

SKRIPSI
ANALISIS DISTRIBUSI TEMPERATUR PADA
DINDING ROTARY KILN DI PT. SEMEN BATURAJA
(PERSERO) DENGAN MENGGUNAKAN
PERANGKAT LUNAK SOLIDWORKS 2017



OLEH:
RAIHAN ANDI
03111004032

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWILAJA
2018

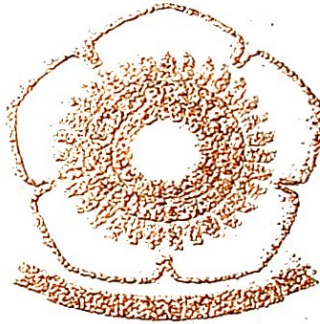
5
621.440.7
Pai
9
2018

503986

2

SKRIPSI
ANALISIS DISTRIBUSI TEMPERATUR PADA
MEMBRAN ROTARY KILN DI PT. SEMEN BATURAJA
(PTSSERO) DENGAN MENGGUNAKAN
PERMANENAT LINAK SOLIDWORKS 2017

Disiapkan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



OLEH:
KATHAN AMRI
05111605032

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

ANALISIS DISTRIBUSI TEMPERATUR PADA DINDING *ROTARY KILN* DI PT. SEMEN BATURAJA (PERSERO) DENGAN MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK SOLIDWORKS 2017

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

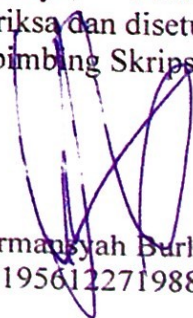
RAIHAN AMRI
03111005032

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Ir. Syadi Yanti, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 19571225 199702 1 001

Inderalaya, Februari 2018
Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing Skripsi,



Ir. Firmansyah Darlian, M.T
NIP. 195612271988111001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul "Analisis Distribusi Temperatur Pada Dinding *Rotary Kiln* Di PT.Semen Baturaja (PERSERO) Dengan Menggunakan Perangkat Lunak Solidworks 2017" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 21 Februari 2018.

Indralaya, Maret 2018

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

1. H. Ismail Thamrin, S.T, M.T
NIP. 19720902 199702 1 001

Anggota:

1. Irsyadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D
NIP. 19711225 199702 1 001
2. Ir. H.Fusito, M.T
NIP. 19570910 199102 1 001

(.....)

(.....)

(.....)

Mengetahui.

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 19711225 199702 1 001

Pembimbing Skripsi

(.....)

Ir. Firmansyah Burlian, M.T
NIP. 19561227 1988111001

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No.
Diterima Tanggal
Paraf

: 015/TM 24/4/2018
: 10/4-2018
:

SKRIPSI

NAMA : RAIHAN AMRI
NIM : 03111005032
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL : Analisis Distribusi Temperatur Pada Dinding
Rotary Kiln Di PT.Semen Baturaja (PERSERO)
Dengan Menggunakan Perangkat Lunak
Solidworks 2017
DIBERIKAN : Oktober 2017
SELESAI : Februari 2018



Indralaya, Maret 2018
Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing Skripsi,



Ir. Firmansyah Burlian, M.T
NIP. 19561227 198811 1001

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Raihan Amri

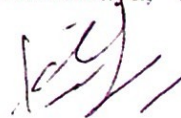
NIM : 03111005032

Judul : Analisis Distribusi Temperatur Pada Dinding *Rotary Kiln* Di
PT.Semen Baturaja (PERSERO) Dengan Menggunakan Perangkat
Lunak Solidworks 2017

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Corresponding author)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Inderalaya, Maret 2018



Raihan Amri

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Raihan Amri

NIM : 03111005032

Judul : Analisis Distribusi Temperatur pada Dinding *Rotary Kiln* di PT.Semen Baturaja (PERSERO) Dengan Menggunakan Perangkat Lunak Solidworks 2017

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, Maret 2018


Raihan Amri



KATA PENGANTAR

Pertama, penulis mengucapkan syukur dan berterimakasih kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan segala rahmat, karunia, dan anugerah-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, adapun pihak tersebut:

