

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL TAHUN KE-5, *CALL FOR PAPER* DAN PAMERAN
HASIL PENELITIAN & PENGABDIAN MASYARAKAT
KEMENRISTEKDIKTI RI

SAINS & TEKNOLOGI

PENGEMBANGAN RISTEK DAN PENGABDIAN
MENUJU HILIRISASI INDUSTRI

YOGYAKARTA, 16 - 17 OKTOBER 2019

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
YOGYAKARTA
2019

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL TAHUN KE-5, *CALL FOR PAPER* DAN PAMERAN
HASIL PENELITIAN & PENGABDIAN MASYARAKAT
KEMENRISTEKDIKTI RI

PENGEMBANGAN RISTEK DAN PENGABDIAN
MENUJU HILIRISASI INDUSTRI

Cetakan Tahun 2019

Katalog Dalam Terbitan (KDT):

Prosiding Seminar Nasional dan *Call For Paper*
Pengembangan Ristek dan Pengabdian menuju Hilirisasi Industri
LPPM UPNVY

1.444 hlm; 21 x 29.7 cm.
ISBN: 978-602-5534-47-8

LPPM UPNVY PRESS

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta
LPPM UPNVY Gd. Rektorat Lantai 4
Jl. Padjajaran 104 (Lingkar Utara), Condong Catur, Yogyakarta 55283
Telpon (0274) 486733, ext 154
Fax. (0274) 486400

www.lppm.upnyk.ac.id
Email: lppm@upnyk.ac.id

Penata Letak : Dedi Fatchurohman Hermawanto
Nanik Susanti
Desain Sampul : Sri Utami

Distributor Tunggal
LPPM UPNVY Gd Rektorat Lantai 4
Jln. Padjajaran 104 (Lingkar Utara), Condong Catur, Yogyakarta 55283
Telpon (0274) 486733, ext 154
Fax. (0274) 486400

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun, termasuk fotokopi, tanpa izin tertulis dari penerbit.

DAFTAR REVIEWER
SEMINAR NASIONAL TAHUN KE-5, CALL FOR PAPER DAN PAMERAN
HASIL PENELITIAN & PENGABDIAN MASYARAKAT
KEMENRISTEKDIKTI RI
16 - 17 OKTOBER 2019
LP2M UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
YOGYAKARTA

1. Prof. Dr. Ir. Sari Bahagiarti K, M.Sc. (UPNVY)
2. Prof. Dr. Didit Welly Udjianto, M.S. (UPNVY)
3. Prof. Dr. Arief Subyantoro, M.S. (UPNVY)
4. Prof. Dr. Danisworo, M.Sc. (UPNVY)
5. Prof. Dr. Bambang Prastistho, M.Sc. (UPNVY)
6. Ptof. Dr. Suwardjono, M.Sc. (UGM)
7. Prof. Dr. Jogiyanto Hartono, M.Sc. (UGM)
8. Prof. Dr. Sucy Kuncoro, M.Si (UNNES)
9. Prof. Bambang Subroto, M.M. (Brawijaya)
10. Prof. Ahmad Sudiro (Brawijaya)
11. Prof. Idayanti, M.Si. (UNHAS)
12. Dr. Ardhito Bhinadi, M.Si. (UPNVY)
13. Dr. Ir. Heru Sigit Purwanto, M.T. (UPNVY)
14. Dr. Sri Suryaningsum, S.E., M.Si., Ak (UPNVY)
15. Dr. Mahreni, M.T. (UPNVY)
16. Dr. Hendro Widjanarko, S.E, M.M. (UPNVY)
17. Dr. Joko Susanto, M.Si. (UPNVY)
18. Dr. Rahmat Setiawan, M.Si. (UNAIR)
19. Dr. Rahmad Sudarsono, M.Si. (UNPAD)
20. Prayudi, S.I.P., M.A., Ph.D. (UPNVY)

**SAMBUTAN REKTOR
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
YOGYAKARTA**

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh,

Pertama-tama kami panjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT atas Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LP2M) UPN “Veteran” Yogyakarta dapat menyelenggarakan Seminar Nasional Tahun Ke-5, *Call Paper* dan Pameran hasil Penelitian & Pengabdian kepada Masyarakat Kemenristekdikti RI. Tema Seminar Tahun ini adalah “Pengembangan Ristek dan Pengabdian Menuju Hilirisasi Industri” Seminar Nasional Tahun Ke-5, *Call Paper* dan Pameran Hasil Penelitian & Pengabdian kepada Masyarakat Kemenristekdikti RI diselenggarakan dengan tujuan untuk mempertemukan berbagai pihak, yaitu Pemerintah, Industri, masyarakat dan Perguruan Tinggi dalam membangun bangsa yang tangguh berbasis penelitian di semua bidang disiplin ilmu baik sosial humaniora maupun saintek. Kegiatan Seminar Nasional ini juga merupakan salah satu wahana untuk penyebarluasan hasil-hasil penelitian dan kajian yang telah dilakukan oleh dosen-dosen, serta saling bertukar informasi untuk meningkatkan mutu baik penelitian maupun pengabdian masyarakat. Lebih dari itu, melalui seminar diharapkan pula terjadi komunikasi yang baik antara pemerintah, dunia industri, masyarakat, perguruan tinggi, dan lembaga-lembaga riset, sehingga tercipta sinergi yang bersifat implementatif.

Pada kesempatan ini para peneliti, pengabdian, akademisi dan praktisi telah berhimpun di dalam seminar ini untuk menyampaikan makalah hasil-hasil penelitian dan pengabdianannya. Makalah-makalah tersebut selanjutnya dituangkan dalam sebuah prosiding. Diharapkan prosiding ini dapat bermanfaat, turut menambah informasi, dan memperluas pengetahuan mengenai penelitian pengabdian dan semoga Allah SWT meridhoi semua langkah baik kita.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh

Yogyakarta, 16 Oktober 2019

Rektor

Dr. Mohamad Irhas Effendi, M.S.
NIP. 19621219 198803 1 001

**KATA PENGANTAR KEPALA LP2M
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
YOGYAKARTA**

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh

1. Yth. Bapak Rektor UPN “Veteran” Yogyakarta
2. Yth. Bapak Dr. Ir. Jumain Appe, M.Si (Direktur Jenderal Penguatan Inovasi Kemenristekdikti RI)
3. Yth. Bapak Dr. Muhammad Dimiyati (Direktur Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kemenristekdikti RI)
4. Yth. Bapak Budi G Sadikin (Direktur Utama PT. Inalum)
5. Yth. Bapak Ir. Milawarma, M.Eng (Komisaris Independen PT. Timah)
6. Yth. Bapak Dr. Suprajarto (Alumni FEB UPN “Veteran” Yogyakarta)

Puja dan Puji syukur senantiasa kita panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat, karunia, nikmat, dan segala anugerah serta kekuatannya, sehingga kita senantiasa diberikan semangat untuk terus memperbaiki diri guna mewujudkan pengabdian sebagai masyarakat akademik yang memiliki kepedulian atas berbagai permasalahan bangsa sesuai dengan kapasitas kita masing masing. Sholawat dan salam kami haturkan atas junjungan Nabi Besar Muhammad SAW yang telah memberi pencerahan yang penuh dengan ilmu dan pengetahuan seperti sekarang ini.

