

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL

PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT



“PENGUATAN INOVASI DALAM SAINS DAN TEKNOLOGI”

HOTEL 101 PALEMBANG, 29 NOVEMBER 2017

ISBN : 978-979-19072-1-7



INTERNASIONAL
PRIMA COAL

Seminar Nasional
Penelitian dan Pengabdian Masyarakat AVoER 9
Palembang, 29 November 2017

Penulis :

Tim AVoER-9

ISBN : 978-979-19072-1-7

Editor :

Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS, Ph.D

Dr. Saloma, ST., MT

Ir. Ari Siswanto, MCRP, Ph.D

Reviewer :

Dr. Saloma Hasyim, ST.

Dr. Imroatul C Juliana. S

Dr. Melawati Agustin, S

Dr. Betti Susanti, ST. MT.

Dr. Iwan Pahendra A. ST. MT

Dr. Restu Juniah, MT.

Dr. Rr. Harminuke Eko H. ST. MT.

Gunawan, ST. MT. Ph.D

Amir, ST. MT. Ph.D

Dr. Leily NK, ST. MT.

Ir. Ari Siswanto, MCRP. Ph.D

Dr. Ir. Setyo Nugroho, M.Arch.

Husnul Hidayat, ST. MSc.

Dr. Ir. EndangWiwiek DH, MSc.

Desain Sampul dan Tata letak :

Rachmad Karoni

Humam Abdulloh

Andre Rachmana

M. Fahri

M. Malik Abdul Azis

Penerbit:

Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Redaksi :

Panitia Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Masyarakat AVoER9 FT UNSRI

Jalan Raya Prabumulih Km.32 Indralaya Ogan ilir Sumatera Selatan

Tel. 0711 580738

Fax. 0711 580741

E-mail. avoer@unsri.ac.id

Cetakan Pertama, November 2017

Hak cipta dilindungi Undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa izin penulis dan penerbit.

ISBN : 978-979-19072-1-7

ISBN 978-979-19072-1-7

ABSTRACT BOOK

“PENGUATAN INOVASI DALAM SAINS DAN TEKNOLOGI”

SEMINAR NASIONAL

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SRIWIJAYA

HOTEL 101 PALEMBANG

29 NOVEMBER 2017



INTERNASIONAL
PRIMA COAL

ISBN 978-979-19072-1-7



9

789791

907217

Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Masyarakat AVoER 9
Palembang, 29 November 2017
ABSTRACT BOOK AVoER-9

Tim AVoER-9

Reviewer

SAINS

Dr. Yoyok Hendarso, Drs. MA
Drs. Isnurhadi H, MBA, Ph.D.
Dr. Abdullah Gofir, SH, MH.
Prof. Dr. dr. MT. Kamaluddin, MSc. SpFK.
Dr. Ir. Edward Saleh, MS.
Ir. Nura Malahayati, MSc. Ph.D.
Prof. Dr. Nurhayati, MPd.

Teknologi

Dr. Saloma Hasyim, ST. MT
Dr. Imroatul C Juliana, ST. MT.
Dr. Melawati Agustin, SSI. MT.
Dr. Betti Susanti, ST. MT.
Abu Bakar Sidik, ST. M.Eng. Ph.D
Dr. Iwan Pahendra A. ST. MT
Dr. Restu Juniah, MT.
Dr. Rr. Harminuke Eko H. ST. MT.
Dr. Diah Kusuma Pratiwi, ST. MT.
Gunawan, ST. MT. Ph.D
Amir, ST. MT. Ph.D
Fitri Hadiah, ST. MT.
Dr. Leily NK, ST. MT.
Tuti Indahsari, ST. MT.
Ir. Ari Siswanto, MCRP. Ph.D
Dr. Ir. Setyo Nugroho, M.Arch.
Husnul Hidayat, ST. MSc.
Dr. Ir. EndangWiwick DH, MSc.
Dr. Budhi Kuswan S. ST. MT.
Tuty Emilia, ST.MT. Ph.D
Ir. Tutur Lussetyowati, MT.

Penerbit :
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Masyarakat AVoER 9
Palembang, 29 November 2017
ABSTRACT BOOK AVoER-9

Penulis :
Tim AVoER-9

ISBN : 978-979-19072-1-7

Editor :
Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS, Ph.D
Dr. Salema, ST., MT
Ir. Ari Siswanto, MCRP, Ph.D

Reviewer :
SAINS
Dr. Yoyok Hendarso, Drs. MA
Dr. Imrohadi H, MBA, Ph.D.
Dr. Abdullah Gofar, SH, MH
Prof. Dr. dr. MT. Kamahuddin, MSc. SpFK.
Dr. Ir. Edward Saleh, MS.
Ir. Nurs Malahayati, MSc. Ph.D.
Prof. Dr. Nurhayati, MPd.

Teknologi
Dr. Saloma Hasyim, ST. MT
Dr. Imronati C Juliana, ST. MT.
Dr. Melawati Agustina, SSI. MT.
Dr. Betti Susanti, ST. MT.
Abu Bakar Sidik, ST. M.Eng. Ph.D
Dr. Iwan Pahendra A. ST. MT
Dr. Restu Jumah, MT.
Dr. Rr. Harminuke Eko H. ST. MT.
Dr. Diah Kusuma Pratiwi, ST. MT.
Gunawan, ST. MT. Ph.D
Amir, ST. MT. Ph.D
Fitri Hadiah, ST. MT.
Dr. Lely NK, ST. MT.
Tuti Indahani, ST. MT.
Ir. Ari Siswanto, MCRP, Ph.D
Dr. Ir. Setyo Nugroho, M.Arch.
Husnul Hidayat, ST. MSc.
Dr. Ir. EndangWiwiek DH, MSc.
Dr. Budhi Kuswan S. ST. MT.
Tuty Emilia, ST.MT. Ph.D
Ir. Tutar Lussetyowati, MT.

Desain Sampul dan Tata letak :
Rachmad Karoni
Humam Abdullah
Andre Rachmana
M. Fahri
M. Malik Abdul Azis

Penerbit:
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Redaksi :
Panitia Semnas Penelitian dan Pengabdian Masyarakat
AVoER9 PT Unari
Jalan Raya Prabumulih Km.32 Indralaya Ogan ilir Sumatera Selatan
Tel. 0711 580738
Fax. 0711 580741
E-mail. avoer@unari.ac.id

Cetakan Pertama, November 2017

Hak cipta dilindungi Undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa izin penulis dan penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkah dan petunjuk-Nya sehingga "Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat AVoER 9, *Penguatan Inovasi Dalam Sains dan Teknologi*" dapat terlaksana dengan baik.