1. Keluarga penulis; Ayahandaku M Kasim, Ibundaku , dan seluruh keluarga penulis yang senantiasa selalu memberikan dukungan moral dan materi serta doanya yang tulus membimbing, mengarahkan, mendidik, dan memotivasi dari awal hingga selesai skripsi ini.
2. Bapak Ir. Firmansyah Burlian, M.T selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang dengan ikhlas dan tulus telah membimbing, mengarahkan, mendidik, memotivasi serta banyak memberikan sarana kepada penulis dari awal hingga selesainya skripsi ini
3. Bapak Ir. H. M. Zahri Kadir, M.T selaku Dosen Pembimbing Akademik yang dengan ikhlas dan tulus telah membimbing, mengarahkan, mendidik, memotivasi hingga selesainya skripsi ini
4. Bapak Irsyadi Yani, ST, M.Eng, P.hD selaku Ketua Jurusan dan Bapak Amir Arifin, S.T. M.Eng, selaku Sekretaris Jurusan di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Seluruh Dosen Pengajar di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu dan pengarahan selama proses perkuliahan.
6. Seluruh Staf Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya terkhusus Staf Laboratorium Fenomena Dasar yang telah banyak banyak membantu dalam proses pengambilan data skripsi ini.
7. Staf Administrasi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah banyak membantu dalam proses administrasi.

8. Para S.T sekaligus Motivator ; Reno ST, Taufik Hidayah,ST, Akbar Teguh Prakoso,ST, Zainal Hamzah,ST, Chaisar Satriansyah,ST, Jordan Jonathan ,ST.
9. Teman seperjuangan yang saat ini sedang menjadi pejuang skripsi : Dani Maulana,M Fazal muzakki,Dio PC Purba,Riko,Redy Aviansya,Apri Bremana, Devry,dan Firman Ahsanu.
10. Seluruh Keluarga besar Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya terutama teman-teman seperjuangan Angkatan 2011.
11. Semua pihak yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Dalam penulisan skripsi ini, mungkin terdapat kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran serta masukan yang bersifat membangun sangat penulis harapkan untuk membantu dalam perbaikan. Penulis mengharapkan semoga skripsi dengan judul “Analisis Distribusi Temperatur pada Dinding *Rotary Kiln* Di PT.Semen Baturaja (PERSERO) Dengan Menggunakan Perangkat Lunak Solidworks 2017” dapat berguna dan memberikan manfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi serta menjadi referensi bagi yang akan mengkaji dimasa yang akan datang.

Indralaya, Maret 2018

Penulis

RINGKASAN

ANALISIS DISTRIBUSI TEMPERATUR PADA DINDING *ROTARY KILN* DI PT.SEMEN BATURAJA (PERSERO) DENGAN MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK SOLIDWORKS 2017

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, 21 Februari 2018

Raihan Amri; Dibimbing oleh Ir. Firmansyah Burlian, M.T

Analisis Distribusi Temperatur Pada Dinding *Rotary Kiln* Di PT. Semen Baturaja (PERSERO) Dengan Menggunakan Perangkat Lunak Solidworks 2017.

xxix + 80 halaman, 45 gambar, 9 tabel, 4 lampiran

RINGKASAN

Industri semen adalah salah satu industri yang bersifat energi intensif, karena menyerap energi dalam jumlah yang besar, dan *rotary kiln* merupakan jantungnya dari sistem energi thermal yang digunakan sebagai tempat pembakaran dan pembentukan klinker, oleh karena itu perlu dilakukan upaya untuk melihat kemungkinan optimasi penggunaan energi pada pabrik Semen Baturaja. Analisis yang dilakukan ialah konduksi panas arah ketebalan pada dinding *kiln* pada meter 1 hingga 75. Dari hasil perhitungan secara teoritis diketahui bahwa temperatur gas tertinggi mencapai 1850,42°C. *Rotary kiln* memiliki insulasi termal, pada lapisan dinding terluar berupa *shell* baja jenis ASTM 516 GRADE 70 steel plate, dari hasil pencitraan *shell scanner* dimana terjadi *red spot* pada meter 22 temperatur permukaan luar *shell* mencapai 355°C. Bagian dalamnya terdapat *refractories* (batu tahan api) temperatur antar muka mencapai 359,02°C. Dan lapisan dinding terdalam terdapat *coating* yang hanya terbentuk pada *burning zone*, temperatur antar muka dan permukaan dalam *coating* mencapai 942,06 °C dan 1514,07°C. Laju aliran kalor (*heat flux*) secara konduksi di sepanjang *kiln* daerah *burning zone* berbeda-beda hal ini di pengaruhi oleh beberapa faktor dominan yaitu ketebalan *coating*, konduktivitas termal bahan dan yang utama adalah distribusi temperatur dari dalam sangat bervariasi disebabkan oleh bentuk nyala api (*flame*). Perbandingan hasil perhitungan distribusi temperatur secara teoritis dan analisis program menunjukkan selisih rata-rata yang sangat kecil yaitu 0.2808 % hal ini menunjukkan bahwa metode yang telah digunakan memiliki hasil yang konsisten sesuai dengan asumsi-asumsi yang telah ditetapkan.

