

# TINJAUAN GEOGRAFI REGIONAL TERHADAP MASTERPLAN PERCEPATAN DAN PERLUASAN PEMBANGUNAN EKONOMI INDONESIA (MP3EI)

## *A Review of Economic Development Acceleration and Expansion Masterplan of Indonesia in Regional Geography Perspective*

**M. Baiquni**

Program Studi Pembangunan Wilayah

Fakultas Geografi UGM

Email: baiquni99@gmail.com

### **ABSTRACT**

*Regional Geography at national level is a study of unique characteristics and pattern of natural phenomena and human phenomena in a certain region which are delineated and regionalized for certain purpose. In this perspective, Masterplan MP3EI was launched by since 2011 be analyzed on how its relations with backward regions and boundary regions. A critical review related to what is the concept behind and how are the strategies implement this program. The research methods are literature review, maps pattern analysis, and indept interview. The results of this research are (1) MP3EI is driven by economic growth strategy and lack of local politics involvement i.e. autonomy; (2) The economic corridor of MP3EI partly related to backward region and boundary region of Indonesia; (3) There are many challenges on how to implement MP3EI such as: integration foreign high investment with local economy, synergy to autonomy, preserve nature conservation area, and enrich cultural heritage of cultural diversity.*

**Keywords:** regional geography, policy implementation, masterplan MP3EI

### **ABSTRAK**

*Geografi Regional mempelajari keunikan karakter dan pola dari fenomena alam maupun manusia dalam suatu wilayah tertentu yang didelineasi dan diregionalisasi untuk tujuan tertentu. Dalam perspektif tersebut Masterplan MP3EI yang diluncurkan tahun 2011 dianalisis keterkaitannya dengan pembangunan daerah tertinggal dan wilayah perbatasan. Diperlukan tinjauan kritis untuk mengetahui konsep dibelakangnya dan bagaimana strategi untuk implementasi programnya. Metode yang digunakan adalah melakukan review kritis literature dan dokumen, analisis pola peta koridor, dan wawancara mendalam. Hasil yang diperoleh adalah: (1) MP3EI dikembangkan oleh pemerintah pusat dengan strategi pertumbuhan ekonomi dan kurang melibatkan dinamika politik lokal, misalnya otonomi daerah; (2) Koridor ekonomi MP3EI hanya sebagian kecil yang bertautan dengan daerah tertinggal; (3) Banyak tantangan yang harus dijawab dalam pelaksanaan MP3EI, seperti bagaimana mengintegrasikan investasi asing besar-besaran itu dengan modal penghidupan ekonomi rakyat, sinergi dengan program daerah otonom, konservasi sumberdaya alam dan pengayaan khazanah keragaman budaya setempat.*

**Kata kunci:** geografi regional, implemnasi kebijakan, dokumen MP3EI

## PENDAHULUAN

Pembangunan wilayah di negara kepulauan memerlukan pendekatan dan strategi yang cocok dengan kondisi ekosistem dan sumberdaya alam serta situasi dinamika masyarakatnya. Sepanjang sejarah kemerdekaan Republik Indonesia selama hampir tujuh dasawarsa, telah mengalami pasang surut pembangunan dan berbagai dampak yang mengikutinya. Pada saat kemerdekaan Indonesia merupakan sebuah negara yang perekonomiannya berbasis kegiatan pertanian tradisional, saat ini Indonesia telah menjadi negara dengan proporsi industri manufaktur dan jasa yang lebih besar.

Kemajuan ekonomi telah membawa peningkatan kesejahteraan masyarakat, yang tercermin dalam peningkatan pendapatan per kapita, perbaikan berbagai indikator sosial dan ekonomi lainnya termasuk Indeks Pembangunan Manusia (IPM). Dalam periode 1980 dan 2010, Indeks Pembangunan Manusia meningkat dari 0,39 ke 0,60. Indonesia juga memainkan peran yang makin besar di perekonomian global. Saat ini Indonesia menempati urutan ekonomi ke-17 terbesar di dunia. Keterlibatan Indonesia pun sangat diharapkan dalam berbagai forum global dan regional seperti ASEAN, APEC, G-20, dan berbagai kerjasama bilateral lainnya (Buku Masterplan MP3EI, 2011:14).

Perkembangan ekonomi Indonesia perlu dikritisi, dikoreksi dan perlu terus-menerus dibenahi. Duddley Seers (1973) mengungkapkan bahwa pembangunan suatu negara dikatakan gagal apabila kemiskinan semakin banyak, pengangguran semakin luas dan kesenjangan pembangunan antar wilayah semakin dalam. Tiga aspek penting yang dikemukakan seorang pemikir pembangunan itu, kiranya relevan untuk ditambahi dengan dua aspek yang penting yaitu "pembangunan dikatakan gagal apabila kerusakan lingkungan terjadi dimana-mana dan kemaksiatan merajalela". Penulis menganggap penting dua

aspek ini, mengingat banyaknya bencana alam akibat kerakusan pembangunan dan meluasnya dekadensi moral akibat ambisi yang tidak terkendali, kesemuanya yang dapat menghancurkan kehidupan bangsa.

Tantangan ke depan pembangunan ekonomi Indonesia tidaklah mudah untuk diselesaikan sendiri. Dinamika ekonomi domestik dan global mengharuskan Indonesia senantiasa siap terhadap perubahan dan siap melakukan kerjasama. Gelombang perubahan sedang terjadi mengarah pada pergeseran dari Atlantik ke Pasifik, dari Amerika dan Eropa ke Asia. Keberadaan Indonesia di pusat baru gravitasi ekonomi global, yaitu kawasan Asia Timur dan Asia Tenggara, mengharuskan Indonesia mempersiapkan diri lebih baik lagi untuk mempercepat terwujudnya suatu negara maju dengan hasil pembangunan dan kesejahteraan yang dapat dinikmati secara merata oleh seluruh masyarakat.

Transformasi pembangunan semesta bukan hanya ekonomi semata, namun diperlukan pula pembangunan ekonomi sebagai salah satu sendi pembangunan semesta. Dalam konteks inilah Presiden Susilo Bambang Yudhoyono menyadari perlunya penyusunan MP3EI untuk memberikan arah pembangunan ekonomi Indonesia hingga 2025. Melalui percepatan dan perluasan pembangunan ekonomi ini, perwujudan kualitas Pembangunan Manusia Indonesia sebagai bangsa yang maju tidak saja melalui peningkatan pendapatan dan daya beli semata, namun dibarengi dengan membaiknya pemerataan dan kualitas hidup seluruh bangsa (Masterplan MP3EI, 2011).

Pembangunan wilayah kepulauan memerlukan perspektif dan pendekatan yang tepat dalam pembangunan ekonomi nasional. Beragam teori dan konsep pembangunan yang selama ini lahir dari pemikiran continental, belum tentu bisa diterapkan dalam konteks negara kepulauan. Hal ini memerlukan pengkajian mendalam para ahli pembangunan Indonesia untuk

menemukan konsep dan pendekatan yang cocok untuk negara kepulauan ini.

Kajian koridor pembangunan dengan mengaitkan antar pusat pertumbuhan telah dikemukakan; antara lain mengenai model kerjasama segitiga pertumbuhan Joglo-semar (Baiquni, 1998), transformasi spasial perkotaan dan segitiga pertumbuhan ekonomi (Muta'ali, 1998), transformasi wilayah di koridor Yogyakarta dan Surakarta (Giyarsih, 2010). Pada kajian tersebut memperlihatkan bahwa koridor pembangunan sangat terkait dengan: (1) adanya pusat-pusat pembangunan seperti perkotaan dan kawasan industri; (2) aksesibilitas yang menghubungkan antara pusat-pusat pembangunan; (3) adanya keunggulan komparatif yang saling memerlukan, (4) aliran barang dan jasa serta orang yang bergerak antar pusat-pusat tersebut untuk mendapatkan nilai tambah yang optimal, (5) tidak ada hambatan yang berarti guna terjadinya hubungan dan kerjasama antar pusat-pusat tersebut. Dengan demikian perkembangan koridor pembangunan terkait dengan kepentingan kerjasama antar pusat-pusat pembangunan tersebut yang merangkai, sehingga membangkitkan pertumbuhan pembangunan wilayah koridor.

Kajian koridor pembangunan pada umumnya masih dalam perspektif ekonomi dan perspektif spatial perkembangan fisik infrastruktur pembangunan, belum banyak yang mengaitkan dengan perspektif sosial budaya seperti kearifan lokal sebagai pondasi dan pilar pembangunan. Sebagaimana yang dikemukakan oleh Wesnawa (2010) yang mengungkapkan bahwa kecenderungan pembangunan dewasa ini masih kurang memperhatikan pelestarian kekayaan sosial budaya sebagai bagian integral dari seluruh program pembangunan dan pemanfaatan ruang. Disini diperlukan perhatian yang serius mengenai karakteristik sosial budaya masyarakat dan keterlibatan mereka dalam mengembangkan koridor pembangunan, mengingat wilayah koridor tidak sama dengan

pusat-pusat pertumbuhan kota itu sendiri. Keunikan dan keunggulan wilayah koridor perlu menjadi dasar dan identitas, agar pembangunan tidak membosankan karena seragam seperti kota-kota besar lainnya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji secara kritis kebijakan MP3EI dalam perspektif Geografi Regional. Secara rinci penelitian ini berupaya menelusuri konsep di belakangnya dan bagaimana strategi implementasi kebijakan. Lebih lanjut penelitian ini membahas keterkaitan MP3EI dengan pembangunan daerah tertinggal dan wilayah perbatasan.

## **METODE PENELITIAN**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah: (1) Studi literatur dan review kritis dokumen MP3EI; (2) Overlay peta dan analisis pola peta koridor MP3EI dikaitkan dengan daerah tertinggal dan wilayah perbatasan; dan (3) wawancara mendalam dengan pakar dan pelaku pembangunan wilayah.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Perspektif Geografi Regional**

Geografi Regional dalam studi suatu negara mempelajari keunikan karakter dan pola dari fenomena alam maupun manusia dalam suatu wilayah tertentu yang didelineasi dan diregionalisasi untuk tujuan tertentu. Aspek-aspek Geografi Regional yang biasanya dipelajari antara lain unsur geografis (berupa luas, bentuk wilayah, iklim, sumber daya, penduduk) dan pembangunan (terkait dengan batas wilayah, kedaulatan atas sumberdaya, dan pola kekuasaan pusat daerah, pembangunan infrastruktur, pertumbuhan ekonomi dan pemerataan kemakmuran, serta kesejahteraan sosial dan keragaman budaya). Dalam studi geografi regional, unsur geografi dan unsur pembangunan dikaji

secara kewilayahan meliputi karakter, pola, koneksi, dinamika dan kecenderungannya.

Dov Nir dalam bukunya *Region as a Socio-environmental System: An Introduction to a Systematic Regional Geography* (1990) mengemukakan pentingnya memahami kecenderungan fenomena penyeragaman kehidupan di tengah kehidupan yang beragam. Peradaban dunia berada di persimpangan jalan apakah akan terus menuju keseragaman menuju budaya global atau mempertahankan keberagaman kehidupan? Pilihannya saat itu bagi masyarakat negara-negara berkembang adalah mengikuti *totalitarianism* atau *pluralism* berkaitan dengan kehidupan sosial ekonomi. Ia menekankan pada kebebasan (*freedom*) yang merupakan hak pilihan untuk berbeda dengan yang lain.

Francis Fukuyama dalam bukunya *Trust: The Social Virtues and The Creation of Prosperity* (1995) menyoroti aspek-aspek budaya yang mendasari pertumbuhan ekonomi di Asia Timur. Menurutnya kepercayaan masyarakat merupakan dasar yang penting bagi pertumbuhan ekonomi Asia. Kegiatan ekonomi tidak dapat dipisahkan dari kehidupan sosial dan politik masyarakat luas. Dengan preposisi seperti itu, maka reformasi ekonomi dengan sendirinya memerlukan reformasi politik dan sosial yang berbasis rasa saling percaya. Percepatan dan perluasan ekonomi memerlukan basis kepercayaan yang dibangun antara pemerintah pusat dan daerah otonom, antar sektor dan aktor pelaku pembangunan. Keberlangsungan percepatan dan perluasan ekonomi ditentukan oleh kerjasama yang erat berdasarkan nilai keadilan dan kepercayaan diantara pemerintah, masyarakat dan dunia usaha.

Pada dekade 1990an akselerasi pembangunan kerjasama ekonomi regional di antara negara tetangga semakin nyata. Proses kerjasama ekonomi regional merupakan upaya untuk menjalin keunggulan komparatif wilayah tersebut dan membangun keunggulan kompetitif dalam menghadapi blok ekonomi lain. Ekonom

Jepang, Kaname Akamatsu, melukiskan proses semacam itu menggunakan paradigma "Formasi angsa terbang" (Soesastro, 1990). "Angsa" paling depan memimpin kemana arah dan manuver terbang yang diikuti oleh anggota kelompok lainnya. Sebagai contoh dalam kerjasama Sijori (Singapura, Johor dan Riau), maka Singapura merupakan "angsa terdepan" kerjasama itu.

Wilayah yang selama ini dianggap pinggir (*frontier region*) seperti Kepulauan Riau dan wilayah perbatasan lainnya (*border region*) perlu dikembangkan dengan melibatkan pengembangan masyarakat luas, terutama penduduk asli memperoleh manfaat dan kesejahteraannya meningkat. Belajar dari pengalaman Sijori, keuntungan dari kerjasama ekonomi tersebut adalah mereka yang kuat baik dalam modal, teknologi maupun lobi. Bagi masyarakat lokal masih banyak yang belum memperoleh manfaat secara adil dari proses pembangunan di wilayahnya (Sasono, 1993). Oleh karena itu pengembangan kerjasama ekonomi regional selanjutnya perlu diikuti kemitraan diantara para pelaku pembangunan (*stakeholders*) dan melakukan penguatan (*empowerment*) kelompok masyarakat secara luas.

Dalam kaitan dengan koridor MP3EI, maka gagasan diatas menarik untuk ditinjau kembali. Misalnya koridor ekonomi Bali dan Nusa Tenggara, dimotori oleh tema pariwisata yang digerakkan utamanya oleh Bali yang sudah memiliki reputasi dunia. Dalam pengembangan pariwisata bukan keseragaman pola ekonomi, tetapi keragaman sumberdaya pariwisata (alam dan budaya) yang unik itu masing-masing memiliki segmen pasar tersendiri. Sebagai konsekuensinya Nusa Tenggara tidak harus meniru Bali dalam mengolah dan mengelola sumberdaya pariwisatanya. Keragaman lah yang menjadi basis keunggulan kompetitif setiap pulau atau setiap komunitas yang dapat menghadirkan keunikan. Dalam kaitan itu pula perlu dikembangkan model

kepari-wisataan berbasis masyarakat (*community based tourism*), kepariwisataan berwawasan lingkungan (*ecotourism*), dan kepariwisataan yang bertanggungjawab (*responsible tourism*) terutama di pulau-pulau kecil yang memiliki keunikan sumberdaya alam dan kemajemukan budaya masyarakatnya, agar pariwisata tidak menjadi bentuk penjajahan baru (*neo colonialism*) atas nama percepatan dan perluasan pembangunan ekonomi.

Perspektif Geografi Regional yang digunakan untuk mengkaji masterplan MP3EI terkait dengan bagaimana pemerintah pusat memprakarsai kebijakan pembangunan (dengan percepatan dan perluasan yang menekankan pada sektor ekonomi) dalam suasana otonomi daerah. Keragaman dan keunikan masing-masing daerah tidak perlu menjadi seragam dalam format koridor ekonomi pertumbuhan. Masing-masing wilayah dan komoditi ekonomi bisa saling melengkapi, keunggulan komparatif disulam dan keunggulan kompetitif ditonjolkan. Pijakan berfikir kritis penelitian ini adalah bagaimana *Bhinneka Tunggal Ika* menjadi spirit bagi pembangunan wilayah negara kepulauan Republik Indonesia.

### Perubahan Strategi Pembangunan

Kebijakan pembangunan wilayah di Indonesia telah mengalami berbagai pergeseran dari periode ke periode terkait dengan dinamika politik nasional maupun perubahan pembangunan internasional. Pada masa revolusi pembangunan berangkat dari basis menemukan karakter keragaman daerah dan pembangunan ideologi politik terutama membangun karakter bangsa secara nasional (*national character building*). Pada masa itu juga penuh dengan pergolakan pusat dan daerah yang merupakan dinamika mencapai titik temu kepentingan dan membangun pengalaman bersama. Sejak awal kemerdekaan, pembangunan Indonesia diwarnai berbagai corak; antara

lain ditandai dengan: 1) upaya memenuhi kebutuhan dasar kehidupan masyarakat seperti pemenuhan sandang pangan; 2) pembenahan sarana produksi sandang pangan; 3) pengambilalihan atau menasionalisasikan perusahaan Belanda dengan; 4) hingga proyek mercusuar yang berhasil membangun Monas, Masjid Istiqlal, Gelora Senayan, Jembatan Semanggi dan kawasan Jakarta Selatan.

Suasana pembangunan pada periode Presiden Soekarno telah dilakukan dengan berupaya membangun secara Berdikari (berdiri diatas kaki sendiri), meskipun tidak lepas dari upaya kerjasama dengan negara lain seperti Uni Soviet, China dan Jepang. Periode ini berakhir dengan krisis ekonomi dan melambungnya harga-harga kebutuhan sandang pangan serta inflasi yang tak terkendali, sehingga terjadi krisis kekuasaan dan pergantian kepemimpinan nasional.

Pada periode berikutnya setelah Presiden Soeharto naik ke puncak kekuasaan, suasana berganti dengan pengaruh kuat dari Amerika dan sekutunya dalam merancang pembangunan ekonomi Indonesia. Pembangunan dilakukan secara bertahap dan terencana melalui Repelita (rencana pembangunan lima tahun) yang banyak diilhami oleh berbagai pemikiran ekonom Amerika seperti WW Rostow yang terkenal dengan konsepnya *the Stages of Economic Growth*. Pada periode ini pembangunan dimulai dengan sektor pertanian sebagai basis dan wilayah perdesaan sebagai tumpuan pembangunan, dengan proyek seperti bendungan raksasa, jaringan irigasi, jembatan dan jalan, serta berbagai sarana pendidikan (SD Inpres) dan kesehatan (Puskesmas).

Strategi pembangunan yang bertumpu pada pertumbuhan ekonomi, industrialisasi, transfer teknologi, relokasi industri terutama di perkotaan ini dikritik oleh kalangan pemikir kritis dan kalangan Ornop atau LSM. Kemudian muncullah pula alternatif kebijakan pembangunan seperti pendekat-

an kebutuhan dasar (*basic need approach*), pembangunan perdesaan (*integrated rural development*), teknologi tepat guna (*appropriate technology*) dan pem-bangunan berpusat pada manusia (*people centered development*).

Pembangunan memerlukan modal, sehingga pemerintah pada waktu itu menggerakkan modal dengan mengundang investor asing dengan membuat kontrak karya sumberdaya mineral bernilai tinggi (tambang emas, minyak bumi dan gas), hutang luar negeri, mobilisasi tabungan masyarakat, menghimpun melalui pendapatan devisa, maupun usaha ekspor produk manufaktur. Pembangunan yang didominasi peran pemerintah nampak semakin tinggi mengandalkan pada utang luar negeri, sehingga lembaga seperti *The World bank, International Monetary Funds, Asian Development Bank, Islamic Development Bank* dan negara donor dari negara maju memberikan utang sekaligus meminta jaminan konsesi sumberdaya alam.

Berbagai perkembangan yang terjadi adalah semakin dinamis dan tumbuh pesat pembangunan di Jawa dan sektor industri dan perkotaan terus semakin kuat. Meski sektor pertanian diunggulkan, tetapi paruh waktu periode kepemimpinan Presiden Soeharto terjadi perubahan yang begitu besar bertumpu pada industri. Industri perhutanan nasional diberi konsesi untuk menebang jutaan hektar hutan tropis, industri berbasis komoditi impor dan konsesi sumberdaya alam diberikan pada kroni dan keluarga dekat penguasa. Terjadilah ekonomi yang dimotori para konglomerat baru atas kemudahan kebijakan penguasa. Lahirlah kesenjangan yang begitu lebar antara pengusaha konglomerat dengan usaha kecil dan koperasi. Sejumlah industri yang mendukung pertanian seperti industri pupuk, pestisida dan bibit unggul dikuasai oleh konglomerat; namun disisi lain sektor pertanian rakyat dan koperasi tidak bisa berkembang menjadi tulang punggung ekonomi nasional. Kesenjangan semakin melebar

antar sektor dan aktor maupun antar wilayah, antar pulau, dan antara desa dan kota.

Upaya pemerintah untuk mengatasi kesenjangan pembangunan, antara lain dengan kebijakan pembangunan Katimin (Kawasan Timur Indonesia) dan dirancang program KAPET (Kawasan Andalan Pengembangan Ekonomi Terpadu) di sejumlah lokasi dan kesenjangan desa kota dijawab dengan kebijakan Inpres Desat tertinggal (IDT). Berbagai upaya itu telah didorong, namun keberlanjutannya kurang dinamis dan maju karena pemerintah masih menjadi pelaku ekonomi yang dominan. Pada masa itu juga dilakukan pendekatan pengembangan kluster, seperti kluster industri kecil, pengembangan kawasan agropolitan, dan pusat pengembangan agribisnis perkebunan yang menyulam dan menggantikan perusahaan penebangan hutan.

Ketika krisis ekonomi 1997 dan diikuti dengan kemarau panjang yang mengakibatkan krisis ekologi, maka terjadi gelombang ketidakpuasan rakyat yang menjadi krisis multidimensi atau krisis total (Kristal), menyebabkan kekuasaan pemerintah yang dikelilingi para krono konglomerat itu mengalami keruntuhan. Pada bulan Mei 1998 terjadilah pergantian kekuasaan dari Soeharto ke BJ Habibie yang diwarnai situasi krisis dan ketidak-teraturan. Reformasi menjadi credo untuk mengubah pembangunan yang otoriter dan sentralistis menuju kearah demokrasi dan desentralisasi.

Kini setelah otonomi daerah yang berkembang sejak 1999 telah memberi ruang pada daerah untuk mengembangkan wilayah. Pembangunan dilakukan semakin besar oleh pemerintah daerah dan masyarakat memiliki tingkat partisipasi publik yang semakin meningkat. Dengan otonomi daerah muncul kegarahan pembangunan daerah dan masyarakatnya sesuai dengan aspirasi yang ada di daerah. Namun

demikian perkembangan ini bukannya tanpa persoalan, banyak daerah yang mengalami konflik sosial dan pemborosan oleh pemerintahnya akibat dari kontestasi kepentingan dan konflik kekuasaan.

Dalam perkembangan mutakhir yaitu konteks relasi kepentingan dan kekuasaan pusat dengan daerah seperti inilah, maka tinjauan Geografi Regional terhadap masterplan MP3EI perlu dilakukan. Meninjau kembali dan mempertanyakan secara kritis kebijakan pembangunan ini akan dilakukan oleh siapa, menguntungkan siapa dan bagaimana keberlanjutannya.

### **Pengembangan Koridor Pembangunan Ekonomi (MP3EI)**

Pengembangan koridor pembangunan ekonomi digunakan sebagai konsep dasar dalam MP3EI yang merupakan kepanjangan dari Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia. Presiden Susilo Bambang Yudhoyono (SBY) meluncurkan kebijakan Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia 2011-2025 (MP3EI) ini untuk mewujudkan pembangunan yang berkeadilan dengan meningkatkan pertumbuhan ekonomi terus digalakan oleh pemerintah.

MP3EI disusun berdasarkan optimisme pemerintah dalam melihat posisi Indonesia di antara negara-negara lain secara internasional. Indonesia mulai diperhitungkan dalam percaturan kebangkitan negara-negara Asia termasuk China dan India serta negara-negara kecil yang sudah sangat maju seperti Singapura, Hongkong, Macao, Korea Selatan. Indonesia termasuk negara yang dianggap demokratis dengan jumlah penduduk banyak yang mayoritas muslim dan memiliki kekayaan sumberdaya alam yang beragam dan melimpah. Diharapkan keberadaan *masterplan* ini mendorong visi

Indonesia menjadi 10 negara terbesar dunia di tahun 2025.

Mengapa pemerintah begitu yakin? Hal yang menjadi pertimbangan utama adalah kondisi makroekonomi Indonesia yang cukup menjanjikan. Dengan pertumbuhan ekonomi yang di atas 6% dan GDP per kapita melebihi \$3000/tahun, Indonesia telah menjadi negara yang diperhitungkan di mata dunia. Dibuktikan pula oleh keberhasilan Indonesia bertahan dari *The Second Great Depression* pada tahun 2008, salah satu dari sedikit negara yang tidak terkena dampak signifikan.

Kementerian Koordinator Ekonomi menyusun MP3EI dan melaksanakan dengan melibatkan berbagai *stakeholder* mulai dari lembaga Negara lainnya (Bappenas, Komite Ekonomi Nasional, Komite Inovasi Nasional, dll) maupun pihak swasta (Kadin, UMKM, dll).

Tujuannya adalah terbentuknya integrasi pembangunan, agar masterplan ini tidak tumpang tindih dengan masterplan-masterplan lain yang telah ada. Secara umum, strategi utama dalam MP3EI ini antara lain: (1) Penguatan Koridor Ekonomi Indonesia, yaitu pemetaan pusat-pusat pertumbuhan ekonomi di 6 koridor (Jawa, Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Maluku-Papua, Bali-NT); (2) Penguatan konektivitas nasional, visi yang diusung adalah *Locally Integrated Globally Connected*. Bagaimana agar menghubungkan pusat-pusat ekonomi maupun daerah terpencil agar terjadi *value chain* yang efektif di Indonesia; (3) Penguatan SDM dan IPTEK nasional.

Disebutkan bahwa penyusunan dokumen MP3EI yang hanya berlangsung singkat sekitar 3 bulan ini telah dilakukan dengan proses yang interaktif dan partisipatif. Proses semacam ini diharapkan terbentuk suatu *ownership* yang tinggi terhadap MP3EI serta terbangunnya komitmen bersama dari

berbagai pihak pemangku kepentingan untuk mensukseskan keberhasilan MP3EI. Semangat yang dihembuskan dalam MP3EI ini adalah *Not Business as Usual* akan terus berlanjut untuk terus melakukan berbagai terobosan dalam rangka percepatan transformasi ekonomi Indonesia demi mencapai visi Indonesia untuk mewujudkan masyarakat yang mandiri, maju, adil, makmur (Buku Masterplan MP3EI. 2011:11).

MP3EI dikembangkan melalui pendekatan terobosan (*breakthrough*) yang didasari oleh semangat "tidak semata bisnis sebagaimana lazimnya" (*not business as usual*), melalui perubahan pola pikir bahwa keberhasilan pembangunan ekonomi tidak hanya tergantung pada pemerintah saja, melainkan merupakan kolaborasi bersama antara Pemerintah Pusat, Pemerintah Daerah, BUMN, BUMD, dan Swasta. Dalam Keputusan Presiden No. 32 Tahun 2011 tentang Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia 2011-2025 (MP3EI) menyebutkan bahwa kegiatan MP3EI adalah merupakan langkah awal untuk mendorong Indonesia menjadi negara maju dan termasuk 10 negara besar di dunia pada tahun 2025 melalui pertumbuhan ekonomi tinggi yang inklusif, berkeadilan dan berkelanjutan.

Tantangan yang harus dijawab oleh pemerintah sendiri adalah apakah birokrasinya dapat melayani pelaksanaan MP3EI ini? Bagaimana juga mensinkron-kan dengan RPJM (Rencana Pembangunan Jangka Menengah) dan RPJP (Rencana Pembangunan Jangka Panjang) yang meliputi segala aspek pembangunan? Pertanyaan kritis ini dijawab secara jelas bahwa MP3EI bukan dimaksudkan untuk mengganti dokumen perencanaan pembangunan yang telah ada seperti Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional 2005 – 2025 (UU No. 17 Tahun 2007) dan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional, namun menjadi dokumen yang terintegrasi dan

komplementer yang penting serta khusus untuk melakukan percepatan dan perluasan pembangunan ekonomi (Buku Masterplan MP3EI. 2011:23).

Fokus dari pengembangan MP3EI ini diletakkan pada 8 program utama, yaitu pertanian, pertambangan, energi, industri, kelautan, pariwisata, dan telematika, serta pengembangan kawasan strategis. Kedelapan program utama tersebut terdiri dari 22 kegiatan ekonomi utama yang sesungguhnya lebih pada pengembangan komoditas yang menjadi sumberdaya unggulan masing-masing koridor. Diharapkan kegiatan ekonomi tersebut akan menghasilkan peningkatan PDB di masing-masing koridor.

Melihat angka-angka pertumbuhan nasional PDB (2010-2025) rata-rata ini dibandingkan tiga pendekatan: *business as usual*, RPJM dan MP3EI. Angka ini cukup ambisius untuk memacu pertumbuhan di berbagai koridor tersebut, mengingat karakter wilayah, ketersediaan SDA dan kualitas SDM serta tingkat pembangunan (ketersediaan infrastruktur, listrik, energi, fasilitas pendidikan dan pusat riset) masih terkonsentrasi di Jawa dan beberapa pusat perkotaan di luar Jawa. Artinya belum merata dan masih belum siap sebagaimana dipikirkan, dianalisis, direncanakan dan diprogramkan oleh para pemikir elit ekonomi. Lalu siapa sesungguhnya yang akan melaksanakan mega proyek modernisasi ini dan siapa yang akan menikmatinya?

Presiden SBY mencoba meyakinkan berbagai pihak dan menyampaikan bahwa pelaksanaan MP3EI dilakukan untuk mempercepat dan memperluas pembangunan ekonomi melalui pengembangan 8 (delapan) program utama yang terdiri dari 22 kegiatan ekonomi utama. Strategi pelaksanaan MP3EI dilakukan dengan mengintegrasikan tiga elemen utama yaitu: (a) mengembangkan potensi ekonomi wilayah di enam Koridor Ekonomi Indonesia, yaitu:



Koridor Ekonomi Sumatera, Koridor Ekonomi Jawa, Koridor Ekonomi Kalimantan, Koridor Ekonomi Sulawesi, Koridor Ekonomi Bali–Nusa Tenggara, dan Koridor Ekonomi Papua–Kepulauan Maluku; (b) memperkuat konektivitas nasional yang terintegrasi secara lokal dan terhubung secara global (*locally integrated, globally connected*); (c) memperkuat kemampuan SDM dan IPTEK nasional untuk mendukung pengembangan program utama di setiap koridor ekonomi.

Infrastruktur menjadi salah satu yang penting dalam program MP3EI. Total indikasi investasi pengembangan infrastruktur diperkirakan mencapai Rp 1.786 triliun. Infrastruktur jalan, rel kereta, tenaga listrik dan energi, serta telematika merupakan empat dari delapan jenis infrastruktur yang dominan menyerap investasi. Diharapkan semua koridor memiliki peluang untuk menangkap investasi domestik dan asing.

Ini semua memerlukan kepemimpinan yang kuat dan mengandaikan bahwa semua kepentingan tersebut dapat terakomodasi tidak hanya dalam dokumen, tetapi lebih penting dalam pelaksanaan dan pemanfaatan hasil pembangunan sehingga tercapai tujuan yang luhur mewujudkan masyarakat yang mandiri, maju, adil, makmur. Apakah nanti presiden baru akan melanjutkan *Masterplan* MP3EI ini atukah ini menjadi “paket jualan” bagi calon presiden baru nanti? Apa pun motifnya yang penting setiap rencana yang baik harus dilaksanakan dengan baik, apabila gagal harus berani bertanggungjawab dan bersedia belajar dari pengalaman.

### **MP3EI dan Pembangunan Daerah Tertinggal**

Berbagai pandangan kritis terhadap kebijakan MP3EI dikemukakan oleh berbagai pihak. Ada yang menyambut baik langkah terobosan untuk mewujudkan

pembangunan khususnya ekonomi dengan cara baru yang tidak biasa, namun ada pula yang meragukan kehandalan dan komitmen masterplan ini untuk terintegrasi dengan berbagai perencanaan yang telah ada. Dewan Pengarah Sabang Merauke Circle (SMC) Arwin Lubis menilai, Rencana Induk Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI) merupakan kapitalisme semu. Sebab, MP3EI ini merupakan perpaduan antara penguasa dan pengusaha.

“Selama MP3EI berjalan, kesenjangan juga makin melebar. Karena pendekatan MP3EI jelas dikatakan melalui keppres dengan pendekatan lama yang memerlukan kolaborasi semua pihak, yakni pemerintah dan swasta untuk mencapai pertumbuhan,” ujar Arwin di Jakarta. Lebih lanjut dikatakan bahwa: “kalau digeneralisasi pemerintah pusat dan daerah adalah penguasa. BUMN dan pengusaha swasta adalah kolaborasi pengusaha. Jadi MP3EI adalah kolaborasi pengusaha dan penguasa. Ini yang biasa disebut dengan kapitalisme semu, yang tidak mau bersaing dengan bisnis sehat” (Kompas 16-2-2012).

Sementara itu pengamat ekonomi M Fadhil Hasan, mengatakan, secara historis atau konseptual MP3EI merupakan bentuk ketidakpuasan terhadap RPJPM yang dinilai masih pada tataran normatif. Sinyalemen ini pada dasarnya mempertanyakan mengenai perencanaan pembangunan, mengapa telah ada perencanaan menyeluruh masih ada lagi percepatan sektoral dalam hal ini perluasan dan percepatan ekonomi. Bisa jadi RPJM dianggap masih terlalu sempit *business as usual*, sedangkan MP3EI ingin mengembangkan peran asing yang lebih luas. Menurut dia, MP3EI hanya memberikan ruang bagi pelaku ekonomi asing melalui instrumen liberalisasi perdagangan.

“Jadi, menurut saya, persoalan pentingnya adalah masalah struktur ekonomi yang

masih timpang. Tapi pendekatan MP3EI kenyataannya masih berdasarkan pertumbuhan. MP3EI hanya memberi ruang yang besar bagi pelaku ekonomi asing melalui instrumen liberalisasi perdagangan”.

Apakah benar dengan MP3EI dapat mengubah kesenjangan struktur ekonomi di daerah atau justru malah bisa menyebabkan semakin parah kesenjangan antar daerah. Daerah tertinggal adalah suatu daerah kabupaten yang wilayah dan masyarakatnya relatif tertinggal bila dibanding dengan daerah lainnya yang lebih maju dilihat dari ukuran rata-rata nasional. Oleh karena itu, penekanan bagi daerah tertinggal, pendekatan pembangunannya tidak bisa secara normatif lazimnya bagi daerah maju, namun perlu ada strategi pendekatan yang bersifat terobosan yang akseleratif atau afirmatif, bahkan kalau perlu suatu lompatan ke depan sebagai suatu upaya pembangunan dinamis yang mendasar (Zaini, 2011) (Gambar 1).

Terobosan atau lompatan ke depan yang dimaksud antara lain, berupa sistem pembiayaan pembangunannya dan dukungan substitusi teknologi sebagai akseleratornya. Sistem pembiayaan pembangunan yang berpihak kepada daerah tertinggal yang dilengkapi dengan alternatif pembiayaan bernuansa investasi, yang dapat mendorong dinamika pembangunan daerahnya. Sedangkan yang dimaksud dengan substitusi teknologi bagi daerah tertinggal harus dimulai dari perilaku inovatif dari daerah yang bersangkutan.

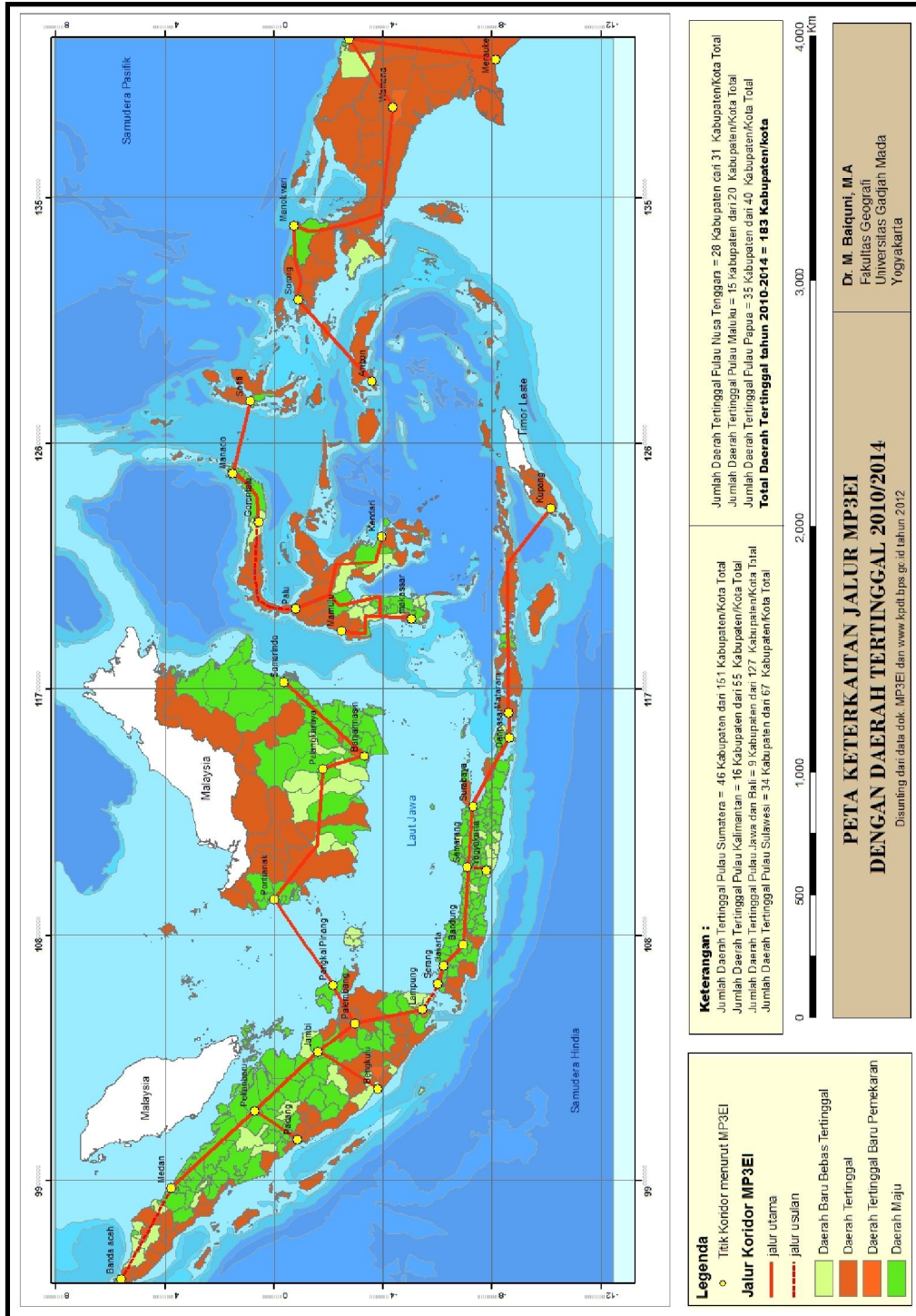
Sehubungan dengan itu daerah tertinggal bisa berperan sebagai wilayah penyangga kegiatan pembangunan di suatu koridor, ataupun bahkan bisa berperan sebagai wilayah utama kegiatan pembangunan daerah tertinggal di suatu koridor. Dengan demikian, maka kontribusi peran Kementerian Pembangunan Daerah Tertinggal (KPDT), dengan kegiatan MP3EI perlu dirumuskan, disusun, dan ditetapkan secara terencana, terstruktur, dan sistemik-sistematis, sehingga implikasinya bagi daerah tertinggal akan memberi dampak

positif bagi pelaksanaan pembangunan di setiap koridor.

Secara garis besar sebaran daerah tertinggal pada Koridor Ekonomi Sumatera, Koridor Ekonomi Jawa, Koridor Ekonomi Kalimantan, dan Koridor Ekonomi Sulawesi berada pada wilayah penyangga. Sedangkan sebaran daerah tertinggal pada Koridor Ekonomi Bali–Nusa Tenggara, dan Koridor Ekonomi Papua–Kepulauan Maluku berada pada wilayah utama. Sebagaimana hasil tumpang susun peta (*map overlay*) sebaran daerah tertinggal dengan koridor MP3EI dapat dianalisis bahwa: (1) Koridor MP3EI terletak di wilayah yang selama ini telah maju dan memiliki hubungan yang kuat seperti terlihat di JLS (Jalur Lintas Sumatera) dan wilayah pantai utara Jawa; (2) Koridor Kalimantan terlihat sebagian besar tidak melewati daerah tertinggal yang umumnya diperbatasan dan merupakan kawasan konservasi hutan belantara; (3) Koridor Sulawesi sebagian melewati daerah tertinggal seperti di Sulawesi Barat dan Sulawesi Tengah dan tenggara; (4) Koridor Bali dan NTT maupun Papua kebanyakan merangkai dengan daerah tertinggal.

Hasil analisis tumpang susun peta juga menunjukkan bahwa koridor pembangunan yang digambarkan hanya keterhubungan darat, belum secara eksplisit digambarkan bagaimana keterhubungan transportasi laut secara lebih mendetail dan konkrit. Kajian dokumen MP3EI juga memperlihatkan gambaran pembangunan koridor darat yang lebih dominan dibandingkan penggambaran detail keterhubungan laut. Ini menunjukkan bahwa MP3EI masih didominasi pembangunan infrastruktur darat dibanding pembangunan infrastruktur kelautan.

