



SOLUSI MISKELOLA TANAH DAN AIR
UNTUK MEMAKSIMALKAN KESEJAHTERAAN RAKYAT

PROSIDING



SEMINAR &
KONGRES NASIONAL IX

UPN VETERAN YOGYAKARTA



"Veteran" Yogyakarta



Universitas Gadjah Mada



Departemen Kehutanan RI



PT. Perkebunan Nusantara VII



PROSIDING

Kongres Nasional IX
Himpunan Ilmu Tanah Indonesia (HITI)

Solusi Miskelola Tanah dan Air untuk Memaksimalkan Kesejahteraan Rakyat

BUKU 1

- ▶ Pengelolaan Tanah, Kualitas Lahan dan Efisiensi Pemanfaatan Air
 - ▶ Pemanfaatan, Mitigasi Kerusakan Dan Rehabilitasi Lahan
Serta Tata Ruang Wilayah

Tim Penyunting :

Bostang Radjagukguk
Bambang Djadmo Kertonegoro
Dja'far Shiddieq
Bambang Hendro Sunarminto
Sugiman Setyo Wardoyo
Mohammad Nurcholis
Benito Heru Purwanto
Nasih Widya Yuwono
Partoyo

Diterbitkan oleh
UPN "Veteran" Yogyakarta Press
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta
Jl. Lingkar Utara Condongcatur Yogyakarta 55283
Telp. 0274-486401, 48733 Fax 0274-486400
<http://www.upnyk.ac.id>

YOGYAKARTA
5 - 7 DESEMBER 2007

ISBN : 978-979-8918-64-3

Editor Pelaksana

Fandi Hidayat

Ali M Saifudin

Imam Ghozali

Akbar Afdilla Fadli

Layout

Fandi Hidayat

Akbar Afdilla Fadli

Penata Sampul

Wirawan Setiadi

© UPN "Veteran" Yogyakarta Press

Kata Pengantar

Akhir-akhir ini banyak dijumpai fenomena bencana longsor, banjir-kekeringan secara periodik, dan bahkan kekurangan pangan, khususnya di tanah air ini. Padahal, kita sadar bahwa Indonesia yang berada di kawasan tropika basah dikenal sebagai negara yang luas dan dikaruniai dengan sumberdaya tanah dan iklim yang sangat beragam. Jumlah curah hujan tahunan yang tinggi menjadikan Indonesia dikenal dengan hutan hujan tropika basah, yang kaya dengan plasma nutfah dan bermanfaat bagi kehidupan manusia. Di samping itu sumberdaya tanah dan air ini mestinya mampu memasok kebutuhan pangan dan serat secara melimpah.

Permasalahan apa yang selama ini ada di tanah air ini? Ternyata terjadi miscalculasi secara besar-besaran atas sumberdaya tanah dan air ini. Pembabatan hutan, alih fungsi lahan atasan, penciptaan areal lahan pertanian, pemanfaatan lahan di atas daya dukungnya, eksploitasi air, bahkan perusakan tanah yang sulit dibendung. Oleh sebab itu perlu adanya solusi yang jitu untuk mengurangi laju perusakan lahan atau bahkan untuk menghentikan praktik eksploitasi sumberdaya tanah dan air yang berlebihan. Kebijakan itu ditujukan untuk menyejahterakan lebih dari 220 juta manusia penghuni negeri ini, yang perlu perlindungan dan berkecukupan dalam memperoleh bahan pangan, sandang dan papan.

Pada tanggal 5-7 Desember 2007 telah berkumpul ratusan orang, terdiri atas para pakar, birokrat, praktisi, pebisnis dan pemerhati tanah dan air seluruh Indonesia di kampus UPN "Veteran" Yogyakarta. Pertemuan yang diselenggarakan dalam rangka Kongres IX Himpunan Ilmu Tanah Indonesia (HITI) tersebut bertujuan untuk merumuskan **solusi atas miscalculasi tanah dan air** sebagai bentuk kepedulian himpunan profesi ilmu tanah **untuk memaksimalkan kesejahteraan rakyat**.

Prosiding ini memuat makalah-makalah yang dibahas dalam pertemuan tersebut. Makalah disunting oleh tim penyunting, namun isi makalah menjadi tanggungjawab penulis makalah. Semoga prosiding ini dapat menambah informasi dan wawasan bagi para pembaca. Panitia menyampaikan penghargaan yang setulus-tulusnya kepada para pemakalah, peserta kongres, dan semua pihak yang telah mendukung terlaksananya kongres.

Yogyakarta, Desember 2007

Tim Penyunting

DAFTAR ISI

BUKU 1 :

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
Peningkatan produktivitas lahan melalui pengelolaan bahan organik menuju pertanian berkelanjutan Ishak J. dan Setiari M.	1
Keragaman Kepadatan Ultisol Terhadap Pertumbuhan Bibit Akasia di Jambi (Studi Areal HTI milik PT. Wirakarya Sakti) M. Syarif	11
Sifat-sifat tanah yang menjadi faktor pembatas produktivitas lahan kering marginal di Lombok Timur dan alternatif penanggulangannya Ai Dariah, Neneng L.N., S. Marwanto S.T. Talouhu.....	19
Monitoring kualitas tanah dalam sistem budidaya sayuran organik Wiwik H., D. Setyorini dan F. Agus.....	30
Pengaruh vegetasi pionir terhadap sifat-sifat biologi tanah dalam proses rehabilitasi lahan alang-alang P. Prawito	40
Layanan ekologi cacing jenis penggali tanah dalam mempertahankan makroporositas tanah lahan pertanian bekas hutan Widyatmani S.D, Kurniatun H., Didik S.	53
Peningkatan produktivitas lahan kering masam melalui perbaikan pola tanam, pemberian bahan organik dan kapur Joko Purnomo	68
Karakteristik tanah pada lahan kering dan alternatif pengelolaannya untuk pertanian di kabupaten Pasir, Kalimantan Timur Hikmatullah dan D. Subardja.....	80
Efisiensi penggunaan air dan radiasi surya pada sistem tumpangsari jagung padi gogo di lahan beriklim kering Laode Sabarudin dan Siti Leomo	92
Pengaruh penambahan air melalui sistem irigasi tetes sederhana pada periode kritis kekeringan terhadap perkembangan bunga dan buah pada beberapa jenis cabang Kopi Arabika (<i>Coffea arabica</i> L.) T. Sutikno dan S.A. Budiman	104



Karakterisasi kualitas pupuk organik dengan teknik pengomposan untuk budidaya pertanian organik Diah S., L.R. Widowati dan W. Hartatik.....	117
Sistem pengelolaan lahan sesuai harkat (Splash versi 1.02): sistem pengambilan keputusan dalam memilih teknik konservasi tanah dan air dalam skala usaha tani T. Vadari, A. Dariah dan A. Rachman	129
Pengaruh sistem pola usaha tani pada lahan miring terhadap aliran permukaan dan erosi Yatti Sugiarti	149
Model perhitungan neraca air kebun kelapa sawit dengan aplikasi bangunan konservasi tanah dan air K. Murtalaksono, Hasril H.Si., Witjaksana D., dan Yayan Hidayat	162
Integrasi budidaya kopi arabika dengan ternak kambing serta pemanfaatan limbah ternak untuk biogas dan pupuk kandang Soetanto A. dan Sri Mulato.....	172
Identifikasi potensi sumberdaya lahan dan arahan pertanian di lahan pasang surut Agus S., M. Hikmat, Dwi H.	178
Dilema pengelolaan sumberdaya lahan pulau-pulau kecil kasus degradasi sumberdaya tanah dari jazirah leitimur pulau Ambon Rafael M.Osok dan E.J. Gaspersz	194
Dampak deforestasi terhadap hidrologi daerah aliran sungai di DAS Brantas Hulu, Jawa Timur Didik S., G. Sterkb, Sudartoa, W.H. Utamoa, dan Widiantoa.....	204
Efisiensi penggunaan air irigasi dari sumber air tanah dalam (ground water) pada lahan kering pasiran lombok utara dengan teknologi irigasi sprinkler big fun Suwardji.....	225
Validasi model Dss Konservasi Tanah (Splash Versi 1.02) Rahmah D. Y. dan Ai Dariah	239
Deposit dan sifat-sifat mineral zeolit serta pemanfaatannya sebagai bahan pembenah tanah Suwardi.....	248
Respon tanaman bawang merah (<i>Allium asconicum</i>) yang diinokulasi MVA pada ragam cara pemberian BO dan jeda pengairan di lahan kering pulau lombok Lolita E. S. dan Sukartono.....	258
Eksplorasi kualitas lahan dan produktivitas untuk pengembangan kriteria kesesuaian lahan untuk jambu mete (<i>Anacardium occidentale L.</i>) Widiatmaka, A. Sutandi, U. Daras, Anas, A. Krisnohadi	270