Kata Kunci: *Rotary kiln*, batu tahan api, ASTM 516 GRADE 70, klinker,

SUMMARY

TEMPERATURE DISTRIBUTION ANALYSIS OF ROTARY KILN WALL
IN PT. SEMEN BATURAJA (PERSERO) USING SOFTWARE
SOLIDWORKS 2017

Scientific paper such as essay, February 21th, 2018

Raihan Amri ; Supervised by Ir. Firmansyah Burlian, M.T

Analisis Distribusi Temperatur Pada Dinding *Rotary Kiln* di PT.Semen Baturaja
(PERSERO) Dengan Menggunakan Perangkat Lunak Solidworks 2017

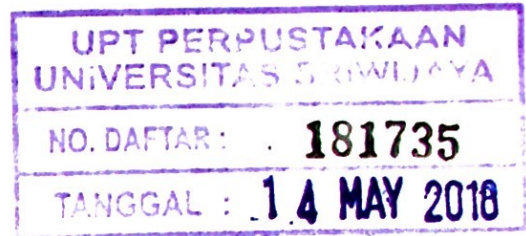
xxix + 80 pages, 45 images, 9 tables, 4 attachment

SUMMARY

The cement industry is one of the industries that has intensive energy, because it absorbs enormous amounts of energy, and rotary kiln is the heart of the thermal energy system used as a combustion chamber and clinker formation, therefore efforts should be made to look at the possibility of optimizing energy use at the Semen Baturaja plant. The analysis performed is the heat conduction of the thickness direction on the wall of the kiln at meters 1 to 75. From the calculation result theoretically known that the highest gas temperature reached 1850.42° C. Rotary kilns have thermal insulation, in the outer wall layer of steel shell type ASTM 516 GRADE 70 steel plate, from the result of shell scanner imaging where the red spot occurs at meter 22 surface temperature of outer shell reach 355 ° C. Inside there are refractories (temperature of fire resistance) interface temperature reaches 359.02 ° C. And the inner wall layer is a coating that only formed in the burning zone, the interface and surface temperature in the coating reaches 942.06 ° C and 1514.07 ° C. The heat flow rate conductively along the kiln of the burning zone area is different in that it is influenced by several dominant factors such as coating thickness, the thermal conductivity of the material and the main one is the temperature distribution of the inside vary greatly due to the flame form. The comparison of theoretical temperature distribution results and program analysis shows a very small average difference of 0.2808% indicating that the method used has consistent results in accordance with predetermined assumptions.

Keywords: *Rotary Kiln, Refractories, ASTM 516 GRADE 70, Clinker*

DAFTAR ISI



Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan	iii
Halaman Persetujuan	v
Halaman Pengesahan Agenda	vii
Halaman Persetujuan Publikasi.....	ix
Halaman Pernyataan Integritas	xi
Kata Pengantar	xiii
Ringkasan	xv
Summary	xvii
Daftar Isi.....	xix
Daftar Gambar.....	xxiii
Daftar Tabel	xxv
Daftar Lampiran	xxvii
Daftar Simbol	xxix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Dasar Teori.....	5
2.1.1 <i>Raw Material Preparation</i>	5
2.1.2 <i>Burning Atau Klinkerization</i>	6
2.1.3 <i>Cement/Finish Grinding</i>	8
2.1.4 <i>Packing dan Dispatch</i>	9
2.2 Definisi <i>Rotary Kiln</i>	9
2.3 Komponen Utama <i>Rotary Kiln</i>	10
2.3.1 <i>Shell kiln</i>	10
2.3.2 <i>Supporting roller / Live ring</i>	11

