

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI ke-3
Green Energy dan Green Technology Guna Mendukung Ketahanan Energi
Kalimantan Timur dan Nasional



Samarinda, 01 Desember 2015
Fakultas Teknik
Universitas Mulawarman
2015

ISBN 978-602-38083-1-3



Penanggung Jawab : Dekan Fakultas Teknik Universitas Mulawarman
Dr. Ir. Dharma Widada, M.T.

Editor :

Ari Susandy Sanjaya, S.T., M.T.

Novy Pralisa Putri, S.T., M.Eng.

Lina Dianati Fathimahhayati, S.T., M.Sc.

Anggriani Profita, S.T., M.T.

Ika Meicahayanti, S.T., M.T.

Suwardi Gunawan, S.T. M.T.

Koeshadi Sasmito, S.T., M.T.

Willy Tambunan, S.T., M.T.

Prosiding Seminar Nasional Teknologi Ke-3

@2015, Fakultas Teknik Universitas Mulawarman

ISBN : 978-602-18083-1-3

Alamat : Fakultas Teknik Unmul

Jl. Sambaliung Nomor 9, Kampus Gunung Kelua, Samarinda 75119

Telpon : (0541) 736834

Fax : (0541) 749315

Email : fteknik.unmul@ft.unmul.ac.id

DAFTAR ISI

Kata Pengantar

Keynote Speech

Daftar Isi

A. TEKNIK INDUSTRI

1. Analisis Antrian Pasien Rawat Jalan Rumah Sakit "X" Samarinda
Muhammad Afdila Ghulfi, Dutho Suh Utomo dan Wahyuda A - 1
2. Evaluasi Postur Kerja pada Proses Pembuatan Lemari Aluminium dengan Metode *Ovako Working Analysis System (OWAS)*
Swardi Gunawan, Lina Dianati Fathimahhayati dan Slamet Mulyono A - 15
3. Literature Review *Virtual Learning Environment* dengan Pendekatan *Human Computer Interaction* Dan *Kinect Technology*
Eli Mas'idah dan Brav Deva Bernadhi A - 25
4. Pengembangan Mesin Cetak Batik Cap Otomatis Berkendali Komputer dengan Metode QFD
Suroso, M. Arif Wibisono, dan Heru Santoso Budi Rochardjo A - 35

B. TEKNIK KIMIA

1. Karakterisasi dan Pengaruh Konsentrasi Naoh pada Ekstraksi Karagenan dari Jenis Rumput Laut *Euclima Cottoni* yang Diperoleh dari Pertanian di Bontang
Dwi Amugro Chayo, Syamsul Anwar, Lukman Nul Hakim dan Indah Prihatiningtyas B - 1
2. Pemanfaatan Gelombang Ultrasonik dalam Pembuatan Biodiesel dari Limbah Cair Kelapa Sawit
Arief Adhiksana B - 7
3. Pengaruh Waktu dan Kadar Pelarut Terhadap Pigmentosanin Pada Ekstraksi Kulit Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*)
Tri Mulyanto, Aris Kumbara, Arif Alwanatha Denta dan Mardiah B - 17
4. Perhitungan Koefisien Perpindahan Panas dengan Metode Runge-Kutta Orde 4 Untuk Penentuan Kapasitas Optimum Produksi Urea Prill Menggunakan MATLAB
Risali Addini, Aqib Haikal Safwatullah, Muhammad Khairil Anshor, dan Mardiah B - 25

C. TEKNIK LINGKUNGAN

1. Pemanfaatan Kotoran Sapi dan Enceng Gondok Menjadi Biogas C - 1
Budi NiningWidarti, Sri Sulistyowati Apriliyani dan Edhi Sarwono
2. Pengaruh Diameter Media pada Biofilter Anaerobik Terhadap C - 9
Penurunan Kadar COD Lindi
Yulia Ardan, Dyah Wahyu Wijayanti dan Ika Meicahayanti
3. Pengaruh Jenis Adsorben dan Waktu Kontak Terhadap C - 19
Adsorpsi logam Kromium pada Limbah Laboratorium
Sofia Nikmaturrohmah, Dyah Wahyu Wijayanti dan Waryati

