



UNIVERSITAS INDONESIA

**OPTIMASI BIAYA PRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN
BAHAN BAKAR ALTERNATIF
UNTUK
RENCANA OPERASIONAL
PABRIK SEMEN PT. BORAL INDONESIA**

TESIS

**Rahmad Mudjiono
0706172973**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
SALEMBA
DESEMBER 2008**



UNIVERSITAS INDONESIA

**OPTIMASI BIAYA PRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN
BAHAN BAKAR ALTERNATIF
UNTUK
RENCANA OPERASIONAL
PABRIK SEMEN PT. BORAL INDONESIA**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik

**Rahmad Mudjiono
0706172973**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
KEKHUSUSAN MANAJEMEN PROYEK
SALEMBA
DESEMBER 2008**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,

dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk

telah saya nyatakan dengan benar

Nama	:	Rahmad Mudjiono
NPM	:	0706172973
Tandatangan	:	
Tanggal	:	5 Desember 2008

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :
Nama : Rahmad Mudjiono
NPM : 0706172973
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tesis : Optimasi biaya produksi dengan menggunakan bahan bakar alternatif untuk rencana operasional Pabrik Semen PT. Boral Indonesia

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Pengaji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing	: DR. Ir. Yusuf Latief, MT	(.....)
Pembimbing	: DR. Ir. Ismeth S. Abidin	(.....)
Pengaji	: Ir. Eddy Subiyanto, MM, MT	(.....)
Pengaji	: Ir. Wisnu Isvara, MT	(.....)
Ditetapkan di	:	Jakarta
Tanggal	:	

KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH

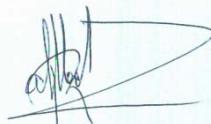
Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas Berkat dan Rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik, di Program Pasca Sarjana Bidang Ilmu Teknik Universitas Indonesia.

Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) DR. Ir. Yusuf Latief, MT dan DR. Ir. Ismeth S. Abidin, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tesis ini.
- (2) Mr. Malcolm A.R. Llewellyn, President Director PT Boral Indonesia, *One of My Best Teacher*, yang telah mengijinkan dan memberikan masukan-masukan yang luar biasa dalam penelitian bahan bakar alternatif ini.
- (3) Para Pakar yang telah banyak memberikan masukan dalam penyempurnaan tesis ini.
- (4) Istri saya dr. Rosa Widyastuti, MARS, beserta kedua anak saya (Gagas dan Arya) yang tercinta, yang telah banyak mendukung dan mengijinkan sebagian waktu kami dirumah, untuk saya gunakan dalam menyelesaikan sekolah S-2 ini.
- (5) Kedua orang tua saya, atas doanya yang tak pernah putus dalam menyertai setiap langkah hidup saya.
- (6) Teman-teman di kantor dan kuliah yang telah banyak membantu saya, khususnya “*My Dream Team (Adhi, Hari, P' Yus, Sopan)*”, yang saya rasa tidak akan mudah menyelesaikan kuliah tanpa bantuan mereka. Saya merasa beruntung mempunyai rekan-rekan yang luar biasa.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Salemba, 5 Desember 2008



Rahmad Mudjiono

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PERNYATAAN TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rahmad Mudjiono
NPM : 0706172973
Program Studi : Teknik Sipil
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi/Tesis/Disertasi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

***Optimasi biaya produksi dengan menggunakan bahan bakar alternatif
untuk rencana operasional Pabrik Semen PT. Boral Indonesia***

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti non eksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Salemba
Pada tanggal: 5 Desember 2008

Yang menyatakan



(Rahmad Mudjiono)

ABSTRAK

Nama : Rahmad Mudjiono
Program Studi : Teknik Sipil
Judul : Optimasi biaya produksi dengan menggunakan bahan bakar alternatif untuk rencana operasional Pabrik Semen PT. Boral Indonesia

Pabrik semen merupakan pabrik yang menggunakan energi tinggi secara intensif, yang mencapai 40 - 60% dari total biaya produksi.

Penggunaan bahan bakar alternatif, secara signifikan dapat menurunkan biaya energi.

PT Boral Indonesia, berencana akan membangun pabrik semen yang akan memaksimalkan penggunaan bahan bakar alternatif.

Studi literatur, wawancara dan korespondensi dengan para ahli digunakan dalam penelitian tentang kebutuhan alat tambahan pabrik ini. Teknik Sampling dan wawancara digunakan untuk mendapatkan jenis dan besarnya potensi bahan bakar alternatif di sekitar Pabrik.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan jawaban besarnya optimasi biaya produksi yang dapat dilakukan dengan penggunaan bahan bakar alternatif.

Kata Kunci :

Manajemen Proyek, Optimasi biaya , Bahan bakar alternatif

ABSTRACT

Name : Rahmad Mudjiono
Study Program : Civil Engineering
Title : Cost Production Optimisation by Using Alternative Fuel for PT. Boral Indonesia's Cement Plant

Cement manufacture is one the most intensive energy using industries, as the energy cost is about 40% – 60% of the total production cost.

Alternative fuels could significantly reduce the energy cost.

PT Boral Indonesia are going to build Cement Plant, by maximizing the use of alternative fuels.

Literature study, interview and correspondences with experts have been used in this research to identify the required additional equipment.

Sampling method and interviews have been used to identify the type and the potential quantity of the alternative fuels within range of the factory.

It is expected that this research forecast how much the production cost can be reduced.

Key words:

Project Management, Cost optimizing, Alternative fuel

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.2.1 Deskripsi Masalah	2
1.2.2 Signifikasi Masalah.....	4
1.2.3 Rumusan Masalah	5
1.3. Tujuan Penelitian	6
1.4. Manfaat Penelitian	6
1.5. Batasan Penelitian	7
1.6. Model Operasional Penelitian	7
1.7. Kesimpulan	7
BAB 2 LANDASAN TEORI	9
2.1. Pendahuluan	9
2.2. Teknologi Pembuatan Semen.....	10
2.2.1 Sejarah Teknologi Semen	10
2.2.2 Proses Pembuatan Semen.....	12
2.2.2.1. Proses Kering ¹⁸	14
2.2.2.2. Proses Basah	20
2.2.3 Produsen Penghasil Mesin Pembuat Semen di Dunia.....	21
2.2.3.1. FLSmidth	21
2.2.3.2. KHD Hunboldt Wedag.....	24
2.2.3.3. Polysius	26
2.2.3.4. FCB Ciment	27
2.2.3.5. Sinoma	29
2.2.3.6. Citic Heavy Machinery Co., Ltd	31
2.2.4 Pabrik-pabrik semen di Indonesia.....	32
2.2.5 Teknologi terkini mesin proses semen yang dapat menggunakan bahan bakar alternatif (Matriks)	33
2.2.6 Biaya investasi Pabrik Semen	36
2.2.7 Bahan bakar alternatif	37

2.3.	Potensi Bahan Bakar Alternatif Disekitar Bayah.....	40
2.3.1	Ramah lingkungan	40
2.3.2	Sekam Padi.....	43
2.3.2.1.	Briket sekam padi ¹²	46
2.3.2.2.	Briket arang sekam padi ²⁰	47
2.3.3	Biji Jarak	48
2.3.4	Jarak Ekonomis Sekam Padi dan Biji Jarak.....	52
2.3.4.1.	Jarak Ekonomis Pengambilan Sekam Padi	55
2.3.4.2.	Jarak Ekonomis Penanaman Tanaman Jarak Pagar.....	56
2.4.	Teknologi Terkini KHD Dalam Pemanfaatan Bahan Bakar Alternatif Dalam Industri Semen di Bayah	57
2.4.1	Pre-Heater	58
2.4.2	Kiln.....	60
2.5.	Optimasi Pemakaian Bahan Bakar Alternatif, Optimasi Biaya Produksi dan Simulasi Biaya Investasi	62
2.5.1	Optimasi Pemakaian Bahan Bakar Alternatif;	62
2.5.1.1.	Rotary Kiln.....	62
2.5.1.2.	Pre-Heater	63
2.5.1.3.	Sekam Padi.....	63
2.5.1.4.	Biji Jarak	63
2.5.2	Optimasi Biaya Produksi & Sensitivity Analisys	63
2.6.	Penelitian yang Relevan	67
2.7.	Kerangka Berfikir.....	69
2.7.1	Summary	69
2.7.2	Kerangka Berfikir.....	70
2.7.3	Hipotesa.....	70
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	72
3.1.	Pendahuluan	72
3.2.	Rumusan Masalah dan Strategi Penelitian.....	72
3.3.	Proses Penelitian	73
3.4.	Variabel Penelitian	73
3.5.	Instrumen Penelitian.....	74
3.6.	Jenis dan Teknik Pengumpulan Data	74
3.6.1	Jenis Data yang Dikumpulkan	75
3.6.1.1.	Data Primer	75
3.6.1.2.	Data Sekunder	75
3.6.2	Teknik pengumpulan Data	75
3.6.2.1.	Penelitian Kepustakaan	75
3.6.2.2.	Survey dengan Cara Wawancara	76
3.7.	Metode Analisis	77
3.7.1	Analisa Statistik	80
3.7.2	Metode Optimasi.....	80
3.7.2.1.	Normal Distribution	80
3.7.2.2.	Triangular Distribution	81
3.7.2.3.	Lognormal Distribution.....	81
3.7.2.4.	BetaPerth Distribution.....	82
3.7.2.5.	Anderson-Darling.....	83

3.7.2.6.	Chi-Square	83
3.7.2.7.	Kolmogorof Smirnov	83
3.7.3	Metode Simulasi.....	84
3.7.4	Metode Prediksi	85
3.7.4.1.	Single Moving Average	85
3.7.4.2.	Double Moving Average.....	85
3.7.4.3.	Single Exponential Smoothing (SES)	86
3.7.4.4.	Holt's Double Exponential Smoothing (DES)...	86
3.7.4.5.	Seasonal Additive Smoothing	87
3.7.4.6.	Seasonal Multiplicative Smoothing	87
3.7.4.7.	Holt-Winters' Additive Seasonal Smoothing....	88
3.7.4.8.	Holt-Winters' Multiplicative Seasonal Smoothing	88
3.8.	Kesimpulan	89
BAB 4	GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN	90
4.1.	PT Boral Indonesia.....	90
4.2.	Struktur Organisasi Perusahaan	91
4.3.	Stake Holder Analisis.....	91
BAB 5	ANALISA DATA.....	93
5.1.	Pendahuluan	93
5.2.	Pembahasan Variable Dalam Pemodelan Penelitian.....	93
5.2.1	Kebutuhan Minimum Bahan Bakar Batubara yang Digunakan	93
5.2.1.1.	Kiln.....	93
5.2.1.2.	Pre Heater.....	94
5.2.2	Kebutuhan variabel utama bahan bakar yang akan dioptimasi.....	94
5.2.2.1.	Kebutuhan Energi Batubara	95
5.2.2.2.	Kebutuhan Energi Sekam Padi	96
5.2.2.3.	Kebutuhan Energi Biji Jarak	97
5.2.3	Variabel Penyusun Bahan Bakar.....	98
5.2.3.1.	Batu Bara.....	98
5.2.3.2.	Sekam Padi.....	100
5.2.3.3.	Biji Jarak	113
5.3.	Optimasi Pemakaian Bahan Bakar.....	116
5.3.1	Pendefinisian Constraint dan Asumsi Distribusi.....	116
5.3.1.1.	Harga Perolehan Batubara.....	116
5.3.1.2.	Harga Perolehan Sekam Padi	117
5.3.1.3.	Harga Perolehan Biji Jarak	118
5.3.1.4.	Biaya penggudangan Batubara, Sekam Padi dan Biji Jarak	119
5.3.1.5.	Biaya transport Batubara, Sekam Padi dan Biji Jarak	120
5.3.2	Optimasi Pembanding	127
5.3.2.1.	Penggunaan Batubara 100% (Alternatif-2).....	127
5.3.2.2.	Peningkatan harga batubara sebanyak 10% (Alternatif-3)	129
5.3.2.3.	Penggunaan gudang petani sebagai gudang penyimpanan utama (Alternatif-4).....	131

5.3.2.4. Penggunaan bahan bakar sekam padi dimaksimalkan pada musim panen padi (Alternatif-5)	134
5.3.2.5. Pengolahan biji jarak menjadi biodiesel (Alternatif-6)	135
5.3.2.6. Pembelian ampas biodiesel dari pihak ketiga (Alternatif-7)	139
5.3.2.7. Pembelian ampas biodiesel dari pihak ketiga dengan harga Rp. 400.000/ton (Alternatif-8)..	141
BAB 6 PEMBAHASAN.....	144
6.1. Pendahuluan	144
6.2. Produksi Sekam Padi.....	144
6.2.1 Pemupukan.....	144
6.2.2 Teknik Budi Daya	145
6.2.3 Bulan Panen terbaik	145
6.3. Optimasi terhadap Bahan Bakar Alternatif.....	145
6.4. Hasil Pembanding Optimasi Biaya	147
6.4.1 Penggunaan Batubara 100% (Alternatif – 2)	148
6.4.2 Peningkatan harga batubara sebesar 10% (Alternatif-3)	148
6.4.3 Penggunaan gudang petani sebagai penyimpanan utama sekam padi (Alternatif-4)	149
6.4.4 Penggunaan sekam padi dimaksimalkan hanya pada masa dimana ketersediaan padi mencukupi (Alternatif-5).....	149
6.4.5 Pengolahan biji jarak menjadi Biodiesel (Alternatif-6) .	150
6.4.6 Pembelian Ampas Biodiesel dari Pihak ketiga dengan harga 300 rupiah (Alternatif-7)	151
6.4.7 Pembelian Ampas Biodiesel dari Pihak ketiga dengan harga 400 rupiah (Alternatif-8)	152
6.5. IRR Investasi Alat Tambahan untuk Bahan Bakar Alternatif..	152
6.6. Pengembangan Tanaman Jarak	153
6.7. Validasi Pakar	154
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN	158
7.1. Kesimpulan	158
7.2. Saran.....	159
DAFTAR ACUAN	161
DAFTAR PUSTAKA	164

DAFTAR GAMBAR

Gambar	1.1	Perkembangan harga minyak Dunia	3
Gambar	2.1	Proses produksi semen portland.....	10
Gambar	2.2	Proses basah dan proses kering dalam pembuatan semen	13
Gambar	2.3	Perkembangan jumlah Kiln berdasarkan prosesnya	14
Gambar	2.4	Bahan baku semen	14
Gambar	2.5	Unsur dasar dalam pembuatan klinker.....	15
Gambar	2.6	Proses pengecilan ukuran di Crusher	15
Gambar	2.7	Proses penakaran bahan baku	16
Gambar	2.8	Proses penggilingan bahan baku	16
Gambar	2.9	Proses pemanasan awal di Pre-Heater.....	17
Gambar	2.10	Proses pembakaran di Kiln	18
Gambar	2.11	Proses pendinginan klingker.....	18
Gambar	2.12	Pengecilan ukuran klingker, sekaligus pencampuran dengan Gypsum	19
Gambar	2.13	Penyimpanan semen di Silo.....	20
Gambar	2.14	Pengantongan semen	20
Gambar	2.15	Proses produksi semen dengan cara basah	21
Gambar	2.16	Pabrik semen pertama, 1889	23
Gambar	2.17	Salah satu Rotary kiln terpanjang, 232 m x 7.6 m diameter, dibangun oleh F.L.Smidth tahun 1964 untuk Dundee Clarksville, USA	23
Gambar	2.18	Hotdisc 2000, Teknologi terkini FLS dalam penggunaan Bahan Bakar Alternatif.....	24
Gambar	2.19	Salah satu teknologi dari KHD dalam pendinginan klingker yaitu PYROFLOOR clinker cooler	25
Gambar	2.20	Gambar bengkel Andreas Ernst Gottfried Polysius.....	26
Gambar	2.21	Stan pameran International Polysius 1893	27
Gambar	2.22	Salah satu proyek semen FCB.....	28
Gambar	2.23	Proyek-proyek Fcb.ciment	29
Gambar	2.24	Penandatanganan proyek pabrik semen dengan Nigeria Dangote Group tanggal 29 Pebruari 2008	30
Gambar	2.25	Kawasan industri CITIC Co.Ltd	31
Gambar	2.26	Pabrik-pabrik semen di Indonesia	32
Gambar	2.27	<i>Hot Disc Reactor</i> dari FLS di area <i>Calciner</i>	34
Gambar	2.28	Burner Nozzle dari FLSmidth	34
Gambar	2.29	Sistem control FLS dalam penggunaan alternatif bahan bakar yang beragam	35
Gambar	2.30	Teknologi pembakaran KHD untuk bahan bakar alternatif, di area <i>Calciner</i>	35

Gambar	2.31	Teknologi <i>Jet Burners</i> pada <i>Rotary Kiln</i> dari KHD untuk bahan bakar yang beragam	36
Gambar	2.32	Sejarah campuran bahan bakar di industri semen Amerika	39
Gambar	2.33	Substitusi energi dengan bahan bakar alternatif di dunia – 2002.	39
Gambar	2.34	Perbandingan emisi antara industri semen dan tempat pembakaran sampah	42
Gambar	2.35	Perbandingan emisi antara industri semen dan tempat pembakaran sampah	42
Gambar	2.36	Cement Kiln mendapatkan 50% pasar dalam penggunaan/pengolahan sampah berbahaya di Perancis.....	43
Gambar	2.37	Peta produksi padi di sekitar Kecamatan Bayah.....	46
Gambar	2.38	Briket arang sekam.....	48
Gambar	2.39	Tanaman jarak pagar	52
Gambar	2.40	<i>Pre-Heater</i>	58
Gambar	2.41	Combustion Chamber	59
Gambar	2.42	Combustion Chamber 3 dimensi	59
Gambar	2.43	Pembakaran di Kiln dalam penggunaan campuran batubara dan bahan bakar alternatif	60
Gambar	2.44	Alternatif lokasi penggunaan bakan bakar alternatif	61
Gambar	2.45	<i>PHYRO-JET burner</i>	62
Gambar	2.46	Grafik presentasi penggunaan bahan bakar pada proses produksi di dalam pabrik semen	64
Gambar	2.47	Cost of revenue PT Indocement Tunggal Perkasa Tbk	65
Gambar	2.48	Grafik harga batubara dunia	67
Gambar	3.1	Pengelompokan sampling 4 tingkat	74
Gambar	3.2	Normal Distribution	81
Gambar	3.3	Triangular Distribution	81
Gambar	3.4	Lognormal Distribution	82
Gambar	3.5	BetaPerth Distribution	82
Gambar	3.6	Flowchart Proses Simulasi	84
Gambar	3.7	Single Moving Average	85
Gambar	3.8	Double Moving Average	86
Gambar	3.9	Single Exponential Smoothing (SES)	86
Gambar	3.10	Holt's Double Exponential Smoothing (DES)	87
Gambar	3.11	Seasonal Additive Smoothing	87
Gambar	3.12	Seasonal Multiplicative Smoothing	88
Gambar	3.13	Holt-Winters' Additive Seasonal Smoothing	88
Gambar	3.14	Holt-Winters' Multiplicative Seasonal Smoothing	89
Gambar	4.1	Struktur organisasi PT Boral Indonesia	91
Gambar	4.2	Gambar analisa stake holder	92
Gambar	5.1	Gambar grafik produksi minimal sekam padi di kabupaten Lebak dan Pandeglang	101
Gambar	5.2	Gambar grafik produksi maksimal sekam padi di kabupaten Lebak dan Pandeglang	101
Gambar	5.3	Gambar histogram teknik pemupukan yang dilakukan petani responden penelitian	102
Gambar	5.4	Gambar histogram teknik budi daya yang dilakukan petani responden penelitian	103

Gambar	5.5	Gambar histogram bulan panen terbaik dari petani responden.	103
Gambar	5.6	Input data attribute di crystal ball	105
Gambar	5.7	Metode prediksi yang digunakan	106
Gambar	5.8	Prediksi ketersediaan sekam padi di kabupaten Lebak, hingga 20 tahun yang akan datang.....	106
Gambar	5.9	Prediksi ketersediaan sekam padi di kabupaten Pandeglang, hingga 20 tahun kedepan.....	107
Gambar	5.10	<i>Mobile transfer conveyor</i> , kapasitas hingga 8.000 ton per jam, dengan lengan conveyor hingga 80 m.....	109
Gambar	5.11	Gambar <i>conveyor</i> dengan kapasitas 1500 ton/jam.....	109
Gambar	5.12	<i>Mobile conveyor</i> sederhana dengan kapasitas 500 M ³ /jam.....	110
Gambar	5.13	Grafik ketersediaan, kebutuhan dan cash flow sekam padi	111
Gambar	5.14	Log Normal Distribution untuk harga batubara	117
Gambar	5.15	Gambar distribusi probability harga sekam padi	118
Gambar	5.16	Gambar distribusi probability harga Biji Jarak	119
Gambar	5.17	Gambar distribusi probability Bunga Pinjaman di bank	120
Gambar	5.18	Gambar distribusi probability fluktuasi harga solar	121
Gambar	5.19	Gambar distribusi jarak pengambilan Batubara	121
Gambar	5.20	Gambar distribusi jarak pengambilan Sekam Padi	122
Gambar	5.21	Gambar distribusi jarak pengambilan Biji Jarak	123
Gambar	5.22	Gambar <i>Decesion Variable Selection</i> dalam <i>Optquest</i>	124
Gambar	5.23	Gambar input Constraint dalam <i>Optquest</i>	124
Gambar	5.24	Gambar pilihan jenis optimasi yang akan dilakukan max/min ..	124
Gambar	5.25	Gambar hasil optimasi Crystal Ball	125
Gambar	5.26	Gambar hasil sensitivity analysis crystal ball	126
Gambar	5.27	Decision Variable selection untuk penggunaan Batubara 100%	127
Gambar	5.28	Hasil optimasi dengan crystal ball.....	127
Gambar	5.29	Biaya energi optimum dengan kemungkinan 51,92% biaya energi maksimum Rp. 282.942.313.000	128
Gambar	5.30	Biaya energi optimum dengan kemungkinan 70% biaya energi maksimum Rp. 295.945.500.000	128
Gambar	5.31	Sensitivity Analysis, dimana Batubara memiliki tingkat sensitifitas 96%.	129
Gambar	5.32	Decision Variable selection untuk peningkatan harga Batubara 10%	129
Gambar	5.33	Hasil optimasi dengan crystal ball.....	130
Gambar	5.34	Biaya energi optimum dengan kemungkinan 53,43% biaya energi maksimum Rp. 295.198.825.000	130
Gambar	5.35	Biaya energi optimum dengan kemungkinan 70% biaya energi maksimum Rp. 309.595.000.000	130
Gambar	5.36	Sensitivity Analysis, dimana Harga Biji Jarak memiliki tingkat sensitifitas 80,1%	131
Gambar	5.37	Decision Variable selection untuk penggunaan gudang petani sebagai tempat penyimpanan utama.....	132
Gambar	5.38	Hasil optimasi dengan crystal ball.....	132
Gambar	5.39	Biaya energi optimum dengan kemungkinan 51,66% biaya energi maksimum Rp. 265.067.158.000	132