2.3.3	<i>Kiln Inlet dan Outlet Seals</i>	11
2.3.4	<i>Kiln Drive</i>	11
2.3.5	<i>Burner</i>	12
2.4	Proses Pembentukan <i>Klinker</i> pada <i>Rotary Kiln</i>	12
2.5	Perpindahan Kalor Konduksi <i>Shell Kiln</i>	14
2.6	Perangkat Lunak <i>SolidWorks</i>	20
2.7	Dasar Pemodelan Matematika <i>SolidWorks</i>	21
2.8	Tinjauan Jurnal	24
BAB 3 METODE PENELITIAN.....		29
3.1	Metode Penelitian	29
3.2	Pengambilan Data.....	30
3.3	Deskripsi Alat	30
3.3.1	Spesifikasi Kiln PT. Semen Baturaja.....	30
3.3.2	Batu Tahan Api (<i>Refractories</i>)	33
3.3.3	<i>Coating</i>	34
3.3.4	Pengukuran Temperatur <i>Shell Kiln</i>	36
3.4	Analisa menggunakan Program <i>SolidWorks</i>	39
3.4.1	Desain Menggunakan <i>SolidWorks</i>	39
3.4.2	Syarat Awal	41
3.4.3	Syarat Batas	42
3.5	Pengolahan Data	44
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....		45
4.1	Data Spesifikasi <i>Rotary kiln</i> PT.Semen Baturaja.....	45
4.1.2	Analisis Perhitungan Distribusi Temperatur Melalui Dinding <i>Rotary Kiln</i>	46
4.1.3	Laju Aliran Kalor dari <i>Shell</i> ke Udara	46
4.1.4	Laju Aliran Kalor Dari <i>Brick</i> Ke <i>Shell</i>	47
4.1.5	Laju Aliran Kalor Dari <i>Coating</i> Ke <i>Brick</i>	47
4.1.6	Laju Aliran Kalor dari <i>Wall</i> ke <i>Coating</i>	48
4.2	Pembahasan.....	53
4.2.1	Pembahasan Distribusi Temperatur.....	56
4.2.2	Pembahasan Laju Aliran Kalor.....	59

4.3	Pemodelan 3D <i>Rotary Kiln</i> Dengan Menggunakan Perangkat Lunak Solidworks.....	60
4.3.1	Menentukan jenis analisis	61
4.3.2	Penentuan Parameter Analisa Distribusi Temperatur.....	61
4.3.3	Meshing.....	64
4.3.4	Hasil output simulasi distribusi temperatur.....	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		69
5.1.	Kesimpulan.....	70
5.2	Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA.....		71
Lampiran		73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Klinkerization	6
Gambar 2.2 Rotary Kiln.....	10
Gambar 2.3 Analisis Volume Elemen.....	14
Gambar 2.4 Volume Elemen untuk Koordinat Silinder	16
Gambar 2.5 Koordinat Silinder	17
Gambar 2.6 Lapisan dinding <i>burning zone</i> dalam <i>rotary kiln</i>	19
Gambar 2.7 Resistansi Lapisan	19
Gambar 2.8 SolidWorks 2017	20
Gambar 2.9 Skema pengerjaan Analisa Distribusi Temperatur.....	21
Gambar 2.10 Perpindahan panas satu dimensi	22
Gambar 2.11 Ilustrasi konveksi paksa pada elemen akhir benda.....	24
Gambar 2.12 Fluktuasi temperatur pada dinding dalam kiln dengan rasio koefisien heat transfer.....	25
Gambar 2.13 Distribusi temperatur pada dinding dalam <i>kiln</i>	25
Gambar 2.14 Perbandingan ketebalan coating actual (▲) dengan estimasi model matematika (■).....	26
Gambar 2.15 Circle.....	27
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	29
Gambar 3.2. <i>Rotary Kiln</i>	30
Gambar 3.3 <i>Rotary Kiln</i> (PT. Semen Baturaja, 2016).....	31
Gambar 3.4 Pelat (Data PT. Semen Baturaja).....	32
Gambar 3.5 <i>Brick Chart</i> (PT. Semen Baturaja, 2016).....	34
Gambar 3.6 Pengukuran <i>Coating</i> di dalam <i>Rotary Kiln</i> PT. Semen Baturaja.....	35
Gambar 3.7 Hasil Pengukuran Tebal <i>Coating</i> bervariasi antara 0 - 50 cm.....	35
Gambar 3.8 <i>Shell Scanning System tipe CENTURION TK30</i>	36
Gambar 3.9 Desain <i>rotary kiln</i>	39
Gambar 3.10 Desain <i>Rotary Kiln</i>	40
Gambar 3.11 Desain <i>Rotary Kiln</i>	40
Gambar 3.12 Arah distribusi temperatur <i>Rotary Kiln</i>	42
Gambar 3.13 Daerah <i>shell kiln</i> yang dianalisis.....	43
Gambar 3.14 Tanda daerah sudut pada <i>Rotary Kiln</i>	43
Gambar 4.1. Resistansi pada Tiap Lapisan Rotary Kiln.....	45