Seminar Nasional, *Call Paper* dan Pameran Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Kemenristekdikti RI ini untuk memperkokoh sinergi Pemerintah, Industri, Masyarakat dan Perguruan Tinggi dalam membangun bangsa yang tangguh berbasis penelitian semua bidang disiplin ilmu, bidang penelitian Sosial Humaniora, Sains Teknologi dan Pengabdian Masyarakat merupakan salah satu wahana penyebarluasan hasil-hasil penelitian dan kajian yang dilakukan berbagai pihak untuk saling tukar menukar informasi dalam rangka peningkatan mutu penelitian dan pengembangan pendidikan tinggi. Seminar Nasional ini juga sebagai rangkaian monev internal terakhir bagi peneliti dan pengabdian penerima dana eksternal dari Kemenristekdikti RI dan dana internal UPN “Veteran” Yogyakarta. Lebih dari itu, melalui kegiatan ini juga diharapkan terpenuhinya prinsip tata kelola Pemerintah, Industri, dan Perguruan Tinggi akan memperkokoh martabat bangsa dan terjadi komunikasi antara dunia Industri, Perguruan Tinggi, serta lembaga – lembaga penelitian.

Seminar Nasional, *Call Paper* dan Pameran hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Kemenristekdikti RI dengan topik “Pengembangan Ristek dan Pengabdian Menuju Hilirisasi Industri” ini diikuti oleh praktisi dan akademisi dari Perguruan Tinggi – Perguruan Tinggi terkemuka di Indonesia, baik bidang Sosial Humaniora, Sains Teknologi dan Pengabdian Masyarakat dengan jumlah naskah yang masuk lebih dari 180 naskah.

Akhir kata, semoga Semnas dan *Call Paper* ini bermanfaat dan saya menghaturkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada semua pihak, khususnya peserta seminar dan call paper serta seluruh pelaksana kegiatan atas peran sertanya dalam mendukung kelancaran pelaksanaan kegiatan ini.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh

Yogyakarta, 16 Oktober 2019
Kepala LP2M

Dr. Ir. Heru Sigit Purwanto, M.T
NIP. 19581202 199203 1 001

DAFTAR ISI
SAINS & TEKNOLOGI

	Halaman
Halaman Judul	i
Daftar Reviewer	iii
Sambutan Rektor	iv
Kata Pengantar Kepala LP2M	v
Daftar Isi	vii
Karakteristik Mikroskopis Batubara Dan Potensi Sumberdaya Gas Metana Batubara, Seam-A Daerah Keban, Kab. Lahat, Sumatera Selatan	1
Basuki Rahmad, Sugeng Raharjo, Ediyanto, Indra, Fadhil, Heru Asbi Rahmanda	
Pengaruh Dosis Pupuk Npk Dan Pemberian Kitosan Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kemiri Sunan Di Lahan Marjinal	10
Ellen Rosyelina Sasmita, Ami Suryawati Dan Endah Budi Irawati	
Hidrolisis Minyak Kelapa Sawit Fasa Homogen	18
Mahreni, Angelina Natalia Sekardewi S Dan Gusti Kurnia Dwiputra	
Pengaruh Ekstrak Daun Jambu Biji Terhadap Ketertarikan <i>Menochilus Sexmaculatus</i>	24
Mofit Eko Poerwanto & Cimagatus Solichah	
Perbanyak Pisang Abaka Secara <i>In Vitro</i> Dengan Menggunakan Macam Arang Aktif Dan Thiamin	31
Rina Srilestari, Ari Wijayani Dan Bambang Supriyanta	
Potensi Sistem Perminyakan Pada Endapan Subvolcanic Area Pegunungan Selatan Jawa Bagian Timur	36
Carolus Prasetyadi, Achmad Subandrio, Mahap Maha, Muhammad Gazali Rachman	
Potensi Geowisata Gunung Sabulan Desa Mojosari, Kecamatan Asembagus, Kabupaten Situbondo, Provinsi Jawa Timur	46
Df. Yudiantoro, B. Agus Irawan, I. Paramita Haty, S. Bawaningrum, P. Ismaya.	
Aplikasi Biosurfaktan Dalam Upaya Peningkatan Perolehan Minyak Tahap Lanjut: Uji Laboratorium Pada Sampel Sumur Kw-58	55
Harry Budiharjo S., Joko Pamungkas, Sri Rahayu G., Triyana Wahyuningsih	
Type Deposit Dan Mineralisasi Emas Daerah Arinem Dan Sekitarnya Kabupaten Garut Jawa Barat	61
Heru Sigit Purwanto, Agus Harjanto, Yody Rizkianto, Dedi Fatchurohman	
Evaluasi Kestabilan Lereng Lokasi Ekowisata Kaliadem, Desa Kepuharjo, Kecamatan Cangkringan, Kabupaten Sleman, Diy	67
Purwanto, Sutanto, Siti Hamidah	

