and Central Java earthquake (OCHA 2006b p. 2 and ADB c.2006, p. 4). There was also use of international resources that could otherwise have been applied to other emergencies. For example the WFP had to divert food from other activities to meet the needs of families left homeless by the Yogyakarta and Central Java earthquake (UNCC 2007, p. 25). This is obviously a financial issue in terms of lack of availability of funds to meet all emergency needs and also raises an ethical issue. What makes one group of people affected by a "new" disaster more deserving of help than a group of people affected by an "old"

disaster in another part of a country or the world?

The emergency response also created another ethical issue in terms of equal distribution of aid across those in need. McRae (2008, p. 199) reported a widespread perception that remote areas were "least well served by the relief effort." This and lack of information about the emergency response reportedly led to social issues, such as conflicts between communities and refusals of aid that were not distributed equally (McRae 2008, p. 195).

5. Technological Elements of the Disaster

As discussed above, relatively minor damage to telecommunication systems allowed easier communication between emergency responders, affected communities and the outside world (BAPPENAS 2006, p. 20). This allowed reports on the disaster to reach the media quickly and raise the profile of the Yogyakarta and Central Java earthquake, which would have attracted additional resources to the disaster (Massey 1994, cited in Bennett & Kottasz 2000, p. 354).

Electronic distribution of information and appeals for funds were widely used by UN and international non-government agencies (for example IFRC 2006a).

Geospatial information systems (GIS) were widely used by international donors to understand the distribution of damage and

to plan and coordinate the emergency response (UN 2006).

Radios were distributed to communities in areas affected by the earthquake. Communities indicated that this was useful for fact-checking rumours that circulated after the disaster (INI 2006). In addition donors worked with commercial and community radio stations to ensure relevant information was broadcast (INI 2006 and UNESCO 2006).

On a more basic level, poor use of building technology was found to be a key contributing factor to the damage caused by the disaster (BAPPENAS 2006, p. xii). This was connected to a lack of money for building materials, a lack of knowledge of construction techniques (Ohno & Syam 2007, p. 7) and minimal enforcement of building codes (BAPPENAS 2006, p. xii).

6. Implications for Emergency Management

There are a number of implications and lessons learnt from the Yogyakarta and Central Java earthquake that apply to other communities, countries and emergency management worldwide.

Preparation and planning for emergencies is of obvious benefit to governments and local and international organisations, but also needs to take place at the community level (Ohno & Syam 2007, p. 7). For this to occur communities are likely to require information and training about

preparation and planning for emergencies from governments or other organisations.

Buildings need to be constructed to be resistant to local hazards. This requires community knowledge about appropriate construction techniques and building materials (Ohno & Syam 2007, p. 7). It also requires creation and enforcement of appropriate building codes by governments (BAPPENAS 2006, p. xii). Destructions of homes leads to the major financial implication that communities may require additional funds from governments or international bodies to enable them to rebuild to appropriate standards, particularly in low socio-economic areas (BAPPENAS 2006, p. 18). The related destruction of livelihoods was also a major source of concern for local communities and needs to be considered in this context (BAPPENAS 2006, p. 74).

The organisations with staff and supplies already in the local area are in the best position to respond to a disaster. A local presence not only reduces the time taken to reach a disaster area, but also helps to establish relationships with local organisations and officials that can increase the speed and efficiency of the emergency response. Local presence also helps to provide local knowledge, which helps to ensure an emergency response is culturally appropriate and therefore more effective (MacRae 2008, pp. 192-193 and Luna et al 2005, p. 447).

High levels of coordination by government bodies and international

organisations, through methods such as the "cluster approach", improve the efficiency of the emergency response to disasters (UNCC 2007, p. 27). A major implication from the feedback on the use of the cluster approach is that international coordination mechanisms need to ensure input from local organisations (UNCC 2007, p. 28). Sufficient coordination would help to reduce inequitable distribution of aid, an issue which angered local communities (MacRae 2008, p.195).

Whilst the use of email and internet to distribute information about the disaster and response appears to have worked well on an international level, it did not function at the community level. MacRae (2008, p. 195) reported that communities who lacked information on the emergency response felt frustrated and confused and this led to community conflicts. This leads to the implication that there needs to be increased communication with communities during an emergency response.

As with any large expenditure of money, to avoid or at least reduce the possibility of corruption, emergency response organisations need to have appropriate financial and monitoring systems in place (Meo 2006 and Lingga 2008).

Despite the efforts of the Government of Indonesia, there was at least a temporary flow of resources away from recovery efforts in other parts of Indonesia, in particular Aceh, to the emergency response effort for the Yogyakarta and Central Java earthquake

(ADB c.2006, p. 4 and OCHA 2006e, p. 2). Due to the finite amount of money available for emergencies, this diversion of resources is likely to apply in future emergency response actions.