Gambar 4.2 Distribusi Temperatur Shell Terhadap Panjang Rotary Kiln (Hasil Pencitraan Shell Scanner).....	54
Gambar 4.3. Distribusi Temperatur Antar Muka Brick Terhadap Panjang Rotary Kiln (Hasil Perhitungan Teoritis).....	54
Gambar 4.4. Distribusi Temperatur Antar Muka Coating Terhadap Panjang Rotary Kiln (Hasil Perhitungan Teoritis).....	55
Gambar 4.5. Distribusi Temperatur Wall Terhadap Panjang Rotary Kiln (Hasil Perhitungan Teoritis).	56
Gambar 4.6 Distribusi Temperatur pada dinding rotary kiln.....	57
Gambar 4.7 Rancangan Umum Rotary Kiln (PT. Semen Baturaja, 2016).....	58
Gambar 4.8 Distribusi Laju Aliran Kalor Terhadap Panjang Rotary Kiln.....	59
Gambar 4.9 Desain Rotary Kiln Dengan Menggunakan Perangkat Lunak Solidworks 2017 :a) Tampak Samping, b) Tampak Depan.....	60
Gambar 4.10 Penentuan jenis analisis.....	61
Gambar 4.11 Studi parameter simulasi distribusi temperatur.....	62
Gambar 4.12 Penentuan kondisi batas.....	63
Gambar 4.13 Input kondisi batas untuk permukaan dalam pada rotary kiln.....	63
Gambar 4.14 Proses Meshing.....	64
Gambar 4.15 Hasil simulasi distribusi temperatur pada dinding rotary kiln.....	65
Gambar 4.16 Hasil distribusi temperatur arah Z (radial).....	66
Gambar 4.17 Simulasi 3D menghasilkan rentang hasil distribusi temperatur yang bervariasi.....	66

Daftar Tabel

Tabel 2.1	Jenis reaksi yang terjadi pada suhu tertentu di dalam <i>rotary kiln</i>	13
Tabel 3.1	Karakteristik geometri <i>Kiln</i>	31
Tabel 3.2	Material <i>Kiln</i>	32
Tabel 3.3	Ketebalan Shell Kiln dari <i>inlet</i> ke <i>outlet</i>	32
Tabel 3.4	Komposisi <i>Brick Rotary Kiln</i>	34
Tabel 3.5	Profil Temperatur <i>Shell Kiln</i> hasil pengukuran <i>Centurion TK30</i> ..	37
Tabel 3.6	Data spesifikasi Material <i>ASTM 516 Grade 70</i>	41
Tabel 4.1.	Data Hasil Perhitungan Distribusi Temperatur pada Daerah <i>Burning Zone</i>	51
Tabel 4.2.	Data Hasil Perhitungan Laju Aliran Kalor pada dinding rotary kiln.....	52
Tabel 4.3	hasil perhitungan secara teoritis dan simulasi program.....	66

Daftar Lampiran

Lampiran A.1	Hasil Rekam Distribusi Temperatur <i>Centurion</i> TK50.....	79
Lampiran A.2	Hasil Perhitungan Secara Analitik dan Simulasi.....	83
Lampiran A.3	Data Perhitungan <i>Kiln</i> Meter ke-45.....	89
Lampiran A.4	Gambar Teknik Kiln.....	103

