ISSN 0852-2682

FORUM GEOGRAFI

JURNAL PENELITIAN GEOGRAFI

Vol. 25 No. 2 Desember 2011

GENESIS PEDON TANAH YANG BERKEMBANG DI ATAS BATUAN KARBONAT WONOSARI GUNUNGKIDUL
Djoko Mulyanto, Subroto, dan Herwin Lukito

FAKTOR-FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP PENGAMBILAN KEPUTUSAN WANITA MIGRAN BERMIGRASI KE KOTA MALANG
Budijanto

PERSEBARAN PENDUDUK YANG TIDAK MEMILIKI DOKUMEN KEPENDUDUKAN
Irdam Ahmad

PENGGUNAAN CITRA SATELIT UNTUK KAJIAN PERKEMBANGAN KAWASAN PERMUKIMAN DI KOTA SEMARANG
Bitta Pigawati dan Iwan Rudiarto

APLIKASI PJ DAN SIG DALAM PENILAIAN POTENSI EROSI KUALITATIF DI DAERAH TANGKAPAN WADUK KEDUNG OMBO
Arina Miardini dan Beny Harjadi

KEBUTUHAN LUASAN HUTAN KOTA SEBAGAI ROSOT (SINK) GAS CO2 UNTUK MENGANTISIPASI PENURUNAN LUASAN RUANG TERBUKA HIJAU KOTA BOGOR
Endes N Dachlan

APLIKASI ESDA UNTUK STUDI VARIABILITAS SPATIAL HUJAN BULANAN DI JAWA TIMUR
Indarto

IDENTIFIKASI MEDAN UNTUK KETERLINTASAN REL KERETA API ANTARA GUNDIH–KARANGSONO KABUPATEN GROBOGAN
Imam Hardjono

Terakreditasi Berdasarkan Surat Keputusan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional Nomor: 51/DIKTI/Kep/2010 per 5 Juli 2010

FORUM GEOGRAFI	Vol. 25	No. 2	Halaman 100 - 204	F. Geografi-UMS Desember 2011	ISSN 0852-2682

FORUM GEOGRAFI Vol. 25 No. 2 Desember 2011 ISSN 0852-2682

Vol. 25, No. 2, Desember 2011 **ISSN 0852-0682**

Ketua Penyunting:
Drs. Yuli Priyana, M.Si.

Wakil Ketua Penyunting:
Agus Anggoro Sigit, S.Si., M. Sc.

Dewan Penyunting:
Dr. Ir. Imam Hardjono, M.Si.
Drs. Kuswaji Dwi Priyono, M. Si.
Dra. Alif Noor Anna, M. Si.
Drs. Priyono, M. Si.
Jumadi, S.Si.

Distribusi dan Pemasaran:
Agus Anggoro Sigit, S.Si., M. Sc.

Kesekretariatan:
Jumadi, S.Si.

Periode Terbit: Juli dan Desember
Terbit Pertama: Juli 1987
Cetak Sekali Terbit: 400 exp

Alamat Redaksi:
Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos I Surakarta 57102, Telp (0271) 717417 Psw 151-153,
Fax: (0271) 715448, E-mail: forumgeografi.ums@gmail.com

Vol. 25, No. 2, Desember 2011 ISSN 0852-0682

DAFTAR ISI

GENESIS PEDON TANAH YANG BERKEMBANG DI ATAS BATUAN KARBONAT WONOSARI GUNUNGKIDUL
Djoko Mulyanto, Subroto, dan Herwin Lukito 100 - 115

FAKTOR-FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP PENGAMBILAN KEPUTUSAN WANITA MIGRAN BERMIGRASI KE KOTA MALANG
Budijanto 116 - 129

PERSEBARAN PENDUDUK YANG TIDAK MEMILIKI DOKUMEN KEPENDUDUKAN
Irdam Ahmad 130 - 139

PENGGUNAAN CITRA SATELIT UNTUK KAJIAN PERKEMBANGAN KAWASAN PERMUKIMAN DI KOTA SEMARANG
Bitta Pigawati dan Iwan Rudiarto 140 - 151

APLIKASI PJ DAN SIG DALAM PENILAIAN POTENSI EROSI KUALITATIF DI DAERAH TANGKAPAN WADUK KEDUNG OMBO
Arina Miardini dan Beny Harjadi 152 - 163

KEBUTUHAN LUASAN HUTAN KOTA SEBAGAI ROSOT (SINK) GAS CO_2 UNTUK MENGANTISIPASI PENURUNAN LUASAN RUANG TERBUKA HIJAU KOTA BOGOR
Endes N Dachlan 164 - 177

APLIKASI ESDA UNTUK STUDI VARIABILITAS SPATIAL HUJAN BULANAN DI JAWA TIMUR
Indarto 178 - 193

IDENTIFIKASI MEDAN UNTUK KETERLINTASAN REL KERETA API ANTARA GUNDIH–KARANGSONO KABUPATEN GROBOGAN
Imam Hardjono 194 - 200

Biodata Penulis 201 - 202

Indeks Penulis 203

Indeks Subjek 204

GENESIS PEDON TANAH YANG BERKEMBANG DI ATAS BATUAN KARBONAT WONOSARI GUNUNGKIDUL

Genesis of Two Pedons Developed on Carbonaceous Rock of Wonosari Gunungkidul

Djoko Mulyanto*), Subroto PS*), dan Herwin Lukito)**
*) Prodi Agrotek Faperta; **) Prodi Tekling FTM
UPNV, Yogyakarta
E-mail: j.mulyanto@yahoo.com

ABSTRACT

The variation of soil color that developed on carbonate rocks which are generally white, very interesting to be studied. The aim of the study is to examine the formation of two pedons of black soil and red soil by hue 10 YR and hue 5 to 2.5 YR which successively developed on marly limestones and calcarenite. Analysis of mineral properties consist of the total minerals of sand fraction, clay fraction and rock powders. Soil chemical properties include: pH, organic C, exchangeable cations and cation exchange capacity, $CaCO_3$, the amorphous-crystalline of Fe and Mn, the total of Fe and Mn, the analysis of physical properties is the texture of seven fractions. The results showed that the development of the red soil is much more developed than black soil that shown by intensively decalcification process of red soil that impact on the low of pH, base saturation and cation exchange capacity, whereas the development of black soil is inhibited. The formation of black soil is more inherited of clay bearing marly limestone after carbonate dissolution, whereas the red soil development through rubification and illuviation.

Keywords: carbonaceous rock, soil development, red soil, black soil, decalcification, rubification

ABSTRAK

*Keragaman warna tanah yang berkembang pada batuan karbonat yang secara umum berwarna putih sangat menarik untuk dikaji. Tujuan penelitian ini adalah menelaah pembentukan dua pedon tanah yang berwarna hitam dengan hue 10 YR dan merah dengan hue 5 – 2,5 YR yang secara berturut-turut berkembang pada batugamping napalan dan batugamping pasiran. Analisis sifat mineral meliput: mineral total fraksi pasir, fraksi lempung tanah, bubuk batuan. Sifat kimia tanah meliputi: pH, C-organik, basa-basa tertukar, kapasitas pertukaran kation, $CaCO_3$ setara, (Fe, Mn) bentuk amorf dan kristalin, (Fe, Mn) total, dan analisis sifat fisik berupa tekstur 7 fraksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perkembangan tanah merah jauh lebih lanjut dibanding tanah hitam yang ditunjukkan oleh proses dekalsifikasi intensif yang berdampak pada rendahnya nilai pH, kejenuhan basa dan KPK, sedangkan perkembangan tanah hitam terhambat. Pembentukan tanah hitam lebih bersifat terwariskan (*inherited*) dari lempung yang terkandung napal setelah pelarutan $CaCO_3$, sedangkan pembentukan tanah merah melalui illuviasi dan rubifikasi.*

Kata kunci: batuan karbonat, pembentukan tanah, tanah merah, tanah hitam, dekalsifikasi, rubifikasi

PENDAHULUAN

Warna tanah merupakan salah satu parameter yang sangat penting dalam menginterpretasikan sifat-sifat tanah (Mulyanto *et.al.*, 2006). Oksida-oksida dan hidroksida besi dan mangan merupakan pigmen warna tanah yang sangat kuat (Schwermant dan Fanning, 1976). Ditambahkan oleh Notohadiprawiro (2000) bahwa warna tanah selain dipengaruhi oleh kedua persenyawaan tersebut juga dipengaruhi oleh bahan organik yang terhumifikasi serta komposisi mineralnya. Komposisi mineral dalam tanah akan berubah sejalan dengan proses pedogenesis yang dialami tanah. Dalam pembentukan tanah terjadi proses alih rupa (*transformation*) bahan/ mineral primer menjadi mineral sekunder dan zat-zat terlarut, serta alih tempat (*translocation*) bahan-bahan hasil pelapukan yang didistribusikan ke lain tempat dalam tubuh tanah untuk membentuk horizon-horizon. Proses alih rupa dan alih tempat sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan pewatakan bahan induknya.

Pembentukan tanah-tanah di atas batuan karbonat sampai kini masih menarik untuk dikaji. Ada dua hipotesis tentang asal bahan tanah yang berkembang di atas batuan karbonat. Pendapat pertama yang dikenal dengan "*Residual Theory*" menyakini bahwa tanah-tanah merah di lingkungan batuan karbonat merupakan hasil pelarutan batugamping, akumulasi dan transformasi residu batugamping tersebut (Gal, 1967; Moresi dan Mongelli, 1988; Bronger dan Bruhn-Lobin, 1997; dalam Jordan *et.al.*, 2004). Mineral albit, mikrolin, dan orthoklas sering terdapat pada batugamping dan dolomit dari segala umur (Tester dan Atwater, 1934; Honess dan Jeffries, 1940; Stringham, 1940; van Straaten, 1948 dalam Pettijohn, 1975). Berdasarkan hal di atas kiranya perlu juga dipertimbangkan asal dari mineral-mineral lempung pada *Terra Rossa* yang boleh jadi merupakan hasil pelapukan mineral-mineral tersebut. Hipotesis yang lain menyatakan bahwa bahan induk tanah tidak ada hubungannya dengan batuan yang membawahinya melainkan berasal dari tempat lain (*allochthonous material*). Yaalon (1997) mengatakan bahwa debu eolin merupakan bahan induk tanah-tanah merah di wilayah Mediterania.

Proses pelapukan kimia pada batugamping bila dicermati terjadi pelarutan yang menyeluruh (*congruent dissolution*) bila dibandingkan dengan pelapukan pada aluminosilikat yang bersifat tidak menyeluruh (*incongruent dissolution*) (Birkeland, 1984). Gamping akan larut dan menghasilkan ion kalsium dan bikarbonat yang keduanya larut dalam air, sehingga peka terhadap pelindian sedangkan aluminosilikat menghasilkan kation-kation larut air dan mineral lempung yang tidak larut. Reaksi tersebut dapat dilukiskan sebagai berikut :

$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \Leftrightarrow Ca^{2+} + 2\,HCO_3^- \quad (1)$$

$$\text{Aluminosilikat} + H_2O + H_2CO_3 \Leftrightarrow \text{mineral lempung} + \text{kation-kation} + OH^- + HCO_3^- + H_4SiO_4 \quad (2)$$

Dari reaksi tersebut terlihat bahwa tanah yang terbentuk dari bahan gampingan sangat dipengaruhi oleh jenis dan jumlah pengotornya. Bila batugamping sebagai bahan induk tanah, tentunya telah dibutuhkan bahan dengan volume yang sangat besar. MacLeod, 1980 dalam Foster *et.al.*, 2004) menghitung kebutuhan 40 cm tanah yakni diperlukan 130 m batugamping, selanjutnya diduga bahwa residu yang terlepas dari batugamping selama denudasi harus terakumulasi dengan laju

$8x10^{-6}$ cm selama $5x10^{6}$ tahun. Sebelumnya Yaalon dan Ganor's, 1975; dalam Foster *et.al*., 2004) telah menghitung kecepatan denudasi batugamping untuk 1-2 cm yakni per 10^{3} tahun. Hal tersebut tentunya sangat dipengaruhi oleh jumlah air sebagai pelaku proses utama pelarutan dan tentunya sangat berbeda dengan lingkungan karst beriklim tropis khususnya di Indonesia (Gunungkidul). Fenomena tersebut tentunya juga sangat berbeda dengan bahan yang berasal dari mineral silikat karena sumbangan unsur Si dan Al sebagai kerangka tanah sangat melimpah.

Tanah-tanah yang berkembang pada batuan karbonat menurut White (1988) mempunyai dua kenampakan yang dapat dibedakan dari tanah-tanah yang terbentuk dari bahan induk lain, yakni sebagian besar batuan dasar hilang dalam larutan, tanah yang terbentuk merupakan residu batuan. Tanah-tanah berdrainase baik yang terbentuk dari bahan gampingan, sering mempunyai sifat masam (*acidic sola*) yang disebabkan oleh pengaruh air infiltrasi yang berikatan dengan asam lemah. Kedalaman pelindian pada tanah-tanah tersebut secara umum merupakan fungsi dari kandungan karbonat, kimia air (pH), dan jumlah secara kumulatif dari air yang terinfiltrasikan (Schaetzl *et.al*., 1996). Wooding dan Robinson (1951) menduga bahwa pencucian dan penghilangan basa-basa merupakan proses yang penting dalam perkembangan tanah-tanah merah di atas batugamping. Pengembalian kalsium pada profil tanah melalui evaporasi dan gangguan pencucian oleh lambatnya permeabilitas gamping lunak merupakan faktor-faktor utama yang mencegah perkembangan dan kematangan tanah (Tarzi *et.al*., 1974). Banyak studi menyatakan secara tidak langsung atau berpostulasi bahwa bila tanah berkembang dari bahan gampingan, karbonat harus dihilangkan lebih dulu untuk mobilisasi lempung (Bartelli dan Odell, 1960; Arnold, 1965; Culver dan Gray, 1968; Buol dan Yesilsoy, 1964; dalam Levine *et.al*., 1989).

Dalam sejarah geologi daerah Pegunungan Selatan Pulau Jawa, wilayah tersebut telah mengalami kenaikan dan penurunan permukaan air laut (Rahardjo, 2005), maka adanya sortasi bahan klastis dari daerah yang lebih tinggi sewaktu di bawah permukaan laut sangat memungkinkan. Gunung-gunung api purba tentunya juga menyumbang material volkanik pada saat sintesis batugamping di bawah permukaan laut. Dalam kaitannya dengan pernyataan di atas, Surono *et.al.* (1992) mengatakan bahwa batugamping Formasi Wonosari pada beberapa tempat menunjukkan adanya sisipan tuff. Menurut penulis sisipan-sisipan tuff tadi juga dapat berperan sebagai bahan induk tanah. Disamping itu secara regional banyak gunung-gunung api yang tidak mustahil telah menyumbangkan materialnya sebagai bahan induk tanah di daerah pegunungan selatan. Mulyanto *et.al*. (2000) juga telah menunjukkan adanya material volkanik yang sangat melimpah pada fraksi pasir Andisol di kawasan karst Bedoyo, Ponjong. Tujuan penelitian ini adalah mengaji pembentukan dua pedon tanah di atas batuan karbonat yang secara morfologi mempunyai sifat warna yang sangat kontras.

METODE PENELITIAN

Bahan penelitian adalah dua buah profil tanah. Profil tanah hitam (Hue 10 YR) di Desa Duwet-Mulo, sedangkan profil tanah merah (Hue 5 YR-2,5 YR) di Desa Karangrejek Kecamatan Wonosari, serta batuan karbonat yang membawahi kedua profil tanah tersebut. Alat lapangan yang digunakan yakni kartu warna tanah

Munsell, altimeter dan klinometer. Analisis laboratorium meliputi sifat-sifat batuan dan tanah. Sifat kimia meliputi: pH H_2O menggunakan Metode Potensiometrik, kadar $CaCO_3$ setara secara gravimetri dengan menggunakan kalsimeter, C-organik dengan destruksi basah, kapasitas penukaran kation (KPK) dan kation tertukarkan (Ca, Mg, K, dan Na) dilakukan dengan ekstraksi NH_4Oac. pH 7. Bentuk-bentuk oksida Fe dan Mn menggunakan pelarutan selektif, sedangkan Fe dan Mn total menggunakan ekstraksi asam fluorida (HF) dan HNO_3 pekat. Ekstraksi untuk pelarutan selektif dilakukan terhadap bagian contoh tanah (*sub sample*) secara terpisah dari contoh yang sama.

Ada tiga metode ekstraksi yang dilaksanakan dalam pelarutan selektif : 1). 0,1 natrium pirofosfat (Blakemore *et.al*., 1987), 2). 0,2 M ammonium oksalat pH 3,0 Metode Tamm, 1922 (*dalam* Blakemore *et.al*., 1987), dan 3). Na-ditionit sitrat pH 7,3 (Mehra dan Jackson, 1960 *dalam* Blakemore *et.al*., 1987). Aplikasi analisis pelarutan selektif yang dilakukan adalah sebagai berikut: ekstraksi pirofosfat menggambarkan Fe dan Mn yang berikatan dengan C-organik, ekstraksi oksalat untuk mendapatkan oksida-oksida besi non kristalin (*poorly crystalline*) dan yang berikatan dengan C-organik, sedangkan ekstraksi ditionit untuk mendapatkan oksida-oksida besi kristalin ditambah fraksi yang terekstrak oleh ekstraksi oksalat (McKeague and Day, 1966; McKeague *et.al*., 1971a) (*dalam* Ogunsola *et.al*., 1989). Kekuatan ekstrak adalah : asam kuat > ditionit > oksalat > pirofosfat. Berdasarkan urutan kekuatan ekstraksi tersebut maka diasumsikan bahwa : (Fe, Mn) ekstrak oksalat - (Fe, Mn) ekstrak pirofosfat = oksida-oksida (Fe, Mn) bebas yang bersifat amorf, sedangkan (Fe, Mn) ditionit - (Fe, Mn) oksalat = oksida-oksida (Fe, Mn) bebas yang bersifat kristalin.

Tekstur (7 fraksi) dengan Metode Pemipetan yang agihan ukuran pasir meliputi 5 fraksi dengan pengayaan. Analisis mineral tanah fraksi lempung dengan 4 perlakuan (penjenuhan Mg, Mg+gliserol, K dan K+550°C) menggunakan XRD, sedangkan fraksi pasir dengan Metode Line Counting. Komposisi mineral batuan berdasarkan hasil interpretasi sayatan tipis menggunakan mikroskup binokuler dengan perbesaran 40x, dan bubuk (*powder*) batuan dengan XRD.

Lokasi contoh profil tanah hitam dan tanah merah secara berturut-turut di Desa Karangsari dan Duwet (lihat Gambar 1).

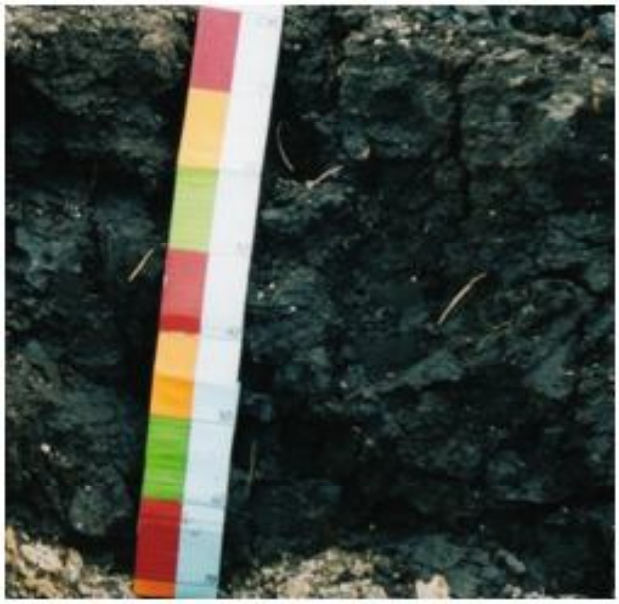
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Profil tanah hitam (Hue 10 YR) seperti yang terlihat pada Gambar 2, terletak di Desa Duwet, ketinggian tempat 170 m dpl. Permukaan tanah dicirikan oleh adanya retakan-retakan dengan tebal 4,5 – 5 cm sedalam 29 cm, terdiri atas 5 lapisan. Secara umum berwarna abu-abu gelap dengan chroma sangat rendah (1-2), tekstur lempung berat, struktur gumpal menyudut, konsistensi sangat lekat/ liat pada kondisi basah, lunak (lembab), dan sangat keras pada keadaan kering, terdapat becak-becak Fe warna coklat kemerahan gelap-coklat kemerahan (5 YR 3/3-3/4) jumlah sangat sedikit pada lapisan dua dan tiga. Cermin sesar ditemui pada lapisan empat, sedangkan konkresi Mn dijumpai pada setiap lapisan dengan jumlah sedikit. Lapisan lima merupakan campuran tanah dengan bahan gampingan, warna abu-abu terang kecoklatan (10 YR 6/2), geluh pasiran, gumpal menyudut-membulat-

Sumber: data primer

Gambar 1. Lokasi Pedon Tanah Hitam dan Pedon Tanah Merah



Sumber: data primer

Gambar 2. Profil Tanah Hitam, Hue 10 YR

tebal, lunak (lembab)-sangat lekat/liat-(basah) dan sangat keras bila kering, konkresi Fe cukup tinggi-konkresi Mn sangat sedikit, beralih ke batugamping napalan, warna putih.

Ciri khusus pada tanah hitam adalah adanya retakan yang cukup lebar dan dalam yakni > 25 cm, serta agregat tanah yang sangat keras pada saat kering, di tanah bawahan terdapat cermin sesar dan struktur baji. Hasil analisis morfologi, sifat fisik dan kimia profil tanah hitam tertera pada Tabel 1 dan 2.

Berdasarkan sebaran ukuran butir, diduga bahwa pada profil tanah hitam terdapat stratifikasi bahan induk tanah dengan material halus, hal tersebut dapat dicermati dari perbedaan kadar fraksi lempung dan debu, serta distribusi pasir halus, pasir kasar dan pasir sangat kasar yang cukup mencolok pada lapisan tiga. Kenaikan kadar C organik pada lapisan tiga yang

Tabel 1. Sifat Fisik Tanah pada Profil Tanah Hitam

Jeluk (cm)	Horison	Sebaran ukuran butir								Jenis mineral
		L	D	PSH	PH	PS	PK	PSK	PT	
		μm		mm						
		≤2	20-50	0,05-0,1	0,1-0,2	0,2-0,5	0,5-1	1-2	0,05-2	
		%								
0 – 18/20	Ap	90,2	6,2	0,9	1,4	0,4	0,7	0,3	3,7	
18/20 – 35/37	A_{11}	88,4	8,5	0,9	1,1	0,4	0,6	0,1	3,1	
35/37 – 50/53	A_{12}	94,5	0,4	0,7	0,8	0,6	1,6	1,3	5,0	
50/53 – 64/69	A_{13}	93,1	0,8	0,7	1,0	0,7	1,7	2,1	6,1	*smektit (++++)*
64/69 – 73/75	AC	93,5	4,3	0,5	0,7	0,3	0,4	0,3	2,2	*kaolinit (++)*

Sumber: hasil analisis

Tabel 2. Sifat Kimia Tanah pada Profil Tanah Hitam

Jeluk (cm)	Warna	pH	C	$CaCO_3$	Ca	Mg	K	Na	∑K	KPK	V
					NH_4OAc. pH 7					NH4OAc. pH 7	
				%	Cmol (+).kg^{-1}						%
0 – 18/20	10YR3/1	6,75	1,41	1,75	35,92	4,16	0,17	0,34	40,59	34,92	100
18/20 – 35/37	10YR4/1	6,94	0,36	0,92	37,45	3,52	0,1	0,31	41,38	36,89	100
35/37 – 50/53	10YR4/1	7,17	1,08	1,74	39,05	3,31	0,1	0,3	42,76	41,88	100
50/53 – 64/69	10YR3/2	7,2	0,90	1,19	38,59	3,19	0,1	0,31	42,19	53,23	79
64/69 – 73/75	10YR 6/2	8,05	0,85	44,52	38,27	1,66	0,09	0,18	40,4	24,7	100

Sumber: hasil analisis

Keterangan :

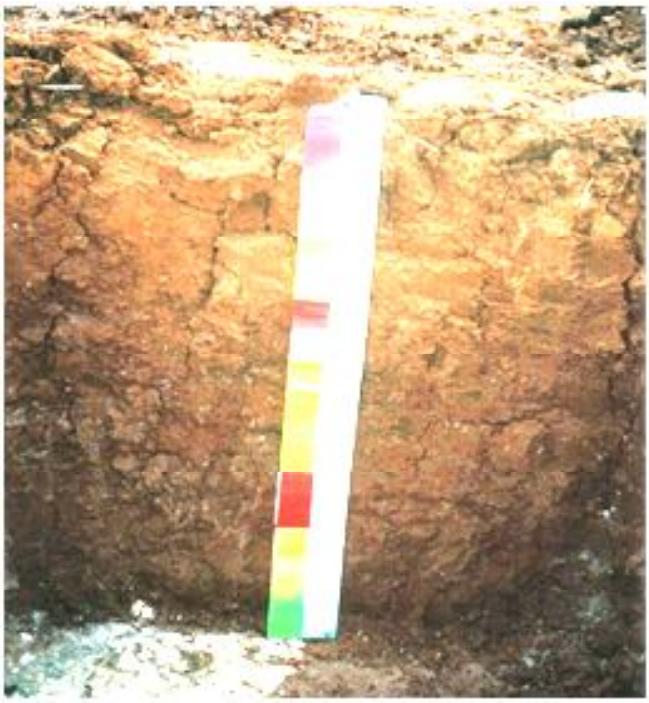
L = lempung D = debu P = pasir SH = pasir sangat alus
PS = pasir sedang PK = pasir kasar PSK = pasir sangat kasar
PT = pasir total V = kejenuhan basa PH = pasir halus

sangat mencolok dibanding lapisan di atasnya juga dapat menunjukkan adanya stratifikasi bahan induk. Nilai pH menunjukkan netral – basis, meningkat ke arah batugamping yang sejalan dengan peningkatan konsentrasi $CaCO_3$. Sifat yang sangat menonjol adalah kadar kalsium tertukar yang sangat tinggi serta nilai KPK yang tinggi, kecuali pada lapisan lima. Nilai KPK yang tinggi diduga karena didominasi oleh lempung smektit sebagaimana pada lapisan empat.

Berdasarkan interpretasi morfologi profil, sifat fisik, kimia dan mineralogi tanah maka nama seri tanah hitam menurut Soil Taxonomy (1998) adalah: *Leptic Haplusterts, clay, smectitic, isohypertermic*, Duwet.

Profil tanah merah (Hue 5 YR – 2,5 YR) seperti terlihat pada Gambar 3, terletak di Desa Karangrejek, ketinggian tempat 160 m dpl., di sekitar profil terdapat banyak retakan-retakan/ bekas retakan batuan yang telah tertutup oleh batugamping sekunder. Warna merah kekuningan (5 YR 4/6) sampai merah kecoklatan (2,5 YR ¾), tekstur lempung, struktur gumpal menyudut-membulat pada lapisan satu sedangkan lapisan dua-lapisan tujuh ber-struktur lempeng. Semua lapisan bertekstur lempung dan berkonsistensi teguh (lembab), sangat liat/ lekat (basah) dan keras bila kondisi kering, terdapat konkressi Fe dan Mn pada semua lapisan dengan konsentrasi sangat sedikit, namun pada lapisan enam dan tujuh mempunyai becak Mn sangat tinggi. Lapisan tujuh menumpang secara langsung pada batu gamping berwarna putih.

Profil tanah B memperlihatkan warna kemerahan, di permukaan tanah juga memperlihatkan retakan namun sangat



Sumber: data primer

Gambar 3. Profil Tanah Merah di Karangrejek (Hue 5YR-2,5 YR)

sempit dan dangkal, sangat berbeda dengan lokasi pada tanah hitam. Bentang lahan bergelombang – landai. Hasil analisis morfologi, sifat fisik dan kimia profil tanah merah tertera pada Tabel 3 dan 4.

Kadar lempung sangat tinggi sebagaimana tanah hitam yakni >90 %. Profil tersebut juga menunjukkan perbedaan kadar debu yang sangat mencolok pada lapisan lima, demikian juga ada peningkatan C-organik

Tabel 3. Hasil Analisis Sifat-Sifat Fisik Tanah Merah

Jeluk (cm)	Horison	Sebaran besar butir								Jenis lempung
		L	D	PSH	PH	PS	PK	PSK	PT	
		μ m		mm						
		≤2	20-50	0,05-0,1	0,1-0,2	0,2-0,5	0,5-1	1,0-2,0	0,05-2	
		%								
0–13/15	Ap	92,7	3,4	1,0	1,4	0,2	0,6	0,7	3,9	
13/15–22/23	A_{12}	92,8	3,2	1,1	1,0	0,3	0,8	0,8	4,0	
22/23–32/35	B_{11}	93,9	2,9	0,9	0,7	0,2	0,6	0,7	3,2	Kaolinit (++++)
32/35–47/49	B_{12}	96,3	0,9	0,8	0,5	0,2	0,7	0,5	2,7	
47/49–59/62	B_{13}	90,7	7,1	0,8	0,6	0,2	0,3	0,3	2,2	
59/62–71/74	B_{14}t	97,4	0,2	0,8	0,7	0,2	0,3	0,4	2,4	Kaolinit (++++)
71/74–83	B_{15}t	94,0	4,0	0,6	0,6	0,2	0,3	0,3	2,0	

Sumber: hasil analisis

Tabel 4. Hasil Análisis Sifat-Sifat Kimia Tanah Merah

Jeluk (cm)	Warna	pH	C	$CaCO_3$	Ca	Mg	K	Na	∑K	KPK	V
		Sifat-sifat kimia tanah									
					NH_4OAc. pH 7					NH4OAc. pH 7	
			%		Cmol (+).kg^{-1}						%
0 – 13/15	5YR3/4	6,58	0,98	0,7	15,95	0,39	0,07	0,18	16,59	23,36	71
13/15 – 22/23	5YR4/6	5,87	1,56	0,44	13,75	2,21	0,09	0,15	16,2	22,30	73
22/23 – 32/35	5YR4/6–2,5YR3/4	5,91	1,01	0,89	13,23	1,32	0,05	0,15	14,75	20,35	72
32/35 – 47/49	5YR4/6	5,94	0,93	0,60	13,21	0,95	0,07	0,22	14,45	21,21	68
47/49 – 59/62	2,5YR3/4	6,04	1,35	1,58	13,13	0,72	0,05	0,2	14,1	21,58	65
59/62 – 71/74	5YR4/4–5YR3/4	6,05	0,93	0,43	13,18	0,64	0,07	0,2	14,09	20,97	67
71/74 - 83	5YR3/4 – 2,5YR3/4	6,05	0,93	0,60	13,13	0,47	0,07	0,19	13,66	23,33	59

Sumber: hasil analisis

Keterangan :

L = lempung D = debu P = pasir SH = pasir sangat alus
PS = pasir sedang PK = pasir kasar PSK = pasir sangat kasar
PT = pasir total V = kejenuhan basa PH = pasir halus

yang sangat tajam pada lapisan yang sama. Kedua hal tersebut dapat menunjukkan adanya stratifikasi material yang berbeda sebagai bahan induk tanah. Nilai pH agak masam, kadar kapur dan Ca tertukar rendah demikian juga KPK. Keempat parameter tersebut sangat berbeda dengan profil tanah hitam. Rendahnya nilai KPK tanah sangat terkait dengan jenis lempung kaolinit yang sangat dominan di profil tanah merah.

Berdasarkan interpretasi morfologi profil, sifat fisik, kimia dan mineralogi tanah maka nama tanah merah menurut Soil Taxonomy (1998) adalah: *Typic Haplustalfs, clay, kaolinitic, isohypertermic*, Karangrejek.

Pembahasan

Morfologi Tanah

Tanah hitam memiliki kadar Mn baik yang bersifat amorf maupun kristalin jauh lebih tinggi dibanding tanah merah, dan sebaliknya terhadap per-senyawaan besi, tanah merah memiliki kadar yang jauh lebih tinggi (lihat Tabel 4). Fenomena tersebut yang menyebabkan tanah A berwarna hitam sedang tanah B berwarna merah. Oksida-oksida Mn sangat berperan sebagai pigmen warna hitam dan oksida-oksida Fe sebagai pigmen warna merah (Schwertmann dan Fanning, 1976; Mulyanto *et*.al., 2006). Mulyanto dan Surono (2009) mengatakan bahwa gejala kewarnaan tanah pada batuan karbonat tidak terkait dengan kadar Fe dan Mn batuan melainkan sangat dipengaruhi oleh proses genesis tanah khususnya kecepatan pelindian hasil-hasil pelapukan/ pelarutan batuan, bila pelindian intensif maka secara relatif terjadi akumulasi oksida-oksida besi khususnya hematit yang menyebabkan pemerahan tanah. Warna kelam pada tanah hitam sejalan dengan nilai chroma yang rendah (1-2) dibanding tanah merah (4-6), hal ini juga disebabkan oleh jenis mineral lempung yang mendominasi pada tanah hitam yakni smektit khususnya monmorillonit sedang tanah merah kaolinit. Menurut Bohn *et.al*. (1979) monmorillonit memiliki luas permukaan spesifik 600-800 m^2/gram, sedangkan kaolinit 10-20 m^2/gram. Tingginya luas permukaan spesifik menyebabkan monmorillonit menyerap air jauh lebih besar sehingga suasana tanah lebih reduktif yang dapat memunculkan kesan kelam. Fenomena retakan-retakan yang cukup lebar dan dalam pada tanah hitam menyakinkan bahwa tanah tersebut didominasi lempung monmorillonit (Tabel 1). Tanah hitam tidak mempunyai horison B, hal ini karena pedoturbasi yang disebabkan oleh lempung monmorillonit, sehingga proses argilasi jadi terganggu. Tanah merah mempunyai horison argillik yang dapat dilihat dengan melimpahnya selaput lempung (*cutan*) pada tubuh tanah. Menurut Steila (1978) dari aspek genesis lempung silikat, monmorillonit masih pada tahap medium sedangkan kaolinit sudah mencapai tahap lanjut, maka tanah merah jauh berkembang dibandingkan tanah hitam.

Sifat Kimia Tanah

Perbedaan nilai pH kedua macam tanah, sangat terkait dengan kecepatan proses dekalsifikasi yang terjadi. Dekalsifikasi tanah hitam terhambat yang ditunjukkan oleh kadar $CaCO_3$ setara dan kalsium tertukar jauh lebih tinggi dibanding tanah merah, hal ini berdampak pada penurunan nilai pH pada tanah merah yang berstatus agak masam dan kejenuhan basa yang lebih rendah dibandingkan tanah hitam. Terhambatnya dekalsifikasi pada tanah hitam sangat boleh jadi oleh sifat batuan yang membawahi tanah tersebut. Batu-gamping napalan mengandung lempung smektit (lihat Tabel 3) dalam jumlah yang signifikan, demikian juga pada profil tanah

khususnya lapisan empat yang sangat melimpah.

Sifat lempung monmorillonit yang dapat mengembang bila dalam kondisi basah, menyebabkan tertutupnya pori-pori batuan (Levin *et*.al., 1989), sehingga mengganggu perkolasi dan alihtempat bahan-bahan hasil pelarutan. Hambatan laju penyingkiran bahan-bahan hasil pelapukan mineral dan pelarutan batuan menyebabkan suasana lingkungan pelapukan kaya basa-basa khususnya Mg dan kaya Si serta suasana pH yang cukup tinggi. Hal ini menyebabkan terbentuknya mineral lempung tipe 2:1 khususnya monmorillonit (Wambeke, 1992). Jenny (1980) mengatakan bahwa batuan karbonat yang banyak mengandung pengotor atau tingkat kemurniannya rendah, lebih sulit mengalami proses pelarutan dan cenderung mengalami pengayaan basa-basa pada tanah yang terbentuk.

Lempung smektit yang merajai tanah hitam tersebut mungkin berasal dari bahan induk yang terwariskan (*inherited*) pada sifat tanah yang terbentuk atau oleh genesis pada kondisi lingkungan pelindian yang terhambat. Sifat pewarisan bahan induk batuan sedimen pada tanah yang terbentuk telah banyak disampaikan oleh peneliti-peneliti terdahulu antara lain Prasetyo *et.al.*, 1998, Mulyanto *et.al*. 2001 dan Prasetyo, 2009. Nilai KPK tanah hitam dua kali lipat KPK tanah merah padahal kadar lempung dan C organik kedua tanah relaif sama, sehingga diyakini bahwa tingginya nilai KPK tanah hitam karena jenis lempungnya yakni smektit khususnya monmorillonit. Nisbah Fek/ % lempung dengan fungsi jeluk pada tanah hitam menurun yang menunjukkan tidak terjadinya distribusi yang menyeluruh ke tubuh tanah. Hal tersebut dapat disebabkan oleh pedoturbasi yang melawan proses eluviasi lempung. Pada tanah merah nisbah Fek/ % lempung dengan fungsi jeluk relatif seragam, menurut Durn *et.al*. (2001) hal tersebut menunjukkan adanya gerakan oksida-oksida besi bersama illuviasi lempung. Pada pembentukan tanah merah di lingkungan batugamping terjadi rubifikasi di horison atas kemudian material yang mengalami proses rubifikasi (pemerahan) bergerak ke bawah (Fedoroff, 1997).

Mineralogi Tanah

Bila mencermati kadar mineral total fraksi pasir (Tabel 3) pada tanah hitam menunjukkan kadar kuarsa jauh lebih tinggi dibanding tanah merah demikian pula pada mineral labradorit. Mineral kuarsa mempunyai kepekaan yang jauh lebih rendah dibanding labradorit sehingga lebih tahan terhadap pelapukan. Bila hanya melihat kadar kuarsa maka bisa dikatakan bahwa tanah hitam telah mengalami tingkat pelapukan yang lebih lanjut dibanding tanah merah, namun bila mencermati parameter-parameter kimia khususnya pH, Ca tertukar dan jumlah kation-kation basa serta kadar labradorit, maka tanah merah jauh lebih berkembang dibanding tanah hitam, sehingga bisa dikatakan bahwa bahan induk kedua tanah berbeda atau mempunyai komposisi mineral yang berbeda. Analisis XRD pada bubuk batuan menunjukkan adanya lempung smektit pada batuan tanah hitam, sedangkan pada batuan tanah merah tidak menunjukkan adanya mineral lempung (Tabel 3). Analisis fraksi lempung tanah dengan XRD tanah hitam mengandung smektit dalam jumlah sangat melimpah dan kaolinit yang cukup signifikan (lapisan empat), sedangkan tanah merah hanya mengandung kaolinit yang sangat melimpah.

Berdasarkan data komposisi mineral baik fraksi pasir maupun lempung serta bubuk batuan, diduga bahwa proses genesis tanah hitam lebih bersifat terwariskan (*inherited*)

Tabel 5. Hasil Analisis Komposisi Mineral Tanah Hitam (A) dan Tanah Merah (B), serta Batuan Karbonat

Contoh Tanah/ Batuan (R)	Susunan mineral fraksi pasir (%) (line counting)										XRD fraksi lempung tanah							XRD bubuk batuan				Kimia (%)		
	Kwb	Kwk	Hp	Au	Hb	Lb	Bw	K+D	KK	Gv	Kw	Kr	Fp	K	H	Kao	Sm	K	Kw	MM	Sm	$CaCO_3$	Fe_2O_3	MnO
A/ II	23	12	3	3	5	27	Sp	-	Sp	Sp		_____												
A/ IV	14	9	4	Sp	5	9	-	-	-	-	++	+	-	-	-	++	++++							
A/ V	4	3	1	-	1	3	2	26	36	-		_____												
A / R												_____						++++	++	(+)	++	*65*	*1,09*	*0,17*
B / II	6	1	5	2	1	11	2	-	Sp	Sp		_____												
B/ IV	6	2	Sp	1	1	Sp	-	-	-	-		_____												
B/ VI	6	2	Sp	Sp	1	Sp	Sp	-	-	-	(+)	(+)	-	-	-	+++++	-							
B/ R												_____						+++++	++	(+)	-	*80,5*	*0,2*	*0,021*

Sumber: hasil analisis

Keterangan :

K = kalsit Kwk = kuarsa keruh Lb = labradorit KK = konkresi kapur Fp = feldspar
Au = augit Kwb = kuarsa bening Bw = bitownit Gv = gelas volkanik H = haloisit
Hp = hipersten Hb = hornblende K+D = kalsit+dolomite Kr = kristobalit Kao = kaolinit
MM = magnetit-maghemit Sm = smektit A/ R = batugamping napalan B/ R = batugamping pasiran

Tabel 6. Hasil Analisis Spesifik Fe dan Mn Contoh Tanah Hitam dan Tanah Merah

Kode/ Lapisan	Mn-p	Mn-o	Mn-d	MnA	MnK	Mnd/ Mno	Mnk/ Mna	Mn total	Fe-p	Fe-o	Fe-d	Fe-a	Fe-k	Fed/ Feo	Fek/ Fea	Fe total	Fek/ %lp
	%								%							%	
Tanah A/hitam																	
A/ II	0.01	0.44	0.58	0.43	0.14	1.32	0.33	0.6	0.21	1.08	2.81	0.87	1.73	2.60	1.99	8.28	0,02
A/ IV	0	0.65	0.98	0.65	0.33	1.51	0.51	1	0.37	0.92	2.23	0.55	1.31	2.42	2.38	8.68	0,01
A/ V	0	0.11	0.18	0.11	0.07	1.64	0.64	0.2	0.03	0.37	1.77	0.34	1.4	4.78	4.12	4.22	0,01
Tanah B/merah																	
B/ II	0.01	0.1	0.14	0.09	0.04	1.40	0.44	0.16	0.03	1.08	3.12	1.05	2.04	2.89	1.94	9.38	0,02
B/ IV	0	0.11	0.12	0.11	0.01	1.09	0.09	0.14	0.03	1.16	3.21	1.13	2.05	2.77	1.81	8	0,02
B/ VI	0	0.1	0.12	0.1	0.02	1.20	0.20	0.14	0.02	1.12	3.36	1.1	2.24	3.00	2.04	7.33	0,02

Sumber: hasil analisis

Keterangan :

Mn (p, o, d) = Mn ekstrak pirofosfat, oksalat dan ditionit

Mn-a = Mn amorf (Mn-o – Mn-p)

Mn-k = Mn kristalin (Mn-d – Mn-o)

Fe (p, o, d) = Fe ekstrak pirofosfat, oksalat dan ditionit

Fe-a = Fe amorf (Fe-o – Fe-p)

Fe-k = Fe kristalin (Mn-d – Mn-o)

setelah dekalsifikasi dibandingkan neoformasi. Sebaliknya pada tanah merah lebih bersifat neoformasi dan dekalsifikasi. Proses pewarisan pada tanah hitam dapat digambarkan secara sederhana dengan reaksi pelarutan batugamping yang bersifat menyeluruh sebagai berikut :

$CaCO_3 + CO_2 + H_2O <=> Ca^{2+} + 2\ HCO_3^-$ ---------- (1)

Reaksi tersebut jelas tidak menghasilkan tanah/ lempung karena baik ion kalsium maupun bikarbonat yang larut air akan hilang/ terlindi dan ion kalsium tersebut bukan kerangka tanah sebagaimana ion Si dan Al. Dengan demikian tanah hitam di atas napal akan mewarisi sifat lempung yang terdapat pada batuannya setelah bahan karbonatnya larut. Tanah hitam mengandung lempung kaolinit dalam jumlah yang cukup signifikan, hal ini sangat menarik untuk dikaji lebih jauh. Kaolinit tersebut bukan hasil pewarisan sebagaimana smektit karena tidak terdapat dalam batuan napal. Lempung kaolinit diduga terbentuk dari hasil rekombinasi pelapukan mineral silikat. Secara sederhana reaksi pembentukan lempung dapat dilukiskan sebagai berikut.

Aluminosilikat + H_2O + H_2CO_3 <=> mineral lempung + kation-kation + OH^- + HCO_3^-+ H_4SiO_4 ---------- (2)

Pembentukan kaolinit di tanah merah dari mineral silikat khususnya dapat dilukiskan sebagai berikut :

$2KAlSi_3O_8 + 2H^+ + 9H_2O$ ==>
(orthoklas)

$H_4Al_2Si_2O_9 + 4H_4SiO_4 + 2K^+$
(kaolinit)

(Bohn *dkk.*, 1979; Birkeland, 1983)

$2NaAlSi_3O_8 + 2H^+ + 9H_2O$ ==>
(albite)

$H_4Al_2Si_2O_9 + 4H_4SiO_4 + 2\ Na^+$
(kaolinit)

(Birkeland, 1983)

Merino dan Banerjee (2008) berpendapat tentang pembentukan kaolinit tanah merah (Terra Rossa) di lingkungan batugamping dengan mekanisme sebagai berikut:

$2{,}7\ Calc + 2Al^{+3} + 2Si(OH)_4 + H_2O$ ==> kaolinit$+2{,}7Ca^{+2}+2{,}7HCO_3^-+3{,}3H^+$

$2{,}7\ CaCO_3+2Al^{+3}+2SiO_2+5H_2O$ ==> $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ (kaol) + $2{,}7Ca^{++}$ + $2{,}7HCO_3^-$ + $3{,}3H^+$

Reaksi tersebut didahului oleh Al dan Si larut air (hasil pelapukan mineral silikat) non gamping yang menuju kalsit untuk membentuk lempung kaolinit. Kaolinit ditemukan sebagai fase mineral lempung pedogenik utama dalam Terra Rossa dari Istria, Croatia (Durn, 2003).

Feng *et.al*. (2009) berpendapat bahwa asal dari mineral lempung, oksida dan hidroksida Fe, Mn kemungkinan berasal dari tiga sumber yakni:

1. Diturunkan dari bahan residu tak larut
2. Hasil alih rupa (*converted*) dari mineral primer dalam batuan (lempung, feldspar dan pirit)
3. Mineral *authigenic* dari zat-zat terlarut (mineral autigenik merupakan komponen utama Terra Rossa)

Dari berbagai mekanisme tersebut penulis berpendapat bahwa kaolinit berasal dari hasil rekombinasi mineral-mineral primer yang telah melapuk.