Pertumbuhan Dan Perkembangan Tanaman Tomat Pada Berbagai Perlakuan Pemupukan Dan Kelembaban Tanah	75
R.R. Rukmowati Brotodjojo, Oktavia S. Padmini, Awang H. Pratomo	
Karakteristik, Model, Dan Mitigasi Bencana Gerakan Massa Berdasarkan Analisis Geologi Teknik Di Wilayah Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah	81
Sari Bahagiarti Kusumayudha, Heru Sigit Purwanto, Wisnu Aji Kristanto, Ayu Narwastu Ciptahening, Nandra Eko Nugroho	
Pengembangan Model Konseptual Manajemen Energi Pada Industri Baja Di Indonesia	91
Apriani Soepardi	
Pemantauan Lereng Untuk Manajemen Bencana Terintegrasi Berbasis Iot Untuk Peringatan Dini Tanah Longsor	99
Awang Hendrianto Pratomo, Dessyanto Boedi Prasetyo, Eko Teguh Paripurno, Danang Arif Rahmanda	
Bahan Baku Dan Teknik Produksi Surfaktan (Review)	106
Mahreni, Mitha Puspitasari	
Optimasi Injeksi Polimer Dalam Pengurusan Minyak Tahap Lanjut	111
Suranto, Boni Swadesi, Ratna Widyaningsih, Retno Ringgani	
Evaluasi Sumur Tua Di Lapangan Banyuasin Untuk Penerapan Rig Esp	120
M. Irhas Effendy, Sudarmoyo, Sayoga Heru Prayitno	
Pengurangan Risiko Bencana Melalui Pengelolaan Persepsi Risiko Dan Adaptasi Aset Penghidupan Komunitas Di Dusun Turgo	129
Eko Teguh Paripurno, Puji Lestari, Indra Baskoro Adi	
Pengurangan Risiko Bencana Melalui Pengelolaan Persepsi Risiko Dan Adaptasi Aset Penghidupan Komunitas Di Hunian Tetap Batur	136
Eko Teguh Paripurno, Purbudi Wahyuni, Wana Kristanto	
Pembuatan Bio-Oil Dari Pirolisis Kayu Pinus Dengan Katalis Zeolit Sebagai Bahan Bakar Alternatif	145
Abdullah Kunta Arsa	
Metode Sem (Scanning Electron Microscopy) Untuk Identifikasi Nannofosil Di Tebing Breksi Yogyakarta	152
Intan Paramita Haty, Siti Umiyatun Ch, Achmad Subandrio, Mahap Maha, Yody Rizkianto, Idarwati	
Pemanfaatan Sistem Aerasi Micro Bubble Generator (Mbg) Dalam Pengolahan Air Terproduksi Minyak Bumi Di Kawasan Sumur Tua Minyak Bumi Desa Wonocolojawa Timur	164
Agus Bambang Irawan, Bambang Santoso Budi, Bambang Supriyanto, Syalfa Taskia	

Resisitivitas Endapan Pasir Lepas Daerah Yogyakarta (Studi Kasus: Sungai Krasak, Sungai Boyong Dan Sungai Gendol)	169
Ajimas Pascaning Setiahadiwibowo, M. Ocky Bayu Nugroho, Yudha Agung Pratama	
Rehabilitasi Instalasi Pengelolaan Air Limbah (Ipal) Komunal Berbasis Masyarakat, Di Kampung Kandang, Desa Condongcatur, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, Diy	176
Nandra Eko Nugroho, Ayu Utami, Thamzez Nuur Anom, Salam Via Febriyanti, Ahmad Muhaimin	
Pengembangan Strategi Pemesinan Bentuk Rongga Segitiga untuk Mengurangi Panjang Lintasan Pahat	183
Mochammad Chaeron, Budi Saputro Wahyuaji, Apriani Soepardi	
Coal Desulfurization Via Flotation Method Using Biosurfactant From Lerak (Sapindus rarak De Candolle)	192
Danang Jaya, Tunjung Wahyu Widayati, Refina Yuni Mustika, Dan Halim Nur Aziz Suwardi	
Prospek Pengembangan Tanaman Indigofera (Indigofera Sp.) Sebagai Sumber Pakan Ternak Dan Pewarna Tekstil Alami	198
Darban Haryanto, Ellen Rosyelina Sasmita	
Implementasi Network Notification System Dengan Menggunakan Teknologi Firebase Cloud Messaging (Fcm) Berbasis Android	206
Dessyanto Boedi Prasetyo, Rizki Inka Miftah, Rifki Indra Perwira	
Penanganan Problem Scale Pada Sumur Pd-01 Lapangan Minyak Bumi	217
Edgie Yuda Kaesti, Mia Ferian Helm, Agus Widiyarso	
Analisis Tingkat Kerentanan Pencemaran Air Permukaan Di Wilayah Penambangan Emas Rakyat Desa Pancurendang, Banyumas	223
Eni Muryani, Dian Hudawan Santoso, Dayu Aviana Rahmah	
Hubungan Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Kecukupan Pangan Pada Kawasan Keamanan Dan Ketahanan Pangan Di Kabupaten Sleman	232
Farida Afriani Astuti, Herwin Lukito	
Model Bedside Monitor Home Icu (Intensive Care Unit) Pasien Rawat Jalan Berbasis Smart Phone Android Dan Teknologi Iot (Internet Of Thing)	239
Frans Richard Kodong, Juwairiah	
Analisis Proses Pengecoran Dengan Cetakan Pasir Untuk Perbaikan Kualitas Produk Coran Kuningan	248
Gunawan Madyono Putro, Sadi	

Pemodelan Sistem Akuifer Daerah Terindikasi Sulit Air Pada Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman Berdasarkan Pengukuran Resistivitas Vertical Electrical Sounding (Ves)	253
Hafiz Hamdalah, Eko Wibowo	
Simulasi Peak Ground Acceleration Dengan Gui Matlab	262
Indriati Retno P, Wiji Raharjo, Oktavia Dewi Alfiani	
Potensi Panas Bumi Di Pulau Jawa Dan Pemanfaatan Langsungnya Di Lapangan Panas Bumi Daerah Guci, Kecamatan Bumijawa, Kabupaten Tegal, Jawa Tengah	266
Intan Paramita Haty, Yody Rizkianto, Muchamad Ocky Bayu Nugroho, Erfan Septanto, Ilmam Nur Muhammad	
Implementasi Face Recognition Untuk Presensi Dan Peningkatan Keamanan	277
Mangaras Yanu Florestiyanto, Nidya Indah Sari	
Studi Awal Produksi Bahan Bakar Cair Dari Sampah Plastik (<i>Polypropylene</i>)	283
Mitha Puspitasari, Avido Yuliestyan, Y. Deddy Hermawan	
Perkiraan Prospek Lapangan Panasbumi Dengan Monte Carlo	288
M.Th. Kristiati E.A, Eko Widhi P, Ramdhan Refian	
<i>Adaptive Boosting (Adaboost) Pada Intrusion Detection And Prevention System Menggunakan Raspberry Pi 3</i>	302
Rifki Indra Perwira , Budi Santosa , I Putu Retya Mahendra	
Pengolahan Air Limbah Tambang Emas Rakyat Menggunakan Elektrokoagulasi Untuk Mereduksi Hg Dan Cu	311
Rr Dina Asrifah, Ika Wahyuning Widiarti	
Mikrokapsul Kitosan Tersambung Silang Kalium Peroksodisulfat Untuk Peningkatan Adsorpsi Zat Warna <i>Methyl Orange</i>	320
Rr Endang Sulistyawati, Sri Sukadarti, Wibiana Wulan Nandari, Arrossy Fannymia Kusumaning Putri, Realita Dini Mustika	
Studi Potensi Batuan Induk Hidrokarbon Satuan Batulempung Formasi Rambatan Daerah Wangon Sub-Cekungan Banyumas	327
Salatun Said , Teguh Jatmiko, Sugeng Widada	
Multiple Deformation Of Jokotuwu Fault Zone, East Jiwo Hill, Bayat, Klaten, Central Java	336
Achmad Rodhi, Sutarto, Sutanto, Sapto Kis Daryono	
Ekstraksi Minyak Atsiri Dari Tanaman Serai Dapur (<i>Cymbopogon Citratus</i>) Dengan Perlakuan Awal Menggunakan Microwave	344
Sri Wahyu Murni, Tutik Muji Setyoningrum, Gogot Haryono, Amethyst Valerie Adrian, Muhammad Irfan Al-Hamdan	