Daftar Simbol

Lambang	Keterangan	Satuan
Q_k	Laju Perpindahan Kalor Konduksi	W
q_r	Laju Perpindahan Kalor Konduksi pada Dinding Silinder Komposit	W
R_t	Resistansi Termal	
k	Konduktivitas Termal Bahan	W/m °C
r	Jari-Jari	m
A	Luas Permukaan Perpindahan Kalor	m ²
L	Panjang Penampang	m
ΔT	Perubahan Temperatur	°C
$\frac{dT}{dx}$	Gradien Temperatur	°C/m
$V_{\infty,1}$	Kecepatan Aliran Fluida Gas di Permukaan Dalam Silinder	
$V_{\infty,4}$	Kecepatan Aliran Fluida Gas di Permukaan Luar Silinder	
h_1	Koefisien Perpindahan Kalor Konveksi Gas ke Dinding Dalam	W/m ² °C
h_4	Koefisien Perpindahan Kalor Konveksi Dinding <i>Shell</i> ke Udara	W/m ² K
$T_{\infty,1}$	Temperatur Gas	°C
$T_{\infty,4}$	Temperatur Ambien	°C
$T_{s,1}$	Temperatur Permukaan Dinding Dalam <i>Coating</i>	°C
T_2	Temperatur Antar Muka Lapisan <i>Coating</i> dan <i>Brick</i>	°C
T_3	Temperatur Antar Muka Lapisan <i>Brick</i> dan <i>Shell</i>	°C
$T_{s,4}$	Temperatur Permukaan Dinding Luar <i>Shell</i>	°C

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan Perkembangan zaman dan teknologi, penanganan material dan energi di dunia industri menjadi bagian yang sangat penting di dalam rangkaian proses produksi. Industri semen adalah salah satu industri yang bersifat energi intensif, karena menyerap energi dalam jumlah yang besar. Terbatasnya sumber daya energi yang tersedia di alam ini menyebabkan berbagai pihak berusaha melakukan berbagai alternatif dan pemecahan untuk menghadapi masalah krisis energi. Beberapa usaha yang dilakukan saat ini adalah dengan mengembangkan sumber energi alternatif yang dapat diperbaharui serta dengan langkah optimasi penggunaan energi sehingga konsumsi energi dapat dikurangi.

Rotary Kiln merupakan sebuah alat pembakar produk *rawmill* menjadi klinker di pabrik semen, karena peranannya yang sangat besar sebagai komponen utama penghasil produk semen. Penggunaan energi pada unit ini meliputi energi untuk proses pembakaran. Persentase biaya yang dikeluarkan untuk konsumsi energi pada sebuah pabrik semen portland berkisar 20-30 %. Jika biaya untuk konsumsi energi berkurang, dan biaya produksi dapat menurun, maka keuntungan perusahaan akan meningkat (UNIDO, 2012)

Proses pembakaran *rawmill* di dalam *rotary kiln* merupakan proses yang sangat penting untuk mendapat perhatian dalam produksi semen. Hal ini disebabkan karena proses pembakaran *rawmill* setelah melewati pemanasan di dalam *preheater*, merupakan salah satu faktor dalam upaya menghasilkan klinker dengan kualitas yang diharapkan. Untuk itu suplai udara pembakaran dari sumbernya *burner* harus disesuaikan dengan jumlah *rawmill* yang dimasukkan ke dalam *rotary kiln*. Tekanan udara pembakaran yang tinggi mengakibatkan diperlukannya mempertahankan *material flow feed* dan apabila

hal ini tidak diperhatikan perpindahan panas rata-rata dapat lebih tinggi dari keluaran yang sebenarnya dan juga dapat relatif lebih rendah. Hal ini disebabkan karena kondisi perubahan panjang pemanasan yang dilalui oleh *rawmill*.

Rotary kiln dengan kemampuan pemanasan terhadap *rawmill* yang lebih baik secara kualitas dan kuantitas tidak lepas dengan sejumlah masalah terutama yang berhubungan dengan perpindahan panas dalam pemakaiannya. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis perpindahan kalor secara konduksi untuk mengetahui distribusi temperatur yang terjadi pada sekeliling dinding *rotary kiln*, sebagai upaya untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi pemakaiannya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Menganalisis distribusi temperatur pada dinding *rotary kiln* di P.T Semen Baturaja.
2. Menganalisis aliran kalor (Q) pada dinding *rotary kiln* di P.T Semen Baturaja.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang diambil dalam menganalisis *rotary kiln* untuk tugas akhir ini, antara lain :

1. Analisis konduksi yang dilakukan hanya 1 dimensi.
2. *Rotary kiln* digambar dan dianalisa 3 dimensi dengan menggunakan perhitungan yang terdapat pada software SolidWorks
3. Dalam perencanaan analisis struktur ini efek adanya baut dan las tidak diperhitungkan begitu juga dengan sambungan.