Mineral-mineral yang meliputi: hipersten, augit, hornblende, labradorit dan gelas volkanik pada fraksi pasir tanah, diyakini sebagai mineral-mineral produk volkanik. Permasalahannya adalah apakah mineral-mineral tersebut berumur Kuarter (setelah

terangkat) atau Tersier (saat genesis batuan karbonat tersebut). Hal ini masih perlu penelitian lebih lanjut. Pada lokasi yang berbeda, yakni di daerah Bedoyo, Sudiharjo (2002) mengatakan bahwa bahan induk tanah-tanah merah di kawasan tersebut juga dipengaruhi oleh material volkanik. Teranalisisnya mineral kristobalit baik pada tanah hitam maupun merah mempertegas bahwa ada material volkanik yang sampai di wilayah penelitian yang dapat berperan dalam menyumbang bahan induk tanah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Mineral lempung smektit khususnya monmorillonit dalam batugamping napalan dapat menghambat perkembangan tanah. Perkembangan tanah di kawasan batuan karbonat didahului oleh proses dekalsifikasi kemudian illuviasi. Kecepatan kedua proses tersebut sangat menentukan arah pembentukan tanah. Bila kedua proses terhambat akan terbentuk tanah hitam, dan sebaliknya bila kedua proses tersebut berjalan secara optimum akan mengarah ke pembentukan tanah merah. Persenyawaan besi khususnya yang bersifat kristalin sangat berperan sebagai pigmen warna merah, sebaliknya untuk persenyawaan Mn akan menyebabkan warna hitam tanah. Konsekuensi proses pembentukan tanah yang relatif cepat akan segera menurunkan sifat-sifat kimia tanah khususnya pH, kation-kation tertukar, kejenuhan basa dan kapasitas penukaran kation tanah. Klasifikasi tanah menurut Soil Taksonomi (1998) pada tanah hitam adalah Leptic Haplusterts, clay, smectitic, isohypertermic, Duwet. Klasifikasi untuk tanah merah adalah Typic Haplustalfs, clay, kaolinitic, isohypertermic, Karangrejek. Bahan induk tanah hitam sangat dipengaruhi oleh kandungan lempung pada napal, sedangkan tanah merah diduga oleh rekombinasi hasil pelapukan mineral-mineral primer baik dari residu batugamping maupun material volkanik yang sampai di kawasan penelitian.

Saran

Perlu ada penelitian lanjutan khususnya sumber bahan induk yang masih menjadi kontraversi para ahli, serta mekanisme terbentuknya tanah-tanah di kawasan karbonat Gunungkidul, terutama difokuskan pada batas antara tanah dan batuan.

DAFTAR PUSTAKA

Birkeland, Peter W. (1984). *Soil and Geomorphology*. Oxford University Press, New York, Oxford. 372 p.

Blakemore, L.C., P.L. Searle, and B.K. Daly. (1987). *Methods for Chemical Analysis of Soils.* NZ Soils Bureu Lower Hutt, New Zealand, 103 p.

Bohn, H.L., Brian L. McNeal, and George O'Connor. (1979). *Soil Chemistry*. A Wiley Interscience Publication. John Wiley & Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, 392 p.

Durn, G., D. Slovenec., and M. Covic. (2001). Distribution of Iron and Manganese in Terra Rosa from Istria and Its Genetic Implications. *hrcak.srce.hr/file/6358.* [24-10-1011].

Durn, G. (2003). The Terra Rossa in the Mediterranean Region: Parent Materials, Composition and Origin. *hrcak.srce.hr/file/6257*. [27-10-2011].

Foster, J., D.J. Chittleborough, and K. Barovich. (2004). Genesis of Terra Rossa over Marble and the Influence of a neighbouring texture Contrast Soil at Delamere, South Australia. 3rD Australian New Zealand Soil Conference, 5 – 9 Desember 2004. University of Sydney, Australia. *http://www.regional.org.au/au/asssi/supersoil2004/s11/poster/1607_fosterj.htm.* [25-10-2011]

Feng, J.L., Z.J. Cui and L.P. Zhu. (2009). Origin of Terra Rossa Over Dolomite on the Yunnan-Guizhou Plateau, China. *Geochemical Journal* Vol 43 (151-166). *www.terrapub.co.jp/journals/GJ/pdf/4303/43030151.pdf* [28-10-2011].

Fedoroff. (1997). Clay Illuviation in Red Mediteranean Soils. *Jurnal Catena* Vol 26 :171-189.

Jenny, H. (1980). *The Soil Resource. Origin and Behavior*. Springer – Verlag, New York, Heidelberg, Berlin, 377 p.

Khan, D.H. (1959). Clay Mineral Ditribution in Some Rendzinas, Red Brown Soils, and Terra Rossas on Limestone of Different Geological Ages. *J. Soil Sci*. 2 : 321-319.

Levine, S.J., D.M. Hendricks, and J.F. Schreiber,Jr. (1989). Effect of Bedrock Porosity on Soils Formed from Dolomitic Limestone Residiuum and Eolian Deposition. *Soil Sci.Soc.Am.J.* 53:856-862.

Merino, E. and A. Banerjee. (2008). Terra Rossa Genesis, Implications for Karst, and Eolian Dust: A Geodynamic Thread. *The Journal of Geology* Vol 116: 62-75.

Mulyanto, D., D. Shiddieq, dan Indrayana. (2000). Mengaji Asal Bahan Andik pada Pedon Gunung Gatel Wilayah Karst Bukitseribu Gunung Kidul. *Prosiding Konggres Nasional HITI VII,* Bandung 2 – 4 November 1999.

Mulyanto, D., M. Nurcholis, and Triyanto. (2001). Mineralogi Vertisol dari Bahan Induk Tuf, Napal dan Batupasir. *Jurnal Tanah dan Air*. Vol 2 No.1: 38 – 46.

Mulyanto, D., T. Notohadikusumo, dan BH Sunarminto. (2005). Peran Porositas Sekunder Batugamping dalam Genesis Tanah-Tanah Merah di Kawasan Karst Gunungsewu. *Jurnal Agrin* Vol 9 No. 2: 101-109.

Mulyanto, D.,T. Notohadikusumo, B.H. Sunarminto. (2006). Hubungan Tingkat Pemerahan Tanah di Atas Batuan Karbonat dengan Komponen-Komponen Pembentuknya. *Jurnal Habitat* Vol. 17 No.3 : 235-245.

Mulyanto dan Surono. (2009). Pengaruh Topografi dan Kesarangan Batuan Karbonat terhadap Warna Tanah pada Jalur Baron-Wonosari Kabupaten Gunungkidul, DIY. *Forum Geografi.* Vol 23, No 2: 181-195.

Notohadiprawiro, T. (2000). *Tanah dan Lingkungan*. Pusat Studi Sumber Daya Lahan UGM, 187 hal.

Ogunsola, O.A., J.A. Omueti, O. Olade, and E.J. Udo. (1989). Free Oxide Status and Distribution in Soils Overlying Limestone Areas in Nigeria. *Soil Sci.* Vol 147. No.4:245-251.

Pettijohn, F.J. (1975). *Sedimentary Rocks*. Second Edition. Harper & Brothers, New York, 628 p.

Prasetya, B.H., Sawiyo, dan N. Suharta. (1998). Pengaruh Bahan Induk terhadap sifat Kimia Tanah dan Komposisi mineralnya : Studi Kasus di Daerah Pametikarata. Lewa, Sumba Timur. *Proc.Penelitian Tanah*. 14 :17-30.

Prasetyo, B.H. (2009). Karakteristik Tanah-Tanah dari Batugamping dan Napal di Daerah Beriklim Kering. *Jurnal tanah dan air.* Vol 10 No. 1:73-84.

Rahardjo, W. (2005). Geologi dan Sumberdaya Daerah Karst. *Makalah yang Disampaikan pada Seminar Nasional di Unsoed, tanggal 6 – 7 Agustus 2005.*

Schaetzl, R.J., William E. Frederick, and L. Tornes. (1996). Secondary Carbonates in Three Fine and Fine – loamy Alfisols in Michigan. *Soil Sci.Soc.Am.J.* 60:1862-1870.

Soil Survey Staff. (1998). *Keys to Soil Taxonomy*. 8 th edition. Natural Resources Conservation Service. USDA. 326 p.

Steila, D. (1976). *The Geography of Soils. Formation, Distribution, and Management*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliff, New Jersey, 222 p.

Sudihardjo, A.M. (2002). Phenomena and Environment of Karst Area on Andisolization of Soils in Gunung Kidul, Yogyakarta Special Province. *J. Tanah dan Air* Vol 3 No. 2.

Surono, Toha, B. dan Sudarno, I. (1992). *Peta Geologi Lembar Surakarta – Giritontro, Jawa, Sekala 1:100.000.* Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung

Surono. (2005). Sejarah Aliran Bengawan Solo : Hubungannya dengan Cekungan Baturetno, Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah. *Publikasi Ilmiah Pendidikan dan Pelatihan Geologi. Vol I, No. 2, Des. 2005.*

Schwertmann, U. and D.S. Fanning. (1976). Iron – Manganese Concretions in Hydrosequences of Soils in Bavaria. *Soil Sci.Soc.Am.J.* 40:731-738.

Tarzi, J.G. and R.C. Paeth. (1974). Genesis of Mediteranean Red and a White Rendzina Soil from Lebanon. *Soil Sci*. Vol 120 No. 4

Wambeke, A.V. (1992). *Soil of the Tropics. Properties and Appraisal*. McGraw Hill, Inc., New York.

White, W.B. (1988). *Geomorphology and Hidrology of Karst Terrains*. Oxford University Press. New York, 406 p.

Wooding, G. and Robinson. (1951). *Soils. Their Origin, Constituation and Classification. An Introduction to Pedology.* The Woodbridge Press, L.T.D. Oslow Street, Guildford, 573 p.

Yaalon, DH. (1997). Soil in the Mediteranean Region: What Make Them Different?. *Jurnal Catena* 28:157-169.

FAKTOR-FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP PENGAMBILAN KEPUTUSAN WANITA MIGRAN BERMIGRASI KE KOTA MALANG

Affecting Factors on Migrant Women's Decision to Migrate to Malang City

Budijanto
Jurusan Geografi
Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Malang
E-mail: budijanto19@yahoo.com

ABSTRACT

The low family income, lack of job vacancy other than farmland, the narrow square of land possession, and the high level of household load encourage women deciding to migrate to Malang as an effort to support their household economic welfare improvement. The aim of this research is to find and reveal any condition which causes migrant women household to decide migrating to Malang. The research result shows that demography variables (age, marriage status, and the amount of household load) have significant effect toward migrant women's decision making to migrate to Malang. Also, social-economic variable (migrant women education, household income, farmland square, and type of the job) affects migrant women's decision making to migrate to Malang significantly; but, job vacancy in origin area does not bring significant effect toward migrant women's decision making to migrate to Malang.

Keywords: demographic, social economic, decision making, migration, migrant women

ABSTRAK

Faktor yang mendorong para wanita untuk memutuskan bermigrasi ke Kota Malang pendapatan keluarga yang rendah, kesempatan kerja di luar pertanian yang kurang, luas pemilikan lahan yang sempit, dan beban tanggungan yang tinggi, dalam rangka membantu meningkatkan kesejahteraan ekonomi rumah tangganya. Tujuan dari penelitian ini untuk menemukan dan mengungkap berbagai kondisi yang melartar belakangi rumah tangga wanita migran yang mengambil keputusan melakukan migrasi ke kota Malang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel demografi (umur, status perkawinan dan jumlah beban tanggungan) berpengaruh signifikan terhadap pengambilan keputusan wanita migran bermigrasi ke kota Malang. Demikian halnya variabel sosial ekonomi (pendidikan wanita migran, pendapatan rumah tangga, luas lahan garapan, dan jenis pekerjaan) berpengaruh signifikan terhadap pengambilan keputusan wanita migran bermigrasi ke kota Malang, kecuali kesempatan kerja di daerah asal yang berpengaruh tidak signifikan terhadap pengambilan keputusan wanita migran bermigrasi ke Kota Malang,

Kata kunci: demografi, sosial ekonomi, pengambilan keputusan, migrasi, wanita migran

PENDAHULUAN

Proses migrasi di Indonesia diperkirakan akan lebih banyak disebabkan oleh migrasi desa-kota, yang didasarkan pada makin rendahnya pertumbuhan alamiah penduduk di daerah perkotaan, relatif lambannya perubahan status dari daerah pedesaan menjadi daerah perkotaan, serta relatif kuatnya kebijaksanaan ekonomi dan

pembangunan yang "urban bias", sehingga memperbesar daya tarik daerah perkotaan bagi penduduk yang tinggal di daerah pedesaan (Prijono dalam Budijanto, 2010). Ditambah lagi dengan adanya masalah-masalah akibat kesenjangan wilayah sebagai dampak pembangunan (Wilonoyudho, 2009).

Mantra (2008) juga menjelaskan bahwa motivasi utama orang melakukan perpindahan dari daerah pedesaan ke perkotaan adalah motif ekonomi. Motif tersebut berkembang karena adanya ketimpangan ekonomi antar daerah. Kondisi yang paling dirasakan menjadi pertimbangan rasional, dimana individu melakukan mobilitas ke kota adalah adanya harapan untuk memperoleh pekerjaan dan memperoleh pendapatan yang lebih tinggi daripada yang diperoleh di desa. Senada dengan hal di atas, Robert dan Smith (1977) juga memberikan penjelasan seperti dikutip oleh Hossain (2001) bahwa tidak merata-nya pekerjaan dan penghasilan pertanian di pedesaan menjadi motivasi migrasi desa-kota.

Kondisi sosial-ekonomi di daerah asal yang tidak memungkinkan untuk memenuhi kebutuh-an seseorang menyebabkan orang tersebut ingin pergi ke daerah lain yang dapat memenuhi kebutuhan tersebut. Sedangkan tiap individu mempunyai kebutuhan yang berbeda, maka penilaian terhadap daerah asal dari masing-masing individu di masyarakat tersebut berbeda-beda, sehingga proses pengambilan keputusan untuk pindah (mobilitas) dari masing-masing individu berbeda pula (Mantra, 2008). Tingginya angka pertumbuhan penduduk di daerah pedesaan juga ikut mendorong terjadinya migrasi dari desa ke kota. Sebagian besar pelaku migrasi adalah kelompok usia produktif (penduduk laki-laki dan perempuan) dan kelompok anak-anak. (UNFPA, 1996: 42 dalam Budijanto, 2008).

Arus perpindahan penduduk dari desa-desa kawasan pendukung *(hinterland)* ke kota umumnya dilakukan oleh mereka yang tinggal di kawasan yang londisi fisik daerahnya kurang mendukung. Pada awalnya mobilitas penduduk tersebut didominasi oleh kaum pria, tetapi hasil penelitian menunjukkan pada dekade akhir-akhir ini jumlah wanita yang berimigrasi semakin meningkat (Satyo, 2000 dalam Budijanto, 2008).

Salah satu daerah yang mencerminkan daya tarik adanya fenomena migrasi antar daerah (*inter-provincial migration*) diperlihatkan oleh tenaga kerja wanita dari berbagai daerah asal pedesaan adalah kota Malang, karena Malang sebagai kota terbesar kedua di Jawa Timur mempunyai karakteristik sebagai kota industri, pendidikan dan pariwisata. Seiring dengan meningkatnya arus imigrasi desa-kota akan diikuti oleh semakin tingginya proporsi jumlah wanita.

Berdasarkan data dari kantor Statistik Kota Malang, diperkirakan pada tahun 2010 terdapat 15% wanita bekerja di sektor formal dan 84% bekerja di sektor informal, yang umumnya didominasi oleh wanita migran. Para urbanit kebanyakan memiliki pendidikan rendah, kurang berpengalaman, dan kurangnya bekal ketrampilan.sehingga tidak mengherankan kalau mereka hanya tertampung di sektor informal. Namun, sampai sejauh ini belum ada kejelasan menyangkut sejauh mana para wanita migran, di kota Malang telah mampu meningkatkan "etos kerja" dan "kualitas sumberdaya manusia" rumah tangganya. Oleh sebab itu, kajian yang mencoba menjelaskan pengambilan keputusan wanita migran di daerah tujuan merupakan hal yang sangat penting. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengungkap fenomena wanita migran yang bermigrasi ke kota Malang dan sumbanganya ke daerah asal.

Tujuan penelitian ini ingin mendapatkan gambaran tentang karakteristik sosial,

ekonomi, dan demografi migran wanita pekerja dan pengaruhnya terhadap pengambilan keputusan bermigrasi ke Kota Malang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan rancangan deskriptif korelasi dalam bentuk survei. Sebagai populasi dalam penelitian ini adalah wanita migran yang bekerja sektor informal di Kota Malang. Jumlah sampel yang akan diambil 150 responden dengan teknik *Accidental Sampling*.

Untuk memperoleh data yang handal, dipakai wawancara secara bebas yang mengacu pada kuesioner yang telah dibuat. Wawancara dilakukan terhadap migrant wanita pekerja. Dengan demikian data primer yang handal dapat diupayakan. Adapun data primer yang dijaring memalui wawancara diantaranya karakteristik pengambilan keputusan; karakteristik demografi, sosial, ekonomi. Sedangkan data-data lain yang tidak dapat dijaring memlaui wawancara akan dijaring melalui dokumentasi khususnya data sekunder; yang diambil dari instansi terkait. Data tersebut meliputi jumlah penduduk, komposisi penduduk menurut umur dan jenis kelamin, menurut pendidikan dan menurut status perkawinan. Adapun analisis yang digunakan dalam penelitian ini: 1). Analisis diskriptif. 2) Analisis statistik non parametric (*Chi Kuadrat*)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sesuai dengan tujuan penelitian, hasil dan pembahasan dimaksudkan untuk menemukan mengungkap tentang faktor yang mendorong wanita migran bermigrasi ke kota Malang adalah sebagai berikut:

Pengambilan Keputusan Berdasarkan Umur

Umur merupakan satu yang menjadi pertimbangan dalam pengambilan keputusan untuk bermigrasi. Pengambilan keputusan bermigrasi berdasarkan umur, dari 150 responden seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 menjelaskan bahwa tidak ada hubungan antara umur dengan pengambilan keputusan untuk bermigrasi ke Kota Malang. Dari 150 responden menunjukan bahwa ada kecenderungan semakin tua umur didalam pengambilan keputusan atas inisiatif sendiri dan sebaliknya, semakin muda umur didalam pengambilan keputusan ada kecenderungan atas inisiatif orang lain, kecuali pada wanita kelompok umur (15-19) tahun. Hal tersebut terlihat pada responden yang berumur (20 - 24) tahun ada 20,67% dalam pengambilan keputusan atas inisiatif sendiri dan hanya 19,33%; Wanita umur 25-29 tahun sebesar 12,0% dan 8,67 %; Wanita umur 30-34 tabun sebesar 14 % dan 5,33%; dan Wanita umur 35-39 tahun sebesar 11,33 % atas inidiatif sendiri dan 4,67% karena orang lain dalam pengambilan keputusan. Sebaliknya pada responden yang berusia (15-19) tahun dalam pengambilan keputusan ada kecenderungan atas inisiatif orang lain 2,67% dalam pengambilan keputusan atas inisiatif orang lain dan hanya (1,33%) wanita di dalam pengambilan keputusan atas inisiatif sendiri. Hasil pengamatan menunjukan bahwa pada kelompok tersebut mereka masih pada kelompok usia sekolah SLTP dan SLTA, sehingga belum bisa mengambil keputusan sendiri dan nasih memerlukan pertimbangan orang lain terutama orang tua atan teman dekat.

Ada 3 alasan yang mendorong dan menarik anggota rumah tangga (khususnya wanita) melakukan migrasi ke kota untuk bekerja

sebagai pekerja wanita migran. Ketiga alasan tersebut adalah sulitnya mencari pekerjaan dan rendahnya upah kerja di daerah asal serta lebih tingginya upah kerja di daerah tujuan. Sedangkan karakteristik demografis dan sosial ekonomi anggota rumah tangga yang bekerja sebagai pekerja wanita migran di daerah tujuan sebagai berikut. Sebagian besar anggota rumah tangga yang bekerja sebagai pekerja wanita migran pada usia potensial (20-49) tahun, jenis kelamin perempuan, sudah menikah, dengan beban tanggungan keluarga lebih dari 3 orang. Bila dilihat dari karakteristik sosial ekonominya bahwa sebagian besar anggota rumah tangga berpandidikan SLTA ke bawah, tidak berketerampilan. Kondisi ini disebabkan oleh sebagian besar dari mereka tidak bekerja dan sebagai petani yang tidak memiliki lahan sehingga mereka tidak memiliki penghasilan sedang mereka yang berpenghasilan rata-rata kurang dari 300 ribu rupiah per bulan. Dengan kondisi ekonomi yang demikian tidak mengherankan jika motivasi bekerja sebagai wanita migran tinggi.

Hasil analisis Chi kuadrat diperoleh nilai X^2 sebesar 29,9 pada tingkat signifikan sebesar 0,01 Oleh karena itu variabel umur bepengaruh terhadap pengambilan keputusan bermigrasi. Dengan demikian hipotesis yang berbunyi "Diduga tinggi rendahnya umur berpengaruh terhadap pengambilan keputusan atas inisiatif sendiri untuk bermigrasi" teruji. Kenyataan ini senada dengan temuan *Coming* (1975) bahwa orang yang berumur produktif berpotensi untuk bermigrasi daripada orang yang berumur tidak produktif.

Faktor demografi merupakan faktor yang memiliki keterkaitan yang cukup kuat dengan pengambilan keputusan untuk bermigrasi ke kota Malang Terdapat tiga indikator demografi yaitu umur, beban tanggungan rumah tangga dan status perkawinan. Faktor biologis, umur muda lebih mudah mencari pekerjaan, dari pada yang berumur lebih tua. Faktor demografis seperti umur, secara umum pola migran yang melakukan migrasi merupakan penduduk pada usia produktif, disebabkan penduduk dalam usia tersebut merupakan penduduk yang paling dominan peranannya dibanding kelompok umur lainnya. Penduduk dalam usia produktif memiliki kecenderungan untuk mendayagunakan kemampuan secara maksimal sebagai suatu kemandirian dan tanggung jawab.

Temuan hasil penelitian yang dilakukan, ternyata umur wanita yang bermigrasi ke kota malang cukup bervariasi yang

Tabel 1. Pengambilan Keputusan Menurut Umur Migran Wanita Kota Malang

Umur	Inisiatif Sendiri		Orang Lain		Σ	
	F	%	F	%	F	%
15 – 19	2	1,33	4	2,67	6	4,0
20 – 24	32	20,67	29	19,33	60	40,0
25 – 29	18	12,00	13	8,67	31	20,67
30 – 34	21	14,00	8	5,33	29	19,33
35 – 39	17	11,33	7	4,67	24	16,00
Total	**89**	**59,33**	**61**	**40,67**	**150**	**100**

Sumber: hasil analisis

sebagian besar adalah wanita yang berusia muda. Hal ini dapat memberikan informasi yang penting, baik terhadap tingkah laku demografi, maupun sosial ekonomi. Umur merupakan data demogrfi yang sangat penting, karena umur erat kaitannya dengan perilaku seseorang, misalnya dengan pendidikan, kesehatan, kelahiran, kematian, kegiatan ekonomi dan mobilitas penduduk. Golongan penduduk yang melakukan mobilitas ke kota, sangat terkait dengan golongan penduduk dengan umur potensial.

Pengambilan Keputusan Berdasarkan Status Perkawinan

Pengambilan keputusan bertdasarkan status perkawinan dari 150 responden menunjukan seperti pada Tabel 2.

Tabel 2 menjelaskan bahwa berdasarkan status perkawinannya, responden yang berstatus kawin 60% responden (41,33%) dalam pengambilan keputusan untuk bermigrasi atas inisiatif sendiri dan hanya (18,67%) responden karena inisiatif orang lain. Sebaliknya untuk responden yang berstatus kawin dari 40% ada 22% yang atas inisiatif orang lain dan hanya 18% responden yang atas inisiatif sendiri untuk bermigrasi. Motivasi utama bermigrasi kekota untuk memperbaiki kondisi ekonomi rumah tangga daerah asal, sedangkan wamita yang berstatus belum menikah umumnya bermigrasi kekota, karena sempitnya dan terbatasnya lapangan kerja yang tersedia di daerah asal mereka. padahal mereka harus membiayai kehidupan rumah tangganya.

Hasil analisis chi kuadrat diperoleh hasil X^2 sebesar 6,00 pada tingkat signifikan 0,01 berarti status perkawinan berpengaruh terhadap pengambilan keputusan atas inisiatif sendiri untuk bermigrasi. Dengan demikian hipotesis yang berbunyi "Diduga status perkawinan berpengaruh terhadap inisiatif sendiri dalam pengambilan keputusan untuk migrasi."

Temuan di atas mempunyai konsekuensi teoritis yang berarti memperkuat teori dorong tarik yang menyatakan bahwa faktor positif/ negatif di daerah asal merupakan faktor yang mendorong terhadap tingginya motivasi migrasi. Temuan di daerah asal menunjukan bahwa faktor demografi (beban tanggungan, umur potensial, status perkawinan pernah menikah) mendorong termotivasinya rumah tangga di daerah asal bermigrasi ke kota Malang demi kesejahteraan rumah tangga.

Motivasi utama bekerja ke kota Malang untuk memperbaiki kondisi ekonomi

Tabel 2. Pengambilan Keputusan Migran Wanita Bermigrasi ke Kota Malang Berdasarkan Status Perkawinan Tahun 2011

Status Perkawinan	Inisiatif Sendiri		Orang Lain		Σ	
	F	%	F	%	F	%
Belum Kawin	27	18	33	22	60	40,0
Kawin	62	41,33	28	18,67	90	60,0
Total	**89**	**59,33**	**61**	**40,67**	**150**	**100**

Sumber: hasil analisis

rumah tangga daerah asal, sedangkan wanita migran yang berstatus belum menikah umumnya bekerja ke daerah tujuan, karena sempitnya dan terbatasnya lapangan kerja yang tersedia di daerah asal mereka. Sedangkan untuk wanita migran yang berusia muda, mereka pergi bekerja sebagai wanita migran beberapa hari atau minggu setelah menikah, karena umumnya belum mempunyai pekerjaan tetap, padahal mereka harus membiayai kehidupan rumah tangganya.

Pengambilan Keputusan Bermigrasi Menurut Beban Tanggungan di Daerah Asal

Beban tanggungan merupakan banyaknya anggota keluarga yang menjadi beban tanggungan dalam satu rumah tangga. Oleh karena itu beban tanggungan juga merupakan salah satu faktor pendorong mereka, untuk memutuskan bermigrasi ke kota Malang menjadi pekerja migrant. Gambaran umum tentang pengambilan keputusan berdasarkan beban tanggungan terhadap pengambilan keputusan seperti pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukan bahwa jumlah beban tanggungan sebagai faktor pendorong terhadap pengambilan keputusan untuk bermigrasi ke kota Malang, Hal tersebut terlihat dari seluruh kelompok beban tanggungan responden (3-6) orang sebesar 59,33% dan atas inisiatif sendiri. Secara rinci dari masing-masing kelompok menunjukan bahwa dalam pengambilan kepurusan pada kelompok beban tanggungan 3 orang sebesar 18% atas inisiatif sendiri dan 11,33% karena orang lain; beban tanggungan 4 orang sebesar 18,67 dan 9,33; beban tanggungan 5 orang sebesar 17,33 % dan 9,33 % dan pada kelompok beban tanggungan 6 orang sebesar 12,0% dan 10,67 %. Besarnya pengambilan keputusan atas inisiatif sendiri untuk meninggalkan daerah asal tersebut disebabkan semakin berat beban ekonomi yang ditanggung, sedang kehidupan di daerah asal kurang begitu menguntungkan. Pendapatan yang rendah, luas pemilikan lahan yang sempit, pendidikan responden yang rendah, kesempatan kerja terbatas pada sektor pertanian inilah yang mendorong responden meninggalkan daerah asal untuk memenuhi kebutuhan hidup keluarga. Tingginya beban tanggungan rumah tangga responden sebelum bermigrasi ke kota daerah asal mengindikasikan betapa beratnya beban hidup responden di pedesaan sebelum sebagai pekerja wanita migran. Oleh karena itu tingginya beban tanggungan responden di daerah asal ditengarai juga menjadi salah satu faktor

Tabel 3. Pengambilan Keputusan Wanita Bermigrasi ke Kota Malang Berdasarkan Beban Tanggungan

Beban Tanggungan	Inisiatif Sendiri		Orang Lain		∑	
	f	%	F	%	F	%
3	27	18,00	17	11,33	44	29,37
4	28	18,67	14	9,33	42	28,00
5	26	17,33	14	9,33	40	26,67
6	18	12,0	16	10,67	24	22,67
Total	**89**	**59,33**	**61**	**40,67**	**150**	**100**

Sumber: hasil analisis

pendorong mereka, untuk memutuskan bermigrasi ke kota menjadi pekerja wanita migran di kota Malang

Hasil analisis chi kuadrat didapatkan nilai X^2 hitung sebesar 74,6 pada tingkat signifikan 0,00. Oleh karena tingkat signifikan lebih kecil dari 5% maka besarnya beban tanggungan berpengaruh terhadap pengambilan keputusan untuk bermigrasi.

Faktor demografi merupakan faktor yang memiliki keterkaitan yang cukup kuat dengan pengambilan keputusan untuk bermigrasi. Hal ini disebabkan bahwa dari tiga indikator demografi yaitu umur, beban tanggungan rumah tangga dan status perkawinan, beban tanggungan merupakan faktor pendorong pengambilan keputusan untuk bermigrasi. Beban tanggungan dengan jumlah anggota rumahtangga yang besar merupakan pertimbangan seseorang untuk memutuskan migrasi terutama bila anggota rumah tangga bukan tergolong angkatan kerja. Dugaan ini diperkuat oleh pernyataan Leuwol (1988:26) bahwa besarnya rasio ketergantungan (*dependency ratio*) adalah salah satu faktor pendorong migrasi adalah banyaknya jumlah anak yang dimiliki para migran. Faktor biologi, umur muda lebih mudah mencari pekerjaan di daerah tujuan karena kesempatan kerja lebih banyak dan gajinya lebih tinggi dibandingkan dengan daerah asal khususnya pedesaan. Temuan tersebut mendukung Teori Mobogunje (1970), Teori Lee (1976), dan Teori Ravenstein (1976).

Berdasarkan uraian diatas menunjukan bahwa hipotesis yang menyatakan faktor demografi berpengaruh sinifikan terhadap pengambilan keputusan untuk bermigrasi. diterima berarti konsekuensi teoritis memperkuat teori dorong tarik yang menyatakan bahwa faktor positif/ negatif di daerah asal merupakan faktor yang mendorong terhadap tingginya motivasi migrasi. Temuan didaerah asal menunjukan bahwa faktor demografi (beban tanggungan, umur potensial, status perkawinan pernah menikah) mendorong termotivasinya rumah tangga didaerah asal bermigrasi ke daerah tujuan demi kesejahteraan rumah tangga.

Temuan ini secara kondisional menolak teori Revenstain tentang hukum migrasi yang menyatakan bahwa wanita lebih suka bermigrasi ke daerah berjarak dekat. Sedangkan di daerah asal menunjukan bahwa penduduk pedesaan yang miskin melakukan perlawanan terhadap kondisi kemiskinan daerah asal, mencari pekerjaan daerah lain yaitu ke kota Malang maknanya bahwa kondisi daearah tersebut bersifat fungsional dengan demikian, temuan ini memperkuat teori struktural fungsional yang selalu menjaga adanya keseimbangan, dan keharmonisan dan keserasian dalam rangka meningkatkan kesejahteraan rumah tangga di daerah asal.

Pengambilan Keputusan Berdasarkan Tingkat Pendidikan

Keadaan pendidikan penduduk di suatu daerah dapat mencerminkan tingkat kecerdasan, sehingga digunakan sebagai indikator tingkat kemajuan masyarakat. Pendidikan dapat mempengaruhi cakrawala atau wawasan seseorang. Untuk mengetahui pengaruh tingkat pendidikan terhadap pengambilan keputusan bermigrasi dari 150 responden seperti pada Tabel 4.

Tabel 4 menjelaskan bahwa responden yang berpendidikan SD di dalam pengambilan keputusan ada kecenderungan atas inisiatif orang lain, sedangkan responden yang berpendidikan SLTP didalam pengambilan keputusan atas inisiatif sendiri. Hal tersebut terlihat dari

responden yang berpendidikan SD sebesar 23,3% atas inisiatif orang lain dan hanya 21,33% atas inisiatif sendiri. Tetapi pada responden yang berpendidikan SLTP sebesar 20% responden atas inisiatif sendiri dan hanya 9,33% atas inisiatif orang lain untuk bermigrasi. Demikian halnya dengan responden yang berpendidikan SMU sebesar 18% berinisiatif sendiri dan hanya 8% atas inisiatif orang lain.

Hasil analisis Chi kuadrat didapatkan harga x^2 hitung sebesar 105,5 pada tingkat signifikan 0,00. Oleh karena tingkat signifikan yang diperoleh lebih kecil dari 5% maka disimpulkan bahwa tingkat pendidikan berpengaruh terhadap pengambilan keputusan untuk bermigrasi. Dengan demikian hipotesis yang berbunyi diduga tingkat pendidikan di daerah asal mempengaruhi terhadap pengambilan keputusan atas inisiatif sendiri teruji. Kenyataan ini senada dengan temuan *Comming* (dalam Budijanto, 2010) bahwa semakin tinggi tingkat pendidikan seseorang atas inisiatif sendiri dalam pengambilan keputusan bermigrasi. Karena kesempatan kerja di daerah lain lebih terbuka daripada daerah asal.

Pengambilan keputsan bermigrasi kekota Malang sebagai pekerja wanita migran atas inisiatif sendiri atau orang lain, bahwa temuan tersebut berbeda dengan hasil penelitian Triantoro (1999) tentang migrasi migrasi antar daerah atau keliar negeri, yang menemukan bahwa sebagian besar (60,4%) berpendidikan SD ke bawah untuk jalur illegal dan 44,7% jalur legal. Besarnya pelaku mobilitas berpendidikan menengah atau sedang ini sangat beralasan, dikarenakan daerah penelitian sangat dekat dengan kota atau daerah yang telah berdiri sekolah SLTP dan SLTA sejak 20-30 tahun yang lalu. Demikian juga karena letaknya yang sangat strategis dengan dengan berbagai kota di Jawa Timur. dengan fasilitas sarana dan prasarana transportasi yang lancar. Di kedua kota tersebut banyak penyelenggaraan pendidikan tingkat SLTA umum dan kejuruan, bahkan perguruan tinggi swasta ada di kota tersebut. Para wanita tidak kesulitan untuk menyelesaikan pendidikan sampai jenjang tingkat SLTA pada waktu 30 atau 20 tahun yang lalu.

Pengambilan Keputusan Bermigrasi ke Kota Malang Berdasarkan Pendapatan

Pengambilan keputusan bermigrasi ke kota Malang berdasarkan pendapatan dari 150 responden pada Tabel 5.

Tabel 4. Pengambilan Keputusan Wanita Bermigrasi ke Kota Malang Berdasarkan Tingkat Pendidikan

Pendidikan	Inisiatif Sendiri		Orang Lain		∑	
	F	%	F	%	F	%
SD	32	21,33	35	23,33	67	44,67
SLTP	30	20,00	14	9,33	44	29,33
SLTA	27	18,00	13	8,00	39	26,00
Total	**89**	**59,33**	**61**	**40,67**	**150**	**100**

Sumber: hasil analisis

Dari Tabel 5 dapat dijelaskan bahwa pendapatan sangat menentukan dalam pengambilan keputusan untuk bermigrasi ke kota Malang. Hal tersebut terlihat bahwa responden yang berpendapatan < Rp.200.000 sebesar 18% atas inisiatif sendiri dan 14% orang lain; Wanita yang berpendapatan Rp.200.000-<300.000, 16 % atas inisiatif sendiri dan 6 % atas inisiatif orang lain. Wanita yang berpendapatan Rp.300.000-< 400.000 di daerah asal sebesar 19,33% atas inisiatif sendiri dan 14% atas inisiatif orang lain. Sebaliknya wanita yang berpendapatan kurang dari Rp. 400.000,- sebesar 6% atas inisiatif orang lain dan 6,67% atas inisiatif orang lain. Hal ini dikarenakan bahwa pendapatan di daerah asal tidak dapat mencukupi kebutuhan keluarga sehingga suka tidak suka senang tidak senang , mau tidak mau mereka harus berinisiatif untuk pergi ke daerah lain untuk mencukupi kebutuhannya. Tetapi mereka yang berpendapatan di daerah asal lebih Rp. 400.000,- terjadi sebaliknya yaitu dalam pengambilan keputusan untuk bermigrasi ke kota Malang karena orang lain. Hal ini dimungkinkan karena informasi kehidupan yang lebih baik di daerah itu meskipun pendapatan di daerah asal dirasa cukup untuk memenuhi kebutuhan keluarganya.

Dari hasil analisis Chi kuadrat didapatkan nilai X^2 hitung sebesar 215,8. pada signifikan 0,00. Dengan demikian hipotesis yang berbunyi: Pendapatan keluarga di daerah asal sebagai faktor pendorong terhadap pengambilan keputusan atas inisiatif sendiri bermigarsi teruji. Faktor ekonomi (pendapatan) merupakan faktor dominan penyebab timbulnya migrasi. cukup banyak hasil penelitian maupun pendapat yang memperkuat pernyataan tersebut, seperti: Pryor ed (1975: 18-23), Todaro (1976: 66-67), Suharso (1972: 23-28), Mantra (1989:13).

Dilihat dari aspek ekonomi, faktor pendorong yang terdapat di daerah pedesaan adalah sempitnya luas garapan pertanian yang diusahakan penduduk cenderung semakin sempit, terbatasnya kesempatan kerja sektor pertanian dan non pertanian di daerah pedesaan yang menyebabkan rendahnya pendapatan keluarga di daerah asal. Sementara itu, faktor penarik di tempat tujuan terutama menyangkut adanya harapan untuk memperoleh kesempatan kerja dan pendapatan yang lebih baik. Dengan demikian, temuan ini memperkuat teori dorong tarik (Lee, 1970). Di samping itu, temuan juga menunjukan bahwa ter-

Tabel 5. Pengambilan Keputusan Bermigrasi ke Kota Malang Berdasarkan Pendapatan Daerah Asal

Pendapatan (Ribuan)	**Inisiatif Sendiri**		**Orang Lain**		**∑**	
	F	**%**	**F**	**%**	**F**	**%**
< 200	27	18,00	21	14,00	48	32,00
200 - < 300	24	16 ,00	9	6,00	33	22,00
300 - < 400	29	19,33	21	14,00	50	33,33
≥ 400	9	6,00	10	6,67	19	12,67
Total	**89**	**59,33**	**61**	**40,67**	**150**	**100**

Sumber: hasil analisis

motivasinya rumah tangga bekerja sebagai wanita migran karena alasan ekonomi, yang memperkuat hukum migrasi (*Revenstain*).

Variabel pendapatan pengaruhnya sangat besar terhadap pengambilan keputusan migrasi wanita migran. Kenyataan tersebut menunjukkan bahwa rendahnya pendapatan mereka di daerah asal mendorong mereka untuk pergi ke daerah tujuan dengan harapan untuk memperoleh pendapatan yang lebih baik. Temuan tersebut sesuai dengan teori migrasi yang dikemukakan oleh Revenstain salah satu dari tujuh hukum migrasi yang berbunyi migrasi terjadi karena faktor ekonomi.

Pengambilan Keputusan Berdasarkan Kesempatan Kerja

Kesempatan kerja merupakan faktor pendorong terhadap pengambilan keputusan bermigrasi kekota Malang dari 150 responden seperti pada Tabel 6.

Tabel 6 menunjukan bahwa pada responden yang tidak ada kesempatan kerja dari 79 (52,67%) responden ada 34% dari responden berinisiatif sendiri dalam pengambilan keputusan dan hanya 16,67% dari mereka atas inisiatif orang lain. Hal ini disebabkan kesempatan kerja yang ada hanya berasal dari sektor pertanian bersifat insidental pada musim tertentu.

Dari 71 (47,33%) responden ada 25,33% atas inisiatif sendiri dalam pengambilan keputusan dan hanya 22,0% atas inisiatif orang lain. Hal ini dikarenakan kesempatan kerja yang ada tidak dapat menjamin tercukupinya kebutuhan keluarga. Namun bagaimanapun juga tidak adanya kesempatan kerja lebih besar mendorong mereka untuk bermigrasi ke kota Malang.

Hasil analisis Chi kuadrat diperoleh nilai X^2 hitung sebesar 0,43 pada signifikan 0,514. Oleh karena tingkat signifikan lebih besar dari 5% ini berarti ada tidaknya kesempatan kerja di daerah asal tidak berpengaruh terhadap pengambilan keputusan atas inisiatif sendiri. Kenyataan ini tidak senada dengan temuan Francis Harry Cummings (1975: 25 - 23) bahwa kurangnya kesempatan kerja di daerah asal dan adanya kesempatan di daerah tujuan merupakan salah satu alasan seseorang atas inisiatif sendiri untuk bermigrasi.

Hipotesis yang berbunyi: Diduga kesempatan kerja di daerah asal berpengaruh terhadap pengambilan keputusan atas inisiatif sendiri tidak teruji. Ketidakterujian hipotesis karena walaupun ada kesempatan kerja, upah yang didapat-kan tidak dapat mencukupi untuk memenuhi kebutuhan hidup. Dengan demikian ada tidaknya kesempatan kerja tidak menjadi per-

Tabel 6. Pengambilan Keputusan Menurut Kesempatan Kerja

Kesempatan Kerja	Inisiatif Sendiri		Orang Lain		∑	
	F	%	F	%	F	%
Ada Kesempatan Kerja	38	25,33	33	22,00	71	47,33
Tidak ada kesempatan kerja	51	34,00	28	16,67	79	52,67
Total	**89**	**59,33**	**61**	**40,67**	**150**	**100**

Sumber: hasil analisis

timbangan dalam pengambilan keputusan untuk bermigrasi ke kota Malang.

Pengambilan Keputusan Berdasarkan Luas Pemilikan Lahan

Struktur ekonomi yan agraris, luas lahan garapan menjadi faktor utama dalam mencukupi kebutugan keluarga, dengan kata lain bahwa luas sempitnya lahan garapan sebagai faktor pendorong terhadap pengambilan keputusan bermigrasi. Dari 150 wanita migran dalam pengambilan keputusan bermigrasi ke kota Malang dapat dilihat pada Tabel 7.

Mendasarkan Tabel 7 dapat dijelaskan bahwa semakin sempit luas lahan garapan menunjukan bahwa semakin sempit luas lahan garapan semakin besar responden atas inisiatif sendiri dalam pengambilan keputusan untuk bermigrasi ke kota Malang. Hal tersebut terlihat pada responden yang luas pemilikan lahan (0,1-<0,2) ha ada 24,67% responden atas inisiatif sendiri dan hanya 20,67% atas inisiatif orang lain dalam pengambilan keputusan bermigrasi ke kota Malang. Demikian halnya responden yang luas pemilikan lahan (0,2 - < 0,3) ha, sebesar 22,67% responden atas inisiatif sendiri dan hanya 8,0% atas inisiatif orang lain. Namun pada responden yang luas lahan garapan 0,3 ha ada 12,0% responden atas inisiatif sendiri dan inisiatif orang lain dalam pengambilan keputusan untuk bermigrasi ke kota Malang. Menurut Singarimbun dan Chriss Manning lauas garapan minimal dalam satu keluarga 2 anak sebesar 0,75 ha bisa hidup cukup. Berdasarkan indikasi diatas bawa wanita yang bermigrasi ke kota Malang apabila mempertahankan hidup sebagai petani maka akan berada dibawah garis batas hidup cukup dalam rumah tangga.

Dari hasil analisis Chi kuadrat diperoleh nilai X^2 hitung sebesar 137,1 pada tingkat signifikan 0,00 sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan antara luas pemilikan lahan dengan pengambilan keputusan atas inisiatif sendiri. Dengan demikian hipotesis yang berbunyi: diduga ada hubungan luas pemilikan lahan di daerah asal dengan pengambilan keputusan atas inisiatif sendiri bermigrasi ke kota Malang teruji.

Dilihat dari aspek ekonomi, faktor pendorong yang terdapat di daerah pedesaan adalah sempitnya luas garapan pertanian yang diusahakan penduduk cenderung semakin sempit, terbatasnya kesempatan kerja sektor pertanian dan non pertanian di daerah pedesaan. Variabel luas pemilikan lahan berpengaruh terhadap

Tabel 7. Pengambilan Keputusan Wanita migran Bermigrasi ke Kota Malang Berdasarkan Luas Lahan Garapan

Luas Lahan	Inisiatif Sendiri		Orang Lain		$\sum$	
	F	%	F	%	F	%
0,1 - < 0,2	37	24,67	31	20,67	68	45,33
0,2 - < 0,3	34	22,07	12	8,0	46	30,67
≥ 0,3	18	12,00	18	12,0	36	24,00
Total	**89**	**59,33**	**61**	**40,67**	**150**	**100**

Sumber: hasil analisis

pengambilan keputusan bermigrasi ke kota Malang karena sempitnya pemilikan luas lahan garapan di daerah asal mendorong mereka untuk pindah ke daerah lain karena tidak dapat mencukupi kebutuhan keluarga.

Pengambilan Keputusan Berdasarkan Jenis Pekerjaan Di Daerah Asal

Jenis pekerjaan di daerah asal juga sebagai pendorong wanita migran dalam pengambilan keputusan bermigrasi ke kota Malang. dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 menunjukan bahwa jenis pekerjaan akan mendorong dalam pengambilan keputusan untuk bermigrasi. Hal tersebut terlihat pada responden yang jenis pekerjaannya sebagai petani responden 49,34% atas inisiatif sendiri untuk bermigrasi dan hanya 30,0% atas inisiatif orang lain. Namun responden yang jenis pekerjaannya diluar pertanian ada 10,0% atas inisiatif orang lain dan hanya 10,67% atas inisiatif sendiri untuk bermigrasi ke kota Malang. Hal ini disebabkan bahwa responden yang bekerja sebagai petani sebagian besar responden luas pemilikan lahan hanya <0,2 ha. Padahal menurut Singarimbun (1977) dalam suatu keluarga dapat hidup cukup bila memiliki lahan garapan seluas 0,75 ha.

Dari hasil analisis Chi kuadrat didapatkan nilai X^2 hitung sebesar 5,23 pada signifikan: 0,02. Dengan demikian terdapat hubungan antara jenis pekerjaan dengan pengambilan keputusan atas inisiatif sendiri untuk bermigrasi ke kota Malang. Keterkaitan antara jenis pekerjaan daerah asal dengan pengambilan keputusan ini dengan harapan responden di daerah tujuan akan mendapatkan pekerjaan yang lebih layak untuk meningkatkan taraf hidup yang lebih baik daripada di daerah asal. Dengan demikian hipotsis yang berbunyi: diduga ada hubungan antara jenis pekerjaan dengan pengambilan keputusan atas inisiatif sendiri teruji.

Pengambilan keputusan dalam sebuah rumah tangga menunjukkan dominasi dan subordinasi hubungan pria dan wanita. Penelitian ini membuktikan bahwa dominasi laki-laki dalam pengambilan keputusan yang diyakini secara umum mengalami pergeseran di kalangan rumah tangga migran. Basis ekonomi wanita migran merupakan salah satu sumber kekuatan dalam negosiasi hubungan gender, disamping berbagai kemudahan untuk bisa bekerja di kota Malang, seperti lapangan pekerjaan, jenis pekerjaan, upah kerja yang lebih tinggi.