Seminar ini merupakan rangkaian kegiatan tahunan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang mendapatkan kepercayaan untuk diselenggarakannya kegiatan ini setiap tahun.

Dari terlaksananya seminar ini diharapkan adanya kerjasama yang baik antar Pembicara Kunci, dan Pemakalah dalam rangka Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat serta segenap panitia yang mempersiapkan sebelum seminar ini dilaksanakan.

Pada kesempatan kali ini kami ingin menyampaikan penghargaan setinggi-tingginya kepada Pimpinan Universitas dan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, keynote speaker, tim reviewer, sponsor, pemakalah, serta segenap panitia yang telah berpartisipasi atas terselenggaranya acara ini.

Tidak lupa kami selaku panitia pelaksana memohon maaf seandainya dalam penyelenggaraan acara ini ada kekurangan dan ketidaksempurnaan.

Akhir kata kami ucapkan selamat seminar, semoga kegiatan kita ini bermanfaat bagi kita semua.

Palembang, 29 November 2017



PENGARUH KETEBALAN SKIN TERHADAP KEKUATAN BENDING DAN TARIK KOMPOSIT SANDWICH DENGAN HONEYCOMB POLYPROPYLENE SEBAGAI CORE	112
ANALISIS PERFORMANSI SOLAR WATER HEATER TIPE PARABOLIC TROUGH COLLECTOR DENGAN MENGGUNAKAN GLASS TUBE DAN TANPA GLASS TUBE	113
PELATIHAN DAN PENGGUNAAN OS-LINUX SEBAGAI PENGGANTI OS-WINDOWS	114
PENGARUH TEMPERATUR DAN WAKTU TAHAN PADA PROSES ARTIFICIAL AGING ALUMINIUM DAUR ULANG TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO	115
PENGARUH PENGADUKAN DENGAN VARIASI SIMPLE PADLLE BLADE TERHADAP KEHOMOGENAN DAN SIFAT MEKANIK KOMPOSIT AI-FLY – ASH DENGAN METODE STIR CASTING TANPA PEMBASAHAN	116
PENGGUNAAN XCOS SEBAGAI ALTERNATIF PERANGKAT LUNAK BERBAYAR UNTUK SIMULASI SISTEM MASSA-PEGAS-PEREDAM	117
EVALUASI KINERJA SIKLUS TURBIN GAS PADA PEMBANGKIT LISTRIK SIKLUS GABUNGAN	118
EVALUASI KINERJA TURBIN ANGIN DARRIEUS NACA 0014 DENGAN SUDU PENGARAH	119
EFEK KONSENTRASI PARTIKEL CUO DAN TIO2 TERHADAP FAKTOR GESEKAN DAN KERUGIAN JATUH TEKANANALIRAN FLUIDA DALAM PIPA LURUS	120
DESAIN DAN KALIBRASI SENSOR TORSI SUMBU TUNGGAL UNTUK APLIKASI PENGUJIAN SOFT MATERIAL SECARA STATIS	121
PEMODELAN DISTRIBUSI TEMPERATUR MATA PAHAT PADA PROSES PEMESINAN BUBUT DENGAN VARIASI SUDUT POTONG MENGGUNAKAN AUTODESK INVENTOR 2016	122
PEMBUATAN ALAT SEDERHANA UNTUK PENGERING PISANG SALAI DENGAN MENGGUNAKAN BRIKET TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI SUMBER PEMANAS KEPADA MASYARAKAT SEKITAR KAMPUS UNIVERSITAS SRIWIJAYA DI KELURAHAN TIMBANGAN KEC. INDERALAYA, KABUPATEN OGAN ILIR	123
ANALISIS PERPINDAHAN KALOR KONVEKSI PADA ROTARY KILN DI PT. SEMEN BATURAJA (PERSERO) Tbk	124
ANALISIS ENERGI PADA SISTEM ROTARY KILN DI PT. SEMEN BATURAJA (PERSERO)	125
ANALISIS BAHAYA DENGAN METODE FAULT TREE ANALISIS UNTUK MENGURANGI DAMPAK GETARAN DAN FLYROCK DARI KEGIATAN PELEDAKAN DI PT. SEMEN BATURAJA PERSERO, TBK.	126



KAJIAN PERAN PERTAMBANGAN BATUBARA TERHADAP PEMBANGUNAN DI KABUPATEN LAHAT PROVINSI SUMATERA SELATAN	127
PENYELIDIKAN PENDAHULUAN MINERALISASI DESA BEMBANG KECAMATAN JEBUS KABUPATEN BANGKA BARAT	128
ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN AKIBAT DARI AKTIVITAS PENAMBANGAN PASIR DI SUNGAI MUSI KABUPATEN MUSI BANYUASIN	129
KAJIAN EKONOMI INVESTASI PENAMBANGAN PASIR DI KOTA PALEMBANG	130
ANALISIS MODEL MATEMATIKA KUALITAS BATUBARA UNTUK OPTIMASI NILAI KALORI BATUBARA BA 55 DI PT.BUKIT ASAM (Persero) Tbk TANJUNG ENIM, SUMATERA SELATAN	131
PEMETAAN POTENSI TANAH LONGSOR DI JALAN UTAMA KECAMATAN DEMPO SELATAN KOTA PAGAR ALAM	132
PENGEMBANGAN WILAYAH SEKTOR PERTAMBANGAN PROVINSI SUMATERA SELATAN MELALUI PENGGUNAAN MULTIDIMENSIONAL SCALING	133
IMPLEMENTASI PEMBELAJARAN ARSITEKTUR TERHADAP ILMU-ILMU LAINNYA YANG TERKAIT	134
PENERAPAN KONSEP BIOPHILIC DESIGN PADA ASRAMA MAHASISWA DI YOGYAKARTA	135
STUDI TATA SPASIAL CANDI MUARO TAKUS, MUARO JAMBI DAN CANDI BUMIAYU	136
PENDAMPINGAN MASYARAKAT DI PERKAMPUNGAN TRADISIONAL 3/4 ULU SEBAGAI LOKASI UNTUK RENCANA KEGIATAN SUMMER COURSE	137
PENINGKATAN PRODUK WISATA ARSITEKTUR PADA KAWASAN WISATA RELIGI KAMPUNG AL MUNAWAR PALEMBANG	138
PERANCANGAN PUSAT PERAGAAN IPTEK KHUSUS PEMBANGKIT LISTRIK DI LAMPUNG DENGAN PENDEKATAN ARSITEKTUR METAFORA	139
PERANCANGAN BALAI PENELITIAN DAN KONSERVASI TUMBUHAN (ARBORETUM) DI KAWASAN GANDUS PALEMBANG DENGAN METODE BIOPHILIA ARCHITECTURE	140
KONSEP SITE PLAN PERANCANGAN PERPUSTAKAAN BIOKLIMATIK DI PALEMBANG	141
IDENTIFIKASI KERUSAKAN PADA BANGUNAN RUMAH ABU KAMPUNG KAPITEN KELURAHAN 7 ULU PALEMBANG	142
PERUBAHAN LAYOUT RUANG PADA BANGUNAN LIMAS PALEMBANG	143