Berkaitan dengan eksisting kekuatan ekonomi penggerak pembangunan di daerah tertinggal perlu dipetakan pula. Sebaran aktivitas BUMN dan atau BUMD dan atau swasta nasional pada wilayah operasinya masing-masing di daerah tertinggal akan



Sumber: data primer

Gambar 1. Peta Keterkaitan Jalur MP3EI dengan Daerah Tertinggal 2010/2014

menjadi bahan pertimbangan pelengkap. Dengan demikian, maka gambaran peta potensi sebaran daerah tertinggal yang berlandaskan pada ketiga hal dimaksud (wilayah utama atau penyangga dengan karakteristik potensi wilayah dalam wilayah operasi suatu BUMN, BUMD, dan swasta) akan menjadi kebutuhan nyata yang perlu dikaji lebih komprehensif pada koridor ekonomi nasional.

Adanya kesenjangan pembangunan disebabkan karena lemahnya dinamika dan daya bangkit suatu daerah atau pulau serta lemahnya konektivitas antar daerah atau kepulauan. Aktivitas ekonomi hanya terkonsentrasi di kawasan perkotaan dan beberapa pusat pertumbuhan dengan investasi dan kegiatan ekonomi khusus seperti pertambangan dan perkebunan skala besar yang merupakan pusat-pusat pertumbuhan suatu wilayah. Keterbatasan infrastruktur transportasi (jalan desa, jembatan desa, pelabuhan perintis); infrastruktur informasi dan telekomunikasi (desa pintar, rumah pintar, desa berdering); infrastruktur sosial dan ekonomi (Puskesmas Terapung, pasar desa); serta infrastruktur energi (listrik desa) menjadi penyebab kegiatan ekonomi daerah berbasis industri tidak dapat menyebar ke daerah-daerah tertinggal yang terisolir.

Sebagai dukungan terhadap upaya pengembangan potensi ekonomi wilayah di Koridor Ekonomi Indonesia dengan memperhatikan sistem konektivitas nasionalnya, maka diperlukan SDM yang berkualitas dengan aplikasi IPTEK yang tepat guna. SDM yang berkualitas diperlukan bagi daerah tertinggal, karena wujud kualitasnya akan merupakan jaminan awal keberhasilan pelaksanaan pembangunan bagi daerah tertinggal. Sedangkan aplikasi IPTEK yang tepat guna akan menjadi alat yang digunakan oleh SDM berkualitas tersebut di daerah. Kekuatan budaya dan kemajemukan masyarakat di daerah-daerah juga bisa diperhitungkan menjadi pilar penting pembangunan. Bahkan budaya seyogyanya menjadi

wawasan bagi pembangunan ekonomi yang sesuai dengan jati diri masing-masing daerah.

### **MP3EI dan Wilayah Perbatasan**

Wilayah perbatasan menjadi salah satu isu penting yang menarik untuk dibahas terkait dengan MP3EI, mengingat wilayah perbatasan umumnya masih tertinggal dan dianggap wilayah pinggiran yang kurang diperhatikan. Banyak kabupaten yang merupakan perbatasan dengan negara tetangga seperti di Kalimantan dengan wilayah Serawak, Malaysia ternyata tidak dilalui koridor pembangunan MP3EI. Hanya beberapa kabupaten di Papua yang berbatasan dengan Papua New Guinea yang terangkai dengan koridor pembangunan MP3EI.

Sebagian besar wilayah perbatasan Kalimantan dengan Serawak merupakan daerah tertinggal bila dilihat dari pembangunan ekonomi saja. Namun bila kita mencermati lebih mendalam, wilayah tersebut memiliki hutan hujan tropis yang penting sebagai fungsi pelesarian ekosistem dengan keragaman hayati yang tinggi. Wilayah ini sering disebut *Hart of Borneo* atau jantung konservasi yang sangat penting bagi pulau Kalimantan (Gambar 2).

Dari hasil tumpang susun peta (*map overlay*) di atas dapat dilihat bahwa wilayah perbatasan yang berbasis darat umumnya masih berupa hutan belantara seperti di Kalimantan dan Papua. Dari sisi kepentingan konservasi, maka pendekatan pembangunan dan cara pengembangan ekonomi untuk mencapai kesejahteraan tentu tidak sama dengan *masterplan* MP3EI yang berbasis percepatan pertumbuhan dan perluasan melalui koridor dan komoditi unggulan. Wilayah konservasi memerlukan pendekatan pembangunan yang berbasis ekosistem dan ekonomi lestari (*green economy*). Gagasan ini belum diadopsi dan diinovasi dalam



MP3EI, sehingga bisa diajukan pertanyaan apanya yang "Not Business as Usual"?

Memang tidak bisa berharap banyak pada MP3EI untuk mengurus konservasi ekosistem dan kelestarian sumberdaya dan lingkungan hidup. Bisa dipahami memang ada perbedaan ide percepatan dan perluasan pembangunan ekonomi dengan upaya pelestarian dan pemuliaan lingkungan hidup. Namun tantangan bagi totalitas pembangunan berkelanjutan negara kepulauan Republik Indonesia ini adalah bagaimana menyeimbangkan antara pertumbuhan ekonomi dengan pelestarian ekosistem, pembangunan fisik dengan pembangunan manusia, pembangunan desa dan kota dalam bingkai *Bhinneka Tunggal Ika*.

### **Tantangan Implementasi Kebijakan MP3EI**

Tantangan yang dihadapi untuk memulai langkah implementasi program MP3EI adalah menyelesaikan persoalan kemiskinan, pengangguran dan kesenjangan. Usaha untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi dan pembangunan yang berkeadilan terus dilakukan oleh Pemerintah. Berbagai kebijakan telah digulirkan. Dalam rangka mewujudkan pertumbuhan ekonomi dan pembangunan yang berkeadilan, misalnya, pemerintah menggulirkan program *pro-growth*, *pro-job*, dan *pro-poor* yang disebut sebagai *Triple Track Strategy*.

Untuk program *pro-poor*, misalnya, pemerintah mengeluarkan kebijakan yang mencakup tiga klaster. Klaster pertama, bantuan dan perlindungan sosial berbasis keluarga melalui kebijakan dan program Jamkesmas, Jampersal, BOK, Raskin, PKH, BOS, dan beasiswa untuk siswa/mahasiswa miskin. Klaster kedua, program pemberdayaan masyarakat melalui program PNPM Mandiri, baik PNPM Mandiri di perkotaan maupun di perdesaan. Klaster ketiga adalah

program pemberdayaan usaha mikro dan kecil melalui program Kredit Usaha Kecil (KUR) bagi peningkatan permodalan kerja para wirausaha, kelompok usaha dan koperasi.

Selain tiga klaster itu, Pemerintah kemudian mengembangkan program klaster keempat, yaitu: program murah untuk rakyat. Program ini memberikan "sesuatu" dengan harga murah, sebagian dibantu pemerintah, yang mencakup rumah, kendaraan angkutan, air bersih, listrik, kehidupan nelayan, dan kehidupan masyarakat terpinggirkan perkotaan. Upaya ini untuk mengurangi kesenjangan social yang terjadi ditengah kehidupan masyarakat.

Tantangan selanjutnya adalah reformasi birokrasi yang sangat besar dan kinerjanya lambat. Meski teknologi informasi dan komunikasi (TIK) semakin canggih, tapi sebagian besar birokrasi belum secara efektif memanfaatkan kehandalan TIK ini. Masalah koordinasi lintas sektor dan antar daerah juga menjadi kerumitan tersendiri, sebagai akibat dari ego sektoral dan kompleksitas demokrasi pilihan langsung pimpinan pemerintahan. Banyaknya undang-undang dan peraturan daerah juga bisa menjadi penghambat birokrasi.

Di era otonomi daerah, ego kedaerahan semakin menguat baik dalam konotasi positif maupun negatif. Banyak daerah otonom yang dengan cepat menjual asset sumberdaya alam dan seperti banyak yang lepas kendali. Kecenderungan yang terjadi para pejabat melepas asset sebanyak-banyaknya kepada mitra kerja yang telah mendukungnya dalam pemenangan pemilihan kepala daerah. Fenomena ini banyak disampaikan para pengamat dan tokoh masyarakat yang diwawancarai secara mendalam mengenai perkembangan pembangunan daerah di era otonomi. Akibatnya kerusakan lingkungan semakin luas dan bencana banjir maupun pencemaran menjadi ancaman serius bagi masyarakat banyak.

Apakah implementasi kebijakan MP3EI akan bisa memperbaiki kerusakan lingkungan atau justru turut serta mempercepat kerusakan lingkungan dan memperluas ancaman bencana? Memang sudah selayaknya koridor MP3EI tidak melewati kawasan konservasi seperti di *Sumatra Tropical Rain Forest World Heritage, Hart of Borneo*, maupun taman Nasional Pegunungan Lorentz Papua. Namun pengembangan koridor perlu memperhatikan ekosistem makro maupun mikro dimana komoditi ekonomi unggulan ditambang, diolah atau ditumbuhkan. Sebab tanpa kepedulian terhadap lingkungan, maka pertumbuhan ekonomi akan tenggelam bersama oleh bencana yang akan menimpa.

Isu kedaulatan atas sumberdaya dan lingkungan juga menjadi tantangan yang serius mengingat sesuatu yang dilakukan secara cepat dan meluas akan membawa perubahan drastis atas keseimbangan yang telah ada. Saat ini kedaulatan atas sumberdaya dalam titik nadir, karena telah banyak sumberdaya alam Indonesia dieksploitasi oleh perusahaan asing dari Amerika, Eropa, Jepang, Australia dan belakangan masuk dua raksasa baru yaitu Cina dan India. Mampukah implementasi kebijakan MP3EI mengembalikan kedaulatan di tangan rakyat ataukah justru turut merebutnya dan menyerahkan ke konglomerat?

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan sebagai berikut: (1) *Bhinneka Tunggal Ika* belum menjadi basis ideologi MP3EI, sehingga kecenderungan mengarah pada monokulturisasi pembangunan yaitu pembangunan ekonomi pertumbuhan dengan pilar utama mega proyek dan investasi asing; (2) Koridor MP3EI melintasi jalur yang selama ini sudah berkembang terutama di Sumatera dan Jawa serta Bali. Dalam kaitannya dengan perluasan belum bisa menyambung antara

koridor MP3EI dengan daerah-daerah tertinggal dan belum muncul strategi jitu untuk mendongkrak ketertinggalan tersebut. Koridor MP3EI juga belum memperkuat pembangunan wilayah perbatasan di Kalimantan; (3) Implementasi kebijakan MP3EI masih harus menjawab tantangan besar yaitu: (a) sinkronisasi dengan RPJM dan RPJP Nasional, tata ruang, dan kebijakan otonomi daerah; (b) Reformasi birokrasi juga menjadi semakin rumit ketika orientasi pusat dengan daerah tidak sejalan dan kepentingan antar sektor berbeda, serta (c) Kualitas kepemimpinan dan SDM birokrasi yang belum prima.

Adapun saran yang dapat dikemukakan melalui penelitian ini adalah: Kebijakan MP3EI yang diluncurkan Presiden Susilo Bambang Yudhoyono harus memiliki dasar yang kuat yaitu Pancasila dan *Bhinneka Tunggal Ika* sebagai manifestasi bangsa yang majemuk yang dipersatukan dalam cita-cita luhur. Pelaksanaannya diharapkan mengokohkan kedaulatan rakyat dengan mencerdaskan rakyat dalam berekonomi, membuka kesempatan seluas-luasnya bagi investor dalam negeri dan menjadikan rakyat Indonesia menjadi tuan rumah di negeri sendiri, sebelum membuka diri dan bekerjasama dengan bangsa asing. Memberikan kompensasi program pembangunan yang sifatnya *affirmative* kepada daerah tertinggal dan wilayah perbatasan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pimpinan Fakultas Geografi dan Pusat Studi Pariwisata, Universitas Gadjah Mada yang telah memberi hibah dana penelitian ini. Ucapan terima kasih disampaikan pula kepada Prof. Dr. J. Nasikun yang telah memberi pengkayaan ilmu sosial dan politik, juga kepada Prof. Dr. Rijanta yang telah menjadi mitra diskusi mengenai geografi regional.

## DAFTAR PUSTAKA

- Baiquni, M. (1998) "Transformasi Wilayah di Era Globalisasi, Model-Model Kerjasama Segitiga Pertumbuhan". Makalah dalam *Reorientasi Baru Riset Geografi di Segitiga Pertumbuhan Joglosemar*. Fakultas Geografi UGM (tidak dipublikasikan).
- Baiquni, M. (2004) *Membangun Pusat-Pusat di Pinggiran: Otonomi Di Negara Kepulauan*. PKPEK dan ideAs. Yogyakarta
- Fukuyama, Francis. (1995) *Trust: The Social Virtues and the Creation of Prosperity*. Hamish Hamilton. London.
- Giyarsih, Sri Rum. (2010) "Pola Spatial Transformasi Wilayah di Koridor Yogyakarta dan Surakarta". *Forum Geografi*. Vol 24, No 1, Juli 2010: 28-38.
- Kementerian Koordinator Perekonomian RI. (2011) *Dokumen Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia 2011-2025*. Jakarta
- Kompas 16-2-2012 *MP3EI Merupakan Kapitalisme Semu*. Kompas, Jakarta.
- Muta'ali, L. (1998) "Transformasi Spasial Perkotaan dan Segitiga Pertumbuhan Ekonomi". Makalah dalam *Diskusi Transformasi Wilayah*. Fakultas Geografi UGM. (tidak dipublikasikan).
- Nir, Dov. (1990) *Region as a Socio-environmental System: An Introduction to a Systematic Regional Geography*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.
- Ohmae, Kenichi. (1995) *The End of the Nation State: The Rise of Regional Economies*. HarperCollins Publishers. London.
- Page, J. (1992) *Political Geography*. Oxford University, United Kingdom.
- Sasono, Adi dkk (ed.). (1993) *Pembangunan Regional dan Segitiga Pertumbuhan*. CIDES-Center for Information and Development Studies. Jakarta
- Seers, Dudley. (1979) *The Meaning of Development, with a Postscript*. In Seers, Nafziger, Cruise O'Brien, & Bernstein, pp. 9-30.
- Soesastro, Hadi. (1992) "Perkiraan Pertumbuhan Ekonomi Kawasan Pasifik Barat Hingga Tahun 2010 dan Implikasinya Bagi Permintaan Energi" *Analisis CSIS Tahun XXI No. 6/1992*. Centre for Strategic and International Studies. Jakarta.
- Wesnawa, I Gede Astra. (2010) Dinamika Pemanfaatan Ruang Berbasis Kearifan Lokal di Kabupaten Buleleng, Provinsi Bali. Dalam *Jurnal Forum Geografi*. Vol 24, No 1, Juli 2010: 1-11.
- Zaini, Helmy Faishal. (2011) *MP3EI dan Peran Daerah Tertinggal*. Kementerian Negara Pembangunan Daerah Tertinggal RI, Jakarta.



**DAMPAK TRANSFORMASI WILAYAH TERHADAP KONDISI  
KULTURAL PENDUDUK  
(TINJAUAN PERSPEKTIF GEOGRAFIS)**

***The Impact of Regional Transformation on The Cultural Condition of The Citizen  
(A Review of Geographic Perspective)***

**Sri Rum Giyarsih**

Program Studi Geografi dan Ilmu Lingkungan

Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada

E-mail: rum\_ugm@yahoo.co.uk

**ABSTRACT**

*This research was conducted in Yogyakarta-Surakarta Corridor aiming at analyzing the impacts of regional transformation on the cultural life of the citizens. Method applied in this research is based on the survey technique, with 120 household has been taken as the sample. Sampling technique based on stratified random sampling has been implemented in 4 villages that represent different degrees of accessibility, namely: Maguwoharjo Village-Sleman Regency (very high accessibility), Sumopuro Village-Klaten Regency (high accessibility), Danguran Village-Klaten Regency (medium accessibility), and Jatirejo Village-Boyolali Regency (low accessibility). Analysis technique is taken based on the descriptive quantitative analysis. The findings of this study show us that regional transformation has impacts on citizens cultural condition in the forms of some changes in traditional practices of dealing with pregnancy, birth, transition from childhood to adult life, marriage, and death, from complex practices to simpler ones. In the geographical perspective, this research also reveal the spatial variation (based on the 4 type of the village that represent different degrees of accessibility) from the impact of regional transformation on the cultural life of the citizens.*

**Keywords:** impact, regional transformation, cultural, accessibility

**ABSTRAK**

*Penelitian ini dilakukan di Koridor Yogyakarta-Surakarta yang bertujuan untuk menganalisis dampak transformasi wilayah terhadap kehidupan kultural penduduk. Metode yang digunakan adalah survei dengan pengambilan sampel 120 KK secara stratified random sampling di 4 desa yang mewakili derajat aksesibilitas wilayah yang berbeda yaitu Desa Maguwoharjo Kabupaten Sleman (aksesibilitas wilayah sangat tinggi), Desa Sumopuro Kabupaten Klaten (aksesibilitas wilayah tinggi), Desa Dangruan Kabupaten Klaten (aksesibilitas wilayah sedang), dan Desa Jatirejo Kabupaten Boyolali (aksesibilitas wilayah rendah). Teknik analisis dilakukan secara deskriptif kuantitatif. Penelitian ini menemukan bahwa transformasi wilayah mempunyai dampak terhadap kondisi kultural penduduk yang berupa perubahan adat-istiadat dalam peristiwa kehamilan, kelahiran, peralihan masa anak-anak ke dewasa, perkawinan, dan kematian dari adat-istiadat yang kompleks ke arah adat-istiadat yang lebih sederhana. Dari perspektif geografis penelitian ini juga menemukan adanya variasi spasial (berdasarkan 4 tipe desa yang menggambarkan derajat aksesibilitas wilayah yang berbeda) dari dampak transformasi wilayah terhadap aspek kultural penduduk.*

**Kata kunci:** dampak, transformasi wilayah, kultural, aksesibilitas

## PENDAHULUAN

Istilah transformasi merujuk pada suatu proses pergantian (perbedaan) ciri-ciri tertentu dalam satuan waktu tertentu. Proses ini mengandung tiga unsur penting. Pertama, perbedaan merupakan aspek yang sangat penting dalam proses transformasi karena dengan perbedaanlah dapat dilihat perwujudan dari sebuah proses transformasi. Kedua, konsep ciri atau identitas yang merupakan acuan di dalam suatu proses transformasi, baik ciri sosial, ekonomi, atau ciri penampilan sesuatu. Ketiga, proses transformasi selalu bersifat historis yang terikat pada satuan waktu yang berbeda. Oleh karena itu, transformasi selalu menyangkut perubahan masyarakat dari suatu masyarakat yang lebih sederhana ke masyarakat yang lebih modern dalam satuan waktu yang berbeda (Abdullah, 1994).

Dalam tulisannya Abdullah (1994) hanya menyebutkan bahwa dalam proses transformasi selalu menyangkut perubahan masyarakat dari suatu masyarakat yang lebih sederhana ke masyarakat yang lebih modern dalam satuan waktu yang berbeda. Pakar tersebut tidak pernah mengungkapkan variabel-variabel apa saja yang dapat digunakan untuk mengukur perubahan tersebut.

Teori tentang transformasi masyarakat yang dikemukakan oleh Abdullah (1994) yang menyatakan bahwa transformasi selalu menyangkut perubahan masyarakat dari suatu masyarakat yang lebih sederhana ke masyarakat yang lebih modern dalam satuan waktu yang berbeda digunakan untuk memahami dampak transformasi wilayah terhadap kondisi kultural penduduk di daerah penelitian. Dalam penelitian ini variabel-variabel yang digunakan untuk mengukur dampak transformasi wilayah terhadap berbagai aspek kehidupan tersebut didasarkan pemahaman terdapatnya perubahan keadaan/karakteristik yang semula bersifat kurang modern ke keadaan/karakteristik yang bersifat lebih modern.

Transformasi wilayah merupakan representasi dari perkembangan wilayah yang digambarkan sebagai suatu proses perubahan dan pergeseran karakteristik dari komponen wilayah dalam kurun waktu tertentu sebagai akibat dari hubungan timbal balik antar komponen wilayah tersebut. Adapun batasan kurun waktu tertentu yang digunakan dalam penelitian ini adalah mulai tahun 1990 sampai dengan tahun 2006. Kurun waktu tersebut dipilih berdasarkan pertimbangan bahwa pengukuran tingkat transformasi wilayah dalam penelitian sebelumnya berdasarkan data Podes tahun 1990, 1993, 1996, 2000, 2003, dan 2006. Transformasi wilayah yang terjadi ini dapat berdampak terhadap berbagai aspek kehidupan, baik terhadap sumberdaya lokal, sosial, ekonomi, kultural, maupun teknologi. Dalam penelitian ini dibatasi pada dampak terhadap kehidupan kultural penduduk yang direpresentasikan dengan variabel perubahan adat-istiadat dalam siklus kehidupan baik dalam peristiwa kehamilan, kelahiran, peralihan masa anak-anak ke dewasa, perkawinan, maupun kematian. Dari fakta empiris dapat diketahui bahwa transformasi wilayah berbagai matra (fisikal, sosial, ekonomi) di Koridor Yogyakarta-Surakarta mempunyai intensitas yang tidak sama antar bagian wilayah koridor ini karena adanya perbedaan derajat aksesibilitas wilayah. Dengan demikian dari fakta empiris tersebut sekaligus dapat diformulasikan bahwa permasalahan penelitian (*research problem*) adalah "Apakah wilayah yang memiliki derajat aksesibilitas wilayah yang berbeda juga akan mempunyai dampak transformasi wilayah yang berbeda terhadap kondisi kultural penduduk?".

Penelitian ini dilakukan di Koridor Yogyakarta-Surakarta dengan mengambil sampel 4 desa yang mewakili derajat aksesibilitas wilayah yang berbeda. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk

menganalisis dampak transformasi wilayah terhadap aspek kultural penduduk dalam kurun waktu tahun 1990 sampai dengan tahun 2006. Terdapat dua manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu manfaat teoritis akademis dan praktis empiris. Dari sisi teoritis akademis, penelitian ini diharapkan akan memperkaya teori-teori di bidang geografi perkotaan mengenai dampak transformasi wilayah di koridor antar kota. Dari sisi praktis empiris, penelitian ini bermanfaat untuk memahami dampak positif dan dampak negatif dari transformasi wilayah di Koridor Yogyakarta-Surakarta sebagai landasan berpijak dalam membangun kerangka pikir dan perumusan kebijakan pembangunan wilayah.

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survai. Penelitian ini dilakukan di Koridor Yogyakarta-Surakarta dengan mengambil sampel di 4 desa yang merepresentasikan derajat aksesibilitas wilayah yang berbeda (Gambar 1). Keempat desa yang dimaksud adalah Desa Maguwoharjo Kecamatan Depok Kabupaten Sleman mewakili aksesibilitas wilayah sangat tinggi, Desa Sumopuro Kecamatan Jogonalan Kabupaten Klaten mewakili aksesibilitas wilayah tinggi, Desa Danguran Kecamatan Klaten Selatan Kabupaten Klaten mewakili aksesibilitas wilayah sedang, dan Desa Jatirejo Kecamatan Sawit Kabupaten Boyolali mewakili aksesibilitas wilayah rendah. Pada masing-masing desa terpilih kemudian dilakukan pengumpulan data primer di tingkat rumah tangga. Pengumpulan data primer dilakukan dengan teknik wawancara terstruktur yang dipandu dengan kuesioner. Wawancara dilakukan terhadap 30 rumah tangga di masing-masing desa sehingga total jumlah rumah tangga adalah 120

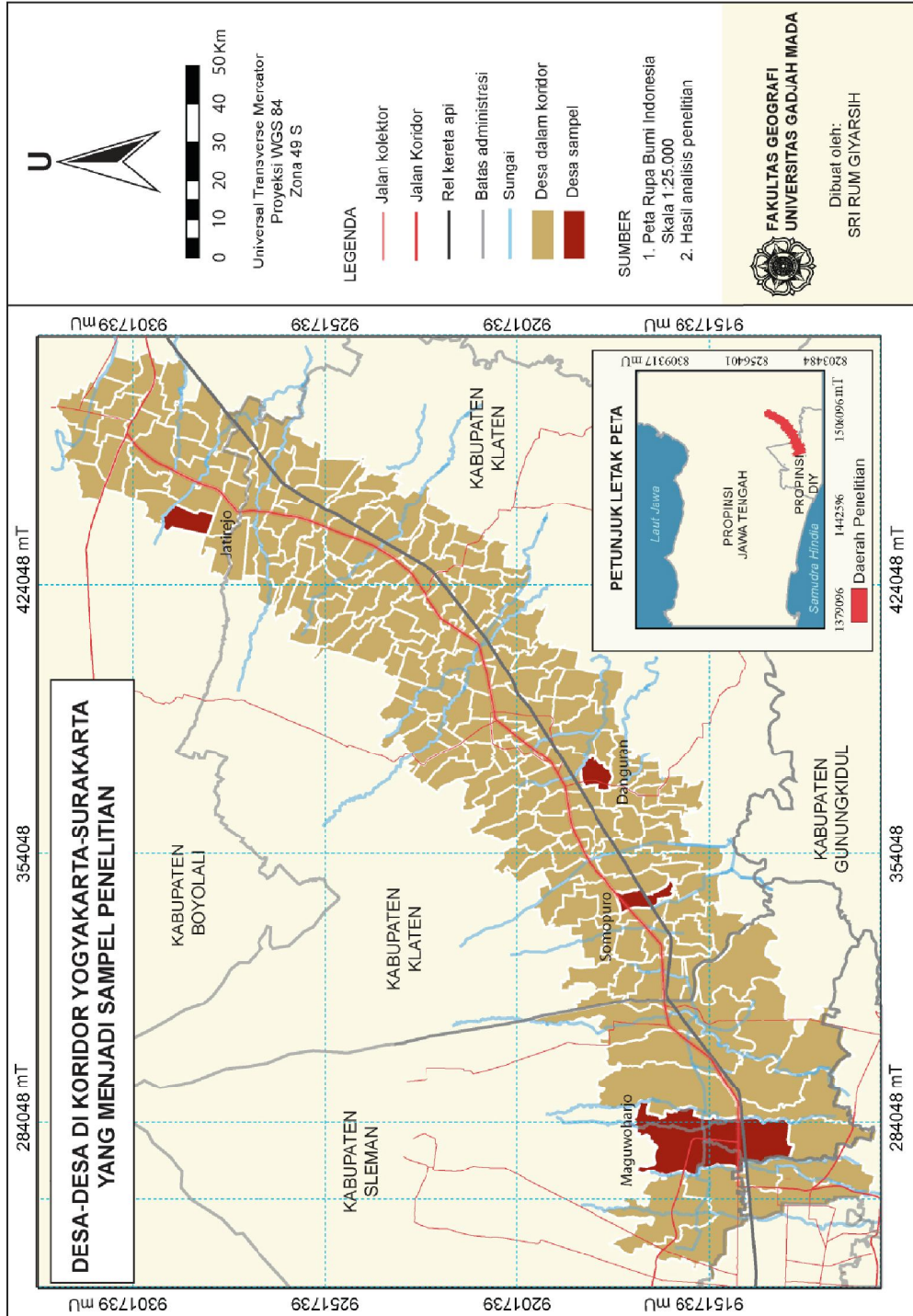
rumah tangga. Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *stratified random sampling* dengan pertimbangan terdapat perbedaan derajat aksesibilitas wilayah di masing-masing desa. Data hasil wawancara terstruktur ini kemudian diolah dengan program SPSS dalam bentuk tabel silang dan dianalisis secara deskriptif kuantitatif yang ditujukan untuk pengukuran dampak.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini dampak transformasi wilayah terhadap kondisi kultural penduduk dianalisis berdasarkan variabel perubahan adat-istiadat dalam siklus kehidupan penduduk. Adapun variabel-variabel yang dimaksud dalam penelitian ini adalah peristiwa kehamilan, kelahiran, peralihan masa anak-anak ke dewasa, perkawinan, dan kematian. Uraian berikut menjelaskan hasil analisis pada masing-masing variabel tersebut.

Dampak transformasi wilayah terhadap kondisi kultural penduduk salah satunya dapat dilihat dari dampak transformasi wilayah terhadap perubahan adat-istiadat dalam peristiwa kehamilan. Dari adat istiadat *mitoni*, hanya penduduk di desa dengan derajat aksesibilitas yang sangat tinggi yang mengalami perubahan intensitas *mitoni* tinggi yaitu 50% (Tabel 1). Di desa dengan tingkat aksesibilitas wilayah rendah tidak dijumpai penduduk yang mengalami perubahan dalam adat-istiadat *mitoni*.

Penelitian ini menemukan bahwa transformasi wilayah mempunyai dampak terhadap perubahan intensitas adat-istiadat *mitoni* di daerah penelitian. Perubahan intensitas adat-istiadat *mitoni* ini berkorelasi dengan tingkat aksesibilitas fisik wilayah. Di desa dengan tingkat aksesibilitas wilayah tinggi lebih banyak dijumpai penduduk yang merasakan adanya perubahan intensitas adat-istiadat *mitoni*.



Gambar 1. Peta Desa-Desa di Koridor Yogyakarta-Surakarta Yang Menjadi Sampel Penelitian

Dilihat dari adat istiadat *brokohan*, hanya di desa dengan tingkat aksesibilitas wilayah sangat tinggi yang mengalami perubahan intensitas adat-istiadat *brokohan* cukup tinggi yaitu 36,7% (Tabel 2). Di sisi lain di desa dengan derajat aksesibilitas wilayah rendah tidak dijumpai adanya perubahan intensitas adat-istiadat *brokohan*. Dengan demikian transformasi wilayah juga mempunyai dampak terhadap perubahan intensitas adat-istiadat *brokohan* di daerah penelitian. Perubahan intensitas adat-istiadat *brokohan* ini juga berkorelasi positif dengan tingkat aksesibilitas fisik wilayah. Di desa-desa dengan tingkat aksesibilitas fisik wilayah tinggi lebih banyak dijumpai penduduk yang merasakan adanya perubahan intensitas adat-istiadat *brokohan*.

Dampak transformasi wilayah terhadap kondisi kultural penduduk salah satunya dapat pula dilihat dari dampak transformasi

wilayah terhadap perubahan intensitas adat-istiadat dalam peristiwa kelahiran. Penelitian ini menemukan bahwa hanya di desa dengan tingkat aksesibilitas wilayah sangat tinggi yang mengalami perubahan intensitas *sepasaran/selapanan bayi* cukup tinggi. Di desa dengan derajat aksesibilitas wilayah rendah tidak dijumpai penduduk yang merasakan adanya perubahan intensitas adat-istiadat *sepasaran/selapanan bayi*.

Dilihat dari adat istiadat *jagongan bayi*, hanya di desa dengan tingkat aksesibilitas wilayah rendah yang tidak mengalami perubahan intensitas *jagongan bayi*. Persentase terbesar dari penduduk yang merasakan adanya perubahan intensitas adat-istiadat *jagongan bayi* dijumpai di desa dengan tingkat aksesibilitas wilayah sangat tinggi yaitu 70%. Dengan demikian dapat dipostulasikan bahwa transformasi wilayah

Tabel 1. Perubahan Adat-Istiadat *Mitoni*

Pernah Mengalami Perubahan Intensitas Adat-Istiadat <i>Mitoni</i>	Tingkat Aksesibilitas Wilayah							
	Sangat Tinggi (Maguwoharjo)		Tinggi (Sumopuro)		Sedang (Danguran)		Rendah (Jatirejo)	
	Jumlah	Persen	Jumlah	Persen	Jumlah	Persen	Jumlah	Persen
Ya	15	50	4	13.3	4	13.3	0	0.00
Tidak	15	50	26	86.7	26	86.7	30	100
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>100</b>

Sumber: hasil analisis

Tabel 2. Perubahan Adat-Istiadat *Brokohan*

Pernah Mengalami Perubahan Intensitas Adat-Istiadat <i>Brokohan</i>	Tingkat Aksesibilitas Wilayah							
	Sangat Tinggi (Maguwoharjo)		Tinggi (Sumopuro)		Sedang (Danguran)		Rendah (Jatirejo)	
	Jumlah	Persen	Jumlah	Persen	Jumlah	Persen	Jumlah	Persen
Ya	11	36.7	3	10	5	16.7	4	13.3
Tidak	19	63.3	27	90	25	83.3	26	86.7
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>100</b>

Sumber: hasil analisis

yang terjadi di daerah penelitian juga mempunyai dampak terhadap perubahan intensitas adat-istiadat *jagongan bayi*. Perubahan intensitas adat-istiadat tersebut berkorelasi dengan tingkat aksesibilitas wilayah. Di desa-desa dengan derajat aksesibilitas wilayah yang relatif tinggi lebih banyak dijumpai penduduk yang merasakan adanya perubahan intensitas adat-istiadat *jagongan bayi*.

Dampak transformasi wilayah terhadap kondisi kultural penduduk salah satunya dapat pula dilihat dari dampak transformasi wilayah terhadap perubahan adat-istiadat dalam peristiwa peralihan anak-anak ke dewasa. Dilihat dari adat istiadat *tetasan*, hanya di desa dengan derajat aksesibilitas wilayah rendah yang tidak mengalami perubahan intensitas adat-istiadat *tetasan* (Tabel 3). Desa dengan tingkat aksesibilitas wilayah sangat tinggi merupakan desa dengan jumlah penduduk terbanyak yang merasakan adanya perubahan intensitas adat-istiadat *tetasan*.

Perubahan intensitas adat istiadat *supitan* dengan persentase terbesar dijumpai di desa dengan derajat aksesibilitas wilayah sangat tinggi. Di sisi lain hanya sekitar 3,3% penduduk di desa dengan tingkat aksesibilitas wilayah rendah yang merasakan perubahan intensitas adat-istiadat *supitan*. Dari fenomena di atas dapat disebutkan

bahwa transformasi wilayah yang terjadi di daerah penelitian juga mempunyai dampak terhadap perubahan intensitas adat-istiadat *tetasan* dan *supitan*. Perubahan intensitas adat-istiadat tersebut berkorelasi dengan derajat aksesibilitas wilayah. Di desa-desa dengan derajat aksesibilitas wilayah yang relatif tinggi lebih banyak dijumpai penduduk yang merasakan adanya perubahan intensitas adat-istiadat *tetasan* dan *supitan*.

Dampak transformasi wilayah terhadap kondisi kultural penduduk yang lain dapat pula dicermati dari dampak transformasi wilayah terhadap perubahan adat-istiadat dalam peristiwa perkawinan. Dilihat dari adat istiadat *buang ancak*, hanya penduduk di desa dengan tingkat aksesibilitas wilayah rendah yang tidak merasakan adanya perubahan intensitas adat-istiadat *buang ancak*. Desa dengan derajat aksesibilitas wilayah sangat tinggi adalah desa dengan jumlah penduduk terbanyak yang merasakan adanya perubahan intensitas adat-istiadat *buang ancak* (Tabel 4).

Dilihat dari adat istiadat *midodareni*, hanya penduduk di desa dengan derajat aksesibilitas wilayah rendah yang tidak mengalami perubahan intensitas *midodareni*. Di sisi lain desa dengan tingkat aksesibilitas wilayah sangat tinggi mempunyai jumlah penduduk yang merasakan adanya per-

Tabel 3. Perubahan Intensitas Adat-Istiadat *Tetasan*

Pernah Mengalami Perubahan Intensitas Adat-Istiadat <i>Tetasan</i>	Tingkat Aksesibilitas Wilayah							
	Sangat Tinggi (Maguwoharjo)		Tinggi (Sumopuro)		Sedang (Danguran)		Rendah (Jatirejo)	
	Jumlah	Persen	Jumlah	Persen	Jumlah	Persen	Jumlah	Persen
Ya	21	70	16	53	8	26.7	0	0
Tidak	9	30	14	47	22	73.3	30	100
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>100</b>

Sumber: hasil analisis

ubahan intensitas adat-istiadat *midodareni* dengan persentase tertinggi.

Di desa dengan derajat aksesibilitas wilayah sangat tinggi dijumpai jumlah penduduk terbesar yang merasakan adanya perubahan intensitas adat-istiadat *melempar sirih* (73,3%). Di desa dengan tingkat aksesibilitas wilayah rendah tidak ditemui penduduk yang merasakan adanya perubahan intensitas adat-istiadat *melempar sirih*.

Dilihat dari adat istiadat *mecah telur*, hanya penduduk di desa dengan derajat aksesibilitas wilayah rendah yang tidak mengalami perubahan intensitas *mecah telur* sedangkan desa dengan tingkat aksesibilitas wilayah sangat tinggi mengalami perubahan intensitas *mecah telur* yang cukup tinggi. Ditinjau dari perubahan intensitas adat istiadat *sungkeman pengantin*, penduduk yang merasakan adanya perubahan dengan persentase terbesar dijumpai di desa dengan derajat aksesibilitas wilayah sangat tinggi. Di desa dengan tingkat aksesibilitas wilayah rendah tidak dijumpai adanya penduduk yang merasakan perubahan intensitas *sungkeman pengantin*.

Di desa dengan tingkat aksesibilitas wilayah sangat tinggi dijumpai jumlah penduduk yang merasakan adanya perubahan intensitas adat-istiadat *sepasaran pengantin* dengan persentase terbesar (70%).

Di sisi lain jumlah penduduk dengan persentase terkecil yang merasakan adanya perubahan intensitas adat-istiadat *sepasaran pengantin* dijumpai di desa dengan derajat aksesibilitas wilayah rendah.

Berdasarkan analisis tersebut dapat disebutkan bahwa transformasi wilayah yang terjadi di daerah penelitian juga mempunyai dampak terhadap perubahan intensitas adat-istiadat *buang ancak*, *midodareni*, *melempar sirih*, *mecah telur*, *sungkeman pengantin*, dan *sepasaran pengantin*. Perubahan intensitas adat-istiadat tersebut berkorelasi positif dengan derajat aksesibilitas wilayah. Di desa-desa dengan derajat aksesibilitas wilayah yang relatif tinggi lebih banyak dijumpai penduduk yang merasakan adanya perubahan intensitas adat-istiadat tersebut.

Dampak transformasi wilayah terhadap kondisi kultural penduduk lainnya juga dapat dicermati dari perubahan intensitas adat-istiadat dalam peristiwa kematian. Dilihat dari adat istiadat *kenduri* saat orang meninggal dunia, di desa dengan derajat aksesibilitas wilayah sangat tinggi dijumpai sebanyak 23,3% penduduk mengalami perubahan tersebut. Sementara itu di desa dengan tingkat aksesibilitas wilayah rendah tidak dijumpai penduduk yang merasakan adanya perubahan intensitas adat-istiadat *kenduri* saat orang meninggal dunia.

Tabel 4. Perubahan Intensitas Adat-Istiadat *Buang Ancak*

Pernah Mengalami Perubahan Intensitas Adat-Istiadat Buang Anak	Tingkat Aksesibilitas Wilayah							
	Sangat Tinggi (Maguwoharjo)		Tinggi (Sumopuro)		Sedang (Danguran)		Rendah (Jatirejo)	
	Jumlah	Persen	Jumlah	Persen	Jumlah	Persen	Jumlah	Persen
Ya	26	86.3	22	73.3	16	53.3	0	0
Tidak	4	26.7	8	26.7	14	46.7	30	100
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>100</b>

Sumber: hasil analisis

Dilihat dari adat istiadat *kenduri* 3 hari setelah orang meninggal dunia, penduduk di semua tipe desa masih tetap melakukan adat istiadat *kenduri*. Dilihat dari distribusi keruangannya, sejumlah 33,3% penduduk di desa dengan derajat aksesibilitas wilayah sangat tinggi dan sebesar 23,3% penduduk di desa dengan tingkat aksesibilitas wilayah tinggi merasakan perubahan intensitas adat-istiadat *kenduri* 3 hari setelah orang meninggal dunia. Di sisi lain hanya sekitar 3,3% penduduk di desa dengan tingkat aksesibilitas wilayah rendah yang merasakan hal tersebut.

Dilihat dari adat istiadat *kenduri* 7 hari setelah orang meninggal dunia, dapat diketahui bahwa persentase terbesar dari penduduk yang merasakan adanya perubahan intensitas adat-istiadat *kenduri* 7 hari setelah orang meninggal dunia ditemukan di desa dengan derajat aksesibilitas wilayah sangat tinggi dan desa dengan tingkat aksesibilitas wilayah tinggi (masing-masing 23,3%). Sementara itu, desa dengan derajat aksesibilitas wilayah rendah merupakan desa yang mempunyai jumlah penduduk yang merasakan adanya perubahan intensitas adat-istiadat *kenduri* 7 hari setelah orang meninggal dunia dengan persentase terkecil.

Apabila dicermati dari adat istiadat *kenduri* 40 hari setelah orang meninggal dunia, dapat ditemukan bahwa penduduk di desa dengan derajat aksesibilitas wilayah sangat tinggi masih mempunyai persentase terbesar yang merasakan adanya perubahan intensitas adat-istiadat *kenduri* 40 hari setelah orang meninggal dunia. Di lain pihak jumlah penduduk dengan persentase terkecil yang merasakan adanya perubahan intensitas adat-istiadat *kenduri* 40 hari setelah orang meninggal dunia ditemukan di desa dengan tingkat aksesibilitas wilayah rendah yaitu sebesar 3,3%.

Dilihat dari adat istiadat *ruwahan/nyadran*, jumlah penduduk yang merasakan perubahan intensitas adat-istiadat *ruwahan/nyadran* dengan persentase terbesar ditemukan di desa dengan derajat aksesibilitas wilayah sangat tinggi (63%). Desa dengan tingkat aksesibilitas wilayah tinggi dengan jumlah penduduk 43,3% merupakan desa dengan persentase terbesar kedua setelah desa dengan tingkat aksesibilitas wilayah sangat tinggi yang penduduknya merasakan adanya perubahan intensitas adat-istiadat *ruwahan/nyadran*. Di lain pihak di desa dengan derajat aksesibilitas wilayah rendah adalah desa dengan jumlah penduduk yang merasakan adanya perubahan intensitas adat-istiadat *ruwahan/nyadran* dengan persentase terkecil yaitu sebesar 3,3% (Tabel 5).