Tabel 8. Pengambilan Keputusan Wanita Migran Bermigrasi ke Kota Malang Berdasarkan Jenis Pekerjaan di Daerah Asal

Jenis Pekerjaan	Inisiatif Sendiri		Orang Lain		Σ	
	F	%	F	%	F	%
Pertanian	52	34,67	19	12,67	71	47,33
Buruh Tani	22	14,67	26	17,33	48	32,00
Lain-lain	15	10,00	16	10,67	31	20,67
Total	**89**	**59,33**	**61**	**40,67**	**150**	**100**

Sumber: hasil analisis

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan ada 2 (dua) hal pokok yang dapat disimpulkan. Pertama, adalah kesimpulan umum yang merupakan temuan empirik sebagai hasil pengujian hipotesis untuk menjawab pertanyaan penelitian; sedangkan hal kedua, merupakan saran-saran untuk tindak lanjut. (1) Pengambilan keputusan bermigrasi ke kota Malang dari sebagian besar wanita migran atas inisiatif sendiri; (2) Faktor demografi (umur, status perkawinan, beban tanggungan), sosial ekonomi (pendidikan individu luas pemilikan lahan garapan jenis pekerjaan, kesempatan kerja, dan rendah pendapatan keluarga) di desa asalnya, sebagai faktor pendorong terhadap pengambilan keputusan bermigrasi ke kota Malang.

Dari berbagai temuan, khususnya terkait dengan berbagai faktor yang mendorong seseorang untuk pergi ke daerah lain, ada beberapa kebijakan yang juga dilakukan untuk menghindari membanjirnya warga desa melakukan migrasi ke kota. Implikasi kebijakan yang perlu diambil diantaranya: (1) Memperlancar sektor transportasi antara kota - desa sehingga warga desa yang bekerja di kota dapat menempuh dengan cara nglaju; (2) Pembangunan berbagai industri yang berbasis pertanian guna membantu kesempatan kerja sektor pertanian dan luar pertanian di daerah pedesaan; (3) Adanya diklat bagi pemuda pemudi terhadap berbagai ketrampilan yang bisa dikembangkan di daerah pedesaan; (4) Family Planning masih harus dikembangkan di daerah pedesaan untuk mengurangi beban tanggungan keluarga.

DAFTAR PUSTAKA

Approdicio, A.L. (1981). *Slums are of People*. Honolulu: East-Westy Centre Publishers.

Barclay. (1983). *Technique of Population Analysis*, Mc Graw Hill, New York.

BPS. (2010). *Kodya Malang Dalam Angka*. Tahun 2010 Kantor Statistik Kota Malang.

BPS. (2010). *Hasil Sensus Penduduk Indonesia tahun 2002*, BPPS. Jakarta.

Bogue, D.J. (1989). *The Studi of Population of Chicago*. Chicago: The University of Chicago.

Boserup, E. (1970). *Women: Roles in Economic Development*. New York: St Martin Press.

Budijanto. (1989). *Mobilitas Penduduk dan Remitensi Daerah Asal: Suatu Studi Kasus di Dukuh Sentong Desa Rembun Kecamatan Dampit*, Lemlit, IKIP Malang.

Budijanto. (1998). *Beberapa Faktor yang Berpengaruh Terhadap Fertilitas Penduduk di Kota Malang*, Lemlit IKIP Malang.

Budijanto. (2000). *Beberapa Analisis Demografi*. Lab Geografi Universitas Negeri Malang

Budijanto. (2010). *Remitansi TKI dan Dampaknya terhadap Perubahan Sosial Ekonomi Budaya Daerah Asal di Kab. Tulungagung.* Disertasi PPSFP UB Malang

Connelo, J. (1976). *Migration for Rural Areas, Evidence from Village Studies*. New Delhi: Oxford University Press.

Elizaga, J. (1974). *The Participation of Women Labour: Force of Latin America Fertility and Other Factors*. International Labour Review.

Hauser., P.M. Lagulan Aprodico A, Gardner, Robert W. (1985). *Population and the Urban Future*. New York: UNFPA.

Hugo, G.J. (1981). *Non permanent Mobility in Indonesia What Do We Know About is Contempory Scale, Cause and Consequency. Paper Prepared for Population Association of American Annual Meeting's Form of Impermanent Mobility*. Emerging Insight, Washington DC.

Kanto, S. (1998). *Mobilitas Tenaga Kerja dari Desa ke Kota Studi Tentang Faktor Penyebab Proses dan Dampak Mobilitas Non Permanen di Dua Daerah Pedesaan Kabupaten Malang.* Disertasi Program Pasca Sarjana Universitas Airlangga Surabaya

Kasto. (1999). *Analisis Kependudukan*, PPAU, UGM. Yogyakarta.

Lee, E.S. (1975). *Suatu Teori Migrasi*. Seri Terjemahan No. 3 Yogyakarta: Pusat Penelitian Studi Kependudukan Universitas Gajah Mada.

Leuwol E. (1988). *Migran Sirkuler: Suatu Studi Kasus Tentang Kehidupan Penjahit di Kampung Pluit Jakarta dalam Migrasi, Kolonisasi, Perubahan Sosial*. YIIS Jakarta.

Mantra dan Harahap, N. (1989). *Mobilitas Penduduk dan Dampaknya terhadap Daerah yang Ditinggalkan:* Studi Kasus Kabupaten Sukoharjo, Madiun, Ciamis dan Asahan. (Laporan Akhir), Kerjasama Kantor Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup dengan Pusat Penelitian Kependudukan. Yogyakarta Pusat Penelitian Kependudukan Universitas Gajah Mada

Mantra. (2008). *Demografi Umum*, Yogyakarta, Nurcahaya Indonesia.

Michael, T. (1976). *Internal Migration in Developing Countries*. ILO Genewa.

Norris. (1975). *Migration as Spatial Interaction*, Journal of Geography. Volume LXXI Number 5.

Pryor RJ (Ed). (1975). *The Motivation of Migration*. The Australian National University. Canberra.

Salladien. (1985). *Refleksi Pemahaman Mobilitas Penduduk sebagai Upaya Peningkatan Sosial Ekonomi,* Unibraw Malang.

Salladien. (1999). *Refleksi Pemahaman Mobilitas Penduduk sebagai Upaya Peningkatan Sosial Ekonomi,* Unibraw Malang

Singarimbun, M. dan Penny, D.H. (1977). *Penduduk dan Kemiskinan (Kasus Desa Sriharjo).* Jakarta: LP3ES.

Suharso. (1972). *Urbanisasi di Indonesia; Sebuah Analisis Kejadian*, LP3ES Jakarta

Triantoro. (1999). *Migrasi Legal dan Ilegal ke Malaysia Barat kasus Migrasi Internasional di Pulau Lombok, NTB*. Populasi Vol.10.Nomor 2 Tahun 1999 Pusat Penelitian Kependudukan Universitas gajah Mada Yogyakarta.

Wilonoyudho, S. (2009). Kesenjangan dalam Pembangunan Kewilayahan. *Forum Geografi*. Vol. 23, No. 2, Pp. 167-180.

PERSEBARAN PENDUDUK YANG TIDAK MEMILIKI DOKUMEN KEPENDUDUKAN DI INDONESIA

The Distribution of Population Do Not Have Paper Official Identities

Irdam Ahmad
STEKPI Jakarta
E-mail: irdam@stekpi.ac.id

ABSTRACT

There are two main problems of population administration system in Indonesia. Firstly, population data is not well managed and overlapped among many government institutions. Secondly, many people do not posses population documents because they did not report any vital events that have been occured in their family, such as birth, death, move in and move out. These problems then cause list of election voters (DPT) in 2009 general election (Pemilu) are not valid. This study would like to know geographic maps of people that do not posses population documents by province. In addition, this study also search factors affecting people that do not posses paper official identities, using logistic regression. The results show that out of six independent variables used in this study; age and education of head of household, distance to village office, village status (urban/rural), household income and number of household members, only distance to village office which is significant in influence people do not posses population documents.

Keywords: maps, population documents, logistic regression

ABSTRAK

Ada dua masalah utama pada sistem administrasi kependudukan di Indonesia. Pertama, data kependudukan tidak dikelola secara terintegrasi sehingga terjadi tumpang tindih antara beberapa instansi pemerintah. Kedua, banyak penduduk tidak memiliki dokumen kependudukan, karena mereka tidak melaporkan berbagai peristiwa kependudukan yang terjadi di lingkungan keluarga mereka, misalnya kelahiran, kematian, pindah, datang, dan lain-lain. Kedua masalah ini telah menyebabkan data penduduk yang terdaftar pada Daftar Pemilih Tetap (DPT) pada Pemilu 2009 menjadi tidak akurat. Penelitian ini ingin mengetahui peta wilayah penduduk yang tidak memiliki dokumen kependudukan menurut propinsi. Disamping itu, penelitian ini juga ingin mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi penduduk tidak memiliki dokumen kependudukan, dengan menggunakan metode regresi logistik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari enam variable bebas yang digunakan pada penelitian ini, yaitu umur kepala keluarga, pendidikan kepala keluarga, jarak dari rumah ke kantor desa, status desa (urban atau rural), pendapatan rumahtangga, dan jumlah anggota rumahtangga, hanya variabel jarak dari rumah ke kantor desa yang secara nyata mempengaruhi penduduk tidak memiliki dokumen kependudukan.

Kata kunci: peta wilayah, dokumen kependudukan, regresi logistik

PENDAHULUAN

Ketika terjadi masalah pada data penduduk yang masuk dalam Daftar Pemilih Tetap (DPT) menjelang Pemilu 2009 yang lalu, banyak pihak yang mempertanyakan validitas data kependudukan di Indonesia. Hasil audit yang dilakukan oleh LP3ES menunjukkan bahwa 20,8 % pemilih belum terdaftar pada daftar pemilih; 19,8 % nama yang terdapat dalam daftar pemilih ternyata tidak lagi bertempat tinggal di alamat tersebut (sudah pindah atau meninggal), dan 3,3 % nama pada daftar pemilih tidak valid, baik karena sudah meninggal, tidak dikenal atau belum berusia 17 tahun (Nursahid, 2009). Diperkirakan, sekitar 49,7 juta penduduk tidak bisa menggunakan hak pilihnya pada Pemilu 2009 yang lalu (*www.kpu.go.id*).

Secara umum, ada dua masalah pokok pada sistem administrasi kependudukan yang menyebabkan tidak *valid* nya data kependudukan di Indonesia (Ahmad, 2011a). Pertama, pengelolaan data kependudukan diselenggarakan oleh berbagai instansi pemerintah yang berbeda-beda, sehingga data jumlah penduduk tidak pernah sama antara satu instansi dengan instansi yang lain. Kedua, sebagian penduduk tidak memiliki dokumen kependudukan seperti Kartu Keluarga (KK), KTP atau Akta Kelahiran, karena mereka tidak melaporkan peristiwa kependudukan yang terjadi di keluarga mereka, misalnya adanya kelahiran, pindah, datang, meninggal, dan lain-lain, untuk mengurus dokumen kependudukan. Akibat kedua masalah tersebut, pemerintah sering kesulitan dalam memutakhirkan data penduduk.

Biaya yang relatif mahal (antara Rp 25.000–Rp 50.000, termasuk ongkos transpor pulang pergi ke kec/kota) untuk mengurus KK, KTP dan Akta Kelahiran, serta menghabiskan waktu yang cukup lama (antara 3-12 hari) untuk mengurusnya, telah menyebabkan banyak penduduk enggan mengurusnya, terutama yang tinggal di daerah pedesaan (Ahmad, 2011b).

Penelitian ini bertujuan untuk: pertama, mengetahui peta wilayah geografis penduduk yang tidak memiliki dokumen kependudukan, seperti KTP, KK dan Akta Kelahiran, menurut propinsi, dan, kedua, mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi penduduk tidak memiliki dokumen kependudukan.

Dengan mengetahui peta wilayah geografis penduduk yang tidak memiliki dokumen kependudukan dan faktor-faktor yang mempengaruhi penduduk tidak memiliki dokumen kependudukan, diharapkan kegiatan sosialisasi tentang pentingnya memiliki dokumen kependudukan dapat dilakukan dengan lebih terarah dan efektif, yang pada akhirnya diharapkan dapat menciptakan tertib administrasi kependudukan di Indonesia.

Penelitian dari *Polling Center* (2004), menyimpulkan bahwa biaya yang mahal, tidak mengetahui manfaat dan jarak yang jauh, merupakan tiga faktor utama yang menyebabkan penduduk tidak mau mengurus akta kelahiran untuk anaknya.

Di samping jarak dan pendapatan, penelitian ini juga menggunakan variabel umur, tingkat pendidikan dan klasifikasi desa *urban/rural*, sebagai variabel bebas yang diduga mempunyai pengaruh terhadap keinginan seseorang untuk memiliki dokumen kependudukan. Menurut Colledge (2005), jarak adalah suatu konsep spasial yang menunjukkan lokasi antara dua buah titik yang terpisah secara geografis. Sedangkan menurut Getis, dkk (2000), jarak merupakan salah satu dari tiga topik geografis penting, disamping lokasi dan arah. Astuti dan Musiyam (2009)

menyatakan bahwa secara umum, semakin jauh jarak suatu wilayah dari pusat kota, maka tingkat aksesibilitas wilayahnya akan semakin rendah.

Mengenai klasifikasi desa *urban*, penelitian ini menggunakan konsep BPS, dimana suatu desa dikatakan desa *urban* jika kepadatan penduduknya rendah, persentase rumahtangga petani besar dan ketersediaan fasilitas urban sedikit. Menurut Giyarsih (2010), ketersediaan fasilitas sosial ekonomi juga merupakan salah satu variabel yang dapat mencermin-kan sifat kekotaan di suatu wilayah.

METODE PENELITIAN

Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder hasil Survei Penduduk Antar Sensus (Supas) tahun 2005, yang dilakukan oleh Badan Pusat Statistik (BPS), sebagai dasar pembuatan peta. Disamping itu, penelitian ini juga menggunakan data primer, yang dilakukan di tiga desa dalam wilayah propinsi Banten, yaitu Margaluyu, (Kabupaten Serang), desa Cibuah (Kabupaten Lebak) dan Kelurahan Parungserab (Kota Tangerang), tahun 2009, dengan jumlah sampel sebanyak 117 Kepala Keluarga.

Metode Analisis

Analisis Deskriptif dan Peta

Analisis deskriptif dan peta digunakan untuk mendeskripsikan wilayah penduduk yang tidak memiliki dokumen kependudukan (KK, KTP dan Akta Kelahiran) menurut propinsi.

Analisis Regresi Logistik

Model regresi logistik digunakan karena variabel terikat mempunyai dua kategori, yaitu Y=1 untuk yang tidak memiliki dokumen kependudukan (KTP, KK dan Akta Kelahiran), dan Y=0 untuk yang memiliki dokumen kependudukan. Sedangkan daftar variabel bebas yang digunakan terdapat pada Tabel 1.

Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian untuk setiap variabel bebas terhadap variabel terikat (kepemilik-an dokumen kependudukan), adalah sbb : (1) jarak mempunyai pengaruh negatif, (2) umur mempunyai pengaruh positif, (3) tingkat pendidikan mempunyai pengaruh positif, (4) pendapatan mempunyai pengaruh positif, (5) jumlah anggota keluarga mempunyai pengaruh negatif, dan (6) klasifikasi desa (*urban*) mempunyai pengaruh positif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Distribusi Penduduk yang Tidak Memiliki Dokumen Kependudukan

Hasil Supas tahun 2005 menunjukkan bahwa 18,26 % (26,2 juta orang) penduduk Indonesia usia 17 tahun keatas ternyata tidak memiliki KTP (Tabel 2). Alasan utama penduduk tidak mau mengurus KTP adalah karena mereka tidak membutuhkan KTP, apalagi biaya pembuatannya juga cukup mahal bagi ukuran mereka. Menurut sebagian besar responden, mengurus KTP hanya menghabiskan uang dan waktu saja, sedangkan manfaatnya tidak ada, karena mereka jarang pergi keluar kota dan tidak pernah berhubungan dengan Bank atau instansi pemerintah lainnya. Mereka baru mau mengurus KTP kalau sudah sangat terpaksa, misalnya mau kredit motor untuk ojek, mencari pekerjaan, mau naik haji, dan lain-lain.

Dari Gambar 1 dapat diketahui bahwa lebih dari 33,74 % penduduk yang tinggal di

propinsi-propinsi wilayah Indonesia Bagian Timur, tidak memiliki KTP, kecuali Sulawesi Selatan dan Sulawesi Utara. Sedangkan di wilayah Indonesia Bagian Barat dan Tengah, propinsi-propinsi yang penduduknya banyak yang tidak memiliki KTP (antara 24,23 - 33,73 %) antara lain adalah Sumatera Barat, Jambi, Bengkulu, Kalimantan Selatan, NTB dan NTT. Perlu juga diketahui, bahwa data untuk DI Aceh tidak tersedia, sehingga angkanya adalah nol persen. Sedangkan untuk propinsi Riau, datanya masih mencakup wilayah propinsi Riau yang lama (sebelum pemekaran), dan belum dipisah dengan propinsi Kepulauan Riau.

Sementara itu, untuk kepemilikan Kartu Keluarga (KK), dari 54,1 juta keluarga yang ada di seluruh Indonesia, dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa sekitar 22,3 % atau 12,1

Tabel 1. Kategori Variabel Bebas dan Variabel Terikat

Variabel	Nama Variabel	Kategori	Variabel Boneka
D_1	Jarak ke Kantor Desa	1. Jauh ; > 690 m 2. Dekat ; = 690 m	$D_{11} = 1$ $D_{12} = 0$
D_2	Umur Kepala Rumah Tangga (ruta)	1. Kurang Dari 40 2. 40 atau lebih	$D_{21} = 1$ $D_{22} = 0$
D_3	Tingkat Pendidikan Kepala Ruta	1. SD atau kurang 2. SLTP atau lebih	$D_{31} = 1$ $D_{32} = 0$
D_4	Pendapatan Keluarga	1. Kurang ;= 600.000 2. Cukup ; > 600.000	$D_{41} = 1$ $D_{42} = 0$
D_5	Jumlah Anggota Keluarga	1. Banyak ; > 4 orang 2. Sedikit : = 4 orang	$D_{51} = 1$ $D_{52} = 0$
D_6	Klasifikasi Tempat Tinggal	1. Desa Rural 2. Desa Urban	$D_{61} = 1$ $D_{62} = 0$
Variabel Terikat	Memiliki dokumen kependudukan	1. Tidak Memiliki 2. Memiliki	Y = 1 Y = 0

Sumber: hasil analisis

Tabel 2. Jumlah Penduduk Menurut Kepemilikan KTP, KK, dan Akta Kelahiran di Indonesia Tahun 2005

Dokumen Kependudukan	Memiliki	Tidak Memiliki	Jumlah
KTP	117.180.815 (81,74)	26.184.344 (18,26)	143.365.159 (100,0)
Kartu Keluarga	42.009.761 (77,69)	12.066.755 (22,31)	54.076.516 (100,0)
Akta Kelahiran	8.176.319 (42,82)	10.918.832 (57,18)	19.095.151 (100,0)

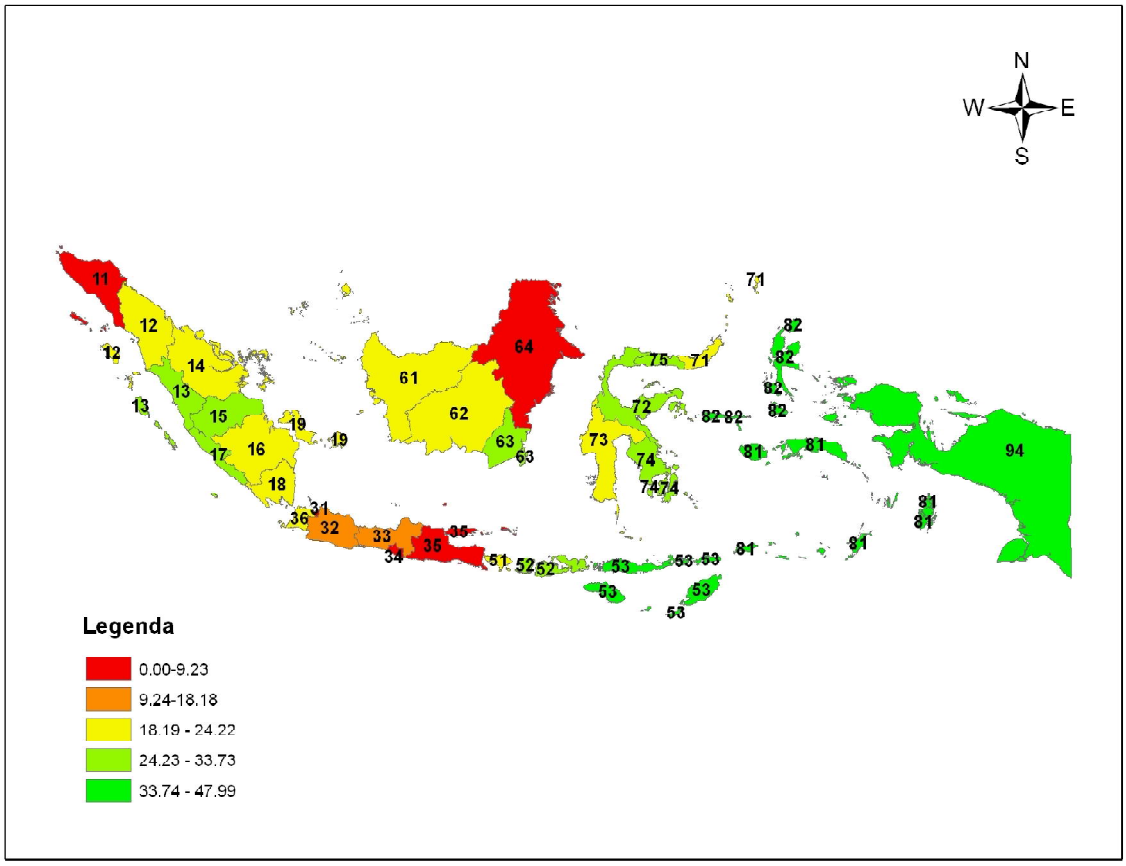
Sumber: BPS, Supas 2005

juta keluarga tidak mempunyai KK. Bagi sebagian penduduk, memiliki KK sama sekali tidak ada manfaatnya. Kalau KTP masih bisa digunakan ketika bepergian, kredit motor, mencari pekerjaan, dan lain-lain, KK sama sekali tidak bisa digunakan. Karena itu, walaupun peraturan untuk memiliki KTP harus memiliki KK terlebih dahulu, banyak penduduk yang hanya mengurus KTP, tetapi tidak memiliki KK.

Dari Gambar 2 dapat diketahui bahwa antara 43,61 - 59,20 % keluarga yang tinggal di propinsi Papua, Maluku, Sulawesi Tengah, NTT dan NTB, tidak memiliki KK. Sedangkan di Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Kalimantan Selatan, Sumatera Barat, Bengkulu dan Lampung, persentase yang tidak memiliki KK adalah antara 30,16 - 43,60 %. Di propinsi Kalimantan Timur, persentase keluarga yang tidak memiliki KK hanya kurang dari 6,67 %, dan ini merupakan yang terbaik dalam kepemilikan KK.

Data hasil Supas tahun 2005 juga memuat cakupan kepemilikan Akta Kelahiran penduduk usia 0-4 tahun (Balita). Dibandingkan dengan kepemilikan KTP dan KK, cakupan kepemilikan Akta Kelahiran jauh lebih rendah. Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa dari 19,1 juta orang Balita yang ada di Indonesia tahun 2005, sebanyak 10,9 juta orang diantaranya atau 57,2 % tidak memiliki Akta Kelahiran.

Dibandingkan dengan beberapa negara ASEAN, cakupan kepemilikan Akta Kelahiran anak di Indonesia jauh lebih rendah. Di Philipina misalnya, cakupan kepemilikan Akta Kelahiran anak



Sumber: hasil analisis

Gambar 1. Presentase Penduduk yang Tidak Memiliki KTP Menurut Propinsi

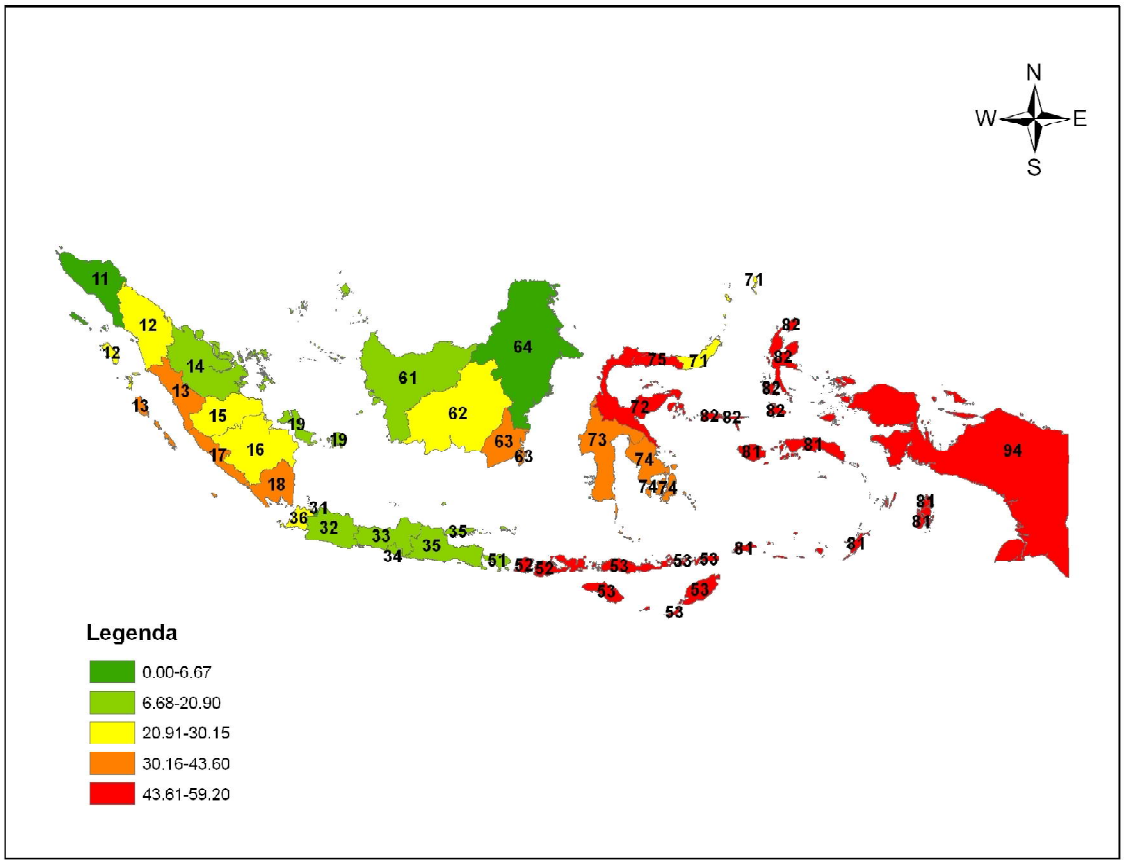
mencapai 84 %, sedangkan di Thailand dan Malaysia, cakupannya masing-masing sebesar 95 % dan 98 % di Malaysia (Kompas, 27 Mei 2005). Dari Gambar 3 dapat diketahui bahwa antara 70,71 - 84,09 % Balita di propinsi Sumatera Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah dan Maluku, tidak memiliki Akta Kelahiran. Sedangkan di propinsi Jambi, Bangka Belitung, Jawa Tengah, Jawa Timur dan Kalimantan Timur, persentase Balita yang tidak mempunyai Akta Kelahiran adalah antara 20,57–51,75 %, dan ini merupakan yang terbaik.

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kepemilikan Dokumen Kependudukan

Untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi penduduk untuk memiliki berbagai dokumen kependudukan, digunakan analisa regresi logistik berganda.

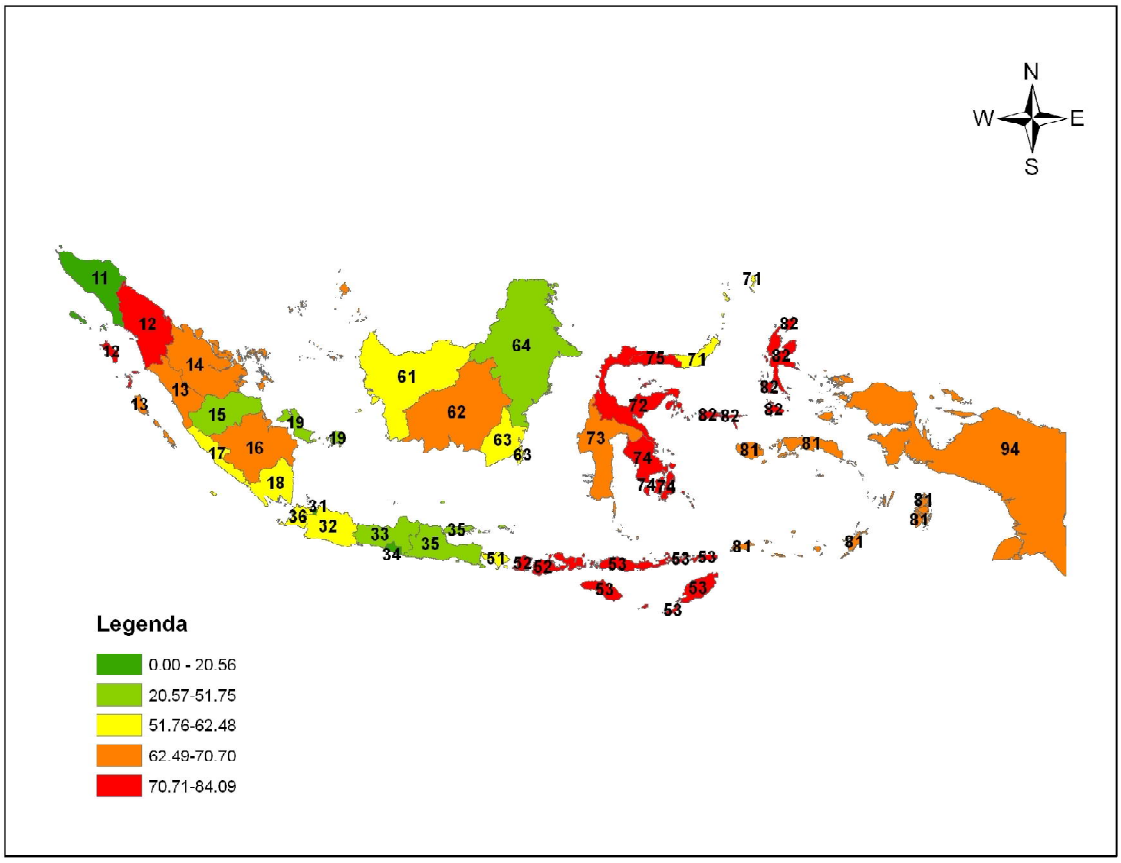
Tabel 3 menunjukkan ada lima variabel yang berpengaruh secara nyata terhadap perilaku seseorang tidak memiliki dokumen kependudukan, yaitu jarak dari tempat tinggal ke kantor desa/kelurahan, serta interaksi antara tempat tinggal (T.TGL) dengan pendapatan (PP), interkasi umur (U) dengan jumlah keluarga (J.ART), interaksi pendapatan (PP) dengan jumlah keluarga (J.ART) serta interaksi antara tempat tinggal (T.TGL) dengan umur (U).

Dari Tabel 3 dapat diketahui bahwa kelima variabel yang terdapat pada Tabel 3 berpengaruh secara *significant* terhadap variabel terikat.



Sumber: hasil analisis

Gambar 2. Presentase Keluarga yang Tidak Memiliki Kartu Keluarga Menurut Propinsi



Sumber: hasil analisis

Gambar 3. Presentase Balita yang Tidak Memiliki Akta Kelahiran Menurut Propinsi

Tabel 3. Output SPSS Hasil Analisis Regresi Logistik

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95.0% C.I.for EXP(B) Lower	Upper
Step 1[a]	JARAK	1.345	.429	9.821	1	.002	3.838	1.655	8.899
	T.TGL_PP	-1.409	.609	5.350	1	.021	.244	.074	.806
	U_J.ART	-2.025	.892	5.157	1	.023	.132	.023	.758
	PP_J.AR	1.550	.640	5.861	1	.015	4.713	1.343	16.535
	T.TGL_U	1.801	.662	7.394	1	.007	6.058	1.654	22.193
	Constant	-.794	.350	5.152	1	.023	.452		

a. Variable(s) entered on step 1: JARAK, T.TGL_PP, U_J.ART, PP_J.AR, T.TGL_U.

Sumber: hasil analisis

Catatan :

Jarak adalah jarak dari tempat tinggal ke kantor desa/kelurahan

T.TGL_PP adalah interaksi antara tempat tinggal dengan pendapatan

U_J.ART adalah interaksi umur dengan jumlah anggota keluarga (ruta)

PP_J.ART adalah interaksi antara pendapatan dengan jumlah angg ruta

T.TGL_U adalah interaksi antara tempat tinggal dengan umur

Variabel jarak memiliki koefisien positif yang menunjukkan bahwa semakin jauh jarak tempat tinggal seseorang dari kantor desa/kelurahan, maka semakin besar peluangnya untuk tidak memiliki dokumen kependudukan.

Interpretasi untuk variabel interaksi adalah bahwa secara bersama-sama (saling ber-interaksi), kedua variabel tersebut ber-pengaruh secara *significant* terhadap variabel terikat.

Tabel 3 juga memuat nilai eksponen terhadap koefisien regresi logistik dari setiap variabel bebas, yaitu kolom Exp (B). Untuk variabel jarak, dengan koefisien regresi logistik 1,345, maka nilai eksponennya, $e^{1,345}$ = 3,838. Nilai Exp (B) disebut *odds ratio* atau rasio kecenderung-an seorang kepala keluarga tidak memiliki dokumen kependudukan.

Odds ratio untuk variabel jarak sebesar 3,838, berarti kecenderungan seorang kepala keluarga yang jarak tempat tinggalnya lebih dari 690 m dari kantor desa/kelurahan tidak memiliki dokumen kependudukan adalah 3,838 kali lebih besar dibandingkan dengan kepala keluarga yang jarak tempat tinggalnya kurang dari 690 m.

Nilai *odds ratio* untuk interaksi antara variabel pendapatan dengan jumlah anggota keluarga sebesar 4,713 berarti kepala keluarga yang mempunyai pendapatan kurang dari Rp 600.000 dengan jumlah anggota keluarga lebih dari 4 orang mempunyai kecenderungan 4,713 kali lebih besar untuk tidak memiliki dokumen kependudukan dibandingkan dengan kepala keluarga yang mempunyai pendapatan lebih dari Rp 600.000 dengan jumlah anggota keluarga kurang dari 4 orang.

Estimasi Peluang Seseorang Tidak Memiliki Dokumen Kependudukan

Model regresi logistik yang terbentuk dari hasil penelitian ini, seperti yang terdapat pada Tabel 3, juga bisa digunakan untuk menghitung peluang seseorang tidak memiliki dokumen kependudukan.

Contoh, jika seseorang tinggal 500 meter dari kantor desa (D_{12} = 0), berusia 35 tahun (D_{21} = 1), jumlah anggota keluarga 5 orang (D_{51} = 1), pendapatan sebesar Rp 750.000 (D_{42} = 0) dan tinggal di desa rural (D_{61} = 1), sehingga $D_{61} * D_{42} = 0$; $D_{21} * D_{51} = 1$; $D_{42} * D_{51} = 0$; $D_{61} * D_{21} = 1$.

Dengan memasukkan semua nilai tersebut kedalam model persamaan regresi logistik berganda yang dihasilkan dari penelitian ini, maka peluang yang bersangkutan untuk tidak memiliki dokumen kependudukan diperkirakan sebesar 0,58.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan: **pertama**, persentase terbesar penduduk yang tidak memiliki dokumen kependudukan terdapat di propinsi-propinsi yang ada wilayah timur Indonesia, **kedua**, dari enam variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini, ada lima variabel yang berpengaruh *significant* terhadap kepemilikan akta kelahiran, yaitu variabel jarak dari tempat tinggal ke kantor desa/kel dan empat variabel interaksi. Keempat variabel interaksi tersebut adalah antara tempat tinggal dengan pendapatan, umur dengan jumlah anggota keluarga, pendapatan dengan jumlah anggota keluarga serta antara variabel tempat tinggal dengan umur.

Untuk menciptakan tertib administrasi kependudukan di Indonesia, pemerintah disarankan untuk. **Pertama,** memasukkan

materi tentang sistem administrasi kependudukan dalam mata pelajaran Geografi pada tingkat SMP dan SMA. Hal ini penting dilakukan untuk memberikan pemahaman kepada seluruh penduduk Indonesia tentang manfaat dan pentingnya setiap penduduk memiliki dokumen kependudukan, yang bisa dimulai dari tingkat SMP dan SMA.

Kedua, meningkatkan motivasi penduduk dalam memiliki dokumen kependudukan dengan menyederhanakan prosedur dan tata cara mengurus dokumen kependudukan, dan kalau perlu membebaskan biayanya.

Ketiga, memberikan KTP (elektronik), Kartu Keluarga dan Akta Kelahiran secara gratis kepada seluruh penduduk Indonesia yang belum memilikinya, tanpa syarat, termasuk kepada 26,2 juta penduduk yang tidak memiliki KTP, 12,1 juta keluarga yang tidak memiliki KK dan 10,9 juta Balita yang tidak memiliki Akta Kelahiran, seperti yang terdapat pada Tabel 2.

UCAPAN TERIMA KASIH

Artikel ini merupakan bagian dari hasil penelitian untuk Disertasi Doktor penulis, tentang "Perilaku Kepala Keluarga Dalam Mengurus Dokumen Kependudukan", yang dipertahankan tanggal 24 Februari 2011 di hadapan Senat Guru Besar Universitas Negeri Jakarta (UNJ), Program Studi Pendidikan Kependudukan dan Lingkungan Hidup (PKLH). Ucapan terima kasih terutama disampaikan kepada Dr. Budiasih atas masukannya, Sdr. Ierene atas bantuan pembuatan peta dan kepada Sdr. Arif atas bantuannya dalam mengumpulkan data.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, I. (2011a). *Perilaku Kepala Keluarga Dalam Mengurus Dokumen Kependudukan,* Disertasi Tidak Dipublikasikan, Program Studi Pendidikan Kependudukan dan Lingkungan Hidup (PKLH), Universitas Negeri Jakarta.

Ahmad, I. (2011b). *Spanduk dan Stiker Sebagai Media Komunikasi untuk Melaporkan Peristiwa Kependudukan*, Jurnal Ilmu Komunikasi, Vol. 9, No. 1, Januari-April, 2011

Astuti, W.A. dan Musiyam, M. (2009). Kemiskinan dan Perkembangan Wilayah di Kabupaten Boyolali. *Forum Geografi*. Vol. 23, No. 1, Juli 2009.

Badan Pusat Statistik (2007). *Hasil Survei Penduduk Antar Sensus (Supas),* Jakarta..

Colledge, R. (2005). *Geography and Everyday Live*, Directions Magazine, 12 September 2005.

Getis, A.; Getis, J. dan Fellmann, J.D. (2000). *Introduction to Geography*, Mc. Graw Hill, sevent edition.

Giyarsih, S.R. (2010). Pola Spasial Transformasi Wilayah di Koridor Yogyakarta-Surakarta. *Forum Geografi*. Vol. 24, No. 1, Juli 2010.

Hosmer, D.W. and Lameshow, S. (1989), *Applied Logistic Regression*.

http://www.kpu.go.id, diunduh 12 Juli 2011.

Koran Kompas, 27 Mei 2005.

Nursahid, F. (2009). *Kisruh DPT, Rawan Gugatan*, Harian SINDO, 29 Maret 2009.

Polling Center (2004), *Communication Research For Birth Registration*, Prepared for UNICEF.

PENGGUNAAN CITRA SATELIT UNTUK KAJIAN PERKEMBANGAN KAWASAN PERMUKIMAN DI KOTA SEMARANG

Use of Satellite Imagery for Study of Settlement Area in Semarang City

Bitta Pigawati dan Iwan Rudiarto
Fakultas Teknik
Universitas Diponegoro Semarang
E-mail: bitta.pigawati@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to examine the development of settlement area in Semarang City using remote sensing imagery. This study used the spatial approach using quantitative descriptive analysis. Interpretation of satellite imagery is an initial activity of the stages of analysis. This activity aims to identify settlement area in the city, the analysis of developments in the residential area of Semarang will be done on the next step.The results showed that the settlement area in Semarang City was increased 9.78% from 1994 to 2005. Distribution of land settlement of the least extent in the subdistrict Gayamsari and Tugu. The largest residential area located in the sub-district Banyumanik, Tembalang and West Semarang. The regular, distribution is mostly located in Ngesrep Village, sub-district Banyumanik. On the other hand, the irregular distribution is located in Pudak Payung Village, sub-district Banyumanik and in the Rowosari Village, sub-district Tembalang. The composition of regular and irregular pattern were unchanged from 2006 to 2011. The evaluation result of the suitability of landuse for settlement on the spatial plan (RTRW) all over the area indicated that more than 80% settlement areas were suitable with the plan.

Keywords: satellite imagery, development, settlements area

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perkembangan kawasan permukiman di Kota Semarang dengan menggunakan citra yang dihasilkan oleh teknologi Penginderaan Jauh. Pendekatann yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan spasial menggunakan analisis deskriptif kuantitatif. Interpretasi citra satelit merupakan kegiatan awal dari tahapan analisis, kegiatan ini bertujuan untuk mengidentifikasi kawasan pemukiman di Kota Semarang, yang selanjutnya akan dilakukan analisis perkembangan kawasan permukiman di Kota Semarang. Hasil dari pernelitian ini dapat diketahui telah terjadi peningkatan luas lahan permukiman di Kota Semarang dari tahun 1994-2005 meningkat sebesar 9.78%. Sebaran lahan permukiman yang paling sedikit luasnya berada di Kecamatan Gayamsari dan Kecamatan Tugu, sedang kawasan permukiman terbesar berada pada Kecamatan Banyumanik, Kecamatan Tembalang dan Kecamatan Semarang Barat. Kawasan Permukiman teratur di Kota Semarang sebagian besar terdapat di Kelurahan Ngesrep Kecamatan Banyumanik, sedang permukiman tak terdapat di Kelurahan Pudak Payung Kecamatan Banyumanik dan di Kelurahan Rowosari Kecamatan Tembalang Komposisi besarnya luas permukiman teratur dan tidak teratur tidak mengalami perubahan dari tahun 2006 sampai 2011. Hasil evaluasi tingkat kesesuaian pemanfaatan kawasan permukiman terhadap arahan lokasi permukiman tata ruang (RTRW) di semua kelurahan masih sangat sesuai, lebih dari 80% berlokasi sesuai arahan RTRW.

Kata kunci: citra satelit, perkembangan, kawasan permukiman

PENDAHULUAN

Aplikasi data penginderaan jauh merupakan bagian yang sangat penting dalam teknologi penginderaan jauh. *Remote sensing refers to the activities of recording, observing, and perceiving (sensing) objects or events in far-away (remote) places. In remote sensing, the sensors are not in the direct contact with the objects or events being observed (*Qihao Weng, 2010).

Masyarakat luas dapat memanfaatkan teknologi ini untuk melakukan berbagai kajian atau perencanaan yang terkait dengan lingkungan dan sumberdaya alam. Lingkungan permukiman dapat diidentifikasi melaui citra yang dihasilkan oleh teknologi penginderaan jauh, karena kemajuan teknologi mendukung di perolehnya data yang mempunyai tingkat kedetailan yang tinggi.

Jika diukur dari jumlah bidang penggunaannya maupun dari frekuensi penggunaannya pada tiap bidang, penggunaan penginderaan jauh memang meningkat pesat. Peningkatan penggunaannya dikarenakan citra dapat menggambarkan obyek, daerah, dan gejala di permukaan bumi. Bentuk dan letak obyek relatif lengkap, dapat meliput daerah luas, dan bersifat permanen. Sehingga citra merupakan alat yang baik sekali untuk pembuatan peta, baik sebagai sumber data maupun sebagai kerangka letak. Citra dapat pula berfungsi sebagai model medan. Berbeda dengan peta yang merupakan model simbolik dan formula matematik yang merupakan model analog, citra (terutama foto udara) merupakan model ikonik karena ujud gambarnya mirip dengan obyek yang sebenarnya.

Undang-undang No. 1 Tahun 2011 menjelaskan bahwa permukiman merupakan bagian dari lingkungan hunian yang terdiri atas lebih dari satu satuan perumahan yang mempunyai prasarana, sarana, utilitas umum, serta mempunyai penunjang kegiatan fungsi lain di kawasan perkotaan atau kawasan perdesaan. Penyediaan permukiman merupakan tanggung jawab pemerintah, swasta atau badan usaha lain serta seluruh warga negara. Pembangunan perumahan/permukiman perlu memperhatikan kondisi fisik alam, aturan/kebijakan normatif yang berlaku (UU No. 1 Tahun 2011). Perkembangan masyarakat sebagai dampak dari pembangunan yang telah berlangsung tentu membawa perubahan pada berbagai hal, termasuk permukiman di perkotaan.

Seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan perkembangan kota, berdampak pada bertambahnya jumlah perumahan/ permukiman baik di kota maupun pedesaan. Perkembangan fisik dan penduduk memunculkan sejumlah persoalan-persoalan yang salah satunya adalah masalah lingkungan permukiman yang berpengaruh pada kualitas lingkungan permukiman (Wesnawa, 2010).

Perkembangan permukiman di Kota Semarang dari tahun ke tahun makin meningkat. Kota Semarang menunjukkan kenaikan kebutuhan akan sarana perumahan dari tahun 2001–2005 (Semarang dalam angka, 2005). Peningkatan kebutuhan sarana perumahan di Kota Semarang selaras dengan makin meningkatnya jumlah penduduk. Permukiman merupakan suatu kebutuhan dasar penting dari manusia yang terus berlanjut dan meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk, dinamika penduduk dan adanya tutuntan ekonomi serta sosial budaya. Kondisi ini terus berkembang sehingga di dalam penyelenggaraannya (pembangunan permukiman) harus disertai dengan pendekatan yang terpadu dan perlu adanya

dukungan dari berbagai kebijakan yang menyangkut banyak aspek (Yudohusodo, 1991).

Adapun beberapa permasalahan yang terkait dengan penelitian ini meliputi: perubahan yang cepat lingkungan perkotaan menuntut ketersediaan data yang memungkinkan untuk menganalisis kondisi kota yang berubah secara cepat, Citra penginderaan jauh (satelit) mempunyai resolusi spasial dan resolusi temporal yang tinggi, sangat tepat digunakan untuk kajian kawasan permukiman yang mengalami perkembangan sangat cepat, dan perkembangan permukiman di Kota Semarang yang relatif cepat menimbulkan kecenderungan munculnya permukiman-permukiman baru di kawasan yang bukan diperuntukkan untuk permukiman. Untuk dapat merumuskan kebijakan yang tepat terkait dengan penyediaan kawasan permukiman bagi masyarakat diperlukan hasil kajian perkembangan kawasan permukiman.