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Buku Abstrak Seminar Nasional AVoER 9
Applicable Innovation of Engineering and Science Researches
29 November 2017 Palembang, Indonesia



APPLICABLE INNOVATION OF ENGINEERING AND SCIENCE RESEARCHES

18	TM-021	DESAIN DAN KALIBRASI SENSOR TORSI SUMBU TUNGGAL UNTUK APLIKASI PENGUJIAN SOFT MATERIAL SECARA STATIS	J. D. Nasution ^{1*} , Zainal Abidin ¹ , M. I. Ammarullah ²	¹ Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, ² Program Sarjana Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya
19	TM-022	PEMODELAN DISTRIBUSI TEMPERATUR MATA PAHAT PADA PROSES PEMESINAN BUBUT DENGAN VARIASI SUDUT POTONG MENGGUNAKAN AUTODESK INVENTOR 2016	Ismail Thamrin ¹ , Astuti ² , Elyanie ³ , Meizan Twista ⁴ , Al Fiqhi ⁵	^{1,2,3} Dosen Tetap Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, ^{4,5} Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
20	TM-023	PEMBUATAN ALAT SEDERHANA UNTUK PENGERING PISANG SALAI DENGAN MENGGUNAKAN BRIKET TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI SUMBER PEMANAS KEPADA mASYARAKAT SEKITAR KAMPUS UNIVERSITAS SRIWIJAYA DI KELURAHAN TIMBANGAN Kec. Inderalaya, Kabupaten Ogan Ilir	Ismail Thamrin, dkk	Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
21	TM-024	ANALISIS PERPINDAHAN KALOR KONVEKSI PADA ROTARY KILN DI PT. SEMEN BATURAJA (PERSERO) Tbk	M. I. Ammarullah ¹ , A. T. Prakoso ¹ , D. Wicaksono ¹ , I. G. Fadhlurrahman ¹ , I. Yani ¹ , Hasan Basri ^{1*}	¹ Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
22	TM-025	ANALISIS ENERGI PADA SISTEM ROTARY KILN DI PT. SEMEN BATURAJA (PERSERO)	O.D. Putra ¹ , R.U. Putra ¹ , Ruben ¹ , F. Rusydi ¹ , Hasan Basri ^{1*}	¹ Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
TEKNOLOGI PERTAMBANGAN (TP)				
No	ID Makalah	Judul Makalah	Penulis	Afiliasi
1	TP-001	ANALISIS BAHAYA DENGAN METODE FAULT TREE ANALISIS UNTUK MENGURANGI DAMPAK GETARAN DAN FLYROCK DARI KEGIATAN PELEDAKAN DI PT. SEMEN BATURAJA PERSERO, TBK.	J.F.Lubis ¹ , M.T.Toha ² , Ngudiantoro ³	¹ Teknik Pertambangan Batubara, Politeknik Akamigas Palembang, ² Teknik Pertambangan, Universitas Sriwijaya, Palembang, ³ Matematika, Universitas Sriwijaya, Palembang
2	TP-002	KAJIAN PERAN PERTAMBANGAN BATUBARA TERHADAP PEMBANGUNAN DI KABUPATEN LAHAT PROVINSI SUMATERA SELATAN	Eva Oktarinasari ^{1*} , Onggy A.S ² dan Dicky ³	¹ Teknik Pertambangan, Universitas Sriwijaya, Palembang, ² Teknik Pertambangan, Universitas Sriwijaya, Palembang
3	TP-003	PENYELIDIKAN PENDAHULUAN MINERALISASI DESA BEMBANG KECAMATAN JEBUS KABUPATEN BANGKA BARAT	Mardiah ¹ , M. Ridho Virgliawan ¹	¹ Teknik Pertambangan, Universitas Bangka Belitung, Bangka



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Buku Abstrak Seminar Nasional AVoER 9
Applicable Innovation of Engineering and Science Researches
29 November 2017 Palembang, Indonesia