7. Conclusion

The first week of the emergency response to the 2006 Yogyakarta and Central Java earthquake was relatively well coordinated and effective, but improvements could be made in future emergency responses. Issues from the emergency response raised a range of ethical, legal, financial, cultural and social implications. Use of technology such as the internet, radio and GIS assisted the community response, but use of inappropriate building technologies was one of the key reasons that the earthquake caused a large amount of damage.

The major implications for emergency management from this disaster include the need for improved prevention and preparation, particularly the need for buildings to be constructed so as to withstand local hazards and the need for adequate preparation for emergencies at community, local, national and international levels. International agencies that are prepared with local knowledge and connections are likely to be more effective in an emergency response. It is also clear from this emergency response that coordination and communication mechanisms are important and that work is required to ensure there is increased coordination and communication

with local organisations and communities. In addition, this emergency response teaches us that the management of resources during an emergency response will need to include mechanisms for preventing or reducing corruption and an understanding that diversion of resources from one emergency to a newer emergency are likely to occur.

Reference List

- ADB (Asian Development Bank) c.2006, *Report on the Yogyakarta-Central Java Earthquake*, ADB, Manila.
- BAPPENAS (Badan Perencanaan Pembangunan Nasional) 2006, *Preliminary Damage and Loss Assessment: Yogyakarta and Central Java Natural Disaster*, BAPPENAS, Jakarta.
- IFRC (International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies) 2006, *Indonesia: Yogyakarta Earthquake; Information Bulletin no. 1*, IFRC, Geneva (online) http://www.ifrc.org/cgi/pdf_appeals.pl?rpts06/IDeq27050601.pdf, [Accessed 3 May, 2009].
- IFRC 2007, *International Federation Facts and Figures*, IFRC, Geneva.
- Bennett, R. & Kottasz, R. 2000, Emergency fund-raising for disaster relief, *Disaster Prevention and Management*, vol. 9, no. 5, pp. 352-359.
- DFID (United Kingdom Department for International Development) 2008, *Indonesia: Two years on from the*

- Yogyakarta earthquake, DFID, London (online) <http://www.dfid.gov.uk/news/files/yogya-earthquake.asp>, [Accessed 17 August, 2009].
- INI (Internews Network Inc.) 2006, *Situation report: The media and the Yogyakarta earthquake*, INI, Washington (online) http://www.internews.org/prs/2006/20060613_indo.shtm, [Accessed 3 May, 2009].
- Leitmann, J. 2007, Cities and communities: Learning from post-disaster response in Indonesia, *Journal of Urban Health: Bulletin of the New York Academy of Medicine*, vol. 84, no. 1, pp. 144-153.
- Luna, J., Malpani, R., Zawde, D., Canagarathnam, N., Arnold, S., Budstedt, G., Muriuki, D. & Clarke, J. 2005, 'Panel 2.14: Contribution of Non-Governmental Actors', *Prehospital and Disaster Medicine* (online), vol. 20, no. 6, pp. 446-449, <http://pdm.medicine.wisc.edu/2006%20PDFs/luna%202.14.pdf>, [Accessed 2 May, 2009].
- MacRae, G. 2008, Could the system work better?: Scale and local knowledge in humanitarian relief, *Development in Practice*, vol. 18, no. 2, pp. 190-200.
- Manfield, P. 2007, *Early Recovery from Java Earthquake 2006/7*, UN HC/RC, Jakarta.
- Massey, A. 1994, In a league of their own: charities are way ahead of the commercial world when it comes to direct marketing, *Marketing*, pp.18-22.
- Meo, N. 2006, 'Fears of Eruption and Corruption Haunt Earthquake Survivors', *The Sunday Herald (Scotland)*, 4 June (online), <http://www.commondreams.org/headlines06/0604-03.htm>, [Accessed 19 April, 2009].
- OCHA (United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs) 2006a, *Indonesian Earthquake 2006 Response Plan*, OCHA, Geneva.
- OCHA 2006b, *OCHA Field Situation Report No. 1: Indonesia - Earthquake*, OCHA, Geneva.
- OCHA 2006c, *OCHA Field Situation Report No. 2: Indonesia - Earthquake - Update: Central Java and Yogyakarta Provinces*, OCHA, Geneva.
- OCHA 2006d, *OCHA Field Situation Report No. 3: Indonesia - Earthquake - Update: Central Java and Yogyakarta Provinces*, OCHA, Geneva.
- OCHA 2006e, *OCHA Field Situation Report No. 7: Indonesia - Earthquake - Update: Central Java and Yogyakarta Provinces*, OCHA, Geneva.
- Ohno, R. & Syam, R. 2007, 'An analysis of residents' responses to the 2006 Central Java earthquake', in *Proceedings of 8th Pacific Conference On Earthquake Engineering*, Singapore, paper 7.
- Sulistiyanto, P. 2006, Muhammadiyah, local politics and local identity in Kotagede, *Sojourn: Journal of Social*