Oxisol dan manajemennya dari kecamatan Cariu-Kabupaten Bogor dan Kecamatan Cinangka-Kabupaten Serang Tatat S.A. dan Djunaedi A. Rachim.....	280
Aplikasi sistem olah tanah konservasi pada lahan kering beriklim kering di Lombok Timur Ai Dariah, Neneng L.N., Sidik H.T.....	291
Produktivitas tanaman padi sawah pada tanah mineral masam di Lampung Timur M. Al-Jabri dan Ishak Juarsah.....	301
Penerapan teknik konservasi dan air dalam peningkatan produksi kelapa sawit K. Murtalaksono, Edy S., H. Dadan dan Sudarmo	310
Peningkatan kualitas lahan sulfat masam terlantar melalui optimasi teknik pengelolaan tanah dan air Haryono dan Tagus Vadari.....	319
Penetapan kurva retensi air tanah laboratorium secara tensiogravimetri dengan gips block Cahyoadi B. dan Niken S.	327
Pengaruh pupuk mikro asal Cina terhadap pertumbuhan dan hasil kacang tanah di Inceptisols Mas Teddy Sutriadi.....	338
Dinamika populasi bakteri nitrifikasi dan potensial nitrifikasi di Alfisols Jumantono dengan perlakuan kualitas seresah yang mengandung senyawa alelopati Widaningsih, Erlita Cendrasari, Jauhari S.	348
Pengaruh dekomposisi bahan organik terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman jagung Haryono	360
Dampak negatif terhadap lingkungan tanah dan air akibat adanya miskelola TPA sampah Zetly E. Tamod	371
Kesesuaian lahan untuk tanaman jagung (<i>Zea mays</i> L.) dan kakao (<i>Theobroma cacao</i> L.) di kec. Sentolo kab. Kulon Progo Anjal A.A., Bambang H.S., Gusti A.	380
Kesesuaian lahan untuk tanaman kedelai (<i>Glycine max</i> L.) dan melinjo (<i>Gnetum gnemon</i> L.) di kec. Sentolo kab. Kulon Progo Anjal A.A., Bambang H.S., Heni D.K	395
Kesesuaian lahan untuk tanaman kelapa (<i>Cocos nucifera</i> L.) dan pisang (<i>Musa</i> spp. L.) di kec. Pengasih kab. Kulon Progo Anjal A.A., Bambang H.S., P.K.Pandamnara T.Y.	411



Pengaruh kualitas terutama Cr terhadap beberapa sifat tanah di sepanjang Sungai Winongo Jogjakarta Anjal A.A., Syamsul A.S., Ismi Purba	428
Upaya pelepasan fosfat terperangkap dalam bentuk occluded melalui kombinasi mekanik, kimia dan biologi pada budidaya tanah sawah Lenny S.N., Syekhfani dan M. Munir	454
Pengaruh perlakuan kualitas seresah kedalaman tanah terhadap dinamika populasi mikroba nitrifikasi dan mikroba heterotrof terkait pengendalian nitrifikasi secara hayati Mukhaila Iryani, Ratih Septiyani	470
Inovasi teknologi konservasi air untuk meningkatkan produksi cabai dan pendapatan usaha tani lahan kering S.H. Tala'ohu.....	481
Peran akar pohon dalam mencegah gerakan tanah Kurniatun H., Ari S., Veronika K., Didik S., Widiyanto dan Meine v.N.....	496
Bioremediasi: salah satu strategi meningkatkan keberhasilan rehabilitasi lahan bekas tambang Enny Widyati.....	510
Metode rehabilitasi lahan kering terdegradasi untuk meningkatkan kualitas lahannya Abdullah A., B.H. Sunarminto, M. Drajad, S. Marwanto	521
Partisipasi masyarakat dalam pengelolaan lingkungan : studi pendahuluan mengenai kemauan masyarakat wilayah bahaya banjir untuk membayar jasa lingkungan lahan pertanian Irawan dan Undang Kurnia.....	534
Dampak tsunami terhadap kondisi tanah pada lahan pertanian Achmad R. dan Deddy Erfandi.....	548
Analisis hirarki wilayah dan land rent pola usaha tani padi dan bawang merah serta faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihannya di kabupaten Bantul propinsi D.I. Yogyakarta Santun R.P.S., Andrea E.P., Dyah R.P.....	557
Revegetasi sebagai alternatif memperbaiki sifat kimia tanah pada lahan bekas tambang batubara S. Setyo Wardoyo.....	568
Karakteristik lahan wilayah bencana longsor di sub desa Kaliputih kec. Panti kab. Jember Cahyo Prayogo.....	581
Manipulasi lingkungan tempat tumbuh sebagai upaya terpadu pengembangan teknologi rehabilitasi lahan pasca tsunami di Banda Aceh Cahyono A., Anwar B., Dewi W., Soni H., Barkah S.	594



Penilaian kondisi lahan revegetasi pasca tambang batu bara bukit asam (Tanjung Enim) dengan prosedur analisis fungsi lansekap Dwi S., Dullah T., Herlina H.....	608
Kajian geologi dan neotektonik untuk identifikasi bencana di wilayah kota Semarang Helmy M., Achmad R., Sutarto, Arif Rianto	616
Upaya pengelolaan lingkungan pada penambangan pasir di Kali Woro Klaten Jawa Tengah Suharwanto	638
Kajian pemanfaatan sludge industri kertas sebagai sumber bahan organik untuk revegetasi lahan bekas tambang batubara Enny Widyati.....	646
Nilai ekonomi lahan pertanian berdasarkan manfaat multifungsi lahan sawah dan lahan kering Irawan.....	659
Bencana gerakan tanah : tinjauan dari gatra tanah Partoyo	674
Salinitas tanah dan penyebarannya pada lahan pertanian pasca tsunami Deddy Erfandi dan Achmad Rachman	684
Alih guna hutan menjadi lahan pertanian: perubahan iklim mikro paska alih guna hutan dan sebaran rayap yang berpotensi sebagai hama Fitri K.A., F.X. Susilo, Bagyo Y., dan Kurniatun H.....	693
Remidiasi tanah terpengaruh tsunami terhadap pertumbuhan dan hasil jagung sebuah percobaan POT S. Sutono, I.G.M. Subiksa dan A. Rachman	710
Potensi pohon dalam meningkatkan kekuatan geser tanah (<i>soil shear strength</i>) di Daerah Aliran Sungai (DAS) Bango Syahrul K., Didik S., Zaenal K., Mohadi N.....	719
Apakah sistem agroforestri dapat memperlambat kemunduran kesuburan tanah pada lahan terdegradasi? (Studi kasus di Lampung Utara) Sri Rahayu, Syahrul K., Sondang R., Cahyo P.	732
Applying data mining approach on soil research in Indonesia Yiyi S. dan B.H. Prasetyo	740
Keunggulan dan kelemahan sistem alley cropping untuk usaha tani konservasi di lahan kering DAS bagian hulu Umi Haryati.....	755
Mencari indikator cepat untuk menilai perubahan kualitas lahan di bawah tegakan wanatani (Agroforestry) lahan kering marjinal Umu Solehani dan Suwardji	768



Bakteri pendekomposisi selulosa pada tanah gambut dan alluvial Abdul Hadi dan Zurnida Titin M.	777
Strategi pengembangan manggis (<i>Garcinia mangostama</i> L.) di kabupaten Sawahlunto/Sijunjung, Propinsi Sumatera Barat Ning W.U., Suwardi dan Muhammad Ardiansyah	788
Bioremediasi <i>in situ</i> lingkungan yang tercemar hidrokarbon aromatik polisiklik: pengaruh penambahan nutrisi dan surfaktan R. Agus Widodo.....	802
Pemanfaatan lahan di wilayah karst Pegunungan Seribu kabupaten Gunung Kidul, dalam usaha meningkatkan pendapatan petani Bambang Hendro Sunarminto	813

BUKU 2 :

Karakteristik Dan Evaluasi Kesesuaian Lahan Untuk Pengembangan Jarak Pagar Di Indonesia Ir. Anny Muhyani, Ms.....	819
Prospek Pemanfaatan Batuan Vulkanik Sebagai Sumber Hasil Tanaman Dan Pembenh Tanah Ramah Lingkungan Joko Priyono.....	837
Relokasi Sari Kering Limbah (sludge) Untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Mutu Semai (<i>Tectona Grandis</i> L. F) Haryono S., Daryono P., dan Dewi W.	850
Integrasi data citra landsat dan elevasi digital untuk analisis satuan lahan dalam pemetaan tanah tingkat tinjau Hikmatullah dan Wahyunto.....	858
Transforming pedological knowledge to innovative technology: the use of basalts rock to modify charge properties and cation contents of an oxisol for cocoa growth Markus A. and J. Shamshuddina.....	868
Pemetaan tingkat bahaya erosi berdasarkan kajian sifat fisika tanah yang berkembang dari bahan vulkan Setiari M dan C. Tafakresnanto.....	879
Klasifikasi potensi gambut untuk tanaman kelapa sawit dengan pendekatan indeks lahan Winarna, E.N. Ginting, Bambang H.S., dan Bennito H.P.	891
Pendekatan empiris distribusi ukuran pori tanah dengan model arya-paris dan korelasinya terhadap hasil pengukuran laboratorium Cahyoadi B. dan Mohammad Hasan.....	906

Adsorpsi herbisida paraquat oleh tanah dystrodeft, dystrodeft dan psamment pada berbagai pH tanah Zainal M., Nanik S., dan Fitri A.....	920
Petrea application in soil bioremediation for crude oil polluted soil A. Napoleon dan Agus Hermawan	932
Sebuah prototype sistem pendukung keputusan keruangan (<i>spatial decision support systems</i>) pengelolaan hara spesifik lokasi berbasis sistem informasi geografis (SIG), model tanaman dan geostatistic untuk tanaman padi dan jagung Yagus Wijayanto dan MH. Pandutama.....	944
Aplikasi taksonomi tanah di Indonesia: aspek tata nama Djunaedi A. R. dan Tatat S.A.	956
Indeks kualitas tanah pada berbagai penggunaan lahan di sub das Jompo, jember T. Sutikto dan B. Hermiyanto.....	969
Peran indikator tanah untuk pemantauan pengelolaan hutan berkelanjutan di Indonesia Sukresno	981
Analisis hirarki desa serta land rent tipe penggunaan lahan pada suatu toposekuens di kabupaten karanganyar Santun R.P. Sitorus, Sehani, Dyah R. Panuju.....	992
Faktor-faktor yang berperan kuat dalam mengarahkan keragaman warna tanah di atas batuan karbonat Pegunungan Selatan Joko M, Bambang H.S.....	1004
Uji stratifikasi bahan induk tanah, sepanjang sungai Keladuan Sleman Eko A.J., Joko M., Eko Kurniantoro.....	1014
Pengaruh pemberian kapur limbah las karbit dan pemangkasan cabang terhadap hasil mentimun (<i>Curcumis sativus</i>) Suyadi.....	1021
Identifikasi dan karakterisasi proses pedo-geomorfologi pada longsor lahan di DAS Konto Dafi Choirubin, Abdul M.P. dan Mochtar Luthfi Rayes	1027
Hubungan lapisan kedap air terhadap kejadian longsor di DAS Konto Hulu Erick Perdana A., Abdul M.P. dan Widiyanto	1040
Analisis daerah berpotensi longsor berdasarkan ketebalan solum dan kecepatan infiltrasi di DAS Konto Hulu Firsta Anugerah S., Abdul Mukri, Prabowo dan Sugeng P.	1054
Nitrifikasi potensial dan nitrogen mineral tanah pada berbagai tingkat intensifikasi lahan spesies pohon penayang pada agroforestri kopi Purwanto dan K. Hairiah.....	1067