Studi Pengaruh Kualitas Air Tanah Pada Sumur Gali Di Sekitar Lubang Buka Bekas Penambangan Bijih Mangan Di Dusun Kliripan, Desa Hargorejo, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo	352
Sudaryanto, Heru Suharyadi	
Kajian Oligo Kitosan Pada Upaya Peningkatan Hasil Bawang Merah (<i>Allium Ascalonicum</i> L.)	362
Sugeng Priyanto, Sumarwoto Ps	
Kajian Penentuan Metode Sistem Penyaliran Tambang Pada Lubang Buka Bekas Penambangan Bijih Mangan Di Kliripan Kulonprogo	374
Suyono, Halimah Tusak Diah, Tedy Agung Cahyadi, Priyo Widodo	
Penentuan Gaya Kompresi Di Lumbar 5/Sacrum 1 Pada Pekerjaan <i>Manual Material Handling</i> Dengan Pendekatan Model Biomekanika	384
Tri Wibawa, Erick Ohara	
Proyeksi Ke Kutub Untuk Meminimalisir Kesalahan Interpretasi Metode Geomagnetik Studi Kasus: Data Anomali Medan Magnet Danau Cengklik Boyolali Dan Sekitarnya	391
Ardian Novianto, Wahyu Hidayat	
Pengamanan Citra Digital Terintegrasi Dengan Layanan Cloud Storage Menggunakan Algoritma Arnold Transform (At) Dan Position Power First Mapping (Ppfm)	399
Wilis Kaswidjanti, Hidayatulah Himawan, Afra Oryza Mursita Dewi	
Karakteristik Geologi Teknik Daerah Embung Jurang Jero, Harjobinangun, Kecamatan Pakem, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta	408
Wisnu Aji Dwi Kristanto, I Putu Gema Bujangga	
Analisis Metode Ground Penetrating Radar (Gpr) Untuk Delineasi Slip Plane Tanah Longsor Di Daerah Karangsembung, Kab. Kebumen, Jawa Tengah	418
Wrego Seno Giamboro, Firdaus Maskuri	
Pengurangan Risiko Bencana Melalui Identifikasi Kerentanan Sosial Terhadap Bencana Erupsi Gunung Merapi Di Kabupaten Sleman	426
Yohana Noradika Maharani, Arif Rianto Budi Nugroho	
Pemetaan Struktur Geologi Sebagai Dasar Analisis Potensi Amblesan Daerah Gunung Pindul Dan Sekitarnya, Wonosari, Gunungkidul	438
Achmad Rodhi, Muhammad Ocky B. Nugroho	
Viabilitas Dan Vigor Benih Padi (<i>Oryza Sativa</i> L.) Dengan Penundaan Penjemuran Dan Tebal Lapisan Benih Menggunakan Lantai Jemur Inovasi	446
Ami Suryawati, Lagiman,Supono Budi Sutoto	
Aklimatisasi Planlet Krisan Dengan Berbagai Lama Waktu Sungkup Dan Amelioran ..	452
Ari Wijayani, Siwi Hardiastuti	

Pemodelan Geomekanik Berdasarkan Analisis <i>Fracturing Brown Shale</i> Kelompok Pematang Untuk Menentukan Gaya Utama Dalam Pengembangan <i>Shale Hydrocarbon</i> Di Dalam Bengkalis Cekungan Sumatra Tengah (Studi Kasus: Singkapan Analog <i>Brown Shale</i> Formasi Sangkarewang Cekungan Ombilin, Sumatera Barat)	458
Aris Buntoro, Basuki Rahmad, Ahmad Khafid	
Produksi Bahan Bakar Cair Dari Limbah Plastik Melalui Proses Pirolisis Dengan Limbah Biomassa Sebagai Sumber Energi	468
Bambang Sugiarto, Andri Perdana, Aditya Kurniawan	
Konsep Penerapan Teknik Pertambangan Yang Baik Dan Benar Didukung Oleh Peduli Lingkungan Dan Keselamatan Kesehatan Kerja	474
Eddy Winarno, Gunawan Nusanto	
Gasifikasi Limbah Batubara Hasil Pencucian Dengan Reaktor Unggun Terfluidisasi	481
Edy Nursanto, Adi Ilcham , Gogot Haryono	
The Pendawa Hill, Jering, Sleman Is On Of Geosite In Yogyakarta Geoheritage Very Interesting To Be Developed In To Geological Torism Object	488
Jatmika Setiawan, Alim Sugiantoro , M. Nurjati Setiawan	
Aplikasi Alat Bantu Foto Udara (Drone) Dan Pengeditan Foto Untuk Mendukung Pengambilan Data Geologi Pada Tebing Curam, Studi Kasus : Tebing Breksi, Yogyakarta	495
Muchamad Ocky Bayu Nugroho, Muhamad Syaifudin, Bambang Yuwono, Gigih Sinanggaseta	
Pengembangan Pangan Sehat Berbasis Sorgum Di Masyarakat	501
Mohammad Nurcholis, Dwi Aulia Puspitaningrum, Henri Krismawan	
Implikasi Struktur Geologi Terhadap Kedalaman Muka Airtanah Dan Kualitas Airtanah Di Desa Gilangharjo, Kecamatan Pandak, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta	508
Puji Pratiknyo, Wrego Seno Giamboro	
Paleotemperature Interpretation Based On Calcareous Nannoplankton Of Kedung Sumber River Section, Soko, Bojonegoro, East Java	521
Siti Umiyatun Choiriah, Carolus Prasetyadi, Rubiyanto Kapid, Dwi Fitri Yudiantoro, Muhammad Syaifudin	
Reduksi Chromium Dalam Limbah Batik Menggunakan Adsorben Dari Limbah Padat Industri Tepung Onggok	528
Sri Wahyuni Santi Rahadiningrum, Purwo Subagyo, Valeria Dianitya Hernawati	
Interpretasi Fasies Lapisan Batubara A, B, C, And D, Formasi Tanjung , Daerah Arang Alus , Provinsi Kalimantan Selatan	532
Sugeng, Sari Bahagiarti Kusumayudha, Heru Sigit Purwanto, Basuki Rahmad	