Tujuan penelitian ini adalah penggunaan citra yang dihasilkan oleh teknologi Penginderaan Jauh untuk melakukan kajian perkembangan kawasan permukiman di Kota Semarang.

METODE PENELITIAN

Bahan dan data yang di gunakan dalam penelitian Penggunaan Citra Satelit untuk kajian perkembangan kawasan permukiman di kota semarang adalah Citra satelit, Peta, dan GPS.

Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahapan analisis, output dari tiap analisis dijadikan sebagai indikator input untuk analisis perkembangan kawasan permukiman di kota semarang dengan Citra Satelit Analisis yang dilakukan meliputi interpretasi citra, overlay peta dan analisis data kuantitatif.

Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagain besar pemanfaatan citra satelit. Tahapan yang dilakukan adalah persiapan citra, interpretasi citra sampai pada tahap uji hasil interpretasi (Gambar 1).

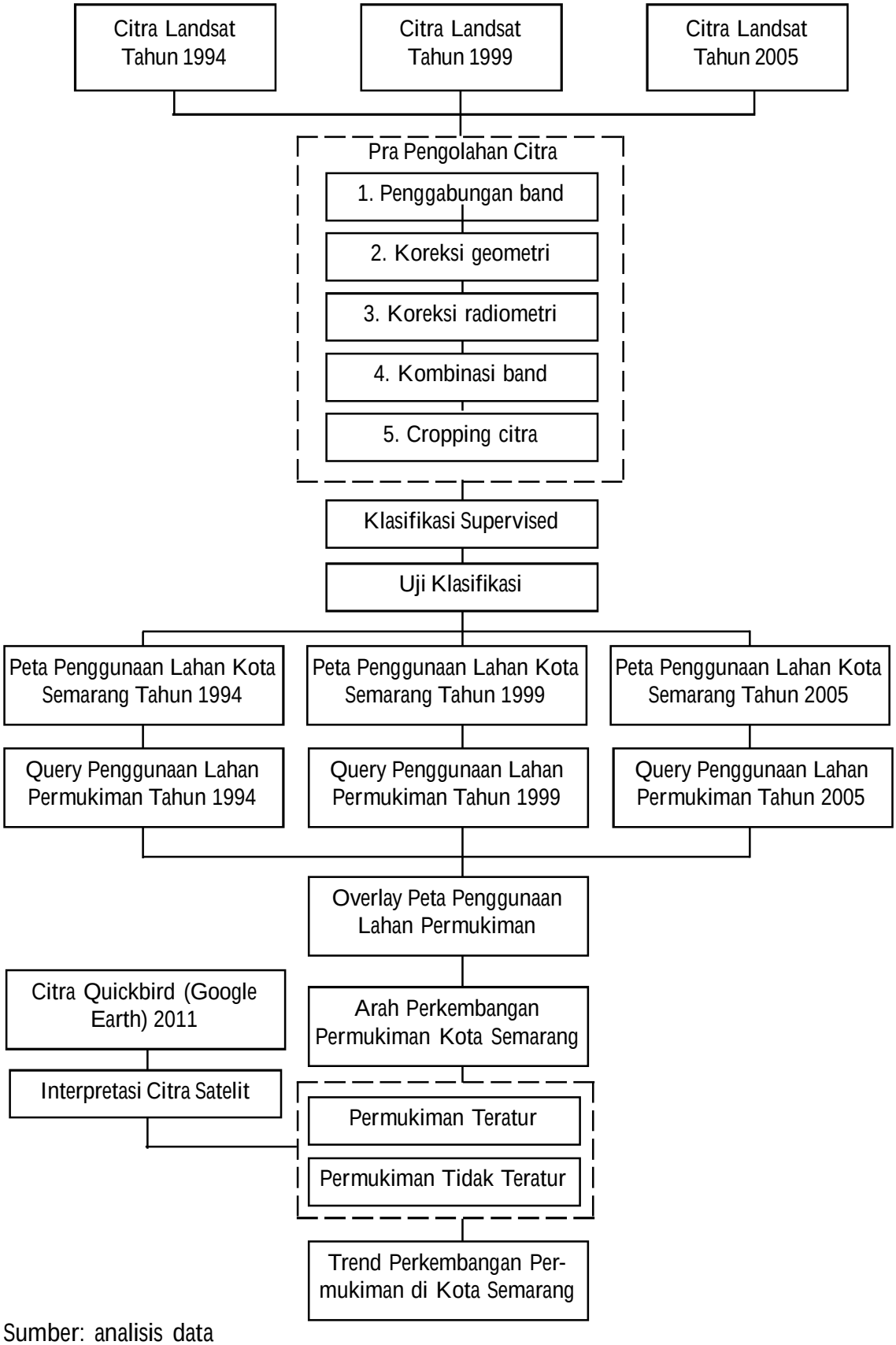
HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Kawasan Permukiman Kota Semarang

Identifikasi kawasan permukiman di Kota Semarang dilakukan melalui interpretasi citra. Pengenalan identitas dan jenis obyek yang tergambar pada citra merupakan bagian pokok dari interpretasi citra. Prinsip pengenalan identitas dan jenis obyek pada citra mendasarkan pada karakteristik obyek atau atribut obyek pada citra. Karakteristik obyek yang tergambar pada citra dikenali menggunakan 8 (delapan) unsur interpretasi, yaitu rona atau warna, ukuran, bentuk, tekstur, pola, bayangan, letak atau situs, dan asosiasi kenampakan obyek. Unsur-unsur interpretasi tersebut disusun secara berjenjang untuk memudahkan dalam pengenalan obyek pada citra. Susunan berdasarkan pada tingkat kerumitan dalam pengenalan obyek (Estes *et.al*., 1983 dalam Sutanto, 1986).

Citra yang digunakan untuk meng-identifikasi kawasan permukiman di Kota Semarang adalah Citra Landsat TM 7 Tahun 1994, 1999, 2005. Berdasarkan interpretasi citra dapat dibuat Peta Penggunaan Lahan Kota Semarang, Tahun 1994, 1999, 2005 serta luas Penggunaan Lahan Kota Semarang, Tahun 1994, 1999, 2005.

Citra tahun 2005 mengalami stripping, untuk mengurangi kekurangan data pada



Sumber: analisis data

Gambar 1. Kerangka Analisis

lokasi yang terkena stripping dilengkapi dengan data sekunder.

Uji medan dilakukan secara random berdasarkan sampel pengelompokan pixel yang terwakili.

Data Penggunaan Lahan Kota Semarang

Terjadi perubahan penggunaan Lahan Kota Semarang pada Tahun 1994, 1999 dan 2005 (Tabel 1). Penggunaan lahan permukiman juga mengalami perubahan pada tahun 1994 mempunyai luas 19.95%, pada tahun 1999 menjadi 26.81% dan pada tahun 2005 meningkat menjadi 29.73 % .

Analisis Perkembangan Kawasan Permukiman di Kota Semarang

Sebaran lahan permukiman yang paling sedikit berada di Kecamatan Gayamsari dan Kecamatan Tugu sedang kawasan permukiman terbesar berada pada Kecamatan Banyumanik, Kecamatan Tembalang dan Kecamatan Semarang Barat (Tabel 2). Peningkatan luas kawasan permukiman terdapat di Kecamatan Mijen, Kecamatan Tembalang dan Kecamatan Genuk, sedangkan penurunan luas kawasan permukiman paling besar terjadi pada Kecamatan Semarang Timur. Pola sebaran kawasan permukiman Kota Semarang linier mengikuti ketersediaan akses transportasi yang berupa jalan. Lokasi yang mempunyai kerapatan jalan tinggi merupakan indikator petunjuk adanya kawasan permukiman yang cukup luas. Kondisi ini bisa juga berlaku sebaliknya, karena pemanfaatan kawasan difungsikan sebagai permukiman maka selanjutnya diikuti pembangunan sarana prasarana permukiman yang diantaranya adalah sarana transportasi yang berupa jalan.

Klasifikasi Kawasan Permukiman di Kecamatan Banyumanik dan Kecamatan Tembalang

Analisis Klasifikasi Kawasan Permukiman Kota Semarang hanya dilakukan di dua kecamatan yaitu Kecamatan Banyumanik dan Kecamatan Tembalang. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan bahwa di dua Kecamatan tersebut terdapat kawasan permukiman yang cukup luas (Tabel 3) sehingga diasumsikan dapat mewakili kondisi permukiman di Kota Semarang secara keseluruhan. Data yang digunakan untuk klasifikasi kawasan permukiman adalah Citra Quickbird Tahun 2006 dan Tahun 2011 dari Google Earth.

Klasifikasi Permukiman hanya dilakukan pada tingkat pengenalan permukiman teratur dan tidak teratur. Permukiman teratur paling besar luasannya di Kelurahan Ngesrep Kecamatan Banyumanik sedang permukiman tak teratur yang luasannya cukup besar terdapat di Kelurahan Pudak Payung Kecamatan Banyumanik dan di Kelurahan Rowosari Kecamatan Tembalang (Tabel 4). Komposisi besarnya luas permukiman teratur dan tidak teratur tidak mengalami perubahan dari tahun 2006 -2011.

Distribusi kawasan permukiman dievaluasi kesesuiannya terhadap arahan lokasi permukiman berdasarkan produk dokumen tata ruang (RTRW). Tingkat kesesuaian di semua kelurahan lebih besar dari 80%, sehingga dapat dikatakan bahwa lokasi kawasan permukiman di Kecamatan Banyumanik dan Tembalang sudah sesuai dengan arahan RTRW.

Evaluasi Kesesuaian Permukiman Kota Semarang

Distribusi kawasan permukiman dievaluasi kesesuiannya terhadap arahan lokasi permukiman berdasarkan produk dokumen tata ruang (RTRW) (Tabel 5). Tingkat kesesuaian di semua kelurahan lebih besar dari 80 %, sehingga dapat

Tabel 1. Penggunaan Lahan Kota Semarang Tahun 1994, 1999, dan 2005

Jenis Penggunaan Lahan	Tahun					
	1994 (Ha)	%	1999 (Ha)	%	2005 (Ha)	%
Lahan Terbuka	1532,36	3,96	1021,97	2,64	1006,33	2,60
Industri	186,93	0,48	348,47	0,90	384,15	0,99
Pemukiman	7715,03	19,95	10367,32	26,81	11496,63	29,73
Vegetasi/ Tanaman	8508,48	22,00	7399,74	19,13	7108,81	18,38
Sawah	17231	44,56	16381,39	42,36	15553,78	40,22
Tegalan	1223,8	3,16	897,41	2,32	868,21	2,24
Tubuh air	2275,65	5,88	2256,95	5,84	2255,34	5,83
Jumlah	**38673,25**	**100,00**	**38673,25**	**100,00**	**38673,25**	**100,00**

Sumber: hasil interpretasi citra landsat, 2011

Tabel 2. Sebaran Lahan Permukiman Kota Semarang Tahun 1994, 1999, dan 2005 Dirinci Per Kecamatan

Kecamatan	Tahun 1994		Tahun 1999		tahun 2005	
	Luas (Ha)	%	Luas(Ha)	%	Luas(Ha)	%
Mijen	230.37	2.99	489.12	4.72	758.93	6.60
Gunungpati	319.77	4.14	507.08	4.89	623.89	5.43
Banyumanik	820.87	10.64	1066.1	10.28	1214.57	10.56
Gajah Mungkur	407.77	5.29	538.09	5.19	551.73	4.80
Semarang Selatan	511.72	6.63	563.3	5.43	563.3	4.90
Candisari	416.86	5.40	519.51	5.01	519.51	4.52
Tembalang	762.5	9.88	1046.86	10.10	1159.82	10.09
Pedurungan	443.08	5.74	768.99	7.42	898.82	7.82
Genuk	172.39	2.23	336.24	3.24	573.9	4.99
Gayamsari	203.98	2.64	329.43	3.18	342.64	2.98
Semarang Timur	401.64	5.21	451.84	4.36	451.84	3.93
Semarang Utara	570.13	7.39	706.54	6.82	706.54	6.15
Semarang Tengah	460.41	5.97	508.5	4.90	508.5	4.42
Semarang Barat	1017.47	13.19	1182.06	11.40	1182.06	10.28
Tugu	207.99	2.70	297.09	2.87	297.09	2.58
Ngaliyan	768.08	9.96	1056.57	10.19	1143.49	9.95
Jumlah	**7715.03**	100.00	**10367.32**	100.00	**11496.63**	100.00

Sumber: hasil interpretasi citra landsat, 2011

Tabel 3. Luasan Penggunaan Lahan di Kecamatan Banyumanik dan Tembalang Tahun 2006 dan 2011

No	Jenis Penggunaan Lahan	Tahun 2006 (Ha)	Tahun 2011 (Ha)	
1.	Campuran Perdagangan dan Jasa, Permukiman	147,88	139,46	-8,42
2.	Gardu Induk PLN	1,75	1,75	0,00
3.	Gereja	0,63	0,63	0,00
4.	Industri	45,73	45,73	0,00
5.	Jalan	267,02	282,57	15,55
6.	Kawasan Khusus Militer	321,95	321,95	0,00
7.	Kebun	374,25	356,17	-18,08
8.	Konservasi	1251,21	1227,47	-23,74
9.	Lahan Kosong	1019,85	896,89	-122,96
10.	Lapangan	7,05	7,05	0,00
11.	Makam	103,12	103,12	0,00
12.	Masjid	3,95	3,95	0,00
13.	Olah Raga dan Rekreasi	264,75	263,78	-0,97
14.	Pasar	2,60	2,60	0,00
15.	Pemukiman Tak Teratur	1206,63	1242,86	36,23
16.	Pemukiman Teratur	821,70	979,36	157,66
17.	Perdagangan dan Jasa	44,26	44,26	0,00
18.	Perguruan Tinggi	122,58	122,58	0,00
19.	Perkantoran	57,94	57,96	0,02
20.	Pertanian Lahan Basah	417,11	392,80	-24,31
21.	Pertanian Lahan Kering	684,94	674,28	-10,66
22.	Puskesmas	4,51	4,51	0,00
23.	Rumah Sakit	7,88	7,88	0,00
24.	Sekolah	20,54	20,54	0,00
25.	Taman	23,04	22,85	-0,19
26.	Tempat Pembuangan Akhir (TPA)	4,56	4,56	0,00
27.	Terminal	2,51	2,51	0,00
28.	Vihara	2,56	2,56	0,00
29.	Waduk	6,30	6,30	0,00
	Jumlah	**7238,80**	**7238,93**	

Sumber: hasil interpretasi citra quickbird tahun 2006 dan quickbird tahun 2011 (Google Earth)

Tabel 4. Luasan Penggunaan Lahan Pemukiman di Kecamatan Banyumanik dan Tembalang Tahun 2006 dan 2011

Kecamatan	Kelurahan	Jenis pemukiman	Tahun 2006	Tahun 2011
Kec. Banyumanik	Pudak Payung	Pemukiman Tak Teratur	116,94	116,94
		Pemukiman Teratur	57,31	71,12
	Gedawang	Pemukiman Tak Teratur	50,87	53,01
		Pemukiman Teratur	13,61	29,59
	Jabungan	Pemukiman Tak Teratur	23,07	24,16
		Pemukiman Teratur	0,00	2,81
	Padangsari	Pemukiman Tak Teratur	10,66	10,66
		Pemukiman Teratur	47,76	48,96
	Banyumanik	Pemukiman Tak Teratur	58,34	58,34
		Pemukiman Teratur	24,40	24,40
	Srondol Wetan	Pemukiman Tak Teratur	68,60	68,60
		Pemukiman Teratur	53,55	55,52
	Pedalangan	Pemukiman Tak Teratur	79,16	78,66
		Pemukiman Teratur	51,16	61,20
	Sumur Boto	Pemukiman Tak Teratur	64,88	64,40
		Pemukiman Teratur	39,74	39,74
	Srondol Kulon	Pemukiman Tak Teratur	43,29	43,29
		Pemukiman Teratur	53,34	53,34
	Tinjomoyo	Pemukiman Tak Teratur	70,64	70,64
		Pemukiman Teratur	15,91	15,91
	Ngesrep	Pemukiman Tak Teratur	50,95	50,95
		Pemukiman Teratur	110,94	110,94
Kec. Tembalang	Rowosari	Pemukiman Tak Teratur	108,05	108,05
		Pemukiman Teratur	0,00	0,00
	Meteseh	Pemukiman Tak Teratur	96,11	96,88
		Pemukiman Teratur	39,77	66,68
	Kramas	Pemukiman Tak Teratur	41,54	42,12
		Pemukiman Teratur	9,76	22,70
	Tembalang	Pemukiman Tak Teratur	42,99	42,99
		Pemukiman Teratur	14,17	17,81
	Bulusan	Pemukiman Tak Teratur	27,61	27,83
		Pemukiman Teratur	3,57	3,57
	Mangunharjo	Pemukiman Tak Teratur	40,51	41,38
		Pemukiman Teratur	9,33	17,67
	Sendang Mulyo	Pemukiman Tak Teratur	55,66	56,47
		Pemukiman Teratur	157,46	186,75
	Sambiroto	Pemukiman Tak Teratur	16,07	16,07
		Pemukiman Teratur	21,31	21,32
	Jangli	Pemukiman Tak Teratur	31,47	41,11
		Pemukiman Teratur	7,56	15,85
	Tandang	Pemukiman Tak Teratur	29,48	49,50
		Pemukiman Teratur	28,19	28,19
	Kedung Mundu	Pemukiman Tak Teratur	26,87	26,87
		Pemukiman Teratur	49,32	71,74
	Sendangguwo	Pemukiman Tak Teratur	52,89	53,96
		Pemukiman Teratur	13,55	13,55

Sumber: hasil interpretasi citra quickbird tahun 2006 dan quickbird tahun 2011 (Google Earth)

Tabel 5. Evaluasi Kesesuaian Kawasan Permukiman Kecamatan Banyumanik dan Kecamatan Tembalang

Kecamatan	Kelurahan	Kesesuaian	Luas (Ha)	Total Luas (Ha)	%
Banyumanik	Pudak Payung	Sesuai	185.32	188.06	98.54
		Tidak Sesuai	2.74		1.46
Banyumanik	Gedawang	Sesuai	65.89	82.6	79.77
		Tidak Sesuai	16.71		20.23
Banyumanik	Jabungan	Sesuai	25.88	26.97	95.96
		Tidak Sesuai	1.09		4.04
Banyumanik	Padangsari	Sesuai	54.52	59.63	91.43
		Tidak Sesuai	5.11		8.57
Banyumanik	Banyumanik	Sesuai	82.74	82.74	100.00
		Tidak Sesuai	0		0.00
Banyumanik	Srondol Wetan	Sesuai	119.97	124.38	96.45
		Tidak Sesuai	4.41		3.55
Banyumanik	Pedalangan	Sesuai	137.3	139.86	98.17
		Tidak Sesuai	2.56		1.83
Banyumanik	Sumurboto	Sesuai	99.46	104.15	95.50
		Tidak Sesuai	4.69		4.50
Banyumanik	Srondol Kulon	Sesuai	94.84	96.63	98.15
		Tidak Sesuai	1.79		1.85
Banyumanik	Tinjomoyo	Sesuai	73.12	86.55	84.48
		Tidak Sesuai	13.43		15.52
Banyumanik	Ngesrep	Sesuai	158.95	161.9	98.18
		Tidak Sesuai	2.95		1.82
Tembalang	Rowosari	Sesuai	108.04	108.05	99.99
		Tidak Sesuai	0.01		0.01
Tembalang	Meteseh	Sesuai	158.27	163.56	96.77
		Tidak Sesuai	5.29		3.23
Tembalang	Kramas	Sesuai	48.79	64.82	75.27
		Tidak Sesuai	16.03		24.73
Tembalang	Tembalang	Sesuai	60.71	60.82	99.82
		Tidak Sesuai	0.11		0.18
Tembalang	Bulusan	Sesuai	31.4	31.4	100.00
		Tidak Sesuai	0		0.00
Tembalang	Mangunharjo	Sesuai	50.87	59.05	86.15
		Tidak Sesuai	8.18		13.85
Tembalang	Sendang Mulyo	Sesuai	239.35	243.07	98.47
		Tidak Sesuai	3.72		1.53
Tembalang	Sambiroto	Sesuai	37.38	37.39	99.97
		Tidak Sesuai	0.01		0.03
Tembalang	Jangli	Sesuai	52.96	56.96	92.98
		Tidak Sesuai	4		7.02
Tembalang	Tandang	Sesuai	75.65	77.86	97.16
		Tidak Sesuai	2.21		2.84
Tembalang	Kedung Mundu	Sesuai	89.87	96.21	93.41
		Tidak Sesuai	6.34		6.59
Tembalang	Sendangguwo	Sesuai	49.3	50.69	97.26
		Tidak Sesuai	1.39		2.74

Sumber: hasil interpretasi citra quickbird tahun 2006 dan quickbird tahun 2011 (Google Earth)

dikatakan bahwa lokasi kawasan permukiman di Kecamatan Banyumanik dan Kecamatan Tembalang sudah sesuai dengan arahan RTRW Kota Semarang. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.

Analisis Kecenderungan Distribusi Ruang Kawasan Permukiman Kecamatan Tembalang dan Kecamatan Banyumanik

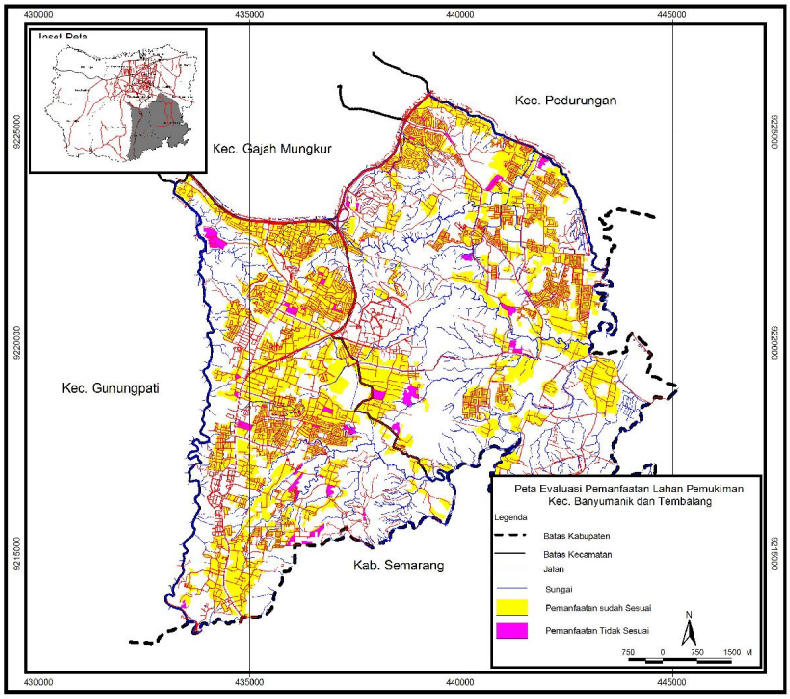
Kecenderungan perkembangan kawasan permukiman di kecamatan Tembalang dan Banyumanik mengarah pada ketersediaan distribusi kawasan yang belum terbangun/ lahan non permukiman yang memungkinkan untuk pengembangan permukiman. Distribusi ruang/lahan yang memungkinkan untuk perkembangan kawasan permukiman di Kecamatan Tembalang dan Kecamatan Banyumanik dapat dilihat pada Gambar 3.

Analisis Kemampuan Citra untuk Kajian Perkembangan Kawasan Permukiman

Citra dapat digunakan untuk monitoring perkembangan kawasan permukiman dan perkotaan yang relative pesat perkembangannya. Tingkat ketelitian data yang diperoleh tergantung pada resolusi citra. Citra dengan resolusi tinggi memungkinkan untuk interpretasi obyek yang ukurannya kecil, sehingga akan dapat digunakan untuk analisis sangat detail. Untuk klasifikasi permukiman teratur dan tidak teratur di Kecamatan Tembalang digunakan Citra Quickbird. Pemukiman tak teratur sampai pemukiman kumuh secara fisik dapat dideteksi dari citra satelit resolusi tinggi. Pemukiman tak teratur sampai Pemukiman Kumuh adalah pemukiman dengan unit-unit rumah yang mempunyai ukuran kecil-kecil, serta kondisi fisik lingkungan sedang hingga buruk. ada penelitian ini Sedangkan citra dengan resolusi rendah misal citra landsat hanya bisa digunakan untuk analisis spasial yang bersifat makro. Dalam penelitian ini citra landsat digunakan untuk mengkaji pola sebaran permukiman dan arah perkembangan permukiman Kota Semarang.

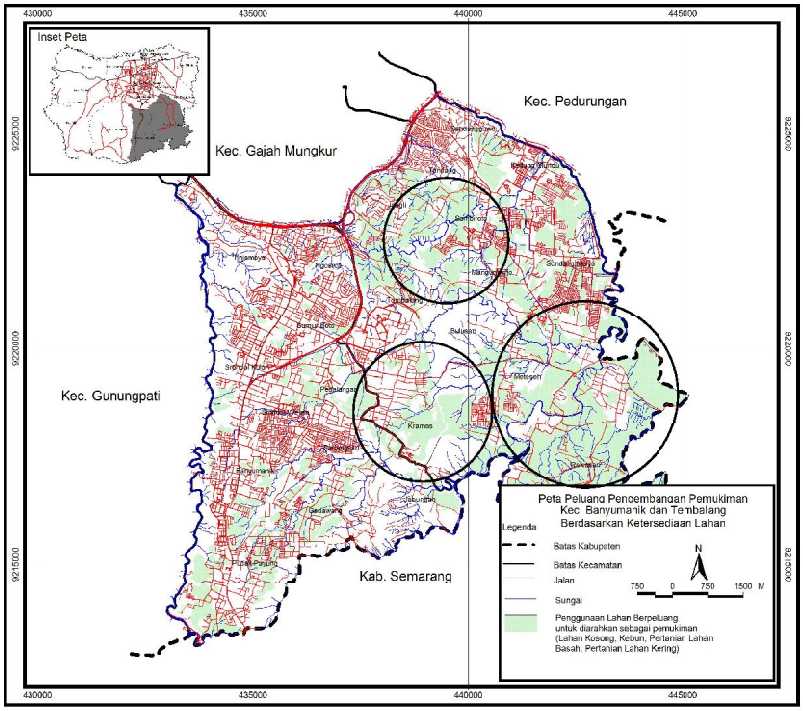
KESIMPULAN DAN SARAN

Kawasan Permukiman di kota Semarang mengalami perubahan luas, pada tahun 1994 mempunyai luas 19.95%, tahun 1999 menjadi 26.81% dan tahun 2005 meningkat menjadi 29.73%. Sebaran lahan permukiman yang paling sedikit berada di Kecamatan Gayamsari dan Kecamatan Tugu sedang kawasan permukiman terbesar berada pada Kecamatan Banyumanik, Kecamatan Tembalang dan Kecamatan Semarang Barat. Pola sebaran kawasan permukiman Kota Semarang mengikuti ketersediaan akses transportasi yang berupa jalan. Permukiman teratur paling besar luasannya di Kelurahan Ngesrep Kecamatan Banyumanik sedang permukiman tak teratur yang luasannya cukup besar terdapat di Kelurahan Pudak Payung Kecamatan Banyumanik dan di Kelurahan Rowosari Kecamatan Tembalang Komposisi besarnya luas permukiman teratur dan tidak teratur tidak mengalami perubahan dari tahun 2006-2011. Hasil evaluasi tingkat kesesuaian terhadap arahan lokasi permukiman berdasarkan RTRW di semua kelurahan lebih dari 80%, berarti lokasi kawasan permukiman di Kecamatan Banyumanik dan Tembalang sesuai dengan arahan RTRW. Kecenderungan perkembangan kawasan permukiman di Kecamatan Tembalang dan Kecamatan Banyumanik mengarah pada ketersediaan lahan yang belum terbangun yang terletak dekat lokasi permukiman dan memungkinkan untuk digunakan sebagai pengembangan kawasan



Sumber: hasil interpretasi citra quickbird tahun 2011 (Google Earth)

Gambar 2. Peta Evaluasi Kesesuaian Kawasan Permukiman Kecamatan Tembalang dan Kecamatan Banyumanik



Sumber: hasil interpretasi citra quickbird tahun 2011 (Google Earth)

Gambar 3. Peta Peluang Pengembangan Permukiman Kecamatan Banyumanik dan Tembalang

permukiman. Kawasan Permukiman teratur di Kota Semarang sebagian besar terdapat di Kelurahan Ngesrep Kecamatan Banyumanik sedang permukiman tak teratur terdapat di Kelurahan Pudak Payung Kecamatan Banyumanik dan di Kelurahan Rowosari Kecamatan Tembalang. Komposisi besarnya luas permukiman teratur dan tidak teratur tidak mengalami perubahan dari tahun 2006 sampai 2011.

Citra Quickbird merupakan citra satelit resolusi tinggi yang dihasilkan Teknik Penginderaan jauh dapat digunakan untuk klasifikasi permukiman teratur dan tidak teratur di Kecamatan Tembalang dan Kecamatan Banyumanik sedangkan citra landsat yang mempunyai resolusi rendah hanya bisa digunakan untuk mengkaji pola sebaran permukiman dan arah perkembangan permukiman Kota Semarang.

DAFTAR PUSTAKA

Bintarto. (1979). *Metode Analisa Geografi*. LP3ES, Jakarta.

Floyd. F Sabins, JR, Second Edition. *Remote Sensing. Principle and Interpretations.* New York. HW Freeman and Company.

Wesnawa, I.G.A. (2010). Perubahan Lingkungan Permukiman Mikro Daerah Perkotaan Berbasis Konsep Tri Hita Karana di Kabupaten Buleleng Bali. *Forum Geografi* Vol 24 no 2 Desember 2010. Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta

Kuswatojo, dkk. (2005). *Perumahan dan Pemukiman di Indonesia*. Bandung. Penerbit ITB

Mulyadi, Muhammad. (2009). *Partisipasi Masyarakat dan Pembangunan Masyarakat*. Tangerang. Nadi Pustaka

Purwadhi H, Sri dan Sanjoto B Tjaturahono. (2008). *Pengantar Interpretasi Citra Penginderaan Jauh Jakarta.* Pusat Data Penginderaan Jauh Lapan dan Jurusan Geografi Unnes. Semarang.

Weng, Q. (2010). *Remote Sensing and GIS Integration :Theories, Methods, and Applications*. New York. McGraw-Hill Company

Santoso, Jo. (2002). *Sistem Perumahan Sosial*. Jakarta. IAP

Sastra, Suparno. (2006). *Perencanaan dan Pembangunan Perumahan*. Yogyakarta. Penerbit Andi

Sutanto. (1986). *Penginderaan Jauh Jilid 1*. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press

UU No 4/1992 tentang. Perumahan dan Kawasan Pemukiman

Yudhohusodo, Siswono. (1991). *Rumah untuk Seluruh Rakyat*. Jakarta. Yayasan Padamu Negeri.

APLIKASI PENGINDERAAN JAUH DAN SIG DALAM PENILAIAN POTENSI EROSI PERMUKAAN SECARA KUALITATIF DI DAERAH TANGKAPAN WADUK KEDUNG OMBO

Application of Remote Sensing and Geographic Information System for Qualitative Assessment of Potential Surface Erosion at Kedung Ombo Catchment

Arina Miardini dan Beny Harjadi
Balai Penelitian Kehutanan Solo
E-mail: md_areena@yahoo.com

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the potential erosion qualitatively by using SES by using Remote Sensing and Geographic Information Systems in Kedung Ombo's catchment area so it can be determined which areas of priority should be conserved. The method used is qualitatively anaslisis through SES method (Soil Erosion Status).) Which is calculated based on five parameters are: slope direction (aspect), slope (slope gradient), the density of the river (drainage density), soil type (Soil types) , and land use (landuse/landcover). The result shows that DTW Kedung Ombo has three classes of erosion, which is very low, low and medium. Amounted to 41179.08 ha or 71.31% of the total DTW Kedung Ombo erosion potential is still relatively mild, 13956.01 ha (24.17%), erosion potential is very low and 2608.95 ha (4:52%) were classified as potential erosion.

Keywords: surface erosion, kedung ombo's cathment area, qualitative assessment, remote sensing, SIG

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan potensi erosi kualitatif dengan menggunakan SES dengan menggunakan Remote Sensing dan Sistem Informasi Geografis di daerah tangkapan Kedung Ombo sehingga dapat ditentukan area prioritas pelestarian. Metode yang digunakan adalah kualitatif anaslisis melalui metode SES (Soil Erosion Status) yang dihitung berdasarkan lima parameter: arah lereng, kemiringan, kepadatan sungai, jenis tanah, dan penggunaan lahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa DTW Kedung Ombo memiliki tiga kelas erosi, yang sangat rendah, rendah dan menengah. Sebesar 41.179,08 ha atau 71,31% dari potensi Kedung Ombo Total erosi DTW masih relatif ringan, 13956,01 ha (24,17%), potensi erosi sangat rendah dan 2608,95 ha (04:52%) digolongkan sebagai potensi erosi.

Kata kunci: erosi permukaan, Kedung ombo wilayah cathment, penilaian kualitatif, penginderaan jauh, SIG

PENDAHULUAN

Waduk Kedung Ombo sebagai waduk multi fungsi, telah memberikan konstribusi yang cukup besar dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat, baik secara ekonomi, sosial, maupun aspek lainnya, sehingga keberadaannya perlu dilestarikan.

Keberadaan waduk Kedung Ombo ini sangat penting terutama pada daerah kering seperti Kabupaten Grobogan, Sragen dan Boyolali. Peran waduk sebagai penyedia sumber air secara kontinyu sangat bergantung pada kualitas daerah tangkapan waduk (DTW) diatasnya.

Dari data yang telah dihimpun sebelumnya sejak tahun 1970-an, waduk di Indonesia terutama di Pulau Jawa sudah mulai terganggu fungsinya. Ketersediaan air waduk Kedung Ombo dari tahun ke tahun cenderung semakin menurun. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup (2003) waduk Kedung Ombo mengalami penyusutan air 42.67 % dari volume air normal (723.16 juta m^3). Data dari Departemen Pekerjaan Umum per Februari 2007 menyebutkan, volume ketersediaan air di Waduk Kedungombo hanya setengah dari yang direncanakan.

Adanya penurunan fungsi waduk Kedung Ombo ini diindikasikan karena adanya deforestasi dan konversi lahan untuk pertanian pada daerah tangkapan waduk (DTW). Laporan Project *Implementation Plan for Dam Operational Improvement and Safety Project* (DOISP) (Azdan dan Chandra, 2008) dijelaskan bahwa perubahan sangat cepat terjadi pada kurun 1990-an sampai tahun 2000. Dari tiap 100 hektar lahan di daerah tangkapan air mengalami konversi sebanyak 60 persennya. Kerusakan hutan dan lahan akan menyebabkan terjadinya sedimentasi pada sungai dan waduk yang berasal dari erosi tanah. Faktor penyebab terjadinya erosi dan sedimentasi sangat kompleks dan dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik berupa faktor alami maupun anthropogenik. Erosi dapat mempengaruhi produktivitas lahan pada DAS bagian hulu dan dapat memberikan dampak negatif pada DAS bagian hilir (sekitar muara sungai).

Dalam upaya mewujudkan kesinambungan fungsi waduk Kedung Ombo diperlukan sistem pengelolaan yang terpadu dan sinerjik. Informasi mengenai erosi di DTW Kedung Ombo masih sangat minim, sehingga perlu dilakukan kajian tentang erosi. Pengukuran erosi secara langsung di lapangan pada DTW yang besar banyak mengalami kendala, diantaranya dibutuhkan waktu dan biaya yang besar, beberapa daerah sulit dijangkau secara terrestrial. Disamping itu juga diperlukan suatu metode perhitungan erosi yang lebih cepat dan mudah namun tidak mengurangi akurasi datanya.

Perhitungan besarnya erosi pada area yang luas dan untuk perencanaan jangka panjang pengelolaan DAS dapat dilakukan dengan menggunakan metode SES (*Soil Erotion Status*). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi erosi permukaan secara kualitatif dengan menggunakan metode SES dengan bantuan Pengideraan Jauh (PJ) dan Sistem Informasi Geografis (SIG) di DTW Kedung Ombo sehingga dapat ditentukan daerah yang diprioritaskan tindakan konservasinya.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada tahun 2010 di DTW Kedung Ombo. DTW Kedung Ombo mencakup empat kabupaten yaitu Sragen, Boyolali, Semarang dan Grobogan. Bahan yang digunakan untuk kegiatan penelitian ini adalah peta-peta dasar, antara lain : Peta RBI skala 1 : 250.000, Citra SPOT tahun perekaman 2008, SRTM. Peralatan yang diperlukan antara lain komputer, perangkat lunak (*software*) untuk analisis citra dan SIG yaitu, ILWIS 3.3 dan ArcView 3.3.

Penelitian ini merupakan penelitian bersifat deskriptif eksploratif. Data yang diambil berupa data primer dan sekunder. Data yang dihimpun dapat dilihat pada Tabel 1. Analisis data erosi dan tingkat erosi akan dilakukan dengan metode SES *(Soil Erosion Status*).

Jika nilai SEAV lebih kecil dari 16 dimasukkan ke dalam erosi rendah (*Low Erotion Area* :LEA), jika SEAV berkisar antara 16 sampai 48 termasuk erosi sedang (*Medium Erotion Area*: MEA), dan jika nilai lebih dari 49 termasuk erosi tinggi (*High Erotion Area* : HEA). Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

DTW Kedung Ombo memiliki luasan 57744,041 ha yang terdiri dari 4 Sub DAS. Sub DAS tersebut yaitu Sub DAS Karangboyo dengan luas 11941,365 ha, Sub DAS Laban 11476,544 ha, Sub DAS Gading 16880,083 ha dan Sub DAS Uter 17446,049 ha. Daerah Tangkapan Waduk Kedung Ombo dapat dilihat pada Gambar 2.

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

No	Faktor	Kategori	Kelas Erosi	Skor
1.	Aspek	Utara	Sangat Rendah	1
	Arah Lereng	Tenggara dan Timur laut	Rendah	2
		Timur dan Barat	Sedang	3
		Barat daya, Barat laut	Tinggi	4
		Selatan	Sangat Tinggi	5
2.	Kemiringan Lereng	< 15%	Sangat Rendah	1
		15 – 45	Rendah	2
		45 – 65	Sedang	3
		65 – 85	Tinggi	4
		> 85%	SangatTinggi	5
3.	Kerapatan Drainase	Tidak ada drinase grid 500x500	Sangat Rendah	1
		Ordo sungai 4	Rendah	2
		Ordo sungai 3	Sedang	3
		Ordo sungai 2	Tinggi	4
		Ordo sungai 1	Sangat Tinggi	5
4.	Tipe Tanah	Liat berat	Sangat Rendah	1
		Liat ringan	Rendah	2
		Lempung	Sedang	3
		Pasir halus	Tinggi	4
		Pasir kasar	Sangat Tinggi	5
5.	Land use	Hutan > 40%, datar	Sangat Rendah	1
	Land cover	Hutan > 40%, curam	Rendah	2
		Hutan 10 – 40%	Sedang	3
		Hutan < 10%, terasering	Tinggi	4
		Hutan < 10%, tanpa teras	Sangat Tinggi	5

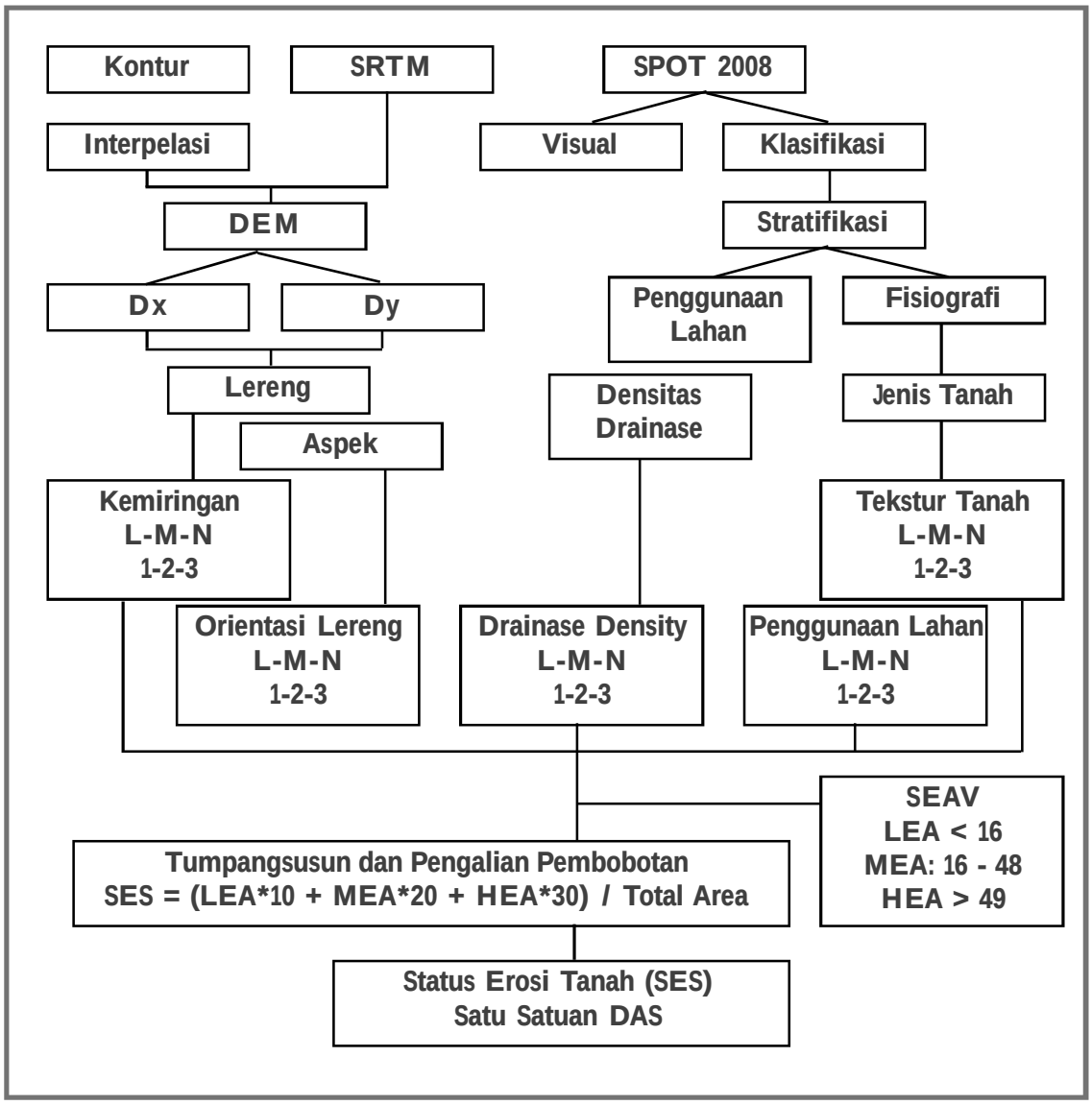
Sumber: Harjadi, 2010

Hasil perhitungan parameter penentu SES dihitung secara kualitatif dan bergantung dari 5 parameter yaitu: arah lereng (*aspect*), kemiringan lereng (*slope gradient*), kerapatan sungai (*drainage density*), jenis tanah (*Soil types*), dan penutupan dan penggunaan lahan (*landuse/ landcover*).

Arah Lereng (*Aspect*)

Arah lereng memberikan pengaruh secara tidak langsung terhadap besaran erosi. Arah lereng akan menentukan besarnya jumlah penyinaran matahari yang akan mempengaruhi proses pedogenesis tanah (pelapukan dan pembentukan tanah). Arah lereng pada masing-masing Sub DAS dapat dilihat pada Tabel 2.

Secara keseluruhan DTW Kedung Ombo didominasi oleh daerah yang arah lerengnya menghadap ke utara sebesar 15197.24 ha (26.32%). Lereng yang menghadap arah utara dalam metode SES



Sumber: Harjadi, 2005

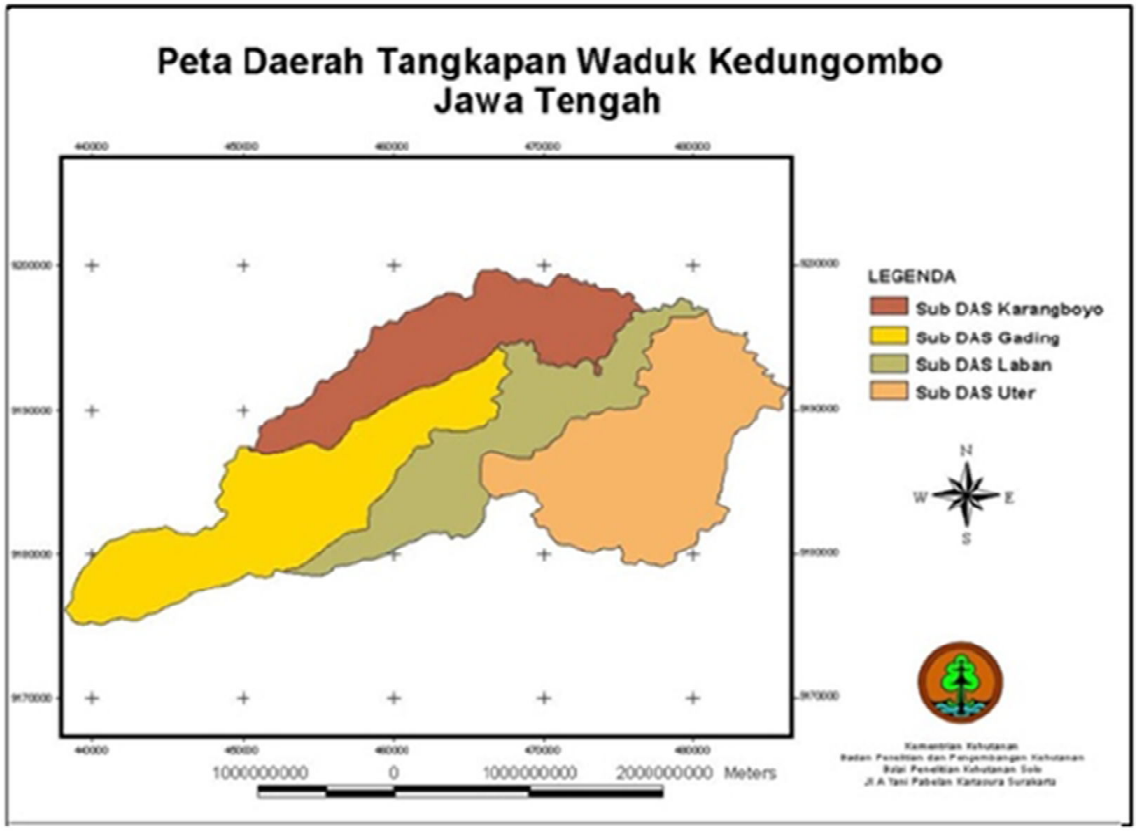
Gambar 1. Diagram Alur Perhitungan Status Erosi Tanah

termasuk dalam kelas 1(sangat rendah). Pada Sub DAS Karangboyo arah lereng didominasi pada arah barat daya dan barat laut sebesar 3512.58 ha (28.90%), sedangkan daerah yang lerengnya menghadap ke utara sangat kecil yaitu sebesar 1548.40 ha (12.74%). Pada sub DAS Gading arah lereng didominasi pada arah tenggara dan timur laut sebesar 5509.11 ha (31.39%), sedangkan daerah yang luasanya paling rendah yaitu yang lerengnya menghadap selatan sebesar 1479.34 ha (8.43%). Pada sub DAS Laban arah lereng di dominasi pada arah tenggara dan timur laut sebesar 3219.95 ha (28.36%), sedangkan daerah yang luasannya paling rendah yaitu yang lerengnya menghadap selatan sebesar 1249.22 ha (11.00 %). Pada sub DAS Uter arah lereng di dominasi pada arah tenggara dan timur laut sebesar 4029.97 ha (24.15%), sedangkan daerah dengan luasannya paling rendah yaitu yang lerengnya menghadap selatan sebesar 2302.26 ha.