Perlindian beberapa unsur hara pada tanah gambut pedalaman yang telah diberi kapur dolomit Sulistyanto Y., Sustiyah, Miher R., Elia	1085
Identifikasi dan pemetaan sumber erosi melalui citra satelit penginderaan jauh (Studi kasus di sub DAS Merawu Propinsi Jawa Tengah) Agus Wuryanta dan Sukresno	1098
Pengaruh pembenah tanah berbahan baku zeolit terhadap pencucian hara dan KTK tanah Mas Teddy S. dan Diah S.	1107
Perubahan sifat fisik tanah di pertanaman kopi akibat pemupukan jangka panjang beberapa sumber kompos R. Erwiyono, D.I. Wulandari, G. Sukarno dan S. Winarso	1124
Pengaruh inokulasi <i>Azotobacter</i> sp. LKM6 yang memproduksi eksopolisakarida dan aplikasi kadmium klorida terhadap kadmium di tanah dan tajuk selada Reginawanti H., Dedeh H., Arief, Soetijoso S., Lukman G.	1140
Sifat-sifat fisika dan kimia tanah sawah bukaan baru dan lama di Lampung Timur M. Al-Jabri	1147
Kajian penambahan CaCO ₃ dan pupuk organik terhadap beberapa sifat kimia tanah alfisol dan kualitas hasil kacang tanah (<i>Arachis hypogaea</i> L.) Hery W., Supriyadi, Sutopo, Mujiyo	1161
Efektivitas kombinasi senyawa humik, bakteri pelarut fosfat dan zeolit dalam memperbaiki tanah mineral masam Sugeng Winarso	1175
Pengaruh perlakuan kualitas seresah kedalaman tanah terhadap dinamika populasi mikroba nitrifikasi dan mikroba heterotrof terkait pengendalian nitrifikasi secara hayati Mukhaila Iryani, Ratih Septiyani	1186
Manfaat limbah cair dari pabrik kelapa sawit sebagai suplemen pupuk pada perkebunan kelapa sawit Dedik Budianta	1196
Bakteri pendekomposisi selulosa pada tanah gambut dan alluvial Abdul Hadi dan Zurnida Titin M.	1206
Pemarelan Alfisol Gunung Kidul pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan hasil kacang tanah dan bawang merah Bambang Djadmo K., Hendrajaya, T. Lasiah dan Subardi	1217
Pengaruh pemberian pupuk NPK majemuk 25-9-9 terhadap sifat kimia tanah Inceptisol dan hasil tanaman padi sawah Nurjaya, A. Kasno dan Diah S.	1229



Pengaruh saat pemberian bahan organik dan dosis urea terhadap pertumbuhan tanaman jagung (<i>Zea mays</i> L.) pada Oxisol Ibrahim Adamy S.	1241
Pengaruh inokulasi silang bakteri nodul dari berbagai tanaman leguminosae terhadap pertumbuhan tanaman kedelai hitam I Nyoman P.A., Tri Yuliana, Devi Ismidianti.....	1251
Perubahan sifat fisik dan kimia tanah akibat perbedaan cara pemberian dan sumber bahan organik pada Ultisol Jasinga Neneng L.N. dan G. Djakakirana.....	1267
Keragaman sifat kimia tanah mineral masam dan tingkat keracunan besi terhadap produksi padi sawah cekungan di Kp. Tamanbogo Lampung Timur Ishak J. dan Siddik Haddy T.....	1279
Kelarutan P-alam pada tanah gambut dan pengaruhnya terhadap fraksi-fraksi P tanah dan hasil jagung A. Kasno dan D. Setyorini	1289
Pola pelepasan fosfat pada Andisol, Inceptisol dan Oxisol yang diaplikasi dengan asam-asam organik artificial Arie M., TC. Setiawati, M.H. Pandutama.....	1301
Studi erapan fosfor, belerang dan boron pada tanah Andisol Sukamantri, Latosol Darmaga dan Grumosol Cihea Arief H., Syaiful A. dan Cepi M.L.	1312
Revegetasi pada lahan bekas penambangan pasir Merapi terhadap sifat fisik dan kimia tanah di desa Sidorejo, Kemalang, Klaten Dyah A., Yanisworo W.R. dan Eko Wartono	1325
Kajian penggunaan haspramin terhadap sifat fisik dan kimia Vertisol lahan kering yang ditanami tebu Lelanti P. dan Dyah Arbiwati	1336
Isolasi dan seleksi bakteri petrofilik dari tanah yang tercemar minyak bumi Didi Saidi	1346
Pengaruh bakteri Rhizosfer <i>Bacillus</i> sp. (isolat 1.7) terhadap pertumbuhan vegetatif kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merrill) kultivar wilis I Nyoman P.A., Tri Yuliana, Devi Ismidianti.....	1355
Pengaruh bahan organik, kapur dan pupuk P terhadap kadar hara P dan sifat erapan P tanah typic kandiudalt Lampung Timur Joko Purnomo	1363
Menjaga keseimbangan bahan organik tanah melalui penambahan kompos sebagai pupuk organik padat ke dalam tanah Prasetya, Nuraini, Anggraeni.....	1375
Kajian kimia gambut hidrofilik dan hidrofobik sesudah dilakukan ameliorasi Sri Nuryani, Didik F., Azwar Maas.....	1389



LAMPIRAN

Susunan Panitia Pelaksana

Daftar Acara

Denah Lokasi Kongres



**KAJIAN GEOLOGI DAN NEOTEKTONIK UNTUK IDENTIFIKASI BENCANA DI
WILAYAH KOTA SEMARANG****Helmy Murwanto¹, Achmad Rodhi¹, Sutarto¹, Arif Rianto¹**¹*Fakultas Teknologi Mineral UPN "Veteran" Jogjakarta***ABSTRAK**

Penelitian yang berjudul Kajian Geologi dan Neotektonik untuk identifikasi bencana di Wilayah Kota Semarang, Jawa Tengah. Metode penelitian dilakukan dengan cara pengamatan dan pengukuran lapangan didukung analisa laboratorium : geodinamik, sedimentologi dan petrografi, paleontologi, palinologi, radio carbon C14 dan mekanika batuan.

Hasil menunjukkan bahwa kondisi geologi Wilayah Kota Semarang tersusun oleh batuan-batuan berumur lebih tua dari dua juta tahun "tersier", yang litologinya terdiri dari perselingan batupasir dengan batulempung yang bersifat plastis. Batuan tersebut di atasnya tertutup/terendapkan secara tidak selaras oleh sedimen vulkanik produk Gunung Api Ungaran Tua yang berumur lebih muda dari 20.000 tahun (BP, 1950) atau Plistosen akhir.

Proses tektonik di Wilayah Kota Semarang berdasarkan data struktur sesar maupun kekar, melibatkan/memotong batuan vulkanik Ungaran Tua. Di samping itu juga ditemukan beberapa undak-undak sungai dengan beda tinggi mencapai 65 meter dari permukaan dasar aliran sungai utama. Data tersebut menunjukkan proses tektonik di Wilayah Kota Semarang masih berlangsung aktif sampai sekarang. Aktifitas tektonik tersebut mengakibatkan terjadinya proses pengangkatan di wilayah kota bagian selatan, membentuk Tinggian Banyumanik Mijen dengan kecepatan pengangkatan lebih dari 0,3 cm/tahun. Sedangkan di bagian utara pada bentuk lahan dataran bekas pantai sedang mengalami proses penurunan dasar cekungan yang diikuti oleh proses kompaksi dan konsolidasi dari endapan berumur sangat muda yang terendapkan di atas batuan dasar cekungan. Proses penurunan di daerah tersebut kecepatannya berkisar antara 3-8 cm/tahun. Proses neotektonik yang mengakibatkan pengangkatan di wilayah bagian selatan, penurunan di wilayah bagian utara, batas sebarannya berupa belok-belok sesar yang mempunyai arah umum Baratlaut-Tenggara.

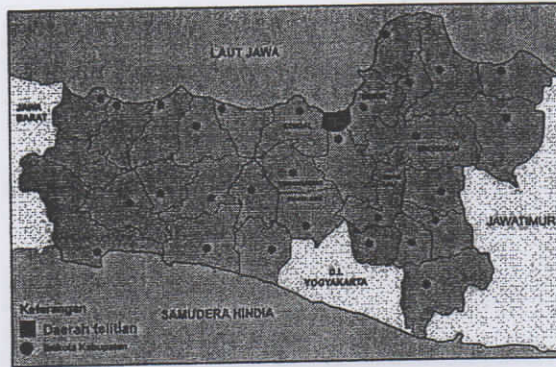
Faktor penyebab timbulnya bencana rayapan, longsor tanah dan batuan di bentuk lahan perbukitan, bencana banjir kiriman maupun genangan air laut pasang "rob" di bentuk lahan dataran bekas pantai adalah kondisi tatanan geologi dan proses geologi yang berlangsung di Wilayah Kota Semarang. Kondisi geologi tersebut dipicu oleh miscalok lahan di berbagai tempat akibat program pembangunan infrastruktur kota.