D. TEKNIK PERTAMBANGAN

1. Analisis Degradasi Lahan Pasca Tambang Batubara PT. Mahakam D - 1
Sumber Jaya (MSJ) di Kalimantan Timur
Harjuni Hasan
2. Eksplorasi Potensi Energi Terbarukan Biogas Kotoran Ternak di D - 9
Wilayah Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan
Romla Noor Hakim, Adip Mustofa
3. Studi Penentuan Isian Bahan Peledak Per Delay Terhadap Tingkat D - 17
Getaran Tanah Akibat Peledakan Batuan di Pt. Pamapersada
Nusantara Sitept. Indominco Mandiri, Bontang, Kalimantan Timur
Aviva Ainnia, Windhu Nugroho, Tommy Trides

E. TEKNIK SIPIL

1. Analisis Hubungan Beban - Lendutan Pada Join Balok Kolom E - 1
Pracetak dan Monolit Akibat Beban Siklik
Mardewi Jamal
2. Analisis Kinerja Arus Lalu Lintas pada Ruas Jalan Kh. Achmad E - 9
Dahlan Kota Samarinda dengan Metode Mkji 1997
Citra Anggita, Triana Sharly Permaisuri Arifin dan Novy Rizka
3. Kajian Kondisi Biofisik Terhadap Banjir pada Sub Das Karang E - 19
Asam Kecil di Wilayah Kota Samarinda (*Study On Biophysical
Condition At The Karang Asam Kecil Sub Watersheds In
Samarinda City Region*)
*Yayuk Sri Sundari, Sigit Hardwinarto, Marlon Ivanhoe Aipassa dan
Sumaryono*



**ANALISIS DEGRADASI LAHAN PASCA TAMBANG BATUBARA
PT. MAHAKAM SUMBERJAYA (MSJ)
DI KALIMANTAN TIMUR**

Harjuni Hasan

Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Mulawarman
Jl. Sambaliung No. 9 Kampus Gunung Kelua, Samarinda 75119
Telp/Faks: (0541) 736834/(0541)749315

ABSTRACT

PT Mahakam Sumber Jaya (MSJ) the status of work Agreement coal Mining (PKP2B) with coal reserves of 447 423 517 MT. with a target production of 8.5 million MT per annum with a total of 746.67 Ha of land use. Mining activity resulted in take place and increased soil erosion 120,801 tonnes/ha/yr, the condition is very severe category. Increased use of every 10 hectares of land could increase 27,52 – 82,22 %. Reclamation and revegetation on mined land every 10 Ha is only able to reduce sediment 148.027,96 ton/ha and decrease the rate of soil erosion by 17,16% - 64,44 %, so the land remains degraded and deteriorated condition of the water system fixed.

Keywords: Reklamation, Revegetation, Erotion dan Sedimentation

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kegiatan penambangan batubara di wilayah Kalimantan Timur semakin berkembang untuk memenuhi tingginya kebutuhan sumberdaya alam batubara, akibatnya menimbulkan konflik kepentingan diberbagai sektor yang pada akhirnya masalah ekonomi menjadi kontra produktif satu dengan lainnya yang mengakibatkan penurunan kualitas lingkungan. Selain itu, penerapan metode penambangan batubara secara terbuka (*surface mining*) serta penggunaan peralatan mekanis dengan tekonologi tinggi untuk pencapaian target produksi dapat menimbulkan berbagai dampak terhadap lingkungan. Apabila pengelolaan lingkungan pasca tambang tidak efektif menyebabkan sistem pengelolaan sumberdaya alam yang lain seperti perlindungan tanah, erosi, perubahan bentang alam (topografi dan morfologi), perubahan pola drainase, dan kerusakan tubuh tanah yang dapat berpengaruh terhadap kondisi fisik serta biologi tanah menjadi buruk, lapisan tanah tidak berprofil, terjadi pemadatan (*bulk density*), kekurangan unsur hara, dan selanjutnya dapat mengakibatkan usikan lanjutan di luar areal penambangan (*off-site*).

PT Mahakam Sumber Jaya (MSJ) yang merupakan perusahaan berstatus PKP2B dengan luas areal 20.380 Ha yang mampu memproduksi batubara 8,5 juta MT pertahun, bahkan akan ditingkatkan produksinya menjadi 11 juta MT. Tingginya produksi batubara tersebut akan menjadi penyebab terjadinya degradasi lahan, tingginya laju erosi dan sedimentasi

dengan skala besar yang dampaknya secara langsung dapat dirasakan oleh masyarakat yang bermukim disekitarnya, oleh sebab itu perlu dilakukan pengelolaan yang baik dan benar pada lahan pasca tambang sebagai upaya untuk pemulihan lahan, sehingga lahan bekas tambang menjadi produktif.

