



UNIVERSITAS MULAWARMAN

ORASI ILMIAH GURU BESAR
UNIVERSITAS MULAWARMAN

Prof. Dr. Ir. Harjuni Hasan, M.Si, IPM, Asean Eng.

DAMPAK KEGIATAN PERTAMBANGAN BATUBARA
TERHADAP DEGRADASI LAHAN DAN
KESEIMBANGAN TATA AIR

21 September 2023
GOR 27 September, Universitas Mulawarman

FOTO ORATOR



Prof. Dr. Ir. Harjuni Hasan, M.Si, IPM, Asean Eng.

DAFTAR ISI

FOTO ORATOR.....	ii
DAFTAR ISI	iii
SINOPSIS	1
A. Pendahuluan	2
B. Kondisi Hidrologi	3
1. <i>Aliran Dasar (Baseflow)</i>	3
2. <i>Limpasan Langsung (Direct Runoff)</i>	4
3. <i>Limpasan Permukaan (Surface Runoff)</i>	5
4. <i>Evapotranspirasi Potensial</i>	7
5. <i>Neraca Hidrologi</i>	8
C. Kondisi Erosi.....	11
1. <i>Erosi Areal Non Tambang</i>	11
2. <i>Erosi Areal Tambang</i>	11
3. <i>Erosi Areal Pasca Tambang</i>	12
D. Kondisi Sedimentasi	14
E. Kondisi Degradasi Lahan	16
1. <i>Tingkat Kekritisian Lahan Non Tambang</i>	17
2. <i>Tingkat Kekritisian Lahan Tambang</i>	18
3. <i>Tingkat Kekritisian Lahan Pasca Tambang</i>	18
F. Penutup	19
DAFTAR PUSTAKA.....	20
UCAPAN TERIMA KASIH	26
CURRICULUM VITAE.....	27

SINOPSIS

Prof. Dr. Ir. Harjuni Hasan, MSI, IPM, Asean Eng. memperoleh gelar guru besar dalam bidang Teknik Pertambangan, pada sub-spesialisasi keahlian dalam bidang hidrologi pertambangan.

Penelitian awal dimulai dibidang Teknik Pertambangan Umum (UVRI, 1992) yang berfokus pada Analisis Metode Penambangan Batubara Bawah Tanah dengan metode *Long Wall Retreating* di PT. Fajar Bumi Sakti Tenggara, kemudian analisis Dampak Hidrologi Aktifitas Penambangan Batubara Studi Kasus: PT. Lanna Harita Indionesia (Unhas, 2000) kemudian mengembangkan penelitian dengan analisis tentang dampak Hidroorologi pada kegiatan pertambangan batubara PT. Mahakam Sumber Jaya dan PT. Bukit Baiduri Enterprices yang meliputi air dan tanah di (Unmul,2012).

Penelitian tentang hidrologi pertambangan masih tetap berkelanjutan yang dilakukan dengan berkolaborasi mahasiswa Teknik Pertambangan yang dikembangkan dengan penambahan beberapa parameter.

Hingga bulan Agustus 2023, catatan dari Sinta Kemendikbud Ristek menunjukkan bahwa yang bersangkutan memiliki 4 H-Index Google Scholar.

A. Pendahuluan

Industri pertambangan saat ini berperan dalam menghasilkan bagian yang cukup besar dari penerimaan ekspor negara, dan peranan ini terus meningkat. Luas permukaan daratan Indonesia yang telah diijinkan untuk kegiatan pertambangan sebesar 1,336 juta ha atau 0,7% dari areal daratan total, dan bahkan luas total areal penambangan yang masih aktif dan yang sudah selesai ditambang sebesar 36.743 ha, atau 0,019% dari area daratan total (Bostang Radjagukguk, 2016).

Sekalipun areal total yang rusak akibat aktifitas pertambangan batubara secara nasional relatif kecil, namun kebanyakan kegiatan pertambangan menerapkan teknik penambangan di permukaan (*surface mining*) yang dengan sendirinya mengakibatkan kerusakan terhadap morfologi setempat, vegetasi yang ada menjadi rusak, dan pemindahan lapisan tanah penutup ke tempat lain, sehingga terjadi perubahan fungsi lahan yang berdampak terhadap sistem hidro-orologi.

Peranan kawasan hutan sebagai pengendali daur air dapat dilihat dari dua sudut pandang yaitu menyediakan air dengan konsep "*water harvesting*" (panen air) dan "*water yield*" (penghasil air) . Jumlah air yang dapat dipanen tergantung pada jumlah aliran permukaan (*runoff*) yang dapat digunakan, sedang jumlah air yang dapat dihasilkan bergantung pada debit air tanah. Untuk meningkatkan perolehan air, infiltrasi dan perkolasi harus dikendalikan, sedang untuk meningkatkan penghasilan air, infiltrasi dan perkolasi justru yang harus ditingkatkan. Konsep penghasil air menjadi azas pengembangan sumber air di kawasan beriklim basah seperti Kalimantan Timur, karena konsep panen air akan membawa resiko besar, berupa peningkatan erosi.

Peranan hutan tersebut mengalami perubahan keseimbangan akibat banyaknya usaha kegiatan

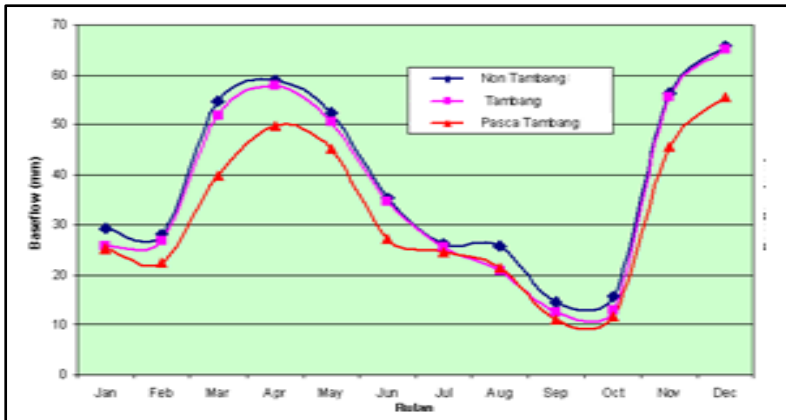
pertambangan batubara yang kurang memperhatikan dampaknya. Dan akibat dari proses kegiatan penambangan serta penggunaan lahan yang bersifat sementara, maka sistem hidro-orologi mengalami perubahan sangat cepat mengikuti perubahan fungsi lahan.

Luas hutan yang ideal untuk menunjang keseimbangan seperti tercantum dalam Undang-Undang Nomor 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan, bahwa minimal harus 30 persen dari luas wilayah. Dengan luasan tersebut diharapkan sebagian curah hujan yang turun pada musim hujan dapat disimpan dalam lapisan tanah, dan dialirkan sebagai aliran dasar (*base flow*) pada musim kemarau. Fluktuasi debit sungai pada sebagian besar daerah aliran sungai (DAS) cenderung meningkat, yaitu relatif besar pada musim hujan dan seringkali menyebabkan banjir dan relatif kecil pada musim kemarau yang menyebabkan kekeringan. Kondisi ini memberikan gambaran tentang telah terjadinya kerusakan hutan akibat aktifitas pertambangan batubara yang berdampak terhadap permasalahan surplus/defisit neraca air sepanjang tahun.