PENDAHULUAN

Pertumbuhan Kota Semarang diketahui sejak awal abad ke-15 sebagai kota pelabuhan singgah menuju pusat Kerajaan Demak, melewati Selat Muria yang berada diantara P.Muria di sebelah utara dan P.Jawa di sebelah selatan. Posisi Pelabuhan Semarang pada waktu itu kurang lebih 3,5 ke arah selatan dari garis pantai sekarang, tepat berada di sebelah utara Perbukitan Simongan dan Perbukitan Candi. Peranan Kota Semarang menjadi semakin meningkat setelah Selat Muria menjadi sempit dan dangkal, karena proses sedimentasi dan Kerajaan Demak menjadi terisolir dari Laut Jawa. Dataran Pantai Semarang lambat laun berkembang luas ke arah utara, seiring dengan pertumbuhan delta-delta kecil dari beberapa sungai yang bermuara di Laut Jawa. Ekologi pantai pada waktu itu berupa rawa-rawa yang banyak ditumbuhi tanaman mangrove dan rumput-rumput air.



Pemerintah Hindia Belanda mendesain Kota Semarang menjadi sebuah kota besar, tidak hanya sebagai kota pelabuhan tetapi juga sebagai pusat pemerintahan. Cepatnya laju pembangunan kota dengan berbagai sarana pendukungnya sangat terasa sejak akhir abad ke-20 sampai sekarang. Konsekuensinya pembangunan kota yang berada di atas bentuk lahan bekas pantai dan bentuk lahan perbukitan, proses geologinya masih aktif yang berakibat daya dukung lahannya menjadi sangat berat menahan laju pembangunan Kota Semarang. Akhirnya beberapa tahun belakangan ini berbagai bencana geologi terjadi di Wilayah Kota Semarang baik yang berada di bentuk lahan perbukitan maupun bentuk lahan dataran pantai.



Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian

PERMASALAHAN

Kota Semarang yang dijadikan ibukota propinsi sekaligus sebagai pintu masuk Jawa Tengah, telah berkembang dengan pesat baik di lahan dataran di bagian utara sebagai pusat kota maupun di lahan perbukitan bagian selatan.

Beberapa tahun belakangan ini berbagai bencana geologi terjadi di Wilayah Kota Semarang, baik yang terjadi di lahan perbukitan maupun lahan dataran. Bencana yang terjadi di lahan perbukitan berupa longsor maupun rayapan tanah dan batuan. Sedangkan yang terjadi di lahan dataran yang dikembangkan menjadi pusat kota, terjadi bencana penurunan permukaan lahan "subsiden", mengakibatkan bencana genangan air laut "rob" di sepanjang musim dan genangan banjir kiriman di musim penghujan.

TUJUAN PENELITIAN

Tujuan kajian Geologi dan manfaatnya :

- ✓ Mengetahui pola sebaran dan hubungan antar batuan maupun pola struktur geologi (patahan, kekar, lipatan) yang berkembang di Wilayah Kota Semarang.
- ✓ Mengetahui sejarah geologi dan proses geologi yang sedang berjalan di Wilayah Kota Semarang.
- ✓ Mengetahui model pengelolaan lahan yang sudah dan sedang dilakukan di Wilayah Kota Semarang.

Hasil kajian dapat mengetahui penyebab terjadinya berbagai bencana geologi, yang terjadi di bentuk lahan dataran maupun di bentuk lahan perbukitan, sekaligus sebagai dasar evaluasi pelaksanaan program pembangunan di Wilayah Kota Semarang.

GEOLOGI WILAYAH KOTA SEMARANG**GEOMORFOLOGI**

Terdapat perbedaan morfologi yang tajam antara bagian utara dengan bagian selatan wilayah penelitian. Di bagian selatan memperlihatkan kenampakan morfologi yang tinggi dan terjal, yang dikontrol oleh batu pasir vulkanik dan breksi berumur kuartar. Di tengah-utara membentuk perbukitan bergelombang lemah, dikontrol oleh breksi vulkanik Ungaran Tua dan batulempung Formasi Kalibiuk yang ditutupi endapan aluvial di bagian utara.

Berdasarkan beda tinggi dan kelerengan, kondisi geologi yang mengontrolnya dan kenampakan di lapangan, daerah Kota Semarang dapat dibagi menjadi 4 satuan geomorfik, yaitu Satuan Geomorfik Perbukitan Vulkanik, Satuan Geomorfik Perbukitan Lipatan, Satuan Geomorfik Gawir Sesar dan Satuan Dataran Aluvial Pantai.

Satuan Geomorfik Perbukitan Vulkanik

Merupakan daerah perbukitan bergelombang menengah hingga kuat, dengan ketinggian 300-2050 m dari muka air laut, dengan beda tinggi 800-1450 m, lereng terjal (24%-29%). Satuan ini tersebar di bagian selatan daerah penelitian meliputi luas sekitar 30% dari luas daerah penelitian, tersusun oleh batuan-batuan vulkanik seperti breksi laharik, breksi piroklastik, lava andesit batu pasir vulkanik, hasil aktifitas Gunungapi Ungaran Muda dan sebagian Gunungapi Ungaran Tua.

Satuan Geomorfik Perbukitan Lipatan

Merupakan daerah perbukitan bergelombang menengah hingga lemah, dengan ketinggian 25-300 m dari muka laut, dengan beda tinggi 100-300 m, lereng agak terjal (2,5%-15%), menempati sekitar 25% wilayah telitian. Satuan ini dikontrol oleh



batulempung gampingan, batuan breksi vulkanik, batupasir tufaan, tufa, selang-seling batulempung-napal-batupasir, yang termasuk dalam Formasi Banyak, Formasi Kalibuk dan sebagian Satuan Vulkanik Ungaran Tua. Satuan ini dikontrol oleh struktur perlipatan dengan arah sumbu relatif baratlaut-barat.

Satuan Geomorfik Gawir Sesar

Satuan geomorfik Gawir Sesar menempati lembah terjal di sepanjang Kali Garang, berarah relatif utara-selatan dengan luas sekitar 5% wilayah telitian. Satuan ini membentuk morfologi yang relatif terjal, dengan kelerengan > 30% dan beda tinggi berkisar antara 81-35 m.

Satuan Geomorfik Dataran Aluvial Pantai

Satuan ini melampar di bagian utara daerah penelitian hingga pantai, meliputi area sekitar 35% wilayah penelitian. Satuan ini mempunyai < 25 m dpl., dengan beda tinggi < 25 m, dan kelerengan < 2,5%. Satuan ini dominan tersusun oleh endapan aluvial pantai dan sebagian fluviatil.

STRATIGRAFI

Satuan Batupasir Banyak

Penamaan Formasi Banyak diusulkan oleh Van Bemmelen (1949) dengan nama "Banyak Lagen", De Genevraye dan Luki Samuel (1972) menyebutnya sebagai "Facies Banyak", Harsono (1983) menyebutnya sebagai Formasi Banyak. Di wilayah penelitian, satuan ini didominasi batupasir dengan sisipan batulempung, oleh karena itu dalam laporan ini disebut sebagai Satuan Batupasir Banyak.

Ciri-ciri Litologi

Bagian bawah dari satuan ini dicirikan oleh perulangan batupasir vulkanik dan batulempung karbonatan (sebagian sebagai napal). Batupasir vulkanik berwarna abu-abu kekuningan terdiri dari mineral mafik, kwarsa, feldspar, ukuran butir pasir halus, membundar tanggung, pemilahan baik, matrik lempung, semen karbonat, ketebalan antara 200-250 cm. Hasil analisa petrografi bernama "Volcanic Wacke", struktur sedimen terdiri dari "pararel lamination" dan "ripple lamination". Batulempung karbonatan berwarna abu-abu gelap pecahan konkoidal, kadang menyerpih, dengan ketebalan antara 5-15 cm.

Bagian atas satuan ini dijumpai batu pasir kerikilan sebagai awal satuan batuan yang disusun oleh batupasir kerikilan, berwarna abu-abu kehitaman, struktur "graded bedding", ukuran pasir kasar-kerikilan, bentuk butir membundar tanggung-menyudut, pemilahan buruk, fragmen andesit, matrik pasir, semen silika, permeabilitas baik.



Umur

Berdasarkan contoh batulempung gampingan, dengan kandungan foram plankton antara lain *Orbulina universa*, *Globorotalia plesiotumida*, *Globorotalia lenguensis*, *Globogerinoides trilobus* merupakan umur Miosen Akhir. Sedangkan contoh batuan dengan litologi napal yang merupakan Formasi Banyak bagian atas terdapat kandungan fosil antar lain *Globorotalia plesiomida*, *Orbulina universa*, *Globogerinoides extremus*, *Pulleniatina primalis*, *Globogerinoides trilobus*, menunjukkan umur Miosen Akhir-Pliosen Awal dengan kisaran umur N17- N18. Hasil keseluruhan dari analisis paleontologi Formasi Banyak diperoleh kisaran umur N17- N18 menunjukkan umur Miosen Akhir-Pliosen Awal.

Lingkungan Pengendapan

Analisis lingkungan pengendapan diambil dari contoh batuan yang sama dengan analisis foram plankton mempunyai kandungan foram bentonik antara lain *Bilimina sp.*, *Rotalia sp.*, *Textularia sp.*, *Cibicides nolis*, *Elphidium sp.*, *Eponides sp.*, *Nonion pompiloides*, *Bolivina spicata*, menunjukkan kedalaman 100-200 m atau Neritik Luar (Pheler, 1955). Sedangkan dari rasio plankton/bentos berkisar antara 38%-40%, menunjukkan zona bathimetri Neritik Luar (Grimsdale dan Markhoven, 1955).