Gambar	5.40	Biaya energi optimum dengan kemungkinan 70% biaya energi maksimum Rp. 278.035.000.000	133
Gambar	5.41	Sensitivity Analysis, dimana Batubara memiliki tingkat sensitifitas 85,1%	133
Gambar	5.42	Produk turunan setelah dilakukan proses lebih lanjut pada biji jarak.....	135
Gambar	5.43	Decision Variable selection untuk proses biodiesel	137
Gambar	5.44	Hasil optimasi dengan crystal ball.....	137
Gambar	5.45	Biaya energi optimum dengan kemungkinan 52,10% biaya energi maksimum Rp. 160.365.540.000	137
Gambar	5.46	Biaya energi optimum dengan kemungkinan 70% biaya energi maksimum Rp. 177.180.000.000	138
Gambar	5.47	Sensitivity Analysis, dimana Batubara memiliki tingkat sensitifitas 53,7%.....	138
Gambar	5.48	Sistem kerjasama pemasok/pemilihan sampah dengan pihak ketiga	139
Gambar	5.49	Decision Variable selection.....	139
Gambar	5.50	Hasil optimasi dengan crystal ball.....	140
Gambar	5.51	Biaya energi optimum dengan kemungkinan 51,06% biaya energi maksimum Rp. 229.065.680.000	140
Gambar	5.52	Biaya energi optimum dengan kemungkinan 70% biaya energi maksimum Rp. 237.843.000.000	141
Gambar	5.53	Sensitivity Analysis, dimana Harga Batubara memiliki tingkat sensitifitas 85,7%.....	141
Gambar	5.54	Decision Variable selection	141
Gambar	5.55	Hasil optimasi dengan crystal ball.....	142
Gambar	5.56	Biaya energi optimum dengan kemungkinan 50,33% biaya energi maksimum Rp. 245.995.630.000	142
Gambar	5.57	Biaya energi optimum dengan kemungkinan 70% biaya energi maksimum Rp. 255.395.000.000	142
Gambar	5.58	Sensitivity Analysis, dimana Batubara memiliki tingkat sensitifitas 80%	143
Gambar	6.1	Biaya energi optimum dengan kemungkinan 51,8% biaya energi maksimum Rp. 276.522.084.000 per tahun.	146
Gambar	6.2	Biaya energi optimum dengan kemungkinan 70% biaya energi maksimum Rp. 289.475.000.000 per tahun.	146

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Pemakaian semen Portland di dunia	12
Tabel 2.2	Produksi dan Kapasitas Semen Dunia.....	12
Tabel 2.3	Teknologi terkini pabrik semen ¹⁶	33
Tabel 2.4	Tabel investasi pabrik semen per ton kapasitas	37
Tabel 2.5	Pilihan berbagai jenis alternatif bahan bakar untuk Industri Semen..	38
Tabel 2.6	Komposisi kimia bahan bakar alternatif dalam Industri Semen	38
Tabel 2.7	Potensi lahan pada 2 Kabupaten di Banten adalah sebagai berikut; ..	40
Tabel 2.8	Bahan bakar alternatif dan bahan baku Industri Semen di Jepang ..	43
Tabel 2.9	Data produksi tanaman padi pada Kabupaten Pandeglang dan Lebak pada tahun 2007.	45
Tabel 2.10	Biaya operasional truk.....	54
Tabel 2.11	Persentasi biaya produksi semen di India tahun 2006	65
Tabel 2.12	Harga perkembangan batubara di dunia.....	66
Tabel 3.1	Tabel pemodelan penelitian	78
Tabel 5.1	Tabel produksi sekam (ton), luasan panen (Ha) dan produktifitas sawah (Ton/Ha).....	105
Tabel 5.2	Tabel input data untuk optimasi dengan Crystal ball.....	123
Tabel 6.1	Alternatif Alternatif Optimasi	147
Tabel 6.2	Tabel validasi pakar	154

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Gambar Skema Batasan Penelitian	183
Lampiran 2	Data produksi Padi kabupaten Lebak dan Pandeglang	184
Lampiran 3	Analisa Finansial Budi Daya Tanaman Jarak	185
Lampiran 4	Analisa Biaya Produksi Biodiesel	186
Lampiran 5	Biaya perawatan truk Isuzu Elf 120-PS	187
Lampiran 6	Kerangka Berfikir & Kerangka Teori	188
Lampiran 7	Proses Penelitian	189
Lampiran 8	Variabel dan Indikator	190
Lampiran 9	Flowchart Teknik Sampling 4 tingkat	191
Lampiran 10	Variabel penelitian untuk wawancara & Kuesioner	192
Lampiran 11	Catatan volume produksi batubara di Malimping	193
Lampiran 12	Rekapitulasi hasil wawancara produksi padi	194
Lampiran 13	Hasil prediksi produksi padi di Pandeglang dan Lebak	195
Lampiran 14	Proses Flow penggudangan sekam padi	196
Lampiran 15	Historycal data batubara ex Jepang	197
Lampiran 16	Statistik Bunga Bank	198
Lampiran 17	Statistik Harga Solar	199
Lampiran 18	Cash Flow Tambahan Peralatan Mesin Pabrik Semen.....	200
Lampiran 19	Cash Flow Tambahan Peralatan Mesin Pabrik Semen, <i>Apabila Harga Batubara menggunakan Max Extreme Distribusi</i>	201

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Pada krisis ekonomi di tahun 1997, dunia konstruksi di Indonesia mengalami dampak yang luar biasa, dimana banyak proyek yang sementara berlangsung harus dihentikan dan proyek yang akan berlangsung akhirnya gagal dimulai.

Saat ini kondisi Indonesia semakin baik, dimana dapat dilihat pembangunan proyek yang dulunya tertunda kembali dilanjutkan, dan semakin banyaknya proyek-proyek baru yang muncul.

Munculnya proyek-proyek ini membawa dampak terhadap peningkatan akan kebutuhan material bangunan, diantaranya semen.

Menurut ASI (Asosiasi Semen Indonesia) diperkirakan kebutuhan semen di Indonesia akan mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, dan diperkirakan dalam 4 tahun kedepan jumlah semen produksi dalam negeri yang tersedia tidak akan mencukupi kebutuhan semen nasional. Hal ini disebabkan beberapa pabrik semen yang ada sudah sangat tua umurnya, sehingga produktifitasnya sudah semakin turun dan belum adanya Pabrik semen baru sejak tahun 1998. Penelitian yang dilakukan oleh PT Semen gresik memperkirakan *CAGR (Compound Annual Growth Rate)* sebesar 8%, dimana total kapasitas efektif pabrik semen di Indonesia saat ini hanyalah 40 juta ton per tahun.⁴ Dengan data ini, maka pada tahun 2010 maka kebutuhan semen diperkirakan akan menjadi 47,8 juta ton per tahun, sehingga terjadi kekurangan semen sebesar 7,8 juta ton per tahun. Untuk itu dibutuhkan pembangunan minimal 3 pabrik semen baru dengan kapasitas masing-masing 2,5 juta ton per tahun.

Salah satu konsumen semen yang cukup besar didalam proses produksinya adalah industri pembuatan beton curah (*Readymix*) misalnya PT Jaya Readymix. PT Jaya Readymix adalah perusahaan yang sebagian besar sahamnya dimiliki oleh Boral Australia.

Berdasarkan kondisi diatas maka PT Boral Indonesia berencana untuk membangun Pabrik Semen di Kecamatan Bayah, Kabupaten Lebak, Propinsi Banten, dengan kapasitas 2,5 juta ton per tahun.

PT Boral Indonesia adalah perusahaan PMA yang bergerak di bidang industri semen, yang didirikan pada tanggal 9 Maret 2006, dengan presentasi permodalan 95% Boral International Pty. Ltd. dan 5% Boral Building Material Pty. Ltd. Kedua perusahaan pemegang saham tersebut berada di Australia.

1.2. Perumusan Masalah

1.2.1 Deskripsi Masalah

Pabrik semen merupakan pabrik yang menggunakan energi tinggi secara intensif. Dengan kondisi melambungnya dan tidak stabilnya harga bahan bakar di dunia, mengakibatkan biaya produksi semen menjadi tinggi dan tidak stabil.



Gambar 1.1 Perkembangan harga minyak Dunia
Sumber : CEIC Database yang dipublikasikan oleh IMF

Biaya energi yang tinggi dan isu standar lingkungan hidup pada dunia industri, memaksa pelaku dalam industri semen untuk melakukan penghematan biaya bahan bakar, salah satunya dengan mengganti bahan bakar konvensional seperti batubara dan minyak bumi dengan bahan bakar alternatif. Sebagian besar dari energi ini adalah untuk memanaskan material hingga ke tingkat kalsinasi/klingkerisasi, yaitu suatu tingkat panas dimana terjadi perubahan kimia pada *Raw material* yang dibutuhkan untuk membuat klingker.

PT Boral Indonesia yang akan memproduksi 2,4 juta ton klinker pertahun atau 8.000 ton per hari, akan membutuhkan Batubara sekitar 25.000 ton per bulan yang sebagian besar akan didatangkan dari Kalimantan.

Saat ini di Eropa , bahan bakar alternatif ini telah banyak digunakan sebagai bahan bakar pengganti di Pabrik Semen. KHD, salah satu produsen mesin-mesin Pabrik Semen dari German ini bahkan telah menghasilkan mesin yang dapat menggunakan bahan bakar alternatif ini hingga 60%.

Dalam prakteknya pada pabrik semen moderen, untuk memproduksi 1 kg Klingker untuk semen Portland, dibutuhkan energi sebesar 2.9

Universitas Indonesia

hingga 3,2 MJ, atau setara dengan bahan bakar batubara sebanyak 0,127 Kg batubara.

Biaya energi ini dapat mencapai 40% pada Pabrik dengan mesin teknologi terbaru dan mencapai 60% pada Pabrik Semen dengan teknologi yang lebih lama.^{21,5}

Penggunaan bahan bakar alternatif ini secara signifikan dapat menurunkan biaya bahan bakar/energi dan secara bersamaan juga telah ikut melindungi sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui, yang pada akhirnya dapat mengurangi emisi CO₂ di dunia.

PT Boral Indonesia, berencana akan memaksimalkan penggunaan bahan bakar alternatif seperti sekam padi, tanaman jarak pagar dan limbah pabrik kelapa sawit yang berada di sekitar pabrik.

Hal ini dimungkinkan karena lokasi rencana Pabrik Semen PT Boral Indonesia terletak di sekitar lahan padi produktif, dan areal lahan kering yang dapat dipergunakan sebagai perkebunan. Tanaman jarak pagar akan ditanam di areal penambangan PT Boral Indonesia, dengan memadukan rencana pengelolaan areal yang belum ditambang, areal yang akan ditambang dan areal yang akan di reklamasi/reboisasi. Hal ini diharapkan akan memberikan pasokan bahan bakar alternatif dengan jumlah yang memadai.

Dari segi peralatan mesin pabrik, penggunaan bahan bakar alternatif tersebut dimungkinkan dengan penambahan alat pada *Kiln* dan *Preheater*, yang berarti juga penambahan jumlah investasi.

1.2.2 Signifikansi Masalah

Penghematan biaya energi didalam industri semen adalah suatu hal yang sangat signifikan, karena biaya ini dapat mencapai 60% dari

biaya produksi, tergantung dari jenis semen yang dihasilkan, dan seberapa moderen mesin yang digunakan.¹⁶

Di lingkungan sekitar rencana pabrik semen PT Boral Indonesia terdapat potensi bahan bakar alternatif yang dapat digunakan, yang dapat secara signifikan menurunkan biaya produksi.

Penggunaan bahan bakar alternatif telah digunakan di Eropa dan terbukti merupakan satu-satunya cara yang dapat menurunkan biaya produksi dan juga ramah terhadap lingkungan.

Dalam perkembangan dunia Industri, semakin lama semakin ditekankan pentingnya penggunaan Industri yang ramah lingkungan. Pada saat ini, performance dari suatu produk atau pabrik, tidak saja ditentukan oleh kualitas dari material/produk yang dihasilkan, tetapi juga bagaimana pabrik atau industri itu menghasilkan produk tersebut. Hal-hal yang diperhatikan misalnya menyangkut keselamatan kerja yang ditandai dengan “Zero accident”, dan juga seberapa ramah lingkungan industri tersebut dalam menghasilkan produknya.

Isu keselamatan kerja dan ramah lingkungan ini dapat digunakan sebagai kekuatan atau kelemahan dalam pemasaran.

1.2.3 Rumusan Masalah

Dari gambaran yang telah penulis berikan sebelumnya, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah;

- a. Apa saja jenis dari bahan bakar alternatif itu, dan berapa besar ketersediaannya di sekitar lokasi pabrik?
- b. Berapa optimasi biaya yang dapat dilakukan dengan penggunaan bahan bakar alternatif ini?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah;

- a. Memetakan jenis dan jumlah bahan bakar alternatif yang dapat digunakan oleh PT Boral Indonesia.
- b. Menjawab besarnya optimasi biaya yang dapat dilakukan dalam penggunaan bahan bakar alternatif ini.

1.4. Manfaat Penelitian

a. Pribadi

Penelitian ini adalah salah satu prasyarat penulis dalam mendapatkan gelar Magister Teknik di Universitas Indonesia. Selain itu penulis berharap bahwa tesis ini akan menambah nilai positif didalam perusahaan, karena telah menyumbangkan informasi guna kepentingan PT Boral Indonesia

b. Perusahaan

Penelitian ini diharapkan, dapat menjawab kebutuhan PT Boral Indonesia, dalam optimasi biaya produksi dengan menggunakan bahan bakar alternatif yang ada di sekitar lingkungan Pabrik

Penggunaan bahan bakar alternatif ini juga diharapkan akan meningkatkan nilai produk dalam pemasaran baik nasional maupun internasional.

c. Institusi

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat pada Universitas Indonesia, karena hasil penelitian ini dapat langsung memberi manfaat pada dunia Industri, sehingga diharapkan bahwa dimasa yang akan datang kerja sama penelitian antara Universitas dengan Dunia Industri dapat lebih terjalin, khususnya dalam pengambilan topik-topik penelitian.

1.5. Batasan Penelitian

Untuk mempersempit ruang lingkup bahasan dari penelitian ini, maka akan dilakukan beberapa pembatasan masalah sebagai berikut;

- a. Proses pengumpulan data terhadap potensi bahan bakar alternatif hanya akan difokuskan pada bahan-bahan yang ada disekitar Pabrik yang dapat diukur secara kuantitaif.
- b. *Carbon Credit* merupakan salah satu manfaat yang dapat diperoleh dalam penggunaan bahan bakar alternatif ini, tetapi tidak akan dibahas lebih lanjut dalam thesis ini.
- c. Penggunaan bahan bakar pada Power plant tidak akan dibahas didalam tesis ini, karena kemungkinan PT Boral akan menggunakan listrik dari PLN.
- d. Potensi limbah B3 tidak dibahas dalam tesis ini, karena sulitnya memperoleh data yang akurat dari industri terkait, akan jumlah dan jenisnya.
- e. Besar energi yang terkandung dalam bahan bakar alternatif hanya mengacu pada literatur yang ada dan tidak dilakukan pengujian secara khusus.

Gambaran dari batasan penelitian ini dapat digambarkan dalam Lampiran-1.

1.6. Model Operasional Penelitian

Penghematan biaya energi didalam industri semen adalah suatu hal yang sangat signifikan, karena biaya pengadaan energi ini dapat mencapai 60% dari biaya produksi.

1.7. Kesimpulan

Penghematan biaya energi didalam industri semen adalah suatu hal yang sangat signifikan, karena biaya pengadaan energi ini dapat mencapai 60% dari biaya produksi.

Untuk itu diperlukan penelitian lebih lanjut tentang jenis mesin yang dapat menggunakan bahan bakar alternatif dan jenis maupun jumlah bahan bakar alternatif yang ada disekitar Pabrik.



Universitas Indonesia

BAB 2 **LANDASAN TEORI**

2.1. Pendahuluan

Dalam penulisan landasan teori ini, penulis memulai dengan memberikan gambaran terhadap sejarah teknologi pembuatan semen dari jaman Yunani kuno hingga saat ini. Selanjutnya penulis menjelaskan 2 jenis proses pembuatan semen yaitu proses basah dan proses kering dengan segala kelebihan dan kekurangan dari masih-masing proses tersebut.

Produsen pabrik semen saat ini, kami ulas dalam topik selanjutnya, yang kami lanjutkan dengan informasi pabrik-pabrik semen yang ada di Indonesia saat ini.

Teknologi mesin pabrik semen yang dapat menggunakan bahan bakar alternatif kami bahas, agar pembaca dapat mengerti bahwa dalam penggunaan bahan bakar alternatif ini tidak dapat dilakukan langsung didalam pabrik dengan mesin standard, tetapi dibutuhkan peralatan tambahan untuk pabrik yang sudah ada, atau dibutuhkan desain khusus untuk pabrik yang akan dibangun.

Salah satu variable dalam optimasi biaya produksi adalah ketersediaan dari bahan bakar alternatif ini disekitar lokasi pabrik. Hal ini kami bahas dalam bahasan Potensi Bahan Bakar Alternatif disekitar Bayah.

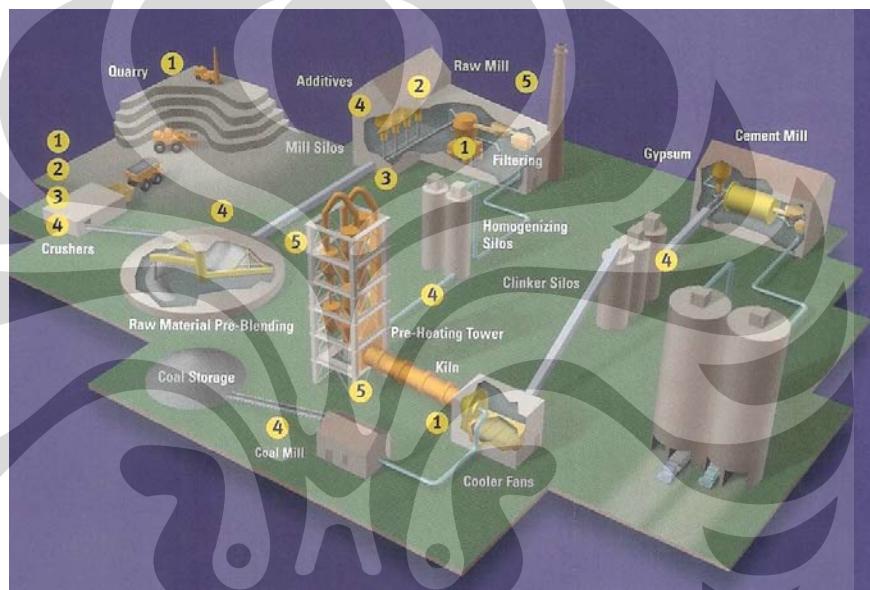
Teknologi terkini dalam penggunaan bahan bakar alternatif kami bahas sebagai varibel yang lain yang merupakan kemampuan maksimum mesin-mesin pabrik semen dengan teknologi terkini, dalam menggunakan bahan bakar alternatif ini.

Emisi udara kami bahas sepintas untuk memberikan gambaran besarnya emisi yang dihasilkan dalam proses pembuatan semen dan besarnya emisi yang dapat diperkecil dengan penggunaan bahan bakar alternatif ini.

Bab 2 ini kami akhiri dengan penelitian-penelitian yang relevan, kerangka berfikir dan kesimpulan sementara kami yang juga disebut Hipotesis

2.2. Teknologi Pembuatan Semen

Semen Portland adalah material kalsinasi yang terdiri dari kapur dan *silica* yang mana apabila dicampur dengan pasir dan batu, dengan proses *hidrasi*, membentuk material plastis yang akan melekat dan mengeras seperti material batu, beton.



Gambar 2.1 Proses produksi semen portland

2.2.1 Sejarah Teknologi Semen

Dalam sejarah peradaban manusia, penggunaan *hydraulic mortars* sudah cukup besar, tetapi mulai dihargai ketika mulai meluasnya pemakaian campuran antara *natural pozzolan* dan kapur yang dibakar, pada jaman Yunani and Romawi.

Pantheon di Roma yang dibangun pada 27 SM, adalah satu-satunya bangunan yang paling bertahan lama dari periode ini. Bangunan ini dibangun kembali pada tahun 117 – 125 Masehi dengan beton kapur pozolan dengan sebuah kubah tanpa penyokong membentang 45M. Semen Portland dikembangkan di abad 19 dan ini dikenal dikarenakan

Universitas Indonesia

kemiripannya baik warna dan karakter batu alami dari Portland Bill, dipantai Barat Daya Inggris.

Berikut ini terdapat beberapa hal yang sangat signifikan dalam sejarah pengembangan Produksi Portland semen.

- 1824 Aspdin mematenkan Portland cement
- 1845 Isaac Johnson mengetahui perlunya temperature yang tinggi untuk memproduksi C₃S, ini adalah semen pertama yang kita kenal..
- 1880s Gypsum pertama kali ditambahkan untuk mengontrol waktu pengerasan semen.
- 1885 Ransome mematenkan *rotary kiln*
- 1891 *Continous Fed Ball Mill* di patenkan
- 1928 Pengenalan *Grate Preheater Kiln* (Lepol) oleh Polysius menyediakan pengembangan utama terbesar dalam efisiensi pemanasan dari sebelumnya *long wet kiln*.
- 1930s *Roller Mill* pertama kali diaplikasikan pada pabrik semen; Berkembang lebih maju setelah tahun 1960
- 1930s Pengenalan *roll press*; yang kemudian berkembang lebih maju setelah tahun 1980.
- 1932 *Cyclone preheater kiln* dipatenkan, dengan pengembangan secara komersial oleh KHD mulai tahun 1951
- 1937 Pengenalan oleh Fuller tentang *grate cooler*.
- 1950s Pengenalan *Mechanical Separator*.
- 1960 Pengenalan oleh KHD tentang *Bypass Kiln* untuk memungkinkan penggunaan bahan mentah yang memiliki kandungan volatilitas tinggi.
- 1966 Pengenalan Pra-kalsinasi dengan pengenaan udara awal melalui penembakan bertingkat.
- 1970s Pengenalan pada separator dengan efisiensi yang tinggi
- 1973 Pengenalan oleh IHI tentang *flash calciner* dengan saluran udara yang ketiga.¹⁸

Tabel 2.1 Pemakaian semen Portland di dunia

	Permintaan Semen	Populasi Dunia	Per Kapita
1910	30 juta ton/tahun	1,5 milyar	20 kg
1925	150 juta ton/tahun	2,0 milyar	75 kg
1940	400 juta ton/tahun	2,2 milyar	180 kg
1955	600 juta ton/tahun	2,7 milyar	220 kg
1974	1000juta ton/tahun	4,0 milyar	250 kg
2000	1500juta ton/tahun	6,0 milyar	250 kg

Sumber; Philip A Alshop, et al., The Cement Plant Operations Handbook (United Kingdom: Tradeship Publications Ltd, 2005)

Ini menunjukkan kenaikan rata-rata jangka panjang sekitar 2-3 % per tahun dengan kecepatan sedikit dibawah 4 % untuk beberapa dekade terdahulu.