- Issues in Southeast Asia*, vol. 21, no. 2, pp. 254-271.
- Lingga, V. 2008, 'Instances of corruption widespread in Java reconstruction program', *The Jakarta Post* (online), 27 September, <http://www.thejakartapost.com/news/2008/09/27/instances-corruption-widespread-java-reconstruction-program.html>, [Accessed 18 April, 2009].
- UN (United Nations) 2006, United Nations in Indonesia: Java Earthquake Response (online), <http://www.un.or.id/yogya/maps.asp>, [Accessed 1 March, 2009].
- UNCC (United Nations Coordination Centre for Yogyakarta and Central Java) 2007, *The Humanitarian Cluster Response to the Java Earthquake, 2006-2007: One Year Review*, UNCC, Yogyakarta.
- UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation) 2006, UNESCO to help emergency relief for Indonesia with assistance in heritage, education and communication (online), http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=33223&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html, [Accessed 3 May, 2009].

PETUNJUK UNTUK PENULIS

Redaksi Jurnal Kebencanaan Indonesia menerima tulisan atau hasil penelitian tentang kebencanaan di Indonesia. Naskah harus belum pernah di publikasikan dalam media lain. Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia baku atau bahasa Inggris berupa ketikan asli atau rekaman dalam disket atau CD, dengan panjang tulisan maksimum 20 halaman, ketikan pada halaman kuarto spasi ganda. Redaksi berhak mengurangi panjang naskah yang dianggap terlalu panjang dan tidak penting bagi pembaca, dan berhak menolak naskah yang dianggap tidak memenuhi ketentuan-ketentuan yang dipersyaratkan. Persyaratan naskah disusun mengikuti ketentuan sebagai berikut:

1. *Judul*, ditulis singkat, informatif, dan menggambarkan isi pokok tulisan
2. *Nama pengarang* ditulis lengkap tanpa gelar dan instansi tempat bekerja
3. *Abstrak/Intisari*, dibuat tidak lebih dari 250 kata yang merupakan uraian singkat tulisan secara menyeluruh, yang memuat tujuan, metode dan hasil penelitian, dalam bahasa Inggris
4. *Kata kunci*, dicantumkan di bawah intisari, maksimal 6 kata
5. *Pendahuluan*, menguraikan latar belakang masalah, tujuan penelitian dan teori-teori yang melandasi penelitian tersebut.
6. *Metode penelitian*, yang mencakup materi, alat, cara penelitian dan cara analisis data
7. *Hasil dan Pembahasan*, hasil penelitian ditampilkan dalam bentuk tabel, grafik, peta, diagram, model, kemudian langsung dibahas dengan kaidah-kaidah ilmiah.
8. *Kesimpulan*, merupakan pernyataan singkat dan tepat yang disarikan dari hasil dan pembahasan yang merupakan jawaban atas pertanyaan penelitian.
9. *Ucapan terima kasih* bila perlu
10. *Daftar Pustaka*, mencantumkan pustaka-pustaka yang dirujuk dalam teks uraian (naskah) memuat antara lain: Nama pengarang, tahun terbit, judul, penerbit dan kota terbit. Contoh:

Hamblin, W.K., 1992, *Earth's Dynamic Systems*, Macmillan Publ. Co., New York.

Sudibyakto, 1996, The Erruption of Merapi Vulcano, *The Indonesian Journal of Geography*, Vol.28, No.72, Faculty of Geography, Gadjah Mada University, Yogyakarta, pp. 23-38.

Bramton, A.H., 1992, Beaches—the Natural Way to Coastal Defence, In: *Coastal Zone Planning and Management*, M.G. Barret (Ed.), Thomas Telford. London.

Meijerink, A. M. J., 1975, Basic Principles of Interpretation of Imagery for Hydrologic Surveys with Examples of Interpretation of MSS Satellite Imagery, In: *Proceeding of the Joint UN and FAO Regional Seminar on Remote Sensing Application*, Lapan, Jakarta, Indonesia.

Setiawan P, 1993, Studi Air Tanah Dungeon Menggunakan Teknik Geolistrik di Graben Bantul, Yogyakarta. Laporan Penelitian, Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta.

Yokota's, 1988, "Posthumous Text on Sabo Works", Volume II, Ministry of Public Works Directorate General of Water Resources Development Directorate of Rivers Volcanic Sabo Technical Centre, Yogyakarta.

Chazine, Jean-Michel, *Discovery of New Ormated Caves in Borneo (East Kalimantan)*, <http://www.kalimantanthrope.com>, update 27 Juli 2004.



Bidang Kerja:

Penelitian dan Survei Kebencanaan . Pemetaan Daerah Rawan Bencana
Mitigasi Bencana . Pengembangan Sistem Informasi Kebencanaan
Pelatihan & Pengembangan SDM Bidang Kebencanaan
Konsultasi Publik Masalah Kebencanaan

ISSN 1978-3450



9 771978 345066