Peranan Penggunaan Biochar Sebagai Bahan Pembenah Tanah Pada Beberapa Masa Tanam Untuk Padi Sawah (The Role Of Application Biochar As Soil Ameliorant In Planting Periods For Paddy Soil)	539
Susila Herlambang, Az.Purwono Budi S, Heru Tri Sutiono, Susanti Rina N, M Rizqan Afifi, Kamaratih N	
Karakter Batuan Piroksenit, Komplek Meratus, Kalimantan Selatan Dan Kontribusinya Pada Tektonik Bagian Tenggara Asia	546
Sutanto, Joko Soesilo, Ali Mustofa, Fajar Desira, Adib Mustofa	
Karakteristik Endapan Emas Orogenik Di Daerah Sungai Way Sekampung, Kecamatan Pagelaran Utara, Kabupaten Pringsewu, Provinsi Lampung	557
Sutarto, Joko Soesilo, Delova Christama	
Aklimatisasi Pisang Abaka Pada Berbagai Macam Media Tanam Dan Lama Penyungkupan	565
Suwardi, Rina Srilestari	
Prediksi Curah Hujan Dengan Metode Analitik Dan Metode <i>Artificial Intelligence</i>	570
Tedy Agung Cahyadi, Herlina Jayadianti, Nur Ali Amri, Muhammad Fathurrahman Pitayandanu, Sevia Anggoro, Deka Citra Dinata	
Analisis Potensi Sumberdaya Mineral Dalam Rangka Pengelolaan Pertambangan Yang Berwawasan Lingkungan Di Provinsi Jawa Tengah	583
Waterman Sulistyana Bargawa, Yeremia Sembiring, Hadi Oetomo	
Pengaruh Nilai Permeabilitas Terhadap Resapan Air (Studi Kasus Sumur Resapan Di Lahan Pekarangan)	592
Bambang Wisaksono, Hari Dwi Wahyudi, Heru Suharyadi	
Pengolahan Citra Untuk Monitoring Emosi Akademis Siswa Menggunakan Metode Fisherface Dan Restful Web Service	598
Mangaras Yanu Florestiyanto, Bambang Yuwono, Panji Dwi Ashrianto, Yusri Ilza Sania	
Perhitungan Potensi Reservoir Gunung Iyang-Argopuro Berdasarkan Simulasi Monte Carlo	603
Bambang Bintarto, Allen Haryanto L., Dewi Asmorowati, Intan Paramita Haty, Retno Ringgani	
Pengembangan E-Katalog Batik Berbasis Aplikasi Android Sebagai Media Pemasaran Pada Umkm Pengrajin Batik Kulon Progo	611
Oliver Samuel Simanjuntak, Yenni Sri Utami, Ratna Hindria Dps, Agus Sasmito	
Efektivitas Zeolit Alam Sebagai Media Adsorbenpada Pengolahan Air Tanah Payau Di Dusun Jambakan, Kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten	621
Wibiana Wulan Nandari, Rika Ernawati, Ekha Yogafanny, Ardian Novianto	

Rock Mass Classification For Sedimentary Rock Masses In Indonesia Coal Mining Areas	627
Singgih Saptono, M. Rahman Yulianto, Vega Vergiagara, Herry Sofyan	
Pengelolaan Air Asam Tambang Melalui Remediasi Pasif Pada Tambang Tembaga-Emas	641
Untung Sukamto, Muhammad Nurcholis, Priyo Widodo, Agus Panca Adi Sucahyo, Waterman Sulistyana Bargawa, Maharani Rindu Widara	
Kajian Kualitas Air Pada Fasilitas Higiene Sanitasi Di Lingkungan Kampus Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta	648
Ayu Utami, Muammar Gomareuzzaman, Andi Sungkowo	
Uji Penggerusan P.80 Ukuran 200 Mesh Untuk Preparasi Bijih Emas-Kuarsa Sulfida Rendah Untuk Umpan Proses Pelindian	656
Tri Wahyuningsih, Anton Sudiyanto, Untung Sukamto, Frideni Ypgf, Yasmina Amalia, Rendra Aditya Hutomo, Sabrina Almasari Nahdi	
Integrasi Sistem Informasi Skripsi Bebas Palgiarisme Pada Program Studi Informatika Upn "Veteran" Yogyakarta	663
Awang Hendrianto Pratomo, Bambang Yuwono, Nur Heri Cahyana, Rizal Ardhi Rahmadani	
Pengembangan Sistem Kredit Prestasi Kemahasiswaan (Skpk) Upn "Veteran" Yogyakarta	674
Bagus Wiyono, Djoko Prasetyo Adi Wijaya, Henry Tri Prambodho, Rifki Indra Perwira	
Tesis Online System, Sistem Pengelolaan Tesis Berbasis Online Untuk Mempermudah Sistem Informasi Jarak Jauh	682
Barlian Dwi Nagara, Edy Nursanto, Hasywir Thaib Siri, Bagus Wiyono, Heru Suharyadi, Aldio K.P, Vega Vergiagara, M.Rahman	
Peningkatan Mutu Akreditasi Program Studi Melalui Percepatan Waktu Penyelesaian Tugas Akhir Dan Kuliah Kerja Profesi Mahasiswa	689
Budiarto, Agus Santosa	
Peningkatan Kualitas Pelayanan Akademik Berbasis Teknologi Informasi Di Program Doktor Teknik Geologi Upn "Veteran" Yogyakarta	693
Carolus Prasetyadi, Muhammad Gazali Rachman	
Sistem Informasi Pendaftaran Peserta Kkn Upn "Veteran" Yogyakarta Berbasis Web	697
R. Hendri Gusaptono	
Aplikasi Artificial Intelligence Fuzzy Logic Dalam Penentuan Distribusi Pembimbing Tugas Akhir Pada Jurusan Teknik Perminyakan	705
Herianto, Mia Ferian Helmy, Edgie Yuda Kaesti, Nugi Nuryanto Ghani	

Pengembangan Sistem Pembayaran Mahasiswa Upn "Veteran" Yogyakarta	716
Heru Cahya Rustamaji, Fajar Kurnia Putra	
Perencanaan Sistem Pengajuan Skripsi Berbasis Teknologi Informasi Di Prodi Teknik Geologi Upn Veteran Yogyakarta	722
Jatmika Setiawan, Yody Rizkianto, Intan Paramitha Haty, M. Ocky Bayu Nugroho	
Pengembangan Sistem Informasi (Portal) Pendaftaran Mahasiswa Baru Upn "Veteran" Yogyakarta	726
Rifki Indra Perwira, Achmad Dito	
Mekanisme Penerapan Sistem Input Online Untuk Pengajuan Skripsi Dalam Mempermudah Pengelolaan Data Skripsi Mahasiswa	733
Wawong Dwi Ratminah, Edy Nursanto, Hasywir Thaib Siri, Bagus Wiyono, Heru Suharyadi, Aldio K.P, Vega Vergiagara, M.Rahman	
Analisa Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Plth) Bagi Warga Sekitar Pantai Baru Poncosari, Srandakan, Bantul	740
Krt Nur Suhascaryo, Ujang Yana Maulana	