Tabel 2.2 Produksi dan Kapasitas Semen Dunia

	<u>World Production and Capacity:</u>		<u>Cement production</u>		<u>Yearend clinker capacity*</u>	
	<u>2002^b</u>	<u>2003^c</u>	<u>2002</u>	<u>2003</u>	<u>2002</u>	<u>2003</u>
United States (includes Puerto Rico)	691,300	92,600	6101,000	103,000		
Brazil	39,500	40,000	45,000	45,000		
China	6705,000	750,000	700,000	730,000		
Egypt	23,000	26,000	35,000	35,000		
France	20,000	20,000	22,000	22,000		
Germany	30,000	28,000	31,000	31,000		
India	100,000	110,000	120,000	120,000		
Indonesia	33,000	34,000	50,000	50,000		
Iran	30,000	31,000	30,000	33,000		
Italy	40,000	40,000	46,000	46,000		
Japan	671,800	72,000	80,300	80,000		
Korea, Republic of	655,500	56,000	62,000	62,000		
Mexico	631,100	31,500	40,000	40,000		
Russia	637,700	40,000	65,000	65,000		
Saudi Arabia	21,000	23,000	24,000	24,000		
Spain	42,500	40,000	40,000	40,000		
Thailand	631,700	35,000	47,000	50,000		
Turkey	632,600	33,000	35,000	35,000		
Other countries (rounded)	360,000	360,000	330,000	340,000		
World total (rounded)		1,800,000	1,860,000	1,900,000		1,950,000

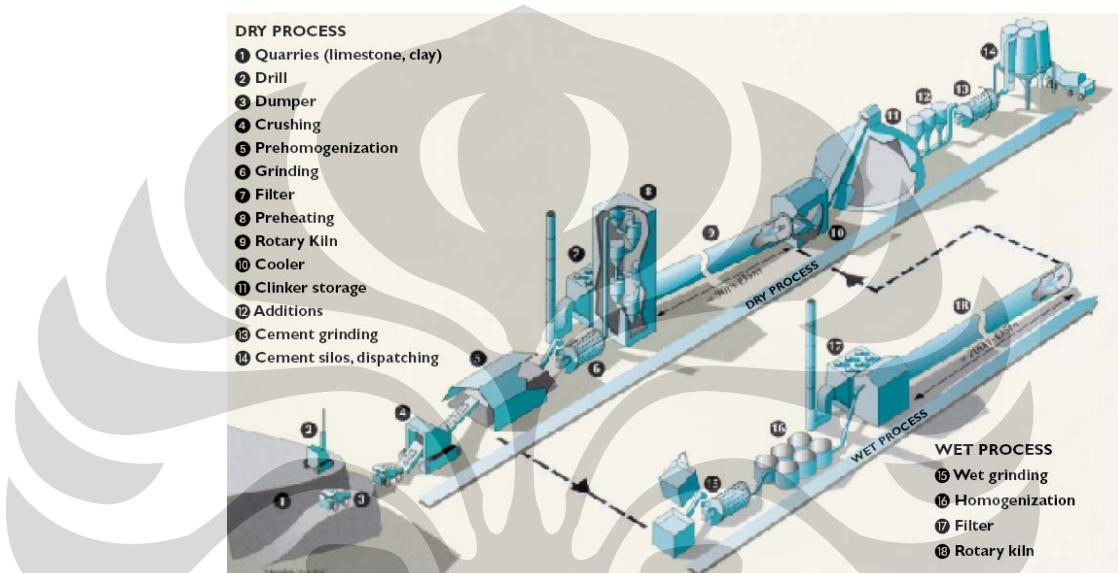
Sumber; U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2004

2.2.2 Proses Pembuatan Semen

Pada dasar ada 2 teknologi pembuatan semen, yaitu proses basah dan proses kering. Teknologi pembuatan semen dengan proses basah,

Universitas Indonesia

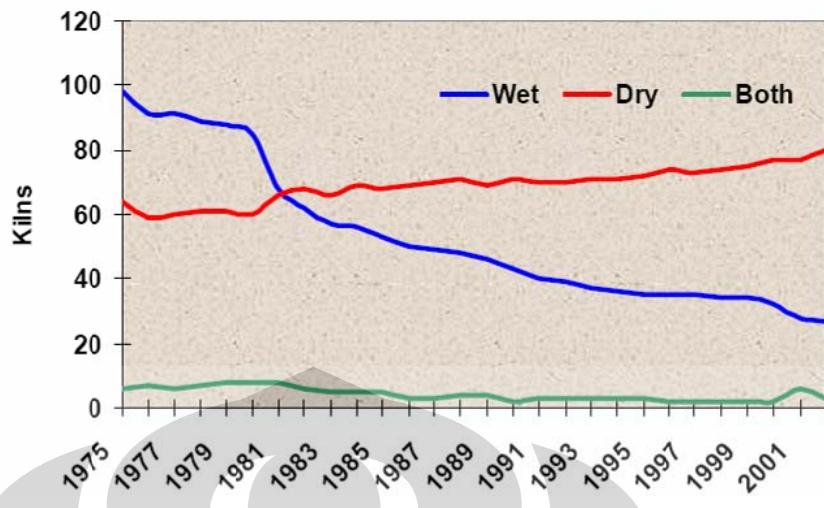
umumnya dilakukan hingga tahun 80-an, yang kemudian semua pabrik semen mulai beralih ke proses kering. Penyebab utama dari perpindahan pemilihan teknologi ini, karena teknologi semen dengan proses kering dapat menghemat biaya energi dalam proses produksinya.



Gambar 2.2 Proses basah dan proses kering dalam pembuatan semen

Sumber; Alternative Fuels in cement Manufacture, Technical and Environment Review, CEMBUREU Association Europeene du Ciment , The European Cement Association, April 1997.

Dari studi terhadap konversi beberapa Kiln di Amerika pada tahun 80-an, jumlah bahan bakar yang dapat dihemat adalah 2,9 GJ/t, dimana energi yang dibutuhkan untuk membuat semen dengan proses basah adalah 6,0 GJ/t. Penghematan ini menunjukkan tingkat penurunan biaya produksi yang sangat signifikan. (*Ernest Orlando Lawrence, Berkeley National Laboratory*)

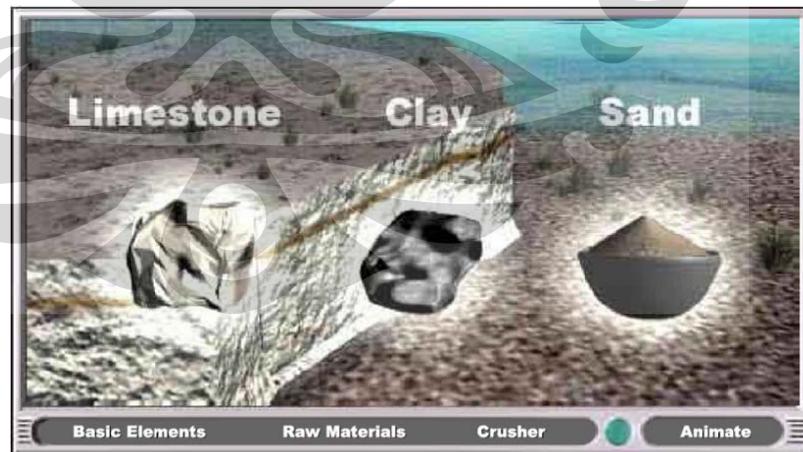


Gambar 2.3 Perkembangan jumlah Kiln berdasarkan prosesnya

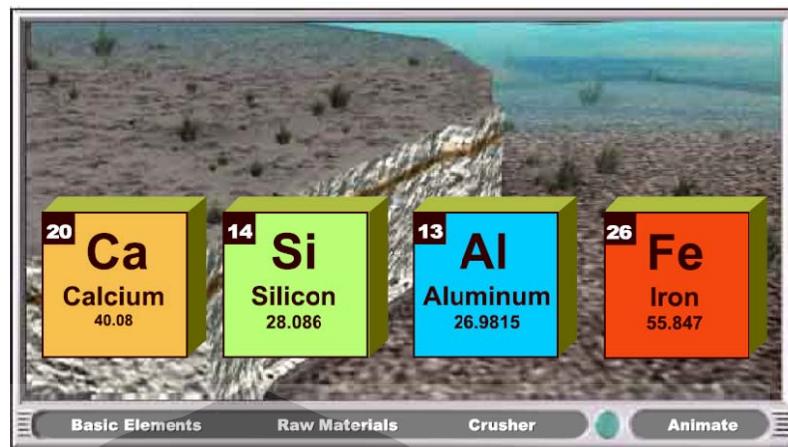
Sumber; USGS Mineral survey (data survey di tahun 1975 – 2002)

2.2.2.1. Proses Kering¹⁸

Pertama-tama, bahan baku diambil dari *Quarry*, baik dengan peledakan terlebih dahulu, maupun dengan cara pengambilan langsung. Adapun bahan baku pembuatan semen adalah sebagai berikut;



Gambar 2.4 Bahan baku semen
Sumber; www.sireninteractive.com



Gambar 2.5 Unsur dasar dalam pembuatan klinker

Sumber: www.sireninteractive.com

Selanjutnya material ini dimasukkan ke dalam *Crusher* untuk mengecilkan ukuran bahan baku menjadi 20 mm, sesuai dengan standar *Raw Mill*.



Gambar 2.6 Proses pengecilan ukuran di Crusher

Sumber: www.sireninteractive.com

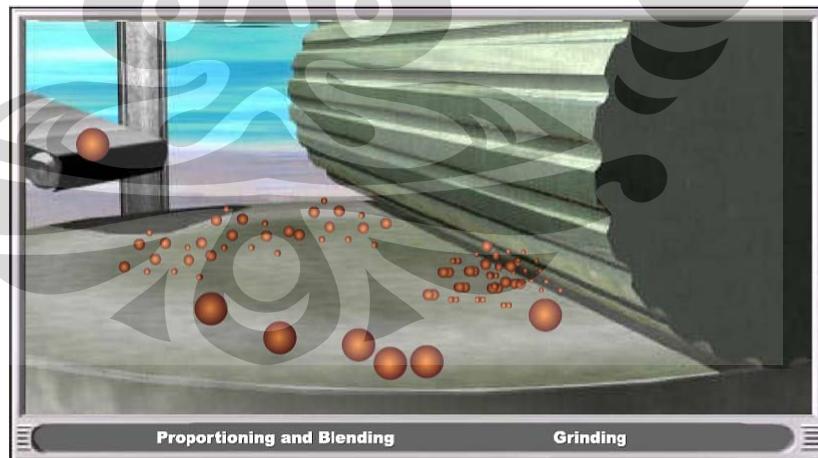
Dari *Crusher*, bahan baku lalu dikeringkan hingga kelembaban maksimumnya 15%. Pengeringan awal mungkin dibutuhkan untuk beberapa bahan baku, sebelum dimasukkan ke dalam *Crusher*. Tahap selanjutnya adalah pencampuran awal, dimana bahan baku yang ada akan ditakar sesuai dengan disain yang dibutuhkan.



Gambar 2.7 Proses penakaran bahan baku

Sumber; www.sireninteractive.com

Bahan baku yang sudah ditakar tersebut, selanjutnya dihaluskan dengan menggunakan *Raw Mill*, hingga ukurannya menjadi $15\% + 170\# (88\mu)$ dan $1,5-2,5\% + 50\# (300\mu)$. Ukuran optimal ini diberikan, karena apabila partikel tersebut terlalu halus, akan meningkatkan kadar debu pada gas buangan, sementara partikel yang terlalu besar akan sangat sulit untuk mencapai *Kiln*.



Gambar 2.8 Proses penggilingan bahan baku

Sumber; www.sireninteractive.com

Selanjutnya, bahan baku ini akan dipanaskan didalam *Pre-Heater*, sebelum mencapai *Kiln*. Pemanasan ini mulai

Universitas Indonesia

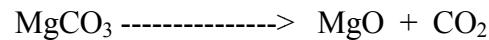
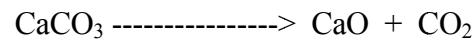
350°C, hingga 1000°C, sebelum memasuki *Kiln*. Pada beberapa tipe *Pre-Heater*, khususnya untuk *Kiln* dengan kapasitas besar, proses kalsinasi terjadi di *Pre-Heater*.



Gambar 2.9 Proses pemanasan awal di Pre-Heater
Sumber: www.sireninteractive.com

Dari *Pre-Heater*, selanjutnya bahan baku tersebut dipanaskan didalam *Rotary Kiln*, dengan suhu yang dapat mencapai 1700°C. *Rotary Kiln* adalah tanur bakar yang berputar secara horisontal. Pada *Rotary Kiln* inilah terjadi proses sinterasi yang selanjutnya terjadi proses klingkerisasi.

Pada proses ini, CO₂ dari kalsium karbonat akan diuapkan (kalsinasi), sehingga karbonat - karbonat akan berubah menjadi oksida-oksida:



Bahan baku ini selanjutnya menjadi Klingker.



Gambar 2.10 Proses pembakaran di Kiln
Sumber; www.sireninteractive.com

Klingker ini selanjutnya di dinginkan di dalam ruang pendingin, yang disebut *Cooler*. Pada proses pendinginan ini, panas yang dihasilkan dalam ruang pendingin, akan disalurkan ke *Pre-Heater* sebagai energi untuk memanaskan Bahan baku.



Gambar 2.11 Proses pendinginan klingker
Sumber; www.sireninteractive.com

Dari *Cooler*, selanjutnya klinker akan ditempatkan/disimpan didalam tempat penumpukan klinker yang disebut *Clinker Silo*, atau *Clinker Dome*, sebelum kemudian di campur *Gypsum* dan di giling dengan menggunakan *Cement Mill*. *Cement Mill* ini pada dasarnya

Universitas Indonesia

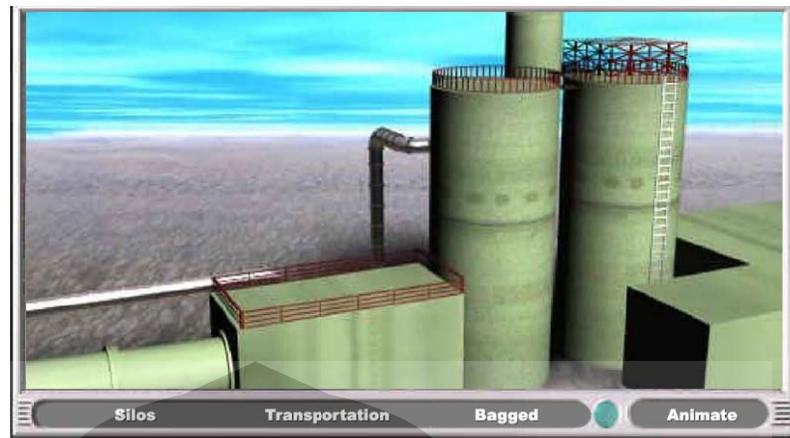
ada 2 jenis, yaitu *Vertical Mill*, dan *Horisontal Ball Mill*, tergantung dari produsen mesinnya. Hasil dari pencampuran dan penggilingan inilah yang disebut Semen, dimana jenisnya dapat bermacam-macam, tergantung material apa yang dicampur dengan klinker tersebut, misalnya *Gypsum*, *Limestone*, *Pozzolan*, atau *Fly Ash*.



Gambar 2.12 Pengecilan ukuran klingker, sekaligus pencampuran dengan Gypsum

Sumber; www.sireninteractive.com

Semen ini selanjutnya akan disimpan didalam *Cement Silo*, yang kemudian dapat di jual dalam bentuk curah (*Bulk*) atau semen kantong (*Bag*).



Gambar 2.13 Penyimpanan semen di Silo
Sumber; www.sireninteractive.com

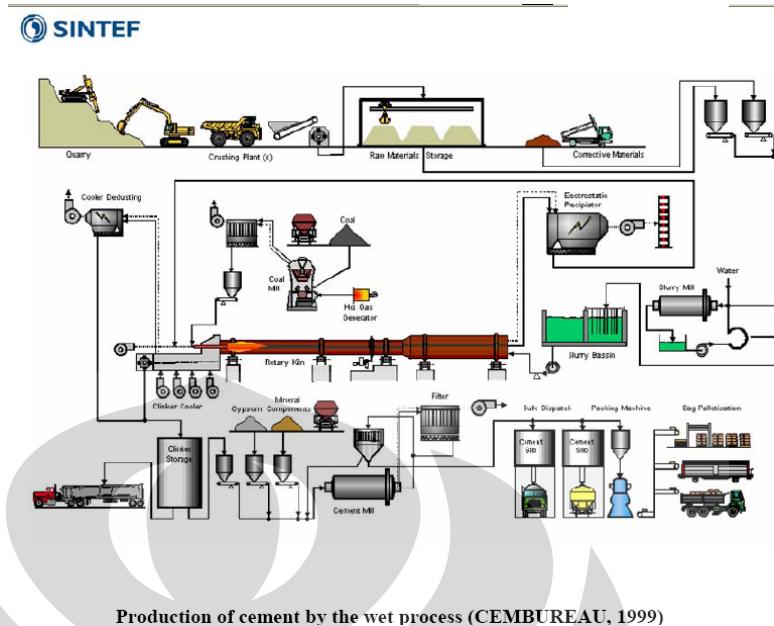


Gambar 2.14 Pengantongan semen
Sumber; www.sireninteractive.com

2.2.2.2. Proses Basah

Dalam proses basah, bahan baku dimasukkan ke dalam pencampuran material basah (*Wet grinding*), yang kemudian dikumpulkan didalam tangki pencampuran (*Homogenization*). Selanjutnya campuran dalam bentuk bubur ini, dimasukkan ke dalam *Kiln* dengan kandungan air antara 30-40%.

Umumnya bentuk *Kiln* untuk proses basah ini adalah *Long Kiln*.



Gambar 2.15 Proses produksi semen dengan cara basah
Sumber; CEMBUREAU, 1999

Dari *Kiln* ini, selanjutnya bahan baku telah menjadi *Klingker*, dan proses selanjutnya adalah sama dengan proses kering hingga menjadi *Semen*.

2.2.3 Produsen Penghasil Mesin Pembuat Semen di Dunia

Saat ini didunia, produsen mesin pabrik pembuat semen ada yang berasal dari Jepang, Cina, Denmark, Jerman, dan Perancis. Tetapi pada umumnya didominasi oleh negara-negara Eropa. Hal ini disebabkan karena riset dan perkembangan teknologi di Eropa sangat cepat, ditambah dengan jumlah penjualan dari mesin pabrik penghasil semen yang didominasi oleh mereka.

Produsen 6 besar dalam industri mesin pabrik semen saat ini adalah;

2.2.3.1. FLSmidth

Perusahaan ini berawal pada bulan January 1882, disaat Frederik Laessoe Smidth mendirikan bisnis jasa *Engineering* di Denmark. Pada awalnya bisnis ini bergerak

dalam peralatan pembuatan bata dan keramik. Tahun 1887, 2 orang *engineer* Poul Larsen dan Alexander Foss bergabung sebagai partner sehingga nama perusahaan ini menjadi F.L.Smidth & Co. Mereka akhirnya membangun Pabrik semen pertama di dekat kota Limhamn Swedia pada tahun ini, dan selanjutnya jumlah pegawainya terus berkembang dimana kantornya berpindah ke pusat Copenhagen hingga tahun 1956. Setelah tahun 1956 kantor mereka pindah ke Valby hingga saat ini.

Tahun 1893 mereka menemukan *tube mill* yang disusul dengan penemuan *Rotary Kiln* pada tahun 1898. Penemuan demi penemuan terhadap pengembangan mesin pembuat semen terus dilakukan hingga saat ini, kurang lebih sudah 125 tahun FLSmidth berkreasi di Industri mesin pembuat semen.

Keberhasilan ini ditandai dengan pembangunan *Cement Production line* terbesar didunia dengan kapasitas 12,000 tonnes/hari milik Holcim.

Saat ini lebih dari 650 dari 9.000 orang terlibat dalam pengembangan inovasi teknologi masa depan didalam perusahaan ini.



Aalborg Portland Cement Plant

Gambar 2.16 Pabrik semen pertama, 1889
Sumber; FLS Website, <http://www.flsmidth.com>



Gambar 2.17 Salah satu Rotary kiln terpanjang, 232 m x
7.6 m diameter, dibangun oleh F.L.Smidth tahun 1964
untuk Dundee Clarksville, USA
Sumber; FLS Website, <http://www.flsmidth.com>



Gambar 2.18 Hotdisc 2000, Teknologi terkini FLS dalam penggunaan Bahan Bakar Alternatif
Sumber; FLS Website, <http://www.flsmidth.com>

2.2.3.2. KHD Hunboldt Wedag

KHD Hunboldt Wedag GmbH didirikan pada tahun 1856 di Jerman. Pendirian perusahaan ini diperuntukkan dalam desain dan pembangunan pabrik yang memproduksi atau memproses semen, batubara, klingker, logam dasar dan mineral-mineral berharga.

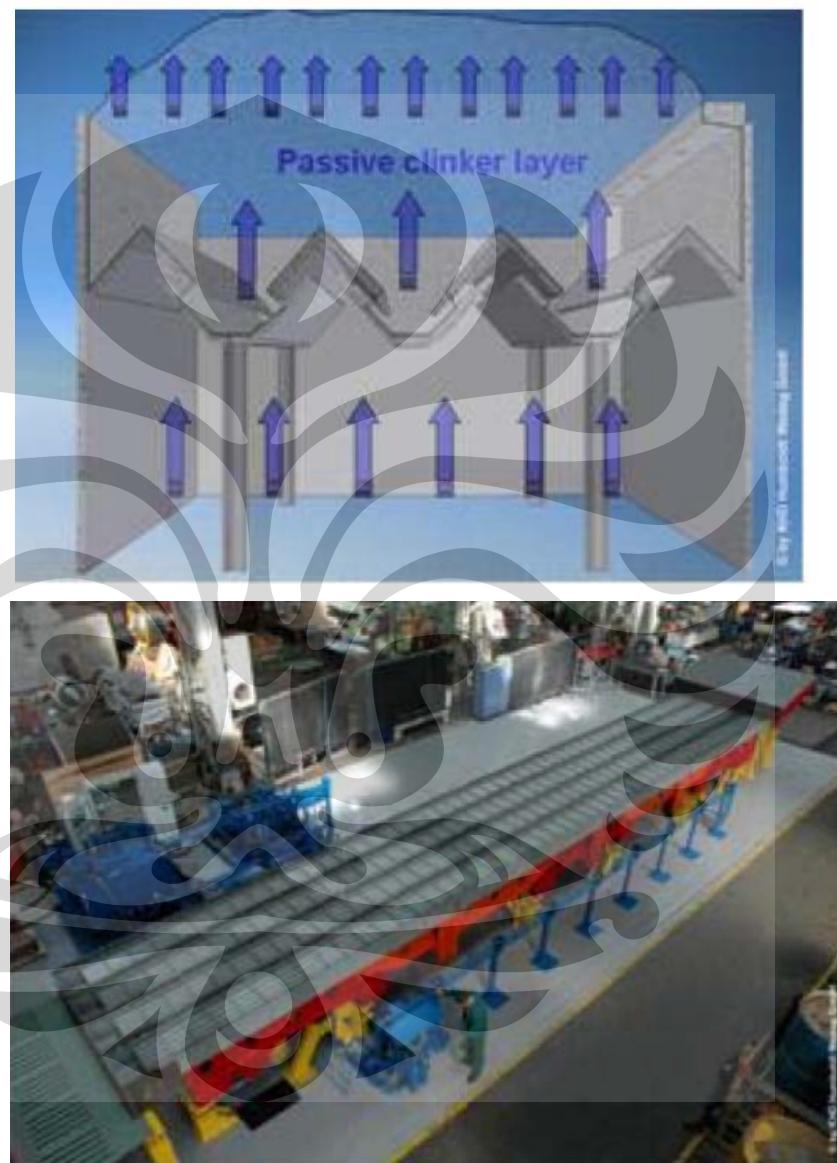
Saat ini, perusahaan ini memiliki lebih dari 900 karyawan yang tersebar diseluruh dunia, dan mempunyai kegiatan operasional di India, Cina, Rusia, Timur Tengah, Australia, Afrika dan Amerika.