APPLICABLE INNOVATION OF ENGINEERING AND SCIENCE RESEARCHES

4	TP-004	ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN AKIBAT DARI AKTIVITAS PENAMBANGAN PASIR DI SUNGAI MUSI KABUPATEN MUSI BANYUASIN	Rosihan Pebrianto ^{1*} , M. Agung Dwisusilo Samin ² , M. Rifqi Raffi Asidiqi ³	¹ Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Sriwijaya, Indonesia, ^{2,3} Mahasiswa Teknik Pertambangan, Universitas Sriwijaya, Indonesia
5	TP-005	KAJIAN EKONOMI INVESTASI PENAMBANGAN PASIR DI KOTA PALEMBANG	Alek Al Hadi ^{1*} , Weni Herlina ² , Diana Purbasari ³ , dan Yogi Wijaya ⁴	^{1,2,3,4} Teknik Pertambangan, Universitas Sriwijaya,
6	TP-006	ANALISIS MODEL MATEMATIKA KUALITAS BATUBARA UNTUK OPTIMASI NILAI KALORI BATUBARA BA 55 DI PT.BUKIT ASAM (Persero) Tbk TANJUNG ENIM, SUMATERA SELATAN	U.A. Prabu ^{1*} , H. Waristian ² , O.Sari ³ dan M.R. Muchni ⁴	^{1,2,3,4} Teknik Pertambangan, Universitas Sriwijaya, Palembang
7	TP-007	PENMETAAN POTENSI TANAH LONGSOR DI JALAN UTAMA KECAMATAN DEMPO SELATAN KOTA PAGAR ALAM	Diana Purbasari ^{1*} , Alek Al Hadi ² , Bochori ³ , dan Eva Oktarina Sari ⁴	^{1,2,3,4} Teknik Pertambangan, Universitas Sriwijaya, Palembang
8	TP-008	PENGEMBANGAN WILAYAH SEKTOR PERTAMBANGAN PROVINSI SUMATERA SELATAN MELALUI PENGGUNAAN MULTIDIMENSIONAL SCALING	H. Waristian ^{1*} , E. Rendika ² dan Andryanto ³	^{1,2,3} Teknik Pertambangan, Universitas Sriwijaya, Palembang
TEKNOLOGI ARSITEKTUR (TA)				
No	ID Makalah	Judul Makalah	Penulis	Afiliasi
1	TA-001	IMPLEMENTASI PEMBELAJARAN ARSITEKTUR TERHADAP ILMU-ILMU LAINNYA YANG TERKAIT	Naniek Widayati Priyomarsono ¹ dan Rudy Surya ²	¹ Magister Teknik Arsitektur, Universitas Tarumanagara, Jakarta, ² Teknik Arsitektur, Universitas Tarumanagara, Jakarta
2	TA-002	PENERAPAN KONSEP BIOPHILIC DESIGN PADA ASRAMA MAHASISWA DI YOGYAKARTA	Jarwa Prasetya Sih Handoko ^{1*}	¹ Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
3	TA-004	STUDI TATA SPASIAL CANDI MUARO TAKUS, MUARO JAMBI DAN CANDI BUMIAYU	Ardiansyah ¹ , ST, MT ¹ , Rizka Drastiani, ST, M.Sc ¹ , Ria Dwi Putri, ST, M.Sc ¹	Teknik Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, Palembang ¹



(TM-025)
**ANALISIS ENERGI PADA SISTEM ROTARY KILN DI PT. SEMEN
BATURAJA (PERSERO)**

O.D. Putra¹, R.U. Putra¹, Ruben¹, F. Rusydi¹, Hasan Basri^{1*}

¹ Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Indralaya 30662, Kabupaten
Ogan Ilir, Indonesia

Corresponding author: hasan_basri@unsri.ac.id

ABSTRAK. PT. Semen Baturaja (PERSERO) adalah salah satu industri pembuatan semen yang banyak menggunakan energi pada setiap prosesnya. Salah satu peralatan pada pabrik tersebut yang banyak menggunakan energi adalah *rotary kiln*. Analisis energi diterapkan pada rotary kiln adalah data realistik aliran massa *preheater* dan *rotary kiln* sehingga kita dapat menentukan besarnya kuantitas dan kualitas energi secara akurat, serta dapat mengetahui dengan tepat berapa besar energi yang terpakai dan yang terbuang sehingga dapat diketahui efisiensi energi pada rotary kiln tersebut. Data yang didapatkan lapangan sudah sesuai dengan realita yang ada kemudian dilakukan perhitungan. Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, besarnya energi yang terpakai adalah 77,51 Gkal/jam energi panas yang masuk *rotary kiln*, sebesar 64,21 Gkal/jam adalah energi termanfaatkan selebihnya energi tersebut berpindah secara radiasi dan konveksi. Pada penelitian ini didapat energi panas yang dibutuhkan untuk satu ton klinker adalah sebesar 0,53 Gkal.

Kata kunci: analisis energi, neraca massa, neraca energi, efisiensi



(TP-001)
**ANALISIS BAHAYA DENGAN METODE FAULT TREE ANALISIS
UNTUK MENGURANGI DAMPAK GETARAN DAN FLYROCK
DARI KEGIATAN PELEDAKAN DI PT. SEMEN BATURAJA
PERSERO, TBK.**

J.F.Lubis¹, M.T.Toha², Ngudiantoro³

¹Teknik Pertambangan Batubara, Politeknik Akamigas Palembang

²Teknik Pertambangan, Universitas Sriwijaya, Palembang

³Matematika, Universitas Sriwijaya, Palembang

Corresponding author: jehanfarhan.jl@gmail.com

ABSTRAK: Proses peledakan batu kapur di PT. Semen Baturaja Persero, Tbk, menghasilkan efek peledakan berupa getaran dan *flyrock* atau batu terbang. Berdasarkan hasil pengukuran terhadap tingkat getaran dan frekuensi *flyrock* didapatkan nilai maksimum untuk getaran sebesar 4.66 mm/s dan prediksi jarak *flyrock* terjauh diatas 170 m apabila *powder factor* melebihi 0.1 kg/m³. Hasil data menunjukkan tingkat geraran telah melebihi batas standar untuk bangunan kelas dua 3 mm/s (SNI) 7571:2010, dan batasan jarak aman peledakan 300 m untuk alat dan 500 m untuk manusia berdasarkan USBM (*United States Bureau of Mines*), sementara kegiatan peledakan hanya berjarak 175-300 m dari pemukiman terdekat. Dengan menggunakan metode FTA (*Fault Tree Analysis*) didapatkan penyebab utama kegagalan yang menghasilkan getaran tinggi dan *flyrock* adalah tidak adanya check-up terhadap realisasi geometri peledakan planning dengan aktual lapangan. Oleh karena itu, perusahaan harus meningkatkan proses pengawasan dan check-up terhadap pelaksanaan operasional peledakan, sehingga kegiatan peledakan yang aman dan minim efek peledakan dapat tercapai.