Dampak transformasi wilayah terhadap kondisi kultural penduduk dalam penelitian ini dilihat dari perubahan adat-istiadat dalam siklus kehidupan penduduk yang diukur dari perubahan adat-istiadat dalam peristiwa kehamilan, kelahiran, masa peralihan anak-anak ke dewasa, perkawinan, dan peristiwa kematian (dari adat-istiadat yang kompleks ke adat-istiadat yang lebih sederhana). Gejala perubahan adat-istiadat dalam peristiwa kehamilan dari adat-istiadat yang kompleks ke adat-istiadat yang lebih sederhana sebagai dampak transformasi wilayah disebabkan oleh infiltrasi nilai-nilai kultural kekotaan ke suatu wilayah. Pada masa sebelumnya adat-istiadat dalam peristiwa kehamilan dilaksanakan secara lengkap yakni upacara 5 bulan peristiwa kehamilan dan upacara 7 bulan peristiwa kehamilan. Saat ini upacara 5 bulan peristiwa kehamilan tersebut hampir tidak pernah dilaksanakan.

Perubahan adat-istiadat dalam peristiwa kelahiran juga mengalami perubahan dari adat-istiadat yang kompleks ke adat-istiadat yang lebih sederhana sebagai dampak transformasi wilayah disebabkan



oleh infiltrasi nilai-nilai kultural kekotaan ke suatu wilayah. Pada masa sebelumnya adat-istiadat dalam peristiwa kelahiran dilaksanakan secara lengkap yaitu *brokohan*, *njenang lemu*, kenduri *sepasaran bayi*, kenduri *selapanan bayi*, serta *jagongan bayi* selama 35 hari. Saat ini upacara-upacara tersebut sebagian telah ditinggalkan oleh penduduk dan dibuat menjadi lebih sederhana misal hanya diambil salah satu saja dari rangkaian upacara-upacara tersebut. *Jagongan bayi* yang semula dilaksanakan selama 35 hari sekarang diringkas dan hanya dilaksanakan sehari pada saat kelahiran bayi.

Perubahan adat-istiadat dalam masa peralihan dari anak-anak ke dewasa dari upacara yang bersifat kompleks menjadi upacara yang lebih sederhana disebabkan oleh infiltrasi nilai-nilai kultural kekotaan ke suatu wilayah. Pada masa sebelumnya penduduk melaksanakan upacara *tedhak siti* bagi anak-anak yang baru pertama kali dapat berjalan, upacara *supitan* bagi anak laki-laki dan upacara *tetesan* bagi anak perempuan. Pada saat ini upacara *tedhak siti* tersebut sudah tidak pernah dilaksanakan oleh penduduk, demikian pula untuk upacara *tetesan*. Adat-istiadat dalam masa peralihan anak-anak ke dewasa yang masih dapat dijumpai saat ini adalah hanya upacara *supitan*.

Perubahan adat-istiadat dalam peristiwa perkawinan dari adat-istiadat yang kompleks ke adat-istiadat yang lebih sederhana disebabkan oleh infiltrasi nilai-nilai kultural kekotaan ke suatu wilayah. Pada masa sebelumnya dalam adat-istiadat perkawinan dilaksanakan upacara melempar sirih, memecah telur, *wijikan*, *dhahar kembul*, *sungkeman*, dan *sepasaran manten*. Pada saat ini beberapa upacara tersebut telah ditinggalkan oleh penduduk. Adanya infiltrasi nilai-nilai kultural kekotaan tersebut menyebabkan banyak penduduk yang mengubah pola pesta perkawinan dari gaya tradisional ke gaya modern. Gaya tradisional dalam pesta perkawinan ditandai dengan pesta yang didahului oleh upacara-upacara tersebut dan dilanjutkan dengan sambutan-sambutan dari pihak pengantin perempuan, pihak pengantin laki-laki, dan aparat dusun/desa setempat. Gaya modern ditengarai oleh adanya pesta perkawinan yang disebut *standing party* yaitu para tamu undangan tidak disuguhi dengan upacara-upacara tersebut namun langsung ber-salaman dengan pengantin kemudian makan dan pulang.

Perubahan adat-istiadat dalam peristiwa kematian dari adat-istiadat yang kompleks ke adat-istiadat yang lebih sederhana juga disebabkan oleh infiltrasi nilai-nilai kultural

Tabel 5. Perubahan Intensitas Adat-Istiadat *Ruwahan/Nyadran*

Pernah Mengalami Perubahan Intensitas Adat-Istiadat <i>Ruwahan/Nyadran</i>	Tingkat Aksesibilitas Wilayah							
	Sangat Tinggi (Maguwoharjo)		Tinggi (Sumopuro)		Sedang (Danguran)		Rendah (Jatirejo)	
	Jumlah	Persen	Jumlah	Persen	Jumlah	Persen	Jumlah	Persen
Ya	19	63	13	43.3	5	17	1	3.3
Tidak	11	37	17	56.7	25	83	29	96.7
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>100</b>

Sumber: hasil analisis

kekotaan ke suatu wilayah. Pada masa sebelumnya penduduk melaksanakan upacara kenduri pada saat orang meninggal dunia, *kenduri* 3 hari setelah orang meninggal dunia, *kenduri* 7 hari setelah orang meninggal dunia, *kenduri* 40 hari setelah orang meninggal dunia, *kenduri* 100 hari setelah orang meninggal dunia, *kenduri* 1 tahun setelah orang meninggal dunia, *kenduri* 2 tahun setelah orang meninggal dunia, dan *kenduri* 1000 hari setelah orang meninggal dunia. Pada saat ini upacara-upacara kenduri tersebut telah disederhanakan misal *kenduri* saat orang meninggal dunia, 3 hari setelah orang meninggal dunia, dan 7 hari setelah orang meninggal dunia diringkas menjadi satu dan dilaksanakan pada saat orang meninggal dunia.

Berdasarkan hasil dan pembahasan dalam penelitian ini sekaligus dapat dipostulaskan bahwa transformasi wilayah yang terjadi di daerah penelitian berdampak terhadap perubahan adat-istiadat dari adat-istiadat yang kompleks ke arah adat-istiadat yang sederhana (*simple*) dalam keseluruhan siklus kehidupan penduduk. Perubahan adat-istiadat tersebut sebagai ekspresi dari perubahan pandangan dan pola hidup penduduk yang cenderung semakin praktis. Pandangan dan pola hidup yang praktis adalah salah satu karakter yang menengarai kehidupan penduduk yang bersifat kekotaan. Transformasi wilayah terjadi melalui infiltrasi nilai-nilai kultural kekotaan di daerah penelitian. Infiltrasi nilai-nilai kultural kekotaan inilah yang menyebabkan perubahan pandangan dan pola hidup penduduk yang cenderung semakin praktis. Perubahan pandangan dan pola hidup penduduk yang cenderung semakin praktis inilah yang dijabarkan menjadi beberapa variabel penelitian seperti telah diuraikan sebelumnya.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat pula dipostulaskan bahwa dari perspektif

geografis terdapat variasi spasial dampak transformasi wilayah terhadap kondisi kultural penduduk yang berupa perubahan adat-istiadat dalam siklus kehidupan penduduk. Adapun variasi spasial yang dimaksudkan dalam penelitian ini adalah derajat aksesibilitas fisik wilayah yang berbeda di keempat desa sampel penelitian (Lihat Gambar 1). Transformasi wilayah yang terjadi di Desa Maguwoharjo (aksesibilitas sangat tinggi) yang terletak berbatasan langsung dengan jalan Yogyakarta-Surakarta (jalan arteri primer) dan jalan lingkar (*ringroad*) Yogyakarta misalnya mempunyai dampak yang lebih kuat terhadap kondisi kultural penduduk dari pada di desa-desa lainnya yang memiliki derajat aksesibilitas wilayah lebih rendah. Hasil penelitian ini sejalan dengan beberapa penelitian terdahulu yaitu penelitian yang dilakukan oleh Deshpande, Arunachalam, dan Bhat (1980), Sinha (1980), Bryant, Russwurm, dan McLellan (1982), Sundaram dan Rao (1984), Affendi (1993), Subroto dan Setyadi (1997), Muta'ali (1998), dan Baiquni (1998). Hasil penelitian ini juga senada dengan temuan Tacoli (2003), Prakosa dan Kurniawan (2006) dalam penelitiannya. Lebih jauh hasil penelitian ini juga tidak bertentangan dengan apa yang diungkapkan oleh Yunus (2007) dan Yunus (2008).

## KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa transformasi wilayah mempunyai dampak terhadap kondisi kultural penduduk yang berupa perubahan adat-istiadat dalam siklus kehidupan penduduk yang meliputi peristiwa kehamilan, kelahiran, peralihan masa anak-anak ke dewasa, perkawinan, dan kematian dari adat-istiadat yang kompleks ke arah adat-

istiadat yang lebih sederhana. Dari perspektif geografis penelitian ini juga menyimpulkan adanya variasi spasial (berdasarkan 4 tipe desa yang menggambarkan derajat aksesibilitas wilayah yang berbeda) dari dampak transformasi wilayah terhadap aspek kultural penduduk. Transformasi wilayah yang terjadi di desa dengan derajat aksesibilitas wilayah lebih tinggi juga mempunyai dampak yang lebih kuat terhadap kondisi kultural penduduk dari pada di desa-desa lainnya yang memiliki derajat aksesibilitas wilayah lebih rendah.

Berdasarkan temuan penelitian ini sekaligus dapat disimpulkan bahwa infiltrasi nilai-nilai kultural kota akan lebih mudah terjadi di desa-desa dengan derajat aksesibilitas wilayah yang lebih tinggi dari pada desa-desa dengan aksesibilitas wilayah lebih rendah. Hal ini terjadi karena desa-desa yang memiliki derajat aksesibilitas wilayah yang lebih tinggi akan lebih mudah berinteraksi dengan wilayah lain yang bersifat kota sehingga arus teknologi informasi kota juga lebih mudah terinfiltrasi di wilayah ini.

Implikasi kebijakan yang dapat ditawarkan adalah dengan menciptakan kutub-kutub pertumbuhan baru di desa-desa yang memiliki derajat aksesibilitas rendah. Kutub-

kutub pertumbuhan baru ini diharapkan akan berperan sebagai mediator untuk terjadinya interaksi yang intens dengan wilayah kota. Dengan demikian diharapkan infiltrasi nilai-nilai kota yang bersifat positif yang akan berguna bagi pembangunan wilayah yang bermuara pada peningkatan kesejahteraan penduduk akan lebih mudah terjadi di wilayah ini.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Tulisan ini merupakan bagian dari penelitian disertasi penulis yang dilakukan pada tahun 2009. Oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih yang tak terhingga kepada Prof. Dr. A.J. Suhardjo, MA., Dr. Ir. Sudaryono, M.Eng, dan Prof. Dr. H. Hadi Sabari Yunus, MA., DRS., yang dengan penuh perhatian dan kesabaran telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan tulisan ini. Di samping itu, rasa terima kasih yang tulus juga ingin penulis sampaikan kepada yang terhormat Prof. Dr. R. Sutanto, Prof. Dr. H. Suratman, M.Sc., Prof. Dr. R. Rijanta, M.Sc., Prof. Dr. Hartono, DESS., DEA., dan Prof. Dr. Enok Maryani, M.Si., yang telah memberi koreksi dan masukan yang sangat berarti demi sempurnanya tulisan ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Irwan. 1994. Paradigma Sosial Budaya Tentang Transformasi Sosial. *Seminar Sehari Transformasi Sosial Pada Masyarakat Semi Industri Pada Tanggal 13 September 1994 di Yogyakarta* Himpunan Indonesia untuk Pengembangan Ilmu-Ilmu Sosial (HIPPIIS). Jakarta.
- Affendi, Anwar. 1993. "Dampak Alih Fungsi Lahan Sawah Menjadi Lahan Non Pertanian di Sekitar Wilayah Perkotaan". *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*. No.10 Desember 1993. ITB. hal 27-4.
- Baiquni. 1998. Transformasi Wilayah di Era Globalisasi, Model-Model Kerjasama Segitiga Pertumbuhan. Paper dipersiapkan dalam rangka *Reorientasi Baru Riset Geografi di Segitiga Pertumbuhan Joglosemar* di Fakultas Geografi UGM. Yogyakarta (Tidak dipublikasikan).

- Bryant, C.R. Russwurn and McLellan. 1982. *The City's Countrysides : Land and Its Management in Rural Urban Fringe*. Longman Inc. New York.
- Deshpande, C.D. ; Arunachalam, B. and Bhat. 1980. *Impact of A Metropolitan City on the Surrounding Region*. Concept Publishing Company. New Delhi.
- Giyarsih, Sri Rum. 2010. Pola Spasial Transformasi Wilayah di Koridor Yogyakarta-Surakarta. *Forum Geografi*. Vol .24 No. 1 Juli 2010,pp. 28-38.
- Muta'ali, Luthfi. 1998. Transformasi Spasial Perkotaan dan Segitiga Pertumbuhan Ekonomi. Paper disampaikan dalam *Diskusi Insidentil tentang Transformasi wilayah* di Fakultas Geografi UGM Yogyakarta 14 Maret 1998.
- Prakosa, Bambang Sriyanto Eko. Andri Kurniawan. 2006. Pengaruh Urbanisasi Spasial Terhadap Transformasi Wilayah Pinggiran Kota Yogyakarta Indonesia. *Laporan Penelitian Hibah Pekerti*. Fakultas Geografi UGM. Yogyakarta.
- Rindarjono, Mohammad Gamal. 2007. Residential Mobility di Pinggiran Kota Semarang Jawa Tengah (Studi Kasus Kaum Miskin Kota di Kota Semarang). *Forum Geografi Vol 21 No 2 Desember 2007 Hal 135-146*.
- Sinha, M.M.P. 1980. *The Impacts of Urbanisation on Land Use in the Rural Urban Fringe*. Concept Publishing Company. New Delhi.
- Subroto, Yoyok Wahyu. dan Setyadi. 1997. Proses Transformasi Spasial dan Sosio Kultural Desa-Desa di Daerah Pinggiran Kota (Urban Fringe) di Indonesia (Studi Kasus Yogyakarta). *Laporan Penelitian Ilmu Pengetahuan Dasar*. Yogyakarta. Pusat Studi Lingkungan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. (Tidak dipublikasikan)
- Sundaram, K.V. and Rao, V.L.S. Prakasa. 1984. *Metropolitan Expansion in India: Spatial Dynamics and Rural Transformation* . In: Tim P. Baylis-Smith and Sudhir Wanmali [eds.]: *Understanding Green Revolution: Agrarian Change and Development Planning in South Asia*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Tacoli, Cecilia. 2003. "The Links Between Urban and Rural Development". *Environment and Urbanization Vol. 15. No. 1 April 2003page 3-12*.
- Yunus, Hadi Sabari. 2001. Perubahan Pemanfaatan Lahan di Pinggiran Kota, Kasus di Pinggiran Kota Yogyakarta. *Disertasi*. Yogyakarta. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta (Tidak dipublikasikan).
- 2007. *Megapolitan : Konsep, Problematika, dan Prospek*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- 2008. *Dinamika Wilayah Peri Urban, Determinan Masa Depan Kota*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Webster, Noah. 1966. *Webster's Third New International Dictionary*. G.C. Merriam Company Publisher. Springfield.

# ANALYZING AND ESTIMATING THE IMPACT OF LANDSLIDE TO ROAD IN SAMIGALUH DISTRICT, KULON PROGO REGENCY

## *Analisis dan Estimasi Dampak Longsorlahan terhadap Jaringan Jalan di Kecamatan Samigaluh, Kabupaten Kulonprogo*

Eko Setya Nugroho<sup>1</sup>, Danang Sri Hadmoko<sup>2</sup>, Cees van Westen<sup>3</sup>, Nanette Kingma<sup>3</sup>

<sup>1</sup> BAPEDA Kabupaten Kulonprogo

<sup>2</sup> Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada

<sup>3</sup> Faculty of Geo-information Science and Earth Observation, University of Twente,

The Netherlands

E-mail: tsaqifa\_xcho@yahoo.com

### **ABSTRACT**

*In this study, direct risk assessment was developed for various scenarios on the basis of hazard (e.g. spatial probability, temporal probability and magnitude class), vulnerability and estimating cost of road damage. Indirect risk assessment was derived from traffic interruption. The impact of landslide both direct and indirect impact were analyzed in the road segment 174. The research results show the highest direct impact of debris slide type of magnitude I located in the 20<sup>th</sup> mapping unit. The lowest direct impact of debris slide type of magnitude I can be founded in the 18<sup>th</sup> mapping unit. The direct impact of rock fall type of magnitude I which is located in the 6<sup>th</sup> mapping unit. Meanwhile, indirect impact which was caused by road blockage is Rp. 4,593,607.20 and Rp. 4,692,794.40 by using network analysis and community perception methods respectively. After class classification, road segment 174 is dominated by very low hazard, very low vulnerability and very low direct impact.*

**Keywords:** road segment, landslide hazard, road vulnerability, direct impact, indirect impact

### **ABSTRAK**

*Dalam penelitian ini, pengukuran dampak langsung (direct risk assessment) di bentuk dari beberapa skenario berdasarkan elemen penyusun bahaya (hazard)(antara lain : spatial probability, temporal probability and magnitude class), kerentanan (vulnerability) dan perkiraan biaya kerusakan jalan. Sedangkan dampak tidak langsung (Indirect risk) diperoleh dari lalu lintas yang terganggu akibat adanya longsor. Kedua dampak longsor baik langsung maupun dampak tidak langsung diukur dan dianalisa di ruas jalan no 174. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dampak langsung dari longsor tipe debris dengan magnitude I terletak di mapping unit ke 20. Dampak langsung terendah untuk longsor tipe debris dengan magnitude I, terletak di mapping unit ke 18. Untuk dampak langsung dari longsor tipe rockfall untuk magnitude I berlokasi di mapping unit 6. Sedangkan untuk dampak tidak langsung yang diakibatkan oleh longsor adalah sebesar Rp. 4,593,607.20 jika dihitung dengan menggunakan metode network analysis dan Rp. 4,692,794.40, bila dihitung dengan metode persepsi masyarakat. Setelah dikelaskan, segmen jalan no 174 didominasi oleh tingkat bahaya sangat rendah, tingkat kerentanan sangat rendah dan tingkat dampak langsung sangat rendah.*

**Kata kunci:** segmen jalan, bahaya longsorlahan, kerentanan jalan, dampak langsung, dampak tidak langsung

## INTRODUCTION

Actually, Samigaluh District is situated on the Menoreh limestone mountain, which is susceptible to landslide hazards. The event is initially a geomorphology process starting with erosion (Priyono, et al., 2011). This is due to several factors such as: steep slopes, humid climate, earthquakes occurrence and human activity (mining, heavy development, agriculture) (Hadmoko et.al, 2010). Based on the percentage of catastrophic events in 2009, it can be understood that landslide of 59.1%, flooding of 4.5% and hurricanes as much as 36.4%, respectively (Data obtained from the *Kesbang Linmas Office Kulon Progo*). Landslide in Samigaluh generated a large amount of damage and even loss of life. Landslides also cause damage to the road network. Based on data recorded from *Kantor Kesbang Linmas Kulon Progo Regency* (Agency for National Unity and Community Protection) in 2010, the most of landslide hit road which are 26 events (54.17%) are located in Samigaluh District.

Road network is as a vital infrastructure to support local development. Road will support transportation, economic development and ease of mobility of people, goods and services. The availability of road infrastructure has a very strong relationship with regional growth rates among others, marked by economic growth and prosperity.

In this study, the estimation of landslide impact to road considers the comprehensive estimation including the direct impact and indirect impact estimation as well. Besides that, the assessment of landslide impact used quantitative method which quantifies landslide probabilities (spatial probabilities & temporal probabilities). The assessment of landslide impact to road using this method is very limited in Indonesia, especially in Kulon Progo Regency. By using this method, the comprehensive estimations of landslide impact to road

might be assessed and predicted better. Due to this reason, it was necessary to estimate the impact of landslide risk to road in Samigaluh District, Kulon Progo Regency

Samigaluh District which lies between 110° 7' 00"E - 110° 13' 00 E and 7° 38' 40"S - 7° 43' 15" S. Samigaluh District consists of 7 villages which are Kebonharjo, Banjarsari, Pagerharjo, Ngargosari, Gerbosari, Sidoharjo and Purwoharjo village. Total area of Samigaluh District is 6,736.78 Ha. Meanwhile, road networks consist of provincial roads, district roads and village roads. Administrative map and road networks map of Samigaluh District is presented in (Figure 1).

The Slope class of > 45 % covers 29.76 % from total area. Rainfall value ranging between 248 mm - 277 mm which was categorized as almost high class. Breccia rock is the largest percentage covering 55.64 % of the total area of research. Breccia rocks in the study area have a high degree of weathering which can cause a mass movement. Meanwhile, landuse is dominated by mixed garden which cover 39.54 % from total area.

## RESEARCH METHOD

### Landslide Inventory and Landslide Density

In this study, authors collected landslide historical data by using information from people who live around the incident and key informant. (Wahono, 2010) the local community information can help to determine the landslide location and landslide boundary. The lack of historical data (especially historical data of landslide hit road) in institutional/office is caused usually people didn't report this event to office. (Budeta, 2002) stated that landslide events which didn't cause life threatening and heavy damage were usually not reported. On the other hand, village office will collect data related with big land-

slides hitting road only. Although people didn't record landslide events, they still remember those events, especially people who live in the surrounding events.

### Mapping Unit

In this study, author used several factors to create mapping unit, namely; micro slope, and landuse in which those factors will influence landslide event. Rainfall and lithology factors were not considered because these factors have 1 class only (homogeneous). It means that spatially, these factors aren't significant on segment 174. Mapping unit was created by considering road buffer 30 m right and left along roads. This value (30 m) was used because the furthest of landslide boundary is 30 m from road. After overlying 2 factors above, it can be obtained mapping unit of road segment 174 which are 77 mapping units.

### Hazard Zone

Normally, a landslide hazard zonation consists of two major aspects e.g. spatial probability of landslide and temporal probability which is related to the magnitude return period of the triggering event and the occurrence of landslides (Varnes, 1984). To determine hazard, it is used the equation below (Nayak, 2010):

$$H = P(s) \times T(p) \times M \text{-----} (1)$$

P (s) = spatial probability

T (p) = temporal probability

M = magnitude

### Spatial Probability

It was approached by determining the density of landslides per unit of mapping, which shows the spatial probability. Spa-

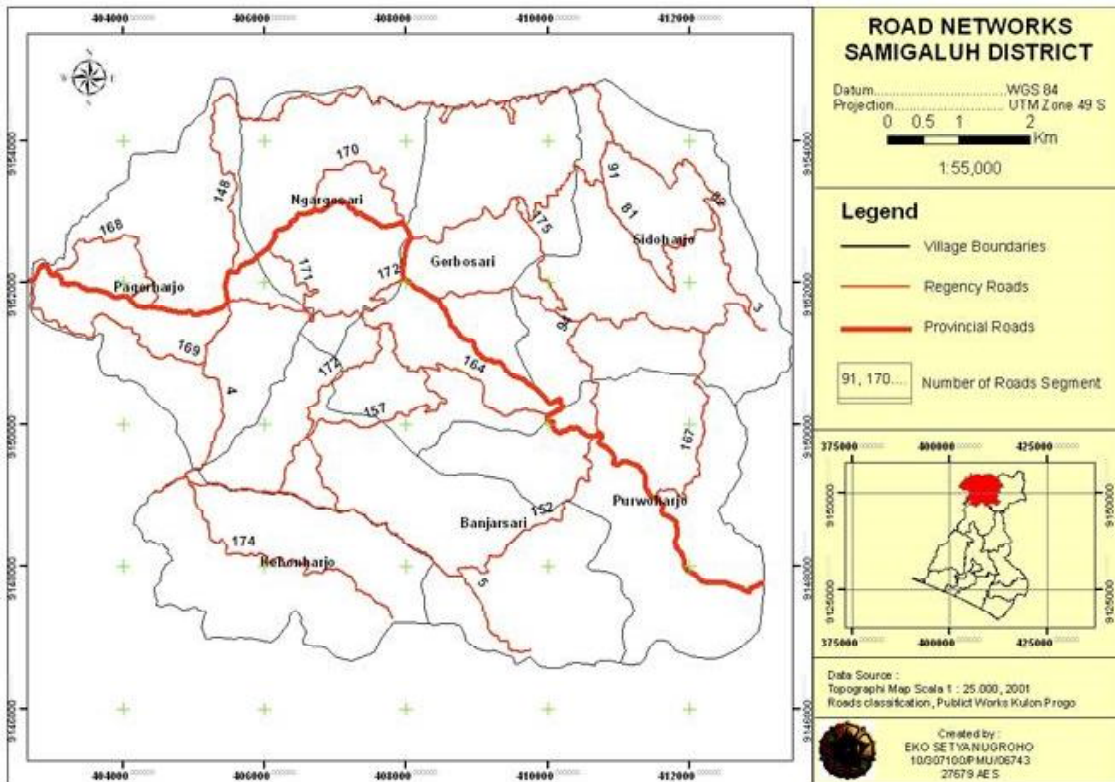


Figure 1. Administrative Map and Road Network Map of Samigaluh District

tial probability can be determined by using the following equation (Nayak, 2010).

$$P(s) = AL/AM \text{ ----- (2)}$$

P(s) = spatial probability of landslide in a mapping unit

AL = area of landslide type and particular magnitude in a mapping unit

AM = area of that particular mapping unit

### Temporal Probability

Temporal probability can be approximated by using poisson model. The probability of occurring  $n$  number of slides in a time  $t$  is given by equation below (Nayak, 2010):

$$P[N(t)] = 1 - [\exp(-\lambda t)] \text{ ----- (3)}$$

N = total number of landslide occurred a time  $t$

$\lambda$  = average rate landslides occurrence

Here time  $t$  is specified, whereas rate  $\lambda$  is estimated

### Magnitude

In this research, author used the magnitude classification based on standard created by Jaiswal to determine magnitude level for different type of landslide.

### Vulnerability of road network

Road vulnerability considered the degree of loss of road network which was shown in the degree of road damage. To calculate vulnerability of road network is used the following formula:

$$V = AD/TA \text{ ----- (4)}$$

V = vulnerability of road

AD = road damaged area and or landslide mass covering road area in the road segment

TA = total area of road segment

It was assumed that between road damaged due to landslide and landslide mass covering road have the same influence of traffic interruption.

### Direct Risk Assessment

The direct risk calculation used equation below. This equation was used by (Nayak, 2010) to calculate landslide direct impact to road in India.

$$Sp(e) = H[(s \times t \times m)] \times V(d) \times A \text{ ----- (5)}$$

Sp(e) = specific risk for different kind of element at risk

H [(s x t x m)] = spatio - temporal occurrence of particular slide and magnitude

V(d) = vulnerability of different type of element at risk to specific landslide

A = amount in term of monetary value of particular element at risk

### Indirect Risk Assessment

Indirect risk assessment was derived from traffic interruption. Because of road blockage, driver or commuter will find alternative road which will result in increased costs of fuel purchases. It was used network analysis and community perception to determine the optimal road which was chosen by commuter. Indirect impact due to landslide events on the road network can be calculated by using this equation:

$$IDL = R(d) \times N(v) \times L(r) \times F(c) \times F(s) \text{ ----- (6)}$$

IDL = indirect loss

R(d) = road blockage days

N(v) = number of vehicle of a particular type

L(r) = extend distance by using road alternative



F(c) = fuel consumption per km long road

F(s) = fuel standard cost per km long road

### Data Classification

In this research, author used Equal Intervals method. This method sets the value ranges in each category equal in size. This method is the most easily computed and adequate to display data that varies linearly. It was used 5 class criteria which are very low, low, moderate, high, and very high. In order to get the same reference, the class interval used for making hazard and direct impact classification is the class interval for return period 1 yr. Interval class can be calculated by using this equation:

$$\text{Interval class} = \frac{(\text{max value} - \text{min value})}{5} \quad (7)$$

### Research Framework

There are 3 main stages which are : pre field work, field work and post field work. The research framework are represented in (Figure 2). Pre field work deals with the collecting of literature reviews including journals, reports, books, related to the data needed and the analysis methods information. In this phase, data which related with research have been collected. For example: demographic data, rainfall data, slope map, geology map, topographic map, DEM map, road network map and landuse map. In field work, it includes secondary data & primary data collection. Secondary data consists of landslides occurrence data, road network classification data, standard cost deal with road (repairs, construction and maintenance), road blockage day data, debris slide volume and so on. Primary data collection was conducted by interviewing and observing landslide occurrence to road. In order to obtain landslide historical events, author has to observe landslide and discuss with local community deal with past landslide events. Data was also collected from

discussion with community leaders and key informants. Landslide observation include identify type of landslide and measure landslide morphometry (length, width, run out and soon) by using lacer ace. In order to ensure and measure the actual road network in the field, author has to do road tracking. Slope data in term of upper and lower road which was used to create micro slope can be measured by using suunto. In this stage, primary data deal with number of vehicle of a particular type was used to calculate indirect impact to road. The primary data of community perception related with the route alternative and fuel consumption can be obtained by using quisionere. In post fieldwork, it related with the finalization of the fieldwork result. Data was analyzed according to the objective of the research such as; constructing roads hazard zone, constructing roads vulnerability level, estimating direct risk and indirect risk impact.

## RESULT AND DISCUSSION

### Landslide Analysis

In this research, landslide density was used to determine which of road segment having highest susceptibility. The impact of landslide both of direct and indirect impact will be analyzed in this road segment. Among 21 road segments in Samigaluh District, segment 174 is a segment which has the highest in both value area and number density with the values are 71.17 m<sup>2</sup>/Ha and 1.30 event/Ha respectively. It is caused by the presence of steep slope, high rainfall intensity and fully weathered volcanic breccias rocks.

Only two types of landslides occurred in segment 174 that are dominated by debris slides (94.74 %) and 5.26 % of rock falls. The landslide areas ranging from 5.66 m<sup>2</sup> to 494.11 m<sup>2</sup> with the average is 54.56 m<sup>2</sup>. The average area of landslide in seg-

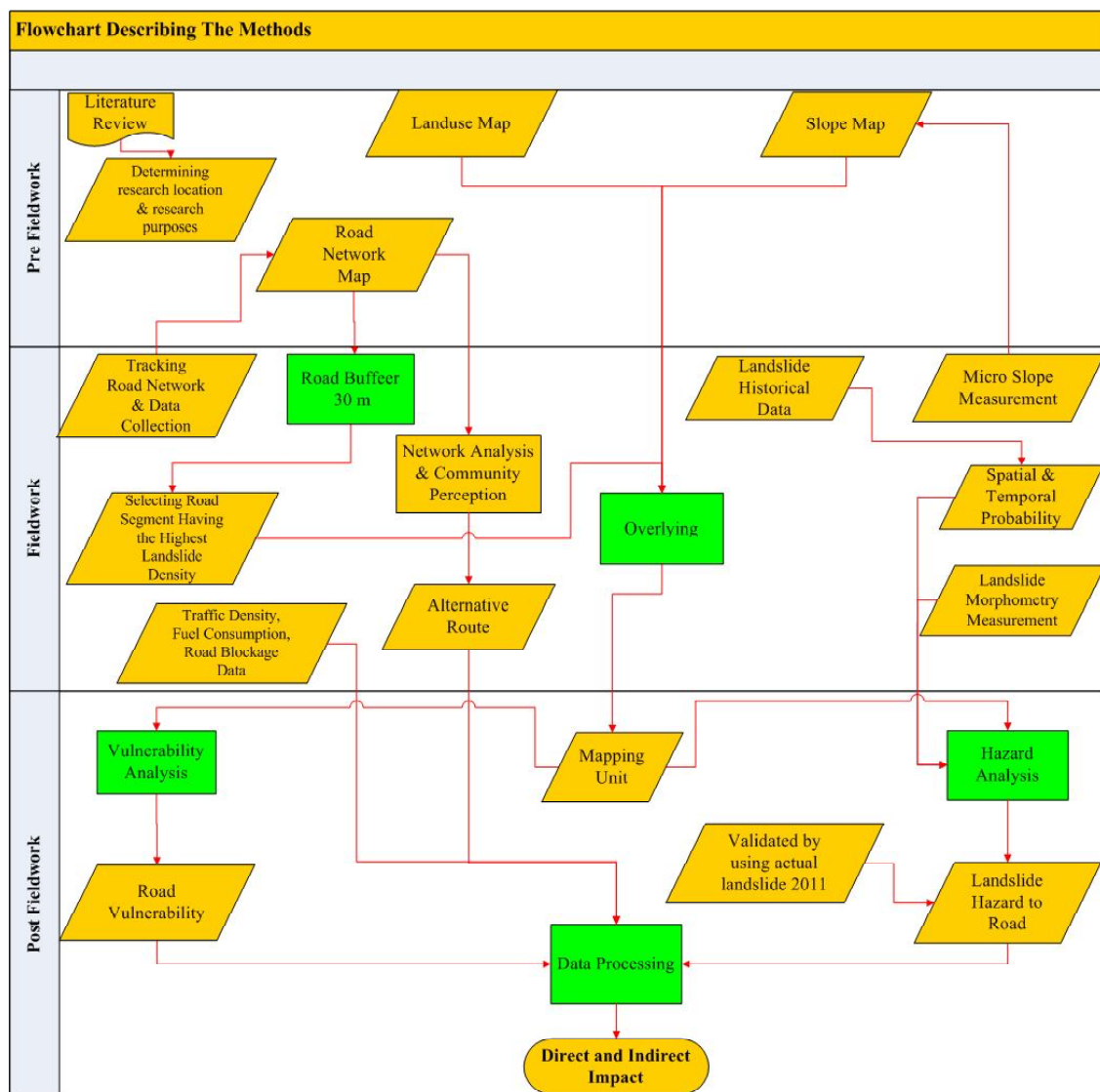
ment 174 reached the value of  $< 1000 \text{ m}^2$ . It means that based on Jaiswal's magnitude classification, the magnitude of landslide in road segment 174 is I. Temporarily, our data indicated that more than 80% of landslide events have been mostly concentrated on November, December, January, February, and March due to the maximum precipitation down pours during these periods. Meanwhile, spatially, The most of landslide events can be found in the 31<sup>st</sup>, 37<sup>th</sup>, 49<sup>th</sup>, 50<sup>th</sup>, 58<sup>th</sup>, 69<sup>th</sup> map-

ping units in which are located in steep slope ( $40^\circ$ - $50^\circ$ ) (Figure 3).

Landslide occurrences can be caused several factors which give slope failure contribution. Several factors which were determined as slope failure causing factor are slope, rainfall, lithology and landuse.

### Slope

It was used 2 slope types which are macro slope and micro slope. Macro slope was



Gambar 2. Research Framework

built from Digital Elevation Model (DEM), while micro slope can be obtained from direct measurement in the field by using suunto. The later was also used to build our mapping unit. This data indicates that the macro slope resulted from DEM (size pixel 30 x 30 m) has less detail than the micro slope result obtained from slope measurement. Actually, macro slope cannot be used to analyze the terracing system in the study area. Based on micro slope classification,. It shows that 86.88 % landslide areas are located on steep slopes (30°-50°). Landslides do not occur on gentle slope < 20°. About 2.27 % of landslides lie on slope class > 50°. which is relatively stable due to the presence of bed rock. Human interaction on this slope class is very limited due to the high degree of difficulty to access.

### Rainfall

Isohyets in the road segment 174 have a small range of values which has the minimum value 257.39 mm and maximum value 261.53 mm. That's why isohyets class was classified in one of isohyets classes which

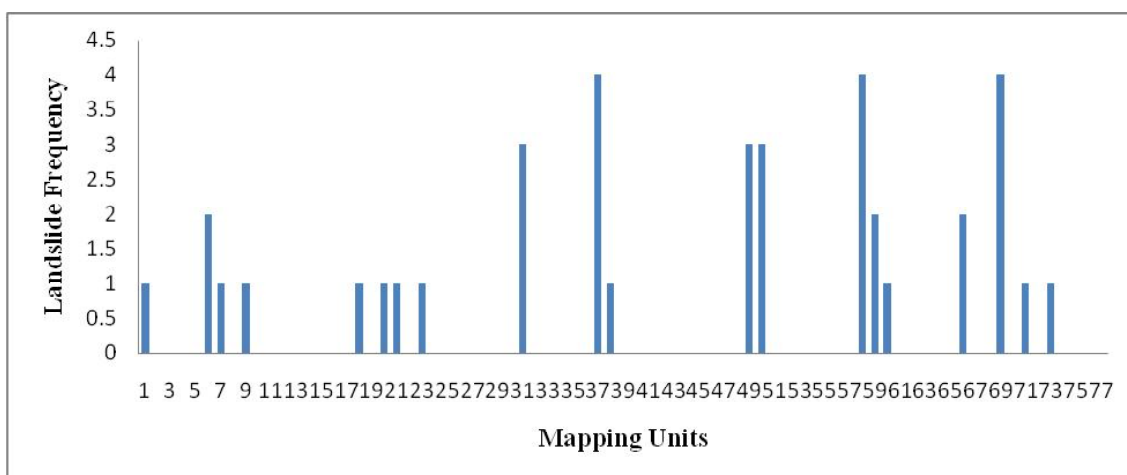
can be categorized as "Almost High Classes". Because of homogeneous rainfall value, spatially, rainfall factor is less significant than the other factors. However, temporarily, rainfall factor will influence landslide events.

### Lithology

Actually, Breccia rock types which have high degree of decomposition can be a potential factor of landslide. However, road segment 174 has one classes of lithology only which is Breccia. Because of the homogeneous of lithology class, spatially, lithology is less significant in road segment 174.

### Landuse

Landslides in the road segment 174 are widely distributed on mixed garden 49.12%, and respectively followed by rain feed paddy field 38.35%, settlements 12.53% and moor 0%. Usually, landslides occurred in mixed garden which has low vegetation density and shallow-fiber root vegetation. Bamboo and coconut trees have shallow and fiber roots in which this condition also can be found in rain feed



Source: analisis result

Figure 3. Spatial landslide distributions on Segment 174

paddy field. Thus these roots have a low ability to withstand landslides.

### Landslide Hazard

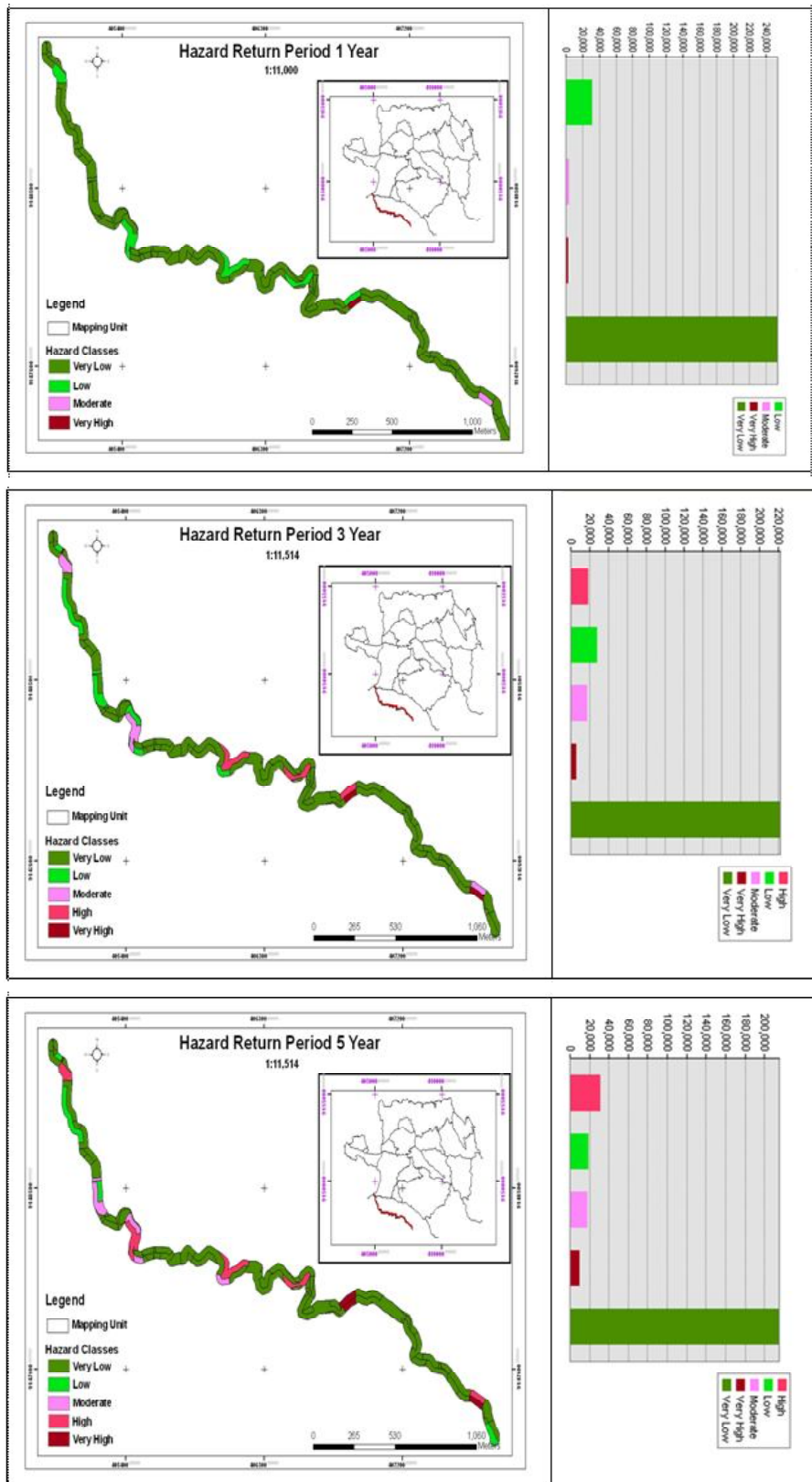
The highest hazard probability of debris slide of magnitude I is located in the 20<sup>th</sup> mapping unit for return period 1 yr, 3 yr and 5 yr which has 0.0188, 0.0512 and 0.0778 hazard probabilities respectively. This mapping unit experienced the biggest landslide which is 494.11 m<sup>2</sup> areas. Based on the information from local community, the biggest landslide lies on the bad irrigation system (situational condition in 2009), the medium vegetation density, and the steep slope 40°-50°. Because of steep slope and bad irrigation system on upper location, water flows down to the location and trigger big landslide in rainy season. It was worst by the presence of a road which is situated above the 20<sup>th</sup> mapping unit, so the vibration which is generated by vehicles can trigger landslide event. The lowest hazard probability of debris slide can be found in the 18<sup>th</sup> mapping unit which has 0.0001, 0.0002, and 0.0003 hazard probabilities respectively. The lowest hazard probability is caused by low probability in term of spatial and temporal in this mapping unit. The 18<sup>th</sup> mapping unit tends to more stable to landslide, because it is located on moderate slope 30°-40°, high vegetation density and having deep roots system. While, rock fall type which can be found in the 6<sup>th</sup> mapping unit for return period 1 yr, 3 yr and 5 yr has 0.0088, 0.0218 and 0.0305 hazard probability respectively.