B. Kondisi Hidrologi

1. Aliran Dasar (*Baseflow*)

Baseflow mencerminkan besarnya air yang masuk kedalam suatu aliran sungai ataupun danau (*discharge*), masuknya air tersebut dipengaruhi oleh limpasan permukaan, limpasan langsung, dan infiltrasi. Berdasarkan hasil analisis (menggunkaan software), diperoleh besarnya aliran dasar serta fluktuasinya disajikan pada gambar 1 berikut.



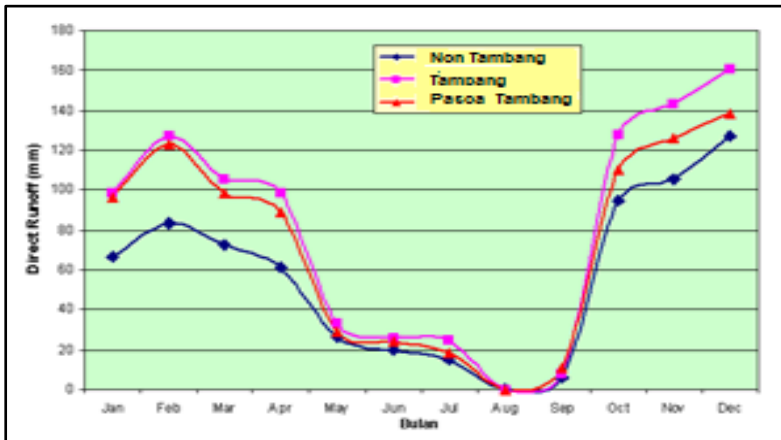
Gambar 1. Flutuasi *Baseflow*

Dari grafik di atas menunjukkan, bahwa lahan terbuka untuk kegiatan penambangan dapat menurunkan *baseflow* antara 44,58% – 48,07% dari kondisi awal dan setelah dilakukan reklamasi dan revegetasi, *baseflow* mengalami peningkatan 1,43% - 2,69%. Perubahan tersebut disebabkan oleh kondisi permukaan tanah yang lebih padat karena pengaruh kendaraan operasional tambang, sehingga daya serap tanah terhadap air relatif lebih rendah.

2. *Limpasan Langsung (Direct Runoff)*

Jumlah limpasan langsung akan meningkat seiring dengan berkurangnya jumlah infiltrasi disertai dengan meningkatnya surplus air. Limpasan langsung relatif berbanding lurus dengan curah hujan, apabila curah hujan tinggi, maka limpasan langsung menjadi besar dan sebaliknya apabila curah hujan rendah, maka limpasan langsung pun akan rendah. Oleh karena itu perubahan curah hujan akan sangat mempengaruhi jumlah limpasan langsung.

Berdasarkan hasil analisis, diperoleh besarnya *direct runoff* serta fluktuasinya pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Flutuasi *Direct Runoff*

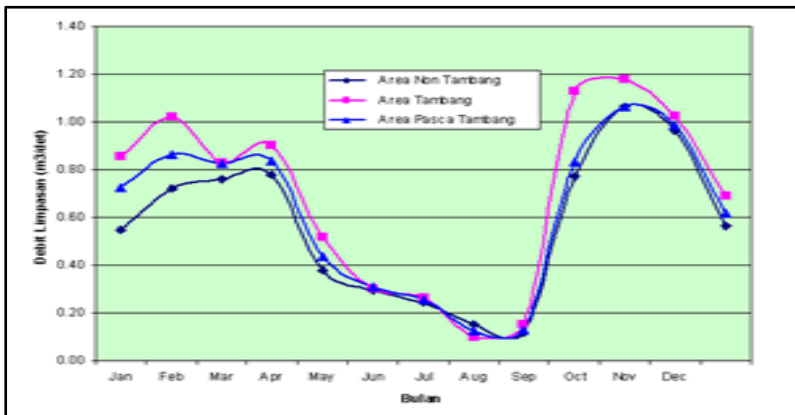
Dari grafik di atas menunjukkan, bahwa aktifitas penambangan dapat meningkatkan *direct runoff* antara 20,58 % – 31,07 %, sedangkan areal yang telah di reklamasi dan revegetasi hanya mampu menurunkan *direct runoff* antara 3,81% - 17%. Hal tersebut disebabkan kondisi permukaan tanah di areal tambang didominasi oleh tanah lempung dengan ukuran butir sangat kecil ($< 1/256$ mm) disertai kondisi permukaan yang padat, sehingga kemampuan tanah dalam penyerapan air hujan sangat kecil, sementara areal yang telah direklamasi memiliki kondisi permukaan tanah dengan struktur yang kurang berpori yang didominasi oleh tanah Kombisol dan Fodsolik, sehingga air hujan turun sangat sulit untuk meloloskan air dan cenderung melimpas secara langsung.

3. *Limpasan Permukaan (Surface Runoff)*

Jumlah air yang menjadi limpasan tergantung pada intensitas air hujan, kondisi penutupan tanah, kemiringan lereng, jenis tanah, dan tata guna lahan. Pembukaan lahan untuk kegiatan tambang

berpengaruh terhadap ketersediaan air pada musim kering, sedangkan pada musim penghujan air terus mengalir sebagai limpasan permukaan.

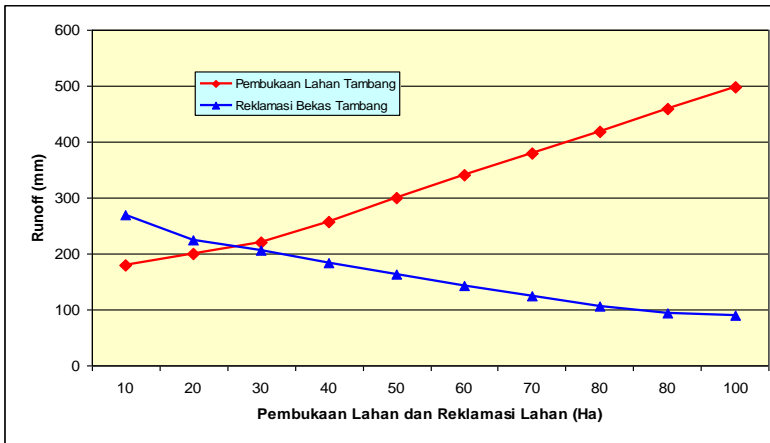
Ketersediaan air dalam satuan volume diperoleh dari satuan tinggi air dikalikan dengan luas. Hasil akhir perhitungan besar volume limpasan permukaan pada setiap bulannya fluktuasinya pada gambar 3.



Gambar 3. Fluktuasi Debit Limpasan

Dari grafik tersebut menunjukkan, debit limpasan terbesar terjadi pada areal tambang. Hal tersebut mengindikasikan, bahwa dengan pembukaan lahan untuk kegiatan penambangan sebagai salahsatu penyebab meningkatnya debit limpasan.