Hubungan Stratigrafi

Hubungan Satuan Batupasir Banyak dengan satuan yang ada di atasnya yaitu Satuan Batulempung Kalibiuk adalah selaras.

Satuan Batulempung Kalibiuk

Van Bammelen (1949) memberikan nama "Kalibiuk Beds", kemudian De Genevraye dan Luki Samuel (1972) menyebutnya dengan Kalibeng Bawah. Satuan ini dicirikan oleh napal kehijauan, batulempung napalan kehijauan, serta sisipan batupasir gampingan dan juga banyak dijumpai cangkang moluska.

Penyebaran dan Ketebalan

Penyebaran Satuan Batulempung Napalan Kalibiuk meliputi 15% dari luas daerah telitian yang terletak di sebelah timurlaut, tersingkap di sepanjang aliran Kali Silegak, Kali Kecepat dan penerusan Kali Talang yang terdapat di Desa Siwarak. Ketebalan satuan ini tidak dapat diketahui dengan pasti, karena tidak ditemukannya batas bawah dari satuan batuan ini. Dari penampang stratigrafi terukur diperoleh ketebalan 482 m.



Ciri Litologi

Litologi penyusun Satuan Batulempung Kalibiuk terdiri atas perulangan napal dan batulempung gampingan dengan sisipan batupasir gampingan.

Batulempung gampingan, putih kecoklatan, massif, ukuran butir lempung, dengan komposisi utama mineral lempung, lumpur karbonat dan terdapat penyerta berupa kwarsa, min opak, serta fosil. Dari hasil kalsimetri didapatkan 12% kadar karbonat. Ketebalan berkisar antara 3-5 m.

Napal, hijau, menyerpih, konkoidal, komposisi utama lumpur karbonat, mineral lempung, dengan penyerta kwarsa, min opak, dan fosil. Dari hasil analisis kalsimetri batuan ini didapatkan kadar karbonatnya 42-46%. Ketebalan lapisan ini berkisar antara 5-10 m.

Batupasir Gampingan, kelabu-kebiruan, mineral kwarsa, plagioklas, cangkang moluska, semen karbonat, pasir sedang. Dijumpai struktur sedimen massif dan graded bedding.

Umur

Analisa paleontologi dari sampel yang dianalisis pada litologi napal dan litologi batulempung napalan di lokasi Kali Talang, dijumpai fosil foraminifera plankton antara lain : *Sphaerodinella dehiscens*, *Sphaerodinella subdehiscens*, *Globorotalia tumida*, *Globigerinoides immaturus*, *Globigerina nepethens*, *Globigerinoides sacculiferus* dan *Orbulina universa*, yang menunjukkan umur Pliosen bawah atau N19 (Blow, 1969).

Lingkungan Pengendapan

Struktur sedimen yang muncul berupa struktur sedimen masif pada batulempung gampingan napal, sedangkan pada sisipan batupasir gampingan terdapat struktur graded bedding. Dari analisa paleontologi ditemukan fosil foraminifera benthos yaitu : *Cibicides sp.*, *Amphistegina lessonii*, *Uvigerina peregrina porvula*, *Bathysipon sp.*, *Haeglundina elegans*, *Goesella Mississippensis* dan *Eggerella adneva*, dimana dapat menunjukkan lingkungan bathymetri yaitu Neritik Tengah dengan kedalaman 100-300 ft (Bandy, 1967).

Hubungan Stratigrafi

Ketebalan dari Satuan Batulempung Kalibiuk berdasarkan data penampang kolom stratigrafi sekitar 200 m. Hubungan dengan Satuan Batupasir Banyak, didasarkan pada kedudukan batuanya relatif selaras, sedangkan hubungan dengan batuan yang berada di atasnya yaitu Satuan Breksi Ungaran Tua adalah tidak selaras.

Satuan Breksi Vulkanik Ungaran Tua

Satuan Breksi Vulkanik Ungaran Tua oleh beberapa peneliti dikenal dengan nama Formasi Notopuro, yang pertama kali dikemukakan oleh Van Bammelen (1949) dengan nama *Notopuro beds*. Beberapa peneliti menyebut satuan yang banyak mengandung



konglomerat dan batupasir dikenal dengan sebagai Formasi Damar. Penulis menganggap bahwa seluruh endapan pada satuan ini bersumber pada Gunung Ungaran Tua, baik sebagai endapan vulkanik, endapan piroklastik maupun endapan fluvio-vulkanik. Dengan penamaan ini, diharapkan dapat dengan mudah dibayangkan konteks sejarah geologi pada saat itu.

Penyebaran dan Ketebalan

Satuan Breksi Vulkanik Ungaran Tua tersingkap di sepanjang Kali Tempuran, Kali Blimbing, Kali Talang dan Kali Silegak. Penyebarannya menempati sekitar 35% dari luas daerah telitian, meliputi Desa Pongangan, Desa Cepaka dan Desa Mijen.

Ciri Litologi

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, satuan ini terbentuk oleh batulempung, batuan breksi vulkanik dan batupasir vulkanik.

Batulempung, abu-abu hitam, berukuran butir lempung-lanau, banyak mengandung fosil tumbuhan. Merupakan alas pada satuan ini.

Breksi vulkanik, kelabu coklat, fragmen andesit, kerikil-bongkah, menyudut-menyudut tanggung, sortasi buruk, fragmen mengambang dalam masa dasar. Fragmen terdiri dari basal, andesit dan batuapung.

Batupasir vulkanik, abu-abu coklat, pasir halus-kerikilan, bentuk butir menyudut-membulat tanggung, pemilihan buruk-sedang, tertanam pada masa dasar lempung dan gelas, komposisi mineral : lithic, kwarsa, min opak.

Umur

Van Bammelen (1949) menentukan bahwa Satuan Breksi Piroklasik Notopuro yang mempunyai kemiripan dengan satuan ini mempunyai umur Plistosen Tengah-Atas. Berdasarkan dari yang didapat dari pentarikan umur menggunakan metode C14 pada endapan batulempung (bagian alas satuan) yang mengandung fosil kayu didapat umur 20.150 tahun (BP, 1950) atau pada kala Pliosen Atas.



Lingkungan Pengendapan

Pada bagian selatan satuan ini lebih banyak didominasi oleh endapan-endapan breksi piroklastik, ke arah utara bergradasi membentuk sekuen endapan breksi laharik, konglomerat dan batupasir vulkanik endapan fluvial, serta batulempung endapan rawa.

Satuan ini pada bagian bawah merupakan endapan rawa dan sungai yang ditutupi produk gunungapi dengan facies vulkanik "*Medial Volcanoclastic-Distal Volcanoclastic Facies*" (Vessel dan Davies, 1981). Satuan ini merupakan hasil produk Gunungapi Ungaran Tua yang diendapkan pada lingkungan darat.

Hubungan Stratigrafi

Hubungan Satuan Breksi Vulkanik Ungaran Tua dengan Satuan Batulempung Kalibiuk yang berada di bawahnya adalah tidak selaras. Dari data lapangan terdapat adanya bidang erosi dan ditemukannya batas ketidakselarasan. Hal ini dibuktikan dengan adanya perbedaan besarnya kedudukan lapisan batuan, batulempung Kalibiuk sebesar 20-40° membentuk banyak perlipatan. Sedangkan dip dari Satuan Breksi Vulkanik Ungaran Tua < 10° ke arah utara, sedangkan pada batupasir di bagian utara membentuk antiklin dengan kemiringan juga lemah. Sehingga dapat dikatakan jenis ketidakselarasan menyudut (*angular unconformity*), sedangkan hubungannya dengan Satuan Endapan Vulkanik Ungaran Muda yang berada di atasnya juga tidak selaras.

Figure error

Gambar 2. Peta geologi daerah penelitian



Satuan Endapan Vulkanik Ungaran Muda

Satuan Endapan Vulkanik Ungaran Muda oleh Van Bammelen (1941 dan 1949) diberi nama *Young Ungaran* yang merupakan hasil endapan aktifitas Gunungapi Ungaran Muda, generasi ketiga dari pertumbuhan Gunung Ungaran, dimana pemunculannya berhubungan erat dengan proses gravitasional collapse.

Luas penyebaran Endapan Vulkanik Ungaran Muda secara umum meliputi sekitar pusat erupsi Gunung Ungaran yang membentuk kerucut Gunung Ungaran sampai lereng bawah, yang dibatasi oleh sesar melingkar (*ring fault*). Untuk daerah telitian satuan ini meliputi sekitar 15% wilayah, terletak di bagian selatan dan tersingkap pada daerah aliran Kali Tambangan dan Kali Gernaji. Ketebalan satuan ini, berdasar dari penampang profil geologi didapat sekitar 100 m.

Ciri Litologi

Breksi laharik, abu-abu, masif, kerikil-bongkah, bentuk butir membulat-membulat tanggung, sortasi buruk, kemas terbuka, fragmen : andesit, basalt, masa dasar berupa batupasir vulkanik.

Batupasir vulkanik, abu-abu keputihan, kerikil-pasir halus, bentuk butir menyudut-menyudut tanggung, pemilihan buruk-sedang, mineral feldspar, kwarsa, lithic, mineral opak, lempung dan gelas.

Breksi piroklastik, kelabu, ukuran fragmen 2-5 cm, bentuk butir menyudut-menyudut tanggung, pemilihan buruk, kemas terbuka, masa dasar berupa tuf pasiran.

Tuf, keabu-abuan, tekstur klasik, ukuran butir 0,02-0,08 mm, menyudut tanggng-membulat tanggung, komposisi mineral utama, kwarsa, lempung, gelas.