After class classification, landslides hazard return period 1 yr was distributed on the very low class 87.35 %, the low class 10.73 %, the moderate class 1.06% and the very high class 0.86% respectively followed by the high class 0%. Meanwhile, landslide hazard class for return period 3 yr are still dominated very

low class and followed by low class, high class, moderate class, and very high class which has percentage of 76.62%, 9.66%, 6.06%, 5.75%, and 1.92% respectively. The same trends still occurs in hazard return period 5 yr in which the percentage of moderate, high and very high class increase and followed by the decreasing of percentage of very low and low class compare with the hazard return period 1 yr and 3 yr. It means that the higher return period will result the higher hazard classes. It shows that the study area are still dominated by very low class and followed by high class, low class, moderate class, and very high class which have 74.06%, 10.56%, 6.39%, 5.83%, and 3.16% of total area respectively for the hazard return period 5 yr. It can be seen in Figure 4.

Based on these figure, although the higher return period will result the higher hazard classes but the most of hazard class for return period 1 yr, 3 yr and 5 yr is still dominated by the very low class. This condition compatible with the Jaiswal's Landslide Magnitude Classification that magnitude I have little landslide area or less spatial probability occurrence. As explained before, segment 174 has landslide magnitude which was categorized magnitude I. That's why, segment 174 has the very low hazard class.

Before calculating the risk impact, hazard must be validated by using the actual data of landslide occurrences in 2011 which have 20 landslide events. The distribution of landslides events (2011) in term of very low, low and very high class are almost equal which are more less 20% for the validation of the hazard return period 1 yr. For hazard return period 3 yr validation, the most of landslide events in 2011 are located in the high and very high classes which have percentage of 15.82% and 51.44% respectively. Meanwhile, hazard return period 5 yr validation in which the most of landslide occurrences can be found



Source: classification result

Figure 4. Landslide Hazard Map Return Period 1 Yr, 3 Yr and 5 Yr and Their Histogram After Classification

in the high (29.16%) and very high class (51.44%). Based on these data, the most of landslide events in 2011 are distributed in the high class and the very high class. It means that the hazard model can be used.

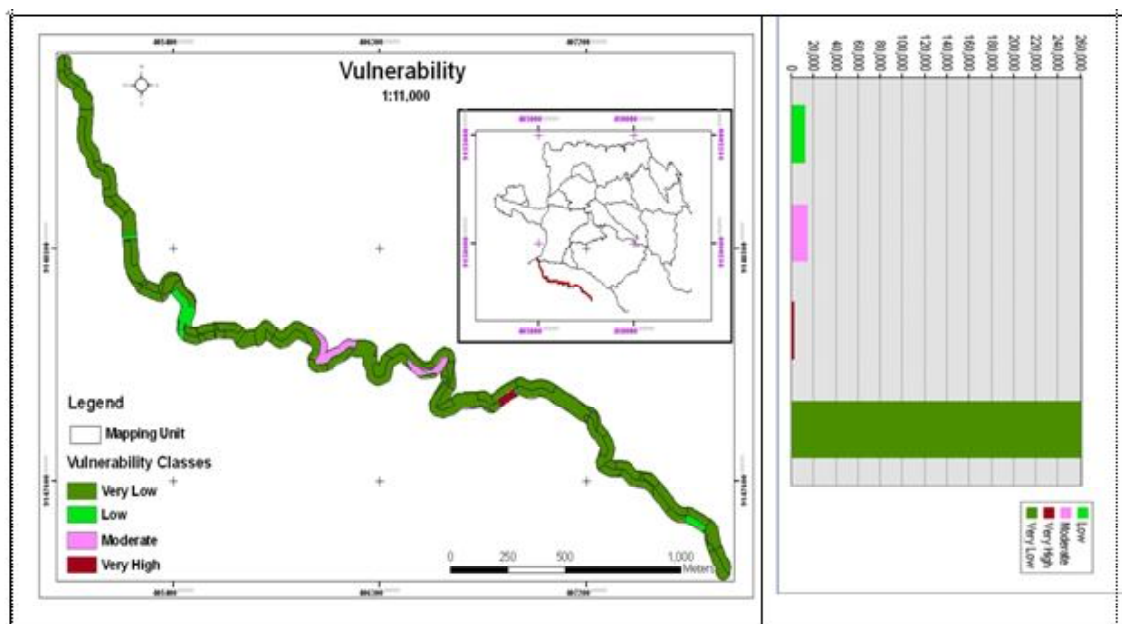
### Road Vulnerability

The highest road vulnerability lies on the 20<sup>th</sup> mapping unit which is 0.7133 road vulnerability. While, the lowest road vulnerability located in the 18<sup>th</sup> mapping unit which has 0.0018 road vulnerability. After classifying, road vulnerability segment 174 has 4 vulnerability classes only which are very low, low, moderate, and very high class and followed by the absence of high class. The very low class dominates road vulnerability class on segment 174 which can be found in almost of mapping unit. The low class can be found 4 times on segment 174 which are the 6<sup>th</sup>, 50<sup>th</sup>, 60<sup>th</sup> and 71<sup>th</sup> mapping units. The very high class located in the 20<sup>th</sup> mapping unit which has the highest of road vulnerability (Figure 5). Based on the Jaiswal's Landslide Magnitude Clas-

sification that magnitude I cause minor damage only. That's why the vulnerability class is dominated by very/low class.

### Direct Impact

The highest of direct impact of debris slide of magnitude I located in the 20<sup>th</sup> mapping unit which is Rp. 89,586.69, Rp. 243,995.46 and Rp. 370,414.67 for return period 1 yr, 3 yr and 5 yr respectively. It is caused the 20<sup>th</sup> mapping unit has the highest of hazard probability and road vulnerability among the other mapping units. The lowest of debris slide direct impact can be founded in the 18<sup>th</sup> mapping unit which has Rp. 0.04, Rp. 0.11 and Rp. 0.17 for return period 1 yr, 3 yr and 5 yr respectively. As explained before, the 18<sup>th</sup> mapping unit has the lowest hazard probability and road vulnerability among the others. Direct impact which was caused by rock fall type of magnitude I can be found in the 6<sup>th</sup> mapping unit only. The value of rock fall direct impact is Rp. 3,976.34, Rp. 9,897.32 and Rp. 13,866.27 for return period 1 yr, 3 yr and 5 yr respectively.



Source: classification result

Figure 5. Road Vulnerability and Its Histogram After Classification

After classifying, direct impact has 2 classes only which are very low and very high. Spatially, after classification, direct impact class for return period 1 yr, 3 yr and 5 yr and their histogram can be depicted in (Figure 6).

The most of mapping unit for return period 1 yr, 3 yr and 5 yr were categorized as the very low direct impact class which is 99.14% of total areas and 0.86% can be categorized as the very high direct impact class. It is caused by the low of road vulnerability and hazard probability for return period 1 yr, 3 yr and 5 yr.

### **Indirect Impact**

In this research, indirect impact was determined by road blockage which was caused by landslide. Because of road blockage, driver or commuter will find alternative road which has longer distance to reach public facility. This condition will cause the increasing of fuel purchases cost. Landslide indirect impact can be calculated by using equation 6 in (section 3.1.6.). This formula has several variables which are road blockage days, the number of vehicle of a particular type (traffic density), extend road alternative distance and fuel consumption. Road blockage data can be obtained from local community information. Based on community information, the biggest landslide for 10 years (2001-2010) which caused road blockage for 14 days located in the 20<sup>th</sup> mapping unit. Traffic density data were got by measuring at 6 measurement points simultaneously for 7 days. Alternative routes can be determined by using network analysis and community perception. Fuel consumption and community perception data can be obtained by community interviewing (questionnaire).

In this study, author used 2 scenarios of indirect impact by considering 2 methods which are network analysis and community perception methods. We can know that in-

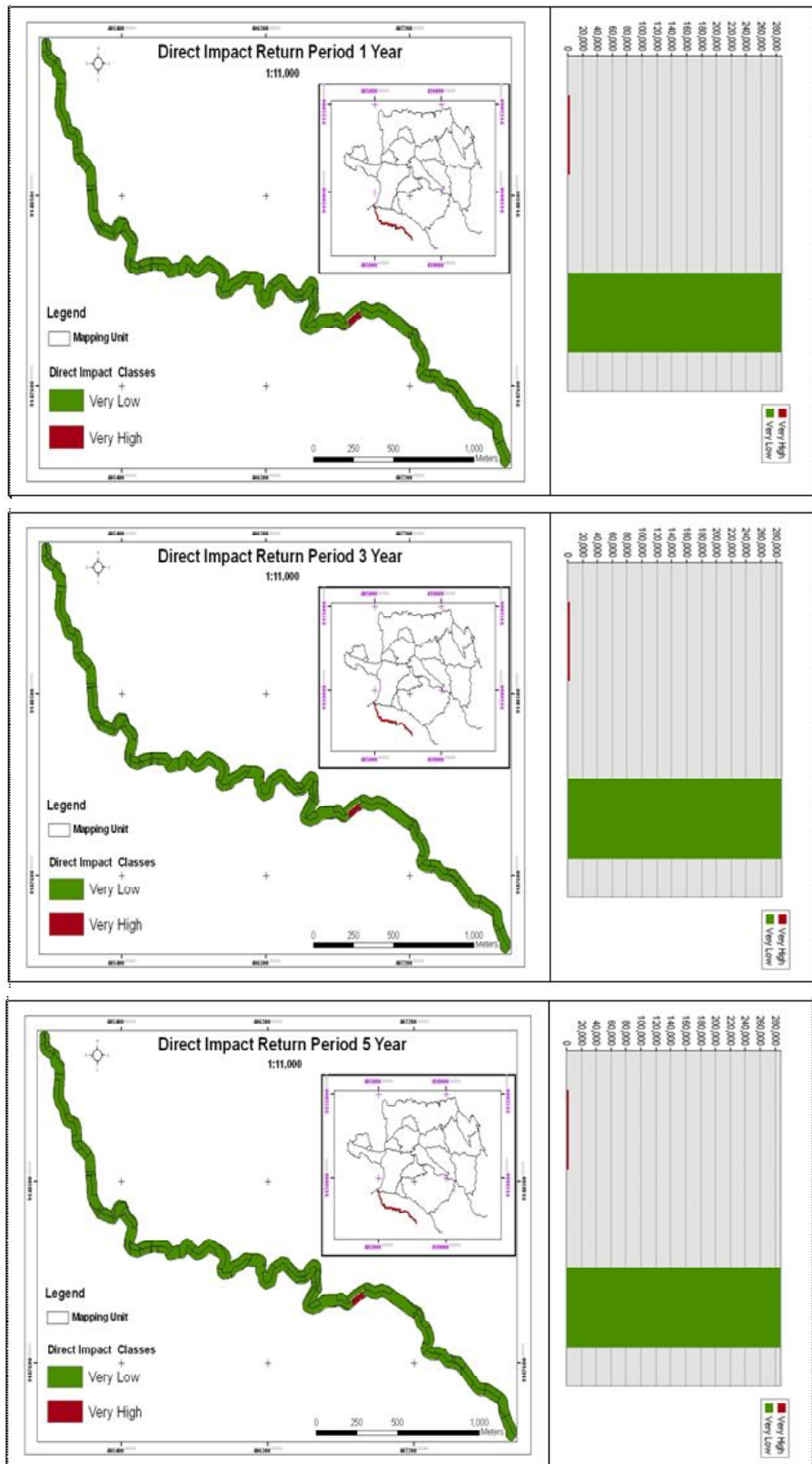
direct impact based on network analysis is Rp. 4,593,607.20. Meanwhile, total of indirect impact based on community perception is Rp. 4,692,794.40. Based on network analysis and community perception methods, the contribution of indirect impact is dominated by motor cycle and followed by truck and car which has percentage of 53.66%, 24.39%, and 21.95% respectively. This is caused by the highest traffic density of motor cycle among the other vehicle types. Because of many load, truck spends much fuel consumption than car. That's why, truck gives higher contribution than car.

There are the differences of indirect impact calculation which are Rp. 4,593,607.20 and Rp. 4,692,794.40 by using network analysis and community perception methods respectively. It is caused by the differences of alternative route determination. In the determination of alternative route (optimum route), network analysis considers the shortest of route distance only. While, community perception consider both of route condition and route distance.

## **CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS**

### **Conclusions**

In this research, conclusions were made based on the research result and discussion in which the research objectives and research question will be answered. Several conclusions can be presented below by following the detail research objectives (in italic letter). (1) The first research objective is to assess level of landslide hazard to road. Road segment 174 is a segment which has the highest density of landslides in terms of landslide number and landslide area. This due to several condition such as; steep slopes in which 86.88% landslide occurred, the dominance of shallow-fiber root vegetation



Source: classification result

Figure 6. Direct Impact for Return Period 1 Yr, 3 Yr & 5 Yr and Their Histogram After Classification



and low vegetation density in mixed garden and rain fed paddy field type. Because of low ability to withstand landslides, 49.12% and 38.35% of landslide occurred in mixed garden and rain fed paddy field type, respectively. Breccia rocks which have high degree of decomposition can be a potential factor of landslide. Besides that, temporarily, rainfall factor will influence landslide events. Actually, debris slide type of magnitude I has the highest spatial probability of 0.1976 located in the 20<sup>th</sup> mapping unit and the highest temporal probability of 0.3297, 0.6988, and 0.8647 for return period 1 yr, 3 yr and 5 yr respectively situated in 3 mapping unit (i.e. 37<sup>th</sup>, 58<sup>th</sup> and 69<sup>th</sup>). Meanwhile, the rock fall type of magnitude I can be found in 6<sup>th</sup> mapping unit only which has the spatial probability of 0.0483 and the temporal probability of 0.1813, 0.4512 and 0.6321 for return period 1 yr, 3 yr and 5 yr respectively. The highest hazard probability of debris slide of magnitude I is located in the 20<sup>th</sup> mapping unit for return period 1 yr, 3 yr and 5 yr which has 0.0188, 0.0512 and 0.0778 hazard probabilities respectively. While rock fall type of magnitude I for return period 1 yr, 3 yr and 5 yr has 0.0088, 0.0218 and 0.0305 hazard probability respectively. Both debris slide and rock fall type have a tendency that the higher return period the higher hazard probability. After the hazard probabilities were classified, the most of hazard class is the very low hazard class. This condition compatible with the Jaiswal's Landslide Magnitude Classification that magnitude I have less spatial probability occurrence. That's why the hazard class is dominated by very low class. (2) The second research objective is to assess landslide vulnerability of road. The highest road vulnerability lies on the 20<sup>th</sup> mapping unit which is 0.7133 road vulnerability. Spatially, road vulnerability has 4 classes which are very low, low, moderate very high classes and followed by the absence of high class. The

very low class dominates road vulnerability class on segment 174 which can be found in almost of mapping unit. The very high class located in the 20<sup>th</sup> mapping unit only. Based on the Jaiswal's Landslide Magnitude Classification that magnitude I caused minor damage only. That's why the vulnerability class is dominated by very/low class. (3) The third research objective is to estimate the landslide direct impact to road. The highest of direct impact of debris slide of magnitude I located in the 20<sup>th</sup> mapping unit which is Rp. 89,586.69, Rp. 243,995.46 and Rp. 370,414.67 for return period 1 yr, 3 yr and 5 yr respectively. Meanwhile direct impact which is caused by rock fall type of magnitude I is Rp. 3,976.34, Rp. 9,897.32 and Rp. 13,866.27 for return period 1 yr, 3 yr and 5 yr respectively. After the direct impact was classified, the most of direct impact class is the very low class. It is caused by the low of road vulnerability and hazard probability for return period 1 yr, 3 yr and 5 yr. (4) The fourth research objective is to estimate the landslide indirect impact to road. Indirect impact was caused by road blockage in which driver or commuter will find alternative road to reach public facility (Balai Desa Kebonharjo and SDN Kebonharjo). Traffic density was measured by considering vehicles type which were dominated by motor cycle and followed by car and truck. In this research, author used network analysis and community perception to determine route optimum as alternative route. Due to the differences of alternative route determination, there are the differences of indirect impact calculation which are Rp. 4,593,607.20 and Rp. 4,692,794.40 by using network analysis and community perception methods respectively. The contribution of indirect impact cost is still dominated by motor cycle and followed by truck and car which has the contribution percentage of 53.66 %, 24.39% and 21.95% of indirect impact total respectively.

## Recommendations

(1) Local government must record continuously landslide data related with road damage and traffic density data. Those data can be used to determine the landslide risk zones and calculate the landslide impact to road. (2) For the next research, the indirect impact which relate with the disruption of economic activity, social, educational, delay in travel time can be considered in the indirect impact estimation. (3) In order to reduce landslide susceptibility, authorities have to conduct tree planting with the deep root vegetation.

## ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank for Prof. Dr. Sudibyakto and Prof. Dr. Junun Sartohadi director and co-director Master Programme on Geoinformation Science for Spatial Planning and Risk Management, Universitas Gadjah Mada as well as Faculty of Geoinformation Science, University of Twente, The Netherlands during our stay for literature study. We are also greatly indebted to BAPPENAS for financial support for finalizing this manuscript as well as two anonymous reviewers for their constructive reviews.

## REFERENCES

- Budeta, P (2002). *Risk assessment from debris flows in pyroclastic deposits along a motorway, Italy*. Journal Springer, Engineering Geology Env 61:293–301.
- Hadmoko D, Lavigne F, Sartohadi J, Hadi P, Winaryo.(2010) *Landslide hazard and risk assessment and their application in risk management and landuse planning in eastern flank of Menoreh Mountains, Yogyakarta Province, Indonesia*, Nat Hazards 54, pp. 623–642.
- Priyono, K. D., Sunarto, Sartohadi, J., dan Sudibyakto (2011) Pedogeomorphic Tipology of Landslides in The Menoreh Mountains Kulonprogo District, Yogyakarta Special Region. *Forum Geografi*. Vol. 25, No. 1, Juli 2011, pp. 67 - 84.
- Nayak J. (2010). *Landslide Risk Assessment Along a Major Road Corridor Based on Historical Landslide Inventory and Traffic Analysis*, Thesis, International Institute for Geo information Science and Earth Observation, Enschede, The Netherlands.91.
- Varnes DJ (1984). *Landslide hazard zonation: a review of principles and practice*, Commission on landslides of the IAEG, UNESCO, Natural Hazards No. 3, pp 61.
- Wahono B F D, (2010). *Applications of Statistical and Heuristic Methods for Landslide Susceptibility Assessment (A case Study in Wadas Lintang, Wonosobo, Central Java Province, Indonesia)*, Thesis, International Institute for Geo information Science and Earth Observation, Enschede, The Netherlands.

# PERUMUSAN PERSEPSI KENYAMANAN TERMIS PEJALAN KAKI DI IKLIM TROPIS LEMBAB DAN MEMBANDINGKAN DENGAN RUMUS UNTUK IKLIM LAINNYA

## *Development of Equation on Perception of Thermal Comfort for Pedestrian in Humid Tropical Climate and Comparing with Equations for Other Climates*

Sangkertadi<sup>1</sup> dan Reny Syafriny<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Studi S2 Arsitektur

<sup>2</sup> Jurusan Arsitektur, Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fak. Teknik  
Universitas Sam Ratulangi  
E-mail: t\_sangkertadi@yahoo.com

### **ABSTRACT**

*This article is about development a regression equation to determine the perception of thermal comfort for pedestrians in the humid tropical climate. Methods used was field studies and questionnaires to 60 samples as respondents in Manado. Each of the respondents was asked to act as pedestrian but walked on a treadmill for 2 minutes 5 five times. They regrouped into two parts, one who walked under open-sky and another group was under the shade of trees. Measurements of climate variables include air temperature, air humidity, radiation temperature, land surface temperature and solar radiation. Measurements to the respondents were their height, weight and skin temperature. By using statistical approach it is obtained a regression equation "Y = - 6.1369 + 0.479 Adu + 0.1143 Ta + 0.0376 Trm + 0.2541 RH + 1.6793 clo". The equation was then validated by comparison with other equations of non-tropical humid climate case. It is found that the empirical regression equations of outdoor thermal comfort developed by means of field studies in a certain climatic conditions could not be applied for a wide range of climate.*

**Keywords:** urban planning, open-space, pedestrian, thermal comfort, tropical humid

### **ABSTRAK**

*Tulisan ini memaparkan pengembangan persamaan regresi untuk menentukan persepsi kenyamanan termal bagi pejalan kaki di iklim tropis lembab. Metode yang digunakan adalah studi lapangan dan kuesioner kepada 60 sampel sebagai responden, dengan lokasi di Kota Manado. Mereka diminta bertindak sebagai pejalan kaki dan berjalan di atas treadmill masing-masing selama 5 x 2 menit. Responden dikelompokkan menjadi dua bagian, satu yang beraktifitas di bawah langit terbuka dan kelompok lain berada di bawah naungan pohon. Pengukuran variabel iklim meliputi suhu udara, kelembaban udara, suhu radiasi, suhu permukaan tanah dan radiasi matahari. Pendataan responden meliputi tinggi, berat dan suhu kulit mereka. Dengan pendekatan statistik diperoleh persamaan regresi "Y = - 6,1369 + 0,479 + 0,1143 Adu Ta + 0,0376 + 0,2541 TRM RH + 1,6793 Clo". Persamaan ini kemudian divalidasi melalui perbandingan dengan persamaan lain untuk non-iklim tropis lembab. Ditemukan bahwa persamaan empiris persepsi termal luar ruang ternyata tidak dapat diterapkan untuk berbagai macam iklim, tetapi digunakan hanya untuk iklim tertentu sesuai batasan.*

**Kata kunci:** perencanaan kota, lahan terbuka, pedestrian, suhu nyaman, kelembaban tropis

## PENDAHULUAN

Ruang luar (*public openspace/ pedestrian/ playground*) selain merupakan suatu prasarana publik bagi lingkungan pemukiman, adalah juga merupakan area bersosialisasi dan berkomunikasi bagi berbagai kelompok komunitas. Agar aktifitas berlangsung dengan baik, maka ruang luar membutuhkan kondisi nyaman secara fisis untuk mendukung keberhasilan bersosialisasi tersebut. Pada umumnya manusia tidak bersikap individualistis atau egois, pada saat berada di ruang publik terbuka dimana dia memerlukan kehangatan hubungan sosial secara naluriah. Tidak nyamannya situasi fisis ruang luar akan menyebabkan terganggunya keinginan naluriah manusia tersebut yang berdampak pada tidak lancarnya hubungan sosial yang diharapkan. Apabila keinginan ini terganggu maka akibatnya manusia akan terganggu secara psikologis dan terjadi perubahan sikap karena adanya kemauan alamiah yang tidak terpenuhi. Salah satu aspek fisis nyaman di ruang-luar dalam konteks ini menyangkut kenyamanan termis yang juga menjadi fokus utama dari tulisan ini.

Apabila manusia merasa kepanasan atau sebaliknya merasa kedinginan diruang luar, maka akan menyebabkan hubungan sosial (berkomunikasi, bermain bersama, berdagang) yang tidak nyaman diantara mereka. Karena itu pentingnya kondisi nyaman secara termis di ruang luar sangat diperlukan dalam rangka mendukung untuk memelihara sifat dasar sosial manusia.

Dalam pandangan yang lebih teknis, kebutuhan akan kenyamanan termis di ruang luar, mulai diperbincangkan, sejak terasa adanya gangguan akibat peningkatan suhu udara di wilayah perkotaan. Peningkatan suhu tersebut merupakan dampak dari pemanasan global maupun akibat kegiatan manusia penduduk

perkotaan sebagai efek urbanisasi dan tingginya angka kepadatan (manusia dan bangunan). Sekarang ini ditengarai sudah lebih dari 50% penduduk dunia hidup di perkotaan dengan kepadatan yang lebih besar dibandingkan di pedesaan, yang semestinya diantisipasi dalam rangka memberikan rasa nyaman bagi para penduduk agar hidup tenteram. Berbagai studi juga menunjukkan bahwa kota-kota di Indonesia juga semakin diperpadat dan diperluas akibat adanya urbanisasi di kawasan *peri-urban* diantaranya adalah studi oleh Andri K dan Bambang S E Prakoso (2008). Selain itu, kurangnya penghijauan akibat perluasan area perkerasan pada halaman, taman bermain bahkan pada taman kota khususnya di daerah beriklim panas, menyebabkan akumulasi refleksi panas matahari dan berakibat tingginya panas radiasi lingkungan kemudian menimbulkan rasa ketidaknyamanan termis bagi manusia selaku pemakai ruang. Keadaan ini merugikan, khususnya bagi yang melakukan aktifitas ekonomi, rekreasi, olahraga, maupun sosial di ruang luar. Keringat yang berlebihan akibat ketidaknyamanan di lingkungan beriklim tropis lembab akan berakibat pada kelelahan, yang selanjutnya dapat menurunkan kualitas serta produktifitas kegiatan manusia. Selain itu juga berarti menandakan kegagalan rancangan ruang luar yang semestinya ramah lingkungan. Disisi lain, di era pembangunan berwawasan hijau (*green development*), para pejalan kaki diruang luar di perkotaan turut berperan penting dalam hal penghematan energy transportasi. Karena itu, aspek kenyamanan di ruang luar dari hari ke hari mendapat perhatian yang semakin baik. Sejauh ini studi menyangkut geografi iklim suatu kawasan kota yang dikaitkan dengan kualitas ruang luar, lebih banyak menekankan pada aspek kualitas kandungan unsur gas rumah kaca (CO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, dll), seperti yang pernah dilakukan oleh Ibnu Kadyarsi

(2008) mengenai pemetaan terhadap kualitas udara Kota Surakarta. Sementara itu, hal pemetaan kualitas kenyamanan termis ruang luar yang banyak disebabkan oleh kualitas "suhu" udara ruang luar, ternyata belum mendapat perhatian yang cukup intensif bagi kalangan geograf. Disinilah, melalui tulisan ini penulis ingin menunjukkan bahwa sebenarnya terdapat keterkaitan keilmuan antara bidang-bidang studi geografi dan arsitektur perkotaan atau arsitektur lansekap pada sisi lain, yang dalam hal ini menekankan perihal kenyamanan termis manusia di ruang luar. Pemetaan area nyaman termis di ruang luar didalam kota dengan menggunakan sistim informasi geografi, adalah salah satu contoh produk yang memadukan antara bidang ilmu geografi, landscape, perencanaan kota dan arsitektur.

Fanger (1970) mendefinisikan kenyamanan termis sebagai suatu kondisi atau rasa puas dari seseorang menghadapi lingkungan termisnya atau dengan kata lain adalah situasi dengan absennya rasa tidak nyaman. Upaya mengembangkan model perhitungan tentang kenyamanan termis manusia yang berada didalam ruang, telah dilakukan sejak puluhan tahun terakhir, yakni oleh Houghten & Yaglou (1923), Gagge (1938). Diteruskan kemudian diantaranya oleh Olgay (1973), Givoni (1969), Fanger (1970), Mc Intyre (1978), Gagge (1985), Berglund & Cunningham (1986), Berger & Deval (1985), Sangkertadi (1994), dll. Studi untuk menghasilkan model perhitungan skala kenyamanan termis pada umumnya didukung oleh experimentasi lapangan untuk menghasilkan persamaan kenyamanan dengan pendekatan empiris berdasarkan hasil kuesioner respon nyaman manusia yang dihadapkan pada kondisi iklim tertentu. Namun semua studi oleh para peneliti tersebut hanya dibatasi untuk kasus kebutuhan kenyamanan termis hanya

didalam ruang meskipun dengan kondisi iklim yang berbeda. ISO-7730 (2003) yang menetapkan standarisasi perhitungan kenyamanan termis lebih spesifik lagi, hanya dibatasi untuk kasus ruang dalam (interior) yang berada didaerah beriklim sedang. Persamaan dasar untuk mengkuantifikasi persepsi kenyamanan termis berasal dari hukum fisika perpindahan panas yang diterapkan pada kasus manusia terhadap lingkungan klimatik sekitarnya, serta dilakukan eksperimentasi terhadap respon fisiologis pada tubuh manusia. Selanjutnya diturunkan persamaan-persamaan yang mengubungkan antara rasa kenyamanan dengan dengan parameter tubuh (aktifitas, pakaian, ukuran) dan variabel iklim sekitarnya (temperatur, kelembaban, angin). Dalam proses eksperimentasi bisa dilakukan di ruang luar dan di ruang dalam, sehingga terdapat persamaan yang secara spesifik menggambarkan hubungan antara rasa nyaman dan variabel iklim di ruang dalam, serta terdapat pula persamaan yang menunjukkan hubungan antara tingkat kenyamanan dan situasi iklim di ruang luar.

Terdapat perbedaan mendasar mengenai metode perhitungan kenyamanan termis didalam dan diluar ruang, demikian pula perbedaan antara kasus bagi iklim tropis lembab dan tipe iklim lainnya. Di luar ruang terdapat penetrasi radiasi langsung matahari yang dapat mempengaruhi tingkat kenyamanan manusia secara signifikan. Sebaliknya didalam ruang, dimana suhu radiatif (yang berasal dari dinding-plafond-lantai) bernilai tidak jauh berbeda dibandingkan suhu udara, maka pengaruh suhu radiatif tersebut terhadap tingkat kenyamanan termis tidak terlalu kuat. Di ruang luar khususnya di iklim panas dimana suhu radiatif yang berasal dari radiasi sinar matahari (langsung maupun tidak langsung/terpantul) dapat terasa menyengat pada

permukaan kulit manusia sehingga logikanya dapat menyebabkan respon ketidaknyamanan yang cukup kuat. Namun demikian, kecepatan udara diruang luar pada umumnya lebih besar dibandingkan didalam ruang, sehingga bermakna dalam proses peningkatan rasa kenyamanan termis secara konvektif dan evaporatif (penguapan keringat oleh hembusan angin). Kebiasaan manusia keluar ruangan untuk mencari udara segar adalah contoh nyata dalam kasus ini. Manusia yang berjalan di ruang luar (jalur pejalan kaki), berpeluang menerima kecepatan relatif angin yang dapat menambah rasa nyaman melalui sentuhan pada permukaan kulit, khususnya di daerah beriklim tropis dan lembab. Rasa lelah akibat kegiatan berjalan kaki, dapat diimbangi dengan rasa nyaman oleh penetrasi angin segar menyentuh kulit manusia dan mendorong evaporasi keringat. Penelitian lapangan oleh Arens E dan Ballanti D (1977) juga menemukan adanya pengaruh kecepatan angin cukup signifikan terhadap rasa nyaman bagi manusia yang beraktifitas jalan di ruang luar.

Perbedaan persepsi iklim oleh manusia juga terjadi antara iklim tropis lembab dan jenis iklim lainnya. Iklim tropis lembab secara geografis berada disekitar garis tropis dan dicirikan oleh suhu udara sekitar 20 s/d sekitar 30 °C disertai radiasi matahari yang tinggi dan kelembaban udara yang bisa mencapai lebih dari 90%. Suasana dengan suhu udara tertentu yang sudah dirasakan panas atau agak panas apabila diterapkan di daerah beriklim sedang dan dingin, namun ternyata masih bisa ditoleransi sebagai rasa cukup nyaman apabila diterapkan di iklim tropis lembab. Terjadinya perbedaan persepsi tersebut dibuktikan melalui sejumlah studi lapangan maupun eksperimentasi ruang bioklimatik oleh Berger dan Deval (1985), Busch (1992), dan De Dear R J, Leow K G dan Ameen A

(1991). Studi lapangan oleh Busch (1992) di Thailand menghasilkan kesimpulan bahwa pada suhu 30 °C manusia masih dapat menerima sebagai rasa cukup nyaman, meskipun masih memerlukan bantuan hembusan angin. Sementara di daerah beriklim dingin, pada umumnya manusia baru merasa nyaman pada suhu sekitar 22 °C. Lin, T.P., dkk (2008) juga membuktikan adanya perbedaan persepsi antara situasi di iklim sedang (mediterania) dan sub tropis. Adapun yang dijadikan tolok ukur untuk menentukan rasa nyaman secara fisis adalah perubahan-perubahan yang terjadi pada karakteristik biologis seseorang, yakni sebuah tanggapan sensorial secara biologis terhadap keadaan atau lingkungan termis di sekitarnya.

Di lingkungan area studi mengenai kenyamanan termis telah jamak diketahui bahwa terdapat suatu skala bagi seseorang merasa nyaman atau tidak didalam suatu lingkungan termofisis. Skala tersebut dikenal sebagai pendekatan untuk mengukur atau menentukan seberapa nyaman termis bagi seseorang yang berada di suatu lingkungan klimatik. Skala yang dimaksud diantaranya adalah skala PMV dari ASHRAE (2009) dan Fanger (1970), atau skala DISC (Berglund & Cunningham 1986, Sangkertadi 1994). Akan tetapi untuk dapat menentukan angka tingkat kenyamanan termis tersebut, terlebih dahulu harus dilakukan perhitungan pertukaran kalor antara manusia dan lingkungan iklim sekitarnya, serta harus diketahui besaran-besaran termis atau parameter-parameter sebagai variabel input. Besaran-besaran variabel input meliputi kelompok besaran klimatologi seperti suhu udara, suhu radiasi, kelembaban udara dan kecepatan angin. Sedangkan variabel manusia meliputi ukuran tubuh, jenis aktifitas dan jenis pakaian yang dikenakan.

Diantara para peneliti kenyamanan termis ruang luar, ada yang mengusulkan berbagai

penamaan skala kenyamanan termis ruang luar, dimana setiap nama skala tersebut merupakan persamaan (regresi) dari fungsi variabel iklim diantaranya meliputi radiasi matahari, suhu udara, kelembaban udara, kecepatan angin, dan suhu radiatif, sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1. Namun diantara para peneliti tersebut belum ada yang mengusulkan perumusan secara khusus untuk iklim tropis lembab. Tulisan ini membahas mengenai hasil penelitian kenyamanan termis di ruang luar bagi pejalan kaki berkecepatan normal/santai di iklim tropis lembab. Penelitian menghasilkan rumus regresi dan selanjutnya diadakan perbandingan dengan rumus lainnya untuk iklim yang berbeda.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Kota Manado (01.29 LU; 124.5 BT.), terdiri dari dua tahapan, pertama pembuatan rumus kenyamanan termis bagi pejalan kaki di iklim tropis lembab, kedua, perbandingan antara hasil rumus di tahap pertama dengan rumus lain yang dikembangkan oleh para ahli untuk iklim bukan tropis lembab. Metode yang diterapkan pada tahap pertama berupa studi lapangan melalui uji sampel dan pengukuran iklim mikro, yang hasilnya dikembangkan menjadi persamaan regresi. Lokasi studi lapangan di Kota Manado. Observasi lapangan di ruang luar dilakukan pada sebanyak 60 sampel pejalan kaki, terdiri dari 30 laki-laki dan 30 perempuan semuanya berusia dewasa, dalam keadaan sehat berpakaian tipe tropis ringan ( $\sim 0.5$  clo) dan tipe seragam kantor/sekolah ( $\sim 0.7$  clo). Para sampel diminta berjalan normal (santai) diatas treadmill selama 5 x 2 menit dengan kecepatan 2 s/d 2.5 km/jam. Ada beberapa sampel yang merasa seolah berjalan normal/santai dengan kecepatan 2 km/h (terdeteksi pada

layar *treadmill*), namun ada yang merasa jalan normal pada kecepatan 2.5 km/h. Terdapat perbedaan, karena para sampel memiliki ukuran langkah kaki yang berbeda. Dari 60 sampel tersebut, dibagi lagi ada yang berjalan dibawah terik matahari, sebanyak 40 orang, dan 20 orang lainnya berjalan dibawah naungan pepohonan. Pada saat yang bersamaan dilakukan pengukuran iklim meliputi suhu udara, suhu radiasi rata-rata, kelembaban udara dan kontrol kecepatan angin. Kecepatan angin diatur pada angka konstan 1 m/s yang menyentuh tubuh. Namun karena adanya kemungkinan tambahan angin alam lingkungan, maka kecepatan angin bisa bertambah sampai 1.1 m/s. Ukuran tubuh meliputi tinggi dan berat juga didata. Setiap jeda 2 menit dari kegiatan berjalan diatas treadmill, para sampel diminta mengisi kuisisioner mengenai persepsi kenyamanannya merespon situasi iklim yang dialaminya pada saat berjala kaki secara santai; standar kuantifikasi persepsi mengacu pada ISO 7730 (2003), yakni angka +3=sangat panas/sangat tidak nyaman; +2=panas/tidak nyaman; +1=agak panas/agak tidak nyaman; 0=nyaman/netral; -1=agak dingin; -2=dingin; -3=sangat dingin. Jadi secara keseluruhan terdapat potensi isian sebanyak kuisisioner 5(kali)x 60(sampel)=300 votes. Selanjutnya dilakukan analisis signifikansi korelasi (r) diantara variabel iklim dan parameter tubuh yang dihubungkan dengan hasil kuisisioner. Kemudian diteruskan dengan pembentukan persamaan regresi antara persepsi kenyamanan sebagai Y terhadap variabel dan parameter penentu lainnya, yakni:

$$Y = f\{(x_1, x_2, \dots, x_n), (z_1, z_2, \dots, z_n)\} \text{ ----- (1)}$$

Dimana Y adalah angka yang menunjukkan persepsi tingkat kenyamanan termis (tanpa satuan), x adalah variabel iklim, dan z adalah parameter tubuh. Variabel meliputi

suhu udara, suhu radiatif rata-rata, kelembaban udara dan suhu kulit manusia. Parameter meliputi luas kulit manusia (yang dihitung berdasarkan rumus Area du Bois) dan jenis pakaian (dalam satuan clo). Rumus Area du Bois atau rumus yang menggambarkan luas kulit tubuh manusia adalah:

$$A_{DU} = 0.203 p^{0.425} h^{0.725} \text{ ----- (2)}$$

Dimana  $A_{DU}$  = luas permukaan kulit tubuh (Area du Bois) dalam  $m^2$ ,  $p$  = berat badan dalam kg,  $h$  = tinggi badan dalam m.

Peralatan pengukuran tinggi dan berat badan adalah timbangan digital. Sedangkan peralatan ukur iklim mikro yang digunakan meliputi: Thermohyrometer Digital (Merk Hanna, Type HI 8564); Infrared Thermometer (Merk Fluke, Type 62 Mini IR); Anemometer (Merk Meterman, Type TMA 10); Pyranometer (Merk EKO Instruments, Type MS 800); Globe thermometer (Nova Lynx 210-4417). Peralatan untuk pengukuran suhu permukaan kulit adalah infrared thermometer (Fluke, Type 62 Mini IR). Adapun yang diukur adalah kulit dada, lengan, paha dan betis, dimana suhu kulit rata-rata ( $T_{sk}$ , dalam  $^{\circ}C$ ) dapat dihitung berdasarkan formula dari Ramanathan yang dipakai pada studi oleh Gaelou M I (1991), sebagai berikut:

$$T_{sk} = 0.3(T_{dada} + T_{lengan}) + 0.2(T_{paha} + T_{betis}) \text{ ----- (3)}$$

Di tahap selanjutnya diadakan validasi persamaan regresi melalui komparasi terhadap persamaan lainnya yang ditujukan untuk iklim bukan tropis lembab, yakni persamaan yang dikembangkan oleh Monteiro, dkk (2009), Nikolopoulou, dkk (2003), F Nico, dkk (2006), Cheng (2008) dan Givoni (2000), sebagaimana diuraikan pada Tabel 1.

Uraian lebih rinci mengenai metode pelaksanaan penelitian sejenis ini dapat juga dilihat di Sangkertadi dan Syafriny R (2011),

namun mengenai perihal perbandingan dengan rumus-rumus kenyamanan termal bagi iklim lainnya hanya dikembangkan dan dipublikasikan melalui tulisan ini.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam proses observasi lapangan, variasi suhu udara (diukur dengan thermometer) yang dialami responden atau sampel berkisar antara 25.3 s/d 34.3  $^{\circ}C$ ; sedangkan suhu radiasi rata-rata (dihitung berdasarkan hasil pengukuran dengan thermometer globe) berkisar antara 28.2 s/d 59.8  $^{\circ}C$  (Gambar 1 dan 2)

Hubungan korelasi antar variabel yang menjadi sasaran meliputi persepsi rasa kenyamanan (*thermal vote*), suhu udara, suhu radiatif, kelembaban udara, ukuran tubuh dan suhu permukaan kulit. Hasil analisis korelasi ditunjukkan pada Tabel 2, dimana koefisien korelasi terbesar adalah antara vote (tingkat kenyamanan) dengan suhu radiasi ( $T_{rm}$ ), yakni dengan angka 0.4094, yang berarti terdapat korelasi "agak rendah" diantara kedua variabel tersebut.