Berdasarkan hasil analisis pengaruh pembukaan lahan untuk kegiatan penambangan dan revegetasi lahan terhadap limpasan permukaan (menggunakan software), menunjukkan bahwa setiap penambahan luas areal tambang 10 Ha, limpasan permukaan meningkat antara 7,90 – 14,62 % dan menurun setelah dilakukan revegetasi pada luasan yang sama (gambar 4)

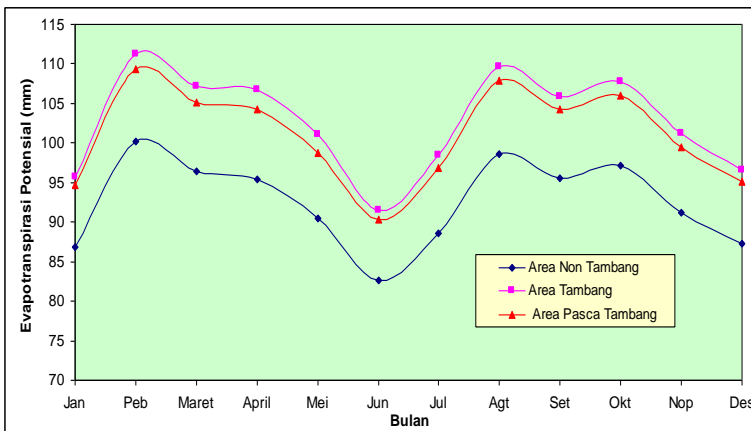


Gambar 4. Fluktuasi *Surface Runoff* pada Pembukaan dan Revegetasi Lahan Setiap 10 Ha

Dari grafik tersebut terlihat, bahwa semakin luas bukaan tambang, limpasan permukaan semakin besar. Hal ini menunjukkan produksi batubara yang tinggi berpotensi meningkatkan limpasan permukaan, sedangkan reklamasi dan revegetasi pasca tambang hanya mampu menurunkan limpasan permukaan sebesar 4,37-13,85 %.

4. ***Evapotranspirasi Potensial***

Berdasarkan hasil analisis yang didasarkan pada data iklim, meliputi; suhu, persentasi sinar matahari, kelembaban relatif, radiasi matahari, koefisien refleksi dari permukaan (*albedo*) dan kekasaran (*roughness*), diperoleh evapotranspirasi potensial rata-rata dan fluktuasinya disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Fluktuasi Evapotranspirasi Potensial

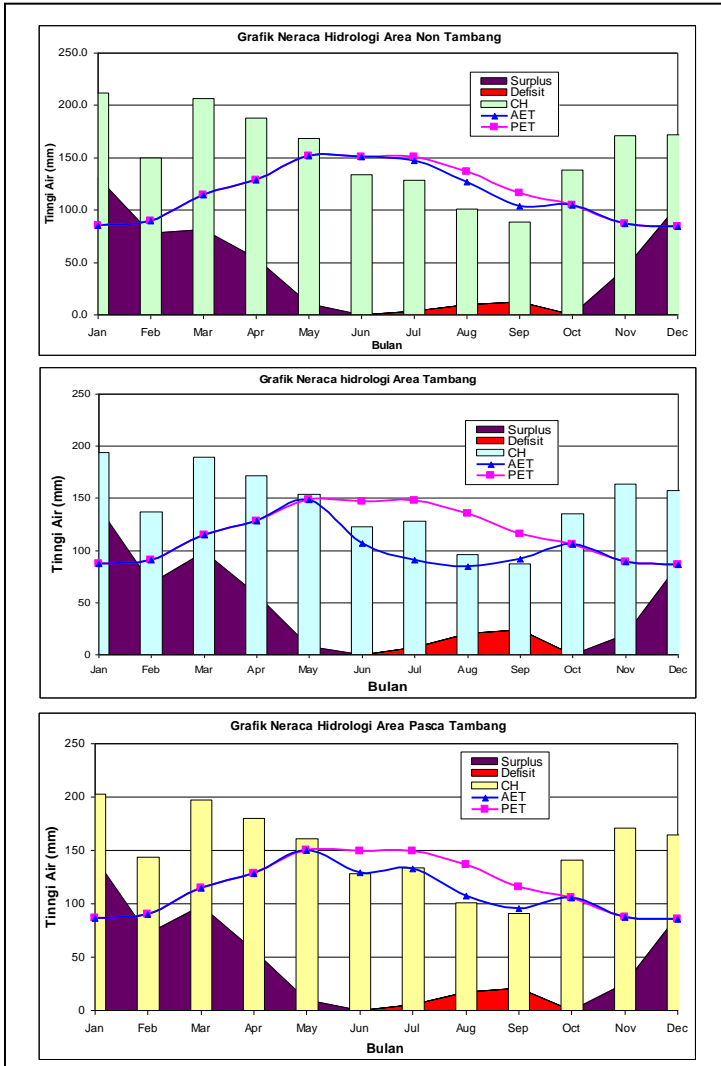
Dari grafik di atas menunjukkan, bahwa evapotranspirasi potensial terbesar terjadi pada areal tambang, diakibatkan oleh hilangnya vegetasi penutup tanah, sehingga radiasi matahari langsung kepermukaan bumi, suhu permukaan tanah dan kelembaban udara meningkat yang dapat meningkatkan evaporasi.

5. Neraca Hidrologi

Neraca hidrologi merupakan neraca masukan dan keluaran air di suatu tempat pada periode tertentu, sehingga dapat mengetahui jumlah air tersebut kelebihan (*surplus*) ataupun kekurangan (*defisit*). Jumlah air di suatu luasan tertentu dipengaruhi oleh besarnya air yang masuk (*input*) dan keluar (*output*) pada jangka waktu tertentu. Oleh karena air bersifat dinamis, maka nilai neraca air selalu berubah dari waktu ke waktu, sehingga di suatu tempat kemungkinan dapat terjadi kelebihan air atau kekurangan.

Asumsi yang digunakan pada analisis neraca hidrologi (menggunakan software) bahwa, pada baris selisih curah hujan dikurangi evapotranspirasi

potensial (P-PET) terdapat nilai positif yang menunjukkan musim hujan dan nilai negatif yang menggambarkan musim kering. Selanjutnya disajikan dalam bentuk grafik yang menggambarkan besaran parameter neraca hidrologi tahunan.

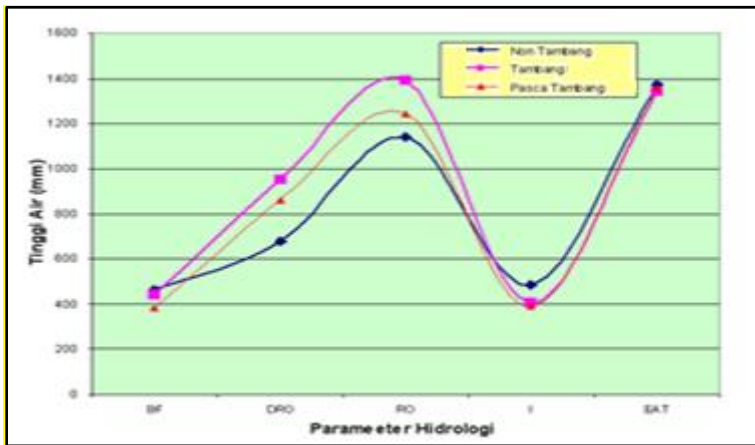


Gambar 6. Perubahan Neraca Hidrologi

Hasil analisis menunjukkan, bahwa neraca hidrologi berimbang antara *input* (Σ hujan) dengan *output* (Σ evapotranspirasi Aktual + Σ limpasan permukaan).

Pada gambar terlihat, bahwa surplus bakal air limpasan terjadi pada bulan Januari sampai Juli dan September hingga Desember, disebabkan pada bulan tersebut defisit sama dengan nol (defisit = 0 atau $AET = PET$), dan evapotranspirasi actual pada bulan Juli – Agustus meningkat di areal berlangsungnya kegiatan penambangan,

Dari hasil evaluasi parameter hidrologi menunjukkan, bahwa kondisi tata air mengalami perubahan, baik pada saat pembukaan lahan untuk kegiatan penambangan maupun setelah reklamasi dan revegetasi (pasca tambang), seperti terlihat pada gambar 7.