1.2 TUJUAN PENELITIAN

- Untuk menganalisis kondisi lahan dengan menggunakan parameter; tingkat kekritisitas lahan, laju erosi tanah (tingkat bahaya erosi), dan laju sedimen (total sedimen);
- Untuk mengetahui kondisi aktual degradasi lahan pasca tambang batubara.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Curah Hujan

Berdasarkan kajian Schmidt, F. H., dkk. (1951), bahwa nilai perbandingan (Q) antara rata-rata banyaknya bulan kering (Xd) dan rata-rata banyaknya bulan basah (Xw). Bulan kering apabila dalam satu bulan dengan curah hujan lebih kecil dari 60 mm (< 60 mm), sedangkan bulan basah dengan curah hujan lebih besar dari 100 mm (> 100 mm)

Ruslan (1992) menyebutkan, bahwa curah hujan yang diterima oleh vegetasi diperhitungkan berdasarkan perbandingan indeks kerapatan tajuk, yang bentuk persamaannya sebagai berikut :

$$R_{11} = \frac{A_{11}}{A} \cdot C_1 \cdot R$$

$$R_{12} = \frac{A_{12}}{A} \cdot C_2 \cdot R$$

$$R_{13} = \frac{A_{13}}{A} \cdot C_3 \cdot R$$

$$R_{14} = \frac{A_{14}}{A} \cdot C_4 \cdot R$$

Keterangan :

R = Curah hujan (mm)

R₁₁ = Curah hujan pada vegetasi hutan (mm)

R₁₂ = Curah hujan pada vegetasi alang-alang (mm)

R₁₃ = Curah hujan pada vegetasi ladang (mm)

R₁₄ = Curah hujan pada vegetasi pekarangan dan kebun campuran (mm)

A₁₁ = Luas penggunaan lahan pada vegetasi hutan (mm)

A₁₂ = Luas penggunaan lahan pada vegetasi alang-alang (mm)

A₁₃ = Luas penggunaan lahan pada vegetasi ladang (mm)

A₁₄ = Luas penggunaan lahan pada vegetasi pekarangan dan kebun campuran (mm)

A = Luas daerah tangkapan air (Catchment Area)

C₁ = Indeks kerapatan vegetasi hutan (0,53)

C₂ = Indeks kerapatan vegetasi alang-alang (0,50)

C₃ = Indeks kerapatan vegetasi ladang (0,30)

C₄ = Indeks kerapatan vegetasi pekarangan dan kebun campuran (0,40)

Sedangkan curah hujan yang jatuh di atas permukaan tanah terbuka, diduga dengan persamaan berikut :

$$R_2 = \left(\left(\sum_{i=1}^4 (1 - C_i) \times A_i \right) / A \right) \times R$$

Keterangan :

R_2 = Besar curah hujan yang jatuh di atas permukaan tanah terbuka (mm)

C_i = ($i=1, 2, 3, 4$) masing-masing C_1, C_2, C_3, C_4

A_i = ($i=1, 2, 3, 4$) masing-masing A_1, A_2, A_3, A_4

Jumlah curah hujan yang jatuh di atas permukaan air bebas dihitung persamaan berikut :

$$R_3 = \frac{A_3}{A} R$$

Keterangan :

R_3 = Curah hujan yang jatuh di atas permukaan air bebas (mm)

A_3 = Luas permukaan sungai

2.1 Tingkat Kekritisan Lahan

Penentuan lahan kritis dengan metode *overlay* (tumpang susun) terhadap peta kelerengan, peta penutupan lahan, dan peta jenis tanah. Analisis tumpang susun ini meliputi (Baplan, 2004) :

- 1) Penutupan lahan sebagai penentu lahan kritis didasarkan pada tingkat kerapatan penutupan, khususnya jenis vegetasi dalam melindungi tanah terhadap ancaman erosi. Jenis vegetasi yang tingkat kerapatannya rendah atau tanah terbuka diberi nilai skor yang tinggi, karena kerentanannya terhadap bahaya erosi, sedangkan tipe penutupan lahan yang menutupi lahan dengan rapat diberi nilai yang rendah, karena kurangnya terhadap bahaya erosi dan kelerengan, jenis tanah dan curah hujan diberi nilai berdasarkan kepekaan dan tinggi intensitasnya. Semakin peka diberi nilai yang tinggi, sementara yang tidak peka diberi nilai yang rendah.
- 2) Penentuan lahan kritis berdasarkan penjumlahan nilai dari masing-masing faktor, yaitu:

$$LK = PL + KL + JT + CH$$

Keterangan :