Mulai tanggal 1 November 2005, perusahaan ini berganti nama menjadi MFC Bancorp Ltd, dan sahamnya dijual di bursa saham Nasdaq dengan simbol “MXBIF”.

Pada awal tahun ini, KHD memenangkan kontrak dalam proyek EPC pembangunan Pabrik Semen dengan kapasitas 10.000 ton per hari untuk Jaipee Cement Limited di New

Delhi, India. Pada proyek ini, KHD bekerjasama dengan Humboldt Wedag India.

Kiln dengan kapasitas 10.000 ton per hari, merupakan salah satu kiln terbesar di dunia.



Gambar 2.19 Salah satu teknologi dari KHD dalam pendinginan klingker yaitu PYROFLOOR clinker cooler
Sumber; FLS Website, <http://www.flsmidth.com>

2.2.3.3. Polysius

Pada saat musim semi tahun 1859, seorang kepala masinis bernama Andreas Ernst Gottfried Polysius membuka bengkel pribadi di Dessau Jerman, yang merupakan awal terbentuknya Polysius AG saat ini.

Tahun 1870, dia mendirikan G Polysius Iron Foundry dan jasa *engineering*, yang dengan cepat menjadi perusahaan disain yang disegani dan memproduksi *Mills* yang berkualitas tinggi untuk industri material konstruksi.

Tahun 1898, perusahaan ini membangun *Rotary Kiln* yang pertama di Eropa, dan pada tahun 1907 perusahaan ini membangun pabrik semen terpadu di Mesir.

Perusahaan ini terus berkembang pesat dalam memproduksi pabrik semen, dan mengalami perubahan nama menjadi Polysius GmbH pada tahun 1949.

Tahun 1971, Fried Krupp GmbH mengambil alih sebagian besar saham dari Polysius dan tahun 1999 Krupp merger dengan Thyssen Group menjadi Thyssen Krupp AG.



Gambar 2.20 Gambar bengkel Andreas Ernst Gottfried Polysius

Sumber; FLS Website, <http://www.flsmidth.com>



Gambar 2.21 Stan pameran International Polysius 1893
Sumber; FLS Website, <http://www.flsmidth.com>

Pada Januari 2007, perusahaan ini telah melakukan *Comissioning* untuk 10.000 ton per hari Pabrik Semen milik Yamama Saudi Cement Co. Ltd di Riyad, Saudi Arabia.

Dengan tinggi 165 meter, *Cyclone Preheater* yang baru ini lebih tinggi dari seluruh *Preheater Tower* di dunia. *Rotary Kiln* dari pabrik ini berdiameter 6 meter, dengan panjang 90 meter. Pabrik ini dapat menghasilkan 810 ton semen per jam.

2.2.3.4. FCB Ciment

FCB.ciment terbentuk pada awal abad 19, ketika akusisi dilakukan oleh Compagnie de Fivesi Lille (CFL) pada tahun 1933 terhadap aktivitas dan produk dari Societe des Etablissements Dalbouze & Brachet, yaitu perusahaan yang didirikan di Puteaux (Perancis) dan mempunyai spesialisasi untuk memasok peralatan pabrik semen.

Perusahaan ini pada tahun 1953 – 1972 telah membangun 4 *Kiln* di Belgia, dan tercatat sebagai yang terbesar pada masa itu.

Universitas Indonesia

Pada tahun 1957-1958 FCB.ciment berhasil menyelesaikan pembangunan 9 pabrik semen di Turki, Irak dan Brasil.

Pada tahun 1973 perusahaan ini merger dengan Babcock Atlantique. Sambil mengembangkan teknologinya dalam bidang proses kering, FCB mengembangkan pengalamannya menjadi *Turnkey Contractor* dengan membangun pabrik semen kapasitas 3.000, 3.200 ton per hari di Libia, Irak, Algeria, Tunisia, Maroko Mesir.

Agar semakin dekat dengan pasar yang sudah terbentuk ini, pada tahun 2000, dibentuklah FCB.Ciment dari FCB devisi Semen.

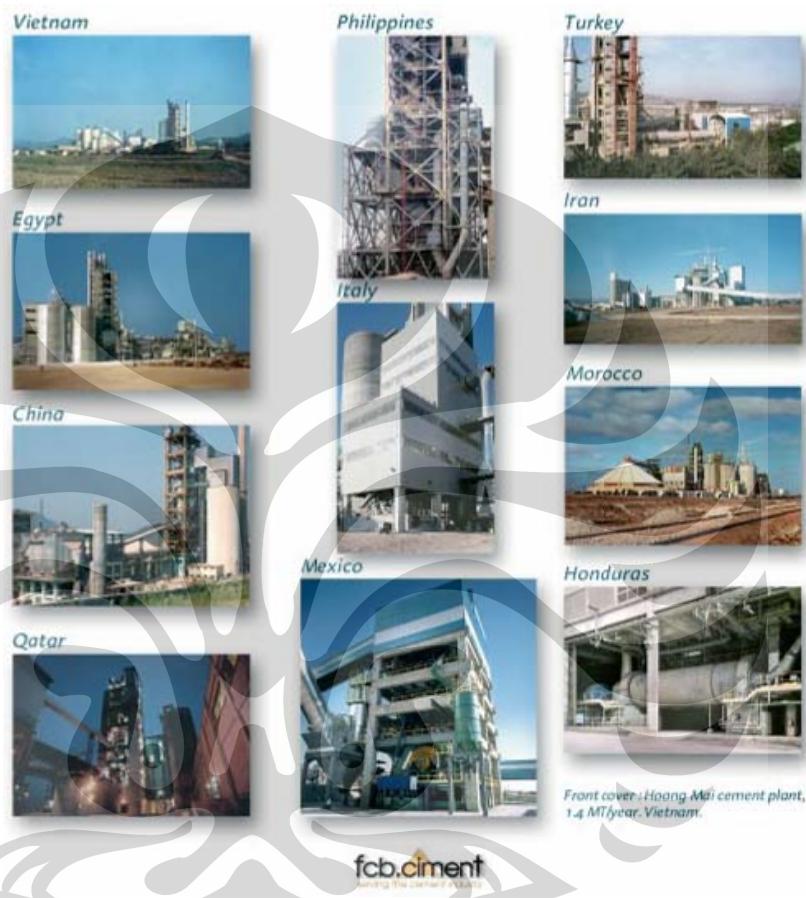


Gambar 2.22 Salah satu proyek semen FCB
Sumber; fcb Website, <http://www.fcb-ciment.com>

Tiga perusahaan didalam grup didedikasikan untuk pasar semen, yaitu; **Pillard** (Pemimpin pasar untuk *Clean combustion* pada *Rotary Kiln* atau untuk pengeringan);

Universitas Indonesia

Solios Environnement Inc. (Montreal), yaitu pemasok peralatan untuk *Dust Removal* dan *Treatment of Gaseous emissions*; **FCB.Ciment**, pemasok pabrik terpadu dan peralatan untuk industri semen dan proses mineral.



Gambar 2.23 Proyek-proyek Fcb.ciment
Sumber; fcb Website, <http://www.fcb-ciment.com>

2.2.3.5. Sinoma

Sinoma International Engineering Co. Ltd (Sinoma International) didirikan pada bulan Desember 2001. Perusahaan ini merupakan perusahaan terbuka yang sahamnya tercatat pada Bursa Saham Shanghai.

Sinoma International menangani proyek-proyek domestik (dalam negeri Cina) dan International. Project tersebut

Universitas Indonesia

meliputi *Engineering Consultant, Engineering Design, Construction, Erection, Equipment Manufacturing, supply, Commisioning dan Maintenance.*

Banyak pabrik semen yang telah dibangun oleh Sinoma International di lebih dari 30 negara, diantaranya Eropa, Asia, Afrika dan Amerika.

Pada tanggal 17 Juni 2007, Sinoma International menyelesaikan pabrik semen dengan kapasitas 10.000 ton per hari milik United Cement Company di Uni Emirat Arab.

Pabrik dengan kapasitas 10.000 ton klinker per hari ini, merupakan desain dari Sinoma International.

Kesuksesan dalam menyelesaikan pembangunan pabrik semen dengan kapasitas 10.000 ton klingker perhari ini, membuktikan bahwa kualitas material, teknologi dan peralatan di Cina dapat menghentikan monopoli perusahaan-perusahaan Eropa, dalam memproduksi pabrik semen dengan kapasitas besar. Khususnya dalam hal disain dan pabrikasi *Rotary Kiln*, merupakan gebrakan yang dramatis.



Sinoma International Engineering Co. Ltd. (Sinoma International) and Nigeria Dangote Group performed the signing ceremony for 7×6000TPD cement production line EPC project and 4×6000TPD & 2×3000TPD cement production line project on 29 th , Feb. 2008. The governors of Nigeria and representatives from Dangote Group and Sinoma participated in t...

Gambar 2.24 Penandatanganan proyek pabrik semen dengan Nigeria Dangote Group tanggal 29 Pebruari 2008
Sumber; Sinoma Website, <http://www.sinoma.com.cn/>

2.2.3.6. Citic Heavy Machinery Co., Ltd.

Citic Heavy Machinery Co. Ltd. Adalah salah satu perusahaan pabrikasi mesin-mesin berat yang terbesar di Cina, yang didirikan pada tahun 1956. Bisnis utama dari perusahaan ini adalah memasok peralatan kontrol otomatis dan mekanik secara lengkap untuk keperluan industri dasar seperti Tambang Batu Bara, Proses material Konstruksi, lingkungan Hidup, konservasi air, pembangkit listrik.

Modal yang dimiliki saat ini adalah USD 102.000.000, dengan penjualan per tahun mencapai USD 85.000.000 dan total karyawan sebanyak 20.000 orang.

CITIC telah memasarkan hasil produksinya ke Amerika Utara, Eropa Barat, Asia Timur, Asia Tenggara, Asia Selatan, Australia/New Zealand, dan Afrika Timur/Tengah.¹¹



Citic Heavy Machinery Co., Ltd.

Gambar 2.25 Kawasan industri CITIC Co.Ltd
Sumber; CITIC Website, <http://www.cementchina.net>

2.2.4 Pabrik-pabrik semen di Indonesia



Gambar 2.26 Pabrik-pabrik semen di Indonesia
Sumber PT Boral Indonesia

Universitas Indonesia

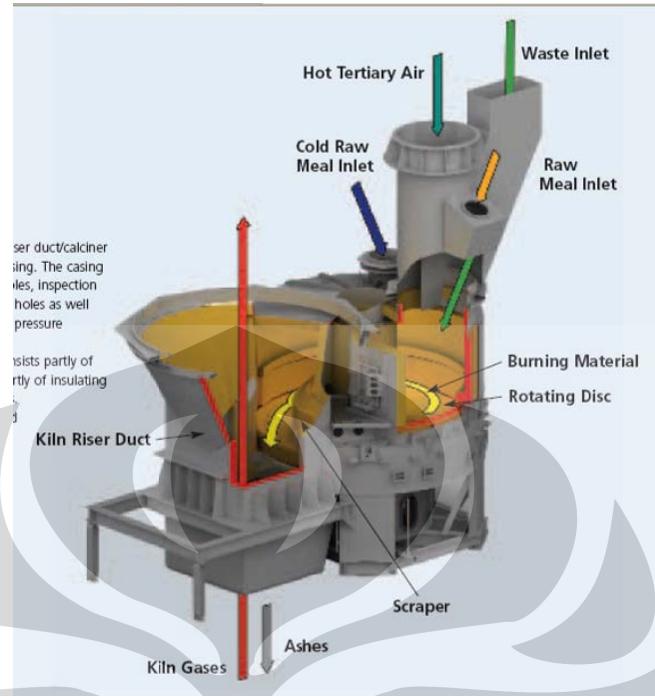
2.2.5 Teknologi terkini mesin proses semen yang dapat menggunakan bahan bakar alternatif (Matriks)

Tabel 2.3 Teknologi terkini

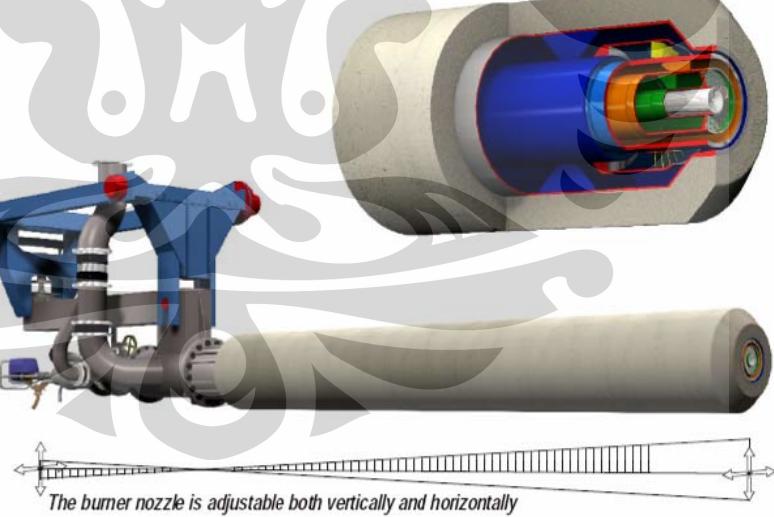
Teknologi terkini mesin proses semen yang dapat menggunakan bahan bakar alternatif

KILN	FLSmidth	KHD	FCB
Tambahan alat yang dibutuhkan	GUNNAX / TIRE GUNNAX	PYROSTREAM JET BURNER	
Persentasi maksimum bahan bakar batubara yang dapat digantikan oleh Bahan Bakar Alternatif sesuai briosur/teori.	30%	30%	30%
Persentasi maksimum bahan bakar batubara yang dapat digantikan oleh Bahan Bakar Alternatif aktual/terpasang	??	15% ??	
Jenis bahan bakar	Ban bekas	Animal Meal (AM), Liquid Hazardous Waste (LHW)	Liquid waste
UKURAN bahan bakar alternatif	Ban bekas utuh	< 1 mm	
PRE-HEATER			
Tambahan alat yang dibutuhkan	HOT DISC REACTOR	PYROCLON Calciner	Hot spot precalciner
Persentasi maksimum bahan bakar batubara yang dapat digantikan oleh Bahan Bakar Alternatif sesuai briosur/teori.	80%	100%	50%
Persentasi maksimum bahan bakar batubara yang dapat digantikan oleh Bahan Bakar Alternatif aktual/terpasang	40%	90%	50%
Jenis bahan bakar	Ban bekas	Refused Derived Fuel (RDF), Solid Hazard Waste (SHW)	Tire, Waste oil
UKURAN bahan bakar alternatif	200-300 mm	< 50 mm	< 50 mm

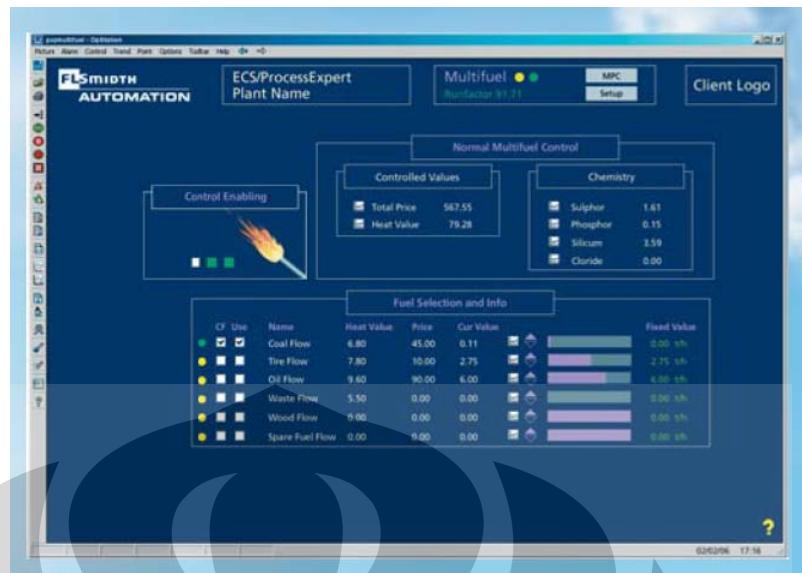
Sumber: FLS brochures; KHD brochures; FCB brochures; Lars-André Tokheim (2006). Burning chamber installation for increased use of alternative fuels at Norcem Brevik, Norway. Diakses 21 Februari 2008 dari Telemark Open Research Archive



Gambar 2.27 *Hot Disc Reactor* dari FLS di area *Calciner*
 Sumber; FLS Website, <http://www.flsmith.com>

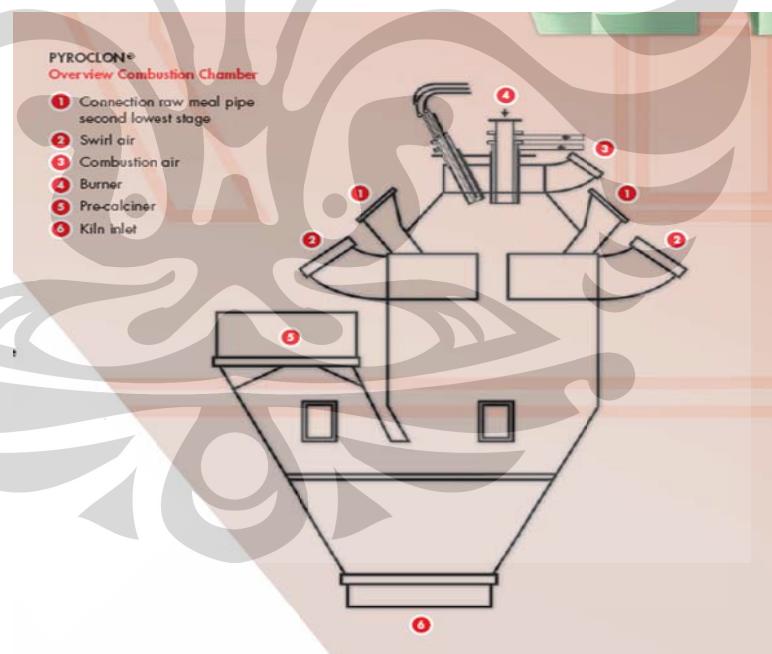


Gambar 2.28 Burner Nozzle dari FLSmith
 Sumber; FLS Website, <http://www.flsmith.com>



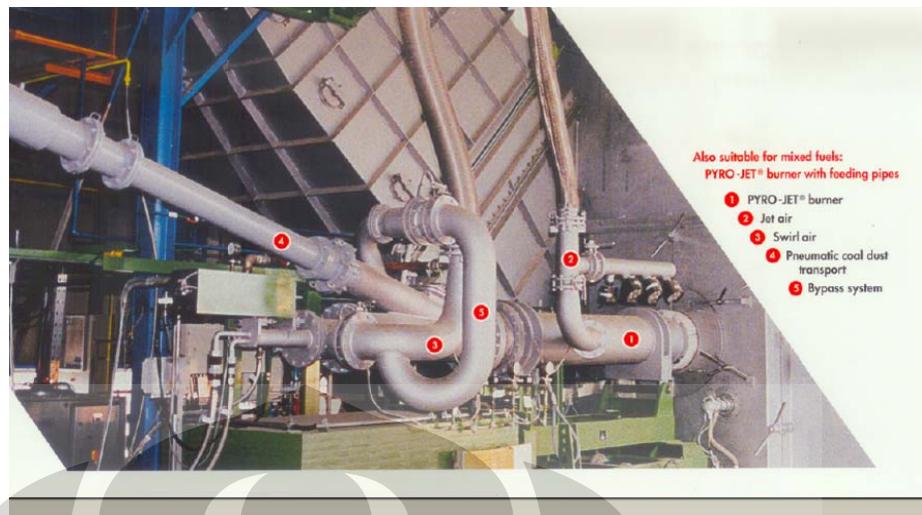
Gambar 2.29 Sistem control FLS dalam penggunaan alternatif bahan bakar yang beragam.

Sumber; Brosur FLS



Gambar 2.30 Teknologi pembakaran KHD untuk bahan bakar alternatif, di area *Calciner*

Sumber; Brosur KHD



Gambar 2.31 Teknologi *Jet Burners* pada *Rotary Kiln*
dari KHD untuk bahan bakar yang beragam
Sumber; Brosur KHD

2.2.6 Biaya investasi Pabrik Semen

Biaya investasi pabrik semen pada dasarnya dapat dikategorikan berdasarkan darimana asal teknologinya, atau pabriknya. Dalam hal ini dapat digambarkan, untuk pabrik dengan kapasitas minimum 1,5 juta ton per tahun, dengan asumsi tanpa perumahan dan infrastruktur pendukung, besar investasi yang dibutuhkan adalah;

Tabel 2.4 Tabel investasi pabrik semen per ton kapasitas

NO	PRODUKSI DARI NEGARA	US\$/TON
1	Eropa Barat & Jepang untuk Pabrik dan peralatannya	125 – 150
2	India	80-90
3	China	50-60

Sumber; Latin Cement Industri, Looking ahead, October 2004

Agar Pabrik Semen PT Boral Indonesia dapat menggunakan bahan bakar alternatif semaksimal mungkin, maka diperlukan tambahan investasi untuk beberapa komponen mesin tambahan. Dari korespondensi penulis dengan produsen Pabrik Semen, biaya investasi tambahan yang dibutuhkan adalah berkisar antara 18 – 22 juta Euro.

2.2.7 Bahan bakar alternatif

Jenis-jenis bahan bakar yang dapat digunakan dalam proses produksi semen, sangatlah beragam. Bahan bakar tradisional yang digunakan, adalah gas, minyak dan batubara. Bahan bahan seperti minyak/oli bekas, plastik, ban bekas limbah cair cukup sering digunakan di industri semen.