Drainase (Kerapatan Sungai)

Dari hasil klasifikasi diperoleh tiga kelas kerapatan sungai yang tersaji pada Tabel 3. Secara keseluruhan kerapatan sungai di DTW Persentase terkecil yaitu kerapatan sungai sangat rapat yaitu hanya mencapai 0.67 ha (0.001%). Sebagian besar wilayah DTW Kedung Ombo tidak memiliki drainase sehingga dapat dikatakan bahwa DTW kedung Ombo memiliki potensi erosi yang sangat rendah.

Dalam SES Kerapatan sungai termasuk salah satu yang berpengaruh pada terjadinya erosi. Semakin besar kerapatan



Sumber: hasil analisis

Gambar 1. Daerah Tangkapan Waduk Kedung Ombo

sungainya maka potensi terhadap erosi semakin besar.

Penutupan Lahan

Menurut Harjadi (2010) bahwa identifikasi penutupan lahan yang berkaitan dengan penggunaan lahan dalam DAS merupakan kunci dalam program monitoring, yaitu dalam upaya menghimpun informasi yang dibutuhkan untuk tujuan evaluasi untuk menjamin tercapainya tujuan dan sasaran pengelolaan DAS.

Data penutupan dan penggunaan lahan diperoleh dari interpretasi citra SPOT tahun 2008 hasilnya berupa peta penutupan/penggunaan lahan. Klasifikasi penutupan penggunaan lahan mengacu klasifikasi Badan Planologi Kehutanan dengan penambahan sesui dengan kondisi yang ada di lapangan berdasar data pengecekan ulang di lapangan. Jenis-jenis penutupan lahan di DTW Kedung Ombo antara lain adalah lahan berhutan, perkebunan, semak belukar, tegalan, tanah

Tabel 2. Arah Lereng pada Masing-Masing Sub DAS di DTW Kedung Ombo

No	Sub DAS	Arah Lereng	Kode	Kelas Erosi Permukaan	Luas (ha)	Persentase (%)
1	Karangboyo	Utara	1	Sangat Rendah	1548.4	2.680
		Tenggara dan Timur laut	2	Rendah	2438.21	4.220
		Timur dan Barat	3	Sedang	2721.21	4.710
		Barat daya, Barat laut	4	Tinggi	3512.58	6.080
		Selatan	5	Sangat Tinggi	1933.72	3.350
2	Gading	Utara	1	Sangat Rendah	2905.39	5.030
		Tenggara dan Timur laut	2	Rendah	5509.11	9.540
		Timur dan Barat	3	Sedang	4327.37	7.490
		Barat daya, Barat laut	4	Tinggi	3327.81	5.760
		Selatan	5	Sangat Tinggi	1479.34	2.560
3	Laban	Utara	1	Sangat Rendah	2177.63	3.770
		Tenggara dan Timur laut	2	Rendah	3219.95	5.580
		Timur dan Barat	3	Sedang	2380.95	4.120
		Barat daya, Barat laut	4	Tinggi	2324.39	4.030
		Selatan	5	Sangat Tinggi	1249.22	2.160
4	Uter	Utara	1	Sangat Rendah	2608.39	4.520
		Tenggara dan Timur laut	2	Rendah	4029.97	6.980
		Timur dan Barat	3	Sedang	3898.79	6.750
		Barat daya, Barat laut	4	Tinggi	3849.37	6.670
		Selatan	5	Sangat Tinggi	2302.26	3.990
		Total			**57744.04**	**100**

Sumber: hasil analisis

kosong (bero), badan air, rawa, sawah dan pekarangan. Hasil klasifikasi penutupan lahan tersaji pada Tabel 4.

Penutupan lahan di DTW Kedung Ombo di dominasi oleh kode 2 yang merupakan daerah berhutan > 40% dengan tingkat erosi rendah yaitu sebesar 34181.11 ha (59.19%). Persentase terkecil yaitu penutupan lahan dengan daerah berhutan 10-40% dengan kode 2 yaitu sebesar 2.36 ha (0.004%).

Kemiringan Lereng (*Slope Persen*)

DTW Kedung Ombo diklasifikasikan memiliki empat kelas kemiringan (Tabel 5) Sebagian besar DTW Kedung Ombo memiliki kemiringan lereng datar yaitu mencapai 54386 ha (94.18%). Prosentase yang terkecil yaitu pada kemiringan lereng 64-85% sebesar 10.49 ha (0.018%).

Kemiringan lereng memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap terjadinya erosi. Semakin besar kemiringan lereng maka laju aliran permukaan semakin tinggi dan kemampuan tanah untuk meresapkan air semakin kecil inilah yang menyebabkan daerah yang memiliki kemiringan besar potensi erosinya lebih besar. Berdasar hasil klasifikasi kemiringan DTW Kedung Ombo tergolong datar sehingga potensi erosi masih tergolong sangat rendah.

Tekstur Tanah

Dari hasil klasifikasi diperoleh lima kelas tekstur tanah pada masing-masing Sub DAS di DTW kedung Ombo yaitu seperti tersaji pada Tabel 6.

Tekstur tanah di DTW Kedung Ombo diklasifikasi 5 tekstur yaitu liat berat, liat ringan, lempung, pasir halus dan pasir kasar. Tekstur merupakan sifat fisik tanah yang mempengaruhi kerentanan tanah terhadap erosi. Sebagian besar tekstur tanah di DTW Kedung Ombo didominasi oleh tekstur pasir kasar yaitu mencapai 33917.60

Tabel 3. Kerapatan Sungai pada Masing-masing Sub DAS di DTW Kedung Ombo

No	Sub DAS	Drainase	Kode	Kelas Erosi Permukaan	Luas (ha)	Persentase (%)
1	Karangboyo	Tidak berdrainase	1	Sangat Rendah	11607.74	20.102
		Tidak Rapat	2	Rendah	295.13	0.511
		Rapat	3	Sedang	1.62	0.003
2	Gading	Tidak berdrainase	1	Sangat Rendah	14280.19	24.730
		Tidak Rapat	2	Rendah	1587.49	2.749
		Rapat	3	Sedang	807.49	1.398
		Agak Rapat	4	Tinggi	226.78	0.393
		Sangat Rapat	5	SangatTinggi	0.67	0.001
3	Laban	Tidak berdrainase	1	Sangat Rendah	11202.27	19.400
		Tidak Rapat	2	Rendah	294.17	0.509
		Rapat	3	Sedang	2.86	0.005
4	Uter	Tidak berdrainase	1	Sangat Rendah	17296.35	29.953
		Tidak Rapat	2	Rendah	140.88	0.244
		Rapat	3	Sedang	0.38	0.001
	Total				**57744.04**	**100**

Sumber: hasil analisis

ha (58.74%), sedangkan yang paling sedikit yaitu liat ringan sebesar 0.67 ha atau 0.001 %. Berdasarkan tekstur tanah ini maka dapat dikatakan bahwa potensi erosi dengan klasifikasi tekstur berpeluang sangat tinggi.

Penilaian Potensi Erosi Kualitatif

Erosi kualitatif dengan meotede perhitungan SES (Soil Erosion Status) diperoleh dengan menjumlahkan ke lima faktor yaitu : aspek, drainase, penutupan lahan, lereng dan tekstur, dan ke lima faktor tersebut setelah dijumlahkan selanjutnya dibagi 5 (SES= (**SASP + SDRN + SLU + SSLG + STXT**)/5). Erosi kualtitatif di DTW Kedung Ombo dapat dilihat pada Tabel 7.

Berdasarkan penilaian erosi secara kualitatif melalui metode SES di peroleh hasil bahwa di DTW Kedung Ombo memiliki tiga klas erosi, yaitu sangat rendah, rendah dan sedang. Sebesar 41179.08 ha atau 71.31% dari total DTW Kedung Ombo masih tergolong berpotensi erosi ringan, 13956.01 ha (24.17%) berpotensi erosi sangat rendah dan 2608.95 ha (4.52%) tergolong berpotensi erosi sedang.

DTW Kedung Ombo yang memiliki lahan kering dan curah hujan yang rendah serta kemiringan yang relative datar mendukung potensi erosi yang relative rendah. Namun potensi erosi di DTW Kedung Ombo tetap ada walaupun penilaian secara potensional menunjukkan nilai yang rendah. Tanah di daerah lahan kering pada dasarnya sangat rentan terhadap erosi.

DTW Kedung Ombo yang mempunyai curah hujan yang rendah dan intensitas yang rendah pula, kondisi seperti ini menyebabkan terbatasnya jenis tanaman yang dapat tumbuh, padahal tanaman

Tabel 4. Klasifikasi Penutupan Lahan Masing-Masing Sub DAS di DTW Kedung Ombo

No	Sub DAS	Kode	Kelas Erosi Permukaan	Luas (ha)	Persentase (%)
1	Karangboyo	1	Sangat Rendah	3244.67	5.619
		2	Rendah	6488.78	11.237
		5	Sangat Tinggi	2131.99	3.692
2	Gading	1	Sangat Rendah	3597.21	6.230
		2	Rendah	12221.85	21.166
		5	Sangat Tinggi	1088.44	1.885
3	Laban	1	Sangat Rendah	2882.71	4.992
		2	Rendah	6601.77	11.433
		5	Sangat Tinggi	1445.22	2.503
4	Uter	1	Sangat Rendah	4484.77	7.767
		2	Rendah	8868.72	15.359
		3	Sedang	2.36	0.004
		5	Sangat Tinggi	2844.32	4.926
	Total			**57744.04**	**100**

Sumber: hasil analisis

Tabel 5. Kemiringan Lereng pada Masing-Masing Sub DAS di DTW Kedung Ombo

No	Sub DAS	Kemiringan (%)	Kode	Kelas Erosi Permukaan	Luas (ha)	Persentase (%)
1	Karangboyo	<15%	1	Sangat Rendah	11607.74	20.102
		15-45 %	2	Rendah	296.7484	0.514
2	Gading	<15%	1	Sangat Rendah	14280.19	24.730
		15-45 %	2	Rendah	2394.985	4.148
		45-65%	3	Sedang	216.9537	0.376
		64-85%	4	Tinggi	10.4993	0.018
3	Laban	<15%	1	Sangat Rendah	11202.27	19.400
		15-45 %	2	Rendah	297.0347	0.514
4	Uter	<15%	1	Sangat Rendah	17296.35	29.953
		15-45 %	2	Rendah	141.2633	0.245
	Total				**57744.04**	**100**

Sumber: hasil analisis

Tabel 6. Tekstur Tanah pada Masing-Masing Sub DAS di DTW Kedung Ombo

No	Sub DAS	Tekstur Tanah	Kode	Kelas Erosi Permukaan	Luas (ha)	Persentase (%)
1	Karangboyo	Lempung	3	Sedang	1.62	0.003
		Pasir halus	4	Tinggi	3493.69	6.050
		Pasir kasar	5	Sangat Tinggi	8409.17	14.563
2	Gading	Liat Berat	1	Sangat Rendah	9.83	0.017
		Liat Ringan	2	Rendah	0.67	0.001
		Lempung	3	Sedang	1024.45	1.774
		Pasir halus	4	Tinggi	5542.01	9.598
		Pasir kasar	5	Sangat Tinggi	10325.68	17.882
3	Laban	Lempung	3	Sedang	2.86	0.005
		Pasir halus	4	Tinggi	3008.62	5.210
		Pasir kasar	5	Sangat Tinggi	8487.82	14.699
4	Uter	Lempung	3	Sedang	0.38	0.001
		Pasir halus	4	Tinggi	2333.13	4.040
		Pasir kasar	5	Sangat Tinggi	15104.1	26.157
	Total				**57744.04**	**100**

Sumber: hasil analisis

merupakan media penghambat agar butiran hujan tidak berbentur langsung dengan tanah. Adanya tetes air hujan pada tanah terbuka menyebabkan tanah mudah terurai sehingga mudah terbawa aliran air permukaan dan akhirnya terjadi erosi.

Potensi erosi di DTW Kedung Ombo dengan kisaran sangat ringan-sedang tetap perlu mendapatkan perhatian khusus demi kelestarian dan kontinuitas persediaan air di waduk Kedung Ombo. Konservasi tanah dan air merupakan cara konvensional yang cukup mampu menanggulangi masalah potensi erosi yang dimungkinkan akan terjadi. Teknik pengelolaan DAS yang memenuhi kaidah konservasi tanah dan air akan menurunkan aliran permukaan dan menaikan aliran dasar serta memperpanjang masa aliran dasar secara substansial (Sinukaban *et al.,* 1998 *dalam* Sinukaban, 2007). Dengan menerapkan sistem konservasi tanah dan air diharapkan bisa menanggulangi erosi, menyediakan air dan meningkatkan kandungan hara dalam tanah.

Tipe konservasi tanah dan air dikelompokkan dalam tiga kelompok utama yaitu metode vegetatif, mekanik dan kimia. Namun metode yang sering digunakan hanya vegetatif dan mekanik. Menurut Arsyad (2000) metoda vegetatif meliputi: penanaman tanaman yang terus menerus tanpa membiarkan lahan terbuka, penanaman tanaman dalam lajur atau strip, pergiliran tanaman dengan tanaman pupuk hijau atau tanaman penutup tanah, sistem pertanian hutan, pemanfaatan sisa-sisa tanaman sebagai mulsa dan penambahan bahan organik dan penanaman rumput pada saluran-saluran air. Konservasi tanah dan air secara vegetatif dapat menjamin keberlangsungan keberadaan tanah dan air karena memiliki sifat : (1) memelihara kestabilan struktur tanah melalui sistem

Tabel 7. Potensi Erosi Kualitatif melalui Metode SES pada Masing-Masing Sub DAS di DTW Kedung Ombo

No	Sub Das	Kode	Kelas Soil Errosion Status	Luas (ha)	Persentase (%)
1	Karangboyo	1	Sangat Rendah	2463.555	4.266
		2	Rendah	8793.294	15.228
		3	Sedang	898.9601	1.557
2	Gading	1	Sangat Rendah	4400.418	7.621
		2	Rendah	12816.58	22.196
		3	Sedang	333.4628	0.577
3	Laban	1	Sangat Rendah	3296.021	5.708
		2	Rendah	7653.963	13.255
		3	Sedang	403.4304	0.699
4	Uter	1	Sangat Rendah	3796.017	6.574
		2	Rendah	11915.24	20.635
		3	Sedang	973.096	1.685
	Total			**57744.04**	**100**

Sumber: Hasil Analisis

perakaran dengan memperbesar granulasi tanah, (2) penutupan lahan oleh serasah dan tajuk mengurangi evaporasi, (3) disamping itu dapat meningkatkan aktifitas mikroorganisme yang mengakibatkan peningkatan porositas tanah, sehingga memperbesar jumlah infiltrasi dan mencegah terjadinya erosi. Fungsi lain daripada vegetasi berupa tanaman kehutanan yang tak kalah pentingnya yaitu memiliki nilai ekonomi sehingga dapat menambah penghasilan petani (Hamilton dan King 1997).

Konservasi tanah dan air secara mekanik merupakan perlakuan fisik terhadap tanah guna menurunkan daya rusak aliran permukaan dan erosi, serta meningkatkan kemampuan penggunaan tanah untuk budidaya tanaman. Metoda ini dapat memperlambat laju aliran permukaan, menampung air dan menyalurkannya dengan gaya yang tidak merusak, memperbesar kemampuan tanah menyerap air, memperbaiki aerasi dan permeabilitas, serta membantu penyediaan air bagi tanaman (Arsyad, 2000). Metoda mekanik meliputi: pengolahan tanah minimum, pengolahan tanah menurut garis kontur, pembuatan guludan menurut kontur, pembuatan teras, dam, rorak, tanggul, serta perbaikan drainase dan irigasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

DTW Kedung Ombo memiliki luasan 57744,041 ha yang terdiri dari empat sub DAS. Sub DAS tersebut yaitu Sub DAS Karangboyo dengan luas 11941,365 ha, sub DAS Laban 11476,544 ha, sub DAS Gading 16880,083 ha dan sub DAS Uter 17446,049 ha. Berdasarkan penilaian erosi secara kualitatif melalui metode SES di peroleh hasil bahwa di DTW Kedung Ombo memiliki tiga klas erosi, yaitu sangat rendah, rendah dan sedang. Sebesar 41179.08 ha atau 71.31% dari total DTW Kedung Ombo masih tergolong berpotensi erosi ringan, 13956.01 ha (24.17%) berpotensi erosi sangat rendah dan 2608.95 ha (4.52%) tergolong berpotensi erosi sedang. Potensi erosi di DTW Kedung Ombo dengan kisaran sangat ringan-sedang tetap perlu mendapatkan perhatian khusus demi kelestarian dan kontinuitas persedia-an air di waduk Kedung Ombo. Konservasi tanah dan air merupakan cara konvensional yang cukup mampu menanggulangi masalah potensi erosi yang muncul. Dengan menerapkan sistem konservasi tanah dan air diharapkan bisa menanggulangi erosi, menyediakan air dan meningkatkan kandungan hara dalam tanah.

DAFTAR PUSTAKA

Arsyad, S. (1989). *Konservasi Tanah dan Air*. Penerbit IPB. Bogor.

_____. (2000). *Konservasi Tanah dan Air*. Penerbit IPB. Bogor.

Asdak, C. (1995). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gajah Mada University. Yogyakarta

Hamilton, L.S. dan P.N.King. (1997). *Daerah Aliran Sungai Hutan Tropika (Tropical Forested Watersheds)*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta

Harjadi, B. (2005). *Terrain Characteristic and Soil Erotion Risk Assesment for Watershed Priorization Using Remote Sensing and GIS*. Tesis S2 Indian Institute of Remote Sensing Center for Space Science and Tahnology Education In Asia and The Pacific (CSSTEAP). India.

Harjadi, B. (2010). Monitoring Penutupan Lahan di DAS Grindulu dengan Metode Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografi. *Forum Geografi* Vol. 24 No 1. Juli 2010, pp 85-91

Lillesand, T. M. and Kieffer, R. W. (1990). *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

Sinukaban, N. (2007). *Peranan Konservasi Tanah dan Air dalam Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Bunga Rampai Konservasi Tanah dan Air 2004-2007*. Masyarakat Konservasi Tanah dan Air. Jakarta

KEBUTUHAN LUASAN AREAL HUTAN KOTA SEBAGAI ROSOT (SINK) GAS CO_2 UNTUK MENGANTISIPASI PENURUNAN LUASAN RUANG TERBUKA HIJAU DI KOTA BOGOR

Requirement of Urban Forest Area as a Sink for CO_2 to Antisipate Green Open Space Reduction at Bogor City

Dachlan N. Endes
Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan
Institut Pertanian Bogor
E-mail: endesndahlan@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the need of the urban forest area as sink (sequestration) of CO_2 gas from fuel oil and gas in Bogor City. Analysis of dynamic system is used to determine the need. Powersim software with the license number PSSL-N999998-5NC2Y was used in this research. Satellite imagery in 2003, 2005 and 2007 were used to analyze the extent of green space and built space as well as percentage changes. This study revealed that the urban forest area required as well as the number of seedlings are varies according to time and the sink rate. Therefore, the selection of tree species based on the sink rate should really be considered. By using the very high-sink rate trees, the area needed for this purpose will be smaller and can also make lower the ambient concentration. On the other hand, when the use of high-sink trees, the ambient concentration of this gas will increase again and the urban forest area that needed will be larger.

Keywords: system dynamic, global warming, urban forest, green open space, ambient concentration of CO_2 gas

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan kebutuhan luasan hutan kota yang berfungsi sebagai rosot (sekuestrasi) gas CO_2 dari bahan bakar minyak dan gas di Kota Bogor. Analisis sistem dinamik digunakan untuk menentukan kebutuhan tersebut. Program yang digunakan Powersim dengan nomor lisensi PSSL-N999998-5NC2Y. Citra satelit tahun 2003, 2005 dan 2007 digunakan untuk menganalisis luasan RTH dan ruang terbangun serta persentase perubahannya. Penelitian ini menunjukkan bahwa luasan hutan kota dan jumlah bibit pohon yang dibutuhkan sebagai rosot gas CO_2 bervariasi menurut waktu dan daya rosot nya. Oleh sebab itu, pemilihan jenis berdasarkan daya rosotnya harus betul-betul diperhatikan. Dengan menggunakan pohon berdaya rosot sangat tinggi, kebutuhan luasan areal hutan kota menjadi lebih kecil dan juga dapat menurunkan konsentrasi ambiennya. Lain halnya jika yang digunakan jenis pohon berdaya rosot tinggi. Konsentrasi gas ini akan meningkat lagi dan luasan hutan kota yang dibutuhkan menjadi lebih besar.

Kata kunci: dinamika sistem, pemanasan global, hutan kota, ruang terbuka hijau, konsentrasi ambien gas CO_2

PENDAHULUAN

Peningkatan aktivitas kota dan perkotaan seiring dengan meningkatnya populasi penduduk manusia yang terus bertambah pada dekade terakhir ini telah mengakibatkan kualitas lingkungan kota dan perkotaan terus menurun. Padahal kota sebagai tempat terakumulasinya sumberdaya manusia penting yang menentukan kekuatan dan masa depan bangsa memerlukan kualitas lingkungan yang baik. Oleh sebab itu, kualitas lingkungan kota dan perkotaan harus menjadi perhatian penting (Dahlan, 1992 dan Dahlan 2002).

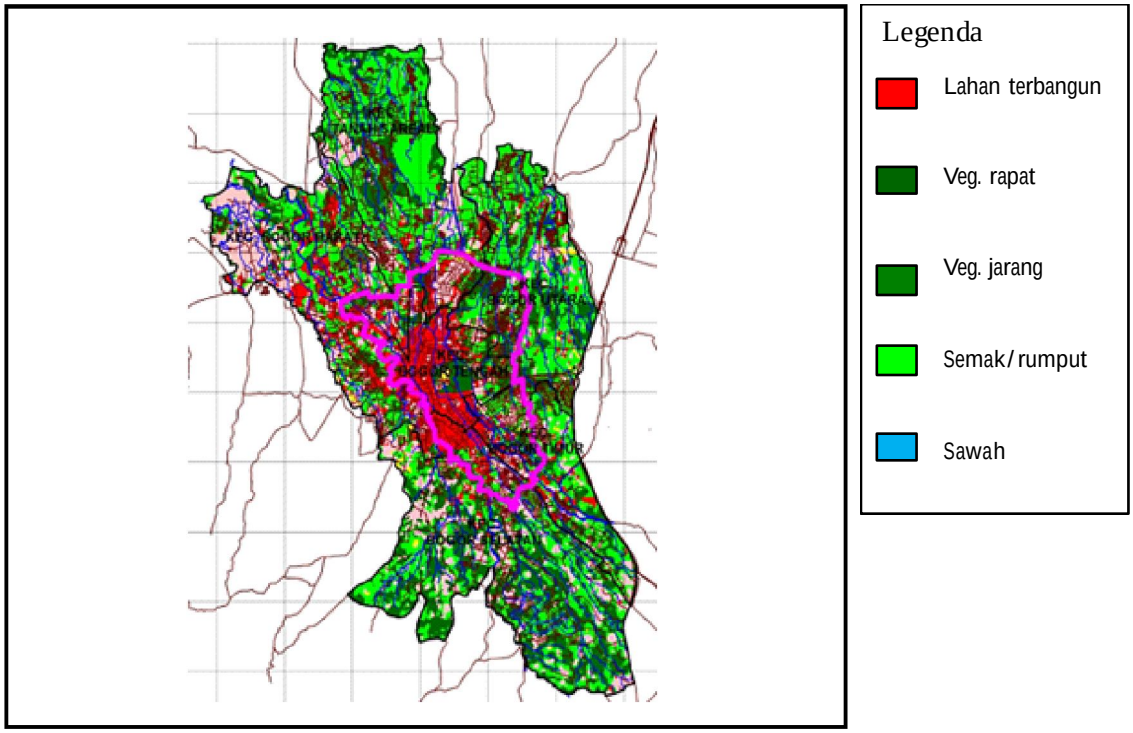
Salah satu masalah yang terjadi saat ini adalah kota sebagai penghasil gas CO_2 yang cukup penting. Gas ini merupakan salah satu gas rumah kaca yang akan mengakibatkan pemanasan global (Meinshausen, Meinshausen, Hare, Raper, Frieler, Knutti, Frame dan Allen, 2009). Konsentrasi gas CO_2 pada masa sebelum maraknya industri sebesar 275 ppmv, sedangkan pada masa sekarang konsentrasinya lebih dari 350 ppmv. Jika laju penambahan penggunaan bahan bakar minyak dan gas tidak berubah, maka dalam kurun waktu 60 tahun mendatang konsentrasi gas CO_2 akan meningkat menjadi 550 ppmv. Perubahan konsentrasi gas ini dari 275 menjadi 550 ppmv akan mengakibatkan peningkatan suhu udara sebesar 5°F (2,78^{o}C) (Http://www.physics.uci.edu/ ~silverma/resourxces.ppt. 2007). Penambahan gas ini sebesar 7,81 Gt (2,13x10^9 ton) CO_2 setara dengan 2,13 Gt Karbon akan mengakibatkan peningkatan sebesar 1 ppmv CO_2 (Trenbeth, 1981) dan (CDIAC, 2005).

Kota Bogor memiliki posisi strategis dengan luas 11.850 ha, karena lokasinya dekat dengan Jakarta sebagai ibukota negara Indonesia, pusat penelitian dan pendidikan, rekreasi dan perdagangan, tempat tinggal untuk masyarakat Bogor dan juga bagi para penglaju (commuter) yang bekerja di Jakarta dan sebagai daerah tangkapan air untuk Jakarta, agar Jakarta tidak kebanjiran (http://www.beritajakarta.com/v_ind/ berita_print.asp?nNewsId=39672).

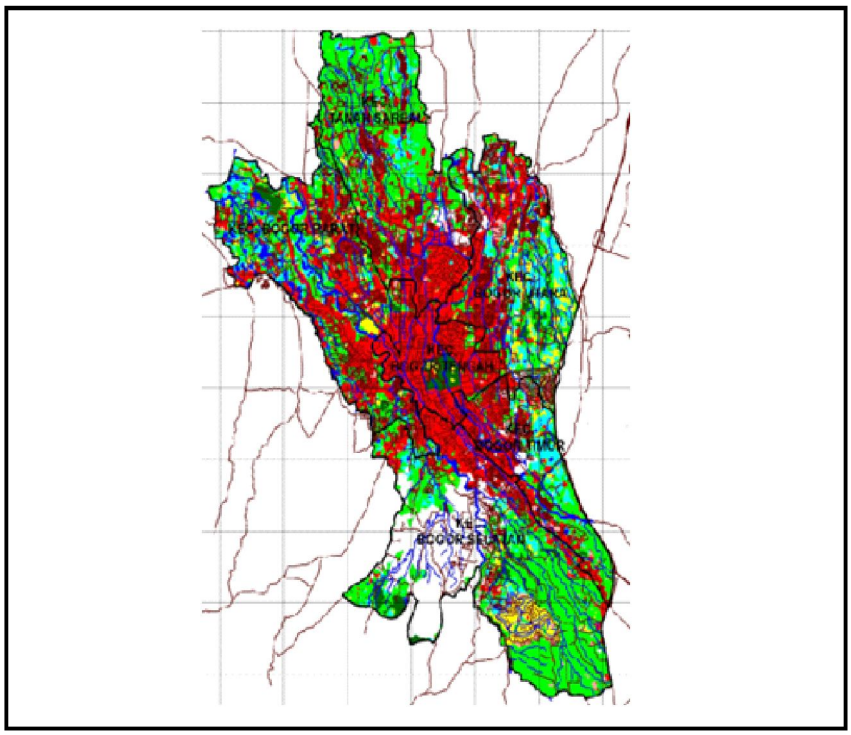
Akhir-akhir ini, Kota Bogor yang mendapat julukan "kota sejuta angkot" kualitas udaranya terus menurun. Ada beberapa parameter kualitas udara yang mendekati bahkan telah melebihi baku mutu (Santosa, 2004). Mengingat gas CO_2 juga dihasilkan dari kendaraan bermotor, maka adanya peningkatan jumlah kendaraan akan mengakibatkan emisi gas CO_2 juga meningkat.

Kekhawatiran ini telah dibuktikan oleh Syakuroh (2004) yang telah melakukan penelitian di Kabupaten Bogor. Kabupaten ini lokasinya sangat berdekatan dengan Kota Bogor. Lebih jauh Syakuroh (2004) menyatakan bahwa emisi CO_2 di Kabupaten Bogor meningkat dari tahun ke tahun seiring dengan terjadinya peningkatan populasi manusia dan kendaraan bermotor. Pada tahun 2000 emisi gas ini sebesar 4,35 juta ton/tahun, tahun 2003 sebesar 6,42 juta ton/tahun dan pada tahun 2007 menjadi 15,36 juta ton/tahun (Syakuroh, 2004). Peningkatan emisi gas CO_2 sebagian besar berasal dari peningkatan jumlah angkutan perkotaan (angkot), kendaraan pribadi dan motor.

Dalam keadaan yang ideal, gas CO_2 dapat diserap oleh tanaman dan pepohonan yang terdapat dalam ruang terbuka hijau (RTH). Namun dalam kurun waktu 5 tahun terakhir RTH di Kota Bogor terus menurun luasannya, karena berubah menjadi lahan perumahan dan bangunan lain (Gambar 1). Masalah penting yang berkaitan dengan pemanasan global adalah terjadinya peningkatan konsentrasi ambien



Tahun 1972



Tahun 2000

Sumber: hasil analisis

Gambar 1. Perubahan Tutupan Lahan di Kota Bogor tahun 1972 dan tahun 2000

gas ini sebagai akibat meningkatnya emisi CO_2, sedangkan laju rosotnya menurun sebagai akibat penurunan luasan RTH.

Hingga saat ini belum ada penelitian tentang keseimbangan emisi dan rosot gas CO_2 di Kota Bogor, apalagi menggunakan sistem dinamik. Oleh sebab itu, diperlukan adanya penelitian yang menetapkan kebutuhan luasan areal hutan kota yang berfungsi sebagai rosot gas CO_2 secara dinamik untuk mengantisipasi terus menurunnya luasan RTH.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan luasan areal hutan kota yang dibutuhkan untuk menyerap CO_2 yang dihasilkan dari bahan bakar minyak dan gas di Kota Bogor dengan menggunakan pendekatan sistem dinamik. Manfaat dari penelitian ini adalah selain untuk pengembangan ilmu dan teknologi juga sebagai masukan untuk pemerintah daerah dan pusat, sedangkan kebaharuan dari penelitian ini adalah menentukan kebutuhan luasan areal hutan kota menggunakan model sistem dinamik berdasarkan variabel: laju penyerapan gas CO_2 oleh hutan kota yang bervariasi berdasarkan umur tanaman, perbedaan daya rosot berdasarkan kemampuan penyerapan jenis pohon, populasi manusia, emisi CO_2 dari bahan bakar minyak dan gas, konsentrasi CO_2 ambien dan variasi luasan RTH yang terdiri dari: areal bervegetasi padat, vegetasi jarang, sawah, serta areal rumput dan semak.

Penelitian ini meliputi daya rosot gas CO_2 per jenis pohon dan komponen lingkungan lainnya yang dijelaskan pada bab Metodologi Penelitian. Penelitian daya rosot gas CO_2 oleh pepohonan hutan kota dilhami oleh McPherson (1998), McPherson dan Simpson (1999), Nowak dan Crane (2011) serta Brack (2002), sedangkan pendekatan sistem dinamik diilhami oleh penelitian **Sasmojo dan Tasrif (1991)** serta (Zhang, Xu, Dong, Cao, Sparrow, 2006).

Peristilahan Hutan Kota

Kata "hutan kota" pertama kali digunakan pada tahun 1965 dalam kegiatan penanaman pohon di bagian Metropolitan Toronto (Johnston, 1996). Wikipedia (2010) menyatakan *urban forest is a forest or a collection of trees that grow within a city, town or a suburb*". Definisi luas yang paling diterima berdasarkan Miller (1988) yang mendefinisikan: "*Sum of all woody and associated vegetations in and arround urban dense human settlements, ranging from small communities in rural settings to metropolitants regions*". Definisi lainnya adalah: "*Urban forestry is the art, science and technology of managing trees and forest resources in and around urban community ecosystems for the physiological, sociological, economic and aesthetic benefits trees provide society* (Helms, 1998). Hutan kota adalah: "*Vegetation which dominated by trees in and arround urban communitis*" (Konijnendijk, 2003).

Variasi luas dari definisi '*urban forestry*' dan 'urban forest' masih sering digunakan di beberapa negara di Eropa. Konijnendijk (2003) menyebutkan beberapa definisi berikut ini. Di Finlandia, hutan kota diartikan sebagai "*Forests located in or near an urban area where the main function is recreation*". Di Iceland yang sama dengan Amerika Utara, hutan kota adalah "*The entire tree and woodland resource in and around an urban area, the fact that trees are managed as part of an overall resource, urban forestry being a social discipline, the need for coordinated involvement, etc*". Untuk Slovenia "*urban forest is represent forests, parks, i.e. woodland resources in urban areas, which have environmental and social rather than production functions and benefits for the citizens*".

Sementara di Inggris "*urban forest is a multi-disciplinary activity that encompasses the design, planning, establishment and management of trees, woodlands and associated flora and open space, which is usually physically linked to form a mosaic of vegetation in or near built-up areas*". Sementara itu dalam The Regina Urban Forest Management Strategy (2011) dinyatakan: *Urban forestry is the sustained planning, planting, protection, maintenance and care of trees, forests, greenspace and related sources in and around cities and communities for the economic, environmental, social, and public health benefits of people*.

Bentsen, Lindholst and Konijnendijk (2010) menyatakan bahwa "*urban forest as sum of all tree-based vegetation in and near urban areas, as well as woodlands, public and private urban parks and gardens, urban nature areas, street tree and square plantations, botanical gardens, and cemeteries*", sedangkan di Indonesia "Hutan Kota adalah suatu hamparan lahan yang bertumbuhan pohon-pohon yang kompak dan rapat di dalam wilayah perkotaan baik pada tanah negara maupun tanah hak, yang ditetapkan sebagai hutan kota oleh pejabat yang berwenang " (PP No. 63 tahun 2002).

METODOE PENELITIAN

Manusia memerlukan bahan bakar minyak dan gas yang akan menghasilkan gas CO_2. Gas CO_2 yang dihasilkan akan mengakibatkan meningkatnya konsentrasi gas CO_2 ambien. Dengan terus meningkatnya jumlah penduduk, sementara RTH yang berfungsi sebagai rosot (sink) gas CO_2 terus menurun luasannya, maka diperlukan hutan kota yang kebutuhan luasannya berubah meningkat secara dinamik. Program yang digunakan dalam penelitian ini untuk mensimulasikan peranan hutan kota sebagai rosot gas CO_2 adalah Powersim dengan nomor lisensi PSSL-N999998-5NC2Y. Diagram alir program dapat dilihat pada lampiran. Penelitian ini menggunakan modeling hubungan gas CO_2 dan hutan kota diilhami oleh penelitian Pataki, Emmi, Forster, Mills, Pardyjak, Peterson, Thompson dan Murphy (2009).

Analisis spasial perubahan luasan RTH dan lahan terbangun berdasarkan citra satelit tahun 2003, 2005 and 2007. Dari ketiga citra kemudian dianalisis dan dihitung luasannya dan persentase rerata perubahannya per tahunnya.

Simulasi dimulai tahun 2012 dan berakhir tahun 2050. Kriteria level yang digunakan dalam penelitian ini dengan nilai awal tertulis dalam tanda kurung adalah: konsentrasi ambien CO_2 (389,89 ppmv), populasi manusia (989.396 orang), areal terbangun (63.279,61 ha), jumlah bibit (131.388), pohon sangat muda (75.118), pohon dewasa (149.104), pohon tua (229.177), pohon sangat tua (91.774), hutan dan areal bervegetasi rapat (613,83 ha), kebun dan areal bervegetasi jarang (2495,06 ha), sawah (825,22 ha), rumput dan semak (720,68 ha). Data awal untuk simulasi dimulai tahun 2005, karena banyak data yang dibutuhkan untuk penelitian ini tersedia di tahun tersebut. Jumlah bibit diambil dari simulasi yang kemudian dikonversikan ke dalam areal hutan kota dengan densitas per hektar adalah 250 menggunakan jarak tanam 7m x 6m.

Jumlah bahan bakar per kapita per tahun yang digunakan di Kota Bogor adalah 134,19 liter/tahun untuk bensin, 33,55 liter/tahun untuk solar, 84,17 liter/tahun untuk minyak tanah dan 5,14 kg/tahun untuk LPG. Faktor emisi untuk bensin, solar, minyak tanah dan LPG masing-masing adalah 2,31; 2,68; 2,52 dan 1,51 kg CO_2/liter (DEFRA, 2005 dan The National Energy Foundation, 2005).

Nilai laju rosot (sekuestrasi) CO_2 paling tinggi dari tanaman dewasa yang digunakan dalam program simulasi ini adalah 16.891 kg CO_2/pohon/tahun, sedangkan jika digunakan tanaman dengan daya rosot tinggi 836 kg CO_2/pohon/tahun. Nilai ini dihasilkan dari penelitian Dahlan (2007).

HASIL DAN PEMBAHASAN

RTH di Kota Bogor tersebar dalam 6 wilayah kecamatan. Berdasarkan analisis spasial yang diambil dari tahun 1983 hingga 2005 terjadi perubahan areal terbangun yang meningkat sementara RTH terus menurun (Gambar 2a). Areal terbangun meningkat dengan laju 3,30% per tahun, sedangkan untuk hutan menurun luasannya sebesar -0,33 % per tahun, areal bervegetasi rapat -1,15 % per tahun, kebun -1,23 % per tahun areal bervegetasi jarang -1,77% per tahun sementara untuk sawah, semak dan rumput sebesar -2,82 % per tahun. Jika data ini disimulasi sampai tahun 2050, maka prediksi luasan untuk masing-masing RTH menurun seperti terlihat pada Gambar 2b. Hal ini dikarenakan RTH dikonversikan menjadi rumah dan lahan terbangun lainnya. Jika tidak ada kebijakan yang diambil oleh pemerintah Kota Bogor, maka prediksi areal RTH di Kota Bogor tahun 2050 yang tersisa akan menjadi 9,60% (1.137,61 ha).

Terus menurunnya luasan RTH, membutuhkan penambahan areal hutan kota yang berfungsi menyerap gas CO_2 (Gambar 3a). Bibit yang ditanam akan tumbuh dan berubah ke tahap yang lain yaitu: pohon sangat muda, dewasa, tua dan pohon sangat tua yang mempunyai kemampuan serap gas CO_2 yang berlainan. Perubahan jumlah bibit menjadi pohon sangat muda, yang semula pohon sangat muda menjadi dewasa, yang dewasa berubah menjadi tua, dan yang tua menjadi sangat tua dapat dilihat pada Gambar 3b.

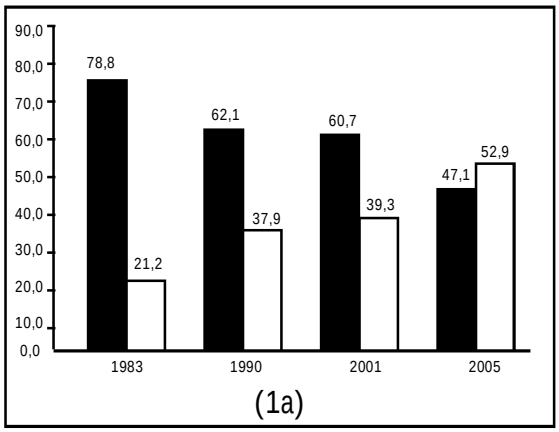
Jika areal hutan kota ditambah dengan luasan yang memadai, sesuai dengan simulasi dan jenis yang memiliki daya rosot sangat tinggi, maka konsentrasi gas CO_2 akan menurun menjadi 389,86 ppmv pada tahun 2050 (Gambar 4).

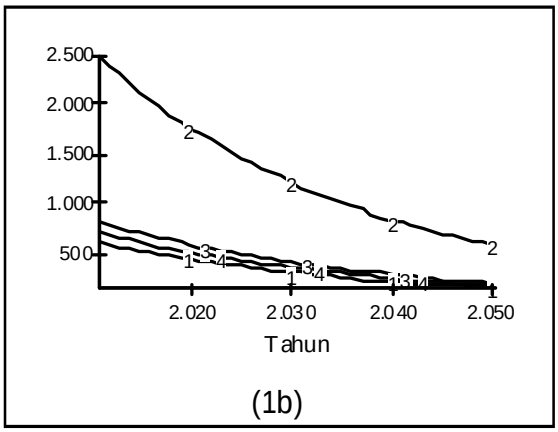
Lain halnya, jika yang digunakan jenis pohon yang berdaya rosot tinggi. Selain membutuhkan area yang lebih luas (Gambar 5a) juga konsentrasi gas CO_2 akan meningkat kembali (Gambar 5b).

Konsumsi bensin per kapita di Kota Bogor per tahun sebesar 134,19 liter, solar 33,55 liter, minyak tanah 84,17 liter dan untuk LPG 5,14 kg. Hal ini berarti emisi CO_2 antropogenik tahunan di Kota Bogor sebesar 639,04 kg/kapita/tahun. Dari perhitungan ini, kita dapat menghitung emisi CO_2 kumulatif tahun 2012 sebesar 548,553 ton dan prediksi pada tahun 2050 akan menjadi 780,702 ton.

Rerata konsentrasi gas CO_2 di beberapa ruas jalan yang terukur di kota Bogor tahun 2006/2007 sebesar 389,89 ppmv. Data inilah yang digunakan dalam simulasi. Konsentrasi gas ini akan terus meningkat, jika RTH dibiarkan terus menurun, sementara emisi gas ini terus meningkat. Oleh sebab itu, penambahan luasan hutan kota dengan jenis tanaman berdaya rosot sangat tinggi sangat diperlukan.

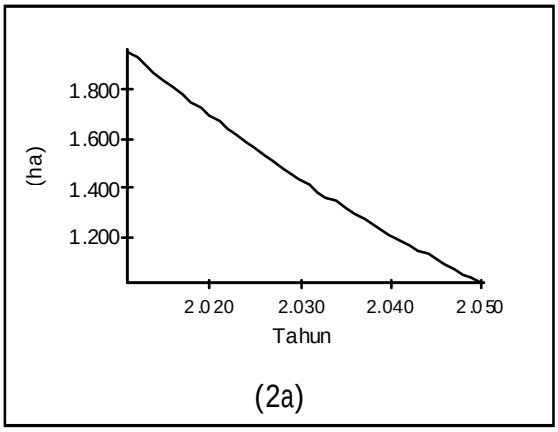
Dari simulasi ini dapat dinyatakan bahwa pemilihan jenis pohon berdasarkan daya rosotnya harus betul-betul diperhatikan. Penanaman pohon berdaya rosot tinggi tidak efektif dalam menurunkan konsentrasi ambien gas CO_2. Pada tahun 2025 konsentrasi gas ini akan meningkat kembali (Gambar 5b), selain itu juga luasan hutan kota yang dibutuhkan lebih tinggi

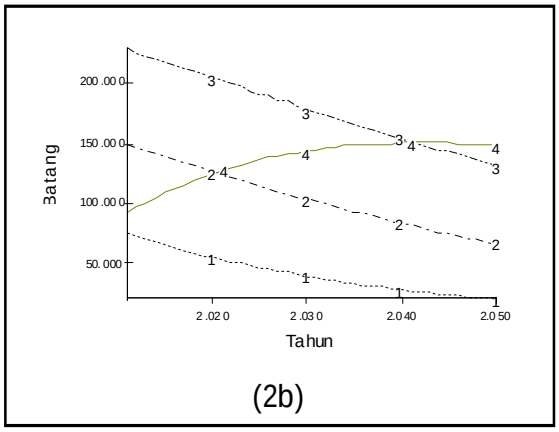




Sumber: hasil analisis

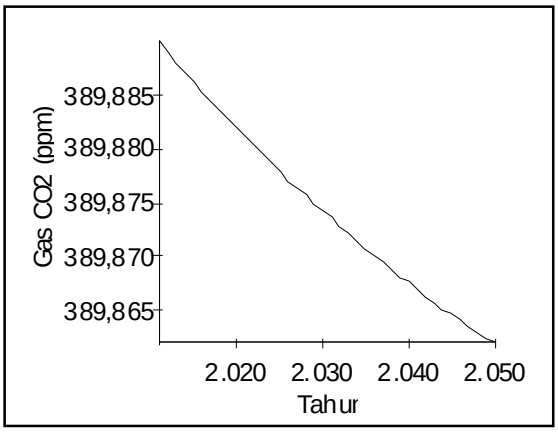
Gambar 1a. Perubahan Luasan RTH pada Masa Lalu. Gambar 1b. Prediksi Perubahan Luasan RTH sampai Tahun 2050. (1). Vegetasi Rapat, (2). Vegetasi Jarang dan (3). Sawah, (4). Semak dan Rumput





Sumber: hasil analisis

Gambar 2a. Areal Hutan Kota yang Dibutuhkan sebagai Rosot CO_2 Antropogenik. Gambar 2b. Jumlah Pohon pada Berbagai Stadia (1. Sangat Muda, 2. Dewasa, 3. Tua, 4. Sangat Tua)



Sumber: Hasil analisis

Gambar 3. Simulasi Konsentrasi Gas CO_2 jika Pembangunan Hutan Kota dengan Menggunakan Pohon Berdaya Rosot Sangat Tinggi

(Gambar 5a). Bandingkan dengan Gambar 2b yang menunjukkan kebutuhkan luasan hutan kota, jika menggunakan daya rosot yang sangat tinggi (Gambar 3a).