LK = Lahan Kritis

KL = Kelerengan

PL = Penutupan Lahan

JT = Jenis Tanah

CH = Curah Hujan

- 3) Tingkat kekritisan lahan diklasifikasikan dengan nilai maksimal 19 untuk wilayah yang sangat kritis dan nilai terendah 4 untuk wilayah yang tidak kritis.

2.3 Erosi

Mengukur seluruh erosi (*Accumulated Erosion*) pada area pasca tambang dengan metode (Anonim, 2006) :

- 1) Memasang patok erosi yang telah diberi tera (berskala) ke dalam tanah sampai > 50 cm atau sampai mencapai lapisan kontras (bila tebal tanah < 50 cm). Patok ditempatkan pada lereng atas, tengah dan bawah untuk lahan yang berlereng > 15%. Untuk lereng < 15% ditempatkan pada tengah lereng yang representative.
- 2) Pengamatan penurunan permukaan tanah secara periodik setiap tiga bulan sekali terutama pada musim hujan.
- 3) Penghitungan besaran erosi dengan menghitung rata-rata penurunan permukaan tanah dari titik patok ukur per satuan waktu yang diakumulasikan dalam waktu

10 tahunan (mm/10 tahun).

$$E_{ps} = MA\gamma$$

Keterangan :

E_{ps} = Laju Erosi (ton/ha/th)

M = Penurunan Permukaan Tanah (m)

A = Luas area (m^2)

γ = Berat Jenis tanah (ton/m^3)

2.4 Laju Sedimentasi

Laju sedimen pada outlet sungai adalah besarnya zat padat tersuspensi yang dihitung menggunakan rumus :

$$Q_s = 0.0864 QC$$

Keterangan :

Q_s = Laju sedimentasi (ton/hari)

Q = Debit limpasan (m^3/det)

C = Zat padat tersuspensi (mg/l)

Prediksi nilai total sedimen dengan *Sediment Delivery Ratio* (SDR), yang merupakan nilai perbandingan antara total sedimen yang terangkut oleh limpasan air sungai dan total tanah tererosi (Asdak, C., 2002) :

$$D = Y/T$$

Keterangan :

D = Nisbah pelepasan sedimen (SDR)

Y = Total sedimen yang diperoleh di outlet DAS (ton/tahun)

T = Erosi total yang berasal dari daerah tangkapan air (ton/tahun)

Prakiraan hasil sedimen dengan pendekatan luas *Catchment Area* dalam menentukan besarnya SDR (Asdak, C., 2002).

$$Y = E (SDR) W_s$$

Keterangan :

Y = hasil sedimen (ton/tahun)

E = erosi total (ton/ha/tahun)

W_s = luas daerah tangkapan air (ha)

3. PEMBAHASAN

3.1 Kondisi Iklim

Hasil pengamatan curah hujan selama 10 tahun (2003-2013) dengan kriteria penilaian bulan basah (>100 mm), bulan lembab (60-100 mm) dan bulan kering (<60 mm), menunjukkan curah hujan cukup tinggi berdasarkan klasifikasi iklim Schmidt (termasuk iklim tipe A ; $0 < Q < 0,143$) dan kelembaban udara bulanan rata-rata antara 80,1 - 83,8%, sedangkan intensitas penyinaran matahari rata-rata tahunan yaitu antara 38,3 - 53,1%.

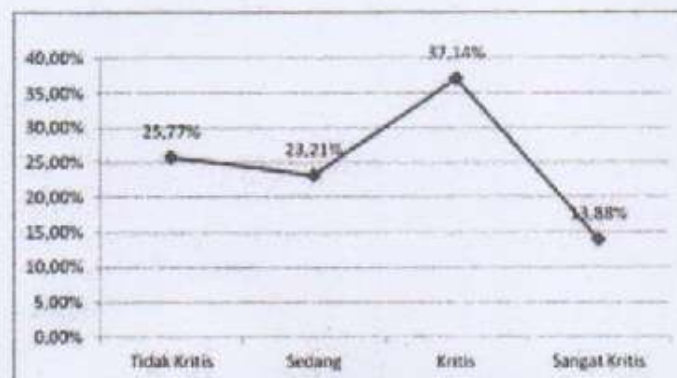
Tingginya curah hujan dan kelembaban udara serta rendahnya penyinaran matahari berpotensi mempercepat terjadinya proses pelapukan batuan dan pembentukan tanah, sehingga lahan yang tidak bervegetasi dapat mempercepat terjadinya erosi.