Coal Desulfurization via Flotation Method using Biosurfactant from Lerak (*Sapindusrarak De Candole*)

Danang Jaya, Tunjung Wahyu Widayati, Refina Yuni Mustika, Halim Nur Aziz Suwardi

Prodi Teknik Kimia, Fakultas Teknik Industri, UPN "Veteran" Yogyakarta

Email : danangjay@yahoo.co.id

Abstract

Coal tailing as coal industry waste has low calorific value with high concentration of sulfur and ash. One of the methods to reduce sulfur content and to increase its calorific value is flotation. Flotation is process of separating component in the solid phase using bubble in the liquid phase by altering surface properties of the component. Surfactant utilized in flotation process can provide hydrophobic and hydrophilic tails so it can lower the surface tension in liquid phase, hence it will ease the removal of sulfur and ash from coal tailing.

*In this study, flotation experiments using biosurfactant from Lerak (*Sapindusrarak De Candole*) were conducted. Biosurfactant were used to minimize pollution. Optimum condition were obtain at flotation time 60 minutes, air flowrate 0.7640 L/min, and volume ratio of coal tailing and Lerak 4:1. The total sulfur were removed up to 56.78% and its calorific value were increased from 4748.38 to 5379.41 calories/gram. The result obtained indicate that Lerak can be used as a potential surfactant to enhance coal tailing quality via flotation.*

Kata kunci: Coals Tail, flotation, lerak (Biosurfactant), calorific value

PENDAHULUAN

Pada penambangan batubara sulit dihindari selain batubara, bahan lain juga ikut tergali seperti lempung yang tercampur dengan batubara. Sehingga untuk menjaga kualitas batubara yang dihasilkan perlu melalui proses pencucian. Pada tahap pencucian tersebut batubara dengan ukuran kecil/halus (tidak layak pasar) dan juga sulfur anorganik terikut air cucian dan ditimbun di kolam-kolam penimbunan (*pond/lagoon*). Batubara sisa yang bercampur dengan pengotor inilah yang disebut dengan tailing batubara (*Coals Tail*). Batubara halus ini masih dapat dimanfaatkan, di antaranya untuk bahan bakar padat, cair, maupun gas.

Flotasi adalah proses pemisahan padatan yang terjadi akibat perbedaan sifat permukaan (*surface properties*). Proses flotasi berlangsung pada suatu sistem yang terdiri dari tiga fasa yaitu fasa gas, cair dan padat, yang saling berinteraksi sedemikian rupa (dengan bantuan *flotation agent*) sehingga terjadi pemisahan antara komponen *hidrofobik* (anti air) dan komponen *hidrofilik* (suka air). Suatu partikel yang akan dipisahkan (diapungkan) dengan metode flotasi biasanya digunakan media pengangkut berupa gelembung udara. Partikel ini berukuran halus, bersifat *hidrofobik* atau dibuat *hidrofobik* oleh kolektor (surfaktan) sehingga dapat melekat pada permukaan gelembung udara dengan adanya gaya adhesi (Kawatra and Eisele, 1997; Kirk and Othmer, 1980).

Untuk memudahkan pemisahan dan *flotability*, biasanya ditambahkan *flotation agent* berupa kolektor ke dalam sistem flotasi yang berfungsi sebagai surfaktan, dimaksudkan untuk menurunkan tegangan permukaan antara partikel padat-udara. Penurunan tegangan tersebut

menyebabkan peningkatan gaya adhesi antara partikel padat dengan permukaan gelembung udara, sehingga partikel padat mudah terflotasi bersama dengan gelembung udara. Partikel yang semula kurang *hidrofobik*, permukaannya berinteraksi dengan bagian gugus polar kolektor, sementara ujung bagian non-polar kolektor-kolektor tersebut mengarah keluar, sehingga sifat *kehidrofilikan* partikel terselubungi dan yang nampak adalah sifat *kehidrofobikan* kolektor-kolektor. Maka partikel yang semula kurang (tidak) *hidrofobik*, berubah menjadi *hidrofobik* dengan terabsorbsinya oleh kolektor (Bayrak *et al*, 2000; Kirk and Othmer, 1980).

Surfaktan adalah suatu senyawa yang memiliki gugus polar (*hidrofilik*) dan gugus nonpolar (*lipofilik*). Surfaktan yang biasa digunakan pada proses flotasi adalah *crude palm oil* (CPO) ditambah dengan NaOH atau Na₂CO₃, sedangkan pada percobaan ini surfaktan yang digunakan adalah sabun yang berasal dari buah lerak. *Sapindus rarak De Candolle* merupakan nama binomial dari lerak yang dikenal di Jawa sebagai *klerek*, di Sunda sebagai *rerek*, di Palembang sebagai *lamuran*, di Kerinci sebagai *kalikea*, dan di Minang sebagai *kanikia*. Lerak termasuk dalam divisi *Spermatophyta* yang tumbuh di daerah Jawa dan Sumatera dengan ketinggian 450 – 1500 m di atas permukaan air laut. Tinggi tanaman dapat mencapai 15 – 42 m dan batang kayu yang berwarna putih kusam berbentuk bulat dan keras itu dapat berukuran 1 m.

Berdasarkan hasil penelitian yang dimuat di beberapa jurnal menyebutkan bahwa buah, kulit batang, biji, dan daun tanaman lerak mengandung saponin, alkaloid, steroid, antikuinon, flavonoid, polifenol, dan tanin. Menurut Widowati (2003) saponin terdapat pada semua bagian tanaman *Sapindus* dengan kandungan tertinggi terdapat pada bagian buah. Saponin berasal dari *Sapo* yang berarti sabun karena sifatnya yang menyerupai sabun. Saponin merupakan senyawa kimia yang berasal dari metabolit sekunder yang banyak diperoleh dari tumbuh-tumbuhan. Struktur kimia saponin yang terdiri dari senyawa polar dan non-polar menjadikan buah lerak dikenal sebagai *soapberry* atau *soapnut*. Saponin memiliki sifat berasa pahit, berbentuk busa stabil dalam air, bersifat racun bagi hewan berdarah dingin (seperti : ikan, siput, dan serangga), dapat menstabilkan emulsi, dan menyebabkan hemolisis (rusaknya sel darah merah).