Tabel 2.5 Pilihan berbagai jenis alternatif bahan bakar untuk Industri Semen

Bahan Bakar Limbah Cair	Aspal, limbah kimia, residu hasil destilasi, pelarut bekas, oli/minyak bekas, limbah petrokimia, endapan minyak, limbah cat, minyak cair, bubur aspal.
Bahan Bakar Limbah Padat	<i>Petroleum coke (petcoke)</i> , limbah kertas, residu karet, endapan/kotoran kertas, ban bekas, residu plastik, bungkus baterai, limbah kayu, sampah domestik, sekam padi, limbah padat minyak, kulit kacang, endapan limbah
Limbah Gas	<i>Landfill gas, pyrolisys gas</i>

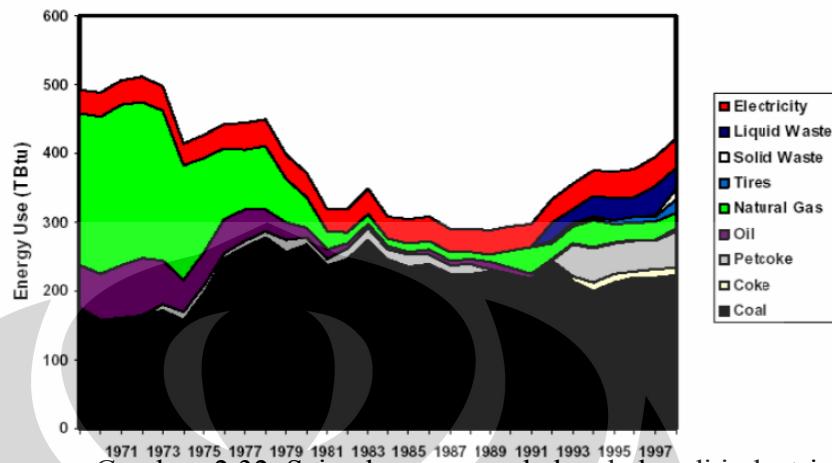
Sumber; Ursula Kääntee, et al., "Cement Manufacturing Using Alternative Fuels and The Advantages of Process Modelling". Project of World Business Council for Sustainable Development. Diakses 21 Pebruari 2008 dari World Business Council for Sustainable Development

Tabel 2.6 Komposisi kimia bahan bakar alternatif dalam Industri Semen

	BITUMINOUS COAL	PET COKE	MEAT & BONE MEAL	SEWAGE SLUDGE	CAR TYRE RUBBER	COAL PETCOKE MIX
C (%wt, dry)	66.6	89.5	42.1	42.9	87.0	75.1
H (%-wt, dry)	3.99	3.08	5.83	9.00	7.82	4.2
N (%-wt, dry)	1.07	1.71	7.52	1.84	0.33	1.7
S (%-wt, dry)	1.22	4.00	0.38	0.12	0.80	3.00
O (%-wt, dry)	8.85	1.11	15.3	27.2	1.81	4.9
Ash (%-wt, dry)	18.4	0.50	28.3	17.9	2.20	11.1
Volatiles (%-wt)	28.3	10.0	64.5	85.0	66.6	20.0
C-fix (%-wt)	47.9	89.5	7.20	5.00	31.1	69.2
H2O (%-wt)	2.35	1.50	8.09	5.20	0.73	1.30
LHV (MJ/kg)	25.3	33.7	16.2	15.8	35.6	29.71
HHV (MJ/kg)	26.2				37.3	28.97

Sumber; Ursula Kääntee, et al., "Cement Manufacturing Using Alternative Fuels and The Advantages of Process Modelling". Project of World Business Council for Sustainable Development. Diakses 21 Pebruari 2008 dari World Business Council for Sustainable Development

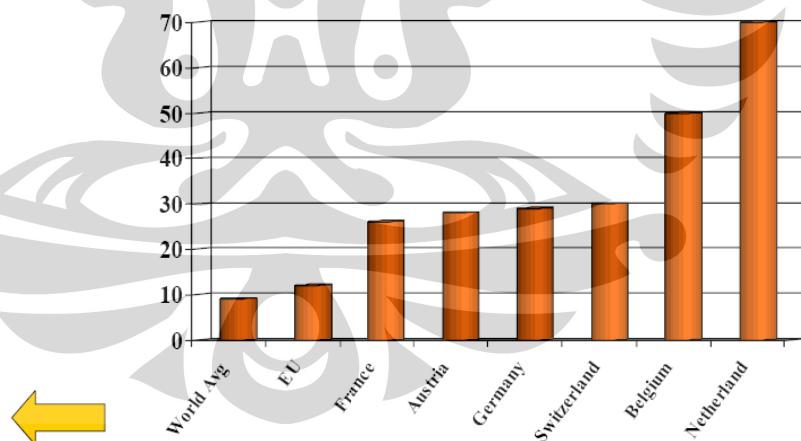
Sejarah penggunaan campuran bahan bakar alternatif di Industri Semen Amerika adalah sebagai berikut;



Gambar 2.32 Sejarah campuran bahan bakar di industri semen Amerika

Sumber; Woorel E and C. Galitsky. Energy Efficiency Improvement Opportunities for cement making, Lawrence Berkely National Laboratory, January 2004, LBNI-54036

Thermal Energy Substitution by Alternate Fuels, Worldwide-2002 (%)



Gambar 2.33 Substitusi energi dengan bahan bakar alternatif di dunia – 2002.

Sumber; Ambuja Cements

2.3. Potensi Bahan Bakar Alternatif Disekitar Bayah

Kecamatan Bayah dengan luas area meliputi 15.643 Ha, memiliki 9 desa yang secara administrasi berbatasan dengan;

- a. Sebelah Utara : Kecamatan Cibeber
- b. Sebelah Selatan : Samudera Indonesia
- c. Sebelah barat : Kecamatan Panggarangan
- d. Sebelah Timur : Kabupaten Sukabumi.

Kecamatan Bayah sendiri berada dalam Kabupaten Lebak, dimana Kabupaten yang terdekat dengan Kecamatan Bayah adalah Kabupaten Sukabumi dan Pandeglang.

Tabel 2.7 Potensi lahan pada 2 Kabupaten di Banten adalah sebagai berikut;

NAMA KABUPATEN	SAWAH (Ha)	TEGALAN (Ha)	PERKEBUNAN (Ha)
Lebak	43.097	44.514	144.641
Pandeglang	53.355	48.363	244.174

Sumber; RTRW Propinsi Banten tahun 2002.

Luas areal lahan sawah (lahan basah) dan kebun (lahan kering) di Kabupaten Lebak dan Pandeglang kami sampaikan dalam lampiran-2.

2.3.1 Ramah lingkungan

Pabrik semen adalah salah satu industri yang membutuhkan energi yang sangat tinggi didalam proses produksinya. Pada pabrik semen moderen, untuk memproduksi 1 kg Portland semen klingker, dibutuhkan energi sebesar 2.9 hingga 3.2 MJ, atau setara dengan bahan bakar batubara sebanyak 0,127 Kg batubara.¹⁹

Biaya energi ini dapat mencapai 40% pada Pabrik dengan mesin teknologi terbaru dan mencapai 60% pada Pabrik Semen dengan teknologi yang lebih lama.⁹

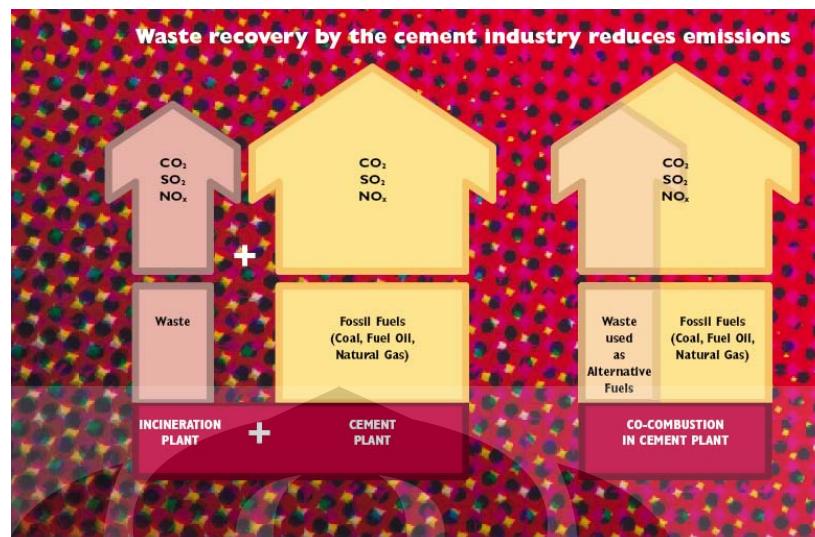
Penggunaan bahan bakar alternatif, secara signifikan dapat menurunkan biaya bahan bakar/energi dan secara bersamaan juga telah ikut melindungi sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui, yang pada akhirnya dapat mengurangi emisi CO₂ di dunia.

Saat ini Pabrik Semen di seluruh dunia dalam proses produksinya menyumbangkan emisi CO₂ antara 3% - 5% dari total emisi dunia. Hal ini terjadi karena dalam proses produksi 1 ton klinker pada Pabrik Semen, juga dihasilkan 0,9 ton CO₂.

(CO₂) ini dihasilkan melalui;

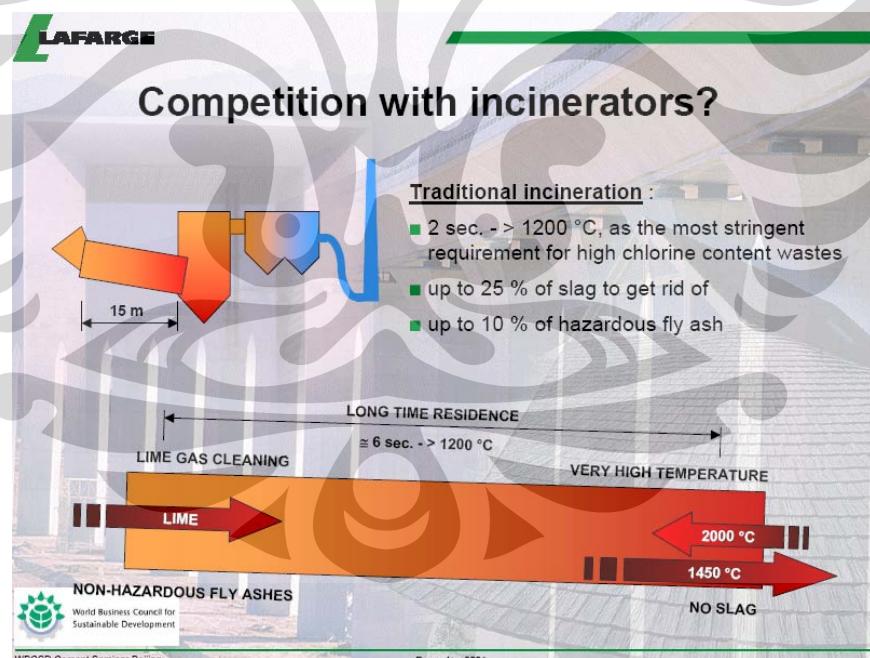
- a. 0,525 tons CO₂ hasil dari kalsinasi di Kiln (Tungku pembakar)
- b. 0,322 tons CO₂ hasil dari pembakaran batubara di Kiln
- c. 0,053 tons CO₂ hasil dari pengadaan kebutuhan tenaga listrik

Untuk itu pengurangan emisi CO₂ dalam Industri Semen sangatlah diperlukan.¹⁴



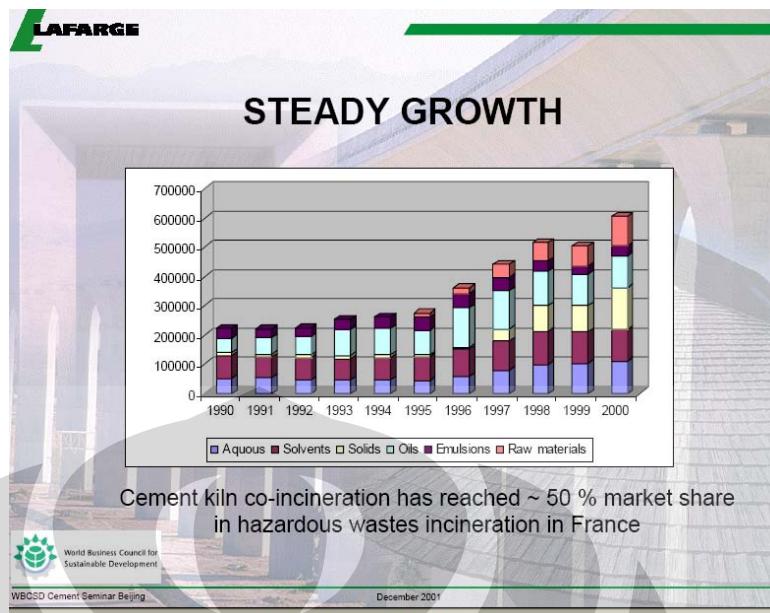
Gambar 2.34 Perbandingan emisi antara industri semen dan tempat pembakaran sampah

Sumber; Alternative Fuels in cement Manufacture, Technical and Environment Review, CEMBUREU Association Europeene du Ciment , The European Cement Association, April 1997.



Gambar 2.35 Perbandingan emisi antara industri semen dan tempat pembakaran sampah

Sumber; Material for building our world, Lafarge



Gambar 2.36 Cement Kiln mendapatkan 50% pasar dalam penggunaan/pengolahan sampah berbahaya di Perancis.

Sumber; Material for building our world, Lafarge

Tabel 2.8 Bahan bakar alternatif dan bahan baku Industri Semen di Jepang

(Unit: thousand tons)

Item	1999	2000	2001	2002	2003
Blast furnace slag	11,449	12,162	11,915	10,474	10,173
Coal ashes	4,551	5,145	5,822	6,320	6,429
By-product Gypsum	2,567	2,463	2,568	2,556	2,530
Waste tires	28	323	284	253	230
Waste oil	250	239	204	252	238
Waste plastics	58	102	171	211	255
Wood chips	0.0	2	20	149	271
Others	6,423	6,923	7,077	7,023	7,438
Total	25,584	27,359	28,061	27,238	27,564

Sumber; Climate Protection in the Japanese Cement Industry

2.3.2 Sekam Padi

Negara Indonesia tergolong negara agraris dimana komoditas utama rakyatnya adalah beras. Meskipun jumlah sawah dan ladang sudah banyak yang beralih fungsi, namun kegiatan bertanam padi itu masih

dominan, kecuali di kota metropolitan. Sekam padi adalah merupakan kulit dari padi yang diperoleh pada saat padi diproses menjadi beras. Pemanfaatan sekam selama ini belumlah optimal, kebanyakan dimanfaatkan sebagai bahan campuran makanan ternak. Sering kita jumpai pada penggilingan padi (rice milling), tumpukan sekam yang sudah menggunung dibakar begitu saja. Padahal sekam dapat merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang dapat digunakan pada beberapa industri, diantaranya pabrik semen.

Menurut studi Black and Veatch di Thailand, dari padi yang dipanen 23% nya adalah merupakan sekam.

Dari data departemen Pertanian Kabupaten Lebak pada tahun 2002 hingga 2006, rata rata produksi padi ditiap kabupaten adalah sekitar 3,49 ton hingga 5,42 ton per hektar (Lampiran-2). Ini berarti tiap hektarnya terdapat potensi dihasilkan 0,97 hingga 1,25 ton sekam.

Jumlah kalori yang terkandung dalam 1 kg sekam padi adalah 13.158 K Joule *as received*, atau setara dengan 3.143 Kilo Kalori (1 kalori = 4.187 Joule).²²

Dengan kandungan energi ini, 1 kg batubara (6.000 Kilo kalori) dapat digantikan dengan sekam padi sebanyak 1.9 kg.

Tabel 2.9 Data produksi tanaman padi pada Kabupaten Pandeglang dan Lebak pada tahun 2007.

NAMA KABUPATEN	LAHAN SAWAH BASAH (TON)	LAHAN SAWAH KERING (TON)
Pandeglang	363.596,1	31.929,1
Lebak	365.120,3	25.183,6
T O T A L	728.716,4	57.112,7

Sumber; Departemen Pertanian Kabupaten Pandeglang dan Lebak

Potensi produksi sekam padi sendiri adalah 220.000 ton per tahun. Ini berarti terdapat potensi sekam padi sebanyak ± 180.741 ton per tahun atau setara dengan batubara sebanyak 117.333 ton yang merupakan 39% dari total kebutuhan Batubara dalam proses produksi.

Pada dasarnya, selain Kabupaten Lebak dan Kabupaten Pandeglang, Kabupaten Sukabumi merupakan daerah yang juga dapat dimanfaatkan sekam padinya. Penulis dalam hal ini tidak memasukkannya didalam studi ini, sehubungan lokasi Kabupaten Sukabumi juga cukup dekat dengan lokasi Pabrik semen yang lain, sehingga dikhawatirkan potensi yang ada tidak dapat dimanfaatkan. Hal lain yang dapat dilakukan adalah peningkatan cara budidaya tanaman padi, sehingga produksi padi yang ada, dapat ditingkatkan menjadi 6 ton/Ha.



Gambar 2.37 Peta produksi padi di sekitar Kecamatan Bayah

Sumber; Departemen Pertanian Lebak

Sekam padi adalah bahan bakar yang memiliki berat volume yang sangat kecil, yaitu 115 kg/m^3 .¹⁷ Berat volume yang sangat kecil ini, pada dasarnya akan sangat berpengaruh terhadap besarnya biaya gudang dan transportasi yang dibutuhkan untuk mengangkut sekam padi ini dari sentra produksi padi ke lokasi pabrik.

Dari studi literatur, penulis mendapatkan bahwa upaya untuk memampatkan sekam padi ini telah dilakukan dengan berbagai cara, sehingga berat volumenya dapat meningkat, yaitu;

2.3.2.1. Briket sekam padi¹²

Pembuatan briket sekam padi ini, telah dilakukan oleh Estela Assurreira dari Universitas Cuadra Peru dalam upaya pemanfaatan sekam padi untuk alternative fuel.

Pembuatan briket ini dapat dilakukan dengan cara kering dan basah, dimana dalam pembuatan briket sekam padi ini, Estela menggunakan cara basah.

Pembuatan briket dengan cara kering, tidak membutuhkan bahan pengikat tambahan, tetapi membutuhkan mesin press dengan tenaga yang sangat besar, dimana alat ini akan sangat mahal, apabila digunakan untuk memampatkan sekam padi di lokasi pengambilan.

Sementara itu pembuatan briket dengan cara basah membutuhkan mesin press dengan tenaga yang lebih rendah, tetapi membutuhkan material pengikat tambahan. Dalam hal ini Estela menggunakan lempung sebagai bahan pengikat tambahan.

Mesin yang digunakan dalam cara basah ini mempunyai kapasitas produksi 30 ton per bulan, dimana dibutuhkan investasi alat sebesar US\$ 10,000 dan biaya operasional/perawatan sebesar US\$ 1.550 per bulan. Biaya pembuatan briket ini sendiri adalah US\$ 50 per ton.

2.3.2.2. Briket arang sekam padi²⁰

Briket arang sekam padi ini telah dikembangkan oleh badan litbang pertanian. Pembuatan briket arang sekam dibagi dalam lima tahap. Pada tahap pertama, cetakan briket dibuat dari pipa besi, paralon atau bambu dengan diameter 10 cm dan tinggi 7 cm. Tahap ke dua adalah membuat perekat, yaitu mengambil lumpur dari tanah liat kemudian diencerkan dengan air, perbandingan 1:4. Tahap ke tiga adalah membuat adonan berupa campuran antara arang sekam dengan perekat tanah liat dengan perbandingan 6:1. Tahap ke empat adalah proses pencetakan briket dengan cara mencetak atau memampatkan adonan yang telah tersedia menjadi briket arang sekam sesuai dengan ukuran yang dikehendaki. Tahap ke lima atau tahap akhir adalah proses pengeringan dengan sinar matahari, sehingga briket

menjadi kering dan siap untuk digunakan sebagai bahan bakar.



Gambar 2.38 Briket arang sekam.

Sumber; Balai besar penelitian dan pengembangan pasca panen departemen pertanian

Upah pembuatan arang sekam ini menurut Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian adalah Rp. 1.333 per kg, atau sama dengan Rp. 1.333.000 juta per ton, yang berarti lebih mahal atau sama dengan harga batubara.

Dari data tersebut diatas, maka pemampatan sekam padi akan menjadi tidak ekonomis dari segi biaya.

2.3.3 Biji Jarak

Di Indonesia terdapat berbagai jenis tanaman jarak antara lain jarak kepyar (*Ricinus communis*), jarak bali (*Jatropha podagrica*), jarak ulung (*Jatropha gossypifolia L.*) dan jarak pagar (*Jatropha curcas*). Diantara jenis tanaman jarak tersebut yang memiliki potensi sebagai sumber bahan bakar alternatif adalah jarak pagar (*Jatropha curcas*) dalam bahasa Inggris disebut *Physic Nut*.¹⁵

Untuk meningkatkan produksi jarak pagar persatuan luas, maka diperlukan pengetahuan tentang jarak pagar dan cara tanamnya yang meliputi :

- Pemakaian bibit unggul
- Penggarapan tanah sesuai dengan baku teknis yang ditentukan
- Penanaman tepat waktu

- d. Penggunaan pupuk secara tepat dalam hal, jenis, jumlah, waktu, cara dan tempat.
- e. Perlindungan tanaman dari gulma, hama, penyakit yang merugikan
- f. Pengairan sesuai kebutuhan.
- g. Pemanenan dan pengolahan hasil yang baik dan tepat.

Agar tanaman jarak pagar dapat memberikan hasil yang optimal, harus diketahui faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhannya.

Faktor-faktor tersebut adalah:

- a. Daerah penyebaran

Penyebaran tanaman terletak antara 40° LS sampai 50° LU. Tinggi yang optimal adalah 0 – 2000 meter dari permukaan laut.

- b. Suhu

Diperlukan iklim yang kering dan panas terutama pada saat berbuah. Suhu rendah pada waktu tanam dan pembungaan akan sangat merugikan karena akan tumbuh jamur. Tanaman jarak pagar tumbuh baik di daerah tropis dan subtropis. Suhu optimum 20° C sampai 35° C

- c. Kelembaban

Kelembaban yang tinggi akan mendorong perkembangan penyakit yaitu tumbuhnya cendawan dan jamur.

- d. Lama peninjilan matahari

Tanaman jarak pagar tergolong tanaman hari panjang, yaitu tanaman yang memerlukan sinar matahari langsung dan terus menerus sepanjang hari. Tanaman tidak boleh terlindung tanaman lainnya, yang berakibat akan menghambat pertumbuhannya.

- e. Curah hujan

Faktor utama yang berpengaruh terhadap tanaman adalah intensitas hujan, hari hujan perbulan, dan panjang bulan basah. Intensitas hujan yang tinggi dalam bulan-bulan basah akan

Universitas Indonesia

mengakibatkan timbulnya serangan cendawan dan bakteri, baik pada bagian atas maupun didalam tanah.

Curah hujan yang optimal 300 – 1200 mm per tahun yang tersebar selama 4-6 bulan yaitu pada saat tanam. Pada saat berbunga dan berbuah membutuhkan bulan kering minimal 3 bulan.

f. Tanah

Tidak diperlukan tanah subur, tetapi lebih sesuai bila struktur tanahnya ringan. Umunya produksi maksimum dicapai pada tanaman yang tumbuh di tanah lempung berpasir dan mempunyai pH 5 – 6.5

Tanaman jarak sangat peka terhadap genangan air, karena itu drainasenya harus baik.

Pemanenan

Pemanenan hasil dapat dilakukan setelah \pm 6 bulan tanam. Buah masak tidak serentak untuk tiap tandan, dan bisa dipanen apabila buah yang sudah kering sekitar 60-70% buah atau sebagian besar buah sudah kering dalam satu tandan yang sama. Buah diambil dengan memotong tandan dengan pisau atau gunting yang tajam supaya tidak merusak cabang lainnya. Tandan-tandan tersebut lalu dijemur dipanas matahari dan dibolak-balik, dan biji akan terlepas sendiri setelah 2-3 hari. Biji dan buah dipisahkan dengan cara di tampi kemudian biji dijemur lagi hingga kering dan siap diolah menjadi minyak jarak pagar.

Potensi produktivitas tanaman jarak berkisar antara 3.5 – 4.5 kg biji / pohon / tahun. Produksi akan stabil setelah tanaman berumur lebih dari 1 tahun. Dengan tingkat populasi tanaman antara 2500 – 3300 pohon / ha. Jadi produksinya antara 8.750 kg/ha/tahun hingga 14.850 kg/Ha/tahun. Pada dasarnya jumlah tersebut produksi diatas belum dapat dibuktikan dalam penanaman skala yang luas. Sebagian literatur hanya menyebutkan 3.000 hingga 5.000 kg per Ha, dimana

Universitas Indonesia

jumlah inipun dapat diperoleh dalam kondisi yang optimum dan setelah umur 5 tahun.¹³

Jumlah kalori yang terkandung dalam biji jarak kering adalah 4950 Kkal/kg pada saat kadar airnya sama dengan nol.⁶ Adapun berat volume dari biji jarak ini adalah 0,961 ton/m³.⁷

Biji jarak ini akan ditanam di lahan PT Boral Indonesia, yaitu di area yang belum digunakan dalam proses penambangan. Pengembangan penanaman biji jarak di Kecamatan Bayah dan sekitarnya, akan menerapkan pola Inti dan Plasma, yang sudah cukup populer dalam perkebunan Kelapa Sawit. Direncanakan lahan Inti merupakan lahan milik Boral seluas 600 Ha, dan Plasmanya adalah lahan di Kecamatan Bayah dan sekitarnya yang masih didalam jarak ekonomis.