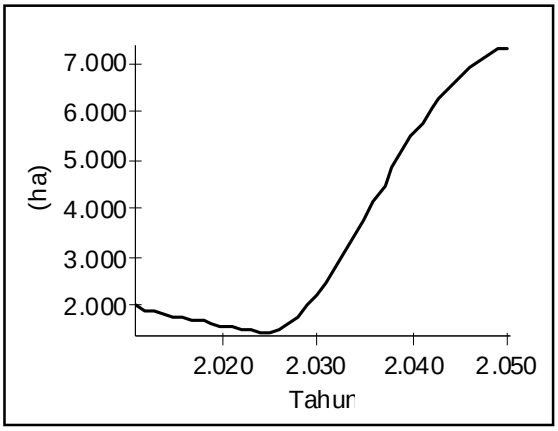
Penelitian ini sejalan dengan pendapat McPherson, Nowak dan Rowntree (1994) serta McPherson dan Simpson (1999) yang menyatakan bahwa hutan kota sangat efektif dalam menyerap gas CO_2.

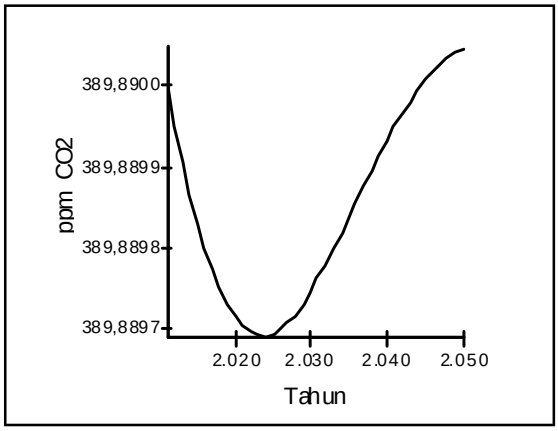
Memang model ini cocok untuk ekosistem tertutup, sedangkan udara kota merupakan ekosistem terbuka. Namun, jika semua kota di dunia ini dapat menyediakan luasan hutan kota yang cukup sebagai rosot gas CO_2 yang dihasilkan di setiap kota, maka pemanasan global dapat diatasi dengan baik.

Upaya penambahan luasan hutan kota di kota-kota di seluruh dunia diharapkan dapat memperlambat laju peningkatan konsentrasi gas ini, agar pemanasan global tidak melebihi 2°C (Meinshausen, Meinshausen, Hare, Raper, Frieler, Knutti, Frame dan Allen, 2009). Jika tidak akan muncul masalah-masalah lingkungan seperti banjir (Pall, Aina, Stone, Stott, Nozawa, Hilberts, Lohmann dan Allen, 2011) iklim yang ekstrim (Zhang, Xu, Dong, Cao, Sparrow, 2006), tenggelamnya pulau-pulau kecil dan hilangnya beberapa plasma nutfah yang rentan terhadap perubahan suhu (Malcolm, Liu, Neilson, Hansen dan Hannah, 2006).

Penelitian tentang kebutuhan hutan kota telah cukup banyak dilakukan, namun isu lingkungan yang dimunculkan dan lokasi penelitiannya berbeda. Rosa (2005) telah meneliti tentang penentuan luasan optimal hutan kota sebagai penyerap gas CO_2 di Kota Palembang, Sumatera Selatan. Apriani (2009) melakukan penelitian tentang penentuan luas hutan kota berdasarkan penyerapan karbondioksida di Pasirpengaraian Kabupaten Rokan Hulu Provinsi Riau. Rushayati, Dahlan dan Hermawan (2010) melakukan penelitian mengenai polutan udara di Kota Bandung serta Rushayati, Alikodra, Dahlan dan Purnomo (2010) tentang ameliorasi iklim mikro di kota Bandung.

Dengan banyaknya penelitian tentang isu lingkungan dan lokasi kota yang beragam di seluruh Indonesia, diharapkan pemerintah kota dan kabupaten di Indonesia dapat menerapkan hasil-hasil penelitian untuk menjadikan kualitas





Sumber: Hasil analisis

Gambar 4a. Luasan Hutan Kota yang Dibutuhkan, jika Menggunakan Pohon Berdaya Rosot Tinggi. Gambar 4b. Simulasi Konsentrasi Gas CO_2 jika yang Digunakan Pohon Berdaya Rosot Tinggi

lingkungan kota semakin baik dengan memperhatikan kecukupan luasan hutan kotanya, sehingga kualitas dan masa depan bangsa Indonesia semakin cerah dan kuat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa

1. Luasan areal hutan kota yang dibutuhkan sebagai rosot gas CO_2 antropogenik yang dihasilkan dari bahan bakar minyak dan gas di Kota Bogor bervariasi menurut waktu dan daya rosot berdasarkan jenis pohon.
2. Penanaman dengan jenis berdaya rosot sangat tinggi betul-betul efektif dalam menurunkan konsentrasi ambien gas CO_2, sedangkan jika yang ditanam jenis pohon berdaya rosot tinggi kurang efektif, karena konsentrasi gas CO_2 akan meningkat kembali.
3. Kebutuhkan luasan areal hutan kota menjadi lebih sempit, jika yang digunakan pohon berdaya rosot sangat tinggi, sedangkan jika yang digunakan pohon berdaya rosot tinggi membutuhkan luasan yang lebih besar.

Agar hutan kota betul-betul efektif dalam menanggulangi masalah lingkungan akibat meningkatnya konsentrasi gas CO_2 sebagai akibat meningkatnya jumlah emisi gas CO_2 sementara luasaan RTH terus menurun, maka dalam pembangunan hutan kota disarankan untuk menggunakan jenis pohon berdaya rosot sangat tinggi antara lain Trembesi (*Albizia saman* atau *Samanea saman*) seperti yang tengah digalakkan belakangan ini oleh Presiden RI Susilo Bambang Yudhoyono.

Saran yang diajukan selanjutnya adalah perlunya penelitian untuk mendapatkan jenis pohon dengan daya rosot yang sangat tinggi, selain Trembesi dan *Cassia sp*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Prof. Dr. Cecep Kusmana, Prof. Dr Didy Sopandie dan Dr Setyo Pertiwi untuk saran dan bimbingan yang sangat bermanfaat serta kepada World Wildlife Indonesia dan PT ASTRA International Tbk untuk bantuan pendanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Apriani, H. (2009). Penentuan Luas Hutan Kota Berdasarkan Penyerapan rbondioksida di Pasirpengaraian Kabupaten Rokan Hulu Provinsi Riau. *Skripsi*. Fakultas Kehutanan, IPB.

Bentsen, P., A.C. Lindholst and C.C. Konijnendijk. (2010). Reviewing Eight Years of Urban Forestry & Urban Greening: Taking stock, looking ahead. *Urban Forestry & Urban Greening. Volume 9, Issue 4: 273-280*.

Brack, C.L. (2002). Pollution Mitigation and Carbon Sequestaration by an Urban Forest. *J. Environ. Pollut*. 116: 195-200.

[CDIAC] *Carbon Dioxide Information Analysis Center*. (2005). *Frequently Asked Global Change Questions*, [online], dari http://cdiac.esd.ornl.gov/pns/faq.html. [August 2010].

Dahlan, E.N. (1992). *Hutan Kota untuk Pengelolaan dan Peningkatan Kualitas Hidup*. APHI-IPB Press.

_____ . (2002). *Membangun Kota Kebun Bernuansa Hutan Kota*. IPB Press.

_____ . (2007). Penentuan Kebutuhan Luasan Hutan Kota sebagai Sink CO_2 Antropopgenik dari Bahan Bakar Minyak dan Gas dengan Pendekatan Sistem Dinamik di Kota Bogor. *Disertasi*. Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.

[DEFRA]. (2005). *Guidelines for Company Reporting on Greenhouse Gas Emissions. Annex 1 - Fuel Conversion Factors*, [online], dari Http://www.defra.gov.uk/ environment/business/ envrp/gas/05.htm. [September 2010].

Helms, J.A. (1998). *The Dictionary of Forestry*. The Society of American Foresters, Bethesda.

Http://www.physics.uci.edu/~silverma/resourxces.ppt. (2007). [online]. [September 2011].

Http://www.beritajakarta.com/v_ind/berita_print.asp?nNewsId=39672. [online]. [Oktober 2011].

Johnston, M. (1996). A Brief History of Urban Forestry in the United States. *Arboricultural Journal* 20: 257–278.

Konijnendijk, C.C. (2003). A Decade of Urban Forestry in Europe. *Forest Policy and Economics* 5: 173–186.

Malcolm, J.R C. Liu, R.P. Neilson, L. Hansen, L. Hannah. (2006). Endemic Species from Biodiversity Hotspots. *Conservation Biology* Vol. 20, Issue 2: 538–548.

McPherson, E. G. (1998). Atmospheric Carbon Dioxide Reduction by Sacramento's Urban Forest. *J. Arboric*. 24(4): 215-223.

McPherson, E.G, D. J. Nowak dan R. A. Rowntree. (1994). *Chicago's Urban Forest Ecosystem: Results of the Chicago Urban Forest Climate Project*. United States Department of Agriculture Forest Service Northeastern Forest Experiment Station General Technical Report N E- 186.

McPherson, E. G. dan J. R. Simpson. (1999). *Carbon Dioxide Reduction through Urban Forestry: Guidelines for Professional and Volunteer Tree Planters*. United States Department of Agriculture Forest Service. Pacific Southwest Res. Sta.

Meinshausen, M., N. Meinshausen, W. Hare, S.C.B. Raper, K. Frieler, R. Knutti, D. J. Frame dan M. R. Allen. (2009). Greenhouse Gas Emission Targets for Limiting Global Warming to 2°C. *Nature* 458: 1158-1162.

Miller, R.W. (1997). *Urban Forestry: Planning and Managing Urban Green Spaces*. second ed. Prentice Hall, New Jersey.

Nowak, D.J. dan D. E. Crane. (2011). Carbon Storage and Sequestration by Urban Trees in the USA. *Environ Pollut.* Vol. 116, Issue 3: 381-389.

Pall, P., T. Aina, D.A. Stone, P.A. Stoot, T. Nozawa, A.G.J. Hilberts, D. Lohman and M.R. Allen. (2011). Anthropogenic Greenhouse Gas Contribution to Flood Risk in England and Wales in Autumn 2000. Nature 470: 382–385. [online]. dari http://www.nature.com/nature/journal/v470/n7334/abs/nature09762.html. [17 March 2011].

Pataki, D.E., P.C. Emmi, C.B. Forster, J.I. Mills, E.R. Pardyjak, T.R. Peterson, J.D. Thompson and E. Dudley-Murphy. (2009). An Integrated Approach to Improving Fossil Fuel Emissions Scenarios with Urban Ecosystem Studies. *Ecol. Complex*. 6: 1-14.

Regina Urban Forest Management Strategy. (2000). Urban Forest. http://www.tcf-fca.ca/programs/urbanforestry/cufn/Resources_Canadian/ReginaUFMS.pdf. [Desember 2011].

Rosa, D.S. (2005). Penentuan Luasan Optimal Hutan Kota Sebagai Penyerap Gas CO_2. Studi Kasus di Kota Palembang, Sumatera Selatan. *Skripsi*. Fakultas Kehutanan, IPB.

Rushayati, S.B., E. N. Dahlan dan R. Hermawan. (2010). Ameliorasi Iklim Melalui Zonasi Hutan Kota Berdasarkan Peta Sebaran Polotan Udara. *Forum Geografi*, Vol. 24, No. 1, Juli, pp 73 – 84.

Rushayati, S.B., H. S. Alikodra, E.N. Dahlan dan H. Purnomo. (2010). Pengembangan Ruang Terbuka Hijau Berdasarkan Distribusi Suhu Permukaan di Kabupaten Bandung. *Forum Geografi*, Vol. 25, No. 1, 18 Juli 2011: 17 – 26.

Santosa, I. (2004). Model Penyebaran Pencemaran Udara dari Kendaraan Bermotor Menggunakan Metode Volume Terhingga: Studi Kasus di Kota Bogor. *Disertasi*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. *Disertasi*. Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.

Sasmojo, S dan M. Tasrif. (1991). CO_2 Emissions Reduction by Price Deregulation and Fossil Fuel Taxation: A case Study of Indonesia. *Energy Policy*. Vol. 19, Issue 10: 970-977.

Syakuroh, U. (2004). Emisi Gas Rumah Kaca di Wilayah Kabupaten Bogor. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

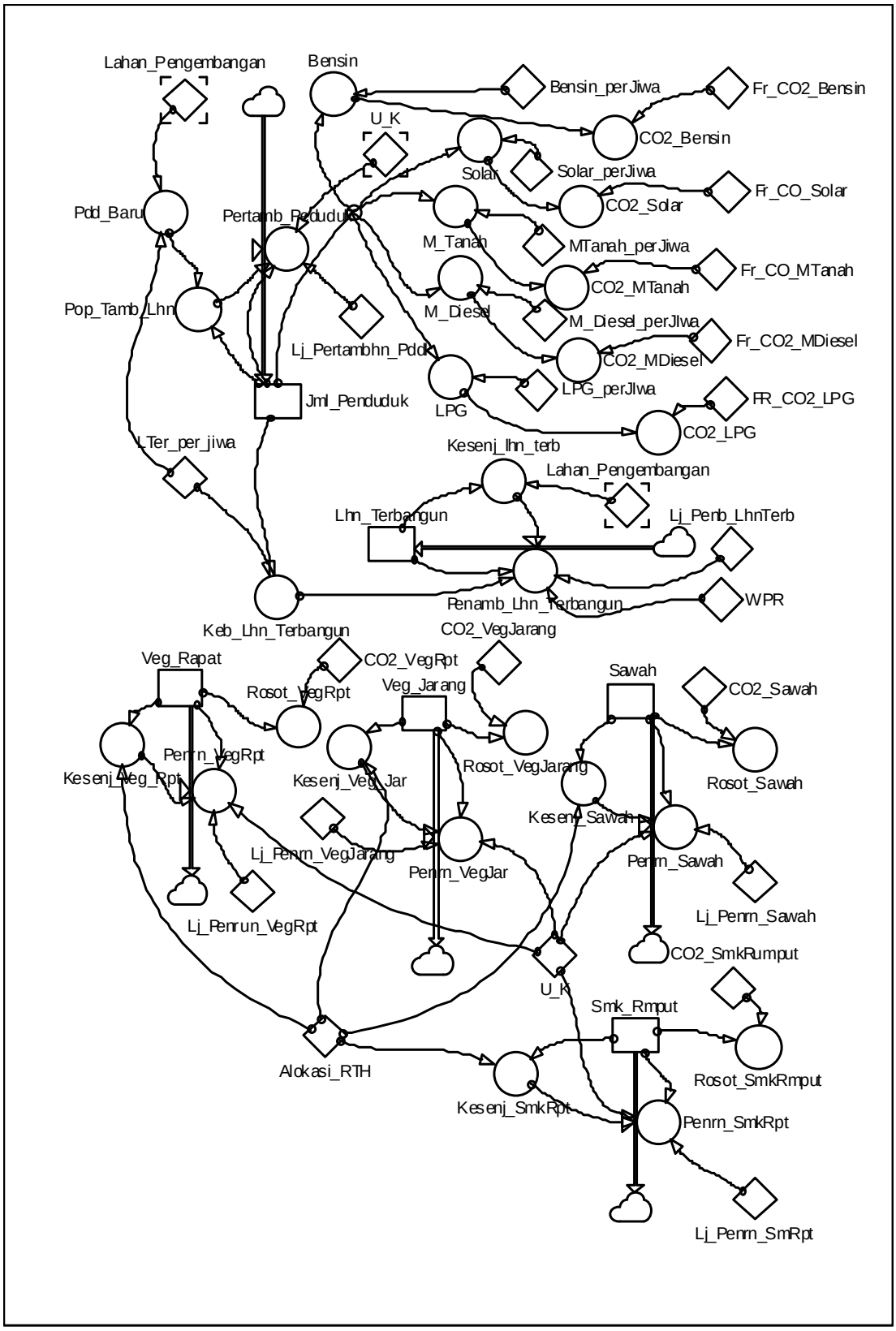
The National Energy Foundation. (2005). Simple Carbon Calculator. [online] dari http://www.nef.org.uk/greencompany/co2calculator.htm [Desember 2010].

Trenbeth. (1981). *Current Atmospheric Carbon Dioxide*, [online], dari Http://www.cdiac.esd.ornl.gov/ftp/maunaloa-CO2/maunaloa.CO2, dan Http://www.radix.net/~bobg/faqs/scq. CO2rise.html [Desember 2010].

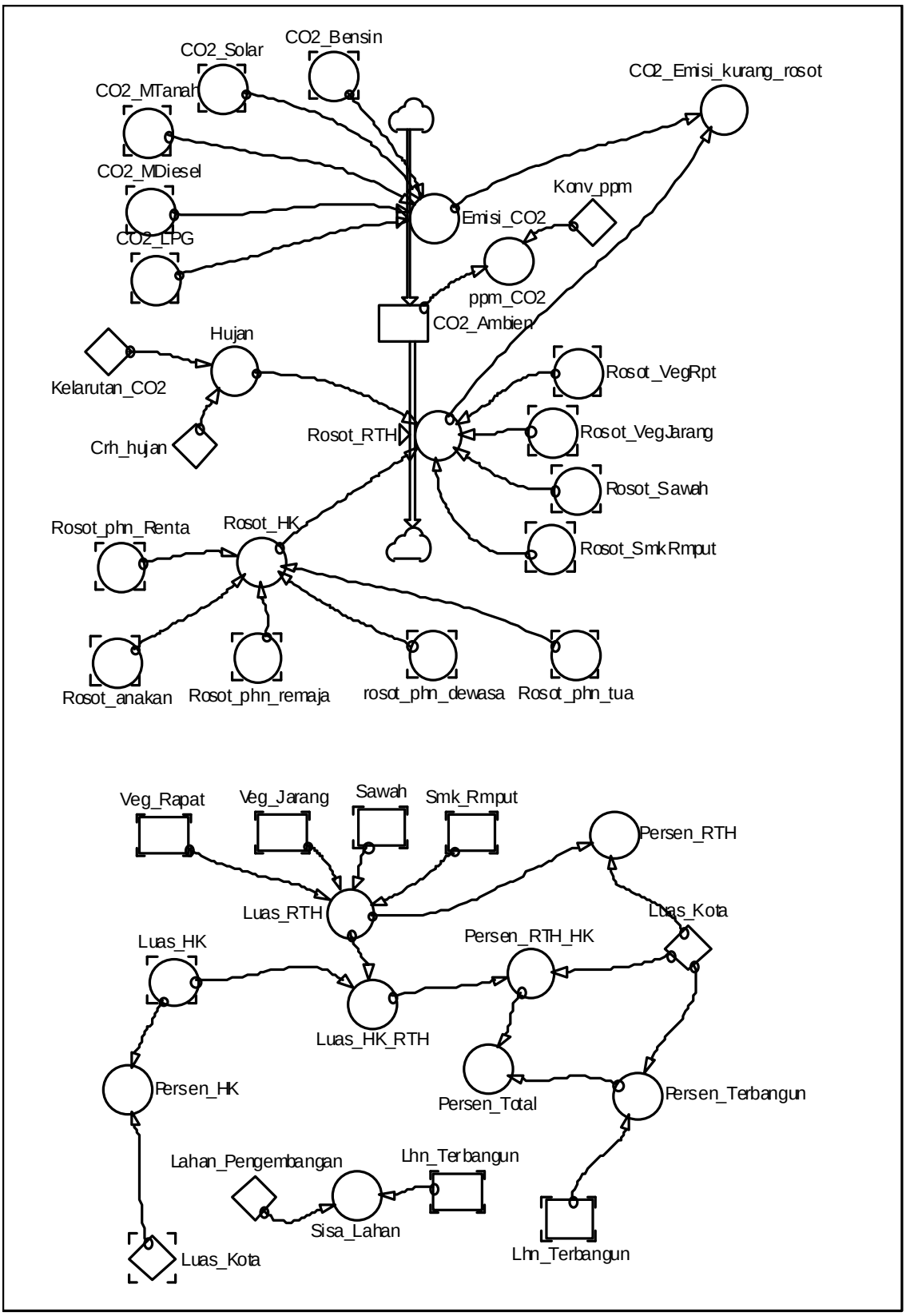
Wikipedia. (2010) *Urban Forest*, [online], dari: http://en.wikipedia.org/wiki/ Urban_forest. [Nopember 2010].

Zhang, Y., Y. Xu, W. Dong, L. Cao, M. Sparrow. (2006). A Future Climate Scenario of Regional Changes in Extreme Climate Events over China Using the PRECIS Climate Model. *Geophysical Research Letters* Vol. 33, Issue: 24: 21101-21109.

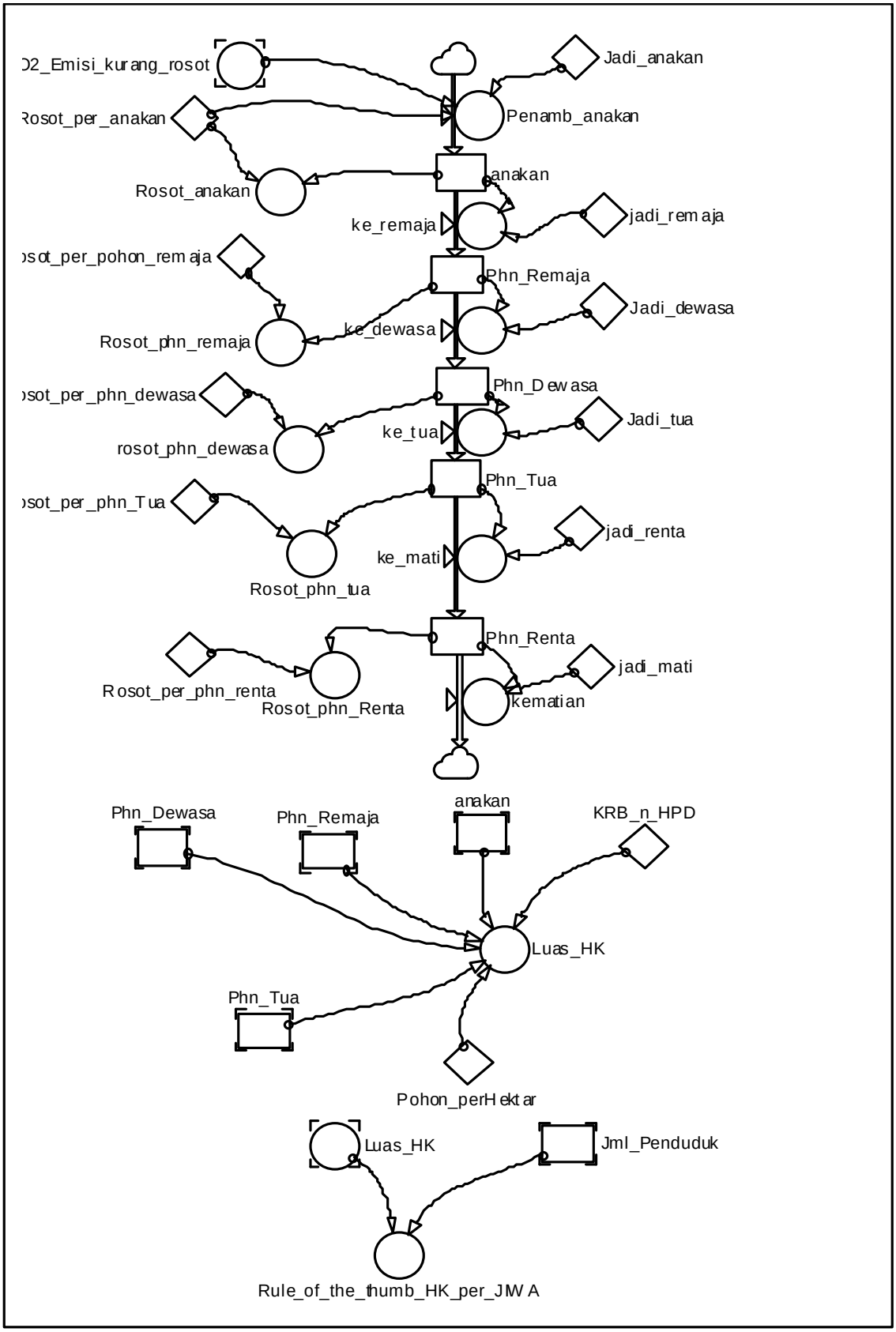
Lampiran. Diagram Alir Powersim Hubungan Populasi Manusia, Bahan Bakar, Gas CO_2, Lahan Terbangun, Vegetasi Rapat, Vegetasi Jarang, Semak dan Rumput, Sawah dan Hutan Kota dengan Berbagai Stadia



Lanjutan


CO2_Solar
CO2_Bensin
CO2_Emisi_kurang_rosot
CO2_MTanah
CO2_MDiesel
Konv_ppm
Emisi_CO2
CO2_LPG
ppm_CO2
CO2_Ambien
Hujan
Kelarutan_CO2
Rosot_VegRpt
Rosot_RTH
Rosot_VegJarang
Crh_hujan
Rosot_Sawah
Rosot_phn_Renta
Rosot_HK
Rosot_SmkRmput
Rosot_anakan
Rosot_phn_remaja
rosot_phn_dewasa
Rosot_phn_tua
Veg_Rapat
Veg_Jarang
Sawah
Smk_Rmput
Persen_RTH
Luas_RTH
Luas_Kota
Luas_HK
Persen_RTH_HK
Luas_HK_RTH
Persen_HK
Persen_Total
Persen_Terbangun
Lahan_Pengembangan
Lhn_Terbangun
Sisa_Lahan
Luas_Kota
Lhn_Terbangun

Lanjutan


D2_Emisi_kurang_rosot
Jadi_anakan
Rosot_per_anakan
Penamb_anakan
anakan
Rosot_anakan
ke_remaja
jadi_remaja
osot_per_pohon_remaja
Phn_Remaja
Jadi_dewasa
ke_dewasa
Rosot_phn_remaja
Phn_Dewasa
osot_per_phn_dewasa
Jadi_tua
ke_tua
rosot_phn_dewasa
Phn_Tua
osot_per_phn_Tua
jadi_renta
ke_mati
Rosot_phn_tua
Phn_Renta
jadi_mati
Rosot_per_phn_renta
Rosot_phn_Renta
kematian
Phn_Dewasa
Phn_Remaja
anakan
KRB_n_HPD
Luas_HK
Phn_Tua
Pohon_perHektar
Luas_HK
Jml_Penduduk
Rule_of_the_thumb_HK_per_JIWA

APLIKASI ESDA UNTUK STUDI VARIABILITAS SPASIAL HUJAN BULANAN DI JAWA TIMUR

Application of Exploratory Spatial Data Analysis to Study The Spatial Variability of Monthly-Rainfall in East Java Region

Indarto
Lab. Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan (TPKL), PS Teknik Pertanian
Universitas Negeri Jember
E-mail: indarto.ftp@unej.ac.id

ABSTRACT

This article expose the spatial variability of monthly-rainfall (MR) in East Java region. Monthly rainfall data were collected from 943 pluviometres spread around the regions. Spatial statistics analysed by means of ESDA (Exploratory Spatial Data Analysis) techniques available on Geostatistical Analyst extention of ArcGIS (9.3). Statistical tools exploited to analise the data include: (1) Histogram, (2) Voronoi Map, and (3) QQ-Plot. The result show that histogram and QQ-Plot of Monthly Rainfall data are leptocurtosis. Statistical value obtained from the analysis are: minimum = 54 mm/month, average = 155,5 mm/month, maximum = 386 mm/month, and median = 150 mm/month. Other statistical value summarised are: standard deviation = 44,2 ; skewness = 0,95; dan curtosis = 5,09. Finally, monthly rainfall-maps are produced by interpolating the data using Inverse Distance Weighed (IDW) interpolation method. The research demonstrate the capability and benefit of those statistical tool to describe detailed spatial variability of rainfall.

Keywords: spatial variability, Monthly Rainfall, ESDA, East Java

ABSTRAK

Artikel memaparkan variabilitas spasial hujan-bulanan di Jawa Timur. Data hujan bulanan diperoleh dari 943 lokasi stasiun hujan yang tersebar merata di seluruh wilayah Provinsi Jawa Timur. Analisa spasial dilakukan menggunakan tool ESDA (Exploratory Spatial Data Analysis) yang ada pada ArcGIS Geostatistical Analyst. Tool yang digunakan mencakup: Histogram, Voronoi Map, QQ-Plot dan Trend Analysis. Hasil analisa menunjukkan histogram dan normal QQPlot untuk hujan bulanan relatif condong ke kanan dibandingkan dengan distribusi normal. Nilai statistik hujan bulanan yang diperoleh, minimal = 54 mm/bulan, maksimal = 386 mm/bulan, rerata dari seluruh stasiun untuk semua periode = 155,5 mm/bulan, dan nilai median = 150 mm/bulan. Histogram juga menampilkan nilai standar deviasi = 44,2; koefisien skewness = 0,95; dan koefisien curtosis sebesar (5,09). Selanjutnya, peta hujan bulanan diproduksi dengan menginterpolasi data hujan tersebut menggunakan metode interpolasi IDW. Penelitian menunjukkan bahwa aplikasi: histogram, Voronoi Map, QQPlot dan interpolasi IDW dapat menggambarkan variabilitas spasial hujan pada suatu wilayah lebih detail.

Kata kunci: variabilitas spasial, hujan bulanan, ESDA, Jawa Timur

PENDAHULUAN

Hujan merupakan bagian dari daur hidrologi yang banyak berpengaruh terhadap kehidpan termasuk kejadian bencana (Anna, Suharjo, dan Cholil, 2011). Fenomena hujan bervariasi sebagai fungsi ruang (varibilitas Spasial) dan waktu (variabilitas temporal). Variabilitas temporal hujan dapat diamati dan dideskripsikan dengan malakukan analisa rentang waktu *(time series analysis)* terhadap suatu seri data hujan dengan periode rekaman yang memadai.

Variabilitas spasial hujan umumnya digambarkan dalam suatu peta yang menggambarkan distribusi hujan per sub-wilayah. Variabilitas spasial hujan dapat dideskripsikan dengan melakukan analisa spasial. Ada banyak metode terkait dengan pegolahan data yang bervariasi terhadap ruang secara statistik. Salah satu-nya adalah teknik yang dikenal sebagai ESDA (*Exploratory Spatial Data Analysis)*. Konsep ESDA merupakan pengembangan dari EDA *(Exploratory Data Analysis)*.

EDA dan ESDA pada prinsipnya sama-sama merupakan analisa statistik. Perbedaannya, pada ESDA/ESTDA nilai dan visualisasi statistik terintegrasi dengan nilai dan visualisasi peta yang dianalisa. Perangkat lunak EDA umumnya tidak menyediakan alat untuk visualisasi data secara spasial. Sementara, teknik ESDA dapat digunakan untuk menganalisa data dalam berbagai cara (sudut pandang). Sebelum membentuk luasan, ESDA memungkinkan kita untuk memahami lebih mendalam fenomena yang sedang kita analisa, sehingga keputusan yang kita ambil terkait dengan data, dapat lebih tepat.

Ada berbagai analisa statistik di dalam konsep ESDA. Misalnya, ESDA dapat digunakan untuk memplotkan distribusi data, melihat kecenderungan global dan lokal, meng-evaluasi autokorelasi spasial *(spasial auto-correlation)*, memahami covarian diantara beberapa seri data (de Smith *et.al*., 2007).

Analisa paling sederhana di dalam EDA adalah membuat ringkasan nilai statistik dari suatu seri data atau dalam konteks data spasial (ESDA) adalah ringkasan dari atribut tabel atau nilai-grid.

Analisa dalam bentuk grafik umumnya berupa: *histogram, pie charts, box plots dan/ atau scatter plot*. Tidak satupun grafik di atas menunjukkan secara *explsit* perspectif spasial dari suatu set-data, tetapi jika ada fasilitas untuk menghubungkan data tersebut dengan peta dan tabel, maka data-data tersebut dapat lebih bermakna untuk analisa spasial. ESDA memfasilitasi analisa tersebut. Pemilihan terhadap objek melalui *linking* dapat dilakukan secara otomatis (melalui pemrograman) atau didefinisikan oleh pengguna *(user defined)* melalui grafik. Teknik yang ke dua disebut "brushing", dan umumnya mensyaratkan pemilihan sejumlah objek (mis, titik) dari tampilan layar monitor dengan luasan tertentu (mis: rectangular shape) (de Smith et al., 2007).

Fasilitas seperti tersebut di atas telah diimplementasikan pada banyak perangkat lunak misalnya: *ArcGIS Geostatistical Analyst* (Johnston, K et al., 2001), GeoDa (https://geoda.uiuc.edu), GS+™ (Robertson, 2008), SatScan (http://www.satscan.org), dan STARS (http://regal.sdsu.edu/index.php/ main/STARS).

Teknik ESDA dapat digunakan untuk lebih memahami bagaimana data terdistribusi secara spasial dan telah dipergunakan pada berbagi bidang kehidupan, misalnya: analisis kebijakan publik, pemasaran, ilmu sosial, epidemiologi, dan geologi. Contoh manfaat ESDA dalam bidang geologi misalnya, ahli geologi pertambangan menganalisis sejumlah titik ekstraksi untuk menyimpulkan daerah baru yang berpotensi kaya minyak, gas, atau mineral menggunakan tool yang disebut sebagai Geostatistik. Pada kasus Epidemiologi,

misalnya, ESDA digunakan untuk memprediksi seberapa jauh resiko yang ditanggung oleh orang yang tinggal berdekatan dengan instalasi Nuklir. Dalam hal ini, analisa statistik dapat dilakukan dengan membandungkan antara lain distribusi penyakit kanker vs jarak dari sumber radiasi. Selanjutnya overlay informasi dapat memberikan hasil yang memadai (Lowe, 2008).

Artikel ini memaparkan aplikasi ESDA untuk mendeskripsikan variabilitas spasial suatu fenomena. Fenomena dalam hal ini adalah hujan bulanan. Analisa ESDA dilakukan dengan memanfaat *ArcGIS Geostatistical Analyst Extension*. Tool yang digunakan mencakup: *(1) Histogram, (2) Voronoi Map dan (3) QQPlot.* Hasil analisa ESDA diaharpkan dapat memberikan informasi tentang varibilitas spasial hujan di wilayah Jawa Timur, kecenderungan, dan distribusi hujan per sub-wilayah.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di seluruh wilayah provinsi Jawa Timur. Data hujan yang digunakan dalam penelitian berasal dari 943 alat ukur (penakar hujan/pluviometri/gelas ukur) yang ada di seluruh wilayah Jawa Timur. Data diperoleh dari Dinas PU Pengairan Provinsi Jawa Timur, melalui ke Sembilan (9) UPT PSAWS yang ada.

Lokasi alat ukur tersebut terdistribusi merata ke dalam (9) wilayah UPT PSAWS.

Input Data

Data hujan yang digunakan adalah hujan bulanan. Hujan rerata bulanan diperoleh dari data hujan setiap bulan selama periode 2 sampai 48 tahun. Karena analisa ini lebih fokus pada variabilitas spasial, maka masalah periode yang berbeda dianggap sudah mewakili satu rentang waktu. Sebaliknya, analisa lebih mementingkan distribusi lokasi dan jumlah stasiun hujan. Dari data tiap lokasi tersebut selanjutnya didapatkan nilai hujan rerata untuk bulan Januari sampai dengan bulan Desember.

Pada kasus ini, hujan rerata bulanan ditentu-kan dari jumlah hujan rerata Januari sd Desember dibagi 12. Penentuan hujan rerata bulan semacam ini dimaksudkan untuk mendapatkan satu data (ringkasan dari 12 bulan) yang dapat digunakan untuk mengukur variabilitas antar stasiun. Hujan rerata per bulan tetap dianalisa untuk menunjukkan perubahan variabilitas spasial hujan tiap bulannya.

Format Data

Data hujan selanjutnya direkam dalam tabel EXCEL. Identifikasi untuk tiap kolom dalam tabel tersebut adalah sebagai berikut: kolom ke 1 adalah: ID (No urut identifikasi); kolom ke 2 = Dtbs (kode stasiun hujan di dalam database); kolom ke 3 = mT (Meter Timur) atau koordinat (x) untuk sistem proyeksi UTM Zone 49S WGS84; kolom ke 4 = mU (Meter Utara) atau koordinat (y); kolom ke 5 = El(m) yang menunjukkan ketinggian lokasi stasiun hujan (satuan meter); kolom ke 6 = Pr(tahun) mewakili periode rekaman data (satuan tahunan); kolom ke 7-18= h-jan, h-feb, h-mar, h-apr, dst sd h-des menunjukkan nilai rerata hujan pada setiap bulan.

Semua data asalnya adalah dari pengukuran hujan harian yang dilakukan oleh para pengamat stasiun hujan yang ada di seluruh wilayah Jawa Timur dan dikoordinasikan oleh Dinas PU Pengairan Jawa Timur. Data tersebut diperoleh dari Dinas PU Pengairan Provinsi Jawa Timur.

Analisa ESDA

Analisa menggunakan tool statistik yang ada pada: *ArcGIS Geostatistical Analysis.*

Setelah data terformat dan dapat diintegrasikan dengan database ArcGIS (gambar 1), dilanjutkan dengan melakukan analisa ESDA melalui sub-menu *ExplorData*. Selanjutnya, dilakukan analisa: *(1) Histogram, (2) Voronoi Map dan (3) QQPlot.*

Finalisasi pembuatan peta hujan bulanan dilakukan dengan interpolasi data titik menjadi data luasan menggunakan metode *Inverse Distance Weighting (IDW)* yang tersedia pada tool yang sama. Dalam kasus ini, dipilih metode interpolasi menggunakan IDW dengan asumsi bahwa semakin dekat jarak antara dua titik stasiun hujan, semakin berkorelasi data hujan yang ada pada ke dua stasiun tersebut.

Hasil akhir analisa adalah peta distribusi spasial hujan rerata tiap bulan dan hujan rerata bulanan untuk seluruh wilayah Jawa Timur.

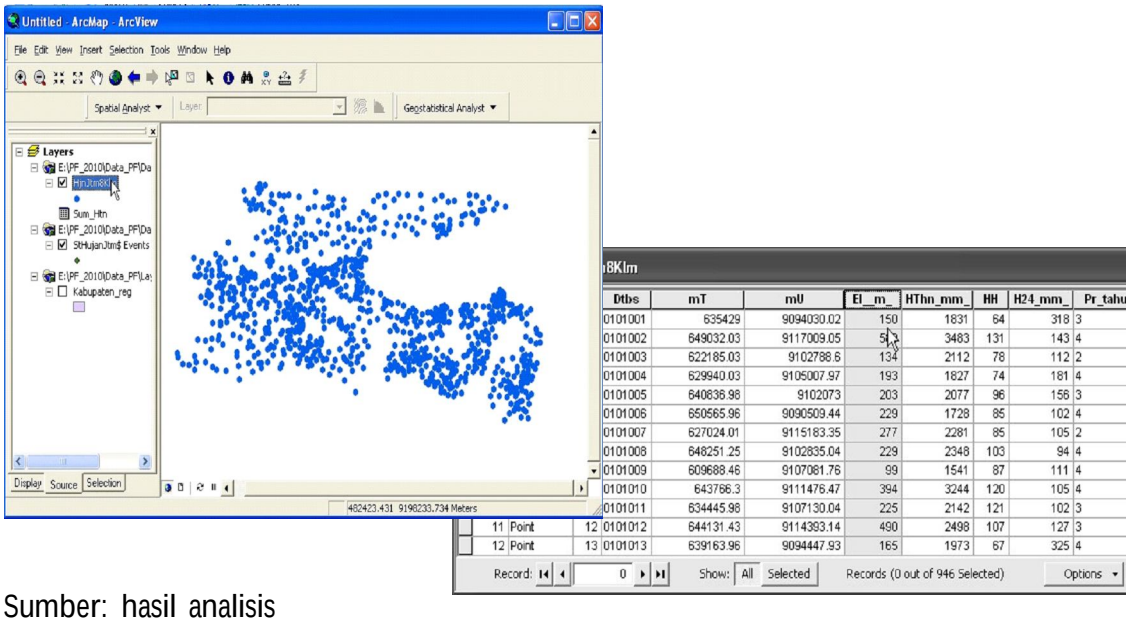
Tahap analisa mengikuti prosedur yang ada di dalam *ArcGIS Geostatistical Analyst*. Pada artikel ini hanya dibahas hasil analisa menggunakan: Histogram, Voronoi Map, Normal QQ-Plot dan General QQ-Plot.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Histogram

Histogram menampilkan distribusi frekuensi data dan menghitung nilai statistik utama. Distribusi Frekuensi *(Frequency Distribution)* adalah diagram batang yang menunjukkan seberapa sering suatu nilai data terjadi (frekuensi) untuk interval atau klas tertentu. Histogram ESDA juga memuat ringkasan nilai statistik *(statistic summary)*, dari suatu seri-data yang menggambarkan distribusi: lokasi (*location*), penyebaran (*spread*) *dan bentuk (shape)*. Distribusi lokasi menggambarkan pusat dan arah distribusi, yang digambarkan oleh nilai rerata *(mean)* dan *median*. *Mean* menggambarkan pusat distribusi. *Median* menunjukkan nilai tengah, dimana: 50% nilai berada di bawah median dan 50% berada di atas median.

Distribusi frekuensi juga dicirikan oleh bentuk *(shape)*, yang ditunjukkan oleh kemencengan (*coefficient of skewness) dan kurtosis. Skewness* mengukur tingkat simetri



Sumber: hasil analisis

Gambar 1. Integrasi Data ke Dalam Database ArcGIS

dari suatu distribusi. Distribusi frekuensi yang simetri (kiri dan kanan relatif seimbang), dikatakan memiliki nilai *skewness* = 0. Distribusi frekuensi dengan nilai *skewness positif* berarti condong ke kanan dan lebih banyak mempunyai nilai besar *(Johnston et al., 2001).*

Gambar 2, mengilustrasikan peran SD dan *variance* untuk menggambarkan sebaran data. Kurva merah (pada Gambar 2) menunjukkan suatu distribusi dengan nilai SD dan *variance* yang relatif kecil (bentuk kurva distribusi lebih runcing). Sedang kurva hitam menghasilkan nilai SD dan *variance* relatif besar dan bentuk kurva distribusi lebih tumpul (Johnston *et.al*., 2001).

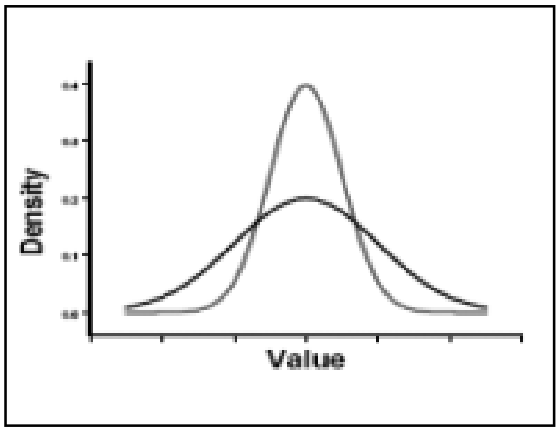
Sebaliknya, distribusi dengan nilai *skewness negatif* (Gambar 3) disebut sebagai condong ke kiri dan lebih banyak terdiri dari nilai-nilai kecil.

Kurtosis didasarkan pada bentuk dan ukuran distribusi. Kurtosis menjelaskan bagaimana suatu distribusi akan menghasilkan nilai ekstrem *(outliers)*. Kurtosis untuk distribusi normal = 3. Distribusi dengan bentuk relatif tebal disebut *Leptokurtisis, dimana* nilai kurtosis lebih besar dari 3. Distribusi dengan bentuk relatif kurus disebut *platykurtisis* dengan nilai kurtosis kurang dari 3 (Johnston *et.al*., 2001).

Sebagai contoh, Gambar 4 menampilkan histogram hujan-rerata-bulanan (HRB) hasil analisa ESDA. Gambar 4a menunjukkan ringkasan nilai statistik. Selanjutnya, diperoleh nilai HRB minimal = 53,9 mm/bulan dan maksimal = 386,08 mm/bulan. Sedangkan, nilai mean dari seluruh stasiun untuk semua periode adalah 155,5 mm/bulan dan nilai median = 150 mm/bulan.

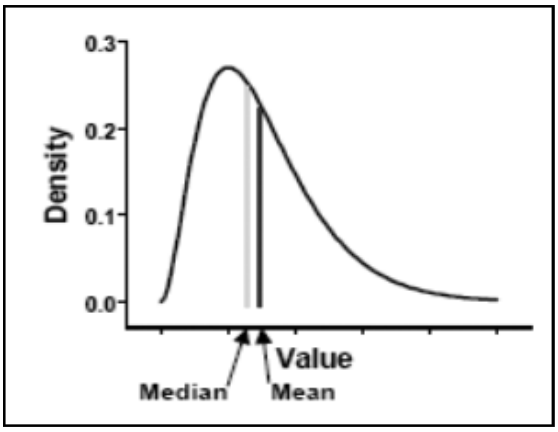
Nilai Standar Deviasi (SD) = 44,2, hal ini menunjukkan sebaran data yang relatif tidak merata ke semua skala (mengumpul di sekitar nilai rerata) dan menghasilkan bentuk grafik yang relatif runcing.

Histogram HRB (Gambar 4a) tergolong menceng ke kanan atau menceng ke arah positif, dengan nilai koefisien skewness = 0,95. Hal ini juga diperkuat oleh nilai rerata *(mean)* yang lebih tinggi dari nilai median-nya. Gambar 6a memperlihatkan distribusi hujan rerata bulanan dengan nilai kurtosis= 5,09 yang menunjukkan distribusi *leptokurtisis (thick-tailed)*.



Sumber: hasil analisis

Gambar 2. Effek Nilai SD dan Variance terhadap Bentuk Grafik Distribusi



Sumber: hasil analisis

Gambar 3. Histogram dengan Skewness Negatif

Selanjutnya, Gambar 4b menampilkan stasiun hujan dengan nilai HRB antara: 119 sd 153 mm/bulan. Lokasi alat ukur tersebut relatif tersebar merata ke seluruh wilayah (merupakan mayoritas nilai hujan rerata bulanan). Selanjutnya, Histogram untuk menggambarkan varibilitas spasial hujan tiap bulannya (Januari sd Desember) dapat dilakukan dengan cara yang sama.

Gambar (5) memperlihatkan distribusi stasiun dengan berbagai nilai HRB. Gambar (5a) memperlihatkan distribusi stasiun hujan dengan nilai HRB antara 53 sd 119 mm/bulan. Terlihat bahwa wilayah dengan nilai HRB rendah (<119 mm/bulan) tersebut meliputi sebagian besar wilayah Pantura Jawa Timur, wilayah tengah (Jombang, Nganjuk, Madiun, Bojonegoro, Ngawi) dan sebagian kecil Wilayah Pantai Selatan bagian timur (Jember & Lumajang).