Tabel 1. Persentase Senyawa Aktif pada Lerak

No	Senyawa Aktif	Persentase Senyawa Aktif
1	Saponin	12%
2	Alkaloid	1%
3	Steroid	0,036%
4	Triterpen	0,029%

Sumber : Iskandar, 2014

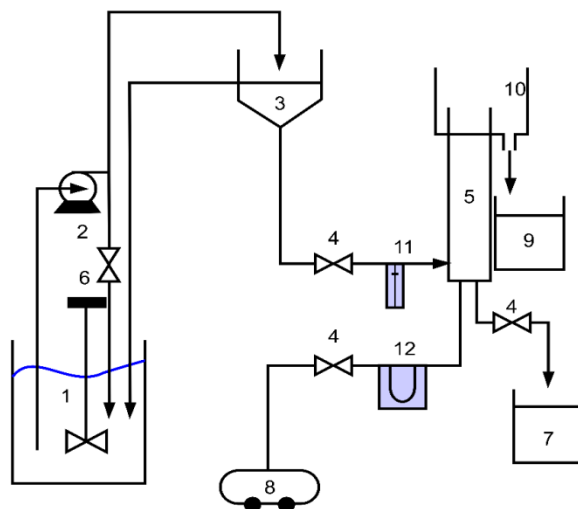
Menurut Sukmasari (2006), saponin termasuk glikosida yang apabila dihidrolisis akan menghasilkan sakarida (bersifat *hidrofilik*) dan sapogenin (bersifat *lipofilik*). Sapogenin terdiri dari dua golongan, yaitu : saponin steroid dan saponin triterpenoid. Adanya kandungan saponin yang bersifat *hidrofilik* dan *lipofilik* tersebut menjadikan buah lerak bersifat surfaktan.



Gambar 1. Buah Lerak

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian kali ini yaitu tailing (limbah) batubara yang berasal dari PT. Indominco Mandiri Kalimantan Timur dan Buah lerak diperoleh dari Pasar Beringharjo Yogyakarta. Tailing Batubara dianalisis kadar sulfur, kadar abu dan nilai kalornya.



- Keterangan :
1. Tangki Pengkondisian
 2. Pompa
 3. Tangki Umpan
 4. Kran
 5. Kolom Flotasi
 6. Pengaduk
 7. Tangki Penampungan
 8. Kompresor
 9. Tangki Penampung
 10. Tangki Overflow
 11. Rotameter
 12. Pipa U

Gambar 2. Rangkaian alat Flotasi

TAHAP PERSIAPAN BAHAN

Larutan lerak

Buah lerak ditimbang dengan berat 4 Kg. Kemudian buah lerak dimasukkan ke dalam panci yang berisi 8 liter air mendidih. Buah lerak direbus selama 2 jam sampai menjadi lunak, kemudian buah lerak tersebut dipisahkan dari air rebusan. Daging buah lerak dipisahkan dari bijinya dan dihaluskan menggunakan blender. Daging buah lerak dimasukkan kembali ke dalam air rebusan dan didiamkan selama 24 jam kemudian disaring untuk mendapatkan larutan lerak.

Tailing batubara

Tailing batubara dihaluskan dengan penggilingan. Kemudian tailing batubara diayak hingga diperoleh ukuran batubara 100/180 mesh, lalu sampel dianalisis kandungan sulfur, abu dan nilai kalornya

Percobaan Flotasi

Alat flotasi yang akan digunakan dirangkai. Sampel tailing batubara ditimbang dengan berat 200gram dan larutan lerak ditimbang dengan berat 50 gram. Tailing batubara sampel dan larutan lerak dimasukkan ke dalam tangki pengkondisian. Kemudian air sebanyak 40 L dimasukkan ke dalam tangki pengkondisian. Campuran tailing batubara, larutan lerak, dan air diaduk dan pH diatur dalam kondisi asam (pH = 6). Kemudian campuran dialirkan menuju kolom flotasi. Udara dialirkan dari *aerator* dengan laju alir udara tertentu dan waktu flotasi dimulai sampai waktu 60 menit. Setelah selesai hasil atas dan hasil bawahdisaring dan dikeringkan. Hasil atas dianalisis kadar sulfur, kadar abu dan nilai kalornya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian dengan judul “Penentuan Rasio Optimum Campuran CPO: Batubara Dalam Desulfurisasi dan Deashing Secara Flotasi Sistem Kontinyu”. Diperoleh hasil yang relatif baik yaitu pada Dimensi kolom L/D=23, waktu tinggal 60 menit, laju alir udara 1,22 liter/menit, pH slurry 6,5, ukuran partikel batubara rata-rata 169 µm, kadar sulfur turun dari 3,3% tereduksi menjadi 0,93% atau sulfur terambil 72%, kandungan abu turun dari 11,25% menjadi 9,75% atau abu terambil 13%. Nilai kalor dapat dipertahankan 6000 kkal/kg. (Andi Aladin, 2009)

Danang Jaya, Ebeng Sugondo, Yunita Nurindahsari (2016) “Pemanfaatan CPO (crude palm oil) untuk Desulfurisasi pada Batubara Menggunakan Metoda Flotasi”

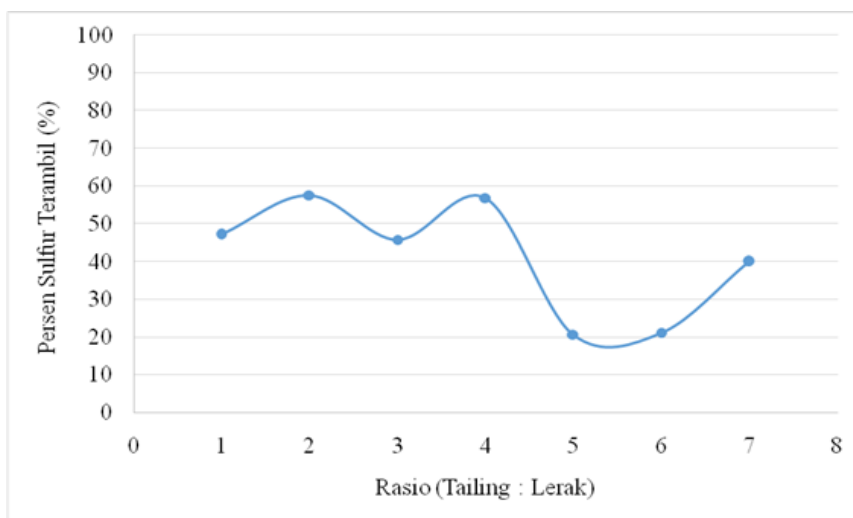
Hasil penelitian menunjukkan kondisi yang optimal pada pengurangan jumlah sulfur pada proses flotasi ketika laju alir umpan sebesar 0,3612 L/menit dengan perbandingan CPO/Batubara pada 1:2 dengan sulfur yang terambil sebesar 45,269 %.