Penanaman percobaan (Demonstration plot) mulai dilakukan sejak bulan Januari 2008, untuk mengetahui potensi produksi tanaman jarak di sekitar lokasi Pabrik. Diharapkan pada bulan Juli 2009, akan dapat diperoleh potensi produksi Tanaman Jarak tersebut.

Tanaman jarak pagar merupakan tanaman tahunan jika dipelihara dengan baik dapat hidup lebih dari 20 tahun



Gambar 2.39 Tanaman jarak pagar
Gambar sumber dari <http://www.tropilab.com/biodiesel1.html>

Analisa Finansial budi daya tanaman jarak pagar dapat dilihat dalam lampiran-3, sedangkan analisa biaya produksi biodiesel dapat dilihat dalam lampiran-4.

2.3.4 Jarak Ekonomis Sekam Padi dan Biji Jarak

Dasar dari penentuan jarak ekonomis lokasi tempat pengambilan Sekam padi dan Biji Jarak adalah berdasarkan harga Batubara sebagai bahan bakar pengganti. Dalam hal ini harga batubara adalah selalu **Universitas Indonesia**

berubah, dimana pada bulan Agustus menurut Indonesia Coal Index Report, harga international batubara adalah USD 126,47 per ton atau ekuivalen dengan 1.176.171/ton (USD = 9.300). Saat ini harga batubara di lokasi pabrik adalah sekitar Rp. 900.000 per ton.

Perhitungan jarak ekonomis ini dapat dijabarkan sebagai berikut;⁸

a. Biaya Investasi Truk

Ukuran truk pengangkutan yang akan digunakan adalah dengan kapasitas maksimum 5 ton (2 gardan, 6 ban), dengan volume bak truk adalah +/-13 M³, sehubungan beberapa lokasi tidak dapat dilalui oleh truk yang lebih besar.

Harga Investasi Truk jenis ini (*Dump Truck*, Izusu Elf 120-PS) adalah 217.750.000

Dengan asumsi depresiasi truk selama 5 tahun dengan bunga 18% /tahun, maka biaya investasi per tahunnya adalah Rp 69.631.625,-

Apabila pemakaian truk ini adalah 400 Km per hari (asumsi jarak lokasi pengambilan 200 Km, pulang-pergi = 400 Km), maka apabila dalam 1 bulan ada 25 hari kerja, maka dalam 1 tahun jarak efektif pengambilan yang dapat ditempuh adalah 60.000 Km (Atau 120.000 Km pulang-pergi).

Ini berarti biaya investasi truk per Km dengan realibility 85% adalah Rp. 1.365 per Km

b. Biaya operasional

Dalam biaya operasional ini, terdiri atas biaya bahan bakar, perawatan/maintenace, Ban, dan biaya material/part tak terduga 10%.

Biaya perawatan dari truk ini kami peroleh dari ASTRA sebagaimana kami lampirkan pada lampiran-5.

Untuk komponen yang lain pada dasarnya cukup sulit bagi penulis untuk menghitungnya, karena dari ASTRA belum membukukan pedoman dalam perhitungan investasi Truk ini.

Untuk itu kami menggunakan panduan perhitungan biaya investasi pada alat-alat berat Caterpillar. Hal ini untuk dapat mendefinisikan komponen biaya apa saja yang perlu diperhitungkan dalam perhitungan investasi truk ini.

Besarnya pemakaian bahan bakar per Km, pada dasarnya tergantung dari jenis medan, cara operator mengemudi dan juga besar muatannya. Data yang kami peroleh dari Technical advisor untuk Light Truck ASTRA, diperoleh bahwa dari uji kendaraan Truk dengan muatan penuh pada jalan tol, konsumsi bahan bakarnya berkisar 5 hingga 6 Km per liter. Sementara jalan dengan medan yang menanjak, dari pengujian di gunung Tangkuban Perahu, diperoleh hasil konsumsi bahan bakar berkisar 4 hingga 5 Km per liter. Dari hasil tersebut, sehubungan umumnya lokasi pengambilan sekam padi ke Pabrik adalah datar, kecuali 3 Km sebelum memasuki Pabrik, dan muatan sekam padinya sendiri relatif ringan (1,5 ton per truk) maka konsumsi bahan bakar yang kami gunakan sebagai perhitungan adalah 5 Kilometer per liter.

Tabel 2.10 Biaya operasional truk

	JENIS BIAYA	KM	JUMLAH	HARGA	HARGA TOTAL	100.000 KM
1	Maintenance	Up to 100.000	1	19.985.600	19.985.600	19.985.600
2	Ban	50.000	6	1.250.000	7.500.000	15.000.000
3	Bahan Bakar	5	1	5.500	5.500	110.000.000
4	Part Contingency 10%					3.498.560
5	Insurance (Garda Oto, Total lost)	120.000	1	2.830.750	2.830.750	2.830.750
T O T A L						151.314.910

Biaya operasionalnya adalah 1.513 per Km.

Rincian perhitungan dari biaya maintenance per tahun kami berikan dalam lampiran-5.

c. *Biaya operator Truk*

Biaya operator adalah Rp. 2.500.000 per bulan. Dengan perhitungan jarak tempuh per bulan 5.000 Km dan effesiensi 85%, maka biaya per Km operator truk adalah Rp. 588 per Km.

Dari uraian diatas, dapat diperoleh harga biaya transport per Km untuk Truk Izusu Elf 120-PS adalah sebesar Rp. 3.467 per Km.

2.3.4.1. *Jarak Ekonomis Pengambilan Sekam Padi*

Jarak ekonomis lokasi pengambilan padi, akan bergantung pada kapasitas maksimum yang dapat diangkut oleh 1 truk. Sehubungan berat jenis dari sekam padi sangat kecil, maka 1 truk Isuzu Elf hanya mampu mengangkut 1,5 ton sekam padi.

Jumlah energi Batubara adalah 6.000 Kkal/kg, sementara energi Sekam padi adalah 13-15 MJ/kg, atau setara dengan 3.100 Kkal/kg hingga 3.585 Kkal/kg.³ Dalam penelitian ini, penulis menggunakan nilai 3200 Kkal/kg dalam proses perhitungan.

Dari data ini, maka harga sekam padi yang dapat dibeli di Pabrik harus lebih kecil dari;

Harga sekam padi maks/truk

$$\leq \text{Rp } 930.000 \times \frac{3.200\text{Kkal}}{6.000\text{Kkal}} \times 1,5 \\ \leq \text{Rp } 744.000 \text{ per truk}$$

Biaya pemuatan sekam padi dilokasi adalah Rp. 50.000.

Biaya lain-lain Rp. 50.000

Dari data ini selanjutnya dihitung jarak ekonomis lokasi pengambilan sekam padi sebagai berikut;

Universitas Indonesia

a. *Harga sekam padi diabaikan;*

$$\frac{744.000 - 100.000}{3.467} = 185 \text{ Km.}$$

Jarak ekonomis lokasi pengambilan, apabila harga sekam padi diabaikan adalah 185 Km.

b. *Harga Sekam Padi tidak diabaikan*

Perhitungan pada bagian “a” diatas hanya memberikan jarak terjauh yang memungkinkan dalam pengambilan padi. Asumsi yang digunakan adalah nilai sekam padi diabaikan. Untuk itu dalam penelitian ini, kami membatasi jarak lokasi survey terhadap potensi pengambilan sekam padi adalah 220 Km dari lokasi Pabrik. Hal ini agar dapat diperoleh areal yang lebih luas dari nilai ekonomis, sehingga apabila dapat dilakukan upaya untuk memperkecil biaya tranport baik dengan menambah kapasitas dari muatan truk, maupun penghematan di komponen biaya lainnya, maka luasan yang di teliti masih bisa menjangkaunya. Hal lain yang perlu di pertimbangkan adalah agar harga perolehan energi dari sekam padi ini harus lebih baik dari harga energi dari Batubara. Selain itu perlu juga dipertimbangkan untuk memberikan harga beli yang wajar terhadap sekam padi yang ada.

2.3.4.2. Jarak Ekonomis Penanaman Tanaman Jarak Pagar

Jarak ekonomis lokasi penanaman Tanaman Jarak Pagar, akan bergantung pada Analisa Usaha Tani Tanaman Jarak ditambah jarak tempuh lokasi penanamannya.

Dari beberapa literatur diperoleh harga jual Biji Jarak per ton adalah Rp. 500.000. Satu truk Isuzu Elf 120-PS mampu mengangkut 5 ton Biji Jarak. Jadi harga per truk Biji Jarak adalah Rp. 2.500.000.

Jumlah energi Batubara adalah 6.000 Kkal/kg, sementara energi Biji Jarak adalah 4980 Kkal per kg.⁶ Dalam penelitian yang lain di dalam negeri mendapatkan nilai rata-rata 4652 Kkal/kg.²

Dari data ini, maka harga Biji Jarak yang dapat dibeli di Pabrik harus lebih kecil dari;

Harga Biji Jarak maks/truk

$$\leq \text{Rp } 930.000 \times \frac{4.650.Kkal}{6.000Kkal} \times 5$$

$$\leq \text{Rp } 3.603.750 \text{ per truk}$$

Apabila harga biji jarak di tingkat petani Rp. 2.500.000 per truk (Rp. 500 per kg) maka sisa biaya transport yang dimungkinkan adalah Rp. 1.103.750

Maka selanjutnya jarak tempuh maksimum atau jarak ekonomis dalam penanaman biji jarak dengan asumsi biaya pemuatan sekam padi dilokasi dan biaya lain-lain masing-masing Rp. 50.000 adalah;

$$\frac{987.000 - 100.000}{3.467} = 290 \text{ Km.}$$

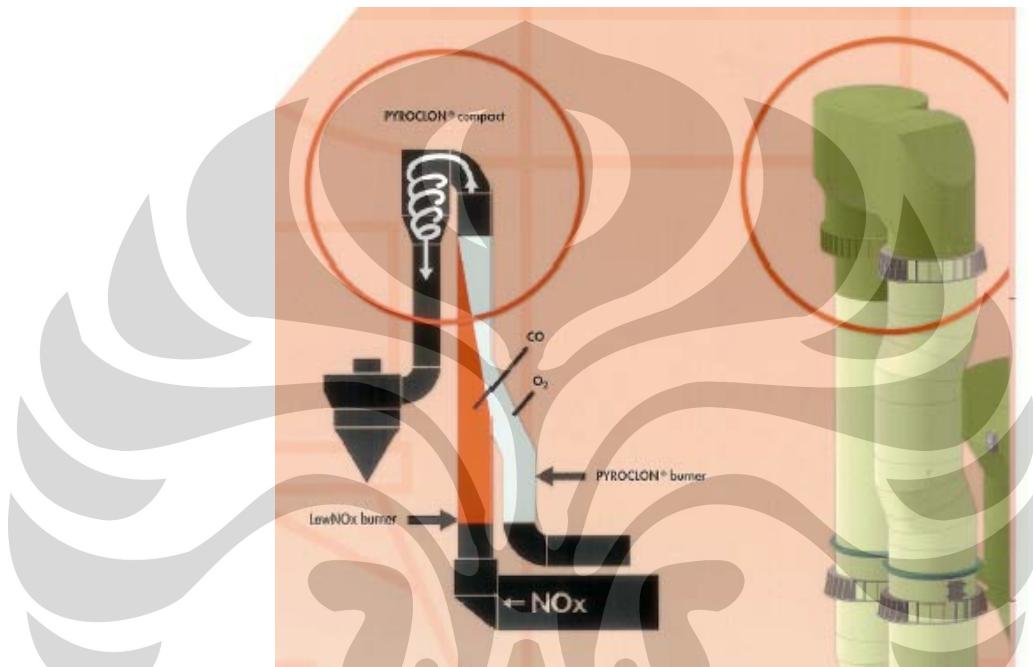
Perlu disadari bahwa biaya transportasi ini akan berubah seiring dengan kenaikan harga bahan bakar. Demikian pula harga Batubara di dunia, juga akan selalu berubah. Dengan metode simulasi, maka akan diperoleh nilai kritis dari jarak pengambilan Sekam Padi, maupun jarak lokasi penanaman Tanaman Jarak Pagar.

2.4. Teknologi Terkini KHD Dalam Pemanfaatan Bahan Bakar Alternatif Dalam Industri Semen di Bayah

Teknologi terkini dari KHD dalam penggunaan bahan bakar alternatif terbagi atas 2 bagian;

2.4.1 Pre-Heater

Di dalam *pre-heater* ini, KHD mengembangkan suatu unit pembakaran yang disebut *PYROCLON Calciner*. Keunggulan dari *PYROCLON Calciner* ini adalah pencampuran secara intensif dari bahan baku, bahan bakar dan pembakaran udara.



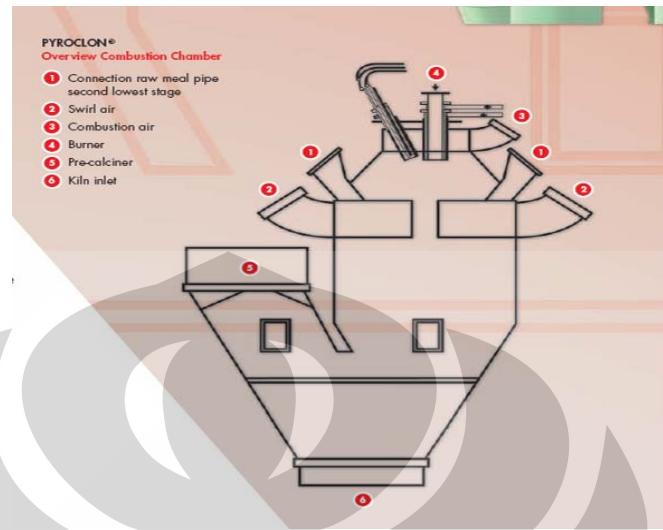
Gambar 2.40 *Pre-Heater*
Sumber: Brosur perusahaan KHD 2008

Agar dapat menggunakan bahan bakar alternatif, maka perlu ditambahkan alat yang disebut *Combustion Chamber* yang dilengkapi dengan *Hot Spot Burner*. Hal ini agar bahan bakar alternatif yang mempunyai daya bakar rendah dapat dibakar pada *Combustion Chamber*. Bahan bakar yang digunakan pada *Pre-Heater* ini, dapat digantikan hingga 100%, tergantung dari bentuk fisik dan kandungan kimianya.

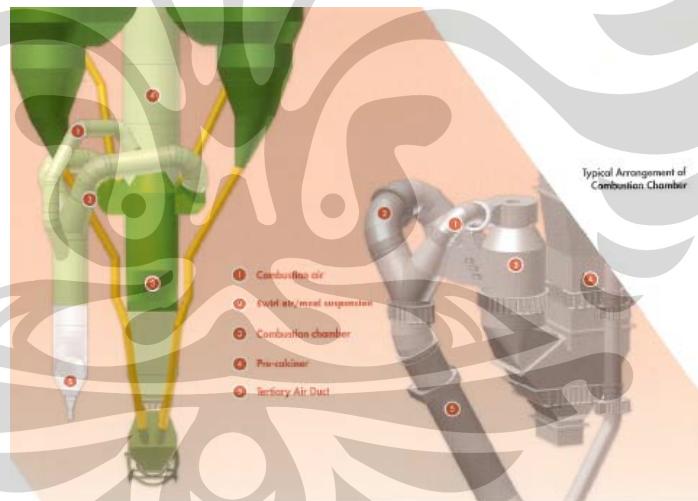
Keunggulan dari *Combustion Chamber* ini adalah pembakaran dilakukan didalam udara murni, pada temperatur yang sangat tinggi ($\geq 1.200^{\circ}\text{C}$). Bagian dasar dari pembakar, yang ditempatkan pada

Universitas Indonesia

bagian atas dari ruang pembakaran, dapat di desain untuk berbagai bahan bakar alternatif (gas, cair dan padat).



Gambar 2.41 Combustion Chamber
Sumber: Brosur perusahaan KHD 2008



Gambar 2.42 Combustion Chamber 3 dimensi

Sumber: Brosur perusahaan KHD 2008

Campuran dari *RDF* (*Refuse derivied fuel*) dapat di masukkan secara vertikal ke pusat lubang pembakaran.

Bahan bakar dalam bentuk tepung, dihemuskan ke dalam ruang bakar lewat lubang pipa pembakar.

Bahan bakar cair akan dibakar melalui pipa pembakar dengan jarak tertentu dari pembakar.

2.4.2 Kiln

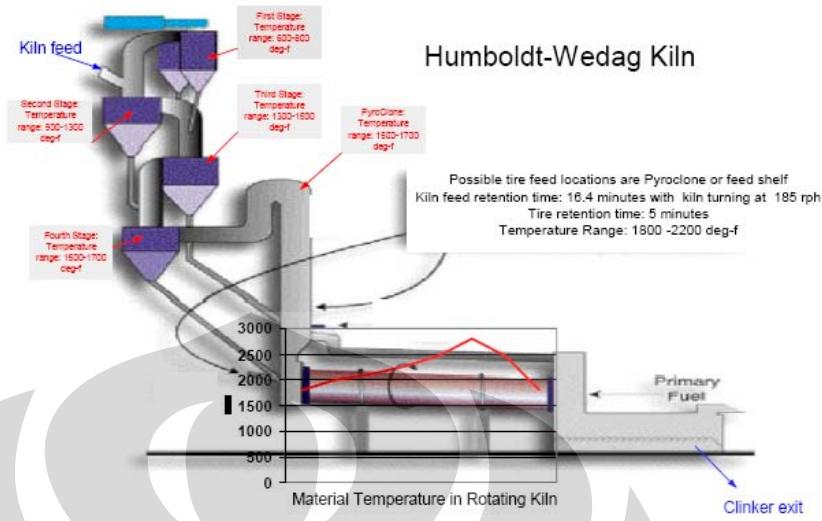
Di dalam *Kiln*, KHD mengembangkan suatu unit *High Pressure Jet Burners* yang disebut *PYROSTREAM Jet Burners*. *PYROSTREAM Burner* ini, didisain untuk memungkinkan digunakannya bahan bakar alternatif dalam jumlah yang tinggi.

Sebagai contoh, *PYROSTREAM Burner* dari KHD yang dioperasikan di Pabrik Semen di Perancis, menggunakan campuran 4 ton/jam makanan ternak dan lumpur limbah, 2 ton/jam kapas, 2,5 ton/jam batubara dan 0,5 ton/jam sedikit limbah cair, sebagaimana gambar dibawah ini;



Gambar 2.43 Pembakaran di Kiln dalam penggunaan campuran batubara dan bahan bakar alternatif

Sumber: Brosur perusahaan KHD 2008



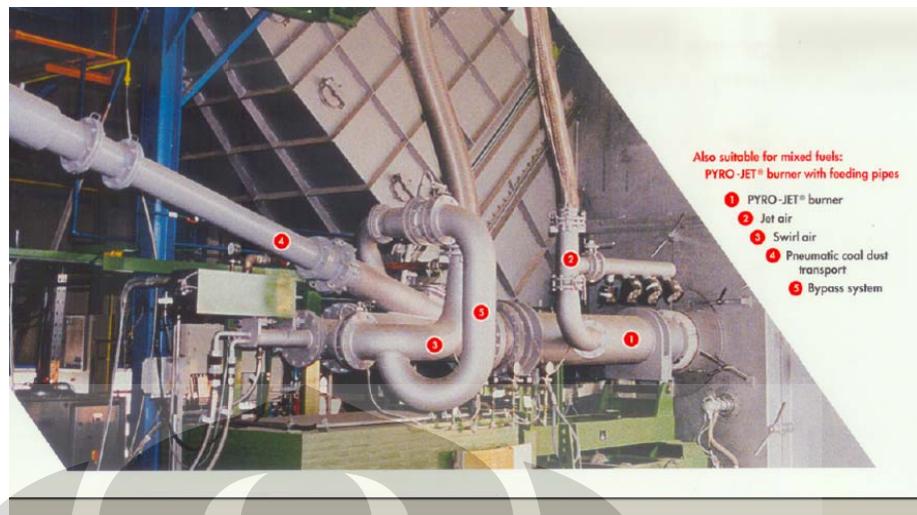
Gambar 2.44 Alternatif lokasi penggunaan bahan bakar alternatif

Sumber: Brosur perusahaan KHD 2008

Tiga puluh tahun pengalaman yang dimiliki KHD dalam penggunaan *PYRO-JET burners* dalam lebih dari 700 *rotary kiln*, menghasilkan desain pembakar yang aman dan dapat diandalkan dalam berbagai macam bentuk penggunaan.

Peningkatan yang dilakukan pada *PYRO-JET* ini adalah penambahan pendingin pada sistem *nozzle* yang dipasang pada generasi terbaru *PYRO-JET burners* dengan menggunakan *Refractories Tubes*.

Hal ini dapat meningkatkan umur penggunaan dari alat pembakar dan juga memungkinkan penggantian *refractories tube* pada saat dimana terjadi kerusakan pada material *refractories*.



Gambar 2.45 *PHYRO-JET burner*
Sumber: Brosur perusahaan KHD 2008

2.5. Optimasi Pemakaian Bahan Bakar Alternatif, Optimasi Biaya Produksi dan Simulasi Biaya Investasi

2.5.1 Optimasi Pemakaian Bahan Bakar Alternatif;

Optimasi pemakaian bahan bakar alternatif dilakukan dengan menggunakan beberapa data yang diperoleh dari studi literatur, yaitu;

2.5.1.1. Rotary Kiln

Kemampuan maksimal dari *Rotary Kiln* dalam menggunakan bahan bakar alternatif adalah $\leq 30\%$ dari total kebutuhan batubara di *Rotary Kiln* atau maksimum sama dengan 36.000 ton per tahun. Tetapi dalam studi ini penulis menggunakan angka maksimum 15%, sesuai dengan hasil dari aplikasi di lapangan dari studi literatur yang telah penulis dapatkan.¹⁶

2.5.1.2. Pre-Heater

Kemampuan maksimal dari *Pre-Heater* dalam menggunakan bahan bakar alternatif menurut brosur perusahaan adalah hingga 100%. Tetapi dari laporan penggunaan yang telah teruji di pabrik semen adalah $\leq 90\%$ dari total kebutuhan batubara di *Pre Heater* atau maksimum sama dengan 162.000 ton per tahun. Hal ini sesuai dengan laporan data aktual di lapangan dari studi literatur yang penulis dapatkan.¹⁶

2.5.1.3. Sekam Padi

Potensi maksimum Sekam Padi di wilayah yang mempunyai jarak ekonomis, akan diperoleh setelah survey lapangan selesai dilakukan.