Kata Kunci: peledakan, getaran, *flyrock*, FTA

ANALISIS ENERGI PADA SISTEM ROTARY KILN DI PT. SEMEN BATURAJA (PERSERO)

O.D. Putra¹, R.U. Putra¹, Ruben¹, F. Rusydi¹, Hasan Basri^{1*}

¹ Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Indralaya 30662, Kabupaten Ogan Ilir, Indonesia

Corresponding author: hasan_basri@unsri.ac.id

ABSTRAK. PT. Semen Baturaja (PERSERO) adalah salah satu industri pembuatan semen yang banyak menggunakan energi pada setiap prosesnya. Salah satu peralatan pada pabrik tersebut yang banyak menggunakan energi adalah *rotary kiln*. Analisis energi diterapkan pada rotary kiln adalah data realistis aliran massa *preheater* dan *rotary kiln* sehingga kita dapat menentukan besarnya kuantitas dan kualitas energi secara akurat, serta dapat mengetahui dengan tepat berapa besar energi yang terpakai dan yang terbuang sehingga dapat diketahui efisiensi energi pada rotary kiln tersebut. Data yang didapatkan lapangan sudah sesuai dengan realita yang ada kemudian dilakukan perhitungan. Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, besarnya energi yang terpakai adalah 77,51 Gkal/jam energi panas yang masuk *rotary kiln*, sebesar 64,21 Gkal/jam adalah energi termamfaatkan selebihnya energi tersebut berpindah secara radiasi dan konveksi. Pada penelitian ini didapat energi panas yang dibutuhkan untuk satu ton klinker adalah sebesar 0,53 Gkal.

Kata kunci: analisis energi, neraca massa, neraca energi, efisiensi

PENDAHULUAN

Energi merupakan hal penting dalam kehidupan kita sehari-hari. Segala sesuatunya di dunia ini pasti membutuhkan energi. Industri semen merupakan subsektor padat energi dari sektor industri. Penggunaan semen sangat luas dalam kehidupan sehari-hari baik dalam pembangunan rumah, gedung bertingkat, bendungan, dan lain-lain. Salah satu alat yang digunakan pada pabrik semen adalah *rotary kiln*. *Rotary kiln* adalah suatu alat pembakar campuran produk semen (*clinker*) pada suatu jumlah tertentu pada setiap jamnya dengan suatu proses dan suhu yang ditentukan besarnya. Campuran utama produk semen adalah batu kapur, tanah liat, pasir silika, pasir besi dan *gypsum*. Campuran ini dibakar dengan menggunakan pembakar yang terdapat didalam *rotary kiln* dengan bahan bakar batubara yang telah dihaluskan.

PT. Semen Baturaja (Persero) berdiri pada tahun 1980, dimana industri ini merupakan salah satu industri yang banyak menggunakan energi dalam proses produksinya. Salah satu peralatan tersebut yang banyak menggunakan energi adalah *rotary kiln*. Efisiensi peralatan ini selalu berubah sejalan dengan umur yang bertambah, karena hal ini dapat mempengaruhi kualitas dari pada komponen *rotary kiln*. Efisiensi dapat dihitung dengan mengetahui besar energi yang terpakai dan energi yang terbuang. Jika efisiensi pembakaran bisa ditingkatkan, hal ini dapat menurunkan konsumsi energi yang pada akhirnya dapat menurunkan biaya produksi sehingga dapat meningkatkan laba perusahaan.

Proses pembakaran yang terjadi pada unit ini merupakan penggunaan energi yang cukup besar. Biaya yang dikeluarkan untuk konsumsi energi pada sebuah pabrik semen berkisar 20 – 30 % dari total biaya produksi semen. Pada penelitian yang dilakukan di beberapa pabrik semen di Jepang pada tahun 1992 menunjukkan penggunaan energi untuk proses pembakaran klinker mencapai 91.90% dari total penggunaan energi pada sebuah pabrik semen, selebihnya energi tersebut digunakan untuk tenaga listrik 7.6%, pengeringan bahan bakar batubara, serta proses lainnya 0.5% (UNIDO, 1994).

Menurut data dari (*cement data book*) energi yang diperlukan untuk memproduksi satu ton klinker adalah minimal 1.8 GJ. Kenyataan yang didapat dari lapangan, telah dilakukan penelitian pada beberapa pabrik semen dengan menggunakan proses produksi semen tipe kering, diperlukan rata-rata konsumsi energi sebesar 3.5 GJ untuk menghasilkan satu ton klinker dengan efisiensi sistem *kiln* sebesar 50 % dan efisiensi *rotary kiln* 96 % (Engin Tahsin, 2002).

TEORI NERACA MASSA DAN ENERGI

Neraca Massa

Perhitungan neraca massa dilakukan dengan menggunakan persamaan termodinamika, perpindahan panas serta reaksi kimia yang berlangsung dalam sistem. Perhitungan neraca massa merupakan tahapan awal yang harus dilakukan. Data hasil perhitungan neraca massa selanjutnya digunakan untuk perhitungan neraca energi.

Perhitungan neraca massa didasarkan atas hukum kekekalan massa yang melewati *rotary kiln* seperti persamaan di bawah ini:

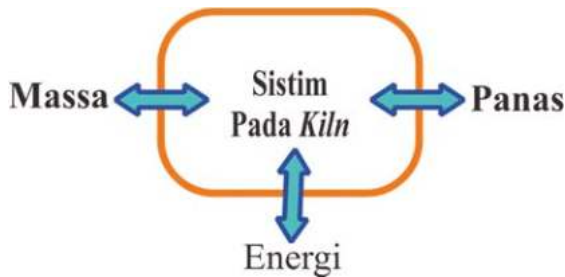
$$\sum m_{in} = \sum m_{out} \tag{1}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} \sum m_{in} &= m_{coal} + m_{kiln\ feed} + m_{udara} + m_{debu\ cyclone} \\ \sum m_{out} &= m_{clinker} + m_{debu} + m_{gas\ buang} \end{aligned}$$

Neraca Energi

Perhitungan neraca energi dilakukan berdasarkan hukum pertama termodinamika atau biasa disebut dengan hukum kekekalan energi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Aliran energi.

Bentuk umum dari hukum termodinamika aliran *steady* ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$Q - W = \sum m_e (h_e + \frac{V_e^2}{2} + gz_e) - \sum m_i (h_i + \frac{V_i^2}{2} + gz_i) \tag{2}$$

Penggunaan energi listrik (W) di sistem *kiln* tidak termasuk dalam analisis, hal ini dikarenakan konsumsi energi listrik untuk sistem *kiln* sangat kecil. Penggunaan energi listrik di pabrik semen sebesar 7.6 % dari total energi yang dibutuhkan dan hanya 27.6% energi listrik tersebut digunakan di sistem *kiln*. Dengan mengabaikan kerja listrik (W), serta energi kinetik dan energi potensial material yang masuk dan keluar sistem, maka persamaan energi dapat di tulis dalam persamaan berikut:

$$Q = m \int_{T_{ref}}^T Cp(T) dT \tag{3}$$

Untuk panas spesifik (Cp) aliran material batubara, *kiln feed*, dan klinker digunakan grafik dari gambar (*cement data book*). Perhitungan panas yang masuk dan keluar sistem dilakukan pada temperature referensi 0°C.