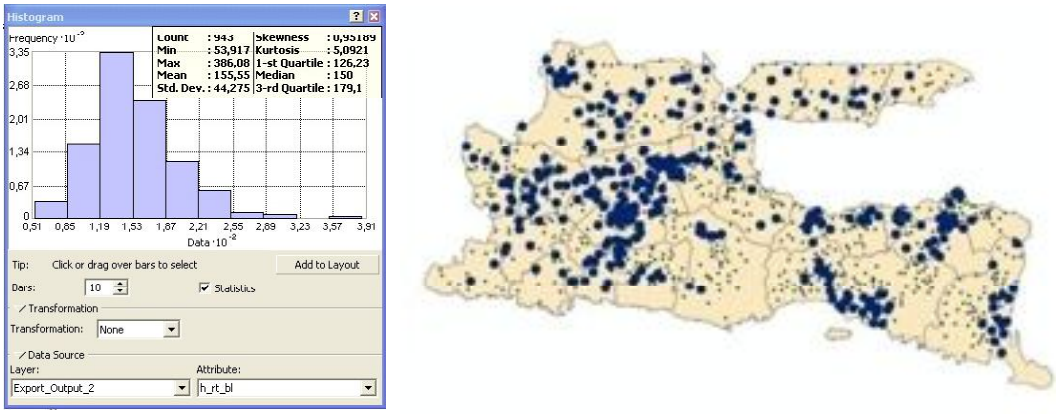
Gambar (5b) memperlihatkan distribusi stasiun hujan dengan nilai HRB >153 mm/bulan. Stasiun-stasiun tersebut lokasinya relatif tersebar merata ke seluruh wilayah, kecuali daerah Tuban, Lamongan, Gresik, dan Madura.

Gambar (5c) memperlihatkan distribusi spasial stasiun hujan dengan nilai HRB lebih dari 255 mm/bulan, yang terdistribusi hanya pada beberapa stasiun di wilayah Jawa Timur.

Voronoi Map

Voronoi map dibuat dari suatu seri poligon yang dibentuk mengelilingi tiap titik pengukuran. Poligon dibuat sedemikain rupa sehingga setiap lokasi di dalam poligon lebih dekat terhadap sampel titik tersebut, jika dibandingkan jaraknya terhadap titik lainnya. Setelah suatu poligon terbentuk, maka poligon-tetangga (*neighbors)*, didefinisikan sebagai semua poligon yang mengelilingi titik-titik sampel di sekitarnya dan berbatasan langsung dengan poligon yang dimaksud.

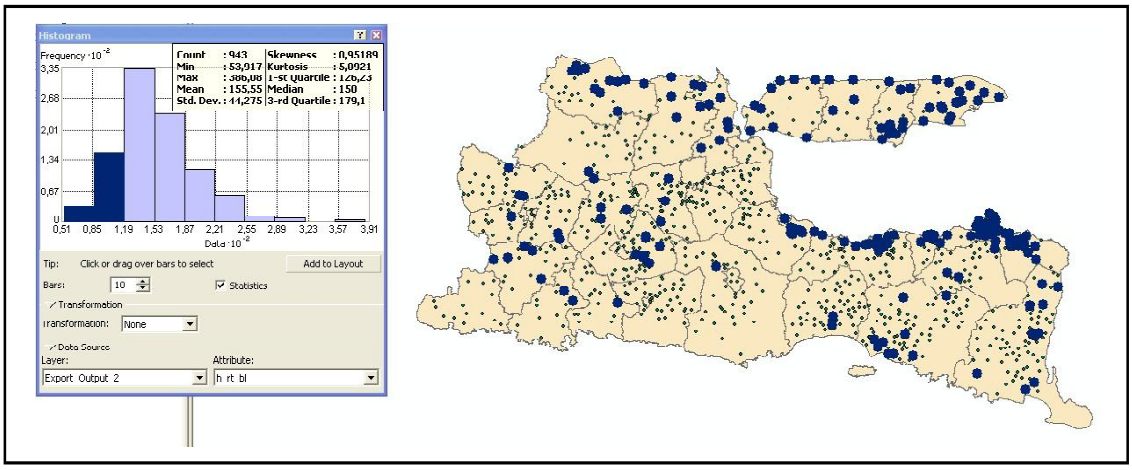
Dengan menggunakan konsep semacam ini, maka beberapa nilai statistik lokal dapat dihitung. Selanjutnya, cara perhitungan semacam ini diulangi untuk semua poligon dan poligon tetangga *(neighbors)*, seri warna menunjukkan nilai-relatif rerata lokal



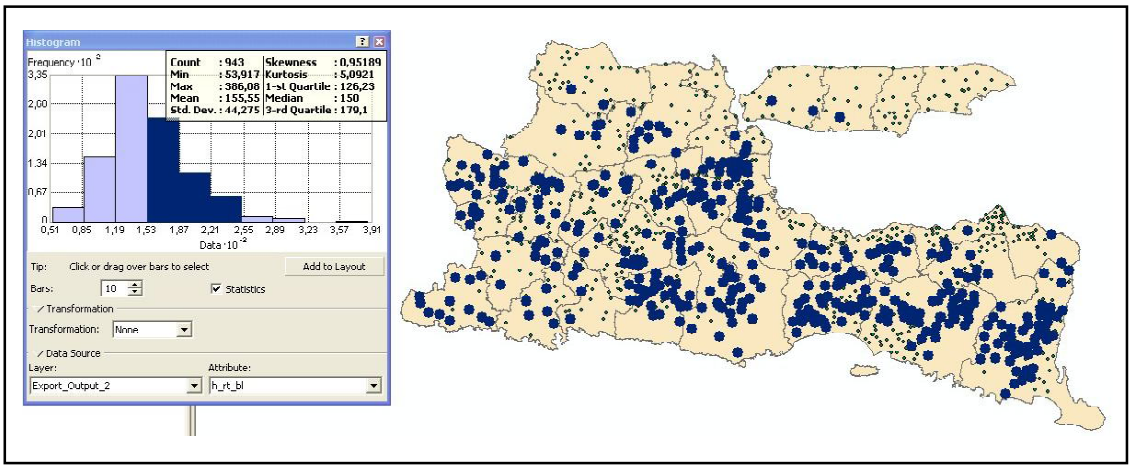
(a) (b)

Sumber: hasil analisis

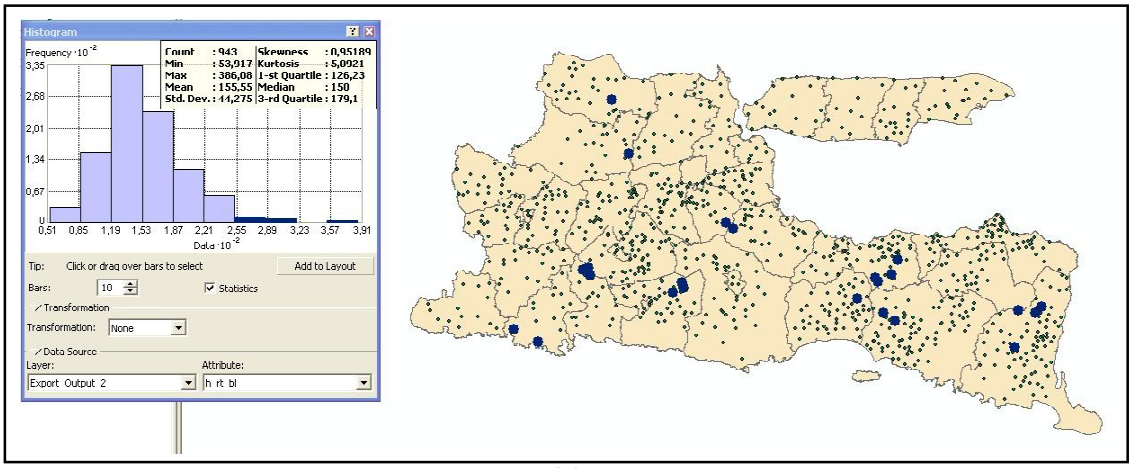
Gambar 4. Hasil Analisa Histogram Hujan Rerata Bulanan (HRB) memperlihatkan: (a) ringkasan nilai statistik umum, (b) sebaran stasiun hujan dengan nilai hujan rerata bulanan antara 119 sd 153 mm/bulan (mayoritas nilai)



(a)



(b)



(c)

Sumber: hasil analisis

Gambar 5. Hasil analisa histogram HRB yang menggambarkan distribusi spasial: (a) wilayah dengan nilai HRB <119 mm/bulan, (b) wilayah dengan nilai HRB >153 mm/bulan, dan (c) wilayah dengan nilai HRB >255 mm/bulan

tersebut, yang selanjutnya dapat menggambarkan daerah dengan nilai rerata tinggi atau rendah.

Voronoi Mapping Tool (VMT) di dalam *ArcGIS Geostatistical Analyst* menyediakan berbagai metode untuk penentuan dan perhitungan nilai polygon. Voronoi statistik digunakan untuk berbagai keperluan dan pada prinsipnya dapat dikelompokkan menjadi 4 kategori:

Local Smoothing	:	Mean, Mode, Median
Local Variation	:	Standard Deviation, Interquartile range, Entropy
Local Outliers	:	Cluster
Local Influence	:	Simple

QQ-Plot

QQPlots membandingkan kuantile dari dua distribusi dalam satu grafik. Ada dua jenis: **Normal QQPlot** dan **General QQPlot**.

Pada Normal QQPlot kuantile dari suatu seri-data dibandingkan dengan kuantile dari distribusi normal. Normal QQ-Plot dibuat dengan memplotkan nilai data terhadap nilai standard distribusi normal. Jika ke dua grafik mirip/identik, maka seri-data tersebut dapat diasumsikan memiliki distribusi normal. General QQPlot digunakan untuk mengukur similaritas distribusi dari dua seri-data. General QQPlot dibuat dengan memplotkan distribusi kumulatif nilai data dari dua seri-data tersebut (Johnston *et.al*., 2001).

Gambar 6, menampilkan grafik Normal QQ-Plot untuk HRB. Terlihat adanya sedikit penyimpangan dari distribusi normal, ter-utama pada nilai ekstrim rendah dan tinggi.

Titik-titik berwarna biru (Gambar 7) menunjukkan lokasi stasiun hujan yang terseleksi (yang menunjukkan penyimpangan dari distribusi normal).

Intepolasi Data

Analisa ESDA dilakukan untuk mempelajari karakteristik atau kecenderungan spasial suatu seri data. Setelah dilakukan ESDA, selanjutnya data hujan tersebut dapat diinterpolasi menggunakan salah satu metode interpolasi untuk membuat peta tematik hujan bulanan.

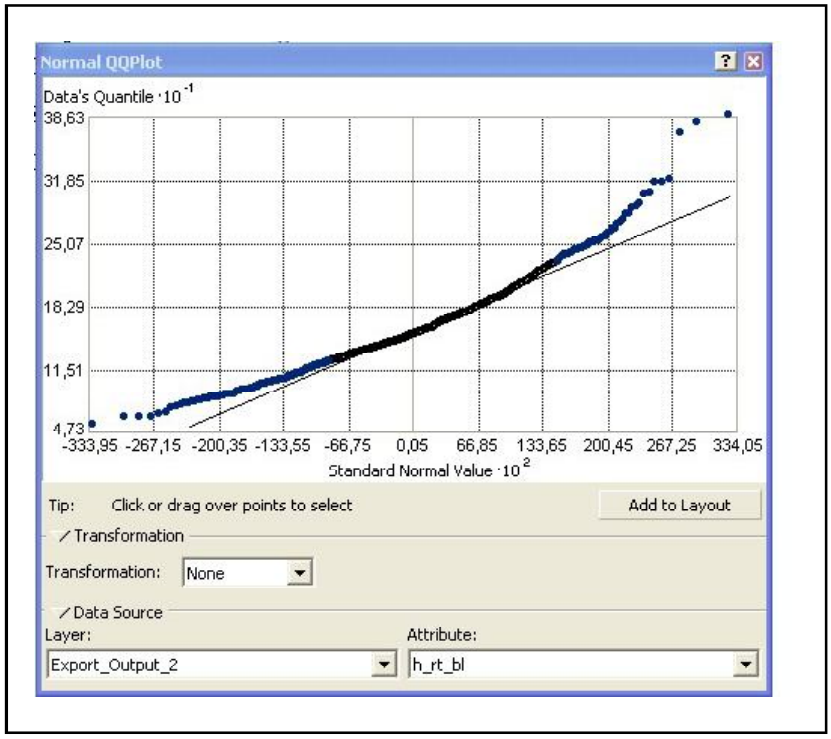
Gambar 8 sd 19 menampilkan peta distribusi spasial HRB di Jawa Timur. Peta dibuat dengan melakukan interpolasi data dari semua stasiun tersebut, menggunakan metode Interpolasi Inverse Distance Weigthing (IDW).

Gambar 8 menunjukkan awal musim penghujan jatuh pada bulan oktober, dan hanya terjadi pada beberapa wilayah bagian timur dari Jawa Timur, terutama pantai selatan (Banyuwangi, sebagian kecil Lumajang dan Jember). Hal ini ditandai dengan bagian peta yang berwarna biru. Selanjutnya, warna biru pada peta tersebut menjalar ke berbagai wilayah mulai bulan November (Gambar 9).

Puncak musim penghujan terjadi pada bulan Desember sd Februari, hal ini ditandai dengan intensitas hujan yang semakin merata di seluruh wilayah jatim, yang ditunjukkan oleh semakin meluasnya daerah berwarna biru muda dan biru tua pada peta (Gambar 10 sd 12). Musim hujan masih terasa pada beberapa wilayah sampai dengan bulan Maret.

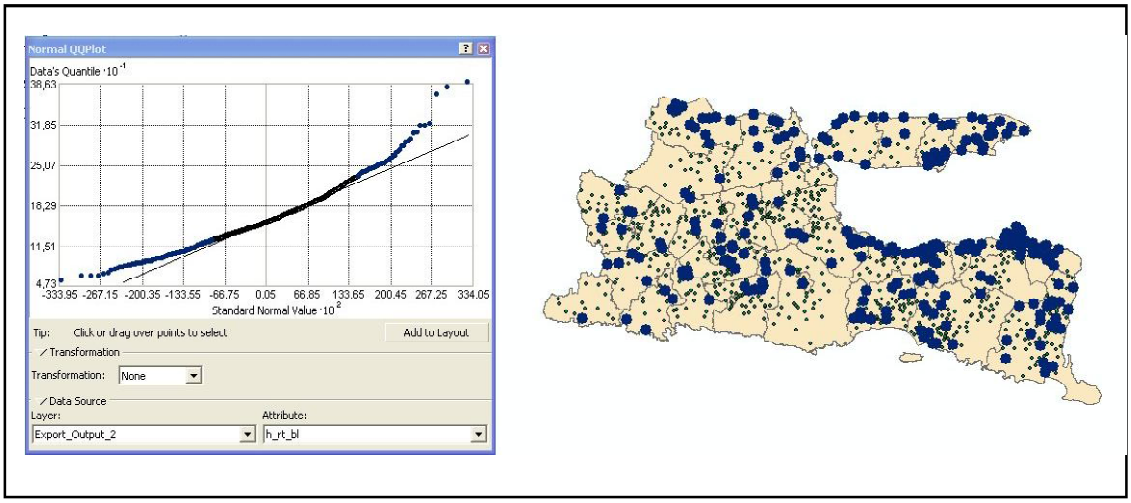
Transisi antara musim penghujan ke musim kemarau dimulai pada bulan April, dimana hujan yang jatuh mulai berkurang di sebagian besar wilayah Jawa Timur (< 200 mm/bulan). Pada bulan ini hanya sebagian kecil saja (di wilayah pegunungan) yang masih menerima hujan > 200 mm/bulan.

Musim kemarau dimulai pada bulan Mei, dimana > 60% wilayah di Jawa Timur menerima hujan < 100mm/bulan (Gambar 15). Puncak musim kemarau berlangsung antara bulan juni sd september, dimana



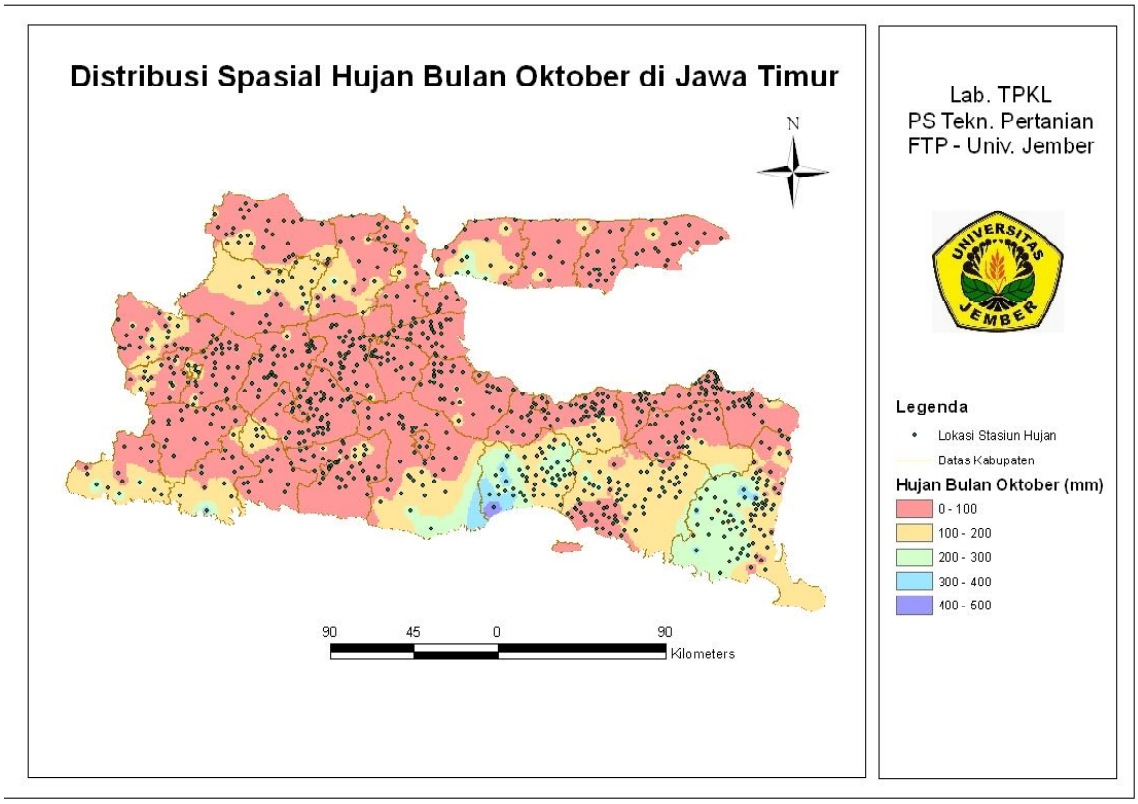
Sumber: hasil analisis

Gambar 6. Normal QQPlot Hujan Rerata Bulanan



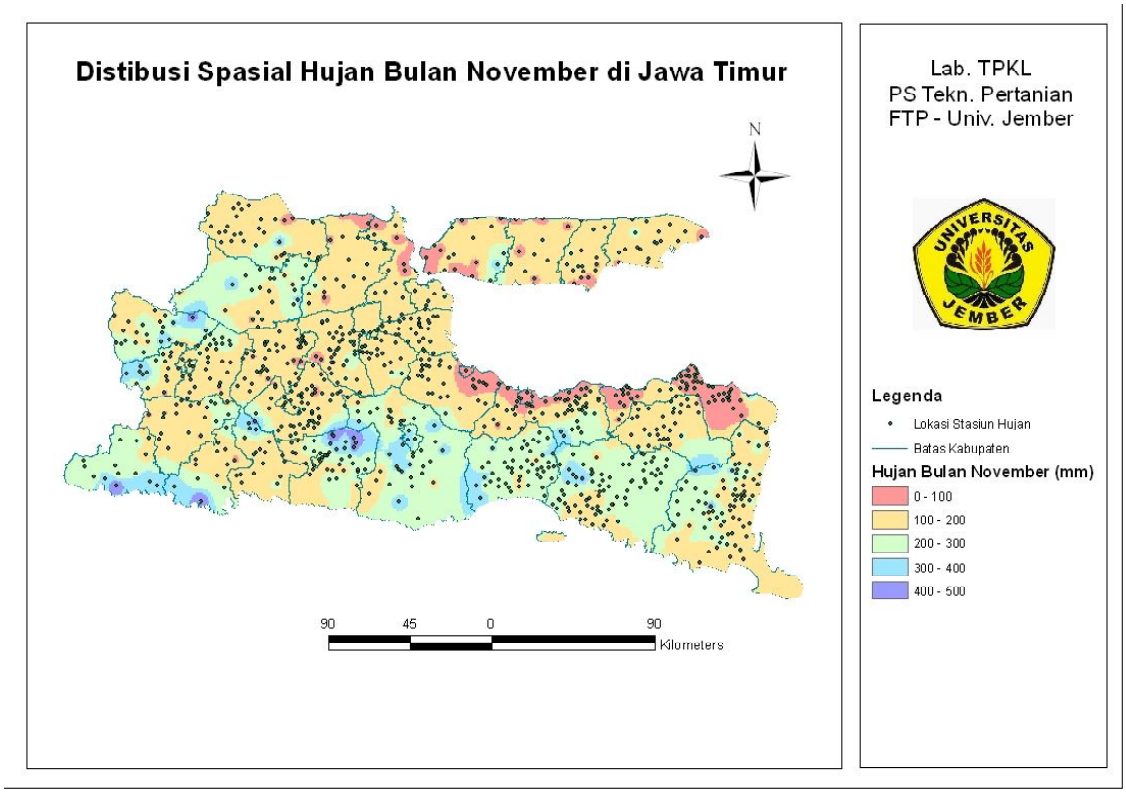
Sumber: hasil analisis

Gambar 7. Distribusi Spasial Stasiun Hujan dengan Nilai HRB Maksimum dan Minimum



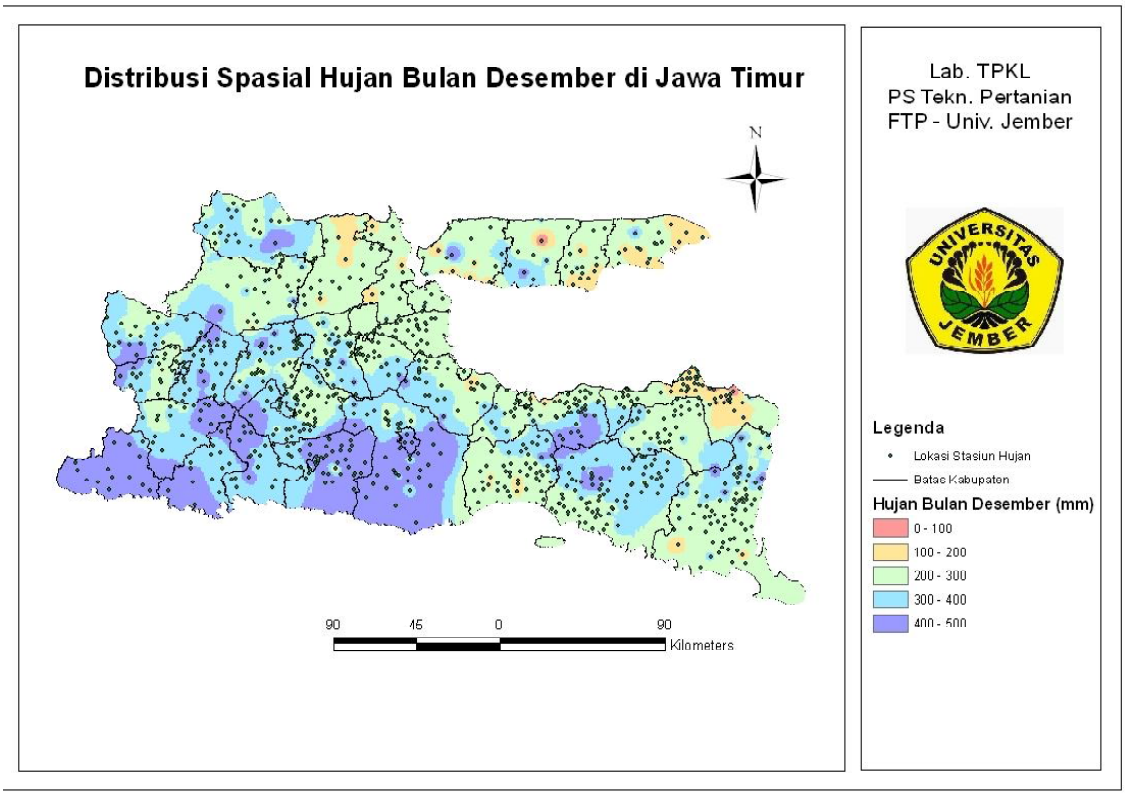
Sumber: hasil analisis

Gambar 8. HRB Oktober



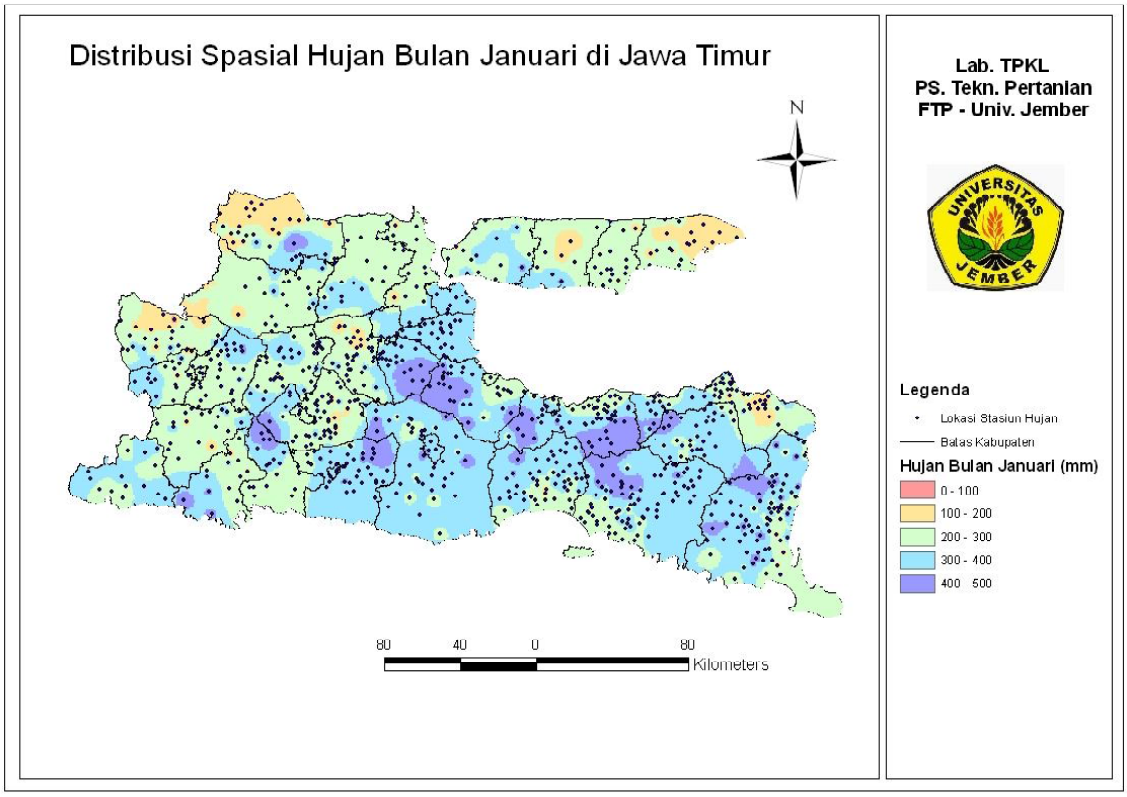
Sumber: hasil analisis

Gambar 9. HRB November



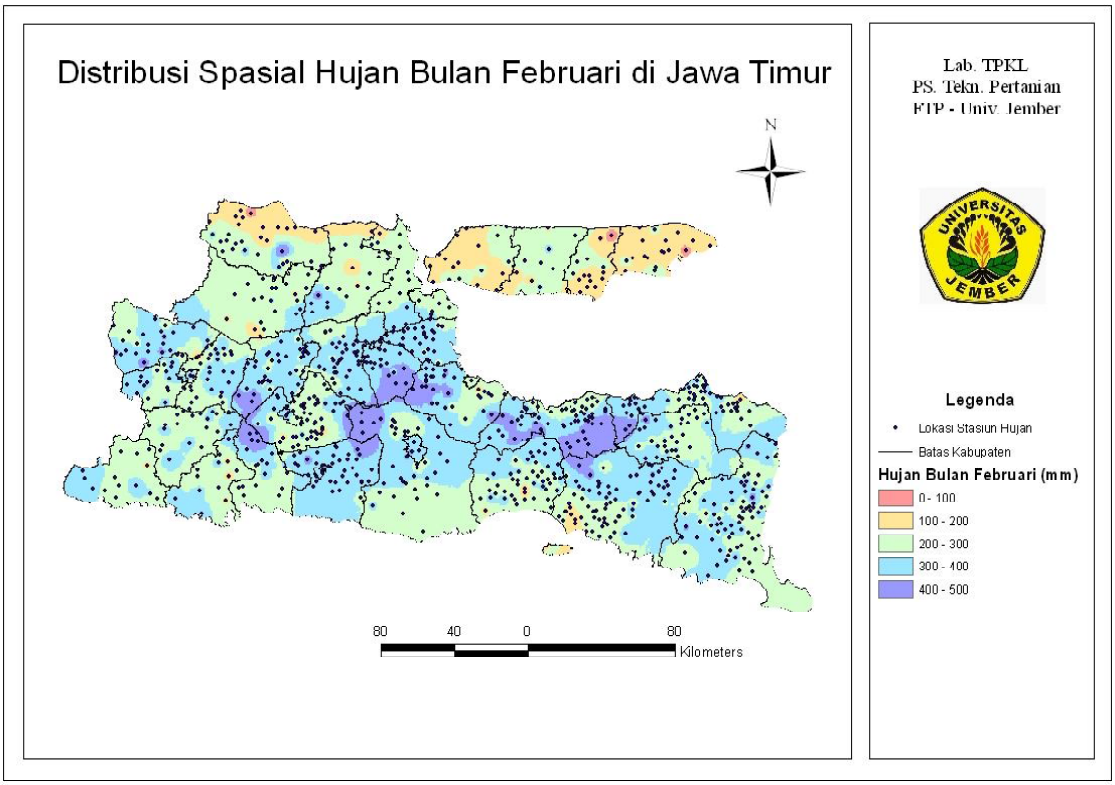
Sumber: hasil analisis

Gambar 10. HRB Desember



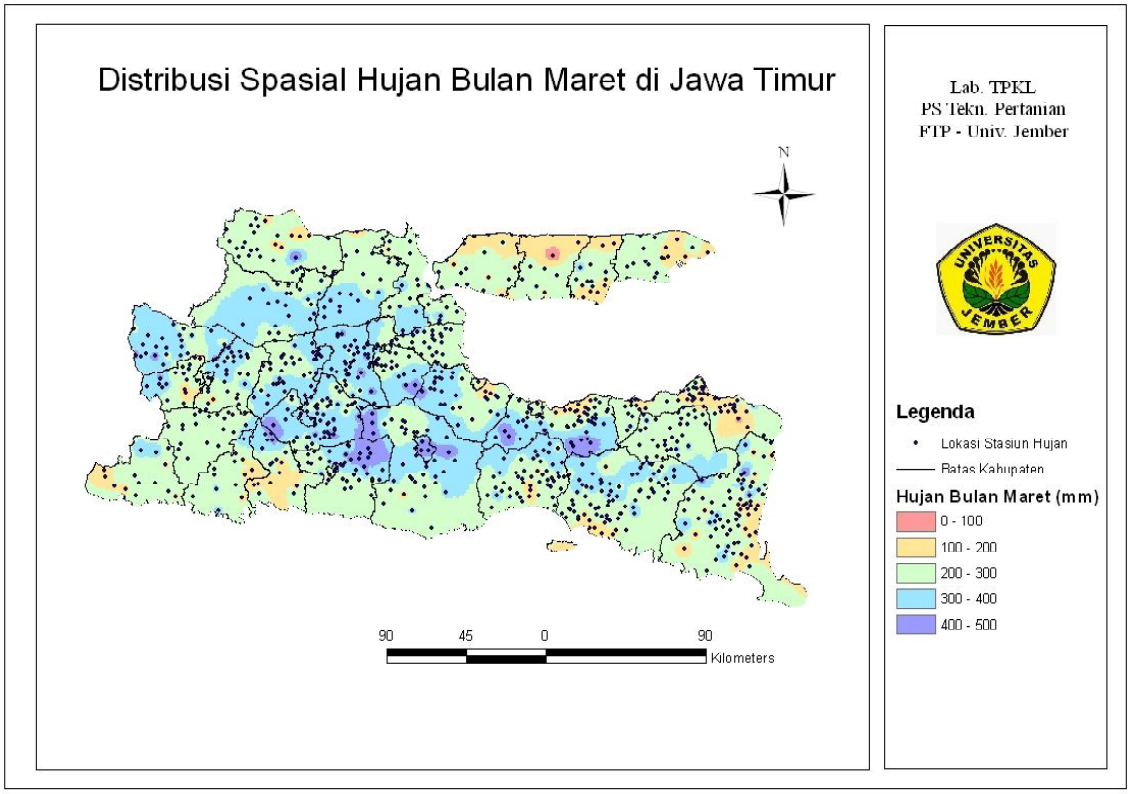
Sumber: hasil analisis

Gambar 11. HRB Januari



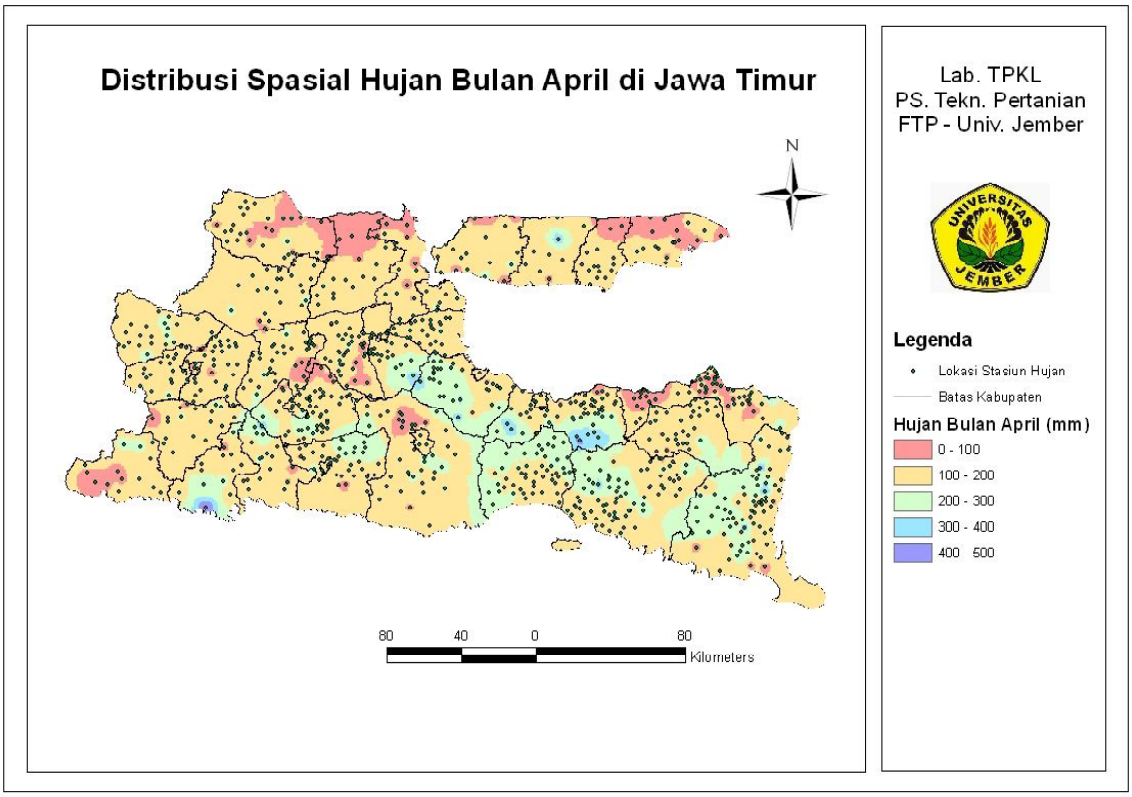
Sumber: hasil analisis

Gambar 12. HRB Februari



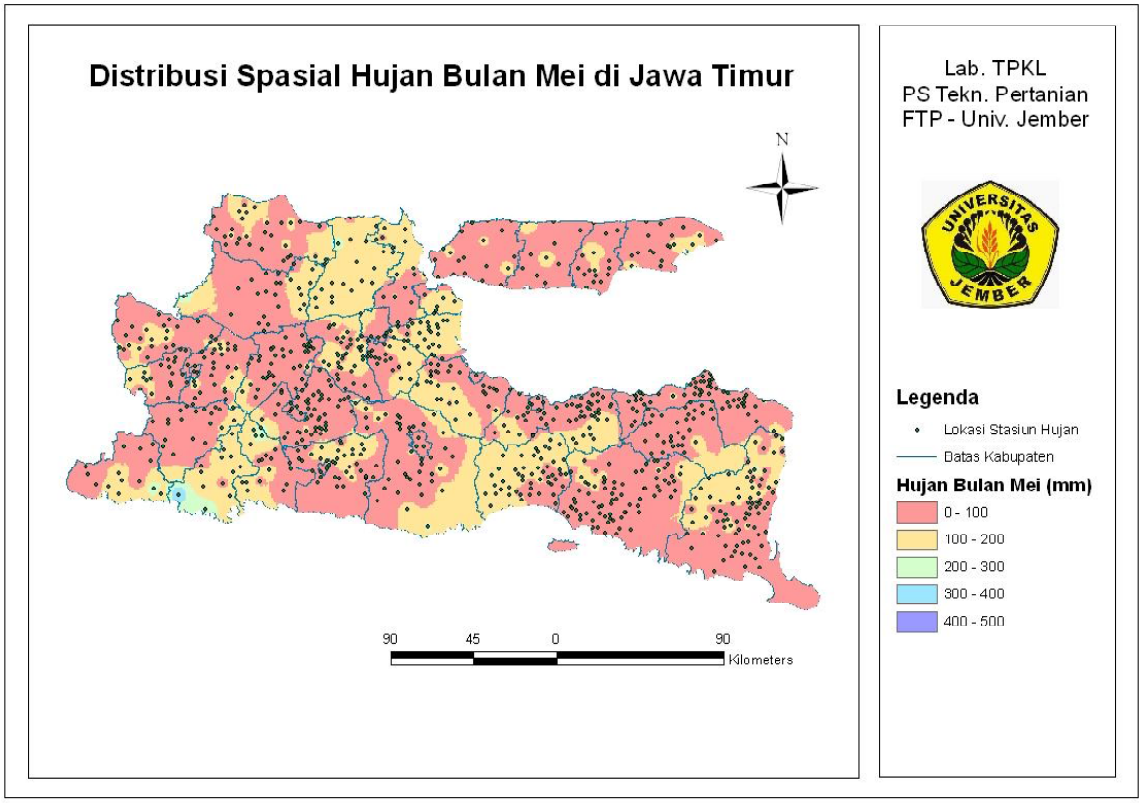
Sumber: hasil analisis

Gambar 13. HRB Maret



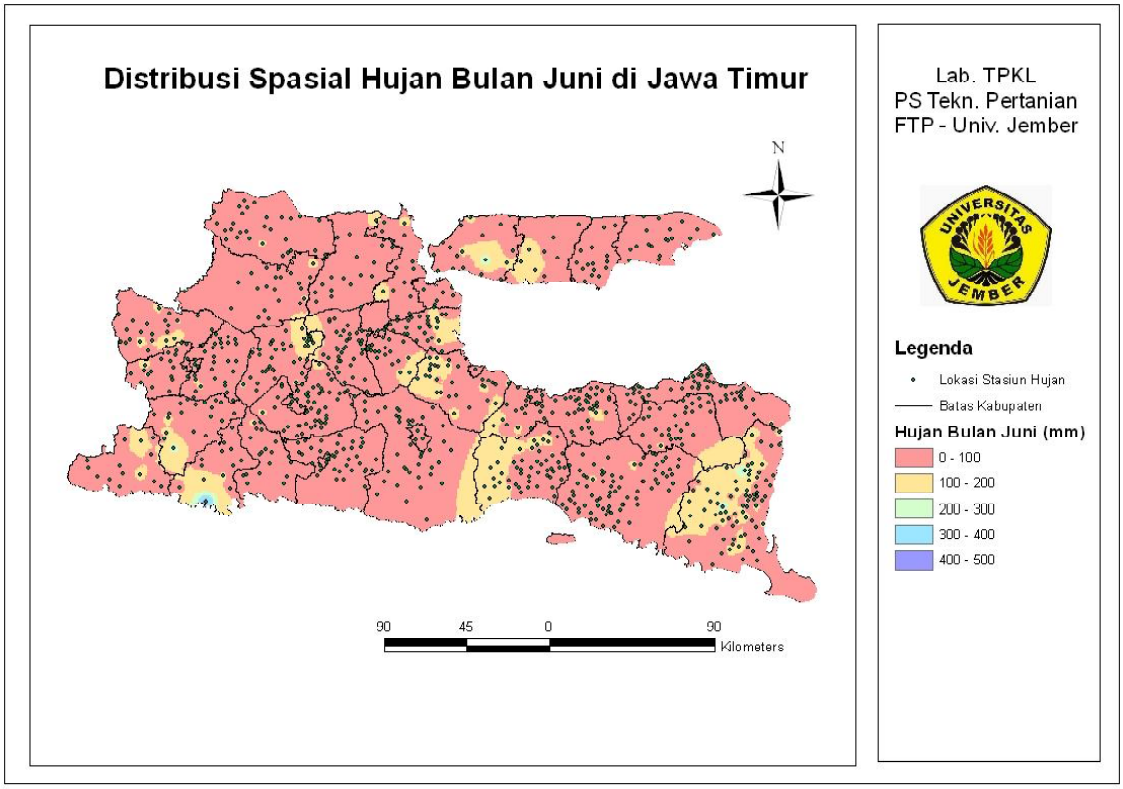
Sumber: hasil analisis

Gambar 14. HRB April



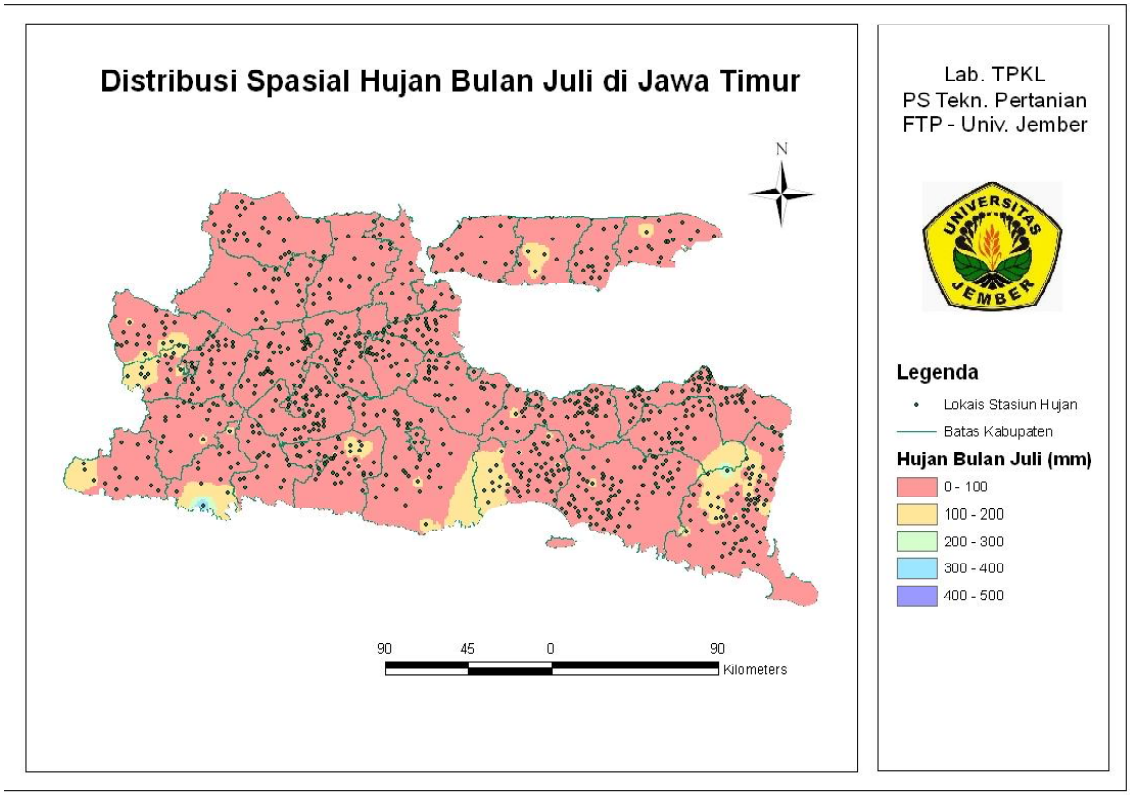
Sumber: hasil analisis

Gambar 15. HRB Mei



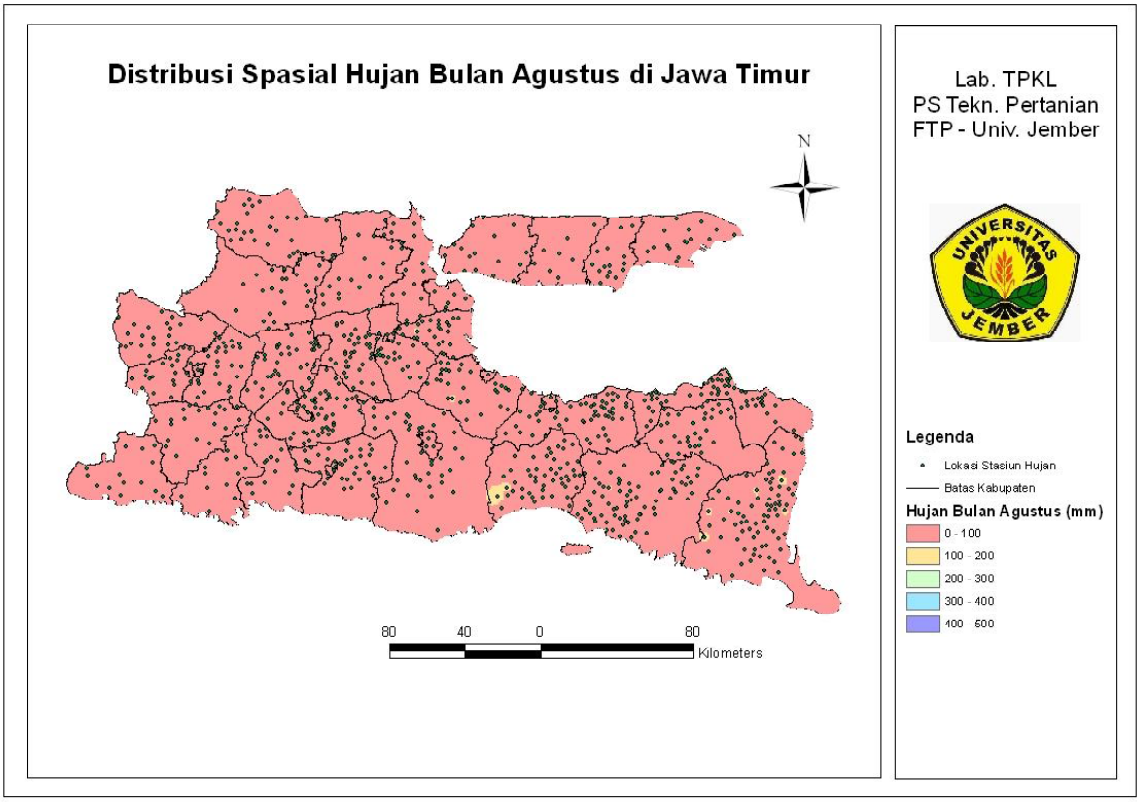
Sumber: hasil analisis

Gambar 16. HRB Juni



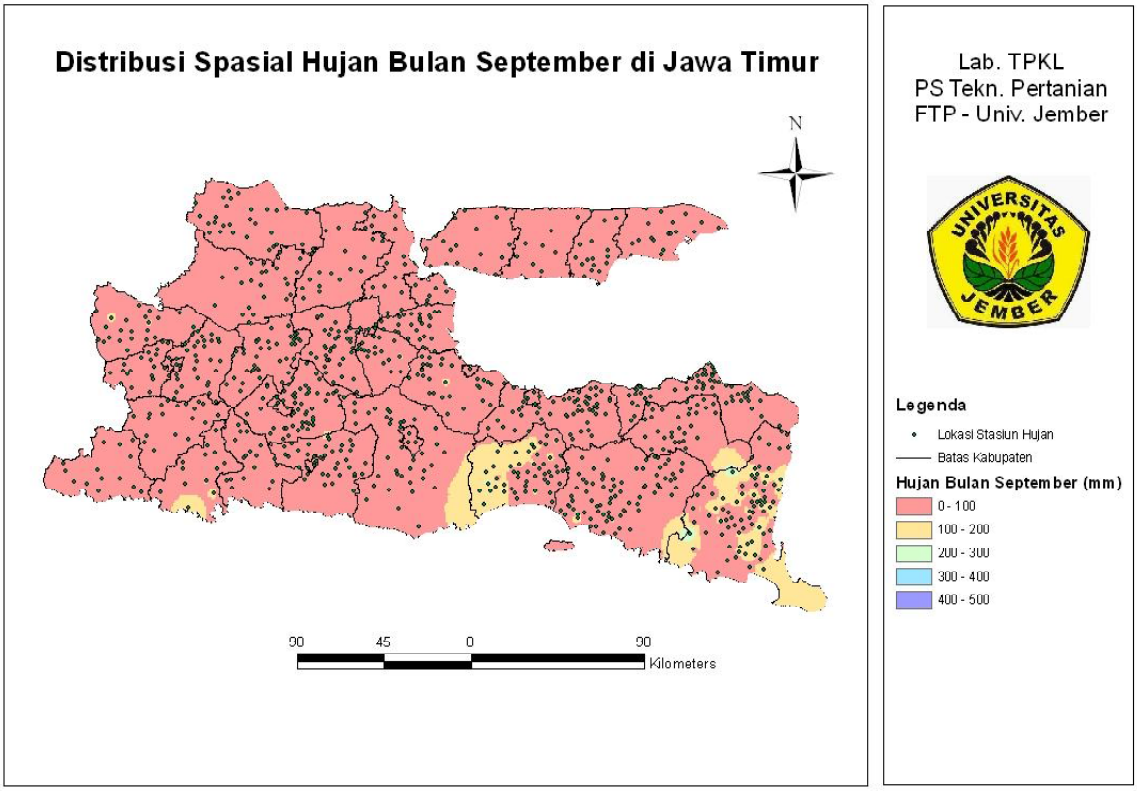
Sumber: hasil analisis

Gambar 17. HRB Juli



Sumber: hasil analisis

Gambar 18. HRB Agustus



Sumber: hasil analisis

Gambar 19. HRB September

hampir sebagian besar wilayah (lebih dari 80% luas Jawa Timur) menerima hujan < 100 mm/bulan. Hal ini ditandai dengan perkembangan wilayah peta yang berwarna merah-muda, yang semakin merata ke seluruh bagian propinsi.