Umur

Umur dari satuan batuan ini berdasarkan pertumbuhan dari Gunungapi Ungaran Muda berumur Kala Pliosen Atas-Holosen (Bemmelen, 1949).

Lingkungan Pengendapan

Gunung Ungaran Muda, seperti Gunungapi lainnya membentuk busur magmatik Jawa, merupakan gunungapi sub-aerial, yang terbentuk di atas permukaan laut. Endapan-endapan yang dihasilkannya, seperti breksi laharik atau batupasir vulkanik diendapkan di darat.



Hubungan Stratigrafi

Hubungan stratigrafi Satuan Breksi Ungaran Muda dengan Satuan Breksi Ungaran Tua yang terletak di bawahnya adalah tidak selaras jika dilihat secara vulkanostratigrafi. Pada lapangan terlihat adanya Satuan Breksi Ungaran Muda yang Satuan Breksi Ungaran Tua, yang dibatasi oleh paleosoil.

Satuan Intrusi Andesit

Intrusi andesit membentuk morfologi bukit-bukit kecil, di sekitar sesar normal yang membatasi Satuan Vulkanik Ungaran Tua dengan Satuan Vulkanik Ungaran Muda (luas <1%). Pada umumnya intrusi ini, batumannya mengalami pelapukan yang cukup kuat dan banyak terpotong oleh kekar-kekar (*shear fractures*).

Di lapangan menunjukkan warna abu-abu kecoklatan, masif, hipokristalin, porfiritik, tersusun oleh kristal-kristal plagioklas, piroksen berukuran 0,4-1,3 cm, tertanam dalam mikrolit plagioklas, piroksen dan gelas vulkanik. Secara mikroskopis terlihat kandungan mineral opak, tekstur pilotaksitik.

Satuan Endapan Aluvial

Satuan ini terdiri atas rombakan batuan yang tertransport oleh media air, berukuran kerakal sampai lempung, yang terendapkan di sepanjang pantai utara dan di sekitar sungai. Endapan aluvial di wilayah penelitian melampar sangat luas di bagian utara, sebagai akibat dinamika pantai yang terus berkembang. Sebagian pemukiman, daerah perindustrian dan pengembangan kota bertumpu pada satuan ini. Secara umum satuan ini belum terkonsolidasi (*terdiagnosa*) dengan baik.

STRUKTUR GEOLOGI

Kekar

Pada daerah penelitian terdapat beberapa kekar yang disebabkan oleh tektonik. Kekar-kekar dijumpai pada batuan breksi, batupasir dan batulempung, baik pada batuan yang berumur tersier hingga kuartar. Dari kenampakan pola kekar (*shear fractures*) yang ada terdapat beberapa tren arah kekar. Dari kenampakan tersebut, tren kekar yang ada dapat dikelompokkan menjadi dua, tren NNE yang berpasangan dengan tren NNW serta tren NEE yang berpasangan dengan tren NWW. Keberadaan tren arah umum kekar yang ada tersebut kemungkinan terbentuk oleh penyebab yang berbeda.



Sesar

Data penarikan jalur sesar didasarkan pada analisa selama survey di lapangan, penafsiran citra land-sat, serta data peneliti terdahulu. Kendala utama didalam mendapatkan data-data sesar adalah sebagian besar lahan tertutupi bangunan serta endapan aluvial.

Pada daerah telitian yang dikontrol oleh beragam batuan terdapat cukup banyak sesar, yang semuanya memotong satuan batuan berumur Tersier maupun Kwartir. Dari pengamatan, teridentifikasi adanya tujuh buah sesar turun, satu sesar naik dan tiga sesar mendatar. Sesar-sesar tersebut yaitu Sesar Naik Banyumanik, Sesar Mendatar Kali Garang, Sesar Turun Kreo, Sesar-sesar Turun Ungaran Tua dan Sesar-sesar Turun Ungaran Muda.

Sesar Naik Banyumanik

Sesar ini memiliki arah relatif Tenggara-Baratlaut ($N110^{\circ}$ - $N290^{\circ}$ E), melintas melewati Jabungan sampai Pongangan, Kecamatan Banyumanik hingga Kecamatan Gunung Pati. Sesar ini membatasi Satuan Batupasir Banyak dan Satuan Batulempung Kalibiuk, memotong hingga Satuan Breksi Ungaran Tua. Sesar ini bertanggungjawab terhadap munculnya Satuan Batupasir Banyak ke permukaan. Pengamatan lapangan di Desa Kripik, Gunung Pati memperlihatkan kedudukan bidang sesar : $N 96^{\circ} E/70^{\circ}$, arah umum shear fractures : $N 295^{\circ} E/45^{\circ}$ dan arah umum gash fractures : $N 050^{\circ} E/31^{\circ}$. Hasil analisa memberikan hasil Kdd Bidang: $N 96^{\circ} E/70^{\circ}$, Rake: 68° , Plunge: 67° , Bearing: $N 238^{\circ} E$.

Sesar Mendatar Kali Garang

Sesar ini memiliki arah relatif utara-selatan ($N 05^{\circ}$ E- $N 185^{\circ}$ E), yaitu melintas sepanjang Kali Garang. Sesar ini melintas dari utara mulai dari daerah Gajahmungkur sampai Gunung Swakul di bagian selatan. Kenampakan morfologi pada peta berupa kelurusan gawir sesar maupun data-data di lapangan seperti zona hancur, *shear fractures* dan *gash fractures*, pembalikan kedudukan perlapisan batuan dan *drag fold* menunjukkan pergeseran litologi, dapat ditarik kelurusan bahwa struktur yang berkembang adalah sesar mendatar. Beberapa peneliti terdahulu menyebut Sesar Kali Garang sebagai Sesar Semarang, yang menerus hingga ke lepas pantai Laut Jawa.

Sesar Turun Kreo

Merupakan satu-satunya sesar turun yang mempunyai tren seperti sesar mendatar, yang hamper memotong struktur utama sumbu lipatan. Pada bagian selatan



berarah timurlaut-baratdaya, ke arah utara menjadi utara-selatan. Data yang menunjukkan adanya Sesar Kreo adalah berupa gawir sesar, bidang sesar yang disertai kekar-kekar. Kedudukan bidang sesar : $N 234^{\circ} E/77^{\circ}$, arah umum shear : $N 250^{\circ} E/52^{\circ}$, arah umum gash : $N 044^{\circ} E/31^{\circ}$, dengan hasil analisa : Rake: 68° , Plunge : 67° , Bearing : $N 238^{\circ} E$.

Sesar-sesar Turun Ungaran Tua

Sesar-sesar ini berada di bagian utara daerah penelitian, sebagian tertutupi oleh endapan aluvial pantai. Terdapat empat segmen sesar turun yang mempunyai arah umum relatif tenggara-baratlaut ($N 110^{\circ} E-N 290^{\circ} E$). keberadaan sesar-sesar ini diyakini ikut bertanggungjawab terhadap gejala penurunan di Wilayah Kota Semarang.

Sesar segmen utara melintasi daerah Plamongansari sampai Lamper Tengah. Sedangkan segmen selatannya melintasi daerah Pengaron sampai Karangayu. Sesar paling selatan melintasi mulai wilayah Tembalang hingga Ngaliyan. Sesar-sesar ini semuanya memotong Satuan Breksi Ungaran Tua.

Sesar-sesar Turun Ungaran Muda

Sesar turun yang mengakibatkan Satuan Breksi Vulkanik Ungaran Muda ini, membentuk tiga segmen patahan membentuk pola setengah lingkaran. Segmen pertama paling besar, berada paling utara, membatasi Satuan Breksi Ungaran Muda dan Satuan Breksi Ungaran Tua. Sedangkan dua segmen lainnya yang berada di selatannya hanya memotong Satuan Breksi Ungaran Muda. Berbeda dengan sesar turun di bagian utara yang mengontrol Satuan Breksi Ungaran Tua, sesar ini membentuk bidang yang relatif miring ke arah selatan, sehingga bagian hanging wall yang turun adalah di bagian selatan.

Sesar turun segmen 1 paling utara memiliki arah tenggara-baratlaut ($N 120^{\circ} E-N 300^{\circ} E$). Sesar ini melintasi Daerah Pudukpayung sampai Jatisari. Sesar ini membatasi Satuan Breksi Ungaran Tua dan Satuan Breksi Ungaran Muda.

Sesar turun segmen 2 berada sekitar 1 km selatan sesar segmen 1. Memiliki arah tenggara-baratlaut ($N 118^{\circ} E-N 298^{\circ} E$). Sesar ini melintasi Daerah Sumurejo sampai Gunungpati, memotong batuan Satuan Breksi Ungaran Muda. Sesar turun segmen 2 punya kemenerusan dengan sesar segmen 3.

Sesar turun segmen 3 mempunyai arah relatif lebih miring ke utara, yaitu arah baratdaya-timurlaut ($N 55^{\circ} E-N 235^{\circ} E$). Sesar ini melewati daerah Purwosari memotong Satuan Breksi Ungaran Tua.



Lipatan

Struktur lipatan di daerah penelitian berupa antiklin dan sinklin yang mempunyai jurus relatif baratlaut-tenggara di bagian timur, bergradasi membentuk arah barat-timur di bagian barat. Lipatan melibatkan Satuan Batupasir Banyak, Satuan Batulempung Kalibiuk dan Satuan Breksi Vulkanik Ungaran Tua, membentuk tiga kelurusan sumbu sinklin dan dua kelurusan sumbu antiklin.