Gambar 7. Fluktuasi Kondisi Tata Air

Dari gambar tersebut menunjukkan, bahwa pada saat kegiatan penambangan berlangsung nilai *baseflow* dan infiltrasi menurun, sementara *direct runoff* dan debit limpasan meningkat. Setelah dilakukan reklamasi dan revegetasi, *baseflow* dan infiltrasi mengalami peningkatan, sedangkan debit

limpasan sudah mulai menurun, tetapi besarnya sangat kecil.

Hasil analisis “multivariate” dengan tingkat kepercayaan 99% ($\alpha = 0.01$) menunjukkan, bahwa Pillar’s Trace nilai $F = 4,660$, Wilks Lamda nilai $F = 7,246$, Hotelling’s Trace nilai $F = 9,707$, Roy’s Largest Root nilai $F = 31,087$, dan signifikansi = 0%, maka H_0 ditolak berarti enam sampel rata-rata vektor dari skor rata-rata adalah tidak identik atau aktifitas pada daerah tangkapan air berpengaruh terhadap perubahan parameter hidrologi.

C. Kondisi 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.

1. Erosi Areal Non Tambang

Berdasarkan hasil analisis laju erosi tanah dengan persamaan *Universal Soil Loss Equation* diperoleh rata-rata besarnya laju erosi tanah sebesar 17,871 ton/th dan diklasifikasikan kedalam tingkat bahaya erosi (TBE) yang disesuaikan dengan luas lahan dan areal non tambang hampir sebahagian lahannya tertutup oleh semak belukar, sehingga erosi relatif lebih kecil.

2. Erosi Areal Tambang

Untuk menentukan besarnya erosi yang terangkut ke dalam badan-badan sungai hingga mencapai saluran sungai keluaran (*outlet*) sebagai hasil sedimen (*sediment yield*) digunakan metode nisbah limpasan sedimen (*sediment delivery ratio*). Dari hasil pendugaan erosi menggunakan metode tersebut,

diperoleh besarnya erosi tanah pada area tambang sebesar 896,376 ton/th.

Peningkatan erosi daerah tersebut disebabkan oleh pembukaan lahan disertai intensitas hujan yang tinggi dan perubahan morfologi. Hal ini didasarkan pada hasil analisis jenis tanah yang terdiri dari jenis tanah Kombisol dan Podsolik, dimana batuan induknya adalah batupasir yang bertekstur pasir dan lempung, disamping itu didukung pula oleh hasil analisis formasi geologi yang menggambarkan areal ini disusun oleh formasi Balikpapan, Pulubalang, dan Bebuluh, dengan lithologi batupasir, lanau, dan lempung yang memiliki ukuran butir sangat kecil ($< 1/256 - \frac{1}{2}$ mm) dan daya simpan air sangat rendah, sehingga apabila dilakukan pembukaan lahan, maka tanah permukaan akan lebih mudah tergerus oleh air atau terjadi erosi yang cukup besar.

3. ***Erosi Areal Pasca Tambang***

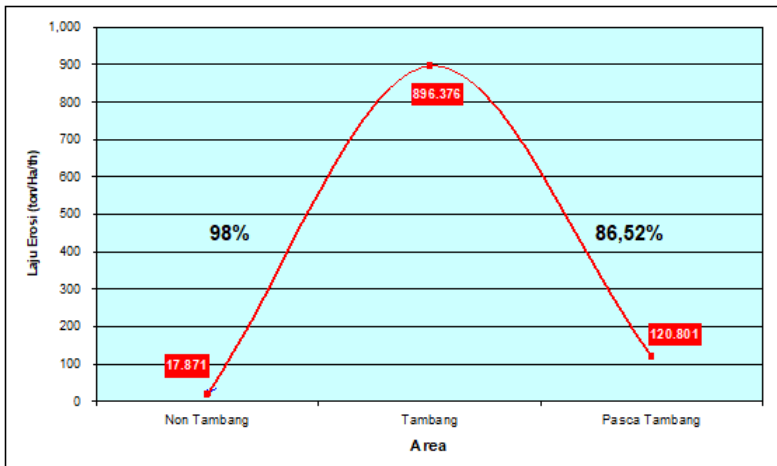
Hasil pengukuran penurunan permukaan tanah berdasarkan rata-rata penurunan permukaan dari patok-patok pengamatan per-satuan waktu yang selanjutnya diakumulasikan dalam satuan waktu 10 tahun, maka diperoleh total penurunan permukaan tanah, sebesar 275,56 mm/10 tahun. Sesuai ketentuan Permen LH No. 07 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 yang dimaksud telah melampaui batas yang diperkenankan.

Hasil prediksi laju erosi tanah dengan memperhitungkan berat jenis tanah yang tererosi dan luas daerah tangkapan air, 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.

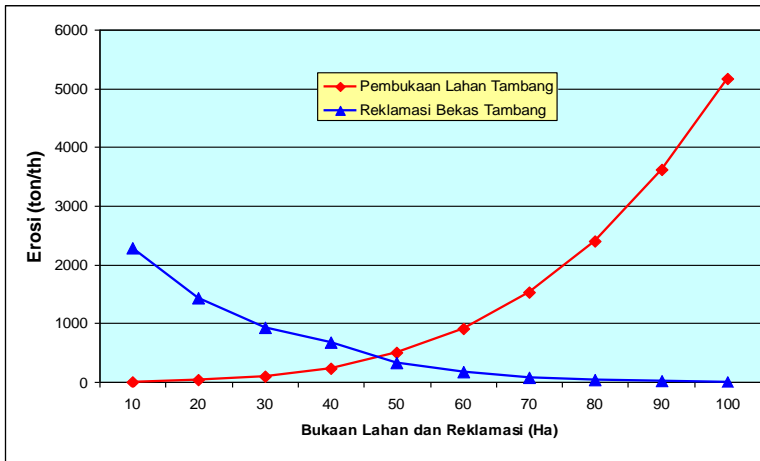
Dari ketiga kondisi di atas, laju erosi tanah mengalami peningkatan yang cukup tinggi pada saat kegiatan penambangan berlangsung gambar 8.



Gambar 8. Fluktuasi Laju Erosi Tanah

Dari gambar menunjukkan, bahwa tingginya laju erosi di areal tambang sebagai akibat pembukaan lahan dan perubahan morfologi, yaitu perubahan panjang dan bentuk lereng, sehingga peningkatan laju erosi di areal tambang tidak dapat dihindari.

Berdasarkan hasil analisis terhadap pengaruh peningkatan pembukaan dan revegetasi lahan menunjukkan, bahwa setiap peningkatan pembukaan lahan tambang 10 Ha, laju erosi mengalami peningkatan yang cukup besar dan setelah dilakukan reklamasi dengan vegetasi ; *Sengon, Akasia, Trembesi, Gamal, dan Seruni rambat* tanpa didahului penanaman *covercrop*, laju erosi menurun dan fluktuasinya disajikan pada gambar 9 berikut.