3.2 DEGRADASI LAHAN

Kegiatan pertambangan merupakan kegiatan usaha yang kompleks, sangat rumit, sarat risiko dan merupakan kegiatan usaha jangka panjang yang melibatkan teknologi tinggi yang mempunyai daya ubah lingkungan cukup besar. Perubahan topografi dan morfologi lahan menjadi tanah gundul serta merubah struktur tanah dan pola drainase yang menyebabkan degradasi lahan. Tanah yang terdegradasi tidak dapat menyediakan lingkungan yang baik seperti udara dan air bagi pertumbuhan akar tanaman serta tidak mampu menyediakan unsur hara yang cukup bagi pertumbuhan tanaman.

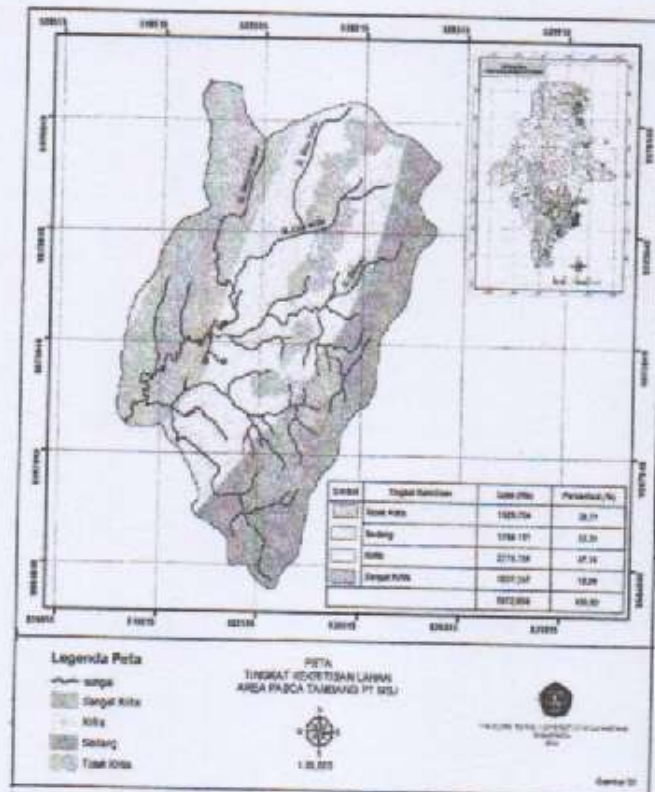
Degradasi pada lahan bekas tambang meliputi perubahan sifat fisik dan kimia tanah, penurunan jumlah spesies baik flora, fauna serta mikroorganisme tanah, terbentuknya areal tutupan (kanopi) yang menyebabkan suatu tanah lebih cepat kering, sehingga kondisi lahan terdegradasi memiliki tingkat kesuburan yang rendah dan struktur tanah yang kurang baik.

Berdasarkan hasil analisis dengan memperhitungkan tingkat kelerengan, penutupan lahan, jenis tanah, dan curah hujan diperoleh tingkat kekritisitas pada area pasca tambang (Gambar 1).



Gambar 1. Grafik persentasi tingkat kekritisitas lahan pasca tambang

Grafik tersebut menunjukkan, bahwa areal pasca tambang memiliki kategori tingkat kekritisitas lahan dari kritis hingga sangat kritis mencapai 51,02%. Hal ini mengindikasikan, bahwa area pasca tambang mengalami degradasi lahan yang diakibatkan oleh kegiatan reklamasi dan revegetasi yang kurang baik dan hasil analisis menggunakan peta kekritisitas lahan (Gambar 2).