Antiklin

Antiklin di wilayah penelitian mempunyai tren lipatan secara umum dengan arah sumbu relatif sama yaitu baratlaut-tenggara, dengan kedudukan perlapisan miring ke arah utara batuan mulai dari N 273°E/23°, N 268°E/55° dan bagian yang miring ke selatan N 98°E/65°, N 106°E/46°. Pada sayap sebelah utara beberapa bagian perlapisan batuan yang berumur Tersier terutama pada Satuan Batulempung Kalibiuk telah mengalami pembalikan dengan kemiringan lapisan kuranglebih 83° dan sayap bagian selatan dengan kemiringan kuranglebih 75°.

Dari analisa peta geologi, sumbu antiklin berada pada dua satuan batuan, yaitu Satuan Batulempung Kalibiuk dan Satuan Breksi Ungaran Tua. Antiklin pada Satuan Batulempung Kalibiuk mempunyai kemiringan lapisan batuan yang lebih besar dibanding kemiringan lapisan Satuan Breksi Vulkanik Ungaran Tua yang berada di atasnya. Hal ini menunjukkan bahwa proses perlipatan telah mulai sebelum Satuan Breksi Vulkanik Ungaran Tua diendapkan.

Sinklin

Sinklin yang ada di daerah penelitian mempunyai arah sumbu relatif sama dengan sumbu antiklinnya, yaitu relatif baratlaut-tenggara dengan kemiringan lapisan kuranglebih 28° hingga 75°. Dari kenampakan peta geologi menunjukkan bahwa tiga satuan batuan, mulai yang tertua Satuan Batupasir Banyak, Satuan Batulempung Kalibiuk dan Satuan Breksi Vulkanik Ungaran Tua telah mengalami perlipatan. Seperti pada antiklin, kedudukan lapisan satuan batuan dibawahnya, yaitu sekitar 3° hingga 10°. Di bagian barat sumbu di batulempung Kalibiuk menerus pada breksi vulkanik Ungaran Tua, walaupun besar dip batuannya berbeda.

TINJAUAN NEOTEKTONIK

Indikasi Struktur Geologi

Di beberapa tempat, batuan-batuan berumur Kuartar yang termasuk dalam Formasi Kalibiuk, Satuan Breksi Ungaran Tua, serta Satuan Breksi Ungaran Muda,



dipotong oleh sesar-sesar maupun kekar-kekar. Satu sesar di Ds. Rowosari, Kota Semarang Selatan, yang memotong perselingan batupasir vulkanik dan breksi vulkanik Satuan Breksi Ungaran Tua menunjukkan kedudukan bidang sesar N 156°E/75°. Beberapa kekar menunjukkan kedudukan N 335°E/65°, N 21°E/78°, N 161°E/75° dan N 18°E/82°. Adanya lipatan ditunjukkan oleh adanya bentukan sinklin pada perselingan batupasir dan breksi Satuan Breksi Ungaran Tua.

Indikasi Gempa Tektonik

Berdasarkan laporan dari SEASEE (Irsyam dkk., 2002) serta beberapa sumber yang dikutip Sayekti dan Murdohardono (2004), di Wilayah sekitar Semarang tercatat telah beberapa kali terjadi gempa tektonik dengan kekuatan sedang hingga cukup besar. Hal ini menunjukkan bahwa aktifitas tektonik di wilayah ini tetap berlangsung terus hingga sekarang.

Untuk gempa dengan skala MMI kurang dari V, kuantitasnya lebih banyak, sebagian besar episentrumnya di sekitar jalur sesar Lasem yang berarah NE-E, dengan kedalaman sekitar 30-250 km.

Indikasi Geomorfologi

Di beberapa tempat, teras sungai telah terangkat cukup tinggi dari level aliran sungai yang ada sekarang. Ini menunjukkan bahwa proses tektonik yang menyebabkan pengangkatan masih berlangsung hingga sekarang.

Di Kali Kreo, teras sungai tersingkap di dua ketinggian, yaitu teras pertama pada ketinggian sekitar 25 m, sedangkan teras kedua pada ketinggian 65 m. Sedangkan di Kali Garang, teras sungai tersingkap pada tiga ketinggian. Teras pertama nampak pada ketinggian 10 m, teras kedua pada ketinggian 25 m dan teras ketiga pada ketinggian 45 m.

Teras endapan fluvio-vulkanik Kali Garang dan Kali Kreo merupakan bagian dari Satuan Breksi Vulkanik Ungaran Tua, dengan bagian bawahnya terdiri dari endapan batulempung berumur 20.150 tahun (BP, 1950) atau 22.100 tahun yang lalu. Dengan demikian, teras Kali Kreo telah mengalami pengangkatan 75 m sepanjang 22.100 tahun (paling lama) atau kecepatan pengangkatan $\geq 0,2036$ cm/tahun.



Tabel 1. Kejadian Gempa Tektonik di Sekitar Semarang (Irsyam, dkk., 2002; Sayekti dan Murdohardono, 2004).

No.	Lokasi/Episentrum	Hiposentrum (km)	Waktu	Skala MMI	Skala Richter
1.	Jepara	-	26-12-1981	VI-VII	-
2.	Semarang	-	19-01-1856	VII-VIII	-
3.	Banyubiru	-	17-06-1865	VII	-
4.	Ambarawa	-	22-04-1866	VI	-
5.	Salatiga	-	10-10-1872	VI	-
6.	Pati	-	12-12-1890	VII	-
7.	7,0°LS,111,0°BT	33	04-06-1948	-	-
8.	7,0°LS,111,5°BT	-	03-01-1959	-	-
9.	7,0°LS,110,4°BT	238	20-01-1966	-	5,0
10.	7,0°LS,110,6°BT	220	10-01-1968	-	5,4
11.	7,0°LS,111,2°BT	85	05-10-1974	-	4,4
12.	7,0°LS,113,2°BT	33	17-19-1974	-	4,3
13.	7,0°LS,110,4°BT	106	08-11-1974	-	5,6
14.	7,0°LS,112,3°BT	33	10-11-1974	-	-
15.	7,0°LS,111,4°BT	33	01-02-1976	-	4,0
16.	7,0°LS,108,6°BT	33	01-03-1978	-	-
17.	7,0°LS,108,3°BT	-	09-04-1978	-	4,7



Indikasi Land Subsidence

Bahwa sebagian besar Wilayah Kota Semarang telah mengalami penurunan, tidak terbantahkan lagi. Beberapa penelitian menunjukkan dari selatan wilayah Kota Semarang ke utara, menunjukkan intensitas. Penurunan yang makin besar (lih. Peta Land Subsidence). Data pengukuran yang dilakukan DTLGKP-Georisk (Sayekti,A.2005) menyebutkan bahwa penurunan tanah dikota Semarang mulai <0,6 hingga > 3 c/th. Penurunan yang cukup besar terjadi di bagian utara, yaitu sekitar pelabuhan Tanjung Emas, Stasiun Poncol hingga Stasiun Tawang.

Dengan membandingkan kenampakan peta amblesan tanah dan peta struktur geologi, serta pola morfologi, menunjukkan bahwa pola amblesan tanah menyerupai pola struktur patahan. Dan pola morfologi Kota Semarang berarah relative tenggara timur-barat baratlaut (NWW-SEE). Hal ini menunjukkan bahwa amblesan tanah di Kota Semarang dikontrol oleh patahan yang ada atau sangat dipengaruhi oleh proses tektonik.

TINJAUAN GEOLOGI TERJADINYA MISKELOLA LAHAN DI WILAYAH KOTA SEMARANG

Dari hasil pengamatan lapangan miskelola lahan dijumpai pada beberapa lokasi di komplek perumahan dan kawasan industri. Beberapa komplek perumahan, para pengembang memilih lokasi berada di lereng-lereng perbukitan struktural. Lokasi tersebut kebanyakan batuan dasarnya terdiri dari batulempung berselingan dengan batupasir yang telah terdeformasi sangat kuat sehingga didalam batuan tersebut banyak ditemukan struktur kekar maupun sesar. Apabila memasuki musim penghujan batulempung akan menjadi cepat jenuh, volumenya mengembang, dimana tahanan geser antar lapisan batuan menjadi semakin bekurang sampai hilang. Akibatnya pada daerah yang berlereng curam akan sangat rawan terjadi longsoran massa batuan. Dan pada daerah lereng landai rawan terjadi rayapan tanah.

Hasil pengamatan di salah satu kawasan industri di Wilayah Bampakerep yang membutuhkan areal yang sangat luas, mencapai puluhan hektar, menempati bentuk lahan perbukitan lipatan. Model penyediaan lahan dilakukan dengan cara pengerukan dan pemotongan lahan perbukitan. Dengan cara tersebut batuan fluvio vulkanik Ungaran Tua yang berperan sebagai pelindung kestabilan lereng, maupun berperan sebagai reservoir air tanah pada lapisan batupasir dan konglomerat akan ikut hilang terkelupas akibat pengerukan dan pemotongan perbukitan lipatan. Hasilnya tinggal batuan lempungan yang bersifat plastis dan tidak stabil, dimanfaatkan sebagai batuan dasar kawasan industri.



Fenomena sangat fatal telah terjadi di bagian tepi kawasan industri akibat pengerukan dan pemotongan lahan perbukitan, yaitu meninggalkan jejak berupa tebing curam memanjang. Tebing tersebut posisinya berdekatan dan sejajar, dengan struktur sesar (patahan) utama yang memotong lahan perbukitan lipatan tersebut. Dampaknya tampak pada lahan perbukitan yang berada di sekeliling kawasan industri yang di atasnya telah lama dihuni sebagai perkampungan penduduk, menjadi sangat labil karena kehilangan keseimbangan akibat daya topang dari perbukitan di sebelahnya telah hilang.

Bencana yang sudah dan akan terus terjadi berupa rayapan tanah "*soil creep*" disepanjang musim. Longsor tanah dan batuan sudah terjadi pada beberapa lokasi di sepanjang tebing dan patahan pafa musim penghujan. Bencana tersebut akan berhenti apabila telah mencapai keseimbangan yang baru yang memerlukan waktu yang sangat lama.