Jadi apabila dijadikan persamaan regresi, maka variabel  $T_{rm}$  (suhu radiatif) berperan penting sebagai peubah dalam persamaan, setelah itu disusul  $T_a$  (suhu udara), dan  $clo$  (faktor pakaian) yang berkorelasi "rendah" dengan vote rasa nyaman. Adapun variabel  $A_{du}$  (ukuran tubuh/luas kulit manusia),  $v$  (kecepatan angin),  $RH$  (kelembaban udara) dan  $T_{sk}$  (suhu kulit manusia) tidak berperan penting, bahkan tidak berkorelasi atau berkorelasi sangat rendah dengan vote rasa nyaman, dimana koefisien korelasinya terhadap vote, bernilai relatif kecil, bahkan ada yang negatif.

Persamaan regresi yang dihasilkan untuk kasus aktifitas "jalan santai", di iklim tropis lembab adalah:



Tabel 1. Lingkup Persamaan Kenyamanan Termis Ruang Luar di Iklim Bukan Tropis Lembab oleh Beberapa Peneliti

Authors	Name of Index/scale of Regression equation	Climate Variable of Regression Equation					Clothing (clo)	Activity	Number of samples (persons)	Location of study	Climate Type	Outdoor Type
		Air Temperature	Mean Radiant Temperature	Solar Radiation	Air Humidity	Air Velocity						
Monteiro L. Mand. Aucci M.P., 2009	Tsp, TEP	✓	✓		✓	✓	0.3 - 1.2	Walking & Seating	150	Sao Paulo	Sub Tropical	Open sky, Shaded under trees, Shaded under transparency Sheers
Nikolopoulou M, Lykoudis S, Klara M. 2003	ASV	✓		✓	✓	✓	0.7 - 1.5	Walking & Seating	1500	Athens	Moderate	not specified
Cheng V, Ng Edward, 2008	TS	✓		✓	✓	✓	0.6	seating	2700	Hongkong	Sub Tropical	Open sky, Shaded
Givoni, B. and M. Noguchi, 2000	TS	✓	✓	✓	✓	✓	0.7 - 1.2	Walking & Seating	6	Yokohama	Cold	Open sky, Shaded
Fergus Nicol, Elizabeth Wilson, Anja Ueberjahn-Tritta, Le von Nana yakara and Maria Kessler, 2006	C	✓		✓		✓	1.2 - 1.7	Walking & Seating	485	Manchester & Leves	Cold	Open sky, Shaded

Sumber: analisis data

Uraian Persamaan :

$$T_{sp} = -3.557 + 0.0632 t_g + 0.0677 t_{mr} + 0.0105 RH - 0.304 v$$

$$ASV = 0.049 t_g + 0.001 S - 0.051 v + 0.014 RH - 2.079$$

$$TS \text{ (Cheng, Ng)} = 0.1895 t_g - 0.7754 v + 0.0028 S + 0.1953 h - 8.23$$

$$C = 1.761 + 0.132 t_g + 0.00108 S - 0.432 v^{0.5}$$

$$TS \text{ (Givoni, Noguchi)} = 1.7 + 0.1118 t_g + 0.0019 S - 0.322 v - 0.0073 RH + 0.0054 t_g$$

$$t_a = \text{Suhu udara}$$

$$t_{mr} = \text{Suhu radiatif rata-rata}$$

$$S = \text{Radiasi Matahari}$$

$$RH = \text{Kelembaban Relatif}$$

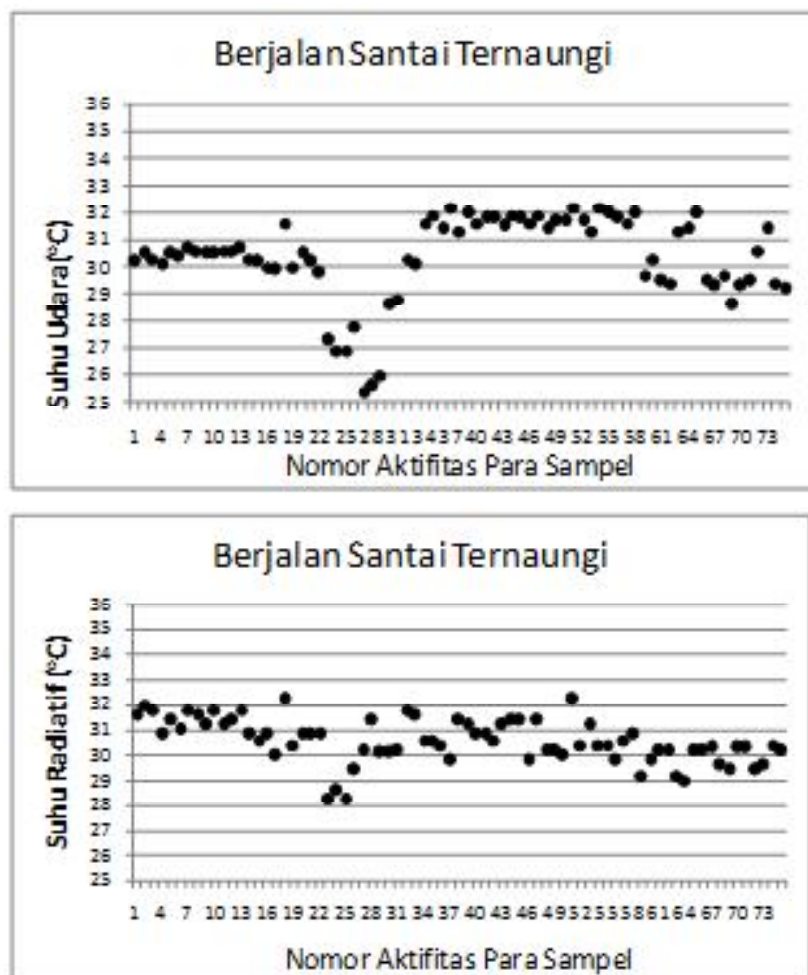
$$v = \text{Kecepatan Angin}$$

$$Y = - 6.1369 + 0.479 \text{ Adu} + 0.1143 \text{ Ta} + 0.0376 \text{ Trm} + 0.2541 \text{ RH} + 1.6793 \text{ clo}$$

Dimana Adu adalah luas kulit tubuh manusia (m<sup>2</sup>), Ta adalah suhu udara (°C), Trm adalah suhu radiasi rata-rata (°C), RH adalah kelembaban relatif udara (desimal), dan clo adalah tipe pakaian yang dikenakan. Nilai R pada regresi tersebut sebesar 0.56.

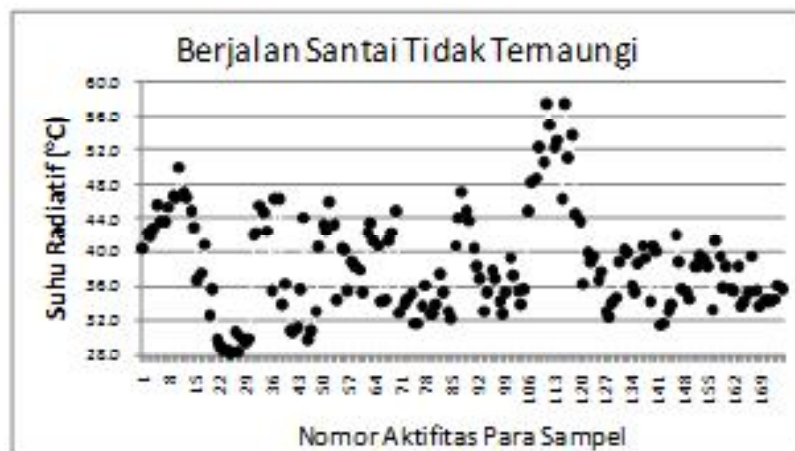
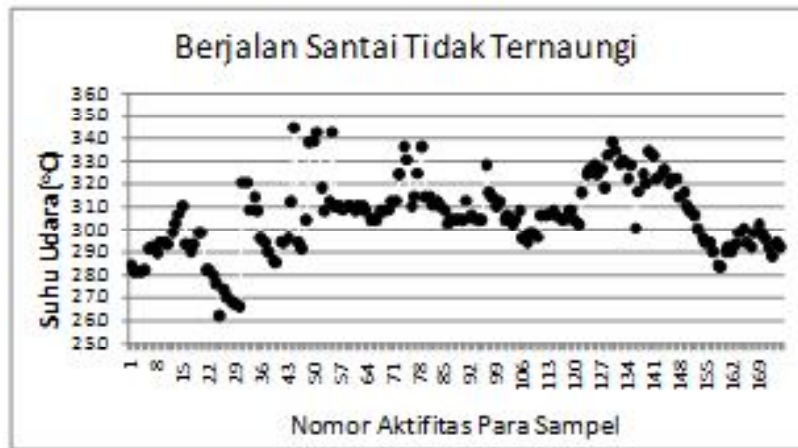
Pembahasan berikut adalah perbandingan penerapan persamaan regresi Y dengan rumus-rumus kenyamanan termis ruang luar untuk iklim non tropis sebagaimana pada

Tabel.1. Perbandingan dilakukan dengan mencoba 3 kasus, yakni pertama, kasus dimana matahari cukup terik, kedua, saat pagi hari dan terlindung dari matahari langsung, ketiga saat sore hari dengan sekitar 50% terlindung terhadap matahari. Masing-masing kasus dikarakterisasi oleh kondisi iklim mikronya yang selanjutnya menjadi data masukan pada proses perhitungan. Tabel 3, 5, dan 7 menunjukkan data masukan, sedangkan hasil perhitungan dan perbandingan ditunjukkan melalui Tabel 4,6 dan 8. Nampak bahwa



Sumber: analisis data

Gambar 1. Variasi Suhu Udara dan Suhu Radiatif yang Dialami Sampel Berjalan Santai Ternaungi



Sumber: analisis data

Gambar 2. Variasi Suhu Udara dan Suhu Radiatif yang Dialami Sampel Berjalan Santai Tidak Ternaungi

Tabel 2. Koefisien Korelasi

	Vote	Adu	Ta	T <sub>rm</sub>	RH	v	clo	T <sub>sk</sub>
Vote	1							
Adu	0.1028	1						
Ta	0.2953	-0.2547	1					
T <sub>rm</sub>	0.4094	-0.0515	0.1708	1				
RH	-0.01	0.3941	-0.6263	0.0307	1			
v	-0.001	0.0447	0.2295	-0.1827	-0.2675	1		
clo	0.2876	0.3217	1E-04	-0.0194	0.3216	0.2489	1	
T <sub>sk</sub>	0.0968	8E-05	0.2303	0.3172	-0.207	0.0108	-0.0216	1

Sumber: Analisis data

Tabel 3. Data untuk Kasus Perbandingan No.1

Variabel	Nilai	Satuan
Ta	33.2	°C
Tmr	59.0	°C
ts	34	°C
S	578	W/m <sup>2</sup>
v	1.1	m/s
Adu	1.7	m <sup>2</sup>
RH	0.6	
clo	0.5	
h	2.1	g/kg

Sumber: Analisis data

Tabel 4. Hasil Perhitungan Persepsi Untuk Kasus Perbandingan No.1

Persamaan	Hasil Perhitungan (Pembulatan)	Persepsi
Y (Studi ini)	2	panas
Tsp	0	nyaman
ASV	0	nyaman
TS(Cheng,Ng)	2	panas
TS(Givoni,Noguchi)*	6	sangat panas
C*	6	sangat panas

Sumber: Analisis data

Tabel 5. Data untuk Kasus Perbandingan No.2

Variabel	Nilai	Satuan
Ta	24.8	°C
Tmr	24.8	°C
ts	25.0	°C
S	58	W/m <sup>2</sup>
v	1.1	m/s
Adu	1.7	m <sup>2</sup>
RH	0.6	
clo	0.5	
h	11.6	g/kg

Sumber: Analisis data

Tabel 6. Hasil Perhitungan Persepsi untuk Kasus Perbandingan No.2

Persamaan	Hasil Perhitungan (Pembulatan)	Persepsi
Y (Studi ini)	-1	agak sejuk
T <sub>sp</sub>	-2	dingin
ASV	-1	agak sejuk
TS(Cheng,Ng)	-1	agak sejuk
TS(Givoni,Noguchi)*	4	agak panas
C*	5	panas

Sumber: Analisis data

Tabel 7. Data untuk Kasus Perbandingan No.3

Variabel	Nilai	Satuan
T <sub>a</sub>	31.5	°C
T <sub>mr</sub>	36.1	°C
t <sub>s</sub>	30	°C
S	175	W/m <sup>2</sup>
v	1.1	m/s
A <sub>du</sub>	1.7	m <sup>2</sup>
RH	0.6	
clo	0.5	
h	2.2	g/kg

Sumber: Analisis data

Tabel 8. Hasil Perhitungan Persepsi untuk Kasus Perbandingan No.3

Persamaan	Hasil Perhitungan (Pembulatan)	Persepsi
Y (Studi ini)	1	agak panas
T <sub>sp</sub>	-1	agak sejuk
ASV	0	nyaman
TS(Cheng,Ng)	1	agak panas
TS(Givoni,Noguchi)*	5	panas
C*	6	sangat panas

Sumber: Analisis data

terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil rumus Y dengan dua rumus lainnya untuk iklim dingin ( $TS_{Givoni}$ ) dan C. Namun terhadap rumus untuk iklim sub tropis dan moderat ( $ASV$ ,  $Tsp$ , dan  $TS_{Cheng}$ ), terdapat perbedaan yang tidak terlalu besar, bahkan pada beberapa kasus, menunjukkan hasil persepsi yang sama. Hal ini dapat dipahami, karena tidak terdapat perbedaan yang besar antara iklim tropis lembab dengan iklim sub tropis /iklim sedang (moderate). Sebaliknya terdapat perbedaan karakter klimatologis yang besar antara iklim di area tropis lembab dan iklim dingin, sehingga hasil penerapan kedua rumus memiliki perbedaan yang bisa sampai 2 skala persepsi. Hasil perbandingan tersebut, menunjukkan bahwa rumus persepsi kenyamanan termis di ruang luar, hanya berlaku spesifik menurut jenis iklim masing-masing.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Perumusan kenyamanan termis ruang luar khususnya bagi pejalan kaki pada umumnya dibuat berdasarkan studi empiris dan

tidak dapat berlaku umum, namun hanya berlaku secara spesifik untuk masing-masing kelompok iklim. Temuan persamaan kenyamanan termis pada studi ini, dibatasi pada rentang besaran iklim yang dapat terjadi di daerah beriklim tropis lembab. Suhu radiatif berperan lebih signifikan dibanding Persamaan kenyamanan termis dipergunakan bagi program perancangan ruang luar perkotaan, khususnya mengenai lingkungan area pedestrian. Lingkungan area pejalan kaki perkotaan semestinya memiliki karakteristik iklim tertentu yang dapat menjamin kenyamanan termis bagi pejalan kaki. Karakteristik tersebut dapat diketahui dengan lebih tepat melalui penggunaan persamaan yang dihasilkan dari studi ini.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Direktorat P2M, Ditjen Pendidikan Tinggi Depdikbud, yang membantu pembiayaan Penelitian Fundamental tahun 2011 dan 2012. yang menghasilkan tulisan ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed K S, 2003, *Comfort in Urban Spaces: defining the boundaries of outdoor thermal comfort for the tropical urban environment*, *Energy & Building*, vol 35.
- Andri K, Bambang S E Prakoso, *The Influence of Spatial Urbanization to Regional Condition in Peri-Urban Areas of Yogyakarta*, *Forum Geografi*, Vol. 22, No. 1, Juli 2008: 27 - 43
- Arens E, Ballanti D, 1997, *Outdoor Comfort of Pedestrians in Cities*, *Proceedings of The Conference on Physical Environment*, Upper Derby, PA, US, 1997.
- Berger X, and Deval J C, 1985, *About Thermal Comfort in Humid Tropical Climates. Proceedings of VVS Congres – CLIMA 2000 – Indoor Climate*, Copenhagen, 1985.
- Berglund L G, Cunningham D J, 1986, *.Parameters of Human Discomfort in Warm Environment*, *ASHRAE Transaction*, vol 92 part 2B,

- Busch J F, 1992, *A Tale of two populations : thermal comfort in air conditioned and naturally ventilated offices in Thailand* , *Energy and Buildings* 1992 no 18.
- Cheng V, and Ng E, *Wind for Comfort in High Density Cities, PLEA 2008, Proceedings of The Conference on Passive and Low Energy Architecture*, Dublin 22 - 24 October 2008.
- De Dear R J, Leow K G, Ameen A, 1991, *Thermal comfort in the humid tropics – part 1: climate chamber experiments on temperature preferences in Singapore*, *ASHRAE Transaction* vol 97.
- Fanger, P O, 1970, *Thermal Comfort – Analysis and Applications in Environmental Engineering*, Mc Graw Hill, New York, 1970.
- Gagge A P, 1985, *Thermal Sensation and Comfort in Dry Humid Environments*. Proceedings of VVS Congres – CLIMA 2000 – Indoor Climate, Copenhagen, 1985.
- Givoni, B, and Noguchi, M, 2000, *Issues in outdoor comfort research. Proceedings of The Conference Passive and Low Energy Architecture*, London, 2000.
- Höppe, P., 1999: *The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. Int. J. Biometeorol.* 43, 71-75.
- Houghten F C and Yaglou C P, 1923, *Determining lines of Equal Comfort, ASVE Transaction*, vol 29, 1923
- Huang J. 2007 *Prediction of air temperature for thermal comfort of people in outdoor environments. Int Journal on Biometeorology* 51:375
- International Standard Organization, 2003. *ISO Standard 7730: Moderate thermal environments – Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort*, International Standard Organization, 2003.
- Ibnu Kadyarsi, 2008, Pemetaan Kualitas Udara Kota Surakarta, *Forum Geografi*, Vol. 20, No. 1, Juli 2006: 86 - 98
- Lin, T.-P. , Matzarakis, A., Hwang, R.-L., Huang, Y.-C, 2010. *Effect of pavements albedo on long-term outdoor thermal comfort. Proceedings of the 7th Conference on Biometeorology*, 2010.
- Lin, T.-P., Andrade, H., Hwang, R.-L., Oliveira, S., Matzarakis, A., 2008. *The comparison of thermal sensation and acceptable range for outdoor occupants between Mediterranean and subtropical climates. Proceedings 18th International Congress on Biometeorology*, September 2008.
- Matzarakis, A., Mayer, H., Iziomon, M, 1999, *Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. International Journal on Biometeorologi* No. 43, 1999.
- Matzarakis A, Mayer H, Rutz F, 2003, *Radiation and Thermal Comfort, Proceeding of 6<sup>th</sup> Hellenic Conference in Meteorology, Climatology and Atmospheric Physics*, 2003.
- Nicol F, Wilson E, Ueberjahn-Tritta A, Nanayakkara L and Kessler M, 2006, *Comfort in outdoor spaces in Manchester and Lewes, UK, Proceedings of conference. Comfort and Energy Use*

*in Buildings - Getting them Right*, Cumberland Lodge, Windsor, UK, 27-30<sup>th</sup> April 2006.  
London

Nikolopoulou, M, Lykoudis, S and Kikira, M, 2008, *Thermal comfort in urban spaces: field studies in Greece*, *Proceedings of the fifth International Conference on Urban Climate*. September, 2008 Lodz, Poland.

Spagnolo J, De Dear, R, 2003. A field study of thermal comfort in outdoor and semi-outdoor environments in subtropical Sydney Australia, *Building and Environment*, Volume 38, Issue 5, May 2003.

Sangkertadi, 1994. *Contribution a l'Etude du Comportement Thermoaureulique des Batiments en Climat Tropical Humide. Prise en Compte de la Ventilation Naturelle dans l'Evaluation du Confort*, These de Doctorat, INSA de Lyon, 1994.

Sangkertadi, Syafriny R 2011, Perumusan Kenyamanan Termis Ruang Luar Beriklim Tropis Lambab, Laporan Penelitian Fundamental Tahun ke 1, Kontrak Penelitian dengan Ditjen Pendidikan Tinggi, Universitas Sam Ratulangi (Tidak Dipublikasikan).

Sangkertadi, Syafriny R 2011, *Development of Regression Equation for Outdoor Thermal Comfort for Pedestrian in Tropical & Humid Environment*, Proceeding of APTECS 2011, ITS, Surabaya.

Scudo G, Dessi V. 2006 *Thermal comfort in urban space renewal*, *Proceeding 23th PLEA*, 2006.



# HIDROSTRATIGRAFI AKUIFER SEBAGAI GEOINDIKATOR GENESIS BENTUK LAHAN DI WILAYAH KEPESISIRAN KABUPATEN KULONPROGO, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

## *Aquifer Hydrostratigraphy as a Geoindicator of Landform Genesis at the Kulonprogo Coastal Area, Daerah Istimewa Yogyakarta*

Langgeng Wahyu Santosa

Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

E-mail: wahyus\_72@yahoo.co.id

### **ABSTRACT**

*Purpose of this research is to study on aquifer hydrostratigraphy that can be a geo-indicator of geomorphological processes on the past, that describe of landform genetic in the research area. The research method is survey. The framework of analysis in this research is landform genetic. The results of the research indicate that: (1) "the forming of aquifer hydrostratigraphy in the research area is controlled by some of main processes in geomorphology, that show of landform genetic specifically". The research area consists of 3 aquifer hydrostratigraphy systems, each of the aquifer system has the typical characteristic, showed by system and pattern of material stratigraphy in the aquifer and variation of groundwater characteristic in the unconfined aquifer. (2) "spatiotemporally, landform genetic in the research area influences on the forming of aquifer hydrostratigraphy in the 3 phases, i.e. the first stage at the end of the Tertiary epoch (end of Pliocene era), second stage at the Quaternary epoch (as long as the Pleistocene period), and third stage at the Holocene era. The genesis and chronology of landform forming in the 3 phases above influence on the forming of system and pattern of aquifer hydrostratigraphy in the research area.*

**Keywords:** genesis, hydrostratigraphy, kulonprogo coastal area, landform, and unconfined groundwater

### **ABSTRAK**

*Tujuan penelitian ini adalah mengkaji hidrostratigrafi akuifer yang dapat dijadikan sebagai bukti kunci (geoindikator) proses-proses geomorfologi masa lampau, yang menunjukkan genesis bentuklahan di daerah penelitian. Metode penelitian ini adalah survei, dengan kerangka dasar analisis adalah genesis bentuklahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) "pembentukan hidrostratigrafi akuifer di daerah dikontrol oleh beberapa asal proses utama dalam geomorfologi, yang menunjukkan kekhasan genesis bentuklahan". Di daerah penelitian tersusun atas 3 (tiga) hidrostratigrafi akuifer, masing-masing sistem akuifer mempunyai karakteristik yang khas, yang ditunjukkan oleh sistem dan pola perlapisan material penyusun akuifer dan variasi karakteristik airtanah bebas. (2) "secara spasiotemporal, genesis bentuklahan di daerah penelitian mempengaruhi pembentukan hidrostratigrafi akuifer yang secara kronologis terbentuk dalam 3 tahapan yaitu: periode akhir zaman Tersier (akhir kala Pliosen), periode kala Pleistosen, dan periode kala Holosen. Genesis dan kronologi pembentukan bentuklahan dalam 3 tahapan tersebut berpengaruh terhadap pembentukan sistem dan pola hidrostratigrafi akuifer di daerah penelitian.*

**Kata kunci:** airtanah bebas, bentuklahan, genesis, hidrostratigrafi, dan wilayah pesisir Kulonprogo

## PENDAHULUAN

Pada berbagai konsep yang didasarkan atas hasil-hasil penelitian terdahulu (de Rider, 1972; Meijerink, 1982; Todd, 1980; Fetter, 1988; Stuyfzand, 1991; Sutikno, 1992; Appelo dan Postma, 1994; Acworth, 2001), dapat dirumuskan bahwa proses pembentukan akuifer dan karakteristik airtanah dipengaruhi oleh paling tidak 5 (lima) faktor, yaitu: (i) genesis yang menunjukkan asal-usul atau proses geomorfologi masa lampau yang mempengaruhi pembentukan bentuklahan; (ii) kondisi lingkungan pengendapan saat pembentukan batuan; (iii) komposisi mineral batuan penyusun akuifer; (iv) proses dan pola pergerakan airtanah di dalam akuifer; dan (v) lamanya airtanah tinggal dalam akuifer atau terjebak pada suatu lapisan batuan (stratum akuifer).

Genesis menunjukkan asal-usul atau sejarah pembentukan bentuklahan pada suatu daerah, yang diindikasikan oleh hasil proses-proses geomorfologi (Lobeck, 1939; Thornbury, 1954; Strahler and Strahler, 1983). Proses geomorfologi masa lampau tidak dapat diamati secara langsung, tetapi akibat proses geomorfologi masa lampau akan meninggalkan bekas nyata yang memberikan sifat khas pada bentuklahan. Oleh karena itu, dengan mempelajari fenomena masa kini, maka dapat ditelusur atau direkonstruksi tentang proses dan kondisi masa lampau. Hutton (1785, dalam Thornbury, 1954), menyatakan hal tersebut dalam prinsip dasar geomorfologi, berbunyi:

"The same physical processes and laws that operate today operated throughout geologic time, although not necessarily always with the same intensity as now".

Prinsip dasar ini oleh Sir Charles Lyell disebut sebagai "*Principle of Uniformitarianism*". Terkait dengan prinsip dasar di atas, Hutton (1785 dalam Holmes, 1965) menambahkan

bahwa fenomena yang ada pada masa kini dapat dijadikan bukti kunci kejadian masa lampau, yang diungkapkan dalam pernyataan "*the present is the key to the past*".

Kondisi lingkungan pengendapan akan menentukan struktur dan ukuran butir batuan hasil proses sedimentasi, yang pada akhirnya membentuk stratigrafi akuifer tertentu. Proses pengendapan yang terjadi pada lingkungan tertentu, seperti: perairan sungai, lembah, waduk, danau, atau bahkan laut dangkal (*lithoral zone*), memberikan pengaruh terhadap karakteristik airtanah yang berbeda-beda (Meijerink, 1982; Verstappen, 1983; Kloosterman, 1989; Sutikno, 1992; Gabriela-Garcia *et al.*, 2001; dan Cartwright *et al.*, 2005), yang dapat ditunjukkan dengan hidrostratigrafi akuifernya.

Hidrostratigrafi akuifer dapat dijadikan sebagai suatu geoindikator proses-proses geomorfologi masa lampau yang mempengaruhi pembentukan dan dinamika bentuklahan, sehingga asal-usul akuifer dan airtanah pada suatu wilayah dapat dipelajari (Appelo dan Postma, 1994). Proses geomorfologi masa lampau sangat mempengaruhi pembentukan akuifer yang terdapat pada suatu bentuk lahan. Sejalan dengan waktu geologis, maka perjalanan airtanah melalui stratum batuan penyusun akuifer, dalam jangka panjang akan menyebabkan berbagai proses yang mempengaruhi dinamika karakteristik airtanah itu sendiri (Stuyfzand, 1991; Kodoatie, 1996; Cartwright *et al.*, 2005).

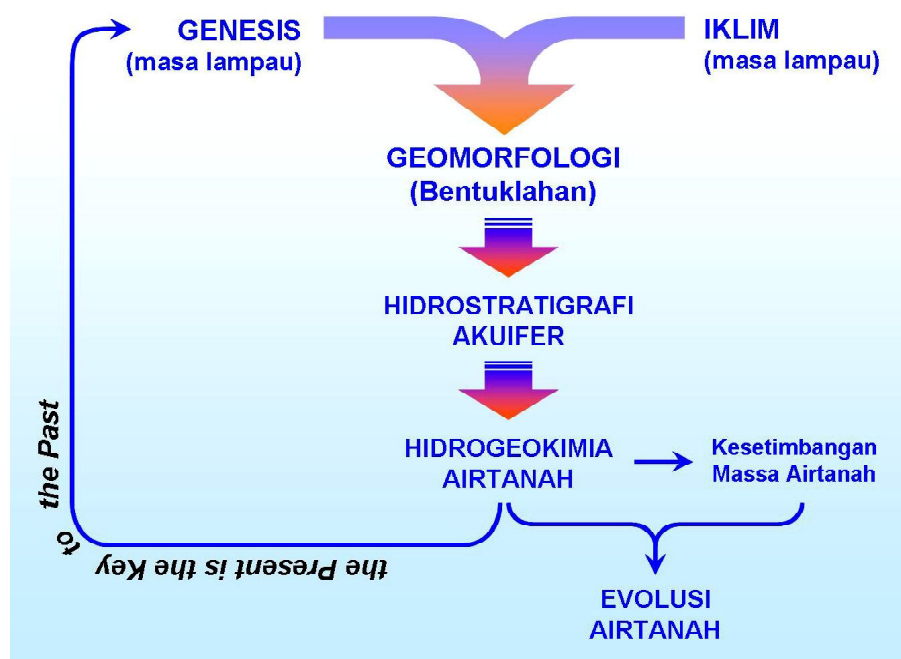
Mengacu pada berbagai konsep dan pemikiran di atas, maka dapat dinyatakan bahwa terdapat pengaruh kuat antara genesis atau proses-proses geomorfologi masa lampau terhadap pembentukan bentuk lahan, yang secara tidak langsung akan berpengaruh pula terhadap proses pembentukan akuifer dan karakteristik airtanah pada suatu daerah, yang dapat diilustrasi-

kan dalam bentuk penampang hidrostratigrafi akuifer. Dengan demikian, hidrostratigrafi akuifer dapat dijadikan sebagai geo-indikator genesis bentuklahan pada suatu wilayah tertentu, seperti disajikan dalam Gambar 1.

Salah satu daerah yang menarik untuk dikaji adalah wilayah kepesisiran Kabupaten Kulonprogo, yang proses pembentukannya dimulai sejak kala Pliosen Akhir hingga Holosen, dan menghasilkan bentuklahan dataran aluvial kepesisiran (*coastal alluvial plain*) atau dataran fluviomarin (*fluvio-marine plain*), beting gisik (*beach ridges*), gumpuk pasir (*sand dunes*) dan *swale*, hingga gisik pantai (*beach*). Fenomena geomorfologis yang variatif di daerah penelitian tentunya akan berpengaruh terhadap karakteristik akuifer dan airtanahnya. Hal ini terbukti dengan dijumpainya variasi keterdapatan airtanah

payau hingga asin, yang ditunjukkan oleh variasi nilai daya hantar listrik airtanah bebas, yang berkisar antara 1.200 hingga 4.500  $\mu\text{mhos/cm}$ . Airtanah bebas berasa payau hingga asin ini banyak dijumpai pada bentuklahan dataran fluviomarin, yang keterdapatannya bersifat lokal-lokal. Selain itu, pesisir juga merupakan area yang menarik berlangsungnya aktifitas manusia (Triyono, 2009).

Berdasarkan berbagai konsep teoretis dan kenyataan yang ada di daerah penelitian, maka peneliti melakukan kajian secara mendalam untuk menganalisis hubungan antara genesis bentuklahan dengan pembentukan akuifer dan karakteristik airtanah bebas, yang dianalisis melalui model hidrostratigrafi sebagai geoindikator. Berkaitan dengan hal tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah: (1) mengkaji sistem dan pola hidro-stratigrafi akuifer, yang



Sumber: hasil analisis

Gambar 1. *Uniformitarianism* yang Menunjukkan Hubungan antara Genesis Bentuklahan dengan Pembentukan Akuifer dan Karakteristik Airtanah

dapat dijadikan dasar sebagai geoindikator untuk menelusur genesis bentuklahan di daerah penelitian; dan (2) merekonstruksi pola spasiotemporal hidrostratigrafi akuifer dalam kaitannya dengan kronologi pembentukan bentuklahan di daerah penelitian.

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *survey* yang menekankan pada survei utama data primer terhadap berbagai obyek kajian geomorfologi, akuifer, dan airtanah. Data pada masing-masing obyek kajian diukur dan dipilih secara *area purposive sampling*, untuk pengamatan, pengukuran, dan analisis data geomorfologi dan airtanah bebas, serta untuk pendugaan geolistrik, sedemikian rupa sehingga merepresentasikan daerah penelitian yang bersesuaian dengan variasi bentuklahannya.

Data dianalisis secara kuantitatif untuk mendapatkan gambaran secara nyata tentang nilai dan sebaran keruangan (*spatial*) dari masing-masing obyek kajian di daerah penelitian. (1) Untuk mencapai tujuan penelitian pertama, dilakukan rekonstruksi hidrostratigrafi akuifer berdasarkan analisis data pendugaan geolistrik yang dikorelasikan hasil analisis data bor dan kondisi airtanah bebas di daerah penelitian. (2) Untuk mencapai tujuan penelitian kedua, dengan cara mengintegrasikan antara hidrostratigrafi akuifer dengan kondisi geomorfologi, yang menunjukkan genesis dan kronologi pembentukan bentuklahan di daerah penelitian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hidrostratigrafi Akuifer sebagai Geoindikator Genesis Bentuklahan

Secara genetis, daerah penelitian merupa-

kan bentanglahan Kuartar yang pada awalnya terbentuk oleh proses utama marin, kemudian dilanjutkan dengan proses fluvial. Fenomena alam sebagai bukti kunci proses masa lampau adalah: (a) batugamping Formasi Sentolo sebagai hasil aktivitas terumbu karang yang berasal dari zona laut dangkal dalam kondisi perairan tenang; (b) terbentuknya pola morfologi lerengkaki dan tekuk lereng perbukitan Sentolo yang menyerupai pola teluk dan tanjung (bekas Teluk Wates dan Teluk Panjatan); (c) terdapatnya endapan lempung marin yang mengandung fosil moluska laut dangkal dan lapisan gambut hasil pembusukan tumbuhan rawa-rawa yang terbentuk pada lapisan tertentu di bawah permukaan tanah, yang terdapat secara setempat-setempat pada satuan dataran fluviomarin (berdasarkan hasil analisis data bor); dan (d) terdapatnya jebakan-jebakan airtanah payau hingga asin secara setempat-setempat pada satuan dataran fluviomarin, yang kedudukannya berasosiasi pada suatu morfologi cekungan bekas zona laut dangkal (*lithoral*) dengan keterdapatannya airtanah payau hingga asin (nilai daya hantar listrik airtanah  $>1.200 \mu\text{mhos/cm}$ ). Fenomena tersebut dapat dijadikan geoindikator, yang dapat dipakai sebagai dasar untuk menelusur genesis atau proses geomorfologi masa lampau yang mempengaruhi pembentukan bentuklahan pada masa kini.

Proses-proses geomorfologi masa lampau meninggalkan bekas yang nyata terhadap bentuklahan saat ini. Akibat aktivitas marin yang berupa perairan laut dangkal atau zona lithoral pada masa lampau, yaitu pada akhir zaman Tersier (kala Pliosen) hingga zaman Kuartar (kala Pleistosen), telah meninggalkan bekas berupa endapan lempung marin, fosil-fosil moluska laut dangkal, dan semakin nyata lagi karena ditemukannya jebakan-jebakan airtanah payau hingga asin. Hal ini dicerminkan dari keterdapatannya

variasi nilai daya hantar listrik airtanah bebas di daerah penelitian, seperti disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 2.

Berdasarkan data tersebut memberikan gambaran yang jelas tentang hubungan antara genesis bentuklahan di daerah penelitian dengan karakteristik airtanah bebas. Artinya bahwa sebaran dan pola karakteristik airtanah bebas yang ditunjukkan oleh nilai DHL yang tinggi merupakan bukti kunci sejarah masa lampau, yaitu keterdapatan zona laut dangkal (*lithoral*) dengan pola laguna dan teluk purba pada akhir zaman Tersier, yang ditunjukkan oleh pola keterdapatan airtanah bebas berasa asin yang mengelompok dan berlokasi di sekitar Kota Wates dan Panjatan, atau tepat di depan pola-pola kontur yang melengkung ke dalam dan diapit oleh ujung-ujung bukit di kanan-kirinya.

Dataran fluviomarin di daerah penelitian merupakan dataran aluvial bekas zona laut dangkal, sehingga sangat dimungkinkan dijumpainya jebakan-jebakan lempung marin dengan sistem perlapisan yang selang-seling antara lempung marin dan endapan fluvial, seperti ditunjukkan dalam data hasil bor (Gambar 3). Menurut McDonald dan Partners (1984), dataran fluviomarin dengan kompleks gump pasir dan beting merupakan suatu sistem akuifer yang terpisah, seperti ditunjukkan dalam Gambar 4. Fenomena ini diperkirakan sebagai penyebab sistem aliran airtanah bebas dari arah satuan perbukitan terhenti pada satuan dataran fluviomarin, akibat terhalang oleh kompleks gump pasir dan beting gisik.

Hasil interpretasi litologi detail setiap data bor yang ada, menunjukkan bahwa pada satuan bentuklahan dataran fluviomarin, akuifer didominasi oleh material yang relatif seragam berupa endapan lempung dengan sisipan lanau dan sedikit pasir halus di bagian atas, dan endapan lempung marin

dengan sisipan lanau dan pasir halus di bagian bawah dengan struktur menjari. Komposisi ketiga material ini mempunyai permeabilitas yang rendah hingga sangat rendah, namun demikian tetap ada kemungkinan untuk meloloskan airtanah, meskipun gerakannya sangat lambat (Todd, 1980; Fetter, 1988). Hampir pada semua data bor menunjukkan keterdapatan lensa-lensa pasir marin yang menyisip di antara lapisan lempung marin yang luas. Hal ini mengindikasikan kuat bahwa bentuklahan dataran fluviomarin merupakan bekas mintakat atau zona transisi marin dengan darat, yang dapat dikatakan sebagai zona laut dangkal (*lithoral*). Pada beberapa lokasi menurut McDonald dan Partners (1984), indikator bekas zona laut dangkal ditunjukkan adanya laguna dengan keterdapatan lapisan gambut yang terjebak pada endapan lempung marin pada kedalaman tertentu, seperti disajikan dalam Gambar 5.

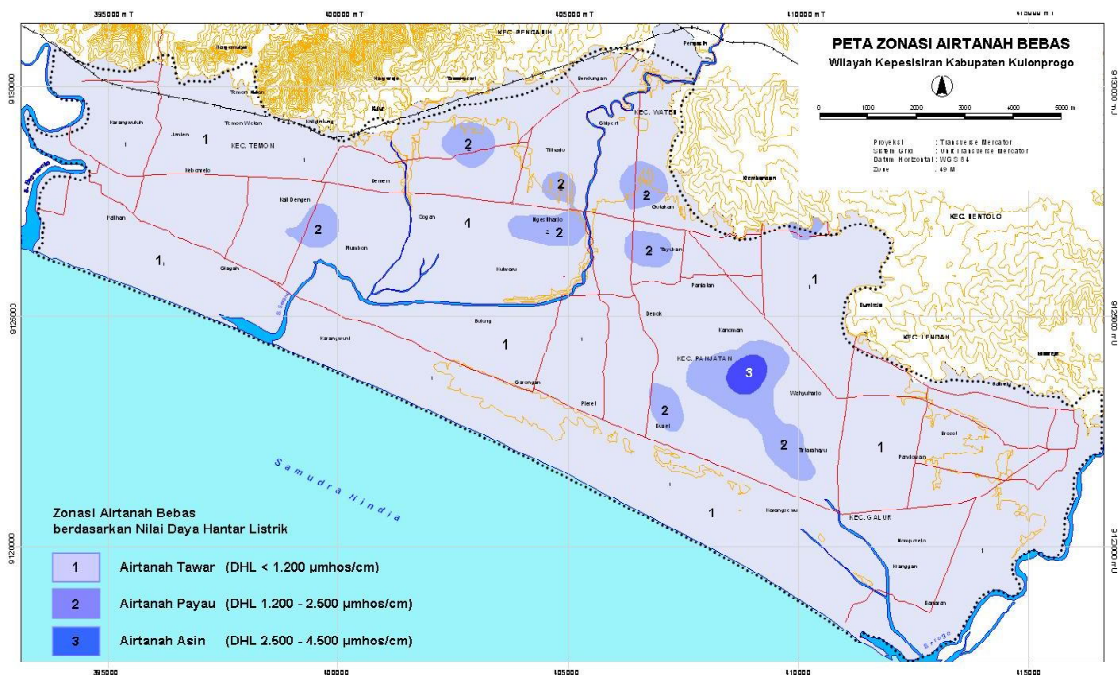
Fenomena alam yang menjadi kunci atau geoindikator proses geomorfologi masa lampau di daerah penelitian adalah: (a) terdapatnya endapan lempung marin zona lithoral yang mengandung fosil moluska laut dangkal dan lapisan gambut hasil pembusukan vegetasi pada laguna purba, dan (b) jebakan-jebakan airtanah payau hingga asin secara lokal-lokal pada lapisan lempung marin, yang kedudukannya berasosiasi dengan laguna dan teluk purba (Santosa, 2010). Temuan ini lebih mempertajam konsep umum yang dikemukakan oleh McDonald dan Partners (1984), yang menyatakan bahwa pada beberapa lokasi, indikator bekas zona laut dangkal dan laguna yang telah berkembang menjadi rawa belakang (*back swamp*) yang berada di belakang beting gisik tua di daerah penelitian, ditunjukkan oleh keterdapatan gambut yang terjebak pada lapisan endapan lempung marin pada kedalaman tertentu.