Gambar 2. Peta kekritisian lahan

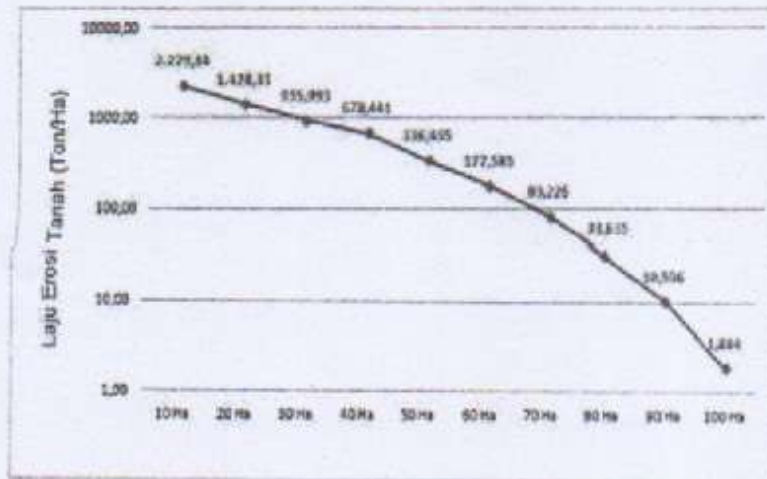
3.3 Erosi

Areal bukaan tambang mengalami erosi akibat hilangnya vegetasi penutup yang menahan endapan dan air larian. Selain itu, terjadi perubahan struktur lahan menjadi areal dengan potensi erosi yang lebih tinggi.

Hasil pengukuran penurunan permukaan tanah berdasarkan rata-rata penurunan permukaan dari patok-patok pengamatan per-satuan waktu yang selanjutnya diakumulasikan dalam satuan waktu 10 tahun, maka diperoleh total penurunan permukaan tanah sebesar 275,56 mm/10 tahun. Sesuai ketentuan Permen LH No. 07 Tahun 2006, bahwa penurunan permukaan tanah yang diperkenankan adalah 12 cm/tahun atau 120 mm/10 tahun. Dan dengan berpedoman pada Permen di atas, maka kondisi penurunan permukaan tanah pada areal pasca tambang telah melampaui batas yang diperkenankan.

Hasil prediksi laju erosi tanah dengan memperhitungkan berat jenis tanah yang tererosi dan luas daerah tangkapan air (DTA), didapatkan laju erosi tanah sebesar 120,801 ton/th. Tingginya laju erosi tanah dipengaruhi oleh kondisi permukaan lahan yang kurang tertutupi oleh vegetasi dan masih terdapat bukaan-bukaan lahan yang memiliki kondisi morfologi yang curam, dan timbulnya cekungan-cekungan tanah disertai pola drainase yang buruk.

Berdasarkan hasil analisis terhadap pengaruh peningkatan revegetasi lahan menunjukkan, bahwa setelah dilakukan reklamasi dengan jenis vegetasi ; *Sengon*, *Akasia*, *Trembesi*, *Gamal*, dan *Seruni* rambat laju erosi mengalami penurunan (Gambar 3).

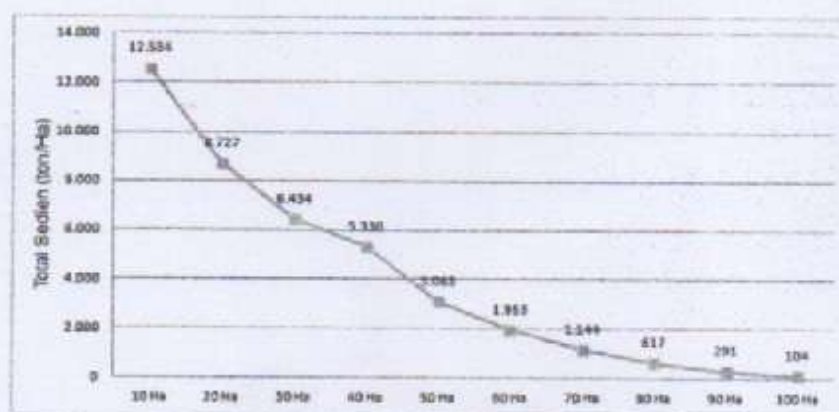


Gambar 3. Grafik laju erosi tanah setiap kenaikan reklamasi revegetasi lahan 10 Ha

Dari grafik tersebut terlihat bahwa setelah dilakukan reklamasi dan revegetasi laju erosi tanah mengalami penurunan 27,52 – 82,22 %. Dan hasil analisis regresi, menunjukkan Uji F (Uji Anova) nilai F Hitung 37,837 dengan signifikansi = 0,001 atau 0,1 %, maka peningkatan area reklamasi setiap 10 Ha berpengaruh dalam menurunkan laju erosi tanah.