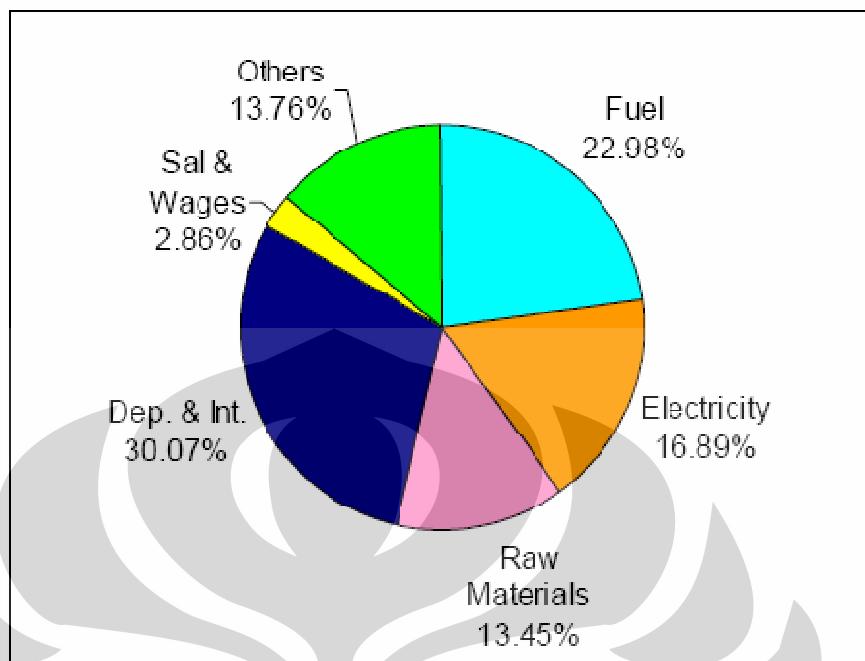
2.5.1.4. Biji Jarak

Potensi maksimum Biji Jarak di wilayah yang mempunyai jarak ekonomis, akan diperoleh setelah survey lapangan selesai dilakukan. Pada dasarnya, besarnya luasan penanaman biji jarak ini akan tergantung dari sisa kebutuhan bahan bakar alternatif yang tidak dapat dipenuhi oleh sekam padi.

2.5.2 Optimasi Biaya Produksi & Sensitivity Analisys

Dalam optimasi biaya produksi, pertama-tama perlu didefinisikan dulu biaya-biaya apa yang terdapat dalam proses produksi, misalnya Bahan Bakar, Kebutuhan Listrik, Bahan Baku, Gaji, Biaya Kantor dan lain-lain.

Pada Binani Cement India, komposisi biaya produksi tersebut dapat digambarkan sebagai berikut;



Gambar 2.46 Grafik presentasi penggunaan bahan bakar pada proses produksi di dalam pabrik semen

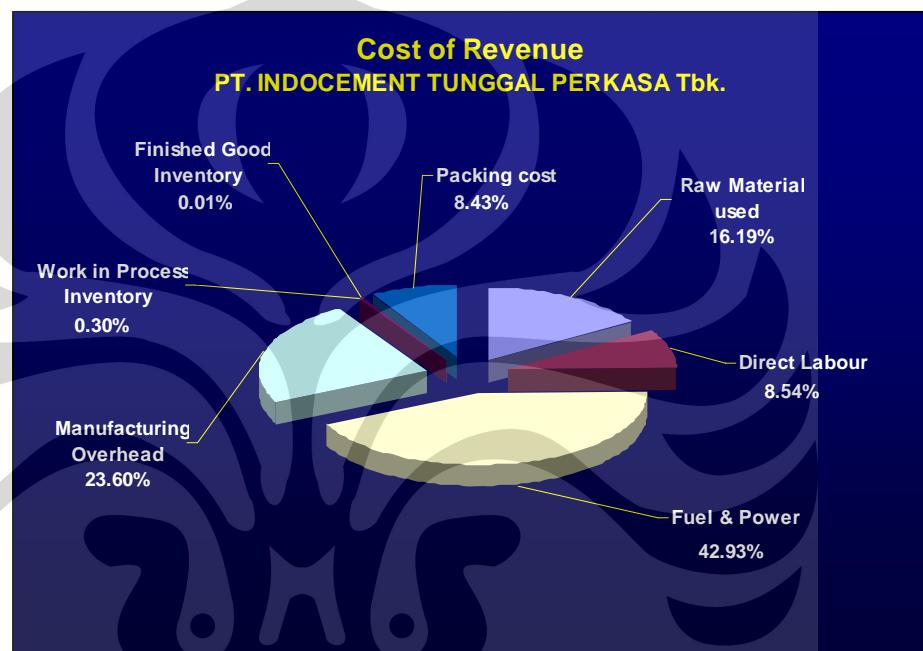
Sumber: Binani Cement Limited: Unit Profile. Diakses 14 Maret 2008 dari Energy Manager Training
http://www.energymanagertraining.com/eca2006/Award2006_CD/03Cement/BinaniCementLimited.pdf

Dari laporan ICRA Limited di India (www.icra.in) pada tahun 2006 diperoleh data persentasi biaya Energi pada Pabrik semen, sebagai berikut;

Tabel 2.11 Persentasi biaya produksi semen di India tahun 2006

FY	2001	2002	2003	2004	2005
Raw Material Cost	21.0	20.6	20.9	20.0	21.2
Power & Fuel	29.1	28.6	29.2	29.2	29.4
Employee Costs	7.5	7.5	7.3	6.8	6.0
Other Manufacturing	12.1	11.9	12.0	13.5	14.7
Outward Freight	18.2	18.3	18.5	18.7	17.4
Other Operating Costs	12.2	13.0	12.1	11.8	11.4

Sumber; ICRA Limited, www.icra.in



Gambar 2.47 Cost of revenue PT Indo cement Tunggal Perkasa Tbk.

Sumber; Annual Report 2007, PT Indo cement Tunggal Perkasa Tbk.

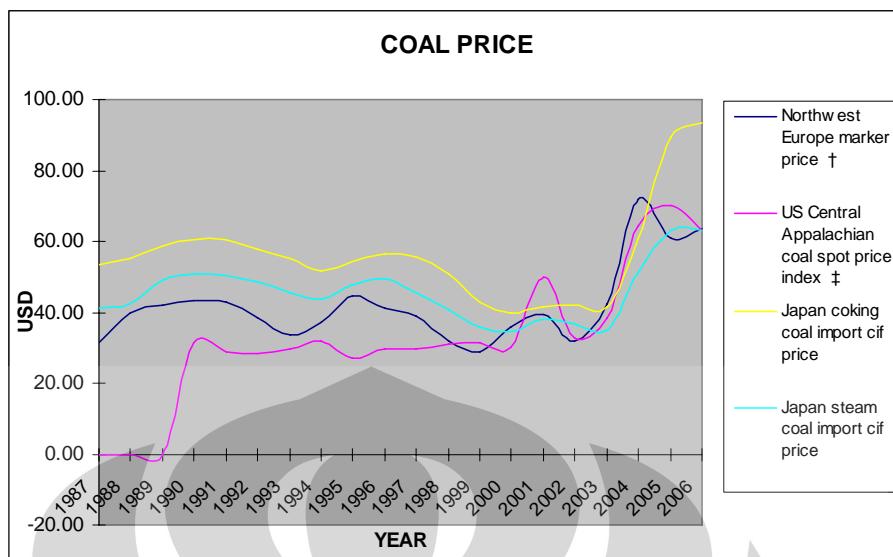
Berbagai literatur memberikan persentasi kebutuhan energi yang hampir sama dalam proses produksi semen. Didalam negeri, perusahaan seperti PT Semen Gresik dalam proses produksinya menempatkan 20% dari total biaya produksi sebagai biaya pengadaan batubara, dan 17% nya adalah untuk biaya energi listrik.²¹

Ini memberi gambaran bahwa sebenarnya biaya bahan bakar batubara didalam proses produksi semen di dunia, rata-rata berkisar 20% dan biaya listriknya berkisar 17% dari total biaya produksi.

Tabel 2.12 Harga perkembangan batubara di dunia

US dollars per tonne	Northwest Europe marker price †	US Central Appalachian coal spot price index ‡	Japan coking coal import cif price	Japan steam coal import cif price
1987	31.30	-	53.44	41.28
1988	39.94	-	55.06	42.47
1989	42.08	-	58.68	48.86
1990	43.48	31.59	60.54	50.81
1991	42.80	29.01	60.45	50.30
1992	38.53	28.53	57.82	48.45
1993	33.68	29.85	55.26	45.71
1994	37.18	31.72	51.77	43.66
1995	44.50	27.01	54.47	47.58
1996	41.25	29.86	56.68	49.54
1997	38.92	29.76	55.51	45.53
1998	32.00	31.00	50.76	40.51
1999	28.79	31.29	42.83	35.74
2000	35.99	29.90	39.69	34.58
2001	39.29	49.74	41.33	37.96
2002	31.65	32.95	42.01	36.90
2003	42.52	38.48	41.57	34.74
2004	71.90	64.33	60.96	51.34
2005	61.07	70.14	89.33	62.91
2006	63.67	62.98	93.46	63.04
2007	86.60	51.12	88.24	69.86
2008				125

Sumber: McCloskey Coal Information Service, BP Statistical Review of World Energy, 2008.



Gambar 2.48 Grafik harga batubara dunia
Sumber: McCloskey Coal Information Service, BP Statistical Review of World Energy, 2008.

Dari data tersebut diatas, maka setelah optimasi penggunaan bahan bakar alternatif diperoleh dari penelitian ini, akan dapat dilakukan *sensitivity analysis* terhadap biaya produksi dengan variable bebas;

- Perubahan harga batubara
- Variasi harga beli dari Biji Jarak dan sekam padi sehubungan dengan biaya transportasi dari lokasi pengambilan yang berbeda jauhnya.
- Perubahan harga bahan bakar solar sebagai bahan bakar yang digunakan oleh alat transportasi untuk mendatangkan sekam padi, batubara dan biji jarak
- Perubahan besarnya bunga bank dalam hubungannya dengan investasi infrastruktur dalam penggunaan bahan bakar alternatif.

2.6. Penelitian yang Relevan

Penggunaan energi alternatif di industri semen saat ini secara intensif sedang dilakukan, dan umumnya dilakukan oleh Pabrik-pabrik penghasil

mesin-mesin pembuat semen seperti FLS, Krupp Polysius, KHD, FCB. Seluruh produsen mesin tersebut berada di Eropa. Mesin-mesin industri semen pada dasarnya juga di produksi oleh Jepang dan China, tetapi saat ini jumlah mesin yang diproduksi oleh Jepang sudah sangat sedikit. China dikenal hanya menghasilkan mesin-mesin dengan kapasitas maksimal 1,5 juta ton per tahun hingga Sinoma menyatakan bahwa mereka telah sanggup menghasilkan pabrik semen dengan kapasitas Kiln 10.000 ton per hari. Tetapi dalam hal pengurangan emisi CO₂ dan penggunaan bahan bakar alternatif, hingga saat ini belum penulis dapatkan laporannya..

Beberapa artikel yang dapat Penulis kumpulkan sehubungan dengan tulisan ini adalah;

- a. *Burning Chamber Installation for Increased Use of Alternative Fuels at Norcem Brevik, Norway, by Lars-Andre Tokheim, Manager of Process and Environment, Norcem AS.*

Artikel ini berisi tentang laporan dari penggunaan bahan bakar alternatif di Norwegia. Pada dasarnya pabrik ini sudah menggunakan bahan bakar alternatif sebanyak 35% dari total kebutuhan Pabrik pada tahun 2003.

Akhirnya dilakukan modifikasi pada *Calciner* dan *Kiln System*, yang mana membawa mereka untuk dapat melakukan penggunaan bahan bakar alternatif sebesar 60% dari total kebutuhan, baik di *Kiln* dan di *Pre-Heater*.

- b. *Gossman Consulting Inc.."Learning Lessons from the Cement Kilns Saga". Gossman Consulting, Inc. Diakses 21 Februari 2008 dari Gcisolutions*

Artikel ini berisi tentang efek dari penggunaan bahan bakar alternatif terhadap lingkungan. Pencampuran 30%-40% bahan bakar alternatif dengan Batubara, ternyata tidak menambah tingkat emisinya.

- c. *Environmental Assesment of Electricity Production from Rice Husk; A Case Study in Thailand, by The Joint Graduate School of Energy and Environment, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Thailand and Mechanical Engineering, King Mongkut's Institute Technology of Nort Bangkok, Thailand*

Universitas Indonesia

Artikel ini adalah merupakan studi kasus penggunaan sekam padi pada pembangkit listrik tenaga uap di Tailand. Dari literatur ini, penulis dapat membandingkan cakupan wilayah yang digunakan untuk mendapatkan sekam padi, dan berapa besar energi yang dapat diperoleh.

- d. *Cement Manufacturing Using Alternative Fuels and the Advantages of Process Modelling, by Ursula Kaantee, Ron Zevenhoven, Rainer Backman, Mikko Hupa, Finland.*

Tulisan ini menjelaskan berbagai jenis bahan bakar alternatif yang dapat digunakan pada pabrik semen. Disini dijelaskan juga bagaimana mencampur berbagai jenis bahan bakar alternatif, batasannya dan akibatnya terhadap proses produksi semen.

- e. *Project Design Document for A.T. Biopower Rice Husk Power Project, by Mitsubishi Securities Clean Energy Finance Committee, April 2003*

Tulisan ini adalah studi kelayakan terhadap pembangunan pembangkit listrik tenaga uap dengan menggunakan sekam padi sebagai bahan bakarnya di Thailand. Metode yang digunakan dalam pengumpulan sekam padi, dapat pula diterapkan dalam pengumpulan sekam padi untuk pabrik semen PT Boral Indonesia.

2.7. Kerangka Berfikir

2.7.1 Summary

Pada dasarnya optimasi biaya produksi bukanlah hal yang baru dalam dunia industri. Berbagai cara telah dilakukan dalam usaha optimasi terhadap biaya produksi ini. Penggunaan bahan bakar alternatif sendiri, sudah cukup populer digunakan sebagai pengganti bahan bakar yang berasal dari fosil di Eropa dan Amerika, tetapi di Indonesia, dengan tersedianya bahan bakar minyak dan batubara yang relatif murah dimasa lalu, mengakibatnya dunia industri belum banyak melirik penggunaan bahan bakar alternatif. Saat ini, penggunaan bahan bakar alternatif, merupakan salah satu bagian penting yang harus dipertimbangkan dalam usaha optimasi terhadap

Universitas Indonesia

biaya produksi. Ada beberapa *constraints* dalam penggunaan bahan bakar alternatif yang akhirnya merupakan pertanyaan yang harus dipecahkan dengan cara melakukan penelitian ini. Pada awal penelitian ini akan diidentifikasi bahan-bahan alternatif apa saja yang berada disekitar lokasi Pabrik, dimana penelitian mengenai kebutuhan peralatan terhadap jenis maupun jumlah bahan bakar alternatif ini, juga perlu diteliti. Hasil penelitian terhadap jumlah dan jenis bahan bakar alternatif yang tersedia dan total kebutuhan bahan bakar alternatif yang dapat diserap oleh peralatan pabrik, selanjutnya akan diformulasikan menjadi suatu persamaan yang akhirnya dapat dilakukan optimasi terhadap biaya produksi.

2.7.2 Kerangka Berfikir

Dari studi literatur yang kami lakukan untuk menjawab pertanyaan penelitian, maka kerangka berfikir dari penelitian ini adalah sebagaimana kami lampirkan dalam lampira-6.

2.7.3 Hipotesa

Di Eropa bahan bakar untuk energi ini sudah dapat digantikan dengan bahan bakar alternatif hingga 60%, yang mana dapat menurunkan biaya produksi secara signifikan. Besarnya optimasi biaya yang dapat dilakukan akan tergantung dari jenis dan jumlah bahan bakar alternatif yang tersedia, disamping harga perolehannya.

Dari kajian literatur dan hasil pengumpulan data sekunder maka penulis dapat mengambil kesimpulan sementara/Hipotesa sebagai berikut;

Dengan Teknologi terkini Pabrik Semen, Optimasi Biaya Produksi di Pabrik Semen PT Boral Indonesia dapat dilakukan, dengan menggunakan Bahan Bakar Alternatif, untuk menggantikan bahan Bakar Fossil (Batubara).

Untuk itu diperlukan penelitian lebih lanjut tentang jenis maupun jumlah bahan bakar alternatif yang ada disekitar Pabrik, agar diperoleh besarnya optimasi biaya produksi yang dapat dilakukan.



Universitas Indonesia

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Pendahuluan

Dalam metodologi penelitian ini, akan diuraikan tentang kerangka pemikiran, pemilihan dan proses metode penelitian, jenis dan teknik pengumpulan data, yang mana terdiri atas; Jenis data yang dikumpulkan dan teknik pengumpulan data, termasuk metode analisis yang diuraikan teknik pengolahan datanya, dan diakhiri dengan kesimpulan. Penetapan metode penelitian ini pada dasarnya adalah untuk mendapatkan hasil penelitian yang seakurat mungkin.

3.2. Rumusan Masalah dan Strategi Penelitian

Dari gambaran yang telah penulis berikan sebelumnya, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah;

- a. Apa saja jenis dari bahan bakar alternatif itu, dan berapa besar ketersediaannya di sekitar lokasi pabrik?
- b. Berapa optimasi biaya yang dapat dilakukan dengan penggunaan bahan bakar alternatif ini?

Metode dalam penelitian ini adalah deskriptif dimana metode utamanya menggunakan studi literatur. Sesuai dengan strategi yang disarankan Yin (1996), teknik survei digunakan untuk menjawab pertanyaan berapa jumlah potensi sekam padi disekitar pabrik. Hasil survey ini akan menjadi alat validasi terhadap data sekunder yang diperoleh dari Dinas Pertanian kabupaten-kabupaten. Teknik sampling 4 tingkat digunakan sehubungan dengan populasi yang akan disurvei jumlahnya sangat besar, yaitu petani padi di seluruh kabupaten Pandeglang dan Lebak.

3.3. Proses Penelitian

Proses penelitian ini dimulai dengan studi literatur untuk mendapatkan data-data dari variabel, sub variabel dan indicator penelitian ini.

Salah satu dari variabel penelitian, yaitu potensi bahan bakar alternatif , dengan indikator Potensi Sekam Padi di sekitar pabrik, memerlukan teknik survey untuk mendapatkan datanya.

Langkah pertama yang dilakukan adalah pengumpulan data sekunder, yaitu dengan mengumpulkan data 5 tahun terakhir produksi Padi di 2 Kabupaten yang berdekatan dengan lokasi Pabrik.

Kabupaten tersebut adalah;

- Kabupaten Lebak
- Kabupaten Pandeglang

Dari data sekunder ini, selanjutnya di tentukan Kecamatan mana saja yang masih masuk dalam jarak ekonomis dalam pemanfaatan sekam padinya.

Analisa biaya transportasi digunakan untuk mengukur jarak ekonomis, yang dihubungkan dengan harga perolehan batubara.

Adapun secara keseluruhan alur dari metode penelitian ini dapat kami jelaskan dalam lampiran-7.

3.4. Variabel Penelitian

Variabel adalah merupakan sebuah parameter yang ingin diteliti. Didalam penelitian ini ada 2 variable penelitian, yaitu ;

- Jenis mesin pabrik semen yang dapat menggunakan bahan bakar alternatif
- Jenis dan jumlah bahan bakar alternatif yang tersedia disekitar pabrik.

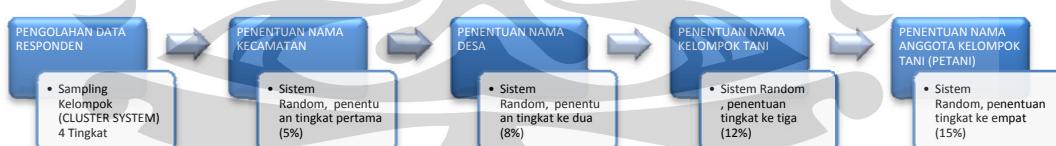
Dari varibel-variabel penelitian ini, kemudian diperoleh sub-variabel penelitian, dan akhirnya dari sub-variable penelitian ini diperoleh indikator-indikator penelitian.

Adapun rincian dari variable hingga menjadi indikator dalam penelitian ini, dapat kami gambarkan sebagaimana dalam lampiran-8.

3.5. Instrumen Penelitian

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah dengan cara Survey, dimana bentuk kuesioner akan merupakan pertanyaan bebas yang tidak dibatasi oleh rating dari jawaban responden. Dengan cara ini, responden dapat memberikan data seakurat mungkin atas pertanyaan yang diberikan. Peneliti kemudian akan mengolah data tersebut untuk mendapatkan batas atas, batas bawah, nilai tengah dan rata-rata. Sehubungan besarnya populasi yang akan diteliti maka dengan mempertimbangkan efektifitas dan efisiensi penelitian, digunakan teknik Sampling Kelompok 4 tingkat (*4 stages Cluster Sampling*)

Adapun cara pengelompokan samplenya dapat digambarkan sebagai berikut;



Gambar 3.1 Pengelompokan sampling 4 tingkat

3.6. Jenis dan Teknik Pengumpulan Data

Dalam sub bab ini akan dibahas tentang : Jenis data yang dikumpulkan dan teknik pengumpulan data yang akan dipergunakan.

3.6.1 Jenis Data yang Dikumpulkan

Jenis data yang dikumpulkan dalam penelitian ini terdiri atas 2 jenis, yaitu data primer dan data sekunder.

3.6.1.1. Data Primer

Data primer dalam penelitian ini akan dikumpulkan dengan teknik wawancara. Hal ini diperlukan untuk mendapatkan data penelitian yang akurat, sehubungan respondennya adalah petani, yang mempunyai keterbatasan dalam pengisian kuesioner.

3.6.1.2. Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini, berasal dari studi kepustakaan yang diperoleh melalui buku-buku, Jurnal, berita dan internet.

3.6.2 Teknik pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini adalah dengan menggunakan teknik penelitian kepustakaan dan teknik survey dengan wawancara.

3.6.2.1. Penelitian Kepustakaan

Penelitian kepustakaan dilakukan untuk mendapatkan referensi dalam memperoleh data yang mendukung teori, pembahasan penelitian, maupun penulisan penelitian.

Penelitian kepustakaan juga digunakan untuk mendapatkan batasan variabel kemampuan mesin pabrik semen dalam menggunakan bahan bakar alternatif, maupun untuk mendapatkan data sekunder tentang potensi bahan bakar alternatif disekitar pabrik.

3.6.2.2. Survey dengan Cara Wawancara

Teknik survey yang digunakan adalah Sampling Kelompok 4 Tingkat (*4 stages Cluster System*). Dalam penelitian ini pengelompokan samplenya adalah sebagai berikut;

a. *Sampling kelompok tingkat 1*

Pada tahap ini, dari jumlah Kecamatan yang masuk dalam radius jarak ekonomis, akan dipilih secara acak 5% diantaranya sebagai sample. Selanjutnya dari beberapa Kecamatan yang terpilih, di data nama-nama Desa yang ada didalamnya.

b. *Sampling kelompok tingkat 2*

Pada tahap ini akan dipilih secara acak 8% dari beberapa Desa yang masuk dalam beberapa Kecamatan terpilih. Selanjutnya, di data kelompok-kelompok tani yang ada didalamnya.

c. *Sampling kelompok tingkat 3*

Pada tahap ini akan dipilih secara acak 12% dari beberapa Kelompok Tani yang masuk dalam beberapa Desa terpilih. Selanjutnya, di data nama-nama Petani yang ada didalamnya.

d. *Sampling kelompok tingkat 4*

Pada tahap terakhir dipilih secara acak 15% dari beberapa Nama Petani yang masuk dalam beberapa Kelompok Tani terpilih. Selanjutnya, nama-nama Petani inilah yang akan menjadi responden dalam survey ini. di data nama-nama Petani yang ada didalamnya.