Kerugian-kerugian kalor pada Rotary Kiln

Panas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar dalam *rotary kiln* bukanlah seluruhnya dipergunakan untuk membentuk klinker, karena sebahagian dari panas tersebut ada yang hilang, dimana panas yang hilang ini disebut kerugian-kerugian kalor. Besar energi panas

lainnya yang terbuang ke lingkungan melalui aliran material dan melalui perpindahan panas pada permukaan *kiln*. Perpindahan panas berupa radiasi dan natural konveksi. Perpindahan panas radiasi pada permukaan dinding *kiln* dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Q_r = \sigma \epsilon A_{pk} (T_s^4 - T_{\infty}^4) \tag{4}$$

Perpindahan panas natural konveksi pada *kiln shell* dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Q_r = h_{ncon} A_{pk} (T_s - m T_{\infty}) \tag{5}$$

Proses pada Rotary Kiln

Sistem *rotary kiln* harus didesain untuk memenuhi proses kimia yang diperlukan selama *rawmix* yang diumpangkan ke *kiln* dirubah menjadi klinker. Proses yang terjadi merupakan proses endotermis dan terjadi pada suhu maksimum material mencapai 1450 °C. Energi panas diterima dari gas panas dengan suhu mencapai 2000 °C yang dihasilkan oleh bahan bakar untuk pembakaran. Proses pada system kiln menghasilkan reaksi kimia dapat dilihat pada Table 1 berikut.

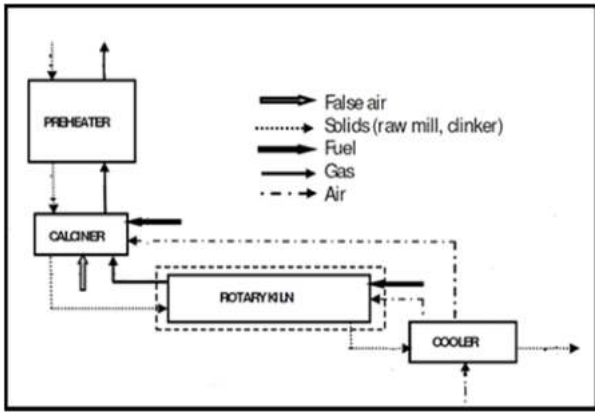
Tabel 1. Jenis reaksi pada *rotary kiln*

No.	Rentang suhu °C	Jenis reaksi
1	20 – 100	Penguapan H ₂ O bebas.
2	100 – 300	Penghilangan air yang terserap secara fisis.
3	400 – 900	Penghilangan struktur H ₂ O dari mineral tanah.
4	> 500	Perubahan struktural di dalam mineral silikat
5	600 – 900	Disosiasi karbonat.
6	> 800	Pembentukan <i>belite</i> , produk setengah jadi, aluminat, dan <i>ferrite</i> .
7	> 1250	Pembentukan fase liquid (lelehan aluminat dan ferrite).
8	< 1450	Penyempurnaan reaksi dan rekristalisasi alite dan <i>belite</i> .
9	1300 – 1240	Pendinginan, kristalisasi fasa cair menjadi aluminat dan <i>ferrite</i> .

METODOLOGI PENELITIAN

Sistem produksi klinker yang dianalisis

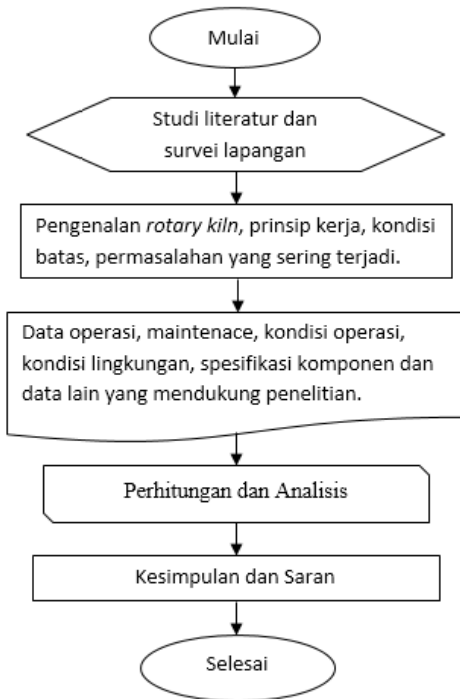
Adapun sistem *rotary kiln* yang akan dianalisis dapat ditunjukkan pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Sistem rotary kiln

Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Spesifikasi rotary kiln

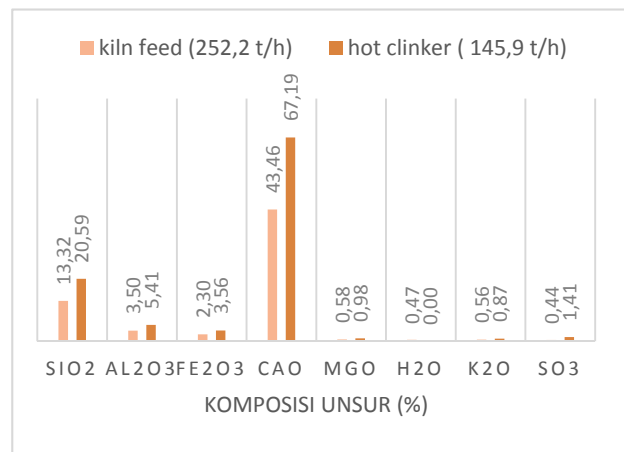
Data spesifikasi rotary kiln di PT. Semen Baturaja adalah sebagai berikut:

- a. Material kiln : ASTM A36
- b. Posisi kiln : horisontal
- c. Kemiringan : 3.5°
- d. Diameter : 4.5 m
- e. Panjang : 75 m (28° C)
- f. Kecepatan putar : 3.5 rpm
- g. Jumlah tyre : 3 buah
- h. Material tyre : Low Alloy Steel Casting
- i. Jumlah roller : 3 buah
- j. Material roller : Low Alloy Steel Casting

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini berdasarkan data yang diperoleh dari data harian di PT Semen Baturaja dan data yang didapat dari lapangan melalui pengukuran langsung. Data yang digunakan adalah data kiln feed yang diumpun ke suspension preheater. Besarnya batubara yang diumpun ke rotary kiln tergantung pada jumlah kiln feed yang diumpun, Semakin banyak kiln feed yang masuk ke rotary kiln maka batubara yang diumpun juga semakin banyak.