Miskelola Lahan di Dataran Bekas Pantai

Dampak dari miskelola lahan yang terjadi akibat program pembangunan di lahan dataran bekas pantai yang sekarang menjadi pusat kota sudah lekat dengan kehidupan masyarakat Kota Semarang, yaitu berupa banjir kiriman di musim penghujan dan genangan air laut pasang "*rob*" di sepanjang musim. Genangan yang luas dan lama terjadi di pusat Kota Semarang bagian utara yang makin meluas ke bagian tengah. Bencana tersebut erat kaitannya dengan pembangunan jalan lingkar yang sejajar dengan garis pantai dan proyek pengerukan/penimbunan kawasan pantai untuk pembangunan perkantoran, perumahan, sarana rekreasi, sarana pendukung pelabuhan dan lapangan udara. Perubahan tata guna lahan di kawasan tersebut mengakibatkan terjadinya sumbatan-sumbatan aliran menuju laut yang tentu saja peranan perubahan lingkungan alami di kawasan hulu juga mempunyai andil sangat besar. Sebagai akibat dari banyaknya air hujan yang menjadi aliran permulaan menuju kawasan hilir yang lebih rendah di pusat Kota Semarang. Pembangunan di kawasan pantai tersebut tidak dilandasi dengan pengetahuan tentang ekologi sungai. Dari sudut pandang geologi, pusat Kota Semarang dibangun/berdiri di atas endapan berumur sangat muda "*holosen*". Endapan muda tersebut sedang mengalami proses pemadatan dan konsolidasi. Di samping itu batuan dasarnya juga sedang mengalami proses penurunan "*down warp*", dalam istilah teknik sipil disebut *subsidence*. Dari proses pemadatan dan penurunan batuan dasar, kondisi lahan pusat Kota Semarang bagian utara dan tengah sedang mengalami proses penurunan dengan kecepatan 4 - 8 cm/tahun. Akibatnya permukaan lahan di kawasan tersebut sudah berada di bawah permukaan air laut. Sehingga apabila



terjadi air laut pasang, di kawasan tersebut selalu terjadi genangan "rob" yang makin lama makin meluas ke arah selatan.

PEMBAHASAN

Kota Semarang merupakan kota besar yang dibangun di atas bentuk lahan dataran pantai dan bentuk lahan perbukitan struktural. Berdasarkan tinjauan geologi kedua bentuk lahan tersebut, usia pembentukannya masih sangat muda, yaitu akhir Jaman Kuartar pada kala holosen. Proses tektonik yang bekerja masih berlangsung sampai sekarang dengan arah pergerakan yang saling berlawanan. Pada zona perbukitan di bagian selatan terjadi proses pengangkatan dan pensesaran "up lift" dan pada zona dataran bekas pantai di bagian utara terjadi proses penurunan dasar cekungan "down warping". Pergerakan tersebut berlangsung secara evolusi dengan kecepatan hanya beberapa cm per tahun, sehingga tidak pernah dirasakan oleh penghuni di atasnya. Akan tetapi dalam waktu lama akan sangat besar pengaruhnya terhadap keberadaan Kota Semarang.

Secara alami zona perbukitan akan terdenudasi oleh proses-proses eksogenik. Sebagian hasil denudasi akan ditranspor melalui sungai-sungai yang mengalir dan bermuara di daerah rendahan yang merupakan bagian dari cekungan sedimentasi Laut Jawa. Suplai sedimen berjalan seimbang dengan proses penurunan dasar cekungan, sehingga dataran pantai tidak sampai tenggelam di bawah muka air laut, bahkan dapat mengalami pertumbuhan ke arah utara.

Dengan dibangun sebuah kota di atas bentuk lahan perbukitan dan dataran pantai yang proses tektoniknya masih berjalan aktif, tentu akan mengganggu keseimbangan alam. Gejala tersebut akhir-akhir ini sudah mulai muncul berupa terjadinya bencana geologi, antara lain : di zona dataran pantai terjadi genangan air laut "rob" akibat terhentinya suplai sedimen sehingga tidak bisa mengimbangi laju penurunan dasar cekungan. Lambat laun genangan air laut menjadi semakin dalam dan luas.

Ke arah selatan Kota Semarang juga dibangun di atas bentuk lahan perbukitan, yang merupakan bagian dari Zona Pegunungan Kendeng atau Serayu Utara. Secara tektonik daerah tersebut masih aktif mengalami proses perlipatan, pengangkatan dan pensesaran. Pembangunan infrastruktur kota dengan cara pengerasan dan pemotongan bukit, juga kegiatan penambangan pada batuan vulkanik yang berperan sebagai lapisan pelindung menjadi sangat berbahaya. Kegiatan tersebut dapat memicu lapisan plastis dibawahnya melotot keluar melalui struktur sesar maupun kekar. Akibatnya daerah tersebut menjadi sangat rentan terjadi bencana pergeseran massa batuan maupun tanah longsor.



KESIMPULAN

- Dari hasil kajian geologi Wilayah Kota Semarang, batuan penyusun wilayah tersebut terdiri dari batuan-batuan sedimentasi marine yang berumur lebih tua dari 2 juta tahun yang lalu (Tersier). Batuan tersebut terdiri dari perselingan batulempung dan batupasir yang banyak mengandung fosil foraminifera dan moluska marine transisi.
- Proses tektonik di Wilayah Kota Semarang masih berjalan aktif sampai sekarang. Proses tersebut diketahui dari struktur sesar/patahan, kekar dan lipatan yang melibatkan Endapan Vulkanik Ungaran Tua. Disamping itu, proses tektonik tersebut mengakibatkan terbentuknya Tinggian Banyumanik-Mijen dan Rendahan di Wilayah Semarang bagian utara yang mengalami proses penurunan yang kecepatannya lebih dari 5 cm/tahun.
- Miskelola lahan banyak ditemukan di berbagai lokasi, baik di bentuk lahan perbukitan Wilayah Kota Semarang bagian selatan maupun di lahan dataran bekas pantai Wilayah Semarang bagian utara. Miskelola tersebut mengakibatkan berbagai bencana alam, antara lain banjir genangan di musim penghujan, rayapan dan longsor tanah dan batuan serta meluasnya genangan air laut pasang "rob".

SARAN

- Program pembangunan fisik di Wilayah Kota Semarang mestinya memperhatikan kondisi geologi dan proses neotektonik yang masih aktif.
- Program pembangunan fisik hendaknya jangan mengubah topografi yang awal Kota Semarang dan selalu memperhatikan keseimbangan alam serta memahami kondisi geologi maupun ekologi, khususnya ekologi pantai dan sungai.

DAFTAR PUSTAKA

- Angelier, J., 1989, *Neotectonique de L' Arc Egee*, Societe Geologique Du Nord, Publication No.3.
- Kuehn, F., 2006, *Land Subsidence Monitoring for Semarang, Indonesia using Permanent Scatterer Interferometry*, Preliminary Report, Slide Presentation, Unpublishing.
- Irsyam, M., dkk., 2002, *Overview of Seismotectonic Setting and Earthquake Microzonation for Semarang*, Proceeding of the First International Seminar on Geotechnical Engineering.
- Kertapati, E.K., 2006, *Studi Tektonik Daerah Muria untuk Seismic Hazard Assesment Keselamatan Pusat Listrik Reaktor Daya Ujung Lemahabang, Muria, Jawa Tengah, Indonesia*, Geological Survey Institute of Indonesia.



- Marks, P., dan Tjokrodihardjo, 1956, *Dataran Kota Jakarta dan Pemeriksaan Foraminifera dari Pemboran Kebayoran*, Publikasi Keilmuan Seri Geologi, No.Dn 1197, hal.41., Pusat Jawatan Goelogi, Bandung.
- Mial, A.D., 1984, *Principles of Sedimentary Basin Analysis*, Springer-Verlag-New York-Berlin-Tokyo.
- Pratiknyo, P., 1997, *Neraca Air dan Potensi Air Tanah Daerah Semarang dan Sekitarnya Propinsi Jawa Tengah*, Tesis Magister Program Pasca Sarjana Institut Teknologi Bandung, Tidak Dipublikasikan.
- Satyana, A.H. dan Purwaningsih, M.E.M., *Lekukan Struktur Jawa Tengah Suatu Segmentasi Sesar Mendatar*.
- Sayekti, A. dan Murdohardono, D., 2004, *Inventarisasi Bahaya Geologi untuk Pengembangan Wilayah dan Penataan Ruang di Semarang, Propinsi Jawa Tengah*, Direktorat Tata Lingkungan Geologi dan Kawasan Pertambangan, Dirjen Geologi dan Sumber Daya Mineral. Tidak Dipublikasikan.
- Sukardi, 1973, *Pengamatan Neotektonik dan Morfogenesa Kota Jakarta*, Ditjen Geologi, Dinas Geologi Teknik, Journal Hidrogeologi, No.1799, hal.19-29.
- Untung, M. dan Hasegawa, H., 1975, *Penyusunan dan Pengolahan Data beserta Penafsiran Peta Gaya Berat Indonesia*, Geologi Indonesia, Vol.2, No.3, hal.11-17.
- Untung, M. dan Wiriosudarmo, G., 1975, *Pola Struktur Jawa dan Madura sebagai Hasil Penafsiran Pendahuluan Data Gaya Berat*, Vol.2, No.1, hal.15-24.
- van Bemmelen, R.W., 1941, *Geologische Kaart Van Java*, Toelichiting Dig De Bladen, 73(Semarang) En 74(Vengaram).
- van Bemmelen, R.W., 1949, *The Geology of Indonesia*, Vol.1A, The Hauge Martinus N Jhoff, 732.