Gambar 9. Fluktuasi Laju Erosi Tanah pada Pembukaan Lahan dan Reklamasi Lahan 10 Ha

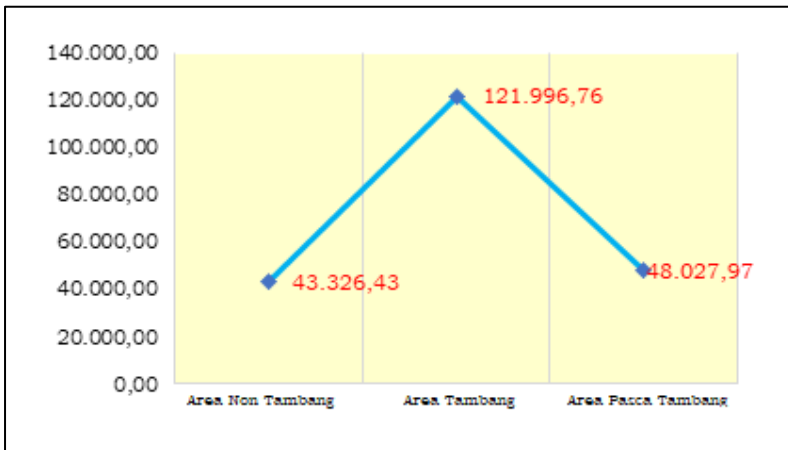
Dari grafik tersebut terlihat, bahwa setiap peningkatan pembukaan lahan 10 Ha untuk kegiatan penambangan, tingkat laju erosi tanah meningkat antara 29,96 - 83,93%, setelah dilakukan reklamasi dan revegetasi laju erosi tanah mengalami penurunan 27,52 - 82,22 %.

Hasil analisis regresi, menunjukkan Uji F (Uji Anova) nilai F Hitung = 31,548 dan 37,837 dengan signifikansi = 0,001 atau 0,1 %, maka pembukaan lahan setiap 10 Ha berpengaruh terhadap meningkatnya laju erosi tanah dan peningkatan areal reklamasi setiap 10 Ha juga berpengaruh dalam menurunkan laju erosi tanah.

D. Kondisi Sedimentasi

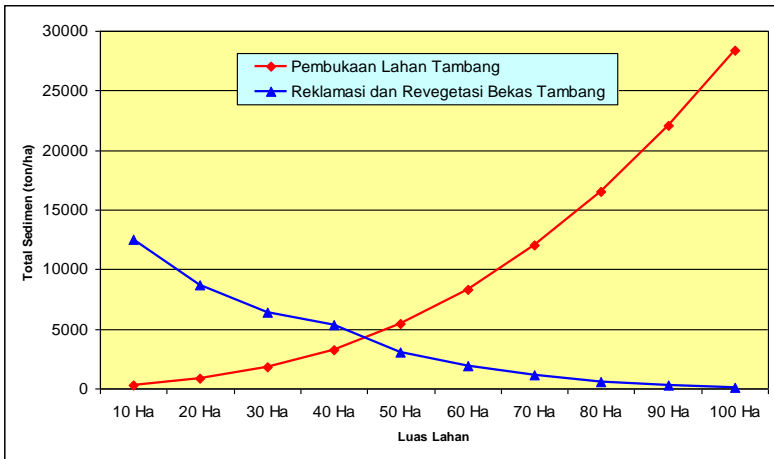
Sedimentasi merupakan masalah yang terjadi dilingkungan pertambangan batubara. Kerusakan lahan dan hutan yang sangat sulit diperbaiki dan memerlukan waktu lama untuk pemulihannya serta ditopang oleh kondisi morfologi, curah hujan dan temperatur yang tinggi, menyebabkan sedimentasi berlangsung secara terus menerus. Berdasarkan hasil

pengukuran dan analisis di *outlet* sungai menunjukkan, bahwa laju sedimen bervariasi. Hal tersebut dipengaruhi oleh besarnya debit aliran sungai dan *total suspended solid* (TSS) pada aliran sungai (Gambar 10).



Gambar 10. Fluktuasi Laju Sedimen

Dari gambar menunjukkan, bahwa peningkatan sedimen saat dilakukan penambangan mencapai 14,83% – 64,49%, setelah dilakukan reklamasi dan revegetasi pada areal pasca tambang masih mengalami peningkatan 17,59%. Hasil tersebut didukung pula oleh analisis total sedimen setiap peningkatan penggunaan lahan 10 Ha dan setelah revegetasi setiap 10 Ha, seperti ditunjukkan gambar 11 berikut.



Gambar 11. Fluktuasi Total Sedimen pada Pembukaan Lahan dan Reklamasi Lahan 10 Ha

Dari garfrik tersebut terlihat, bahwa total sedimen meningkat seiring meningkatnya penggunaan lahan atau meningkat antara 22,18 - 67,86 %, sedangkan setelah dilakukan reklamasi dan revegetasi penurunan total sedimen hanya mencapai 17,16 hingga 64,44 %.

E. Kondisi Degradasi Lahan

Degradasi lahan adalah penurunan kapasitas produktif lahan secara temporal maupun permanen. Salah satu bentuknya adalah erosi tanah, yang merupakan proses pemecahan dan transportasi tanah pada permukaan lahan yang dipengaruhi oleh faktor alam yaitu energi hujan, materi induk tanah, kedalaman tanah, kemiringan lereng, dan tutupan vegetasi.

Kegiatan pertambangan merupakan kegiatan usaha yang kompleks dan sangat rumit, sarat risiko dan merupakan kegiatan usaha jangka panjang yang melibatkan teknologi tinggi. Selain itu, kegiatan pertambangan mempunyai daya ubah lingkungan yang besar, yaitu merubah 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, disamping itu tidak mampu menyediakan unsur hara yang cukup bagi pertumbuhan tanaman.

1. **Tingkat Kekritisan Lahan Non Tambang**

Degradasi lahan yang terjadi di areal non tambang disebabkan oleh kondisi penutupan lahan/penggunaan lahan, kondisi geofisik seperti topografi, geologi dan jenis tanah, kondisi iklim (terutama curah hujan), serta kondisi sosial ekonomi budaya masyarakat setempat. Menurut Baplan, 2004 bahwa degradasi lahan ini antara lain dapat diindikasikan oleh nilai dari parameter-parameter seperti laju erosi tanah, tingkat bahaya erosi (TBE) dan laju sedimen. Hasil prediksi tingkat kekritisan lahan dan luas kawasannya.

Tabel 1. Hasil Prediksi Tingkat Kekritisan Lahan dan Luas Kawasannya di Areal Non Tambang

No	Kategori Tingkat Kekritisan Lahan	Luas dan Persentasi	
		Ha	(%)
1	Tidak Kritis	91,505	5,93
2	Sedang	493,657	31,98
3	Kritis	605,691	39,24
4	Sangat Kritis	352,652	22,85
Total		1543,505	100,00

Tabel tersebut menunjukkan bahwa pada areal non tambang yang memiliki kategori tingkat kekritisan lahan mulai dari kritis sampai sangat kritis sekitar 22,85 – 39,24% dan yang memiliki kategori tidak kritis sampai sedang sekitar 5,93 – 31,98%. Hal ini mengindikasikan bahwa sebagian besar tersebut dalam kondisi kritis sampai sangat kritis.

Degradasi lahan yang terjadi di areal tersebut diindikasikan oleh kondisi jenis penutupan lahan yang didominasi oleh semak belukar, selain itu pemanfaatan lahan lainnya untuk kegiatan perkebunan masyarakat yang dapat menimbulkan perluasan areal terbuka (lahan kritis).