Mengingat daerah penelitian secara genetika dikontrol oleh kerjasama proses marin-flu-

Tabel 1. Faktor dalam Perhitungan SES (*Soil Erosion Status*)

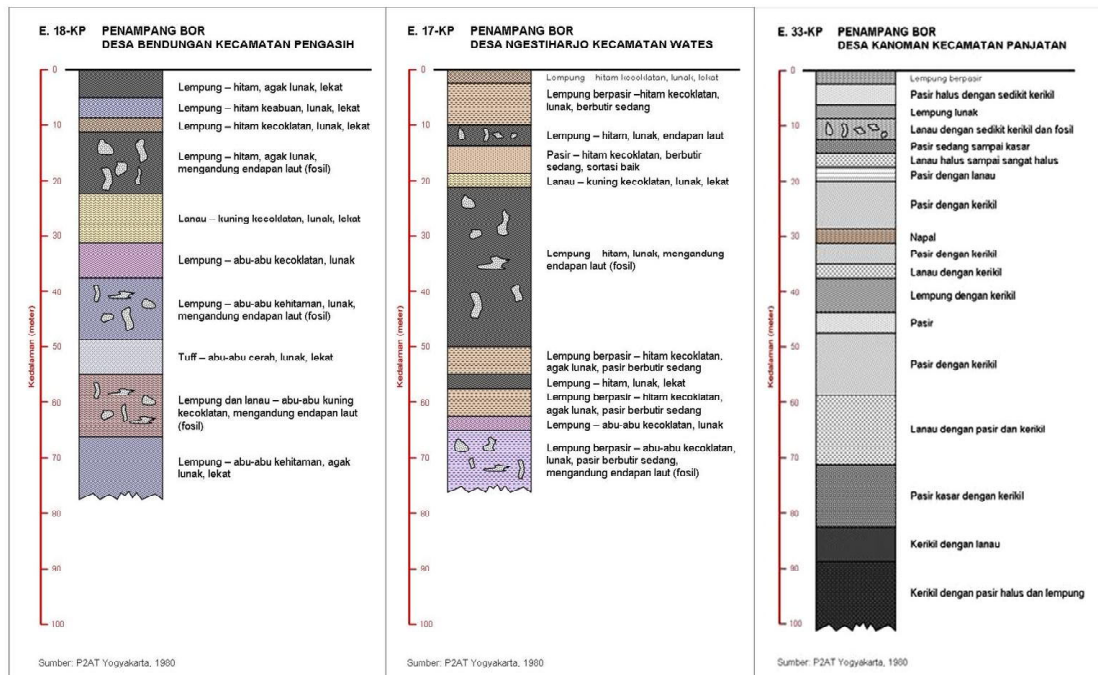
Zona Airtanah Bebas	Nilai DHL ( $\mu\text{mhos/cm}$ )	Sebaran pada Satuan Bentuklahan
Airtanah Tawar	< 1200	Terdapat di semua bentuklahan, khususnya pada beting gisik dan kompleks gumuk pasir, serta dataran banjir dan tanggul alam Sungai Progo.
Airtanah Payau	1200 - 2500	Terdapat secara lokal-lokal dan tersebar merata di seluruh satuan dataran fluviomarin.
Airtanah Asin	2500 - 4500	Terdapat secara lokal dan mengelompok pada satuan dataran fluviomarin di sekitar Desa Kanoman, Kecamatan Panjatan; sekitar Desa Giripeni, Kecamatan Wates; dan di sekitar muara Sungai Serang, Desa Plumbon, Kec. Temon. Polanya mengikuti pola morfologi teluk lama di depan Perbukitan Sentolo, yang dapat disebut sebagai Teluk Wates dan Teluk Panjatan.
Airtanah Sangat Asin	> 4500	Tidak dijumpai di daerah penelitian.

Sumber: hasil survei lapangan dan analisis data (2008, dalam Santosa, 2010)



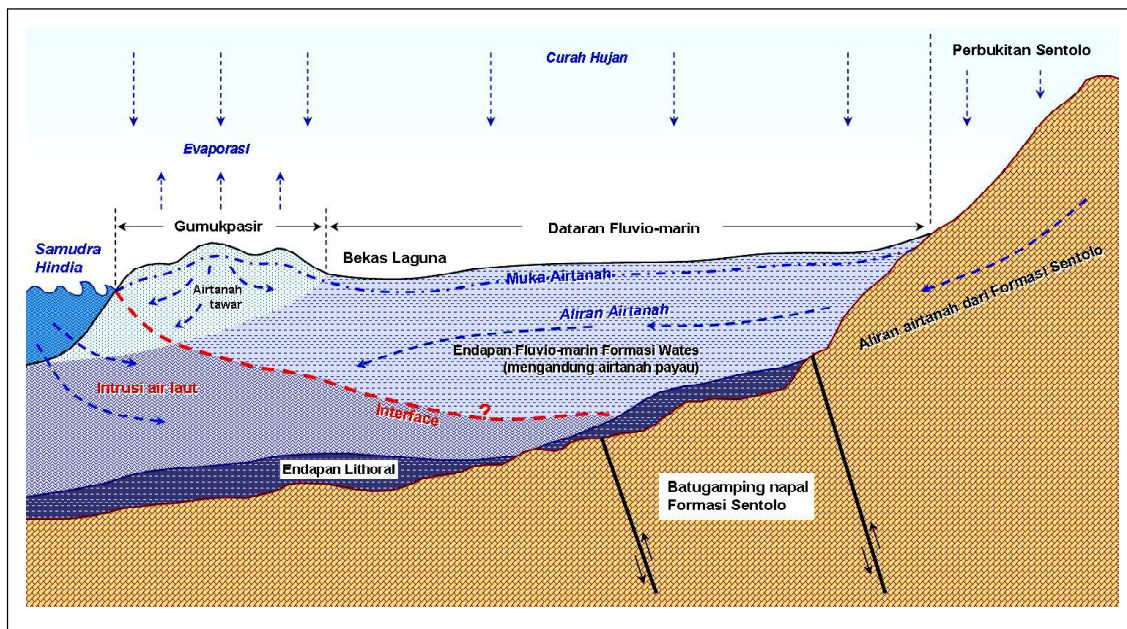
Sumber: hasil analisis

Gambar 2. Zonasi Airtanah Bebas berdasarkan Nilai Daya Hantar Listrik di Wilayah Kepesisiran Kabupaten Kulonprogo



Sumber: P2AT Yogyakarta, 1980

Gambar 3. Beberapa Data Bor yang Menunjukkan Stratigrafi Material Penyusun pada Satuan Dataran Fluvio-marine di Daerah Penelitian



Sumber: McDonald dan Partners, 1984

Gambar 4. Sistem Aliran Airtanah Bebas di Daerah Penelitian

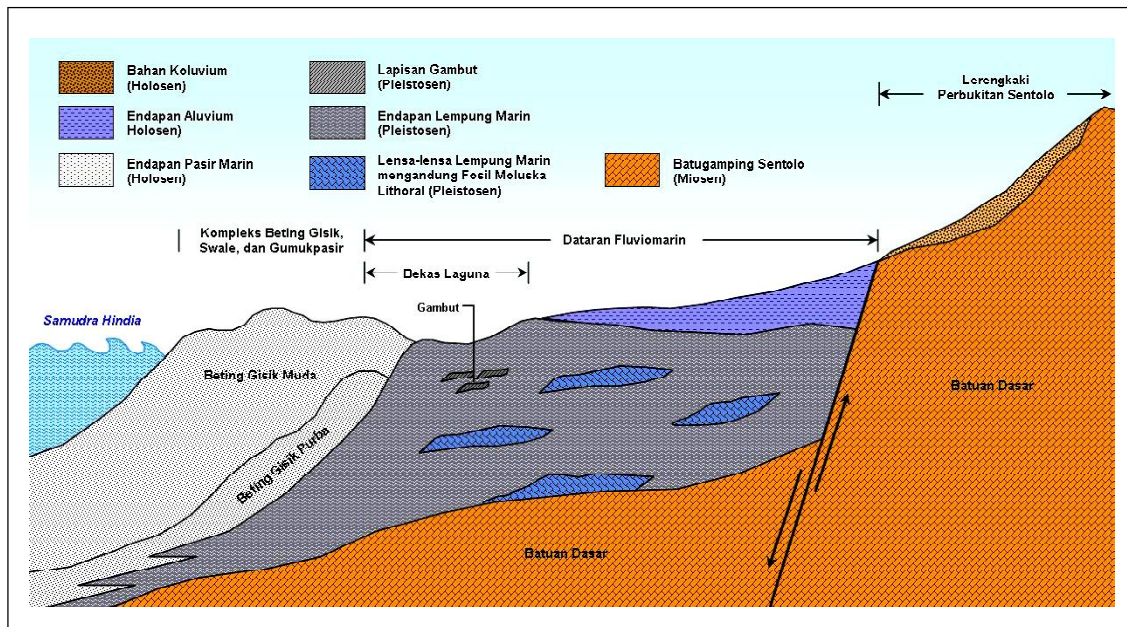
vial dan marin-eolian, dengan material didominasi oleh bahan-bahan endapan lempung marin zona lithoral, pasir marin, dan aluvium sungai (pasir, kerikil dan kerakal), maka diperlukan standar kriteria kisaran nilai tahanan jenis yang dirumuskan dan diinterpretasi berdasarkan hasil pendugaan geolistrik yang dikorelasikan dengan data bor, dan hasil-hasil pengamatan lapangan terhadap kondisi hidrogeomorfologi secara langsung, yang secara umum seperti disajikan dalam Tabel 2. Penampang melintang (cross section) lokasi pendugaan geolistrik dan uji bor di daerah penelitian, disajikan dalam Gambar 6.

Berdasarkan hasil interpretasi data geolistrik yang dikorelasikan dengan data bor dan hasil kajian kondisi airtanahnya, menggambarkan secara jelas bahwa genesis daerah penelitian telah mempengaruhi pembentukan dan karakteristik akuifer, yang tercermin pada kondisi hidrostratigrafi pada setiap satuan bentuklahan hasil proses marin, eolian, dan fluvial yang

ada. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa "genesis bentuklahan berpengaruh terhadap pembentukan hidrostratigrafi akuifer di daerah penelitian". Pernyataan ini dibuktikan oleh hasil rekonstruksi hidrostratigrafi, yang disajikan dalam Gambar 7, Gambar 8, dan Gambar 9.

Berdasarkan penampang hidrostratigrafi pada gambar-gambar tersebut, menunjukkan bahwa genesis bentuklahan dan proses-proses geomorfologi masa lampau, telah berpengaruh terhadap pembentukan 2 (dua) sistem akuifer utama yang benar-benar terpisah, yaitu: sistem akuifer kompleks beting gisik dan gumuk pasir, dengan sistem akuifer dataran fluviomarin yang masing-masing mempunyai pola khas (Santosa, 2010).

(a) Sistem akuifer kompleks beting gisik dan gumuk pasir merupakan sistem akuifer yang berbentuk mangkok, tersusun atas material pasir marin-eolian yang mengandung airtanah tawar, yang ditunjukkan oleh nilai tahanan jenis batuan sekitar 25 hingga 750



Sumber: McDonald dan Partners, 1984

Gambar 5. Sketsa Stratigrafi Akuifer di Daerah Penelitian dengan Arah Utara-Selatan



ohm meter. Sistem akuifer ini mempunyai kisaran kedalaman yang relatif seragam antara 30 hingga 40 meter. Pada bagian bawah sistem akuifer ini dibatasi oleh material lempung marin bercampur lanau dan pasir marin halus, dengan kedalaman rerata mulai 40 hingga 100 meter, yang ditunjukkan oleh nilai tahanan jenis batuan sekitar 10 hingga 25 ohm meter dan bersifat sebagai akuitard.

Selanjutnya pada bagian dasar dari sistem akuifer kompleks beting gisik dan gumuk pasir didasari oleh lapisan lempung marin purba mengandung airtanah payau hingga asin, yang ditunjukkan oleh nilai tahanan jenis sekitar 1 hingga 10 ohm meter, yang diperkirakan bersifat akuklud. Lapisan ini mempunyai batas lapisan atas pada kedalaman berkisar antara 60 hingga 100

Tabel 2. Hubungan antara Kondisi Material Penyusun dengan Nilai Tahanan Jenis pada setiap Satuan Bentuklahan di Daerah Penelitian

Tahanan Jenis (Ohm-meter)	Kondisi Material Penyusunan (Hidrostratigrafi)
<b>Satuan Bentuklahan Gisik Pantai, Kompleks Beting Gisik, Swale, dan Gumuk Pasir</b>	
> 750	Pasir marin-eolian kering (indikasi zona aerasi).
25 - 750	Pasir marin jenuh airtanah tawar (indikasi akuifer).
10 - 25	Lempung marin bercampur lanau dan pasir marin halus mengandung airtanah payau (indikasi akuitard).
1 - 10	Lempung marin mengandung airtanah payau (indikasi akuiklud).
< 1	Lempung marin mengandung airtanah asin (indikasi zona <i>interface</i> ).
<b>Satuan Bentuklahan Dataran Banjir dan Tanggul Alam</b>	
> 250	Material permukaan yang masih terpengaruh naik-turunnya debit aliran sungai (indikasi zona aerasi).
25 - 250	Aluvium sungai mengandung airtanah tawar (indikasi akuifer)
10 - 25	Lempung marin terkadang mengandung fosil moluska lithoral bercampur aluvium sungai mengandung airtanah payau (indikasi akuitrad).
1 - 10	Lempung marin mengandung airtanah payau (indikasi akuiklud).
<b>Satuan Bentuklahan Dataran Fluviomarin</b>	
> 250	Material permukaan yang masih dipengaruhi fluktuasi permukaan airtanah bebas (indikasi zona aerasi)
25 - 250	Aluvium sungai mengandung airtanah tawar (indikasi akuifer).
10 - 25	Lempung marin terkadang mengandung fosil moluska lithoral berselang-seling dengan aluvium sungai dan mengandung airtanah payau (indikasi akuitard).
1 - 10	Lempung marin berselang-seling dengan lanau dan pasir marin halus, mengandung fosil-fosil moluska lithoral dan airtanah payau hingga asin (indikasi selang-seling akuiklud-akuitard).

Sumber: Hasil Interpretasi Data Geolistrik yang dikorelasikan dengan Data Bor (dalam Santosa, 2010)

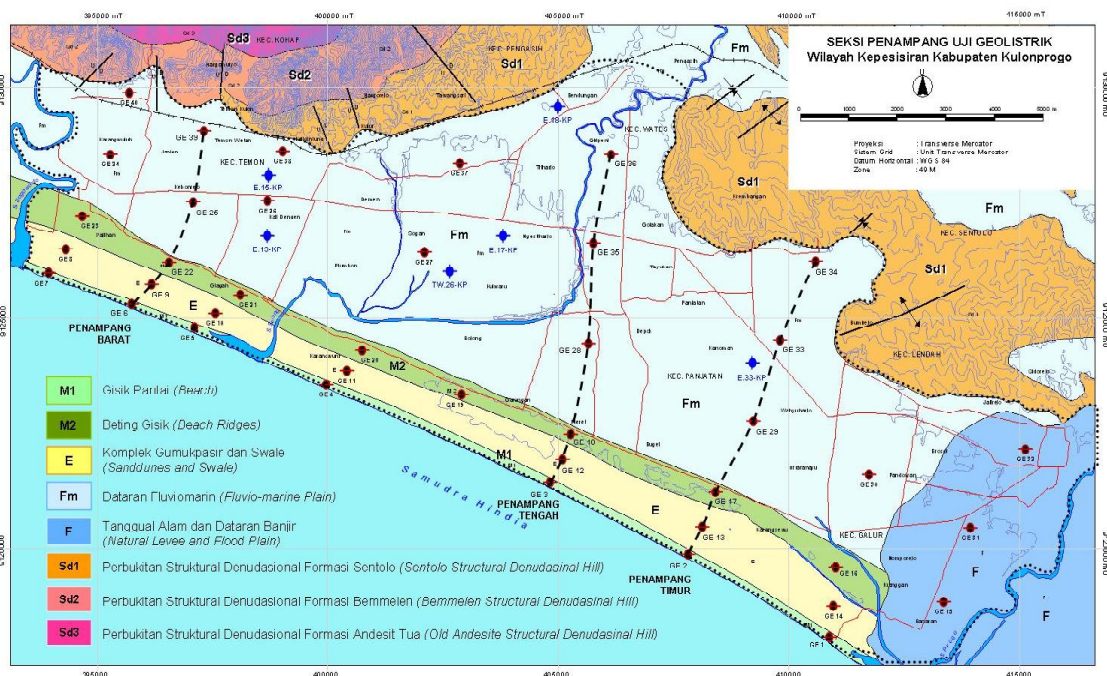
meter, dan diperkirakan sebagai zona *interface*, dengan kedudukan permukaan *inteface* pada kedalaman rerata >100 meter di bawah permukaan tanah.

(b) Pada sistem akuifer dataran fluviomarin secara umum tersusun atas 2 lapisan utama, yaitu: (i) pada bagian bawah berupa lapisan lempung marin berselang-seling dengan endapan lanau dan pasir marin halus, mengandung fosil-fosil moluska zona laut dangkal dan terdapat jebakan airtanah payau hingga asin, sebagai hasil proses sedimentasi marin purba, yang diindikasikan oleh nilai tahanan jenis berkisar 1 hingga 10 ohm meter; dan (ii) pada bagian atas berupa lapisan lempung marin yang berselang-seling dengan endapan aluvium hasil proses sedimentasi fluvial, dengan kondisi airtanah yang bervariasi dari tawar hingga payau.

Pada bagian tengah, lapisan lempung marin bercampur lanau dan pasir halus yang

mengandung fosil-fosil moluska laut dangkal sebagai hasil proses marin purba, dijumpai mulai dari permukaan airtanah bebas hingga kedalaman pendugaan geolistrik (300 meter). Fenomena ini menunjukkan bahwa pada bagian tengah daerah penelitian, benar-benar merupakan konsentrasi aktivitas marin purba, yang berasosiasi dengan kedudukan Teluk Wates dan Teluk Panjatan purba, sebagai pusat cekungan laut dangkal pada masa itu. Menurut McDonald dan Partners (1984), Widiyanto (1986), Santosa (2004), dan Santosa (2010), lokasi teluk-teluk tersebut merupakan bekas laguna yang terkubur oleh sedimentasi fluvial, yang selanjutnya berkembang menjadi dataran fluviomarin.

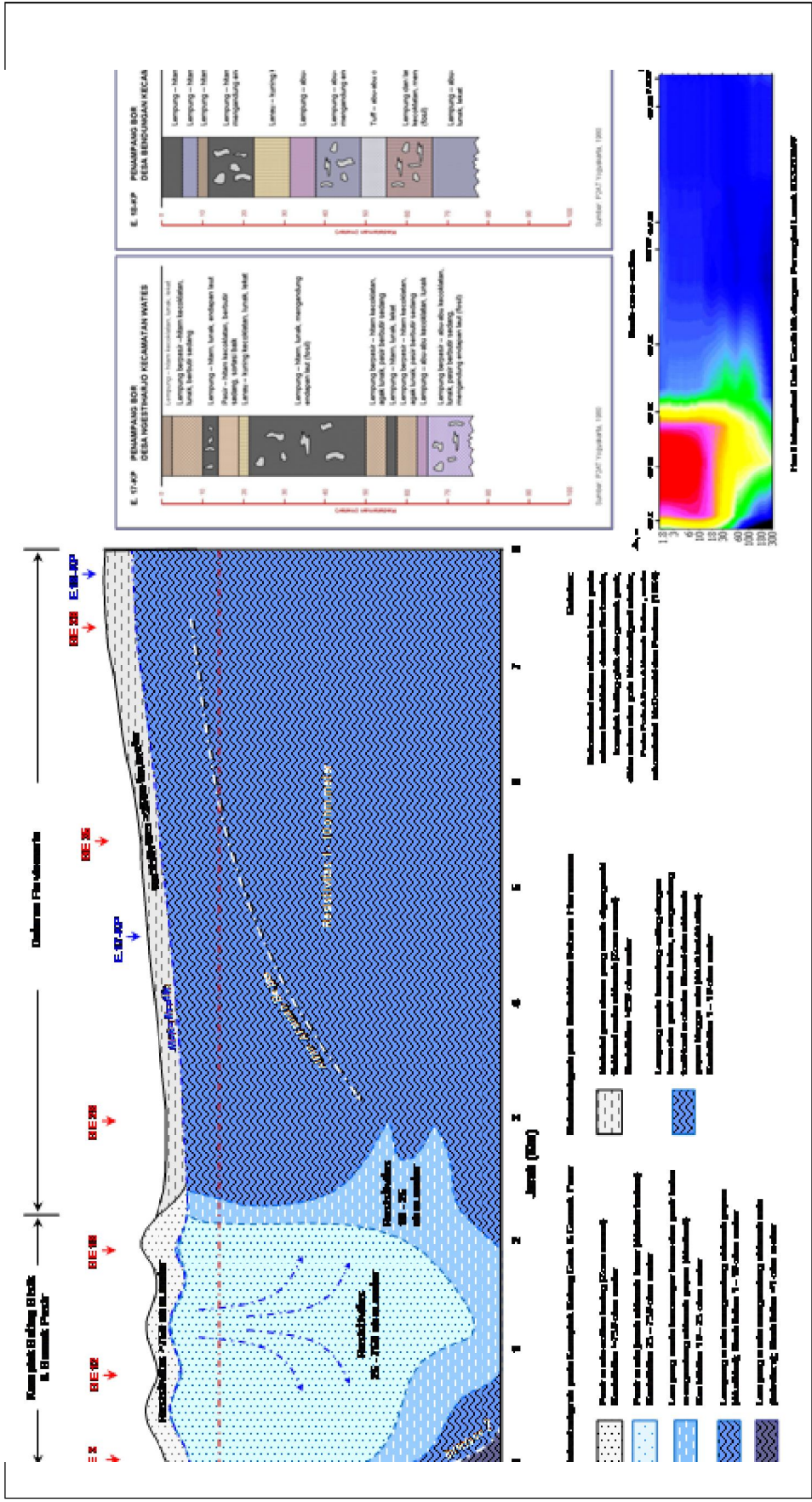
Di samping kedua sistem akuifer di atas, di daerah penelitian terdapat satu sistem akuifer lagi yang bersifat lokal, yang terbentuk sebagai hasil proses geomorfologi fluvial, yaitu sistem akuifer dataran banjir dan tanggul alam. Sistem akuifer ini secara



Sumber: hasil analisis

Gambar 6. Penampang Melintang Lokasi Pendugaan Geolistrik di Daerah Penelitian





Sumber: Hasil Interpretasi Data Pendugaan Geolistrik (2007) yang dikorelasikan dengan Data Bor P2AT Yogyakarta (1980), dalam Santosa (2010)

Gambar 8. Penampang Hidrostratigrafi Akuifer Memotong Seluruh Satuan Bentuklahan (Selatan - Utara) di Bagian Tengah Daerah Penelitian



lokal terdapat pada satuan bentuklahan dataran banjir dan tanggul alam Sungai Progo, tersusun atas material aluvium yang berasal dari hasil pengendapan material-material vulkanik Merapi Muda berukuran pasir dan kerikil dengan sedikit lempung, yang dikenal dengan Formasi Yogyakarta.

Berdasarkan hasil analisis tersebut, maka dapat dinyatakan bahwa "genesis bentuklahan berpengaruh kuat terhadap pembentukan hidrostratigrafi akuifer di daerah penelitian". Di daerah penelitian tersusun atas 3 (tiga) sistem akuifer, yaitu: Sistem Akuifer Dataran Fluvimarin; Sistem Akuifer Komplek Beting Gisik, Swale, dan Gumuk Pasir; serta Sistem Akuifer Dataran Banjir dan Tanggul Alam. Masing-masing sistem akuifer mempunyai karakteristik yang khas, yang ditunjukkan oleh sistem dan pola perlapisan material penyusun akuifer dan variasi karakteristik airtanah bebas. Dengan demikian, dapat dinyatakan dengan pernyataan terbalik bahwa "hidrostratigrafi akuifer dapat dipakai sebagai geoindikator untuk menelusur genesis bentuklahan pada suatu wilayah".

### **Rekonstruksi Spasiotemporal Hidrostratigrafi Akuifer Kaitannya dengan Kronologi Pembentukan Bentuklahan**

Berdasarkan hasil analisis hidrostratigrafi, menunjukkan pula bahwa selama kurun waktu zaman Tersier Akhir hingga Kuartar, yaitu mulai kala Pliosen hingga Holosen, akibat bekerjanya proses-proses geomorfologi masa lampau, telah berakibat pada dinamika bentuklahan secara bertahap (kronologis) di daerah penelitian (Santosa, 2010), seperti direkonstruksikan pada Gambar 10a, 10b, dan 10c.

Tahap pertama pada akhir zaman Tersier (akhir kala Pliosen)

Pada kala itu, daerah penelitian merupakan suatu zona laut dangkal dengan banyak la-

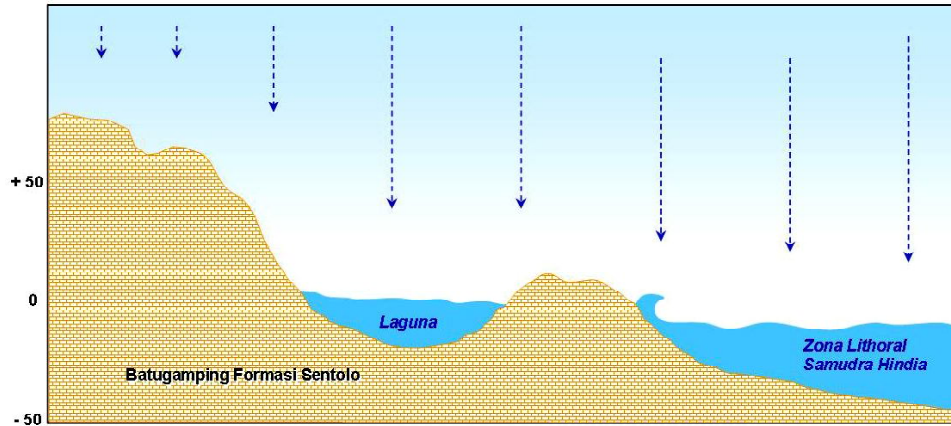
guna pada bagian teluk-teluknya. Hal ini dibuktikan dengan ditemukannya pola jalur atau igir perbukitan di sebelah utara daerah penelitian yang mengindikasikan garis pantai lama seperti teluk dan tanjung. Di samping itu, berdasarkan hasil analisis data bor dan pendugaan geolistrik ditemukan lapisan-lapisan endapan lempung marin mengandung fosil kerang, lanau, dan pasir halus yang berselang-seling, tersortasi dengan baik hingga kedalaman mencapai >100 meter, yang tersebar merata di seluruh satuan dataran fluvimarin hingga batas tekuk lereng perbukitan di bagian utara.

Tahap kedua pada zaman Kuartar (kala Pleistosen)

Pada kala itu terjadi perubahan iklim dunia secara drastis (Pannekoek, 1949; Bemmelen, 1970), yang ditandai dengan periode kering yang sangat panjang. Kondisi ini berakibat besar terhadap wilayah perairan laut di Indonesia, yaitu muka air laut turun antara 50 - 100 meter (*eustatic sea level lowering*). Zona laut dangkal di daerah penelitian pada saat itu dimungkinkan mengering karena penguapan yang sangat tinggi, sehingga menjadi suatu daratan yang luas. Sedimen marin berupa lempung lithoral mengandung pasir marin halus dan fosil-fosil moluska laut dangkal terakumulasi pada dasar laguna. Di samping itu, air laut yang menguap meninggalkan kristal-kristal garam, yang ikut terjebak bersama sedimen lempung marin pada dasar laguna. Hal ini ditunjukkan oleh terdapatnya airtanah bebas berada payau hingga asin dengan nilai DHL 1.200 hingga 4.500  $\mu\text{mhos/cm}$ , pola mengelompok, dan mendominasi pada satuan dataran fluvimarin yang bersesuaian dengan pola teluk purba di daerah penelitian.

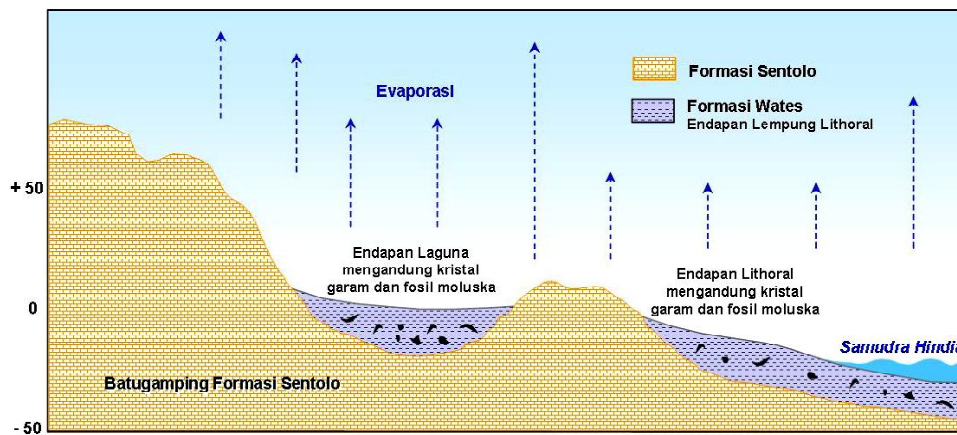
Tahap ketiga pada akhir kala Pleistosen memasuki kala Holosen

Pada saat itu iklim mulai normal kembali



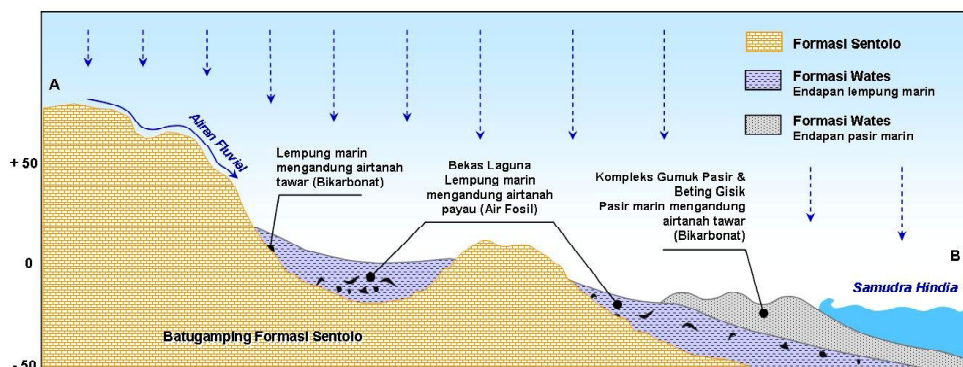
Sumber:

Gambar 10a. Rekonstruksi Hubungan antara Hidrostratigrafi Akuifer dengan Genesis Bentuklahan di Daerah Penelitian pada Akhir Kala Pliosen (Tersier Akhir)



Sumber:

Gambar 10b. Rekonstruksi Hubungan antara Hidrostratigrafi Akuifer dengan Genesis Bentuklahan di Daerah Penelitian pada Kala Pleitosen (Kuarter Awal)



Sumber:

Gambar 10c. Rekonstruksi Hubungan antara Hidrostratigrafi Akuifer dengan Genesis Bentuklahan di Daerah Penelitian pada Kala Holosen (Kuarter Akhir)

dan proses geomorfologi mulai didominasi oleh aktivitas fluvial. Di daerah penelitian, endapan lempung marin mengandung lanau dan fosil kerang yang terdapat di dasar zona laut dangkal, tertutup oleh endapan fluvial berupa lempung dan pasir halus berumur Holosen, yang membentuk Formasi Wates (Widiyanto, 1986; Barianto, 2006). Selanjutnya air hujan yang meresap ke dalam akuifer pada satuan ini mulai melarutkan kristal-kristal garam laut purba yang terjebak saat sedimentasi lempung marin, membentuk airtanah berasa payau hingga asin, dengan nilai daya hantar listrik tinggi di daerah penelitian.

Merujuk pada hasil penelitian ini, maka dapat dinyatakan bahwa "genesis bentuklahan telah berpengaruh terhadap pembentukan hidrostratigrafi akuifer dan karakteristik airtanah bebas di daerah penelitian". Hasil penelitian ini menjelaskan dan memperkuat prinsip "*Uniformitarianism*" dalam geomorfologi dengan pernyataan "*the present is the key to the past*".

## KESIMPULAN DAN SARAN

(1) Genesis dan proses-proses geomorfologi masa lampau di daerah penelitian telah berpengaruh terhadap pembentukan 3 (tiga) hidrostratigrafi yang menunjukkan sistem akuifer utama yang benar-benar terpisah. (a) Sistem akuifer (hidrostratigrafi) kompleks beting gisik dan gumuk pasir merupakan sistem akuifer yang ber-bentuk mangkok, tersusun atas material pasir marin-eolian yang mengandung airtanah tawar, dengan kedalaman mencapai 30 hingga 40 meter, yang ditunjukkan oleh nilai tahanan jenis batuan antar 25 hingga 750 ohm meter. (b) Sistem akuifer (hidrostratigrafi) dataran banjir dan tanggul alam merupakan sistem akuifer lokal yang terdapat di sekitar muara Sungai

Progo, tersusun atas material aluvium yang berasal dari hasil pengendapan material-material vulkanik Merapi Muda berukuran pasir dan kerikil dengan sedikit lempung. (c) Sistem akuifer (hidrostratigrafi) dataran fluviomarin secara umum tersusun atas 2 lapisan utama, yaitu: (i) pada bagian bawah berupa lapisan lempung marin berselang-seling dengan endapan lanau dan pasir marin halus, mengandung fosil-fosil moluska laut dangkal dan terdapat jebakan airtanah payau hingga asin, dengan nilai tahanan jenis berkisar 1 hingga 10 ohm meter; dan (ii) pada bagian atas berupa lapisan lempung marin yang berselang-seling dengan endapan aluvium hasil proses sedimentasi fluvial, dengan kondisi airtanah yang bervariasi dari tawar hingga payau.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa hidrostratigrafi akuifer dapat dipakai sebagai geoindikator untuk menelusur kronologi pembentukan bentuklahan di daerah penelitian, yang memperkuat prinsip dasar "*Uniformitarianism*" dalam geomorfologi dengan pernyataan "*the present is the key to the past*".

(2) Secara spasiotemporal, genesis bentuklahan di daerah penelitian berpengaruh terhadap pembentukan hidrostratigrafi akuifer dan karakteristik airtanah bebas dalam 3 tahapan atau kronologi, yaitu: pada akhir zaman Tersier (akhir kala Pliosen), kala Pleistosen, dan kala Holosen. Genesis atau kronologi pembentukan bentuklahan tersebut dibuktikan dengan pola hidrostratigrafi yang unik, berupa selang-seling lapisan material lempung marin mengandung fosil-fosil moluska laut dangkal (*lithoral*) dengan endapan lempung aluvial (sungai), dan keterdapat lensa-lensa akuitard mengandung airtanah payau hingga asin (DHL antara 1.200 hingga 4.500  $\mu\text{mhos/cm}$ ) di daerah penelitian.



## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya saya disampaikan kepada Bapak Prof. Dr. Sutikno, Guru Besar pada Fakultas Geografi UGM, yang selama ini telah membina

dan membimbing penulis untuk meraih derajat pendidikan tinggi, sejak S1, S2, hingga S3, terkhusus dalam meng-ajarkan dan mengembangkan keilmuan Hidrogeomorfologi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Acworth, R.I., 2001. Physical and Chemical Properties of a DNAPL Contaminated Zone in a Sand Aquifer. *Quarterly Journal of Engineering Geology*. Australia
- Appelo, C.A.J. and Postma, D., 1994. *Geochemistry, Groundwater and Pollution*. A.A. Balkema, Rotterdam, 536p
- Bariato, D.H., 2006. Penggunaan Citra Landsat TM dalam Penentuan Letak Pusat Erupsi dan Sebaran Batuan Vulkanik serta Rekonstruksi Paleogeografi Tersier Pegunungan Kulonprogo. *Tesis*. Program Pascasarjana Fakultas Geografi UGM. Yogyakarta
- Bemmelen, R.W. van, 1970. *The Geology of Indonesia*. General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes. Government Printing Office. The Haque
- Cartwright, I. And Tamie R. Weaver, 2005. Hydrogeochemistry of the Goulburn Valley Region of the Murray Basin Australia Implications for Flow paths and Resource Vulnerability. *Hydrogeology Journal*. Official Journal of the International Association of Hydrogeologists. Volume 13 Number 5-6 October 2005. Pages 752 – 770. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg
- De Rider, 1972. *Hydrogeology of Different Types of Plain*. ILRI. Wageningen
- Fetter, C.W., 1988. *Applied Hydrogeology*. 3th edition. Mac Millan Publishing. New York
- Gabriela-Garcia, M., Margarita-Hidalgo, del V., and Miguel-Blesa, A., 2001. Geochemistry of Groundwater in the Alluvial Plain of Tucuman Province, Argentina, *Hydrogeology Journal*. Official Journal of the International Association of Hydrogeologists. Volume 9 December 2001. Pages 597 – 610. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg
- Holmes Arthur, 1965. *Principles of Physical Geology*. 2<sup>nd</sup> Edition Completely Revised Published. Thomas Nelson and Sons Ltd. Britain
- Kloosterman, F.H., 1989. *Groundwater Flow System in the Northern Coastal Lowlands of West- and Central Java, Indonesia*. An Earth-Scientific Approach. Kanisius Publishing Company, Yogyakarta
- Kodoatie, R.J., 1996. *Pengantar Hidrogeologi*. Penerbit: Andi Offset. Yogyakarta

- Lobeck, A.K., 1939. *Fundamental of Geomorphology*. John Wiley and Sons. New York
- McDonald and Partners, 1984. *Greater Yogyakarta Groundwater Resources Study*. Overseas Development Administration. London
- Meijerink, 1982. *Hydrogeomorphology*. Department Geomorphology. ITC the Netherlands
- Pannekoek, A.J., 1949. *Outline of the Geomorphology of Java*. E.J. Brill. Leiden
- Santosa, L.W., 2004. Studi Akuifer pada Bentanglahan Kepesisiran Kabupaten Kulonprogo D.I. Yogyakarta, *Jurnal Majalah Geografi Indonesia*, Vol. 18 No. 2, Sept. 2004, Hal 117 - 133
- Santosa, L.W., 2010. Pengaruh Genesis Bentuklahan terhadap Hidrostratigrafi Akuifer dan Hidrogeokimia dalam Evolusi Airtanah Bebas - Kasus pada Bentanglahan Kepesisiran Kabupaten Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta, *Disertasi*, Program Doktor pada Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta
- Strahler, N.A. dan Strahler, H.A., 1983. *Modern Physical Geography*. John Wiley and Sons. New York
- Stuyfzand, P.J., 1991. A New Hydro-chemical Classification of Water Types: Principles and Application to the Coastal Dunes Aquifer System of the Netherlands. *Salt Water Intrusion Meeting*. The Delf
- Sutikno, 1992. Pendekatan Geomorfologikal Untuk Kajian Airtanah Dangkal Daerah Perbukitan Sangiran, Sragen, Jawa Tengah. *Laporan Penelitian*. Fakultas Geografi, UGM. Yogyakarta
- Todd, D.K., 1980. *Groundwater Hydrology*. John Wiley and Sons. New York
- Thornbury, 1954. *Principles of Geomorphology*. John Wiley and Sons. London - New York
- Verstappen, H. Th., 1983. *Applied Geomorphology: Geomorphological Surveys for Environmental Development*. Elsevier. Amsterdam - Oxford - New York
- Widiyanto, 1986. Geomorfologi Daerah Glagah – Bogowonto, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Laporan Penelitian*. Fakultas Geografi UGM. Yogyakarta

# PERTUMBUHAN MATERIAL INTERLAYER DI MINERAL LEMPUNG SMEKIT DI TANAH LEPTIC HAPLUDERT YANG BERKEMBANG DI ATAS Ca-BENTONIT DI NANGGULAN KULON PROGO

## *Growth of Interlayer Material in The Smectite Clay Mineral in The Leptic Hapludert Developed on Ca-Bentonite at Nanggulan Kulon Progo*

Mohammad Nurcholis<sup>1</sup> dan Aris Buntoro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Agroteknologi, <sup>2</sup>Program Studi Teknik Perminyakan

UPN "Veteran" Yogyakarta

E-mail: nurcholis@upnyk.ac.id

### **ABSTRACT**

*The objective of this study was to understand the mineralogical characteristics of the bentonite and its upper developed soil, at Nanggulan Kulonprogo. Separation and collection of clay fraction were done by fractionation on suspension at pH 10 after organic matter was oxidized using H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Characteristics of clay mineral was analyzed using X-ray diffraction on parallel oriented samples after Mg saturation, glycerol solvation, or K saturation, and its following successive heating at 100°C, 300°C dan 550°C. Cation exchange capacity (CEC) and the exchangeable bases were analyzed using saturation of NH<sub>4</sub>OAc 1N pH 7. Results showed that clay materials of both samples were Ca-bentonite. Comparing with clay from soil, bentonite had peak intensity of the smectite minerals and low value of CEC and exchangeable Ca. Potassium saturation caused uncompleetely shringkage of the studied smectite minerals, and it was reflected by a broader peaks at 13,11 Å. The presence of these broader peaks was interpreted as a growth of interlayer materials that it may alter to smectite-chlorite intergrade minerals.*

**Keywords:** interlayer materials, smectite minerals, Ca-bentonite, Leptic Hapluderts

### **ABSTRAK**

*Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik mineralogi bentonit dan tanah yang berkembang di atasnya, di Nanggulan Kulonprogo. Pemisahan dan pengumpulan fraksi lempung dilakukan dengan fraksionasi pada suspensi pH 10 setelah bahan organik dihilangkan dengan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Karakteristik mineral lempung dianalisis dengan difraksi sinar-X yang menggunakan sampel paralel setelah penjuenan Mg, solvasi gliserol, dan penjuenan K dengan pemanasan bertingkat dari 100°C, 300°C dan 550°C. Kapasitas pertukaran kation (KPK) dan basa-basa tertukar ditetapkan dengan penjuenan NH<sub>4</sub>OAc 1N pH 7. Hasil analisis menunjukkan bahwa bahan lempung dari kedua sampel adalah Ca-bentonit. Lempung dari bentonit mempunyai karakteristik, yaitu intensitas mineral smektit lebih rendah dan nilai KPK serta kadar Ca yang juga rendah dibandingkan dengan yang dari tanah. Penjuenan kalium menyebabkan pengerutan yang tidak merata di semua bagian mineral smektit, yang ditandai dengan puncak 13,11 Å dengan bentuk melebar. Adanya puncak yang melebar ini diinterpretasikan sebagai pertumbuhan material di dalam ruang interlayer antar satuan kisi mineral smektit yang dapat mengubah mineral ini menjadi mineral intergrade smektit-klorit.*

**Kata kunci:** material interlayer, mineral smektit, Ca-bentonit, Leptic Hapludert

## PENDAHULUAN

Lempung merupakan unsur penting dalam kajian geomorfologi. Distribusi tipe lempung dipengaruhi oleh proses geomorfologi dan perkembangan tanahnya (Priyono, 2012). Bentonit merupakan material lempung yang didominasi oleh mineral smektit dan dapat terbentuk dari alterasi material vulkanik maupun sedimen, dan material ini sangat bermanfaat bagi berbagai bidang. Sukandarumidi (1999) mengatakan bahwa bentonit adalah jenis lempung yang 80% lebih terdiri atas mineral smektit. Honty *et al.* (2004) melaporkan bentonit sebagai material yang berbentuk butiran berukuran halus sampai kasar dan merupakan hasil perubahan dari tuf *rhyolite-andesite*. Ada dua macam bentonit yang dikenal, yaitu Na-bentonit dan Ca- atau Mg- bentonit. Dalam bidang pemboran, ada dua jenis mineral lempung yang terpenting dalam lumpur pemboran, yaitu *montmorillonite* yang secara umum disebut *bentonite* atau *gel*, dan *attapulgit* (*salt gel*). Bentonit yang ada di pasaran mempunyai kandungan sodium *montmorillonite* sekitar 60 -70%. Natrium *montmorillonite* adalah merupakan material yang berbentuk plat-plat seperti lembaran-lembaran buku (Buntoro, 2003). Plat-plat tersebut sangat tipis dengan ukuran partikel kurang dari 0.1 m. Bentonit menyerap air tawar pada permukaan partikel-partikelnya, sehingga dapat menaikkan volumenya sampai 10 kali atau lebih, yang disebut "*swelling*" sebagai hasil dari proses "*hidration*". Besarnya *swelling* yang terjadi dapat dilihat dengan meningkatnya kekentalan atau viskositas lumpur, yang tergantung dari luas permukaan dan total jumlah air yang diserap oleh mineral lempung.