Pemanasan kiln feed pada suspension preheater sebelum masuk ke rotary kiln bertujuan agar pembakaran kiln feed lebih mudah, karena didalam rotary kiln rawmix telah mengalami pemanasan awal. Pada proses ini terjadi perubahan perubahan komposisi senyawa kimia pada kiln feed sebelum masuk suspension preheater dan klinker panas setelah keluar dari rotary kiln, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.

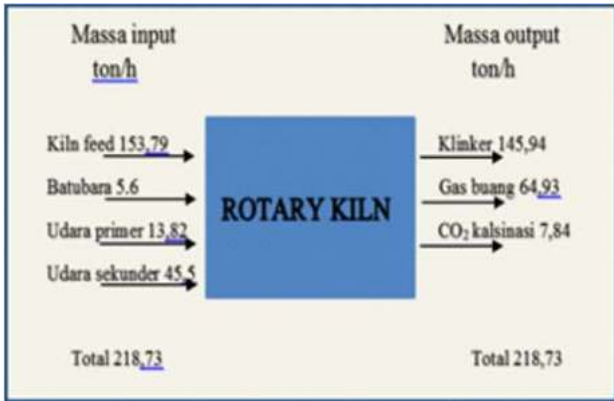


Gambar 4. Diagram komposisi senyawa kiln feed dan hot klinker

Penggunaan energi pada rotary kiln disesuaikan dengan jumlah produk semen yang dihasilkan. Semuanya berasal dari jumlah kiln feed yang diumpun ke dalam suspension preheater, semakin banyak kiln feed yang diumpun ke suspension preheater maka semakin banyak kiln feed yang masuk ke rotary kiln dan energi yang dibutuhkan untuk perbakaran kiln feed juga akan bertambah banyak. Dari data yang didapat di CCR dan data lapangan dapat dibuat neraca massa dalam bentuk blok diagram yang menunjukkan secara jelas massa masuk dan keluar dari sebuah sistem rotary kiln dapat dilihat pada Gambar 5.

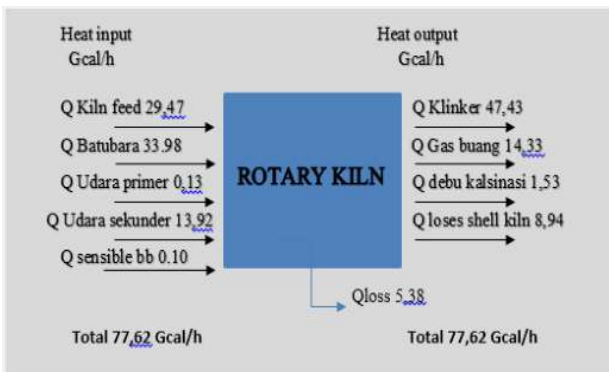
Pada Gambar 5 dapat dilihat kesetimbangan massa rotary kiln dimana massa yang masuk ke sistem sama dengan yang keluar dari sistem, Massa kiln feed yang masuk ke rotary kiln 153,79 ton/jam dimana setelah mengalami proses kalsinasi lanjutan total klinker yang terbentuk adalah 145,94 ton/jam, Pada rotary kiln massa kiln feed yang masuk mengalami proses pembakaran sehingga terjadi reaksi pembentukan klinker, Dari 100 %

kiln feed yang masuk ke *rotary kiln* sebanyak 90% akan menjadi klinker sedangkan 10% lagi adalah hilang.



Gambar 5. Blok diagram neraca massa di *Rotary Kiln*

Hasil perhitungan neraca massa pada Gambar 5 kemudian digunakan untuk perhitungan neraca energi. Hasil perhitungan neraca energi dapat dilihat pada Gambar 6.

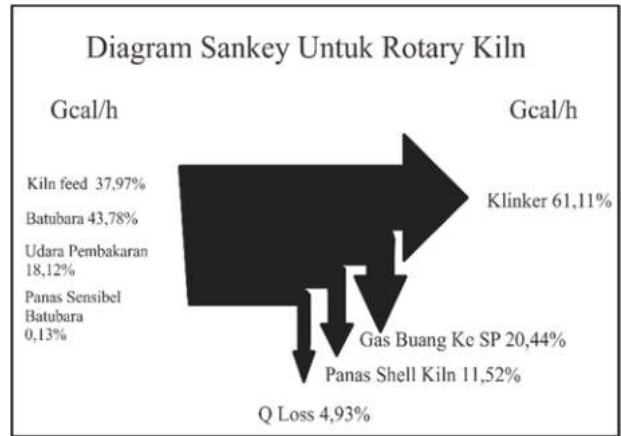


Gambar 6. Blok diagram neraca panas di *Rotary Kiln*

Pada Gambar 6 dapat dilihat energi total input yang masuk ke *rotary kiln* adalah 77,62 Gkal/jam, dimana dari total energi energi input yang masuk dipergunakan sebanyak 47,43 Gkal/jam untuk pembentukan klinker. Sehingga dapat dikatakan bahwa energi pembentukan klinker paling banyak digunakan pada sistem *rotary kiln*, sementara energi yang lain adalah energi gas buang sebesar 14,33 Gkal/jam dan debu ke cyclone sebesar 1,53 Gkal/jam yang mengalir bersama gas buang dimanfaatkan oleh suspension preheater sebagai energi input pemanasan *kiln feed*. Masih ada panas sebesar 8,94 Gkal/jam yang hilang keluar bersama panas *shell kiln* dan energi yang tidak terhitung sebanyak 5,38 Gkal/jam.

Untuk melihat kesetimbangan dalam penggunaan energi pada sistem *rotary kiln*, di bawah ini akan dibuat diagram Sankey yang menggambarkan data penggunaan energi lengkap pada sistem *rotary kiln*, dimana energi input paling besar berasal dari energi pembakaran batubara sebanyak 43,84 % dari total energi input yang masuk sementara energi yang paling banyak digunakan

adalah energi pembentukan klinker yaitu sebanyak 61,11 % dari total energi input ke *rotary kiln*.