2. *Tingkat Kekritisan Lahan Tambang*

Peningkatan kebutuhan lahan untuk aktivitas penambangan telah mengurangi luas hutan. Kerusakan hutan akibat kegiatan tambang batubara menyisakan lahan-lahan yang tidak produktif. Lahan yang tidak produktif berubah menjadi lahan kritis yang diakibatkan oleh erosi yang dapat memicu terjadinya bencana alam lain, seperti banjir.

Areal tambang mengalami degradasi lahan yang diindikasikan oleh hasil prediksi laju erosi tanah sekitar 306,131 ton/tahun - 896,376 ton/tahun dengan kategori TBE yang termasuk sangat berat (IV) dan hasil prediksi laju sedimen yang dihasilkan sekitar 86.347,195 ton/tahun - 121.996,764 ton/tahun serta kategori tingkat kekritisan lahan yang termasuk kritis sampai sangat kritis sekitar 47,59 - 48,36 % Kekritisan lahan di areal tersebut disebabkan oleh terbentuknya lereng-lereng yang curam, erosi tanah yang dipercepat, suhu udara meningkat dan memburuknya struktur tanah, selain itu kondisi jenis tanahnya yang didominasi oleh jenis tanah kambisol dan podsolik yang bersifat agak peka terhadap kejadian erosi, serta kondisi curah hujan yang relatif tinggi yang turun relatif merata sepanjang tahun.

3. *Tingkat Kekritisan Lahan Pasca Tambang*

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.

Hasil prediksi tingkat kekritisan lahan dan luas kawasannya di areal pasca tambang secara rinci pada Tabel berikut.

Tabel 2. Hasil Prediksi Tingkat Kekritisan Lahan dan Luas Kawasannya di Area Pasca Tambang

No	Kategori Tingkat Kekritisan Lahan	Luas dan Persentasi	
		Ha	(%)
1	Tidak Kritis	1925,754	25,77
2	Sedang	1734,111	23,21
3	Kritis	2775,754	37,14
4	Sangat Kritis	1037,237	13,88
Total		7472,856	100,00

Pada tabel tersebut menunjukkan, bahwa areal pasca tambang memiliki kategori tingkat kekritisan lahan dari kritis hingga sangat kritis mencapai 51,02%. Hal ini mengindikasikan, bahwa tersebut mengalami degradasi lahan yang diakibatkan oleh keterlambatan penanganan reklamasi dan revegetasi, bahkan beberapa lahan dibiarkan terbengkalai.

F. Penutup

1. Perubahan fungsi lahan menjadi lahan tambang, mengakibatkan kondisi hidrologi dan parameternya mengalami perubahan secara keseluruhan, sebagai berikut :
 - a. Baseflow menurun 44,58 – 48,07 % ;
 - b. Direct Runoff meningkat 20,58 – 31,07 % ;
 - c. Debit limpasan meningkat 7,90 – 14,62 % ;
5. Pasca reklamasi dan revegetasi lahan bekas tambang tidak memberikan perbaikan yang signifikan, karena rusaknya struktur perlapisan tanah yang berada di bawah permukaan, menyebabkan peningkatan dan penurunan nilai

- parameter hidrologi masih jauh dari kondisi sebelum tambang, antara lain :
- a. Baseflow meningkat 1,43 – 2,69 % ;
 - b. Direct runoff menurun 3,81 – 17,00 % ;
 - c. Runoff menurun 1,76 – 10,65 % ;
 - d. Debit limpasan menurun 4,37 – 13,85 % ;
2. Penggunaan dan pembukaan lahan setiap 10 Ha untuk kegiatan penambangan meningkatkan laju erosi tanah antara 29,96 - 83,93% dan total sedimen sebesar 22,18 - 67,86 %. Dan setelah dilakukan reklamasi dan revegetasi 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, sekalipun telah direvegetasi, sehingga lahan tetap terdegradasi dan kondisi tata air tetap memburuk.
3. Penggunaan lahan untuk kegiatan penambangan menimbulkan dampak terhadap degradasi lahan dan degradasi keseimbangan tata air yang diindikasikan oleh peningkatan kekritisan lahan berupa perluasan lahan kategori kritis dan sangat kritis, dan peningkatan laju erosi tanah antara 27,49 – 896,38 ton/ha/tahun (tingkat bahaya erosi kategori sangat berat).

DAFTAR PUSTAKA

-, 2006. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 07 Tahun 2010 Tentang Tata Cara Pengukuran Kriteria Baku Kerusakan Tanah Untuk Produksi Biomassa. Jakarta.
-, 2001. Geomorfologi. http://members.multimedia.co.uk/roadevil/section/php?op=vie_warticle&artid

-, 1988. Keputusan Menteri KLH No. 2 tahun 1988 tentang Baku Mutu Kualitas Lingkungan, Jakarta.
-, 1993. Studi Inventarisasi dan Metoda-Metoda Prediksi Dampak Lingkungan. Pusat Penelitian Lingkungan Universitas Gajah Mada. Yogyakarta. 170 h.
- Arsyad, S. 1989. Konservasi Tanah dan Air. Institut Pertanian Bogor Press. Bogor. 290 h.
- Asdak, C. 2002. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Cetakan ke 2 (revisi). Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 618 h.
- Baplan, 2004. Penutupan Lahan Wilayah Propinsi Kalimantan Timur dengan Klasifikasi dan Nilai Skornya. 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 University. 423 h.
- Bostang Radjaguguk, 2016. 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.
- Chow, V.T. 1998. Aplied Hydrology. McGraw Hill, New York.USA. 382 h
- Danaryanto, 2000. Konservasi Air Tanah. Prosiding. Pusat Pengembangan Tenaga Pertambangan Dirjen Pertambangan Umum. h 254-262. Departemen Pertambangan dan Energi. Jakarta.
- Lenvein, 1989. DHV Consulting Engineers. Study on Catchment Preservation and Environmental Impact of the Water Supply Project of the Bandung and Sukabumi. Ministry of Public Work. Directorate General CiPTa Karya. Jakarta.

- Didin, 2009. Memperbaiki Lahan Bekas Tambang dengan Mikroorganisme.
<http://agricawordpress.com/2009/01/09/>.
- Dune, T. & L.B. Leopold, 1978. Water and Environmental Planning. W.H. Freeman and Co. New York, USA. 818 h.
- Dugan, P.J. (ed). 1990. Wetland Conservation. The World Conservation Union. Gland. Switzerland. 96 h.
- Eagleson, P.S. 1970. Dynamic Hydrology. McGraw-Hill. New York. USA. 432 h.
- Effendi, R. 1997. Metode Infiltrasi Merupakan Proses Penting dalam Pengelolaan Sumber Air. 18 (2).
- Febrianti, N. 2002. Penerapan Metode Mock dan Analisis Frekuensi Untuk Menghitung Debit Andalan Das Kuranji. Klimatologi dan Lingkungan, Pusfatsatklm Lapan. Jakarta.
- Hardwinarto, S. 2007. Kajian Kondisi Hidroorologis Sub DAS Sempaja di DAS Karang Mumus Wilayah. Pusat Penelitian Sumberdaya Air. Lembaga Penelitian Unmul. Samarinda. 77 h.
- Hardjowigeno, S., 1995. *Ilmu Tanah*, Akademika Pressindo, Jakarta. 285 h.
- Iason, 2011. Degradasi Lahan
<http://lasonearth.wordpress.com/degradasi-lahan>.
- Jajadiningrat, S., 1990. Kualitas Lingkungan Di Indonesia. Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup. Ex Cooperation, City Planning, Research & Cosulting. PT. Intermasa. Jakarta. 287 h.
- Kent, K.M., 1966. Estimating runoff from rainfall in small watersheds. Paper, 6th Western National Meeting, AGU, Los Angeles, CA. 9 h.
- Lee, R., 1990. Hidrologi Hutan. Cetakan ke-2. (Terjemahan oleh Subagio, S). Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 431 h.
- Legowo, S., 2002. Pendugaan Erosi dan Sedimentasi dengan Menggunakan Model GeoWEPP. ITB. 12 h.
- Menkimpraswil, 2002. Kebijakan Penanganan Banjir di Indonesia. Prosiding Seminar Permasalahan