Flotasi dengan Variasi Rasio Tailing Batubara : Larutan Lerak

Laju alir udara: 0,7640 liter/menit, Berat tailing batubara : 200 gr, Volume air: 40 liter, pH: 6, Diameter kolom : 6,35 cm, Tinggi kolom : 134 cm, Waktu flotasi : 60 menit

Tabel 2. Hubungan Antara Perbandingan Tailing Batubara : Larutan Lerak dengan Persen Sulfur Terambil (%)

No	Rasio (Tailing : Lerak)	Hasil (mg/kg)	Persen Sulfur Terambil (%)
1	1:1	450,11	47,10
2	2:1	361,57	57,50
3	3:1	461,82	45,72
4	4:1	367,73	56,78
5	5:1	674,79	20,69
6	6:1	670,71	21,17
7	7:1	510,97	39,94



Gambar 3. Hubungan Antara Rasio (Tailing Batubara : Larutan Lerak) dengan Persen Sulfur Terambil (%) pada Laju Alir Udara 0,7640 L/menit

Dari Tabel 2 dan gambar 3 terlihat bahwa dengan jumlah tailing batubara yang tetap dan larutan lerak yang semakin menurun (rasio meningkat) didapat persen sulfur terambil yang menurun. Mengingat fungsi surfaktan sebagai penurun tegangan permukaan yang menyebabkan peningkatan gaya adhesi antara tailing batubara dengan permukaan gelembung udara, sehingga tailing batubara mudah terflotasi oleh udara. Maka semakin sedikit larutan lerak (surfaktan) yang digunakan menyebabkan tailing batubara tidak terflotasi dengan baik. Akan tetapi jika larutan lerak yang digunakan terlalu banyak dapat mengakibatkan viskositas campuran meningkat sehingga kecepatan gerak partikel tailing batubara menjadi lambat dan proses flotasi sulit terjadi. Dengan demikian dapat disimpulkan rasio (perbandingan tailing batubara : larutan lerak) optimum adalah 4:1 yang mampu mengambil sulfur sebesar 56,78%, dan nilai kalor 5379,41 kalori/gr lebih tinggi dibandingkan dengan nilai kalor mula-mula pada tailing batubara sebesar 4.748,38 kalori/gr. (Danang Jaya, dkk, 2018).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian tersebut diatas dapat disimpulkan bahwa, desulfurisasi batubara dengan proses Flotasi selain menurunkan kadar sulfur juga menurunkan kadar abu, sehingga nilai kalornya tidak ada perubahan. Sedangkan untuk desulfurisasi Tailing batubara selain terjadi penurunan kadar sulfur dan abu, juga terjadi peningkatan nilai kalor.

Penurunan Kadar Sulfur dalam Tailing Batubara dengan Flotasi Menggunakan Lerak (Sapindus Rarak De Candole) Sebagai Surfaktan". Kondisi optimum untuk mengurangi kandungan sulfur dalam tailing batubara adalah pada waktu flotasi 60 menit, laju alir udara 0,7640 l/menit, dan rasio antara tailing batubara : larutan lerak (4:1) dengan persen sulfur terambil sebesar 56,78%, nilai kalor 5379,41 kalori/gr lebih tinggi dibandingkan dengan nilai kalor mula-mula pada tailing batubara sebesar 4.748,38 kalori/gr.

DAFTAR PUSTAKA

Aladin A., 2009, "Penentuan Rasio Optimum Campuran CPO: Batubara Dalam Desulfurisasi dan Deashing Secara Flotasi Sistem Kontinyu" Teknik kimia, Universitas Muslim Indonesia, Makasar Jurnal Rekayasa Proses vol.3 no.2 (2009)

- Bayrak N., O'Donnell, J., A., and Toroglu, I., 2000, *Removal of Fine Coals by Column Flotation*, paper #918, www.google.com.
- Danang Jaya, Ebeng Sugondo, Yunita Nurindahsari (2016) “Pemanfaatan CPO (crude palm oil) untuk Desulfurisasi pada Batubara Menggunakan Metoda Flotasi” eksergi
- Danang Jaya, Evan Erikson Manik, Edwin Riwu Gah (2018). “Penurunan Kadar Sulfur dalam Tailing Batubara dengan Flotasi Menggunakan Lerak (Sapindus Rarak De Candole) Sebagai Surfaktan” hasil penelitian tahun 2018.
- Departemen Energi & Sumber Daya Mineral, 1999, *Buku Tahunan Pertambangan dan Energi 1999; Paradigma Baru Menyongsong Milenium III*, hal. 19-20, 65-72, 105-110, 255-260.
- Iskandar, Rifki, 2014, *PROSPEK LERAK Tanaman Industri Pengganti Sabun*, Yogyakarta : Pustaka Baru Press.
- Kawatra, S.,K. and Eisele, T.,C., 1997, *Pyrit Removal Mechanisms in Coal Flotation*, *Journal of Mineral Processing*, Vol. 50, pp. 187-201.
- Kirk, R. E. dan D. F. Othmer, 1980, *Encyclopedia of Chemical Technology 3rd ed*, Vol. 10, John Wiley & Sons, Inc. New York, pp. 523-545.
- Marthen, Merry, 2014, *Desulfurisasi Batubara Secara Kimia Dengan Solvent Leaching Method Menggunakan H₂O₂ Dalam Larutan H₂SO₄*, <https://www.academia.edu> (diakses pada tanggal 15 Mei 2017, pukul 21.58 WIB)
- Sukandarrumidi, 2006, *BATUBARA DAN PEMANFAATANNYA*, Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Sukmasari, May dan Tjitjah Fatimah, 2006, Analisis Kadar Saponin dalam Daun Kumis Kucing Dengan Menggunakan Metode TLC-Scanner, *Jurnal Temu Teknis Nasional Tenaga Fungsional Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan*.
- Suprpto, Sabtanta Joko, 2007, *Tailing Sebagai Sumber Daya*, <http://psdg.bgl.esdm.go.id> (Diakses pada tanggal 15 Mei 2017, pukul 21.04 WIB)
- Widowati L., 2003, *Sapindus rarak DC*, In : Lemmens RHMJ. Bunyapraphastsara N (Eds), *Plant Resources of South-East Asia Vol 12 (3), Medicinal and Poisonous Plants*, pp. 358-359, Bogor : Prosea Foundation.