3.4 Sedimentasi

Sedimentasi merupakan masalah yang terjadi dilingkungan pertambangan batubara. Kerusakan lahan dan hutan yang sangat sulit diperbaiki dan memerlukan waktu lama untuk pemulihannya serta ditopang oleh kondisi morfologi, curah hujan dan temperatur yang tinggi, menyebabkan sedimentasi berlangsung secara terus menerus. Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis di outlet sungai menunjukkan laju sedimen pasca reklamasi dan revegetasi sebesar 148.027,96 ton/ha. Hal tersebut tersebut dipengaruhi oleh besarnya debit aliran sungai dan *total suspended solid* (TSS). Hasil tersebut didukung pula oleh analisis total sedimen setelah revegetasi setiap 10 Ha yang menunjukkan penurunan total sedimen mencapai 17,16% hingga 64,44 % (Gambar 4).



Gambar 4 . Grafik fluktuasi total sedimen setiap reklamasi lahan 10 Ha

4. KESIMPULAN

- a. Reklamasi dan revegetasi pasca tambang hanya mampu menurunkan laju erosi tanah sebesar 27,52 – 82,22 % dan total sedimen sebesar 17,16 - 64,44 %. Kondisi ini menunjukkan, bahwa semakin tinggi produksi tambang laju erosi tanah dan total sedimen akan lebih besar, serta lahan yang sudah terbuka tidak akan pernah stabil atau mendekati kondisi awalnya.
- b. Kegiatan reklamasi dan revegetasi pasca tambang belum mampu mencegah terjadinya degradasi lahan dan keseimbangan tata air yang diindikasikan oleh peningkatan kekritisan lahan berupa perluasan lahan kategori kritis hingga sangat kritis dan tingkat bahaya erosi kategori sangat berat, serta penurunan hasil sedimen tidak signifikan sekalipun telah direvegetasi, sehingga lahan tetap terdegradasi dan kondisi tata air tetap memburuk.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S., 1989, *Konservasi Tanah dan Air*, Institut Pertanian Bogor Press, Bogor, 290 h.
- Baplan, 2004, *Penutupan Lahan Wilayah Propinsi Kalimantan Timur dengan Klasifikasi dan Nilai Skorinya*, Departemen Kehutanan RI, Jakarta.
- Beasley, D. B. And L. F Huggins., 1991, *ANSWER (Areal Nonpoint Source Watershed Environment Respon se Simulation)*, User's Manual, Second Edition-second Printing, Agriculture Engineering. Departement Publication No. 5, Agriculture Experiment Station. Purdue Universit., 423 h.
- Bostang Radjaguguk, 2006, *Rehabilitasi Lahan Bekas Tambang Menuju Pemanfaatan Lahan yang Berkelanjutan*, Prosiding Reklamasi dan Revegetasi, Pusat Kajian Rehabilitasi Lahan Tambang Fakultas Pertanian Universitas Gadjahmada, Yogyakarta, 16 h.
- Danaryanto, 2000, *Konservasi Air Tanah, Prosiding, Pusat Pengembangan Tenaga Pertambangan Dirjen Pertambangan Umum*, h 254-262, Departemen Pertambangan dan Energi, Jakarta.
- Dugan, P.J. (ed)., 1990, *Wetland Conservation*, The Wold Conservation Union, Gland, Swirzerland, 96 h.
- Legowo, S., 2002, *Pendugaan Erosi dan Sedimentasi dengan Menggunakan Model GeoWEPP*, ITB, 12 h.
- Mock, F.J., 1973, *Water Availability Appraisal, Basic study prepared for FAO/UNDP Land Capability Appraisal Project*, 126 h.
- Soewarno, 1995. *Hidrologi. Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*, Jilid 2, Penerbit "NOVA", Bandung, 269 h.
- Sucipto, 2007, *Analisis Erosi yang Terjadi Di Lahan karena Penagruh Kepadatan Tanah*, Vol. 12 No. 1, 2007, 7-8 h.
- Wischmeier W. H. and D.D. Smith, 1978, *Predicting Rainfal Erosion Losses-A Guide to Conservation Planning*, US. Dept. of Agricultural Handbook, 58 h.