- Banjir di Indonesia. Universitas Atmajaya. Yogyakarta.
- Muharrudin, 2010. Strategis Pengelolaan Sumber Daya Air untuk Mengatasi Banjir dan Kekeringan di Pulau Jawa. <http://www.scribd.com/muharrudin> .
- Mulyanto, B., dan Suwardi, 2009. Mining Operation (<http://bosstambang.com/Surface-Mining/mining-operation.html>).
- Mock, F.J., 1973. Water Availability Appraisal. Basic study prepared for FAO/UNDP Land Capability Appraisal Project. 126 h.
- Notohadiprawiro, T. 1977. Gatra Bentang Tanah Dari Pelestarian Lingkungan. Presiding Seminar Nasional Prasarana Kalam. Jakarta. 11 h.
- Pennybaker, H., (2011). Mining Affect the Environment http://www.ehow.com/info_8583636_mining-affect-environment.html
- Poerbandono, A. *Basyar, B. Agung, Harto, dan P. Rallyanti*, 2006. Evaluasi Perubahan Perilaku Erosi Daerah Aliran Sungai Citarum Hulu dengan Pemodelan Spasial. Vol. II No. 2. 7 h.
- Pua Saba, A., 2010. Penghargaan Lingkungan Untuk Perusahaan Pertambangan http://www.majalahtambang.com/detail_berita.php?category=18&newsnr=3127
- Puradimaja, D.J. dan D. E. Irawan, 2006. Hydrogeological Analysis in Regional Planning of Tigaraksa City, Tangerang, Banten, Indonesia Langkawi-Malaysia. h 28.
- Ruslan, M., 1992. Sistem Hidrologi Hutan Lindung DAS Riam Kanan Kalimantan Selatan. Disertasi Fakultas Pasca Sarjana IPB. Bogor. 176 h.
- Setiaji, R., 2006. Pengaruh Kepadatan Tanah Terhadap Erosi yang Terjadi Di Lahan. Thesis Magister Program Pascasarjana Universitas Gajah Mada Yogyakarta

- Seyhan, E. (1995). Dasar-Dasar Hidrologi. Edisi ke 3 (Terjemahan oleh Subagio, S). Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 389 h.
- Sihite, J., 2001. Evaluasi Dampak Erosi Tanah. Research Working Paper No. 11, Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor. 103 h.
- Schmidt, F. H. dan J.H.A. Ferguson, 1951. Rainfall Type Based on Wet and Dry Priod Rations for Indonesia with Western New Guinea Verth. No. 42. Jawatan Meteorologi dan Geofisika. Jakarta. 115 h.
- Sonjaya, I., 2007. Menghitung Evapotranspirasi Potensial dengan Menggunakan Indeks Panas Di Station BMG dan SMPK Kalimantan Selatan. Banjarbaru. 72 h.
- Soewarno, 1995. Hidrologi. Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data. Jilid. 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.
- Subagyono, K., S. Marwant, C. Tapakrenanto, T. Budyastoro, dan A. Dariah, 2004. Delineation of Erosion Areas in Sumberjaya. West Lampung. In Refinement of Soil Conservation/ Agroforestri Measures Cofee Base Farming System. Soil Research. ICRAF. 25 h.
- Suroso, 2006. Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Debit Banjir Daerah Aliran Sungai (DAS) Banjaran, Research Report Jurusan Teknik Sipil, Universitas Jenderal Soedirman. Jakarta. 26 h.
- Soekarni, I, dan D. Rahmat, 2006. Kajian Koefisien Lompasan Hujan Cekungan Kecil Berdasarkan Model Infiltrasi untuk DAS Bagian Hulu. Vol. 13 No. 1. 7-9 h.
- Thornthwaite, C.W. and J.R. Mather, 1957. Ingtroduction and Tables for Computing Potensial Evapotranspiration and Water Balance.

- Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology. Conterton, New Jersey.
- Usman, 2003. Analisis Kepekaan Beberapa Metode Pendugaan Evapotranspirasi Potensial Terhadap Perubahan Iklim. ISSN 1410-9379. 3 h.
- Vorosmarty, C. J., P. Green, J. Salisbury and R. B. Lammers 2000, Global Water Resources: Vulnerability from Climate Change and Population Growth, Science. (269). 284 – 288.
- Van Mullem, J., 1992. Soil moisture and runoff—another look. *In* Irrigation and Drainage, Proc. Water Forum, E.T. Engman, ed, ASCE, NY. 394 h.
- Wadi, N., 2009. Erosi. <http://id.jazz.openfun.org/wiki/Erosi>
- Wales, J., 2011. Presipitasi. <http://id.wikipedia.org/wiki/Presipitas>
- Ward, R.C. dan M. Robinson, 1990. Principle of Hydrology. McGraw-Hill Publising Company. Edisi ke-3. London. 365 h.
- Wentworth C.K. 1922, A scale of grade and class terms for clastic sediments: The Journal of Geology, v. 30, p. 377–392.
- Wischmeier W. H. and D.D. Smith, 1978. Predicting Rainfal Erosion Losses-A Guide to Conservation Planning. US. DePT. of Agricultural Handbook. 58 h.
- Young, Syd, S. Peng, 1978. Coal Mining Ground control. Associated Professor West Virginia University. College of Mineral. 689 h.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan support sehingga pencapaian gelar guru besar dapat diraih, khususnya kepada:

1. Rektor dan segenap pimpinan Universitas Mulawarman.
2. Dekan dan segenap pimpinan Fakultas Teknik Unmul.
3. Koordinator Prodi dan dosen S1 Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Unmul.
4. Keluarga tercinta beserta seluruh kerabat dan sahabat yang telah memberikan support.

Semoga Allah SWT., memberikan Rahmat dan Hidayahnya kepada kita semua, Aamiin.

CURRICULUM VITAE

Nama lengkap : **Harjuni Hasan**
Tempat/Tgl Lahir : Kanie, 31 Desember 1966
Pangkat/Golongan : Pembina Utama Muda/IVc
Unit Kerja : Fakultas Teknik, UNMUL
H-Index GScopus : 1
H-Index Gscholar : 4
Jumlah Sitasi : 39 (GScholar)

PENDIDIKAN FORMAL

- a Strata Satu (S1): Sarjana Teknik (ST) Pertambangan UVRI Ujung Pandang (1993)
- b Strata Dua (S2) : Magister Sains (M.Si) Bidang Teknik Lingkungan UNHAS Makassar (2000).
- c Strata Tiga (S3) : Doktor (Dr) Bidang Sosial Ekonomi dan Lingkungan UNMUL (2012)
- d Program Insinyur : Insinyur (Ir) UNMUL (2019)

PENGALAMAN JABATAN

- a. 1994-1998 : **Superintendent** Divisi Perencanaan Tambang PT. Nusaminera Utama “*Talusam Coal Mining Project*” Samarinda.
- b. 2001-2004 : Ketua Program Diploma-3 Teknik Pertambangan Unmul Samarinda
- c. 2004 : Staff Ahli Bappeda Propinsi Kaltim
- d. 1995 – Sekarang : Dosen tetap Program Studi S1 Teknik Pertambangan Universitas Mulawarman Samarinda Kalimantan Timur
- e. 2016 – Sekarang : Kepala Laboratorium Teknologi Mineral dan Batubara Fakultas

Teknik Universitas Mulawarman.