Mineral smektit termasuk mineral lempung tipe 2:1, terdiri atas dua lapisan oktahedral yang mengapit satu lapisan tetrahedral. Adanya substitusi isomorfik yang terjadi di dalam struktur lembaran, kedua lapisan oktahedral dan tetrahedral, menyebabkan

ruang antar lapisan unit mineral dapat ditempati oleh unsur, seperti kation Al, Si, dll. (Nurcholis *et al.*, 1998). Perbedaan dengan vermikulit adalah mineral smektit dapat mengembang dan mengerut. Kedua jenis mineral mempunyai kesamaan yaitu mempunyai ruang interlayer dari mineral. Mineral smektit kebanyakan merupakan mineral sekunder sebagai hasil rekristalisasi silika dan alumina yang terlepas dari mineral yang terlapuk, seperti yang dilaporkan oleh Burras *et al.* (1996), yang meneliti terbentuknya mineral smektit dalam tanah yang berasal dari *loess*. Akan tetapi ada juga yang berasal dari mineral primer, seperti yang ditemukan dalam *tephra* (Dahlgreen *et al.*, 1997). Perilaku mineral smektit dapat dengan mudah dikenali dengan analisis *X-ray diffraction* (XRD) dan *differential thermal analysis* (DTA).

Mineral smektit mempunyai perilaku yang khas atas penjenuhan dengan Mg atau K dan solvasi gliserol atau glikol pada lempung jenuh Mg, atau pemanasan lempung jenuh K. Perilaku mineral ini dapat dilihat dengan perubahan puncak dari *d-spacing* atas perlakuan difraksi sinar X. Penjenuhan mineral smektit dengan Mg menghasilkan puncak 1,45-1,55 nm. Akan tetapi Nurcholis (1998) menemukan puncak smektit jenuh Mg yang mencapai 1,60 nm. Solvasi dengan gliserol pada smektit jenuh Mg dapat mengembangkan menjadi 1,80 nm. Dalam penelitian yang sama Nurcholis (1998) melaporkan pengembangan smektit dapat mencapai 2,10 nm. Mineral smektit yang dijenuhi K dalam kondisi kering angin mengerut menjadi 1,25 nm. Pemanasan bertingkat atas smektit jenuh K dengan suhu 100°C, 300°C dan 550°C menyebabkan pengerutan mineral smektit secara berangsur yang kemudian menjadi 0,95-0,10 nm.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik mineral smektit

dari bentonit. Di samping itu untuk mengetahui tingkat perkembangan dan alterasi mineral smektit di tanah yang berkembang di atasnya setelah mengalami pelapukan dan pedogenesis. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar dalam pemanfaatan bentonit di lokasi yang diteliti, serta memberikan informasi karakteristik dasar tanah yang berkembang di atasnya.

## METODOE PENELITIAN

Contoh tanah jenis Leptic Hapludert yang berkembang di atas bentonit diambil dari Desa Tanjungharjo yang termasuk Wilayah Kecamatan Nanggulan Kulonprogo (Gambar 1). Contoh tanah dan bentonit disiapkan dengan cara digerus dan diayak lolos mata saring 2 mm. Pemisahan fraksi lempung dilakukan dengan metode hukum Stokes setelah bahan organik dihilangkan dengan penambahan  $H_2O_2$  30% dalam *waterbath* (Gambar 1).

Pengambilan dan pengumpulan fraksi lempung dilakukan dengan cara pen-dispersian setelah pH suspensi dinaikkan menjadi 10 dengan penambahan NaOH pekat (Nurcholis, 1998). Hasil pemipetan lempung dimasukkan di dalam wadah, dan fraksi lempung dipisahkan dari suspensi dengan penambahan garam NaCl. Pemipetan diulang-ulang sampai fraksi lempung dalam suspensi habis.

Suspensi lempung ini dimasukkan dalam tabung sedimentasi 1000 ml, dan volume suspensi ditambah sampai volume tabung. Kadar lempung dalam suspensi ini ditetapkan dengan cara gravimetri, yaitu dengan mengambil sampel 10 ml, dimasukkan dalam botol timbang yang telah ditimbang lebih dahulu. Suspensi dikeringkan di dalam pemanas dengan suhu  $105^{\circ}C$ , kemudian ditimbang. Selanjutnya suspensi dijadikan konsentrasi 50 mg/10 ml dengan

menambah air. Suspensi ini digunakan untuk perlakuan dan analisis selanjutnya.

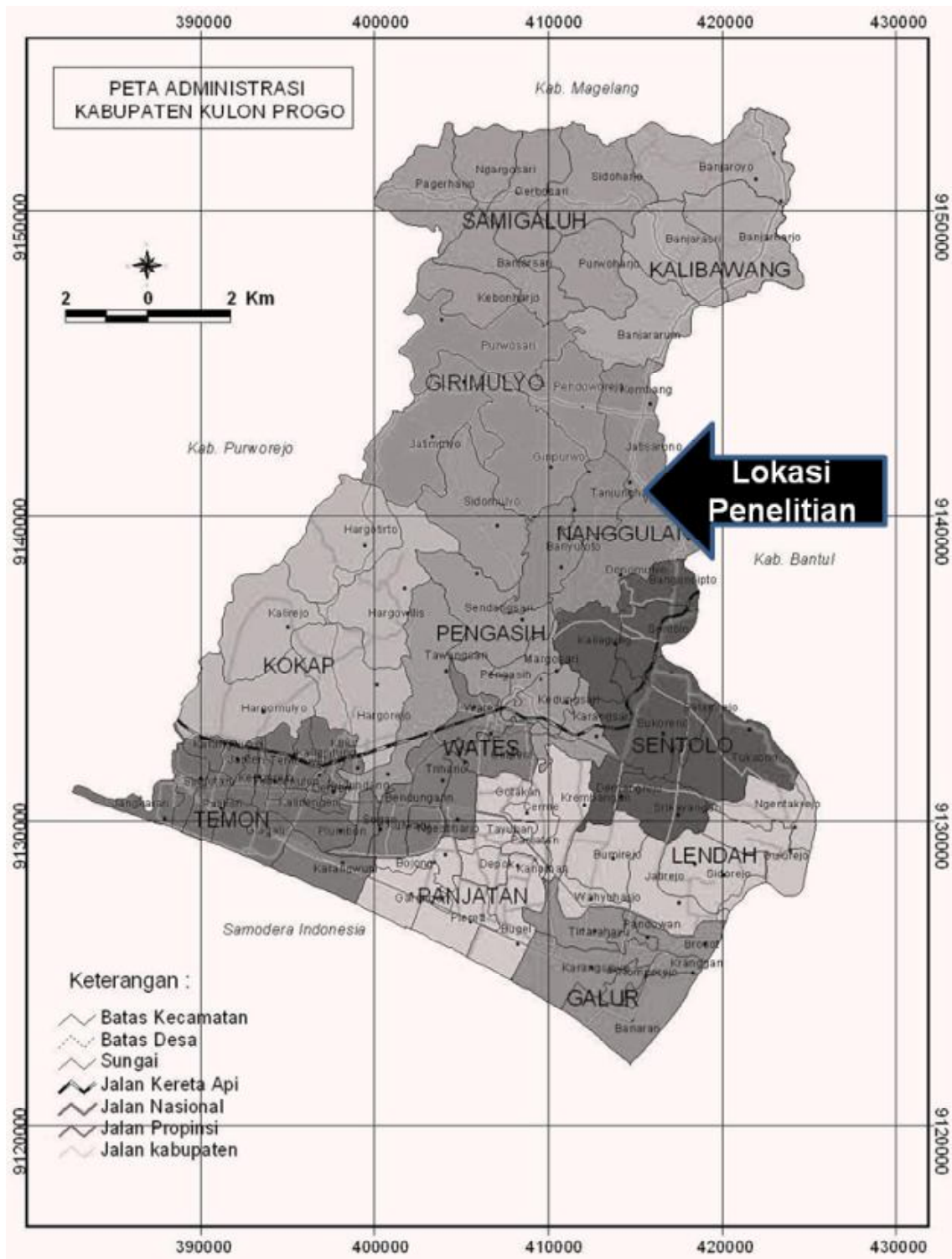
Kation-kation tertukar yang meliputi Ca, Mg, K, Na dalam sampel tanah dan bentonit ditetapkan dengan mengekstrak menggunakan amonium asetat 1 N pH 7. Adapun unsur-unsurnya ditetapkan dengan *atomic absorption spectrophotometer* (AAS). Kadar karbonat setara ditetapkan dengan kalsimeter. Ekstraksi dengan *Dithionite Citrate Bicarbonate* (DCB) pada sampel lempung dilakukan untuk menghilangkan bahan pengotor yang berupa oksida besi dan aluminum (Mehra dan Jackson, 1960). Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk lebih mempertajam hasil puncak dari difraksi sinar-X.

Analisis mineral lempung dilakukan dengan membuat preparat dalam bentuk *powder* dan *parallel oriented clay*. Difraksi sinar-X yang dilakukan dengan menggunakan sampel *powder* untuk mengenali mineral di luar kelompok filosilikat, dan *parallel oriented sample* untuk menganalisis mineral yang termasuk dalam kelompok filosilikat. Untuk *parallel oriented sample* dengan penjenuhan Mg (lemp-Mg), solvasi gliserol pada lemp-Mg, penjenuhan lempung dengan K (lemp-K), pemanasan bertingkat pada lemp-K dengan  $100^{\circ}C$ ,  $300^{\circ}C$  dan  $550^{\circ}C$ . Aplikasi sinar-X dilakukan dengan sudut  $2\theta$  dari  $4^{\circ}$  sampai dengan  $30^{\circ}$ .

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik tanah dan bentonit

Hasil analisis tekstur menunjukkan bahwa tanah yang berkembang di atas bentonit dengan kandungan lempung tinggi yaitu 53%, dengan kadar debu 35 % dan pasir 12%. Berdasarkan data ini dapat dilihat bahwa tanah yang dikaji mempunyai klas tekstur lempung.



Sumber: hasil analisis

Gambar 1. Lokasi Penelitian

Kation-kation basa tertukar dalam bentonit yang meliputi Ca, Mg, K, dan Na menunjukkan bahwa bentonit ini oleh didominasi oleh Ca tertukar (Tabel 1). Hal ini mencerminkan bahwa kation dominan yang berada dalam kompleks pertukaran adalah Ca, sehingga dapat dikatakan sebagai Ca-bentonit. Lempung dari tanah menunjukkan bahwa kation-kation tersebut pada umumnya lebih tinggi daripada yang terdapat dalam bentonit, kecuali Na. Hasil ini selaras dengan adanya proses pelapukan dan pedogenesis yang menyebabkan terjadinya pengayaan unsur-unsur terutama kation basa.

Kapasitas pertukaran kation (KPK) tanah yang berkembang di atas bentonit lebih tinggi daripada bentonit (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa mineral smektit yang ada di dalam tanah merupakan perkembangan yang lanjut dari mineral smektit dalam bentonit yang merupakan bahan yang mendasari dan sebagai bahan induk tanah. Kadar kapur pada tanah juga lebih besar daripada yang di bentonit. Ini sejalan dengan kation-kation tertukar, yaitu tanah mempunyai kandungan Ca tertukar lebih besar dibandingkan dengan bentonit.

### Difraksi Sinar-X Pada Sampel Powder

Hasil analisis difraksi sinar-X pada sampel powder menunjukkan bahwa bentonit dan tanah didominasi oleh mineral lempung smektit (16,1Å) (Gambar 2). Di samping itu terdapat juga mineral-mineral lain seperti *haloisit* 7 Å (7,4Å) (001), *poligorskit* (6,4Å) (001), *haloisit* 7 Å (4,42Å) (002), *poligorskit* (4,25Å) (002), *kristobalit* (4,05Å), *haloisit* 7 Å (3,56Å) (003), kuarsa (3,34Å), dan *felspar* (3,20Å) yang terdapat pada bentonit. Adapun lempung dari tanah terdapat mineral lempung seperti smektit (15,6Å) (001), smektit (8,86Å) (002), *muskovit* (5,2Å), smektit (4,42Å) (003), *poligorskit* (4,25Å), *diaspor* (3,95Å), kuarsa (3,34Å) (001), kuarsa (4,21Å), (002), *felspar* (3,44Å), *kristobalit* (4,05Å), dan *felspar* (3,18Å).

### Difraksi Sinar-X Pada Sampel Paralel Oriented

#### Sampel tanah

Gambar 3. menunjukkan pola difraksi sinar-X dari sampel lempung yang dipisahkan dari tanah. Penjenuhan lempung dengan Mg memberikan puncak 15,96 Å.

Tabel 1. Sifat Kimia Terpilih

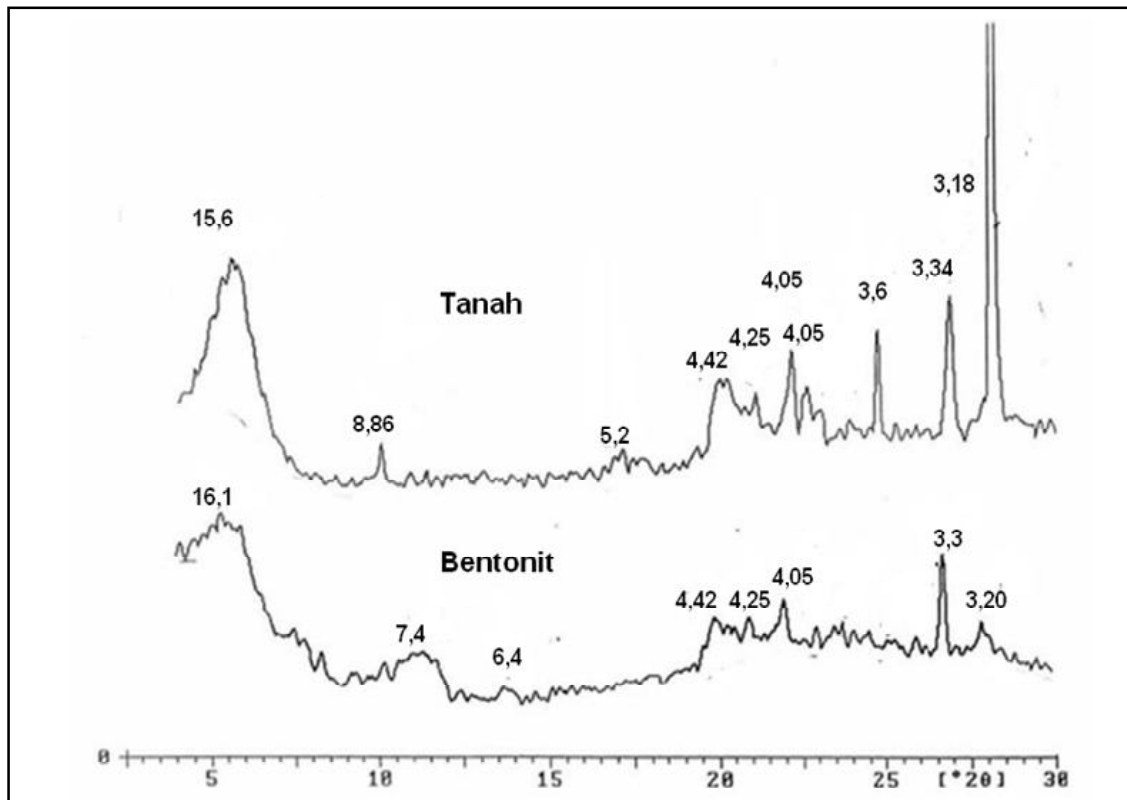
No	Analisis	Satuan	Sampel	
			Tanah	Bentonit
1	KPK	me%	47,54	23,03
2	Kation Tertukar:			
	- Ca <sup>2+</sup>	me%	49,04	27,77
	- Mg <sup>2+</sup>	me%	1,40	1,37
	- K <sup>+</sup>	me%	0,35	0,28
	- Na <sup>+</sup>	me%	0,21	0,24
3	CaCO <sub>3</sub>	%	3,22	1,31

Sumber: hasil analisis

Solvasi gliserol pada lempung jenuh Mg menyebabkan pergeseran puncak 15,96 Å menjadi 18,5 Å. Muncul puncak 9,00 Å yang menyebabkan puncak sebelumnya menjadi melebar.

Penjenuhan lempung dengan K menyebabkan puncak 15,96 Å bergeser menjadi puncak yang lebar 14-15 Å, Kenampakan ini memberikan gambaran bahwa dalam *interlayer space* terdapat material yang mengisi dan berkembang menjadi polimer. Pada umumnya mineral smektit memberikan puncak 12,5 Å pada penjenuhan K (Nurcholis *et al.* 1998). Pemanasan lempung jenuh K sampai 100°C menyebabkan pergeseran puncak 14-15 Å menjadi 12,1 Å dan terjadi bentukan cekungan antara 12,1 Å dengan 7,15 Å. Di samping itu terjadi peningkatan intensitas

puncak 7,15 Å seperti pada penjenuhan Mg dan penjenuhan K tanpa pemanasan. Kenampakan seperti ini secara umum ditafsirkan sebagai bentuk *mixed layer* antara smektit dengan kaolinit. Akan tetapi hal ini untuk lempung yang dijenuhi K tanpa pemanasan, seperti yang dilaporkan oleh Nurcholis dan Tokashiki (1998). Secara prediksi awal maka mineral lempung ini merupakan peralihan dari mineral smektit ke kaolin. Pemanasan 300°C atas preparat yang telah dijenuhi K dan dipanasi 100°C menyebabkan lebih jelasnya puncak 11,2 Å yang melebar dan puncak 9,0 Å serta 7,18 Å. Untuk tahapan analisis difraksi sinar-X dengan pemanasan 550°C atas preparat lempung setelah dipanasi sampai 300°C memperlihatkan terjadi pergeseran puncak sampai 10 Å dan hilangnya puncak 7,18 Å.



Sumber: hasil analisis

Gambar 2. Pola Difraksi Sinar-X pada Sampel *Powder* Lempung dari Bentonit dan Tanah

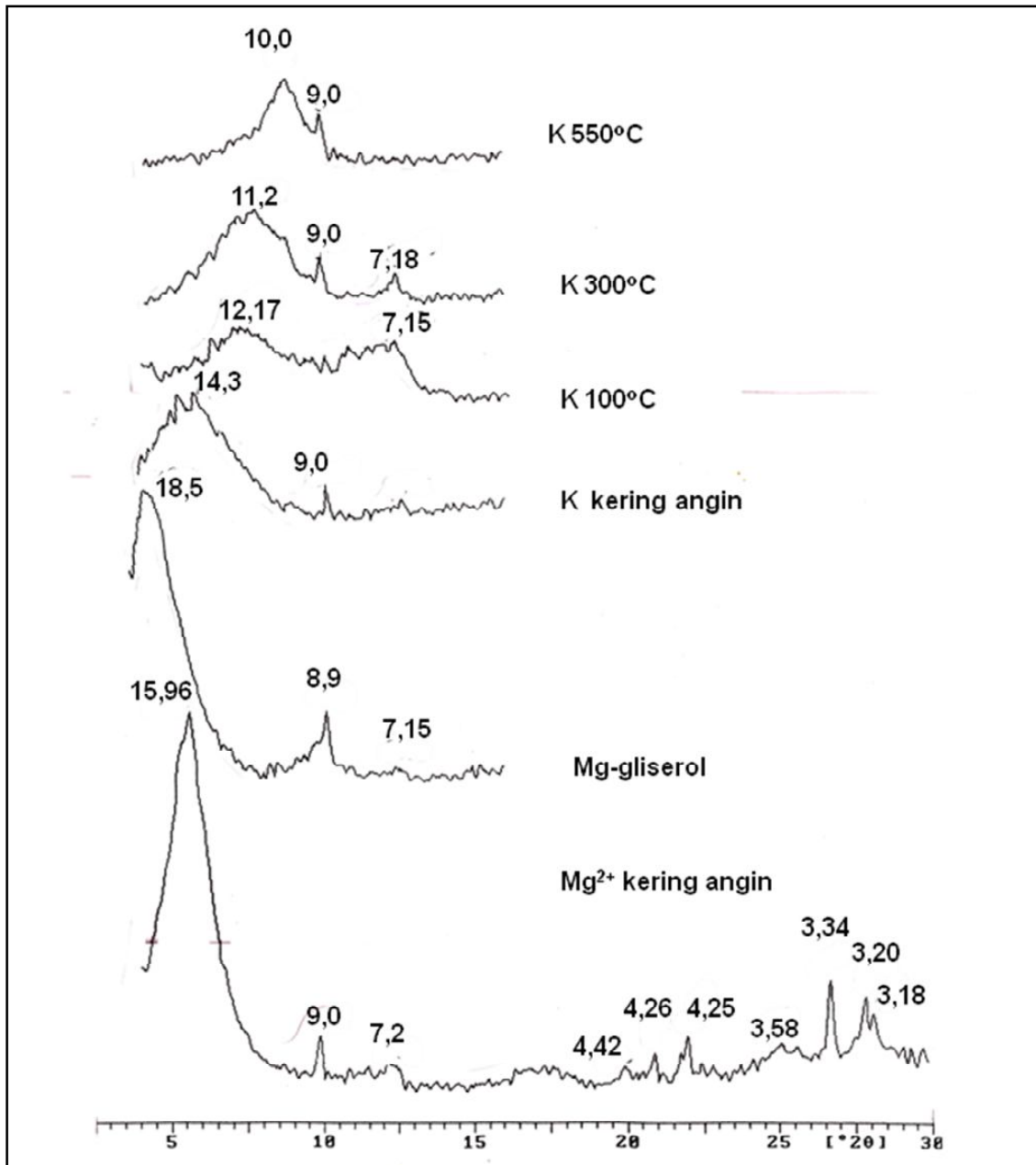


### Sampel bentonit

Gambar 4. menunjukkan pola difraksi sinar-X pada sampel lempung berasal dari bentonit. Lempung jenuh Mg memberikan puncak 16,1 Å. Solvasi gliserol menyebabkan pembengkakan dari mineral sehingga basal spacing menjadi 18,5 Å. Untuk ciri

dari mineral smektit secara umum dapat munculnya puncak 9,2 Å, atas penenuhan Mg dan solvasi gliserol.

Penenuhan K pada preparat yang berbeda untuk sampel yang sama menunjukkan bahwa terjadi pengerutan mineral, dan puncak pada hasil difraksi sinar-X menjadi



Sumber: hasil analisis

Gambar 3. Pola Difraksi Sinar-X pada Lempung dari Tanah

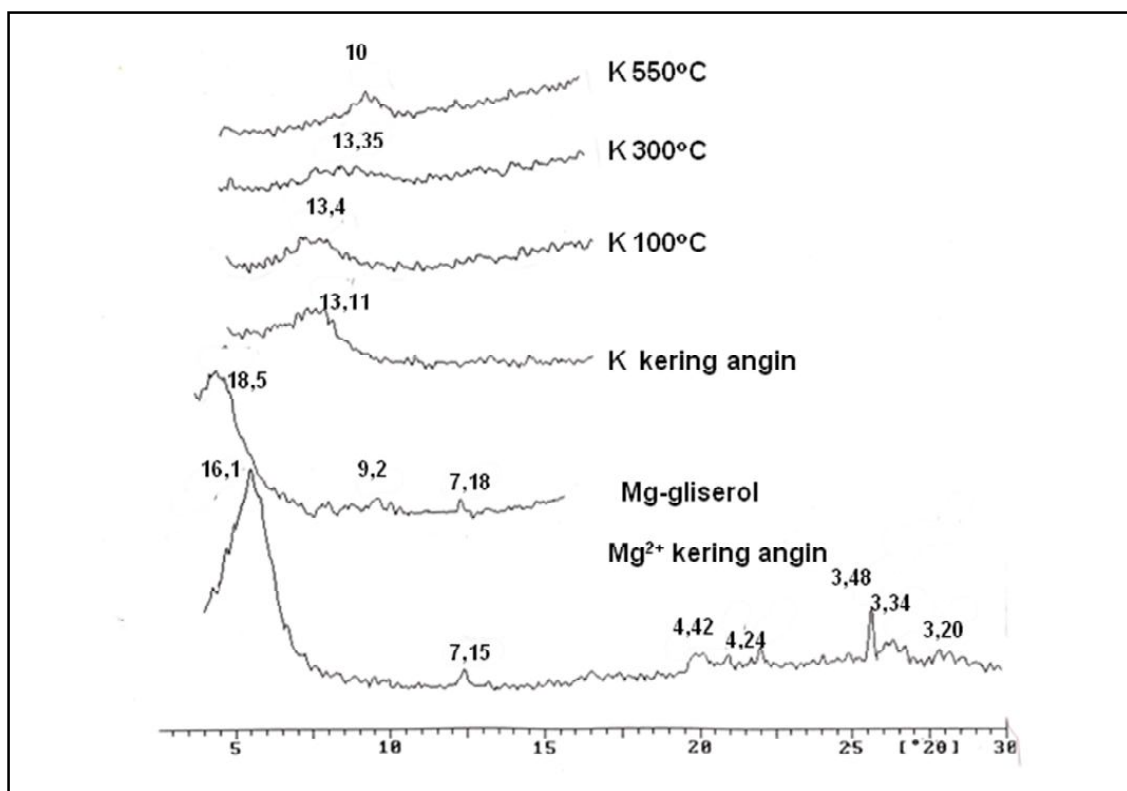
13,11 Å, dengan bentuk puncak yang melebar (*broadening*). Berdasarkan hasil ini dapat dikatakan bahwa mineral smektit yang ada dalam bentonit ini juga seperti yang berasal dari tanah, yaitu mempunyai material yang berada dalam ruang interlayer dari mineral smektit. Dalam istilah mineral lempung disebut sebagai bentuk peralihan antara smektit dan klorit. Dengan adanya material di dalam ruang interlayer ini dapat menurunkan aktivitas lempung. Karena ruang yang mestinya sebagai tempat pertukaran kation menjadi berkurang.

Pemanasan atas lempung jenuh K pada suhu 100°C menunjukkan adanya pergeseran puncak-puncak kecil sehingga menjadi lebih melebar. Hal ini menandakan bahwa material yang ada dalam ruang antar lapisan mempunyai kristalinitas yang cukup kuat. Pemanasan 300°C pada

lempung jenuh K yang sebelumnya telah dipanasi 100°C menyebabkan lebih melebarnya puncak, sehingga tidak memberikan kesan mineral dengan kristalinitas yang baik. Hal ini ditunjukkan oleh adanya puncak-puncak yang banyak akan tetapi tidak memberikan satu puncak yang jelas. Kenampakan ini lebih menyerupai pola difraksi sinar-X untuk bahan amorf. Untuk perlakuan yang terakhir yaitu pemanasan sampai 550°C menyebabkan terbentuknya puncak 10 Å. Dengan bergesernya puncak menjadi 10 Å ini maka dapat dikatakan bahwa mineral utama dari bentonit adalah smektit.

### Ekstraksi Ditionit

Gambar 5. menunjukkan hasil ekstraksi mineral dengan ditionit sitrat bikarbonat. Kedua sampel menunjukkan Fe dan Mn yang terekstrak oleh ditionit cukup besar.



Sumber: hasil analisis

Gambar 4. Pola Difraksi Sinar-X pada Lempung dari Bentonit

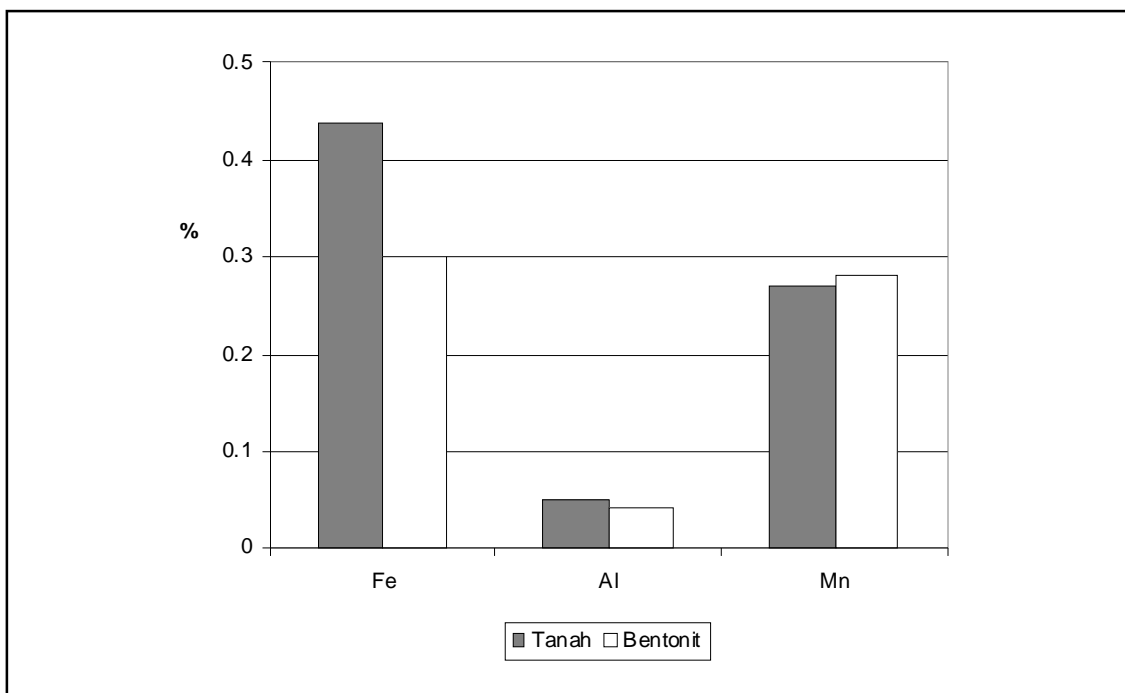
Perbedaan yang mencolok adalah bahwa Fe yang terekstrak dari sampel tanah 50% lebih besar daripada yang terekstrak dari bentonit. Tingginya Fe yang terekstrak oleh ditionit pada tanah disebabkan oleh perkembangan Fe oksida hasil pelapukan mineral primer serta perkembangan tanah. Material bentonit belum mengalami proses pelepasan Fe dan kristalisasi Fe oksida. Adapun Al yang terekstrak dari kedua lempung sangat rendah.

Mehra dan Jackson (1960) mengatakan bahwa ditionit sitrat bikarbonat mampu mengekstrak oksida-oksida Fe, Al, Mn baik yang berbentuk amorf maupun kristalin. Berdasarkan hasil ekstraksi dengan ditionit ini dapat dikatakan bahwa terdapat oksida-oksida bebas Fe, Al dan Mn yang berbentuk kristalin. Oksida-oksida ini dapat menyelimuti mineral smektit dan dapat merupakan pengotor.

Perlakuan ditionit pada lempung pada umumnya memberikan hasil yang lebih

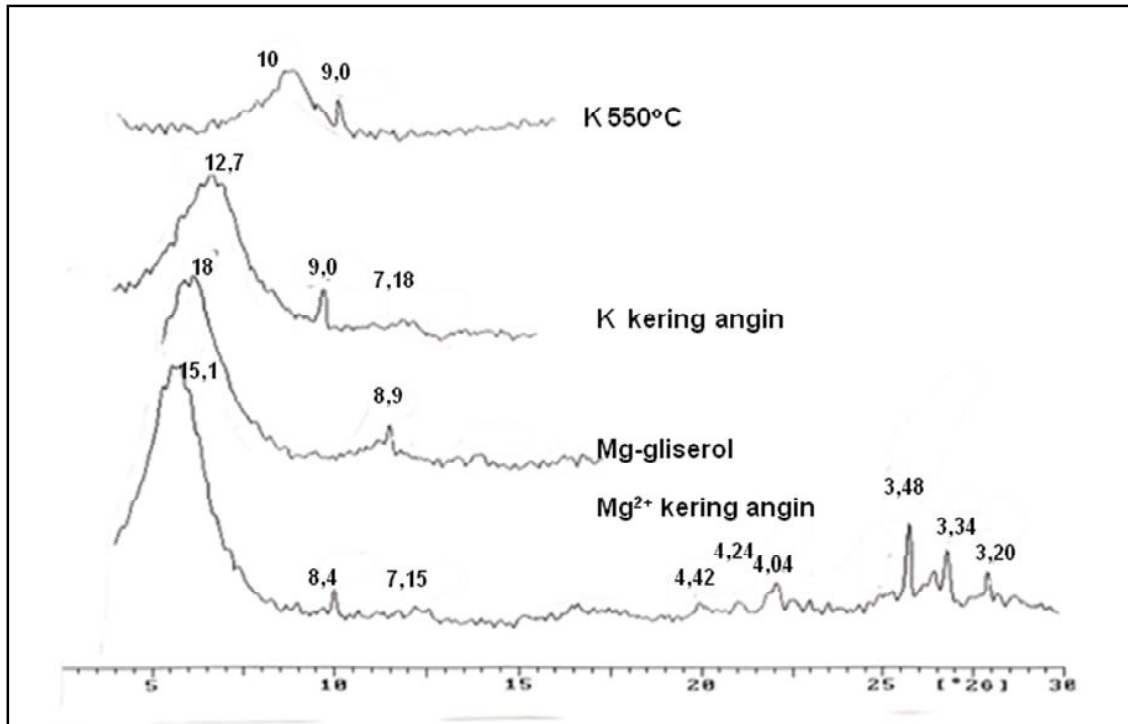
tajam atas defreksi sinar-X. Hal ini karena ekstraksi ditionit sitrat bikarbonat dapat membersihkan oksida-oksida Fe, Al dan Mn yang melapisi struktur kristal mineral smektit. Kenyataan ini tidak terlihat hasilnya dalam penelitian ini. Gambar 6 dan 7 adalah pola difraksi sinar-X pada kedua jenis lempung (tanah dan bentonit) pasca perlakuan ditionit. Jika dibandingkan dengan tanpa perlakuan ditionit, terjadi penurunan intensitas puncak-puncak dari semua mineral yang terdeteksi (Gambar 4-5 dan 6-7). Penurunan puncak yang menonjol terjadi pada sampel yang berasal dari bentonit.

Perlakuan ditionit dalam hal ini mampu mengekstrak oksida-oksida bebas Fe, Al dan Mn. Akan tetapi terjadi dampak berupa penurunan kristalinitas mineral smektit. Kalau demikian yang terjadi, dapat dikatakan kualitas bentonit yang dikaji juga rendah. Kristal yang rusak akan menyebabkan kemungkinan penurunan kapasitas pertukaran kation (Nurcholis, 2005).



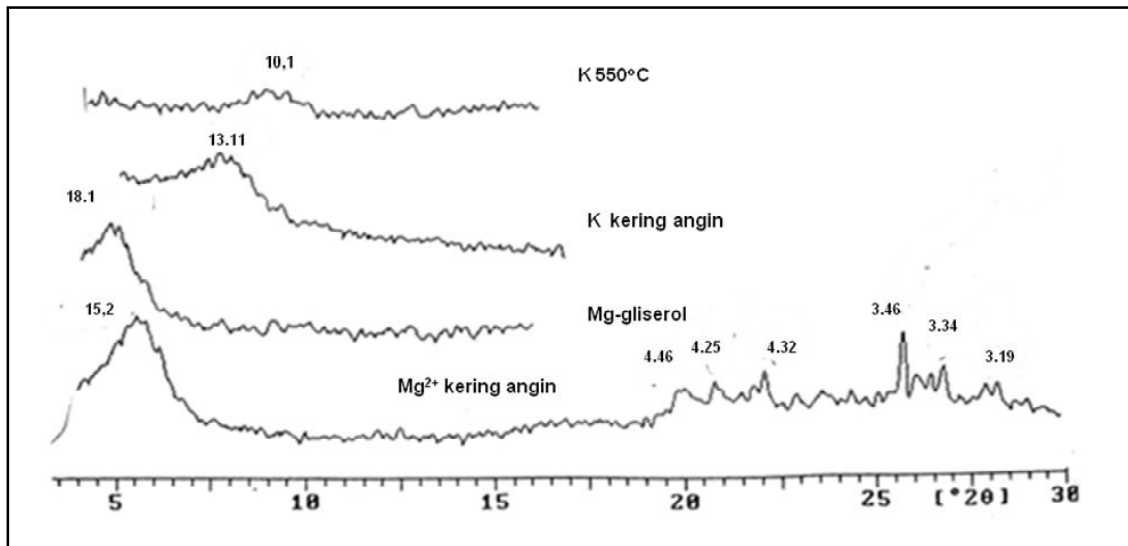
Sumber: hasil analisis

Gambar 5. Unsur Fe, Al, dan Mn Ekstrak Ditionit



Sumber: hasil analisis

Gambar 6. Pola Difraksi Sinar-X Pada Lempung dari Tanah Setelah Ekstraksi Ditionit



Sumber: hasil analisis

Gambar 7. Pola Difraksi Sinar-X pada Lempung dari Bentonit Setelah Ekstraksi Ditionit

## Pertumbuhan Interlayer Material

Penjenuhan K pada fraksi lempung menyebabkan terbentuknya pola mendatar yang merupakan kumpulan puncak-puncak kecil (Gambar 3 dan 4). Hal ini dapat dikatakan bahwa penjenuhan kalium menyebabkan pengerutan yang tidak merata pada semua bagian mineral smektit. Ada bagian yang dapat terjenuhi K dan ada yang tidak. Yang dapat terjenuhi K dapat mengerut sampai 12,5 Å, akan tetapi yang tidak dapat lebih dari basal spacing tersebut. Bagian yang tidak dapat terjenuhi oleh K sudah ditempati oleh material yang telah berkembang membentuk kristal.

Pola difraksi sinar-X atas lempung- K<sup>+</sup> dengan pemanasan 100°C masih menunjukkan bahwa puncak di atas 12,5 Å, yang berarti disini terdapat material lain yang mengisi interlayer pada mineral smektit. Bentuk pola difraksi yang sangat mendatar merupakan rangkaian puncak-puncak yang sudah mulai bergeser mengecil. Kemudian dengan pemanasan bertingkat 300°C dan yang terakhir adalah 550°C puncak-puncak berangsur menurun menjadi sekitar 9 Å.

Berdasarkan hasil dari difraksi sinar-X, dapat dikatakan bahwa mineral yang dikaji merupakan peralihan dari smektit menjadi klorit (Violante *et al.*, 1998). Mineral klorit yang merupakan pertumbuhan dari smektit dapat memberikan puncak sekitar 15 Å pada sampel dengan penjenuhan Mg. Solvasi gliserol juga dapat mengembangkan mineral klorit. Akan tetapi penjenuhan K dan diikuti pemanasan sampai 550°C

tidak menurunkan puncak 15 Å. Lanjutan analisis diperlukan untuk mengetahui jenis dan kristalinitas material interlayer ini, seperti yang dilaporkan Nurcholis (2003). Informasi jenis dan kristalinitas material interlayer sangat diperlukan terutama dalam proses aktivasi bentonit dalam peningkatan kualitas material bentonit.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Bahan lempung dari bentonit dan tanah yang berkembang di atasnya adalah Ca-bentonit. Lempung dari bentonit mempunyai karakteristik, yaitu intensitas mineral smektit lebih rendah dan nilai KPK serta kadar Ca yang juga rendah dibandingkan dengan yang dari tanah. Penjenuhan kalium menyebabkan pengerutan yang tidak merata di semua bagian mineral smektit, yang ditandai dengan puncak 13,11 Å dengan bentuk melebar. Adanya puncak yang melebar ini diinterpretasikan sebagai pertumbuhan material interlayer antar satuan kisi mineral smektit. Penelitian lanjutan diperlukan untuk mengklarifikasi material ini.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini dibiayai dengan dana hibah Penelitian Fundamental Dirjen Dikti Depdiknas tahun 2007. Penulis mengucapkan terimakasih kepada I Nengah Suryana yang telah membantu dalam persiapan dan analisis.