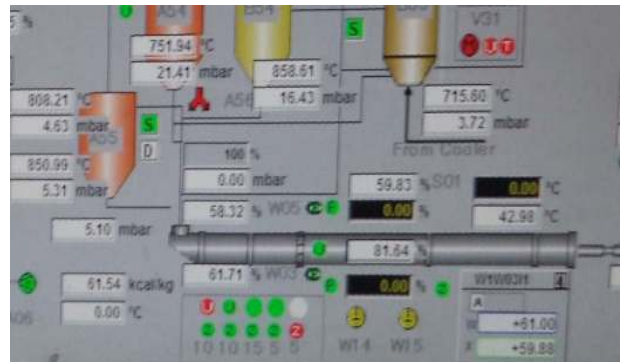


Gambar 7. Diagram Sankey untuk Sistem *Rotary Kiln*

Untuk mendapatkan efisiensi dari sebuah sistem *rotary kiln* dapat dihitung dengan membandingkan jumlah energi panas yang dimanfaatkan dengan energi panas total masuk ke *rotary kiln*.

$$\mu_{kiln} = \frac{\text{Energi yang termamfaatkan}}{\text{total energi input}} = \frac{63,30 \text{ Gkal}}{77,51 \text{ Gkal}} = 81,55 \%$$

Jadi efisiensi *rotary kiln* adalah sebesar 81,55 % pada saat laju aliran batubara 5,6 ton/jam dan laju aliran massa *kiln feed* yang masuk *rotary kiln* 153,79 ton/jam. Untuk melihat sejauh mana ketepatan perhitungan efisiensi yang dihitung, dapat dilihat pada Gambar 8. Hasil rekam data CCR pada PT. semen Baturaja sesuai dengan waktu pengambilan data yang dihitung.



Gambar 8. CCR *Kiln* Proses (PB_W1107)

Berdasarkan Gambar 8 dapat dijelaskan bahwa efisiensi *rotary kiln* adalah sebesar 81,64 % dan dari perhitungan sebesar 81,55 % dimana validasi antara efisiensi yang didapat dari rekam data PT. Semen Baturaja dan dari hasil perhitungan menunjukkan nilai yang hamper sama.

Besar efisiensi *rotary kiln* menunjukkan dimana energi panas yang termamfaatkan dari energi panas yang masuk ke *rotary kiln* berupa energi panas pembakaran batubara dan energi panas gas buang *rotary kiln* harganya sangat besar. Energi panas yang tidak termamfaatkan pada

sebuah sistem *rotary kiln* masih ada. Dari total 77,62 Gkal/h energi panas yang masuk *rotary kiln*, sebesar 63,3 Gkal/h yang dapat dimanfaatkan selebihnya energi tersebut berpindah secara radiasi dan konveksi. Secara teoritis untuk memproduksi satu ton klinker diperlukan minimal 0,42 Gkal. Pada penelitian ini didapat energi panas yang dibutuhkan untuk satu ton klinker diperlukan sebanyak 0,53 Gkal panas.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari analisa ini adalah sebagai berikut:

1. Energi total yang masuk ke *rotary kiln* adalah 77,62 Gkal/jam dimana sebagian besar energi masuk tersebut sekitar 61,11 % dipergunakan untuk proses pembentukan klinker, selebihnya terbuang ke *suspension preheater* berupa gas buang hasil pembakaran 20,44 %, perpindahan panas pada shell kiln 11,55 % dan panas yang hilang (6,93 %).
2. Panas gas buang sebesar 19,56 % yang terbuang ke *suspension preheater* dimanfaatkan untuk pemanas awal *kiln feed*.
3. Perpindahan panas pada shell kiln sebesar 11,55 % merupakan panas yang terbuang ke lingkungan, hal ini terjadi karna tingginya suhu pembakaran pada *rotary kiln*.
4. Energi panas yang dibutuhkan untuk satu ton klinker diperlukan sebanyak 0,53 Gkal.

REFERENSI

- Alsop P, 1998, *Cement Plant Operations Handbook for Dry Process Plants*, Tradeship Tublication Ltd, Houston.
- Atmaca A, Yumrutas R, 2013, *Decreasing The Specific Energy Consumption And Emissions in A Rotary Kiln In Cement Industry*, University of Ganziatep: Prancis.
- Boating A.A, 2008, *Rotary Kilns Transport Phenomena and Transport Processes*, Elsevier: USA.
- Bejan, A. Tsatsaronis, Moran M. J., 1996. *Thermal design and optimization*. U.S.A: John Wiley and Sons Inc.
- Buku putih, 2006. *Penelitian, Pengembangan, dan Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bidang Sumber Energi Baru Terbarukan untuk Mendukung Keamanan Ketersediaan Energi Tahun 2025*. Jakarta: Kementerian Negara Riset dan Teknologi RI.
- Çengel, Y.A., Boles, M.A., 2006. *Thermodynamics: an engineering approach*, 5th ed., Dubuque, Iowa: McGraw-Hill.
- Dincer, Ibrahim, Rosen, Marc. A., 2007. *Exergy, Energy Environment and Sustainable Development*. U.K: Elsevier Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP.
- Engin, Tahsin dan Vedat Ari, 2002, *Energy Auditting and Recovery for Dry Type Cement Rotary Kiln System---A Case Study*, University of Sakarya, Turkey.
- Mulyono, David Kurnia. 2009. *Analisis tingkat intensitas energi sektor industri pada sub _sektor industri semen dan industri tekstil*. Jakarta : Universitas Indonesia
- Moran M.J, Shapiro H.N, 1988, *Fundamentals of engineering thermodynamics*. John Wiley, New York.
- Peray KE, 1979, *Cement Manufacturer's handbook*, New York, NY: Chemical Publishing Co.inc.
- Topfer K, 2011, *Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia*, Unep: Paris.
- United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), 1994, *output of a seminar on energy conservation in cement industri*, Japan.
- Wahyu D., Sumiati R., 2009, *Analisis Energi pada Sistem rotary kiln unit indarung IV, PT. Semen Padang*, Padang : Politeknik Negeri Padang.
- Walter, H duda, 1985, *Cement Data Book*, Macdonald & Even, London,
- PT. SEMEN BATURAJA (PERSERO), DEPARTEMEN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN, 28 Juli 2014.