ORGANISASI PROFESI

- a. 2005 – 2008 : Wakil Ketua Ikatan Alumni Teknik Pertambangan UVRI Wilayah Kalimantan Timur
- b. 2008 – 2011 : Koor. Wilayah Kota Samarinda Ikatan Alumni Teknik Pertambangan UVRI Wilayah Kalimantan Timur
- c. 2011 – 2014 : Ketua Umum Ikatan Alumni Teknik Pertambangan Wilayah Kalimantan Timur
- d. 2014 – 2017 : Ketua Umum Ikatan Alumni Teknik Pertambangan Wilayah Kalimantan Timur
- e. 2016 – Sekarang : Anggota Perhimpunan Ahli Pertambangan Indonesia (PERHAPI).
- f. 2019 – Sekarang : Persatuan Insinyur Indonesia

PUBLIKASI ILMIAH INTERNASIONAL

1. The Effect Of Road Grade On Dump Truck Fuel Consumption, *SAE International Technical Papers (2022)*
2. Disposal Slope design based on Low platticity rock's shear strength in coal mining activities. *Journal of Degraded and Mining Lands Management (2022)*

PUBLIKASI ILMIAH NASIONAL TERAKREDITASI

Tingkat Keberhasilan Reklamasi Lahan Bekas Tambang Batubara Pada PT Bukit Baiduri Energi Kabupaten Kutai Kartanegara Kota Samarinda

Kalimantan Timur. *Jurnal Dinamika Lingkungan Indonesia* (2020)

PUBLIKASI NASIONAL

1. Analisis Kemampugaruan Massa Batuan Berdasarkan Metode Rock Mass Rating Pit S22gsb1 PT Kitadin Embalut Site Tenggara Seberang Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*, Vol. 4, No. 1, Desember 2016: 31-38.
2. Rancangan Extend Pit Kakao R7 Pada Penambangan Batubara PT. Khotai Makmur Insan Abadi, Kabupaten Kutai Kertanegera. *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*, Vol. 5, No. 1, Juni 2017: 22-26.
3. Rencana Mine Sequence Pada Pit Samurangau Sektor D2 (Pit Sm-D2) Wup Roto Samurangau PT. Kideco Jaya Agung Kabupaten Paser, Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*, Vol. 5, No. 2, Desember 2017: 29-39.
4. Studi Tingkat Erodibilitas Tanah Pada Pit 3000 Blok 3, PT. Bharinto Ekatama Kabupaten Kutai Barat, Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*, Vol. 6, No. 1, Juni 2018: 17-20.
5. Pengaruh Tingkat Getaran Tanah (Groundvibration) Akibat Peledakan Area PT. Rinjani Kartanegara, Kabupaten Kutai Kartanegaprovisi Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*, Vol. 6, No. 1, Juni 2018: 11-16.
6. Optimalisasi Alat Gali Muat Untuk Mencapai Target Produksi Batubara PT. Kaltim Diamond Coal, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*, Vol. 6, No. 2, Desember 2018: 43-46.
7. Hubungan Kandungan Total Sulphur Terhadap Gross Calorific Value Pada Batubara PT. Carsurin

- Samarinda. Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL, Vol. 7, No. 1, Juni 2019: 1-8.
8. Upaya Pencapaian Produksi Crusher Sebesar 250.000 Mt/Bulan Di PT. Bara Kumala Sakti Kecamatan Loa Kulu Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur. Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL, Vol. 7, No. 5, Desember 2019: 34-39.
 9. Estimasi Sedimen Total Dengan Metode Sediment Delivery Ratio (Sdr) Pada Rom Area Di PT. Bharinto Ekatama, Kutai Barat, Kalimantan Timur. Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL, Vol. 7, No. 2, Desember 2019: 20-26.
 10. Evaluasi Produktivitas Crusher Pada Coal Processing Plant Di PT. Bara Tabang, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL, Vol. 8, No. 1, Juni 2020: 6-8.
 11. Studi Tingkat Kekuatan Batuan Terhadap Kemampugaruan Suatu Alat Garu Berdasarkan Kecepatan Gelombang Seismik Di Pit Badak PT. Multi Harapan Utama Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur. Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL, Vol. 8, No. 2, Desember 2020: 39-46.
 12. Karakteristik Campuran Batubara Dengan Arang Gergaji Kayu Meranti Dalam Pembuatan Briket Batubara Di Kota Samarinda, Kalimantan Timur. Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL, Vol. 9, No. 1, Juni 2021: 27-32.
 13. Perencanaan Produksi Batubarapit B Di PT. Pancaran Surya Abadi, Kecamatan Anggana Dan Muara Badak, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL, Vol. 9, No. 2, Desember 2021: 33-40.
 14. Evaluasi Ketidaktercapaian Coal Recovery Pada Kegiatan Penambangan Dari Pit Mcv Ke Stockpile Di PT. Rci Jobsite PT. Kutai Energi. Jurnal

- Transformation of Mandalika Vo. 3 No.3 (2022) e-
ISSN : 2745-5882. p-ISSN : 2962-2956.
15. Analisis Biaya Penambangan Batubara Berdasarkan Nisbah Pengupasan Pada PT. Pancaran Surya Abadi Kec. Muara Badak Ka. Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. Jurnal Transformation of Mandalika Vo. 3 No.3 (2022) e-
ISSN : 2745-5882. p-ISSN : 2962-2956.
 16. Sinkronisasi Work Order Overburden Removal Antara Owner Dengan Kontraktor PT. Kutai Energi Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur. Jurnal Transformation of Mandalika Vo. 3 No.3 (2022) e-ISSN : 2745-5882. p-ISSN : 2962-2956.
 17. Optimasi Konsumsi Fuel Dump Truck Terhadap Pengaruh Grade Jalan Pada Aktivitas Penambangan Pada PT Pamapersada Nusantara Kecamatan Sangatta Utara Kabupaten Kutai Timur. MINERAL, Oktober 2022, Vol. 7 (2), Halaman 8 – 13.
 18. Studi Efek Skala Pada Uji Kuat Tekan Uniaksial Terhadap Batupasir Pada Formasi Balikpapan Daerah Samarinda Utara Provinsi Kalimantan Timur. MINERAL, Oktober 2022, Vol. 7 (2), Halaman 14 – 21.
 19. Evaluasi Sistem Penyaliran Tambang Batubara Pit C Eat Jobsite Binungan Suaran. Jurnal Sosial dan teknologi Volume 2, Number 11, November 2022 p-ISSN 2774-5147 ; e-ISSN 2774-5155.

HAKI

1. Batubara Dan Perhitungan Cadangan Batubara
2. Kualitas Sumberdaya dan Cadangan
3. Kontrol Geologi
4. Batasan, Manfaat, Terminologi