4. Data didapat dari di PT. Semen Baturaja dan data sekunder yang berasal dari literatur yang berhubungan dengan penelitian ini.
5. Material *shell rotary kiln* (ASTM 516 Grade 70) dan klinker dianggap padat sama seperti coating dengan konduktivitas termal $0,73 \text{ W/m.K}$.
6. Untuk SolidWorks kondisi kiln statis, 3 dimensi, klinker diabaikan, temperatur dinding dalam kiln konstan 1450°C dan udara luar kiln 30°C
7. Untuk Centurion TK30 kondisi kiln berputar, temperatur dinding dalam coating dianggap konstan 1450°C dan udara luar kiln 30°C

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini :

1. Menghitung distribusi temperatur yang terjadi di *shell rotary kiln*
2. Mengevaluasi titik temperatur tertinggi di *rotary kiln*
3. Membandingkan hasil pengukuran *Centurion TK30* dengan hasil simulasi program *SolidWorks*.
4. Menghitung nilai aliran kalor pada dinding *rotary kiln*.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap PT. Semen Baturaja (persero) dengan mengevaluasi kinerja *rotary kiln* pada proses pembakarannya.
2. Dapat dilakukan optimasi untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi penggunaan *rotary kiln* dimasa yang akan datang.
3. Dapat dijadikan sebagai bahan acuan pada penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA



- Al-yasiri, A.J.K., 2012. ESTIMATING THE THICKNESS OF COATING IN THE BURNING. , 12(3), pp.459–477.
- Bongo Njeng, A.S., Vitu, S., Clausse, M., Dirion, J.L., and Debacq, M., 2018. Wall-to-Solid Heat Transfer Coefficient in Flighted Rotary Kilns: Experimental Determination and Modeling. *Experimental Thermal and Fluid Science*, 91, pp.197–213. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.expthermflusci.2017.10.024>
- Cengel, Y.A., 2003. Heat Transfer: A Practical Approach. *Mc Graw-Hill*, pp.785841. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC341276/pdf/nar00305-0003.pdf>
- hueber, 2001. The Finite Element Method for Enggineers.
- Kunii, D., 1980. Chemical Reaction Engineering and Research and Development of Gas Solid Systems. *Chemical Engineering Science*, 35, pp.18871911. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0009250980801357>
- Lawrence, K.K., Ya, M., Zhiliang, S., and Shuai, T., 2015. Static Structure Analysis of 5000tpd Rotary Cement Kiln Using ANSYS Mechanical APDL. , 33, pp.60–70.
- Lin, P., Yun, Y.S., Barbier, J., Babey, P., and Prevot, P., 1991. Intelligent Tuning and Adaptive Control for Cement Raw Meal Blending Process. *IFAC Proceedings Volumes*, 24(1), pp.301–306. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1474667017513361>
- Rong, W., Li, B., Liu, P., and Qi, F., 2017. Exergy Assessment of a Rotary Kiln-Electric Furnace Smelting of Ferronickel Alloy. *Energy*, 138, pp.942–953.
- Sadighi, S., Shirvani, M., and Ahmad, A., 2011. Rotary Cement Kiln Coating Estimator: Integrated Modelling of Kiln with Shell Temperature

Measurement. *Canadian Journal of Chemical Engineering*, 89(1), pp.116–125.

Setiyana, B., 2009. Analisis Unjuk Kerja Grate Clinker Cooler. *Teknik Kimia ITS*, 9, pp.19–26. Available at: <http://digilib.its.ac.id/analisa-perpindahan-panas-proses-pembuatan-clinker-pada-rotary-kiln-dl-pt-semen-gresik-persero-36273.html>

Sonavane, Y. and Specht, E., 2009. Numerical Analysis of the Heat Transfer in the Wall of Rotary Kiln Using Finite Element Method Ansys. *Seventh International Conference on CFD in the Minerals and Process Industries*, (December), pp.1–5.

Taylor, H.F.W., 1990. *Ement Hemistry. Library*.

UNIDO, 2012. Introduction to UNIDO Inclusive and Sustainable Industrial Development. *Context*, pp.1–79.

Wiharja, 2006. Perubahan Tipe Bata Tahan Api Pada Kiln Semen Untuk Menambah Efisiensi Produksi. *Jurnal Teknik Lingkungan*, pp.17–22.

Nezekiel, S., PROSES PERPINDAHAN PANAS PADA DINDING ROTARY KILN Di PT . INDOCEMENT TUNGGAL PRAKARSA , Tbk Nezekiel , ST Universitas Gunadarma.