Informasi dalam bentuk peta tematik sebagaimana ditampilkan di atas dapat dikembangkan lebih lanjut. Peta-peta tersebut dapat dimanfaatkan untuk perencanaan di bidang sumberdaya air, pertanian atau bidang lain.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil analisa menunjukkan adanya variabilitas spasial hujan rerata bulanan di Jawa Timur. Analisa histogram dan Normal QQPlot menunjukkan hujan rerata bulanan terdistribusi secara acak. Penelitian menunjukkan aplikasi histogram, voronoi-map dan QQPlot dapat menggambarkan variabilitas spasial hujan pada suatu wilayah dengan lebih detail.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Program MHERE UNEJ Tahun 2011. Penulis mengucapkan terima kasih kepada : Dinas PU Pengairan Provinsi Jawa Timur; Lab. TPKL - PS Teknik Pertanian, FTP, UNEJ; Tim mahasiswa (a.n: Ardian NF, Fatma Amalia, Fentry Ayu R) yang telah membantu secara teknis untuk entri dan pengolahan data, serta semua pihak yang telah membantu kelancaran proses penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Anna, A. N., Suharjo, Cholil, M. (2011). Analisis Flktuasi Hjan dan Morfologi Sungai terhadap Konsentrasi Banjir daerah Surakarta. *Forum Geografi*. Vol. 25, No. 1, Pp. 41-52.

Cressie, N. (1993). *Statistics for Spatial Data*, Revised Edition, Wiley: New York.

De Smith, M.J., Goodchild, M.F., and Longley, P.A. (2007). *Geospatial Analysis. A Comprehensive Guide to principles, Techniques and Software Tools*. Matador, Leiceister, UK. www.spatialanalysisonline.com

Johnston, K. Ver Hoef,J.M., Krivoruchko, K., and Lucas, N. (2001). *Using ArcGIS Geostatistical Analyst*. GIS by ESRI.

Lowe, J.W. (2008). *Emerging Tools and Concepts of Exploratory Spatial Data Analysis*. http://www.giswebsite.com/pubs/200307/nr200307_p1.html [10 Mei 2011]

Robertson, G.P. (2008). *GS+: Geostatistics for the Environmental Sciences.* Gamma Design Software, Plainwell, Michigan USA.

https://geoda.uiuc.edu

http://www.giswebsite.com/pubs/200307/nr200307_p1.html

http://www.satscan.org

http://regal.sdsu.edu/index.php/main/STAR

IDENTIFIKASI MEDAN UNTUK KETERLINTASAN REL KERETA API ANTARA GUNDIH–KARANGSONO KABUPATEN GROBOGAN

Terrain Identification Train Railway Track Between Gundih-Karangsono Regency Grobogan

Imam Hardjono
Universitas Muhammadiyah Surakarta
E-mail: : imamhardjono@yahoo.co.id

ABSTRACT

This reseach aimed to 1) identify the characteristics terrain for railway track between Gundih-Karangsono, 2) evaluate the capability of terrain and faffecting factors of damages on the track. Field survey and laboratory analysis were used to collect stratified sampling based primary data namely slope, points load index, structure of rock, erosion, mass movement, permeability, soil texture, water degree, potential volume change. Secondary data consists of rainfall, topography map, geology map, soil map and landuse map. Factors that cause train stripe between Gundih-Karangsono often experience damage are: points load index in every terrain unit 3 kg/cm2 (very weak), soil texturs are clay and clay loam, soil permeabilities are 0,164 - 0,579 height of water is from 50 - 57 % and soil volume changing potential very high, from 6,4 - 6,5 cm.

Keywords: terrain suitability, train, railway

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi karakteristik medan untuk keterlintasan jalur rel kereta api antara Gundih-Karangsono dan menge-tahui kesesuaian medan untuk men-dapatkan faktor-faktor yang menyebabkan jalur rel kereta api antara Gundih-Karangsono sering mengalami kerusakan. Metode penelitian yang digunakan adalah metode survei, sedangkan pengambilan sampel dengan strati-fied sampling, yaitu pengambilan sampel dengan strata dan sebagai stratanya adalah satuan medan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa identifikasi medan untuk variabel jalur keterlintasan rel kereta api antara Gundih-Karangsono mempunyai karakteristik yang bervariasi. Faktor yang menyebabkan jalur kereta api antara Gundih-Karangsono sering mengalami kerusakan adalah Indeks beban titik pada setiap satuan medan adalah 3 kg/cm^2 (sangat lemah), tekstur tanah lempung hingga lempung debuan, permeabilitas tanah sangat lambat hingga lambat, yaitu 0,164 - 0,579 cm/jam (sangat jelek - Jelek), kadar air yang tinggi, yaitu 50 - 57 % (sangat jelek) dan potensi perubahan volume tanah (potensi mengembang dan mengkerutnya tanah) sangat tingi, yaitu 6,4 – 6,5 cm.

Kata kunci: kesesuaian medan, kereta api, rel

PENDAHULUAN

PT Kereta Api Indonesia (KAI) Daerah Operasional (Daops) IV Semarang memperkirakan ada 12 titik rawan banjir dan longsor di sepanjang jalur kereta api di wilayah itu. Untuk mengantisipasi terputusnya jalur kereta api, PT KAI

Daops IV Semarang melakukan berbagai upaya pembenahan jalur kereta api dan mengerahkan petugas khusus dan petugas ekstra. Titik rawan banjir dan longsor tersebut meliputi lintas Semarang -Tegal sebanyak enam titik (Petarukan-Comal, Batang – Bojongnegoro – Kuripan, Weleri – Jrakah – Semarang), lintas Semarang – Bojonegoro (Jawa Timur) sebanyak empat titik (Brumbung -Tegowanu, Karangjati – Sedadi, Gambingan – Jambon – Panunggalan), serta lintas Semarang – Gundih terdapat dua titik (Panggung dan Karangsono) (ANTARA, 2007).

Terganggunya perjalanan Kereta Api (KA) Bangunkarta jurusan Pasar Senen-Jombang beberapa bulan yang lalu antara Karangsono-Gundih Kabupaten Grobogan, Jawa Tengah, disebabkan karena amblesnya tanah di bawah rel sedalam sekitar 10 cm. Meskipun tidak ada korban jiwa maupun materiil namun dengan peristiwa tersebut dapat menyebabkan kurang nyamanannya perjalanan penumpang dan dalam sekala yang besar akan dapat merugikan PT KAI (ANTARA, 2008).

Jalur rel kereta api antara Kecamatan Gundih-Karangsono sering mengalami kerusakan berupa penggelombangan akibat amblesan tanah, rel kereta api yang menggeser dari posisi semula akibat longsoran tanah. Meskipun jalur rel kereta api tersebut sudah sering diperbaiki, tetapi jalur rel kereta api yang menghubungkan dua wilayah tersebut kembali rusak lagi.

Tujuan penelitian ini adalah meng-identifikasi karakteristik medan untuk keterlintasan jalur rel kereta api antara Gundih-Karangsono dan menge-tahui kesesuaian medan untuk men-dapatkan faktor-faktor yang menyebabkan jalur rel kereta api antara Gundih-Karangsono sering mengalami kerusakan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode survei, sedangkan pengambilan sampel dengan *stratified sampling*, yaitu pengambilan sampel dengan strata dan sebagai stratanya adalah satuan medan. Satuan medan ini selain sebagai pemetaan dan strata juga sebagai dasar pengambilan sampel dan satuan analisis. Satuan medan diperoleh dengan mendeliniasi daerah ke dalam satuan bentuklahan (relief, proses dan material penyusun) ditambah dengan informasi kelas kemiringan lereng dan jenis tanah. Alat untuk uji indeks beban titik batuan, menggunakan Soil Penetrometer.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik yang dimiliki oleh masing-masing parameter satuan medan untuk keterlintasan jalur kereta api adalah sebagai berikut:

Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng merupakan faktor yang sangat penting dalam perencanaan lokasi jalur keterlintasan kereta api, sebab kemiringan lereng merupakan syarat utama dalam penentuan peletakan pondasi bantalan rel. Pemasangan bantalan rel memerlukan tanah yang datar karena bisa mengurangi biaya tambahan dan waktu yang digunakan. Berdasarkan hasil interpretasi peta dan pengukuran di lapangan pada 4 titik pengamatan, kemiringan lereng yang dilalui jalur rel kereta api berkisar dari 0 – 2 %.

Indeks Beban Titik

Uji beban titik merupakan uji batuan terhadap adanya tekanan yang berasal dari luar yang berhubungan dengan kemantapan lereng. Berdasarkan uji beban titik, menggunakan Soil Penetrometer, terhadap

sampel yang dimbil dari tiap-tiap satuan medan menunjukkan rata-rata indek beban titik batuan sepanjang jalur rel kereta api adalah 3 kg/cm^2.

Perlapisan Batuan

Perlapisan batuan akan berpengaruh terhadap terjadinya gerakan massa seperti timbulnya longsoran, nendatan dan bergesarnya rel dari badan jalur rel kereta api. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, juga peta satuan medan, struktur perlapisan batuan pada jalur rel kereta api di satuan bentuklahan Dataran Aluvial pada satuan medan F1IAlk dan satuan medan yang dibuat, bentuklahan Lembah Antar Perbukitan Patahan Berbatuan Formasi Kalibeng, yaitu pada satuan medan F2IGrk dan F2IGrck dan Satuan Bentuklahan Dataran Aluvial Berbatuan Formasi Kalibeng (F3), pada satuan medan F3IGrk mempunyai perlapisan horisontal.

Tekstur Tanah

Berdasarkan hasil uji tekstur tanah yang dilakukan terhadap sampel tanah di tiap-tiap satuan medan sepanjang jalur rel kereta api tekstur tanah di daerah penelitian termasuk dalam klasifikasi A-6 dan A-7 (tanah kelempungan), yaitu lempung hingga lempung debuan. Satuan medan yang mempunyai tekstur lempung adalah F2IGrk, F2IGrck dan F3IGrk, stuan lahan yang mempunyai tekstur lempung debuan adalah F1IAlk.

Permeabilitas Tanah

Permeabilitas tanah sangat berpengaruh terhadap daya tumpu/dukung bantalan rel kereta api karena permeabilitas tanah menentukan cepat lambatnya air yang ada dalam pori-pori tanah mengalir baik secara vertikal maupun horisontal. Tanah yang permeabilitasnya sangat lambat menyebabkan tanah mudah jenuh oleh air. Tingkat permeabilitas tanah sepanjang jalur kereta api adalah berkisar 0,164 - 0,473 cm/jam.

Kadar Air

Kadar air akan besar pengaruhnya terhadap keawetan jalur rel kereta api, hal ini disebabkan kadar air sangat menentukan tingkat kejenuhan tanah, yang secara langsung akan berpengaruh terhadap daya dukung tanah terhadap bantalan dan rel kereta api. Kadar air yang ada di dalam tanah di tiap-tiap satuan medan sepanjang jalur rel kereta api antara Gundih-Karanagsono berkisar dari 50 – 760 %.

Potensi Perubahan Volume

Nilai potensi perubahan volume adalah untuk menunjukkan adanya kembang kerut tanah oleh perubahan kandungan air. Semakin besar perubahan volume tanah yang terjadi maka akan semakin besar pengaruhnya terhadap daya dukung tanah menopang keberadaan jalur rel kereta api. Nilai potensi perubahan volume (kembang kerut tanah) di tiap-tiap satuan medan sepanjang jalur rel kereta api di daerah penelitian berkisar 0,052 - 0,057 cm.

Tingkat Erosi

Proses erosi tidak di daerah penelitian atau mempunyai kelas baik hingga sangat baik. Satuan medan yang mempunyai kelas erosi baik adalah F2IGrk dan F2IGrck, sedangkan satuan medan yang mempunyai kelas baik adalah F1IAlk dan F3IGrk.

Gerak Massa Batuan

Gerak massa batuan merupakan perpindahan dari massa batuan atau tanah atau puing-puing batuan menuruni lereng karena pengaruh grafitasi. Gerak massa batuan mempunyai pengaruh yang sangat penting dalam pendirian bangunan, karena berpengaruh pada keawetan pondasi bangunan.

Proses gerak massa batuan di sepanjang jalur rel kereta api di daerah penelitian mempunyai kelas sangat rendah, yaitu pada satuan medan F1IAlk dan sedang, yaitu pada satuan medan F2IGrk dan F2IGrck. Meskipun reliefnya datar di dua satuan medan F2IGrk dan F2IGrck gerak massa bisa saja terjadi, yaitu berasal dari perbukitan kanan dan kiri sepanjang rel kereta api yang melewati lembah antar perbukitan.

Curah Hujan

Besarnya curah hujan ata-rata di daerah penelitian adalah 1.960,26 mm/th, sehingga termasuk dalam kelas baik.

Adapun hasil pengukuran dan pencatatan karakteristik dari tiap-tiap satuan medan tersebut secara singkat dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Secara teoritis, pemanfaatan lahan harus memperhatikan kelas kemampuannya sehingga dapat berguna secara optimal (Fauzi, *et.al.*, 2009). Berdasarkan hasil survei dan analisa laboratorium dari variabel-variabel keterlintasan kereta api yang dinilai dengan menggunakan metode pengharkatan, didapat 2 (dua) kelas kesesuaian medan, yaitu:

a. Kesesuaian Medan Kelas II (sesuai), meliputi satuan medan yang berada pada satuan bentuklahan dataran aluvial, yaitu F1IAlk. Jumlah harkat dari kelas kesesuian medan kelas II (sesuai) adalah 33.

   Faktor pembatas pada kelas kesesuaian medan kelas II (sesuai) adalah indek beban titik, tekstur tanah, permeabilitas dan kadar air. Indeks beban titik pada satuan medan adalah 3 kg/cm^2 (sangat lemah), tekstur tanah lempung debuan, permeabilitas tanah adalah lambat, yaitu 0,579 cm/jam (jelek), kadar air 57 % (sangat jelek).

b. Kesesuaian Medan Kelas III (sedang), meliputi satuan medan yang ada di bentuklahan dataran aluvial pada satuan medan F3IGrk, satuan meda yang ada di satuan bentuklahan Satuan Bentuklahan Lembah Antar Perbukitan Patahan Berbatuan Formasi Kalibeng (F2), yaitu satuan medan F2IGrk dan F2IGrck. Jumlah harkat dari kelas kesesuian medan kelas III (sedang) adalah 27 dan 29.

Faktor pembatas pada kelas kesesuaian medan kelas III (sedang) adalah indek beban titik, tekstur tanah, permeabilitas, kadar air dan potensi perubahan volume. Indeks beban titik pada satuan medan adalah 3 kg/cm^2 (sangat lemah), tekstur tanah lempung, permeabilitas tanah adalah sangat lambat, yaitu berkisar 0,164 – 0,298 (cm/jam), kadar air 50 - 65 % (sangat jelek), potensi perubahan volume 6,4 – 6,5 (sangat tinggi). Untuk lebih jelasnya kelas kesesuaian medan untuk jalur keterlintasan kereta api daerah penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Identifikasi medan dalam penelitian ini menghasilkan dua kelas, sesuai (kelas II): F1IAlk dan sedang (kelas III) F2IGrk, F2IGrck dan F3IGrk. Variabel kemiringan lereng sepanjang jalur rel kereta api di daerah penelitian adalah 0 – 2 %, datar hal ini menunjukkan bahwa kemiringan lereng mempunyai kategori sangat sesuai.

Variabel batuan mempunyai indek beban titik menunjukkan nilai 3 kg/cm^2. Batuan yang menjadi tumpuan rel kereta api mudah dipotong dengan tangan, mempunyai kategori lemah sehingga tidak sesuai. Perlapisan batuan menunjukkan perlapisan horizontal sehingga mempunyai kategori sangat baik untuk jalur keterlintasan kereta api.

Variabel tanah, tekstur tanah kelempungan termasuk kategori sangat jelek tidak sesuai

Tabel 1. Karakteristik Tiap-tiap Satuan Medan Untuk Jalur Keterlintasan Kereta Api di Daerah Penelitian

No	Satuan Medan	Kemiringan Lereng (%)	Parameter								Curah Hujan (mm/th)
			Geologi		Tanah				Proses Geomorfologi		
			Indek Beban Titik (kg/cm²)	Perlapisan Batuan	Tekstur Tanah	Permeabilitas (cm/jam)	Kadar Air	Potensi Perubahan Volume	Erosi	Gerak Massa	
1.	F1IAlk	2	3	Sangat baik	Lempung debuan	0,579	57	2,8	< 15	Sangat rendah	Baik
2.	F2IGrk	2	3	Sangat baik	Lempung	0,298	50	6,5	16 – 30	Sedang	Baik
3.	F2IGrck	2	3	Sangat baik	Lempung	0,164	55	6,4	16 – 30	Sedang	Baik
4.	F3IGrk	2	3	Sangat baik	Lempung	0,248	65	6,5	< 15	Sangat rendah	Baik

Sumber: hasil analisis

Tabel 2. Harkat Karakteristik Tiap-tiap Satuan Medan untuk Jalur Keterlintasan Kereta Api di Daerah Penelitian

No	Satuan Medan	Parameter												
		Geologi			Tanah				Proses Geomorfologi		Hidrologi	Jumlah Harkat	Kelas	Faktor pembatas
		Kemiringan lereng (%)	Indek beban titik (kg/cm²)	Perlapisan batuan	Tekstur tanah	Permeabilitas (cm/jam)	Kadar air	Potensi Perubahan Volume	Erosi	Gerak massa batuan	Curah hujan (mm/th)			
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j			
1.	F1IAlk	5	1	5	1	2	2	3	5	5	4	33	II	b,d,e,f
2.	F2IGrk	5	1	5	1	1	2	1	4	3	4	27	III	b,d,e,f,g
3.	F2IGrck	5	1	5	1	1	2	1	4	3	4	27	III	b,d,e,f,g
4.	F3IGrk	5	1	5	1	1	1	1	5	5	4	29	III	b,d,e,f,g

Sumber: hasil analisis

untuk jalur keterlintasan kereta api. Permeabilitas termasuk kategori sangat jelek hinga jelek. Kadar air menunjukkan kategori sangat jelek hingga jelek, tidak sesuai. Potensi perubahan volume termasuk katagori mengembang kuat, tidak sesuai untuk keterlintasan kereta api.

Variabel proses geomorfologi, erosi mempunyai kedalaman < 15 hingga 16 – 30 cm termasuk sesuai hingga sangat sesuai. Gerak massa batuan mempunyai tingkatan sangat rendah hingga sedang.Variabel curah hujan kategori baik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Identifikasi medan untuk variabel jalur keterlintasan rel kereta api antara Gundih-Karangsono mempunyai karakteristik yang bervariasi. Kelas kesesuaian medan untuk keterlintasan jalur kereta api ada dua, yaitu kelas II (sesuai) dan III (sedang). Satuan medan yang mempunyai kelas II (sesuai) adalah F1IAlk. Satuan medan yang termasuk kelas III (sedang) adalah satuan medan F2IGrk, F2IGrck dan F3IGrk. Faktor yang menyebabkan jalur kereta api antara Gundih-Karangsono sering mengalami kerusakan adalah Indeks beban titik pada setiap satuan medan sangat lemah, tekstur tanah lempung hingga lempung debuan, permeabilitas tanah sangat lambat hingga lambat, sangat jelek -jelek), kadar air yang tinggi sangat jelek dan potensi kembang kerut tinggi.

Saran

Pemeliharaan jalur rel kereta api hendaknya dilakukan berkesinambungan mulai dari pengecekan sampai pada tindakan perbaikan.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. (1992). *Undang-undang No. 13 Tahun 1992*. Jakarta: Departemen Perhubungan.

AASHTO (1988). *Manual on Subsurface Investigations.* Washington : American Association of State Highway and Transportation Officials.

Anonim. (2007). *Dua Belas Titik Rawan Banjir dan Longsor di Jalur Kereta Api*. Jakarta: Kantor Berita Antara.

Darmawijaya, I. (1980). *Klasifikasi Tanah. Bandung*: Balai Penelitian Teh dan Kina.

Fauzi, Y., Ssilo, B., Musiyam, Z.M. (2009). Analisis Kesesuaian Lahan Wilayah Pesisir Kota Bengkulu melalui Perancangan Model Spatial dan Sistem Iformasi Geografi. *Forum Geografi.* Vol. 23, No. 2, PP. 101-111.

Hadi, S. (1984). *Statistik 1*. Yogyakarta: Fakultas Ekonomi UGM.

Jamulyo. (1991). *Pengantar Geografi Tanah*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.

Pangluar dan Nugroho. (1980). *Mekanika Tanah*. Bandung: Tarsito.

Pramumijoyo, S. dan Karnawati, D. (2006). *Petunjuk Praktikum Geologi.* Bandung: Laboratorium Geologi Teknik Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumian Institut Teknologi Bandung.

Sitorus, S.R.P. (1985). *Evaluasi Sumber Daya Lahan*. Bandung Tarsito.

Strahler. (1978). *Principle of Geomorphology*. New York: John Wally and Sons.

Sunardi. (1985). *Dasar Klasifikasi Bentuklahan*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.

Sutikno. (1989). *Geomorfologi Untuk Perencanaan*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.

Takeda, K. (1987). *Hidrologi Dasar*. Yogyakarta: Gama Press.

Thornburry. (1969). *Principles of Geomorphology*. New York: John Wally and Sons.

USDA. (1974). *Reconnaissance Land Resource Surveys*. New York: CSR/ FAO Staff .

Verstappen. (1983). *Applied Geomorphologycal Surveys For Environment.* The Netherlands: ITC.

Zuidam, V. (1979). *Terrain Analysis and Classification Using Aerial Photograph.* The Netherlands: ITC.

BIODATA PENULIS

ARINA MIARDINI	Lahir di Grobogan, 5 September 1983. Menyelesaikan pendidikan S1 jurusan Konservasi Sumberdaya Hutan dari Institut Pertanian Bogor, Fakultas Kehutanan pada tahun 2006. Merupakan calon peneliti pada Balai Penelitian Kehutanan Solo (2008-2010) dan sebagai peneliti pemula pada Balai Penelitian Kehutanan Solo 2010-sekarang.
BITTA PIGAWATI	Lahir di Kediri (1960). Dosen Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota, FakultasTeknik Universitas Diponegoro, Semarang. Memperoleh gelar Sarjana Geografi dari Fakultas Geografi UGM pada tahun 1985, serta gelar Magister Teknik Pembangunan Kota dari Universitas Diponegoro (2002).
BUDIJANTO	Lahir Magelang, 12 Juni 1953. Dosen Jurusan Geografi FIS Universitas Negeri Malang sejak tehun 1980 hingga sekarang. Tahun 1983 terpilih sebagai Dosen Teladan I tingkat fakultas dan Dosen teladan II tingkat institut. Memperoleh gelar Sarjana Geografi jurusan Demografi/ Geografi Penduduk pada Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada lulus tahun 1979. Magister Sosiologi kekhususan Sosiologi Pedesaan PPS Universitas Brawijaya Malang lulus tahun 2005. Doktor Sosiologi kekhususan Sosiologi Pedesaan PPS FP Universitas Brawijaya Malang lulus tahun 2010.
DJOKO MULYANTO	Lahir di Kediri pada tanggal 31 Desember 1960. Dosen Jurusan Ilmu Tanah (Agroteknologi), keahlian Pedologi-Evaluasi Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta. Menyelesaikan studi S1 sampai S3 di Jurusan Ilmu Tanah UGM. Aktif melakukan berbagai penelitian yang terkait dengan bidang ilmunya dengan sumber dana dari DP2M DIKTI maupun LPPM UPN "Veteran" Yogyakarta.
ENDES N DACHLAN	Lahir di Kuningan, 26 Desember 1950. Dosen Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor (IPB). Sekarang menjabat sebagai Kepala Bagian Hutan Kota dan Jasa Lingkungan, serta Sekretaris Fakultas di Fakultas Kehutanan IPB. Mendapat gelar Insinyur S1 pada Jurusan Proteksi Tanaman di Fakultas Pertanian UNPAD Bandung pada tahun 1977, tahun 1987 mendapat gelar Magister Sains (S2) pada Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan Institut Pertanian Bogor (IPB), dan mendapat gelar Doktor (S3) pada Program Studi Ilmu Pengetahuan Kehutanan, Institut Pertanian Bogor (IPB) pada tahun 2007.
INDARTO	Lahir di Cilacap pada tanggal 1 Januari 1970. Menyelesaikan gelar S1 di Universitas Gadjah Mada (UGM) Yogyakarta pada tahun 1995

dengan bidang studi Teknik Pertanian. Mendapat gelar S2 dari DEA Science de l'Eau dans l'Environnement Continental – Université Montpellier II, Perancis pada tahun 1998 dengan konsentrasi pada bidang studi Hidrologi. Dan mendapat gelar S3 dari Ecole Nationale Génie Rural des Eaux et de Forets (ENGREF) de Paris, Perancis pada tahun 2002 dengan konsentrasi pada bidang studi Hidrologi Spasial: Aplikasi GIS dan Remote Sensing untuk Hidrologi dan Manajemen Sumberdaya Air. Beliau banyak menulis artikel yang telah dipublikasikan di banyak media. Sekarang aktif sebagai dosen pengajar di Universitas Jember.

IRDAM AHMAD

Lahir di Bukittinggi, Sumatera Barat, pada tanggal 6 Juni 1956. Tamat dari Akademi Ilmu Statistik (B.Stat), Jakarta, 1979, Master of Statistics dari University of the Philippines, 1991 dan Doktor dari Pendidikan Kependudukan dan Lingkungan Hidup, Universitas Negeri Jakarta, 2011. Mengajar sejak tahun 1991 di beberapa perguruan tinggi negeri dan swasta di Jakarta, untuk mata kuliah Ekonomi, Demografi, Statistik, Matematika dan Metode Penelitian. Sebagai salah satu penyunting dan penulis buku "Kajian Implementasi Kebijakan Trilogi Pembangunan di Indonesia". Sering menulis di berbagai jurnal ilmiah terakreditasi maupun tidak terakreditasi. Saat ini dalam proses kenaikan pangkat akademik menjadi Guru Besar dalam bidang Ekonomi Kependudukan.

IMAM HARDJONO

Lahir di Madiun pada tanggal 2 September 1958. Dosen Fakultas Geografi dan Pasca Sarjana Hukum UMS. Menyelesaikan studi S1 pada tahun 1985 di ITB jurusan Teknik Geologi FTI. S2 pada tahun 1997 di UGM Yogyakarta jurusan Remote Sensing dan S3 di Jurusan Ilmu Hukum di Universitas Diponegoro (UNDIP) Semarang. Aktif melakukan berbagai penelitian yang terkait dengan bidang ilmunya.

INDEKS PENULIS

VOL. 25, NO. 1

Hadi, S.A., 17
Anna, Alif Noor, 41
Baiquni, M., 53
Cholil, Munawar, 41
Dachlan, Endes N., 17
Hizbaron, D.R., 53
Irawan, Evi, 85
P. Herry, 17
Priyono, Kuswaji Dwi, 67
Rushayati, Siti Badriyah, 17
S. Junun, 67
Sigit, Agus Anggoro, 27
Sudibyakto, 67
Suharjo, 41
Sunarto, 1, 67

VOL. 25, NO. 2

Ahmad, Irdam, 130, 131
Budijanto, 116, 117
Dachlan, Endes N., 164, 165, 169, 171
Hardjono, Imam, 194
Harjadi, Beny, 152, 155, 156
Indarto, 178
Lukito, Herwin, 100
Miardini, Arina, 119, 152
Mulyanto, Djoko, 100, 101,102, 108, 109
Pigawati, Bitta, 140
Subroto, P. S., 100
Rudiarto, Iwan, 140

INDEKS SUBJEK

VOL. 25, NO. 1

air photo, 27
air temperature, 17
built up area, 17
climate change mitigation, 85
disaster, 27
disaster semiotics, 1
East Nusa Tenggara, 53
farm forestry, 85
farmers' participation, 85
flood, 41
geomorphological hermeneutics, 1
gis, 27
green open space, 17
infiltration capability, 27
landslide, 67
local wisdom, 1
metatourism, 1
micro climate, 17
millennium development goals, 53
morphology, 41
mountains, 67
pedogeomorphology, 67
potensial water infiltration, 27
rain, 41
regional development, 53
river, 41
SWOT, 53

VOL. 25, NO. 2

ambient concentration of CO_2 gas, 164
black soil, 100
carbonaceous rock, 100
decalcification, 100
decision making, 116
demographic, 116
development, 141
East Java, 177
ESDA, 177
global warming, 164
green open space, 164
identification, 193
kedung ombo's cathment area, 153
logistic regression, 131
maps, 131
migrant women, 116
migration, 116
Monthly Rainfall, 177
population documents, 131
qualitative assessment, 153
railway, 193
red soil, 100
remote sensing, 153
rubification, 100
satellite imagery, 141
SIG, 153
settlements area, 141
social economic, 116
soil development, 100
Spatial variability, 177
surface erosion, 153
system dynamic,164
terrain suitability, 194
train, 193
urban forest, 164

ISI JURNAL FORUM GEOGRAFI

ISSN 0852-0682

Vol. 25, No. 1, Juli 2011

Pemaknaan Filsafati Kearifan Lokal untuk Adaptasi Masyarakat terhadap Ancaman Bencana Marin dan Fluvial di Lingkungan Kepesisiran. Sunarto 1-16

Pengembangan Ruang Terbuka Hijau Berdasarkan Distribusi Suhu Permukaan di Kabupaten Bandung. Siti Badriyah R, Hadi S.A., Endes N.D., dan Herry P. 17-26

Pemanfaatan Teknologi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk Pendugaan Potensi Peresapan Air DAS Wedi Kabupaten Klaten-Boyolali. Agus Anggoro Sigit 27 - 40

Analisis Fluktuasi Hujan dan Morfologi Sungai Terhadap Konsentrasi Banjir Daerah Surakarta. Alif Noor A, Suharjo, dan Munawar Cholil 41 - 52

Identifikasi Bahaya Bencana dan Evaluasi Terhadap Pencapaian Tujuan Pembangunan Millenium di Nusa Tenggara Timur. M. Baiquni dan Hizbaron 53- 66

Tipologi Pedogeomorfik Longsor Lahan di Pegunungan Menoreh Kabupaten Kulon Progo Daerah Istimewa Yogyakarta. Kuswaji Dwi P, Sunarto, Junun S., dan Sudibyakto 67- 84

Prospek Partisipasi Petani dalam Program Pembangunan Hutan Rakyat untuk Mitigasi Perubahan Iklim di Wonosobo. Evi Irawan 85- 97

Biodata Penulis 98 - 99

Vol. 25, No. 2, Desember 2011

Genesis Pedon Tanah yang Berkembang di Atas Batuan Karbonat Wonosari Gunungkidul. Djoko Mulyanto, Subroto, dan Herwin Lukito 100 - 115

Beberapa Faktor yang Berpengaruh terhadap Pengambilan Keputusan Wanita Migran Bermigrasi ke Kota Malang. Budijanto 116 - 129

Peta Wilayah Penduduk yang Tidak Memiliki Dokumen Kependudukan. Irdam Ahmad 130 - 139

Penggunaan Citra Satelit untuk Kajian Perkembangan Kawasan Permukiman di Kota Semarang. Bitta Pigawati dan Iwan Rudiarto 140 - 151

Aplikasi PJ dan SIG dalam Penilaian Potensi Erosi Kualitatif di Daerah Tangkapan Waduk Kedung Ombo. Arina Miardini dan Beny Harjadi 152 - 163

Kebutuhan Luasan Hutan Kota Sebagai Rosot (Sink) Gas Co_2 untuk Mengantisipasi Penurunan Luasan Ruang Terbuka Hijau Kota Bogor. Endes N Dachlan 164 - 177

Aplikasi Esda untuk Studi Variabilitas Spatial Hujan Bulanan di Jawa Timur. Indarto 178 - 193

Identifikasi Medan untuk Keterlintasan Rel Kereta Api Antara Gundih–Karangsono Kabupaten Grobogan 194 - 200

Biodata Penulis 201 - 202

Indeks Penulis 203

Indeks Subjek 204

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dan penghargaan diberikan kepada para pakar yang telah menjadi mitra bestari Forum Geografi Volume 24 No. 1 dan No. 2. Berikut ini adalah daftar nama pakar yang menjadi mitra bestari:

Prof. DR. Suratman Worosuprojo, M.Sc., Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta
Prof. DR. Sudarmadji, M. Eng., Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta
DR. Pramono Hadi, M.Sc., Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta
Prof. DR. Junun Sartohadi, Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta
DR. Baiquni, M. A., Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta
DR. Sunarto, Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta
Prof. DR. Sutikno, Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta
Prof. DR. Rijanta, Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta

FORMULIR BERLANGGANAN

Forum Geografi diterbitkan sebagai media informasi dan forum pembahasan hasil penelitian bidang Geografi.

Periode terbit	:	Juli dan Desember
Harga langganan	:	1 x terbit Rp 50.000
		2 x terbit Rp 100.000

FORM PESANAN : Mohon dikirim FORUM GEOGRAFI

Periode : Juli tahun .....

Desember tahun .....

Telah ditransfer ke BNI Cab. Slamet Riyadi Surakarta No. Rek. 0170329711 a.n. Agus Anggoro Sigit

Pemesan : .....

Alamat : .....

.....

Telepon/Fax : .....

Alamat Redaksi:
Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos I Surakarta 57102, Telp (0271) 717417 Psw 151-153,
Fax: (0271) 715448, e-mail: forumgeografi.ums@gmail.com

PEDOMAN PENULISAN NASKAH FORUM GEOGRAFI

PENGIRIMAN NASKAH

Forum Geografi menerima naskah publikasi hasil penelitian dalam Bahasa Indonesia maupun Bahasa Inggris. Naskah tidak dikirimkan atau belum dipublikasikan pada jurnal lain. Naskah yang ditulis dalam Bahasa Inggris diwajibkan untuk diperiksakan dan diperbaiki dulu oleh ahli Bahasa Inggris sebelum dikirimkan kepada Dewan Redaksi. Naskah yang ditulis tidak meng-ikuti gaya selingkung Forum Geografi atau tidak sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris akan ditolak dan Dewan Redaksi tidak berkewajiban untuk mengembalikan naskah tersebut kepada penulis. Naskah dikirimkan dalam bentuk *hardcopy* disertai *softcopy* (*.doc) dalam CD/DVD atau dapat pula dikirimkan melalui email. Pengiriman naskah dialamatkan kepada:

DEWAN REDAKSI FORUM GEOGRAFI
d.a. Fakultas Geografi UMS
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Surakarta 57102
Telp. (0271) 717417 psw 151-153
Email: forumgeografi.ums@gmail.com

Pengiriman naskah harus disertai surat resmi dari penulis dengan melampirkan biodata lengkap dengan nama penulis, alamat surat menyurat lengkap, nomor telephon, faks, telephon genggam, dan alamat email, serta membuat surat pernyataan keaslian naskah seperti di bawah ini.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN NASKAH

Dengan ini saya menyatakan bahwa artikel dengan judul ... *(judul artikel)* ... adalah asli hasil karya penulis dan belum dipublikasikan sebelumnya di majalah, jurnal atau media publikasi yang lain. Segala bentuk sitasi telah dituliskan sumbernya secara jelas dan tidak mengandung unsur *plagiarism*.

....., ...
Penulis,

(Nama Penulis Utama)

FORMAT PENULISAN

Format Umum

Naskah ditulis pada kertas HVS ukuran kuarto (A4) dengan spasi 1,5 dan jarak tepi masing-masing 3 sentimeter. Penulisan naskah menggunakan huruf jenis *Times New Roman* berukuran 12 *point*. Keseluruhan isi tulisan termasuk lampiran paling sedikit 10 halaman dan paling banyak 15 halaman. Penulisan subjudul tanpa penomoran. Adapun susunan naskah sebagai berikut:

Judul

Judul ditulis disertai nama lengkap setiap penulis tanpa gelar, nama dan alamat institusi penulis,dan alamat email. Apabila naskah ditulis dalam Bahasa Indonesia maka dibawahnya diikuti judul dalam Bahasa Inggris dengan cetak miring.

Abstract dan Abstrak

Abstrak ditulis dalam Bahasa Inggris dan Bahasa Indonesia. Abstrak harus mencerminkan keseluruhan isi naskah meliputi latar belakang, tujuan penelitian, metode penelitian, dan hasil penelitian yang ditulis paling banyak terdiri atas 250 kata.

Pendahuluan

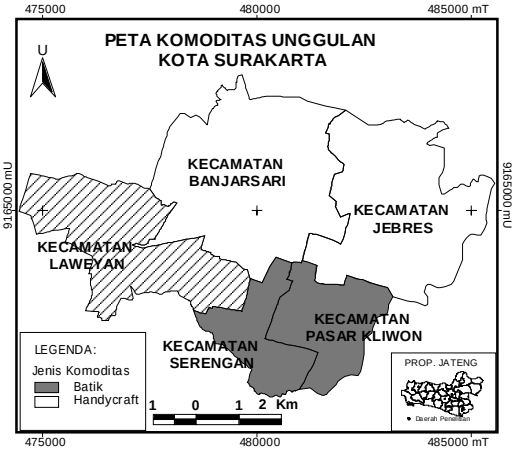
Bab ini harus menguraikan latar belakang yang memadai, telaah terhadap pustaka dan publikasi sebelumnya terkait dengan topik penelitian. Gunakan sumber pustaka yang benar-benar relevan dengan penelitian. Sedapat mungkin penulis menyertakan sitasi dari artikel Forum Geografi edisi sebelumnya minimal 2 artikel.

Metode Penelitian

Bab ini harus berisi informasi teknis yang cukup sehingga metode tersebut dapat diulang kembali dengan baik oleh orang lain. Uraikan secara meyakinkan bahwa metode yang dipakai adalah metode baru apabila diperlukan gunakan table dan atau diagram alir untuk mendukung uraian.

Hasil dan Pembahasan

Bab ini berisi hasil-hasil peneilitian baik yang disajikan dalam bentuk tulisan, table, gambar, maupun peta disertai interpretasinya dikaitkan dengan hasil-hasil yang pernah dilaporkan. Gambar dan Peta dibuat sesederhana mungkin sehingga dapat dipahami dengan mudah. Gambar, peta diberi sumber dan judul gambar disertai penomoran secara berurutan. Tabel diberi judul diatasnya dengan juga disertai penomoran secara berurutan. Baik Gambar, Peta maupun table yang dimuat harus disitasi dalam tubuh tulisan. Peta harus dibuat dalam format *grayscale* dibuat sejelas mungkin perbedaan maupun batasan masing-masing objek yang dipetakan. Desain layout peta disederhanakan sehingga dapat dimasukan dalam teks tanpa mengurangi isi peta (Gambar 1).



Sumber: data sekunder

Gambar 1. Contoh Peta Hasil Penelitian

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan harus memuat seluruh hasil penelitian namun disampaikan dengan kalimat sederhana dan ringkas sehingga mudah dipahami oleh pembaca. Disertai saran mengacu pada hasil penelitian yang diperoleh.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih dapat disampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian maupun terselesaikannya penulisan naskah dengan tetap menggunakan kaidah Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris yang baku. Pihak-pihak tersebut dapat bertindak se-bagai pembimbing, penyandang dana, penyedia data, dan lain sebagainya.

Daftar Pustaka

Daftar pustaka mengikuti sistem nama dan tahun (*Harvard System*) diurutkan berdasarkan abjad nama terakhir penulis, beikut diberikan beberapa contoh penulisan daftar pustaka yang dipakai dalam Forum Geografi.

Buku

Abdul-Rahman, A., dan Morakot, P. (2008) *Spatial Data Modelling for 3D GIS* . Edisi ke-5. Berlin: Springer.

Demers, M. N. (1997) *Fundamentals of Geographic Information System* . New York: JohnWiley & Sons, Inc.

Buku dengan editor

Danaher, P. (ed.) (1998) *Beyond the ferris wheel*, Rockhampton: CQU Press.

Bab dari buku yang ditulis oleh beberapa penulis dengan editor

Byrne, J. (1995) 'Disabilities in tertiary education', in Rowan, L. and McNamee, J. (ed.) *Voices of a Margin*, Rockhampton: CQU Press.

Buku yang tidak diketahui pengarangnya

The University Encyclopedia (1985) London: Roydon.

Artikel surat kabar dengan penulis diketahui

Priyana, Y. (2010) 'Dampak *Solo Car Free Day* Terhadap Lingkungan', *Solopos*, 4 April, p. 1.

Artikel surat kabar tanpa penulis

'Dampak *Solo Car Free Day* Terhadap Lingkungan', *Solopos*, (4 April 2010), p. 3.

Jurnal

Santosa, W. S. dan Adji, N. A. (2007) The Investigation of Ground Water Potential by Vertical Electrical Sounding (VES) Approach in Arguni Bay Region, Kaimana Regency, West Papua. *Forum Geografi.* vol. 21, no.1, Juli, pp. 103-115.

Jurnal Elektronik

Peng, Z. dan Zhang, C. (2004) The roles of geography markup language (GML), scalable vector graphics (SVG), and Web feature service (WFS) specifications in the development of Internet geographic information systems (GIS). *Journal of Geographical Systems*, vol. 6, no. 2,pp. 95-116, dari: Academic Research Library. (Document ID: 848873401), [11 September 2009].

Web

Neumann, A., dan Andréas M, W. (2000) *Vector-based Web Cartography: Enabler SVG*,[online], dari: www.carto.net [5 Agustus 2008].

Lampiran

Gambar, tabel, maupun peta yang tidak memungkinkan dimasukan dalam tubuh artikel dapat disampaikan pada lampiran dengan tidak melebihi batas jumlah halaman yang ditentukan.

PROSES REVIEW DAN SELEKSI NASKAH

Naskah yang dikirimkan kepada dewan redaksi selanjutnya akan direview dan diseleksi yang melibatkan Dewan Redaksi beserta Mitra Bestari yang memiliki kepakaran sesuai dengan tema tulisan. Hasil review dan seleksi tersebut akan diumumkan secara resmi kepada penulis dan dijadikan acuan pemeringkatan yang tercermin pada urutan halaman pada jurnal. Naskah yang dinyatakan layak terbit selanjutnya akan dikembalikan kepada penulis (apabila diperlukan) untuk diperbaiki sesuai saran reviewer. Naskah yang tidak diperbaiki / dikembalikan kepada Dewan Redaksi sesuai batas waktu yang ditentukan tidak akan dimuat.