## DAFTAR PUSTAKA

Buntoro, A. 2003. *Improved Pacitan Bentonite as Drilling Mud Material*. dalam Sutarto (ed). *International conference on Mineral and Energy Resources Management*. Yogyakarta. Hal: 108-118.

- Burras, L., N.E. Smeck, J.M. Bigham. 1996. *Origin and Properties of Smectite in Loess-derived Soils in Western Ohio. Soil Sci. Soc. Am. J.* 60: 1961-1968.
- Dahlgreen, R.A., J.P. Dragon, dan F.C. Ugolini. 1997. *Weathering of Mt. St. Helens Tephra under a Cryic-Udic Climatic Regime. Soil Sci. Soc. Am. J.* 61: 1519-1525.
- Hontly, M., P. Uhlik, V. Sucha, M. Caplovi. 2004. *Smectite-to Illite Alteration in Sal- Bearing Bentonite (The East Slovak Basin). Clays and clay Minerals.* 52:533-551.
- Mehra, O.P. dan M.L. Jackson 1960. *Iron Oxide Removal from Soils and Clays by a Dithionite Sitrat System Buffered with Sodium Bicarbonate. Clays and Clay Minerals.* 7: 317-327.
- Nurcholis, M. 1998. *"Unique" Mixed layer and Mn-Oxide Minerals and Exchangeable Al of Acidic Soils in Java Island. PhD. Dissertation. Kagoshioma University. Japan. Unpublished.*
- Nurcholis, M. 2003. *Identification of Interlayered Material of the Hydroxy Interlayered Vermiculite. dalam Sutarto (ed). International conference on Mineral and Energy Resources Management. Yogyakarta. Hal: 127-133.*
- Nurcholis, M. 2005. *Some properties and Problems of Smectite Minerals in Java Soils. Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan.* 5:63-67.
- Nurcholis, M and Y. Tokashiki. 1998. *Characterization of kaolin/smectite mixed layer mineral in Paleudult of Java Island. Clay Science.* 10: 291-302.
- Nurcholis, M., Y. Tokashiki, K. Oya, M. Shimo, N. Miyauchi. 1998. *Relationship Between Clay Mineralogy and Exchangeable Al in Red and Yellow Soils from the Islands of Okinawa and Java. Aust. J. Soil. Res.* 36:411-421.
- Priyono, K. D. (2012) *Kajian Mineral Lempung Pada Kejadian Bencana Longsorlahan di Pegunungan Kulonprogo Daerah Istimewa Yogyakarta. Forum Geografi.* Vol. 26, No. 1, Juli 2012: 53 - 64.
- Sukandarumidi. 1999. *Bahan Galian Industri.* Gadjah mada University Press.
- Violante, A., G.S.R. Khrisnamurti, P.M. Huang. 1998. *Formation and Stability of hydroxy Aluminum-Iron-Montmorillonite complexes: Influence of Formation. Soil Sci. Soc. Am. J.* 62: 1448-1454.

# ANALISIS KERUANGAN KESESUAIAN LAHAN UNTUK PERMUKIMAN DI KABUPATEN BANDUNG DAN BANDUNG BARAT

## *Spatial Analysis of Land Suitability for Housing in Bandung and West Bandung District*

**Rina Marina Masri**

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan  
Universitas Pendidikan Indonesia Bandung  
E-mail: ais\_imp@yahoo.com

### **ABSTRACT**

*The objectives of research are: to evaluate land suitability for housing based on soil characteristics; and to propose policy on the sustainable housing development in Bandung and West Land Bandung District. The method used in the spatial analysis is descriptive method based on several i.e. on data description of a case, circumstances, attitudes, relationships or a system of thought that became the object of research. The result of research as follows: 41.76% at fine zone residential lands, 44.81% at moderate zone residential good lands. Result of analysis give alternatives policies as set up the standardization the building coverage ratio, limited the conservation area to residential lands and others, increasing the conservation funding for decreasing natural accident disaster as flood, landslides etc.*

**Keywords:** Spatial analysis, environmental degradation, residential, Bandung and West Bandung district

### **ABSTRAK**

*Tujuan dari penelitian ini: mengevaluasi kesesuaian lahan untuk permukiman berdasarkan karakteristik lahan serta mengusulkan kebijakan terkait pembangunan permukiman berkelanjutan di Kabupaten Bandung dan Bandung Barat. Metode yang digunakan dalam analisis spaatial adalah metode deskriptif berdasarkan beberapa data antara lain: deskripsi kasus, lingkungan, perilaku, hubungan atau sistem kepercayaan yang menjadi objek dari penelitian ini. Hasil dari penelitian ini antara lain: 41,76% wilayah permukiman berada pada lahan dengan kategori bagus, 44,81% berada pada kelas sedang, dan 13,43% pada kelas buruk. Hasil analisis memberikan alternatif kebijakan sebagai bentuk standarisasi dari rasio tutupan bangunan, pembatasan area konservasi dari lahan permukiman dan laan lainnya, meningkatkan dana konservasi dan mengurangi bencana alam seperti banjir, longsorlahan, dan sebagainya.*

**Kata kunci:** analisis spasial, degradasi lingkungan, dan permukiman

## PENDAHULUAN

Tekanan jumlah penduduk terhadap lahan merupakan salah satu masalah bagi sumber daya alam dan lingkungan. Kabupaten Bandung dan Bandung Barat memiliki jumlah penduduk sebanyak 5.527.153 orang (Database SIAK Provinsi Jawa Barat, 2011) dengan luas lahan permukiman hanya 28.719 ha (9,2 %) dengan kawasan budidaya seluas 227.013 ha (72,88 %) serta kawasan lindung seluas 84.462 ha (27,12 %). Salah satu masalah yang ditimbulkan adalah adanya deviasi penentuan lokasi perumahan. Lokasi perumahan selain memenuhi syarat kelayakan fisik, juga harus mempertimbangkan kelayakan ekonomis dan ekologis. Fenomena meningkatnya deviasi lokasi untuk perumahan memberikan konsekuensi terhadap pemerintah untuk memperoleh cara penyediaan dan pembangunan perumahan berkelanjutan (Masri, 2008). Lokasi perumahan seharusnya mempunyai kondisi geologi dan topografi yang dapat menjamin keamanan permukiman. Selain harus mempunyai tingkat kemantapan dan kestabilan yang tinggi juga harus mempunyai tingkat kelerengan yang rendah (maksimal adalah 15%), tidak berada di bawah permukaan air setempat (Jayadinata, 1999).

Herina (2006) mengemukakan bahwa kegagalan pondasi bangunan yang disebabkan berkurangnya daya dukung tanah akibat getaran gempa adalah peristiwa pencairan tanah. Masalah utama dari pelumpuran tanah yang harus diatasi adalah kenaikan tekanan air pori tanah karena tidak dapat terdrainase. Jika tekanan air pori ini sudah menyamai tegangan total tanah, tanah akan kehilangan kekuatannya sehingga tidak mampu lagi mendukung struktur bangunan di atasnya. Upaya pengendaliannya antara lain dengan mengupayakan peningkatan kestabilan tanah

dan desain struktur bangunan yang benar yang mempertimbangkan kondisi tanah pendukungnya.

Oleh karena seringnya terjadi keruntuhan bangunan pada tanah-tanah bertekstur liat maka beban yang diperbolehkan paling tinggi adalah sepertiga dari kekuatan tanah tersebut (Jumikis, 1962). Pengerutan tanah yang banyak mengandung liat tipe 2:1 telah banyak menyebabkan kerusakan pada pondasi bangunan yang ringan (Jumikis, 1962). Kerusakan dari bangunan ditunjukkan oleh lantai bagian tengah yang terangkat dan retakan pada tembok, yang disebabkan oleh pengembangan dan pengerutan tanah yang banyak mengandung liat monmorilonit. Untuk menghindari adanya kerusakan bangunan yang disebabkan oleh pengerutan tanah, hendaknya pondasi dibangun lebih dalam atau sampai pada kedalaman batuan sehingga tidak terjadi proses pengerutan tanah.

Aktivitas pembangunan perumahan di lapangan yang cenderung tidak memperhatikan kondisi normatif fisik lingkungan menimbulkan gagasan peneliti untuk merancang model evaluasi dan perencanaan penggunaan lahan bagi perumahan. Gagasan yang diajukan adalah aplikasi Sistem Informasi Geografis untuk zonasi kesesuaian lahan bagi perumahan, yaitu suatu sistem yang mampu mengaitkan database keruangan dengan database tekstualnya yang sesuai untuk keperluan analisis spasial /keruangan (Aronoff, 1989). Sistem Informasi Geografis ini memiliki karakteristik yaitu lebih akurat datanya, lebih mudah analisisnya dan lebih luwes perolehan keluarannya. Fauzi dkk (2009) mengemukakan, pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) menjanjikan pengelolaan sumber daya dan pembuatan model terutama model kuantitatif menjadi lebih mudah dan sederhana. SIG



merupakan suatu cara yang efisien untuk mengetahui karakteristik lahan suatu wilayah dan pengembangannya.

Zonasi kesesuaian lahan perumahan memanfaatkan data pokok pembangunan Kabupaten Bandung dan Bandung Barat mengenai karakteristik eksisting berupa peta dan data statistik yang bersifat spasial maupun tekstual. Kesesuaian lahan untuk perumahan atau tempat tinggal yaitu kesesuaian lokasi bangunan gedung dengan beban tidak lebih dari tiga lantai. Penentuan kelas suatu lahan untuk tempat tinggal didasarkan pada kemampuan lahan sebagai penopang pondasi. Sifat lahan yang berpengaruh adalah daya dukung tanah dan sifat-sifat tanah yang berpengaruh terhadap biaya penggalian dan konstruksi. Sifat-sifat lahan seperti kerapatan (*density*), kebasahan (*wetness*), bahaya banjir, plastisitas, tekstur dan potensi mengembang-mengerutnya tanah berpengaruh terhadap daya dukung tanah. Sedangkan biaya penggalian tanah untuk pondasi dipengaruhi oleh tata air tanah, lereng, kedalaman tanah sampai hamparan batuan dan keadaan batu di permukaan (USDA, 1971; Hardjowigeno, 1999).

Implementasi model zonasi keruangan dalam bentuk digital menurut Roberts (1988), memungkinkan para peneliti dan perencana untuk melakukan simulasi melalui modifikasi analisis statistika nilai-nilai tema yang dijadikan sebagai masukan untuk analisis spasial (keruangan). Zonasi kesesuaian lahan untuk perumahan dapat disajikan berupa tampilan peta-peta digital dengan penuh warna atau dalam bentuk tabel-tabel lokasi zona kesesuaian lahan untuk perumahan berdasarkan batas-batas administrasi desa atau kecamatan.

Analisis keruangan untuk mengetahui pola zonasi kesesuaian lahan perumahan secara khusus bertujuan untuk: (1) memperoleh

peta zonasi kesesuaian lahan perumahan dengan mempertimbangkan pembangunan berkelanjutan yaitu pembangunan yang melestarikan aspek lingkungan, sosial dan ekonomi, (2) Mengevaluasi lokasi perumahan eksisting berdasarkan kesesuaian lahan untuk perumahan, (3) menjadi masukan bagi kebijakan yang akurat dari temuan penelitian sebagai naskah akademik untuk menyusun peraturan dan perundangan baru bagi konservasi lahan.

Marwasta D (2004), mengemukakan bahwa kondisi pola permukiman di suatu kota sangat tergantung pada bagaimana pemerintah kota mampu mengelola agihan fasilitas dan utilitas umum sehingga dapat diakses secara adil dan merata oleh seluruh masyarakat yang tinggal di kota.

Keluaran yang diharapkan dari penelitian ini adalah suatu zonasi kawasan perumahan yang berwawasan lingkungan dan diharapkan dapat dijadikan masukan dalam pengambilan kebijakan pada tingkat wilayah Kabupaten. Zonasi kawasan perumahan akan memberikan informasi lebih lanjut mengenai daya dukung lingkungan dan penyimpangan pemanfaatan lahan serta dapat dijadikan sebagai dasar evaluasi dan perencanaan pembangunan, program perbaikan lingkungan, pengembangan wilayah serta pengambilan kebijakan.

Manfaat atau kegunaan dari analisis keruangan untuk kawasan perumahan adalah sebagai acuan model zonasi kawasan perumahan yang berwawasan lingkungan yang memudahkan para perencana, masyarakat dan para pengambil keputusan dalam merencanakan, membangun dan memantau kegiatan pembangunan perumahan dan memantau kegiatan pembangunan perumahan di lapangan.

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif yaitu penelitian yang didasarkan atas data deskripsi suatu kasus, keadaan, sikap, hubungan atau suatu sistem pemikiran yang menjadi objek penelitian. Metode deskriptif merupakan penelitian yang dicirikan oleh penelitian pada satu unit atau kasus saja tetapi lebih mendetail atau mendalam (Arikunto, 2002). Unit objek penelitian dapat berbentuk suatu kelompok orang atau masyarakat tertentu suatu desa atau permukiman.

Model yang dikembangkan dalam penelitian analisis keruangan adalah model empirik atau relasional yaitu suatu model yang menjelaskan mengenai keterkaitan antara beberapa variabel bebas terhadap satu variabel terikat yang diimplementasikan melalui model sistem informasi geografis berbasis komputer. Menurut Prahasta (2009), Hasil analisis spasial yang dilakukan oleh SIG dapat dijadikan sebagai dasar yang kuat (teknis) bagi suatu pengambilan keputusan atau pembuatan suatu kebijakan.

Variabel penelitian analisis keruangan memiliki 10 buah variabel, yaitu tiga buah variabel terikat zona kawasan perumahan dan tujuh variabel bebas. Variabel bebas penelitian terdiri dari : zona drainase, zona banjir, zona lereng permukaan, zona tekstur tanah, zona batuan, zona jenis efektif tanah dan zona erosi.

Objek penelitian zonasi kawasan perumahan di Kabupaten Bandung dan Kawasan Bandung Barat adalah kondisi wilayah Kabupaten Bandung dan Kawasan Bandung Barat. Kondisi aktual wilayah Kabupaten Bandung dan Kawasan Bandung Barat dikumpulkan data spasial dan tektualnya untuk dianalisis bagi kepentingan zonasi kawasan perumahan. Batasan area tidak hanya bersifat bebas

ekologis saja yang ditonjolkan tetapi juga batas administrasi sampai tingkat desa sehingga hasil analisis dapat diimplementasikan di lapangan baik untuk kegiatan perencanaan maupun pemantauan hasil-hasil pembangunan.

Jenis data yang dikumpulkan terdiri dari dua jenis, yaitu data spasial berupa peta-peta data pokok pembangunan Kabupaten Bandung berskala 1: 100.000 dan data statistik Kabupaten Bandung dan Kawasan Bandung Barat berdasarkan batas administrasi kecamatan tahun 2000.

Data spasial peta-peta tematik: peta drainase, peta banjir, peta lereng permukaan, peta tekstur tanah, peta batuan, peta jenis tanah dan peta erosi dikumpulkan dari Badan Perencanaan Daerah (Bappeda) Kabupaten Bandung hasil interpretasi citra satelit oleh Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal) yang dikonversikan menjadi data vektor digital format AutoCAD dan Arcview. Data statistik dikumpulkan dari Bappeda Kabupaten Bandung hasil survei statistik Biro Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Bandung.

Tahapan analisis keruangan untuk mengetahui pola zonasi kesesuaian lahan perumahan: 1) Identifikasi kebutuhan pengguna untuk memperoleh zonasi kawasan perumahan berwawasan lingkungan, 2) Studi pustaka kriteria kawasan perumahan yang berwawasan lingkungan tertera pada Tabel 1.

Ketujuh parameter tersebut di atas merupakan faktor yang berpengaruh terhadap kelayakan fisik lahan untuk tempat tinggal (gedung). Pembobotan pada masing-masing tema mengacu pada pengaruh secara langsung terhadap konstruksi pondasi bangunan (Nakazawa, 1984 ; Chapin 1995). (1) Pembuatan model konseptual untuk pemasukan data,

pemrosesan data dan pengeluaran hasil analisis;

Model konseptual input data indeks kelayakan fisik menggunakan persamaan:

$$\text{Indeks Kelayakan Fisik (IKF)} = TwTr + LwLr + DwDr + JwJr + EwEr + BwBr + OwOr \dots\dots\dots(\text{Chapin, 1995})$$

dimana :

w = bobot; r = nilai interval (*rating*) ;

T = Tekstur tanah; L = Lereng ;

D = Drainase tanah; J = Jenis Tanah;

E = Erosi; B = Batuan; O = Banjir

(2) Pengumpulan data dari lapangan dan mengelompokkan data berdasarkan jenis resolusi datanya, (3) Pembuatan model fungsional untuk pemasukan data, pemrosesan data dan pengeluaran hasil analisis.

Model fungsional input data meliputi: (a) Tekstur tanah berhubungan dengan terdapatnya mineral liat yang terkandung dalam tanah. Tanah yang mengandung liat tipe 2 : 1 yang tinggi menyebabkan

terjadinya retakan (*cracking*) dimusim kemarau (Tabel 2). Curamnya lereng merupakan faktor yang menentukan dalam kegiatan-kegiatan yang perlu dilakukan untuk meratakan tanah tersebut. Hal tersebut menentukan banyaknya tanah yang harus digali di atas lereng dan ditimbunkan ke bagian bawah lereng (Tabel 3). (b) Drainase berhubungan dengan timbulnya bahaya genangan air, atau kemungkinan timbulnya kerusakan terhadap konstruksi-konstruksi dibawah tanah karena tata air tanah yang buruk (Tabel 4).(c) Jenis efektif tanah adalah tebalnya lapisan tanah dari permukaan tanah sampai bahan induk atau kedalaman sampai suatu lapisan dimana perakar-an tanaman tidak lagi dapat menembus-nya. Lapisan tersebut dapat berupa liat yang keras. Kedalaman efektif 0-10 cm terlalu dangkal untuk usaha pertanian, sedangkan kedalaman 10-30 cm masih memungkinkan untuk tanaman semusim. Tanaman semusim cukup baik jika diusahakan pada tanah-tanah dengan kedalaman 30-60 cm, tetapi tanaman tahunan masih kurang baik. Tanaman semusim baik sekali jika

Tabel 1. Kriteria Nilai Parameter Kesesuaian Lahan untuk Tempat Tinggal

No	Sifat Tanah	Kesesuaian Lahan		
		Baik	Sedang	Buruk
1.	Drainase	D <sub>0</sub> - D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub> - D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub> - D <sub>4</sub>
2.	Banjir	O <sub>0</sub>	O <sub>0</sub>	O <sub>1</sub> - O <sub>4</sub>
3.	Lereng	L <sub>0</sub> - L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub> - L <sub>5</sub>
4.	Tekstur Tanah	T <sub>3</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>
5.	Kerikil / Batuan	B <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> - B <sub>3</sub>
6.	Jenis Efektif Tanah	K <sub>3</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>0</sub> - K <sub>1</sub>
7.	Erosi	E <sub>0</sub>	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub> - E <sub>3</sub>

Sumber: USDA, 1971; Hardjowigeno, S.. 1999

diusahakan pada tanah berkedalaman efektif lebih dari 60 cm, Pada kedalaman 60-90 cm tanaman tahunan sudah cukup baik, yang paling baik untuk tanaman tahunan jika kedalam-an efektif tanah lebih dari 90 cm (Talkurputra *et al.*, 1996). (Tabel 5). (d) Erosi adalah perpindahan partikel tanah dari satu tempat ke tempat lain disebabkan adanya aliran permukaan (Kartasapoetra, 2000). Faktor yang

mempengaruhi erosi adalah curah hujan, keadaan tanah, panjang dan sudut lereng, vegetasi serta konservasi yang diterapkan. Lahan yang ber-vegetasi rapat, datar dengan curah hujan yang rendah mempunyai tingkat erosi jauh lebih rendah jika dibandingkan dengan lahan curam, tidak bervegetasi dan mempunyai curah hujan tinggi (Tabel 6). (e) Adanya hamparan batuan pada kedalaman 2 meter atau

Tabel 2. Tekstur Tanah (Lapisan Atas, Lapisan Bawah)

	<b>Tekstrur Tanah</b>	<b>Bobot (B)</b>	<b>Nilai (N)</b>	<b>B x N</b>
T1	Halus	1	1	1
T2	Sedang	1	2	2
T3	Kasar	1	3	3

Sumber: Hasil analisis

Tabel 3. Kelas Kemiringan Lereng

	<b>Kemiringan Lereng</b>	<b>Bobot (B)</b>	<b>Nilai (N)</b>	<b>B x N</b>
L0	0% - 3% (datar)	1	6	6
L1	>3% - 8% (landai/ berombak)	1	5	5
L2	>8%-15% (agakmiring/bergelombang)	1	4	4
L3	>15% - 25% (miring / berbukit)	1	3	3
L4	>25% - 40% (agak curam)	1	2	2
L5	>40 % (curam)	1	1	1

Sumber: Hasil analisis

Tabel 4. Kelas Drainase

	<b>Drainase</b>	<b>Bobot (B)</b>	<b>Nilai (N)</b>	<b>B x N</b>
D0	Baik	1	5	5
D1	Agak baik	1	4	4
D2	Agak buruk	1	3	3
D3	Buruk	1	2	2
D4	Sangat buruk	1	1	1

Sumber: Hasil analisis

kurang, berpengaruh terhadap pembangunan konstruksi yang memerlukan penggalian tanah yang tidak terlalu dalam (Tabel 7).  
 (f) Frekuensi banjir yang terbagi dalam berapa kelas yaitu : dalam periode satu tahun tanah tidak pernah tertutup banjir untuk waktu lebih dari 24 jam (O0); banjir yang menutupi tanah lebih dari 24 jam terjadinya tidak teratur dalam periode

kurang dari satu bulan (O1); selama waktu satu bulan dalam setahun tanah secara teratur tertutup banjir untuk jangka waktu lebih dari 24 jam (O2); selama waktu 2-5 bulan dalam setahun, secara teratur selalu dilanda banjir yang lamanya lebih dari 24 jam (O3); selama waktu enam bulan atau lebih tanah selalu banjir secara teratur yang lamanya lebih dari 24 jam (O4). (Tabel8).

Tabel 5. Jenis Efektif Tanah

	<b>Drainase</b>	<b>Bobot (B)</b>	<b>Nilai (N)</b>	<b>B x N</b>
D0	Baik	1	5	5
D1	Agak baik	1	4	4
D2	Agak buruk	1	3	3
D3	Buruk	1	2	2
D4	Sangat buruk	1	1	1

Sumber: Hasil analisis

Tabel 6. Keadaan Erosi

	<b>Keadaan erosi</b>	<b>Bobot (B)</b>	<b>Nilai</b>	<b>B x N</b>
E0	Tidak peka	1	4	4
E1	Agak peka	1	3	3
E2	Peka	1	2	2
E3	Sangat peka	1	1	1

Sumber: Hasil analisis

Tabel 7. Prosentase Kerikil/Batuan

	<b>Keadaan Erosi</b>	<b>Bobot (B)</b>	<b>Nilai</b>	<b>B x N</b>
E0	Tidak peka	1	4	4
E1	Agak peka	1	3	3
E2	Peka	1	2	2
E3	Sangat peka	1	1	1
	<b>Kerikil/Batuan</b>	<b>Bobot (B)</b>	<b>Nilai (N)</b>	<b>B x N</b>
B0	Tidak ada / sedikit (0%-15 % volume tanah)	1	4	4
B1	Sedang (>15%-50% volume tanah )	1	3	3
B2	Banyak (>50%-90% volume tanah)	1	2	2
B3	Sangat Banyak (>90% volume tanah)	1	1	1

Sumber: Hasil analisis

Diagram alir tahapan analisis keruangan kesesuaian lahan untuk perumahan dapat dilihat pada Gambar 1.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh dari penelitian analisis keruangan untuk kawasan perumahan di Kabupaten Bandung dan Kawasan Bandung Barat adalah berupa peta tematik dan tabel yang berisi mengenai luas kesesuaian lahan untuk perumahan berikut dengan lokasi tempat lahan berada. Lokasi lahan didasarkan atas batas administrasi kecamatan dan desa tersaji pada Gambar 2. (1) Zona kawasan perumahan baik dengan nilai kelas antara 24 sampai dengan 29, terluas terdapat di Kecamatan Rancaekek seluas 4.954,88 ha (99,49% dari luas total wilayah Kecamatan Rancaekek) atau 12,38% dari luas total zonasi kawasan perumahan yang baik di Kabupaten Bandung dan Kawasan Bandung Barat. Selanjutnya adalah Kecamatan Majalaya seluas 4.322,88 (93,44% dari luas total wilayah kecamatan Majalaya) atau 10,80% dari luas total zona kawasan perumahan baik. Kecamatan Bojong-soang berada seluas 3.008,32 ha (99,16% dari luas total wilayah kecamatan Bojongsoang) atau 7,52% dari luas total zona kawasan perumahan baik. (2) Zona kawasan perumahan sedang dengan nilai kelas antara 18 sampai 23, terluas terdapat di Kecamatan Gununghalu seluas 15.648,32 ha (55,16 % dari luas total wilayah Kecamatan Gununghalu) atau 11,73% dari luas total zona kawasan perumahan sedang. Selanjutnya adalah Kecamatan Cipatat seluas 9.631,68 ha (78,39% dari luas total wilayah Kecamatan Cipatat) atau 7,22% dari luas total zona kawasan perumahan sedang. Kecamatan Pangalengan seluas 8.468,80 ha (36,45% dari luas total Wilayah Kecamatan Pangalengan) atau 6,34% dari luas zona

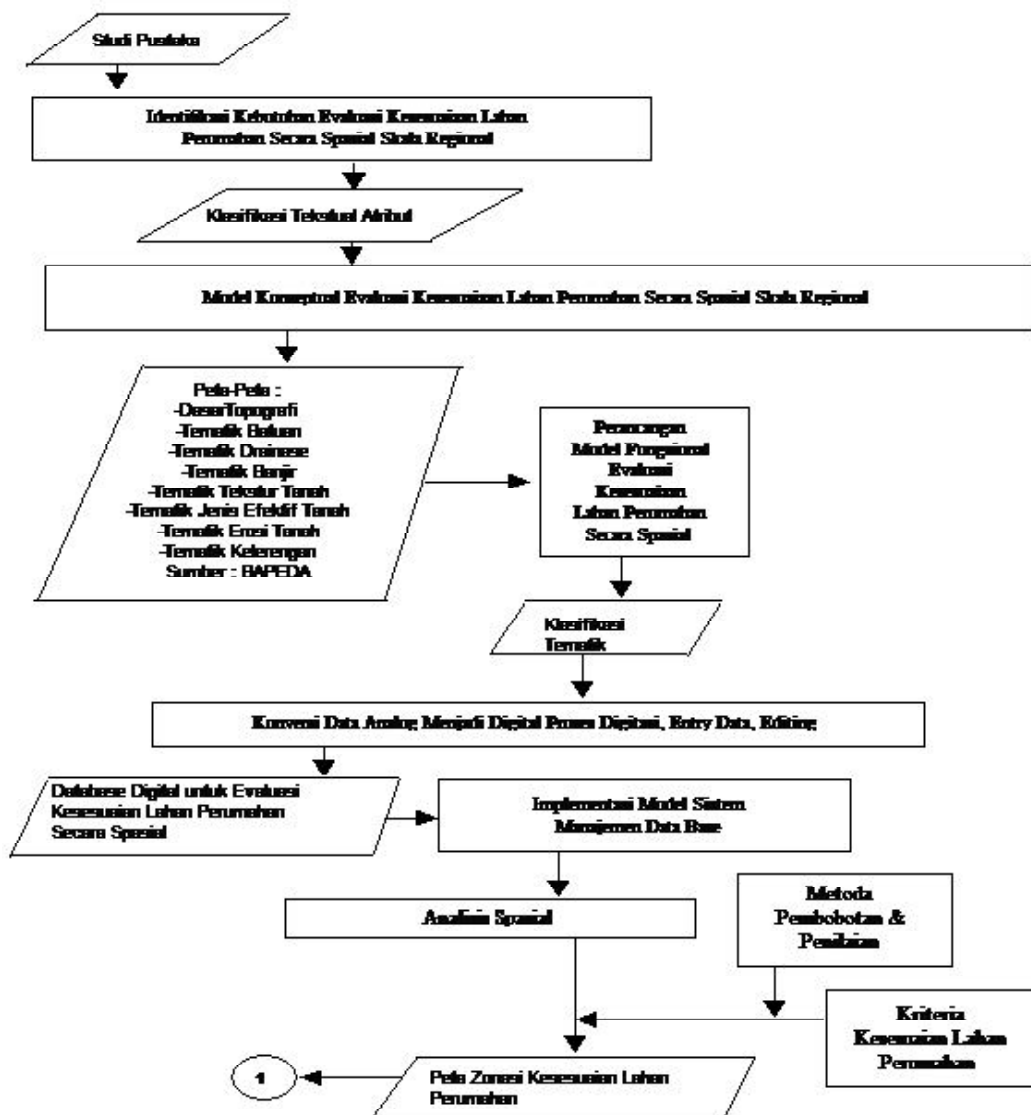
kawasan perumahan. (3) Zona kawasan perumahan yang buruk dengan nilai antara 12 sampai dengan 17 terluas terdapat di Kecamatan Pasirjambu seluas 16.558,40 ha (73,10% dari luas total wilayah kecamatan Pasirjambu) atau 13,31% dari luas total zona kawasan perumahan yang buruk di Kabupaten Bandung dan Kawasan Bandung Barat. Selanjutnya adalah Kecamatan Pangalengan seluas 14.763,52 ha (63,54% dari luas total wilayah kecamatan Pangalengan) atau 11,87% dari luas total zona kawasan perumahan yang buruk. Kecamatan Gununghalu seluas 12.715,84 ha (44,83% dari luas total wilayah Kecamatan Gununghalu) atau 10,22% dari luas total zona kawasan perumahan yang buruk. (4) Faktor kendala terbesar di zona baik untuk perumahan adalah parameter drainase tanah yang sangat buruk, yaitu kondisi tanah dengan tingkat bahaya genangan air yang tinggi sehingga tanah menjadi agak jenuh air. Evaporasi akan terhambat pada bagian tengah dari bangunan karena tanah tertutup bangunan sehingga dapat menyebabkan tanah dibagian tepi lebih cepat kering daripada dibagian tengah bangunan. Hal ini dapat menyebabkan perbedaan pengerutan maupun kekuatan tanah sehingga sering terjadi penurunan pada bagian tengah dan menimbulkan keruntuhan. Untuk menghindari adanya kerusakan bangunan yang disebabkan oleh pengerutan tanah, hendaknya pondasi dibangun lebih dalam atau sampai pada kedalaman batuan sehingga tidak terjadi proses pengerutan tanah.

Faktor kendala terbesar di zona sedang untuk perumahan selain parameter drainase tanah juga parameter kemiringan lereng diatas 15%. Pembangunan perumahan pada kemiringan lereng relatif curam tanpa dilakukan pengamanan lebih lanjut dapat menyebabkan tanah longsor.

Tabel 8. Frekuensi Banjir

	Banjir	Bobot (B)	Nilai (N)	B x N
00	Tidak pernah	1	5	5
01	Jarang	1	4	4
02	Kadang-kadang	1	3	3
03	Sering	1	2	2
04	Sangat sering	1	1	1

Sumber: Hasil analisis



Sumber: hasil analisis

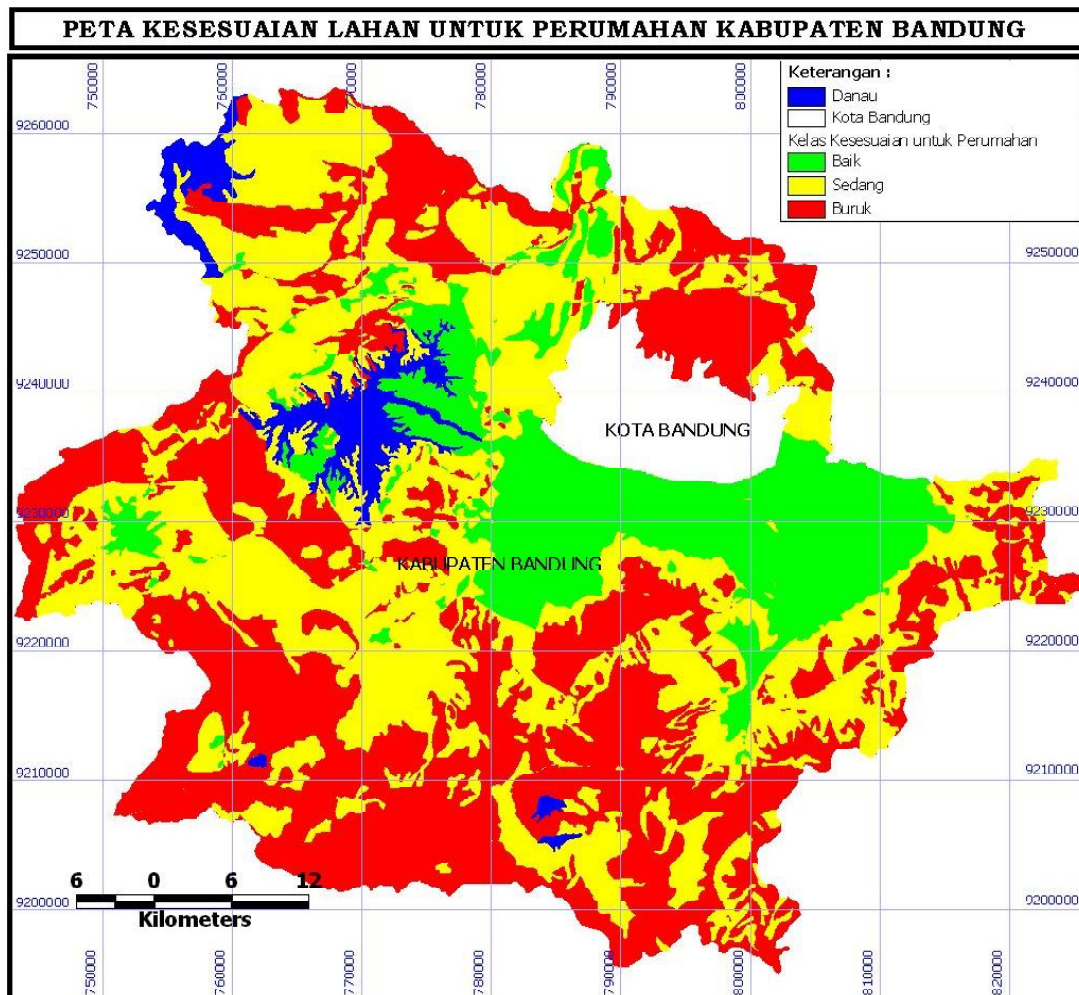
Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Analisis Keruangan Kesesuaian Lahan untuk Perumahan

Kelongsoran terjadi pada lereng dengan material tanah yang bersifat sensitif terhadap perubahan kondisi air tanah. Kelongsoran awal terjadi pada bagian bawah lereng dan akan menyebabkan ketidakstabilan pada bagian lereng di atasnya. Kelongsoran lanjutan akan terjadi jika proses pembebanan, baik secara mekanik maupun adanya rembesan air hujan menyebabkan berkurangnya kuat geser tanah sehingga stabilitas lereng dalam kondisi kritis. Hal ini dapat dihindari selain membangun tembok penahan tanah adalah mengimplementasikan persyaratan teknis koefisien dasar bangunan sebesar 20 % dari

luas tanah, membangun rumah konsep eco-architecture dan penanaman vegetasi pada teras bangku atau teras tangga.

### KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian mengenai analisis keruangan untuk kawasan perumahan di Kabupaten Bandung dan Kawasan Bandung Barat memberikan kesimpulan: (1) Kabupaten Bandung dan Kawasan Bandung Barat memiliki potensi besar untuk mengembangkan kawasan perumahan karena dari hasil penelitian menunjukkan bahwa zona



Sumber: hasil analisis

Gambar 2. Peta Kesesuaian Lahan untuk Perumahan dalam Format ArcView



kawasan perumahan yang baik dan sedang memiliki luas yang lebih besar yaitu 39.992,96 ha dan 133.402,56 ha dibandingkan luas zona kawasan perumahan yang buruk yaitu 124.327,04 ha. (2) Kecamatan-kecamatan yang dapat diprioritaskan untuk dikembangkan sebagai kawasan perumahan berwawasan lingkungan yaitu Kecamatan Rancaekek, Majalaya dan Bojongsong. Sedangkan kecamatan-kecamatan yang harus dilindungi dari pembangunan perumahan adalah Kecamatan Pasirjambu, Pangalengan dan Gununghalu. (3) Kecamatan-kecamatan yang akan dikembangkan sebagai kawasan perumahan harus dirancang dengan matang meliputi perencanaan jaringan jalan dan drainasenya agar terhindar dari bencana banjir di masa depan, karena biasanya kawasan-kawasan tersebut akan memiliki kepadatan penduduk yang meningkat serta lereng permukaannya yang relatif datar. (4) Konservasi lahan berdasarkan faktor kendala dapat berhasil dengan baik jika memprioritaskan kebijakan: (1) Standar penggunaan lahan perumahan per orang yang efisien, efektif tetapi optimal untuk

menekan laju pembangunan perumahan serta laju limpasan air permukaan, (2) Pengendalian pemanfaatan lahan kawasan lindung yang ketat dari konversi lahan kawasan lindung menjadi lahan perumahan agar deviasi pemanfaatan lahan kawasan lindung dapat diantisipasi secara dini, (3) peningkatan pendapatan daerah melalui dana pembangunan untuk kegiatan yang dapat mengurangi bencana banjir dan longsor

### UCAPAN TERIMA KASIH

Tulisan ini bisa tersaji karena jasa dari Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (DP2M DIKTI), Rektor Universitas Pendidikan Indonesia, Ketua LPPM UPI, Dekan Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Sipil serta Ketua Laboratorium Survey dan Pemetaan JPTS FPTK UPI yang telah memfasilitasi penulis dalam bentuk pendanaan yang memadai, memfasilitasi diskusi secara mendalam dengan instansi dan Dinas terkait.

### DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. 2002. *Metode Penelitian*. CV Rajawali. Jakarta.
- Aronoff, S. 1989. *Geographic Information System, A Management Perspective*. WDL Publication Ottawa, Canada.
- Biro Pusat Statistik Kabupaten dengan Badan Perencanaan Daerah Kabupaten Bandung. 2000. *Kabupaten Bandung dalam Angka 2000*. BPS Kabupaten Bandung.
- Chapin, F.S. 1995. *Urban Landuse Planning*, University of Illinois Press. London.
- Fauzi, Y. Susilo, B. Mayasari, Z.M. 2009. Analisis Kesesuaian Lahan Wilayah Pesisir Kota Bengkulu Melalui Perancangan Model Spatial dan Sistem Informasi Geografis (SIG). *Forum Geografi*. Vol. 23(2): 101-111

- Hardjowigeno, S. Widiatmaka, A.S. Yogaswara. 1999. *Kesesuaian Lahan dan Perencanaan Tata Guna Tanah*. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian IPB. Bogor.
- Herina, S. 2006. *Kegagalan Pondasi Bangunan Akibat Pencairan Tanah pada saat Kejadian Gempa*. Jurnal Puskim I (3): 37-45. Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman Dep. Kimpraswil. Bandung.
- Jayadinata, J.T. 1999. *Tata Guna Tanah dalam Perencanaan Pedesaan, Perkotaan dan Wilayah*. Penerbit ITB. Bandung.
- Jumikis, A.R. 1962. *Soil Mechanic. Intensity Lines in Civil Engineering*. Van Nostrand Company Ltd. London.
- Kartasapoetra, A.G., 2000. *Teknologi Konservasi Tanah dan Air*. PT Rineka Cipta, Jakarta.
- Nakazawa, K dan S.Sosrodarsono. 1984. *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*, Pradnya Paramita. Jakarta.
- Masri, R.M. 2008, *Kajian Perubahan Tingkat Pelayanan Jalan dan Kualitas Udara di Zona Tidak Sesuai untuk Perumahan*, Jurnal Puskim 3:115-128.
- Marwasta, D. 2004. *Kajian Agihan Spasial Fasilitas dan Utilitas Perkotaan dan Pengaruhnya terhadap Pola Permukiman di Kota Surakarta*. *Forum Geografi*. Vol. 18 (1):1-13
- Pemerintah Provinsi Jawa Barat. 2011. *Database SIAK Provinsi Jawa Barat Tahun 2011*, [online], dari : [www.jabarprov.go.id/index.php/subMenu/75](http://www.jabarprov.go.id/index.php/subMenu/75). [30 Desember 2012].
- Prahasta, E. 2002. *Sistem Informasi Geografis Konsep-Konsep Dasar (Perspektif Geodesi dan Geomatika)*. Informatika. Bandung.
- Roberts, T.H. 1988. *Landuse Planning In A. Catanese. Urban Planning*, page 266-291. McGraw-Hill, Inc. New York.
- Talkurputra, M.N.D., 1996. *Tata Guna Tanah*, Program Pasca Sarjana, UNPAD, Bandung,