Sehubungan seluruh responden adalah petani, maka proses pengumpulan data akan dilakukan dengan teknik wawancara. Hal ini untuk memastikan bahwa responden, mengerti dengan jelas isi dari pertanyaan dan dapat

Universitas Indonesia

memberikan jawaban dengan benar. Kekurangan teknik ini adalah karena membutuhkan jumlah pewawancara yang cukup banyak, tetapi hasil yang diperoleh akan sangat akurat.

Pewawancara

Untuk menjamin bahwa Pewawancara mempunyai kemampuan dalam proses wawancara ini, maka perlu ditetapkan kriteria sebagai berikut;

- a. Minimum D3 pertanian jurusan Budi daya pertanian.
- b. Pengalaman kerja minimum 1 tahun di bidang pertanian, atau *fresh graduate* dengan pengalaman organisasi.
- c. Mampu berkomunikasi dengan baik
- d. Dapat berbahasa Sunda

Responden

Untuk responden, agar dapat memperoleh data yang aktual, maka perlu ditetapkan kriteria sebagai berikut;

- a. Petani padi dalam wilayah yang akan disurvei.
- b. Masih aktif menanam padi dalam 2 tahun terakhir.

Dalam lampiran-9, kami gambarkan *Flow Chart* dari teknik sampling 4 tingkat dalam penelitian kami ini.

Variable penelitian hingga indikator yang menjadi dasar dari penyusunan bahan wawancara kami lampirkan dalam lampiran-10, beserta dengan bahan wawancaranya.

3.7. Metode Analisis

Sesuai dengan rumusan masalah dan tujuan penelitian yang telah dijelaskan sebelumnya, penelitian ini menggunakan metode studi literatur dan metode survei untuk mendapatkan nilai-nilai variabel penelitiannya.

Universitas Indonesia

Penyusunan pemodelan penelitian untuk optimasi ini didasarkan pada besarnya biaya energi (Y). Selanjutnya dijabarkan variabel penyusun dari biaya energi ini adalah; Batubara, Sekam Padi dan Biji/jarak.

Masing-masing sumber bahan bakar tersebut mempunya sub-variabel penyusun seperti biaya transport, harga bahan bakar, jarak lokasi pengambilan, biaya penggudangan dan biaya handling. Selanjutnya dapat dibuat Pemodelan dalam penelitian ini, yang digambarkan sebagai berikut;

Tabel 3.1 Tabel pemodelan penelitian

Jenis Bahan Bakar	Nama Variable	C1	C2	C3	C4	C5	C6
		Kandungan Energiton (E)	Total kebutuhan Energi (EC)	Distance (D)	Biaya Transport/km/Kkal (DC)	Biaya Handling (X6)	Biaya Penggudangan n (X7)
		Kilo Kalori/to D	Kilo Kalori	Kilo meter	Rp./Kkal	Rp./Kkal	Rp./Kkal
Batu bara	X1	✓	✓	✓	✓	-	✓
Sekam Padi	X2	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Biji Jarak	X3	✓	✓	✓	✓	-	✓

$$\begin{aligned}
 Y &= K + c_{1.1.2} \cdot (X_{1.3.4} + X_{1.5}) + c_{1.1.2} \cdot X_{1.6} + c_{1.1.2} \cdot X_{1.7} \\
 &\quad + c_{2.1.2} \cdot (X_{2.3.4} + X_{2.5}) + c_{2.1.2} \cdot X_{2.6} + c_{2.1.2} \cdot X_{2.7} \\
 &\quad + c_{3.1.2} \cdot (X_{3.3.4} + X_{3.5}) + c_{3.1.2} \cdot X_{3.6} + c_{3.1.2} \cdot X_{3.7} \quad (3.1)
 \end{aligned}$$

Keterangan:

Y = Optimasi biaya bahan bakar

K = Konstanta; Minimum batubara yang tetap harus digunakan

Harga perolehan bahan bakar di stock pile Pabrik

$c_{1.1.2}$ = $E_1 \cdot EC_1$

$X_{1.3.4}$ = $D_1 \cdot DC_1$

$X_{1.5}$ = Harga perolehan bahan bakar di lokasi pengambilan per kilo kalori bahan bakar.

E_1 = Jumlah kandungan Energi bahan bakar per ton (Kkal/ton)

EC_1 = Total kebutuhan Energi (Ton)

D_1 = Jarak lokasi pengambilan bahan bakar (Kilometer)

DC_1 = Harga biaya transportasi per km (Rupiah/Kilometer)

Handling cost di Pabrik

$c_{1.1.2}$ = $E_1 \cdot EC_1$

$X_{1.6}$ = Biaya handling bahan bakar per kilo kalori bahan bakar

Biaya penggudangan (Stock pile)

$c_{1.1.2}$ = $E_1 \cdot EC_1$

$X_{1.7}$ = Biaya penggudangan bahan bakar per kilo kalori bahan bakar

A = Luas penanaman yang dibutuhkan untuk menghasilkan C_2

OR = Jumlah potensi tenaga kerja yang dapat diserap (Orang)

Subject to all constraint :

- Kemampuan Kiln menggunakan bahan bakar alternatif
 $\leq 40\% \times 300.000 \text{ ton} \times 15\% \times 6000 \text{ Kkal/ton}$
- Kemampuan Pre Heater menggunakan bahan bakar alternatif
 $\leq 60\% \times 300.000 \text{ ton} \times 80\% \times 6000 \text{ Kkal/ton}$
- Jarak lokasi maksimum untuk pengambilan sekam padi $\leq 200 \text{ Km}$
- Harga beli dari sekam padi akan tergantung pada jarak pengambilan
- Jarak lokasi maksimum untuk penanaman Biji Jarak $\leq 255 \text{ Km}$
- Harga beli dari Biji Jarak akan tergantung pada jarak pengambilan
- Biaya transportasi truk akan terpengaruh dengan fluktuasi harga minyak
- Harga beli maksimum bahan bakar alternative akan tergantung pada fluktuasi harga batubara.

Metode analisa yang digunakan dalam tesis ini dapat dijelaskan sebagai berikut

3.7.1 Analisa Statistik

Dari hasil wawancara terhadap seluruh petani responden tentang jumlah produksi padi per tahun, selanjutnya data ini diolah terlebih dahulu sebelum dapat dimasukkan kedalam SPSS. Hal ini disebabkan karena hasil dari wawancara yang dilakukan, adalah berupa data dari pertanyaan terbuka.

Analisa statistik dengan SPSS digunakan untuk mendapatkan nilai batas atas, nilai batas bawah, nilai tengah dan rata-rata dari jumlah produksi padi per tahun di beberapa Kecamatan yang mempunyai jarak ekonomis. Selanjutnya nilai ini akan dikonversi ke potensi sekam padi yang tersedia, dimana nilai konversinya adalah berdasarkan pada studi literatur.

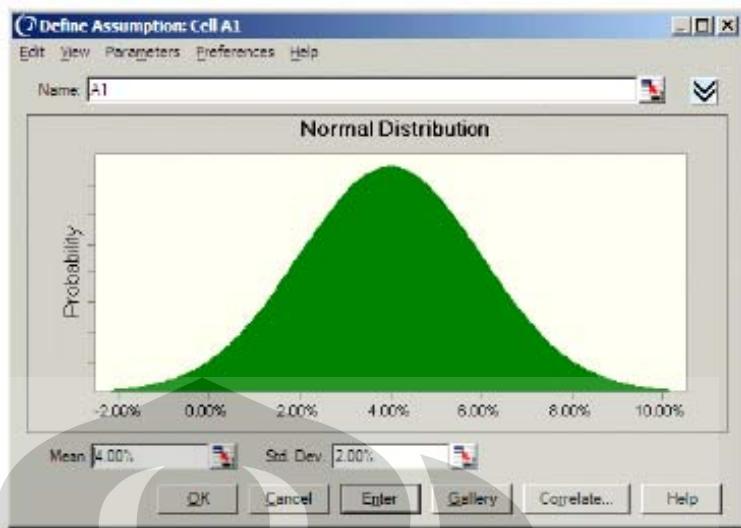
3.7.2 Metode Optimasi

Metode optimasi akan digunakan untuk mengoptimasi penggunaan bahan bakar alternatif yang terdiri dari sekam padi dan biji jarak terhadap bahan bakar fossil batubara.

Langkah-langkah dalam optimasi ini adalah dengan menggunakan simulasi terhadap sub-variabel penyusun dari modeling yang ada, dimana sub-variabel (Solar, Harga Bahan bakar, jarak pengambilan bahan bakar dan bunga bank) ini terlebih dahulu didefinisikan distribusi probability-nya. Menurut teori ada beberapa pola distribusi probability yang dapat digunakan, diantaranya;

3.7.2.1. Normal Distribution

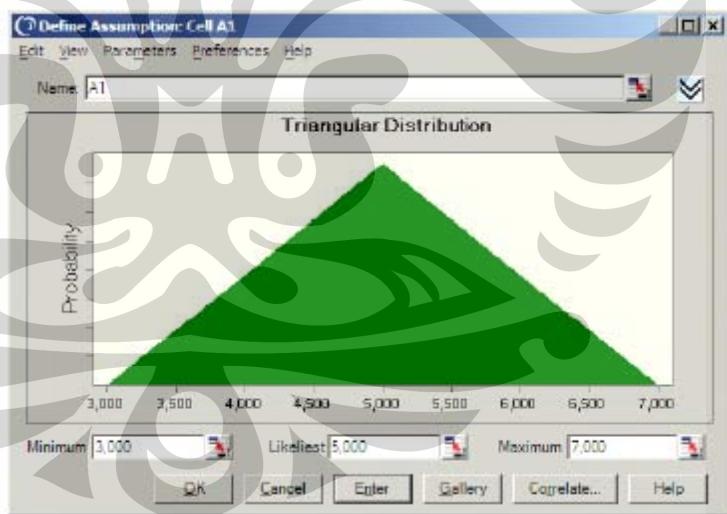
Normal distribution adalah distribusi yang paling penting dalam teori probability distribution, karena dapat menggambarkan banyak fenomena alam seperti distribusi IQ manusia atau tinggi manusia.



Gambar 3.2 Normal Distribution

3.7.2.2. Triangular Distribution

Triangular distribution ini menggambarkan sebuah situasi dimana dari data yang ada telah diketahui nilai maksimum, minimum dan nilai yang paling mungkin akan terjadi.

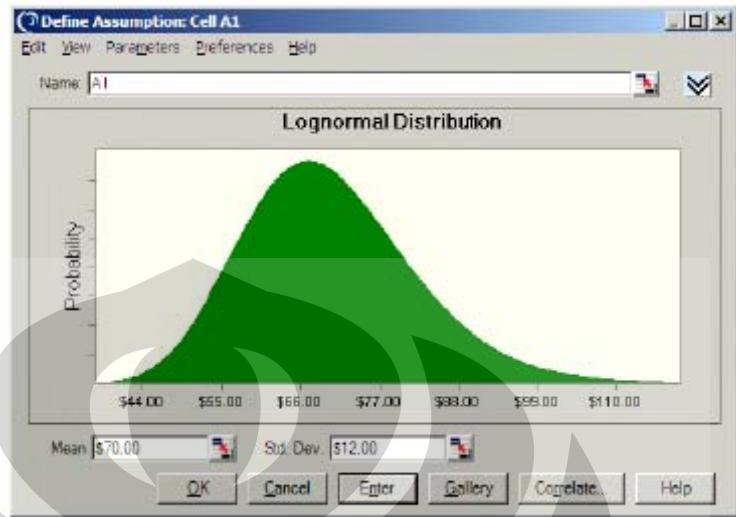


Gambar 3.3 Triangular Distribution

3.7.2.3. Lognormal Distribution

Lognormal distribution secara luas digunakan dalam situasi dimana nilainya adalah condong ke positif, dan nilainya akan lebih besar dari nol. Misalnya adalah harga saham

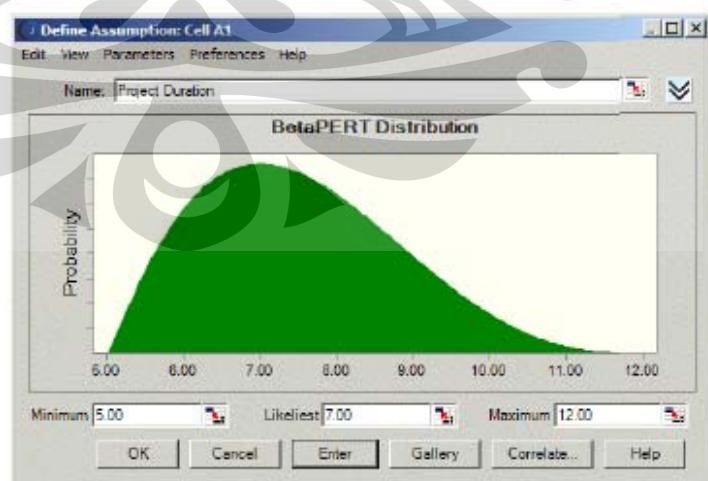
yang tidak akan bernilai kurang dari nol, tetapi dapat naik nilainya hingga tak terhingga.



Gambar 3.4 Lognormal Distribution

3.7.2.4. BetaPerth Distribution

BetaPerth distribution menggambarkan situasi dimana nilai minimum, maksimum dan nilai yang paling mungkin terjadi diketahui. *Betaperth distribution* ini pada dasarnya mirip dengan *triangular distribution* tetapi *betaperth distribution* mempunyai presentasi jumlah nilai yang berada dalam range yang nilainya paling mungkin terjadi lebih besar.



Gambar 3.5 BetaPerth Distribution

Dalam optimasi ini, sistem rangking yang dapat digunakan, dapat mengikuti salah satu dari 3 jenis *standard-goodness-of-fit test* sebagai berikut;²⁵

3.7.2.5. Anderson-Darling

Test ini sangat mirip dengan metode Kolmogorof-Smirnov, tetapi distribusi datanya lebih banyak tersebar di kedua sisi ekornya, dibandingkan yang ada di tengah grafiknya.

Kontrol dari kesesuaian penggunaan metode ini²⁴ adalah dengan menguji hasil dari tingkat perbedaannya $< 1,5$.

3.7.2.6. Chi-Square

Test ini adalah jenis test yang tertua dan paling umum digunakan. Test ini akan mengukur akurasi yang sesuai secara garis besar. Test ini terdistribusi merata baik dibagian tengah, maupun di bagian ekor dari grafik probability-nya.

Kontrol dari kesesuaian penggunaan metode ini²⁴ adalah dengan menguji hasil dari tingkat perbedaannya $> 0,5$.

3.7.2.7. Kolmogorof Smirnov

Hasil dari test jenis ini akan memberikan nilai vertical yang paling besar diantara dua distribusi komulatifnya.

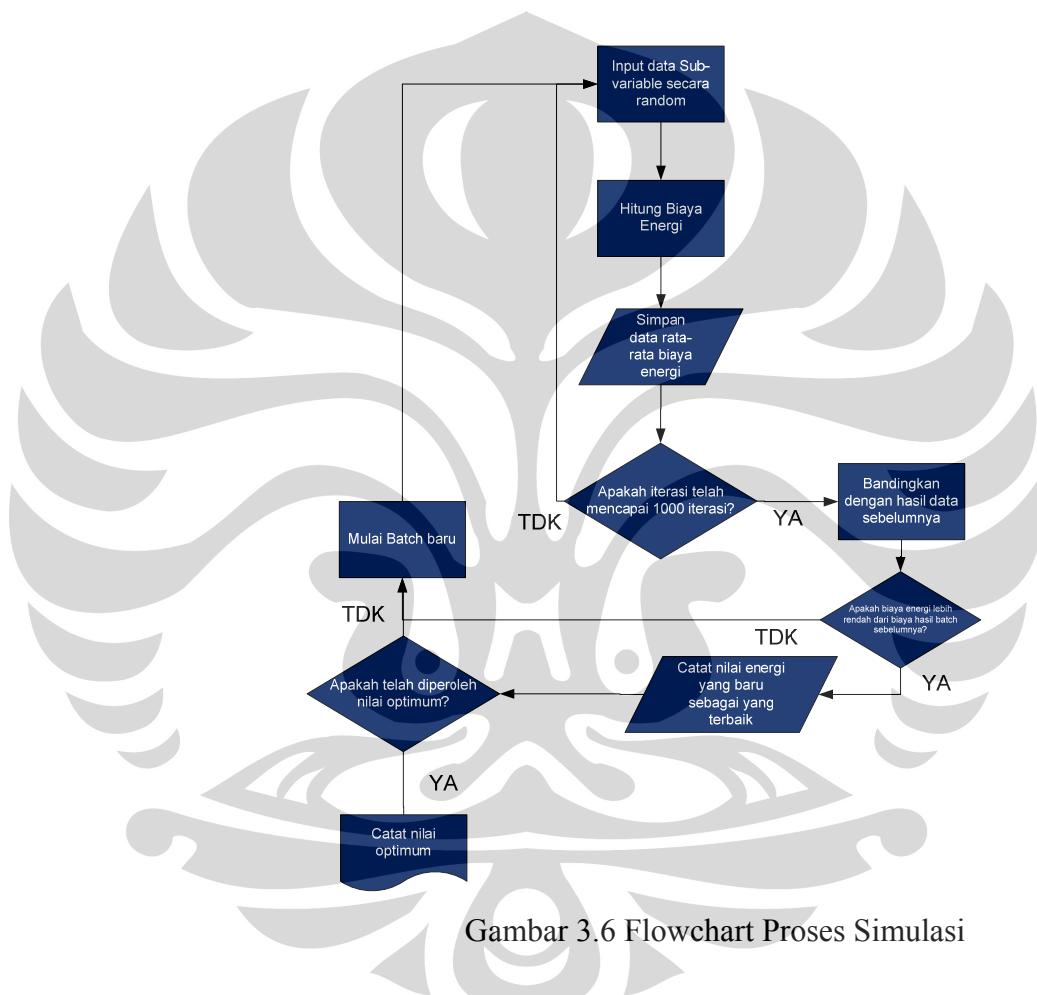
Kontrol dari kesesuaian penggunaan metode ini²⁴ adalah dengan menguji hasil dari tingkat perbedaannya $< 0,03$.

Hasil dari optimasi ini, selanjutnya dianalisa dan apabila hasil tersebut memberikan IRR yang lebih kecil dari *Minimum Attractive Rate of Return (MARR)* dari Boral yaitu sebesar 18%, maka harus dikembangkan alternatif baru, hingga diperoleh IRR yang diinginkan. Dalam pengembangan dan pemilihan alternatif ini, perlu diperhitungkan besarnya *Capital Expenditure* yang dibutuhkan.

3.7.3 Metode Simulasi

Metode simulasi atau biasa dikenal dengan teori Monte Carlo, dimana dilakukan simulasi dengan memasukkan nilai-nilai dari variabel penyusun biaya energi ini secara acak. Dari percobaan yang berulang-ulang ini akan diperoleh nilai optimumnya, beserta frekwensinya.

Adapun logika simulasi ini dapat digambarkan sebagai berikut;



Gambar 3.6 Flowchart Proses Simulasi

Sensitivity analysis dapat digunakan untuk mengukur besarnya sensitifitas perubahan beberapa komponen biaya terhadap biaya produksi misalnya;

- Perubahan harga batubara, biji jarak dan sekam padi
- Perubahan harga bahan bakar solar
- Perubahan besarnya bunga Bank, yang akan sangat berpengaruh terhadap besarnya bunga investasi yang harus dibayar kembali.

- d. Variasi dari lokasi pengambilan bahan bakar alternatif dan batubara

3.7.4 Metode Prediksi

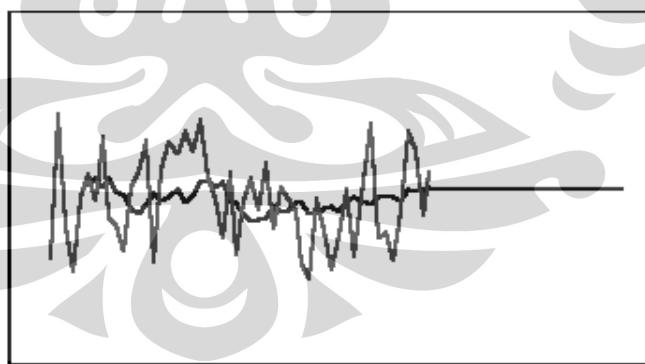
Metode ini digunakan, dalam menguji ketersediaan bahan bakar sekam padi, dengan cara menggunakan data 10 tahun terakhir produksi sekam padi yang ada, untuk memprediksi kecenderungan jumlah produksi padi hingga 20 tahun ke depan.

Pendekatan ilmiah dalam metode prediksi ini biasanya berdasarkan salah satu dari 4 kategori, yaitu *Time Series*, *Regression*, *Simulation* dan *Qualitative*. Dalam penelitian ini digunakan pendekatan *Time Series* dan *Multiple linear regression*.

Metode pendekatan yang digunakan dalam prediksi ini terdiri dari beberapa cara, yaitu;²⁵

3.7.4.1. Single Moving Average

Metode ini digunakan untuk data yang tidak memiliki tren atau perubahan musiman, sehingga bentuk grafik prediksinya relatif datar dan lurus.

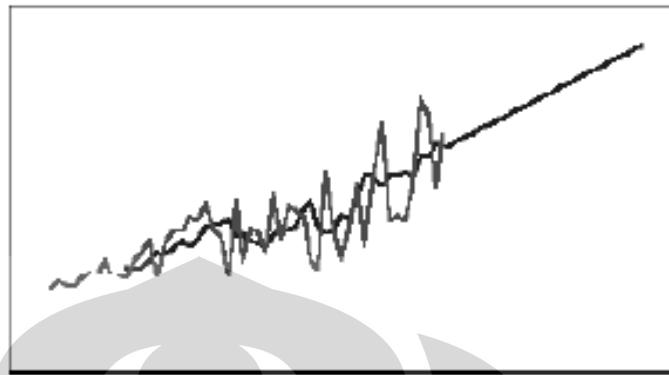


Gambar 3.7 Single Moving Average
Sumber; Crystal Ball 7.3 Manual Book

3.7.4.2. Double Moving Average

Metode ini cocok digunakan pada data yang memiliki tren tapi tidak memiliki perubahan musiman, sehingga grafik

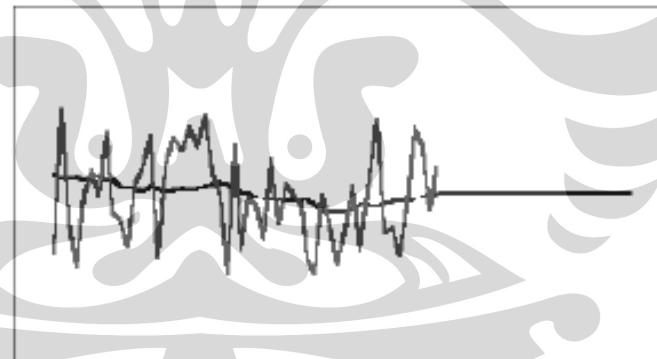
prediksinya akan menyerupai garis lurus dengan kemiringan tertentu.



Gambar 3.8 Double Moving Average
Sumber; Crystal Ball 7.3 Manual Book

3.7.4.3. Single Exponential Smoothing (SES)

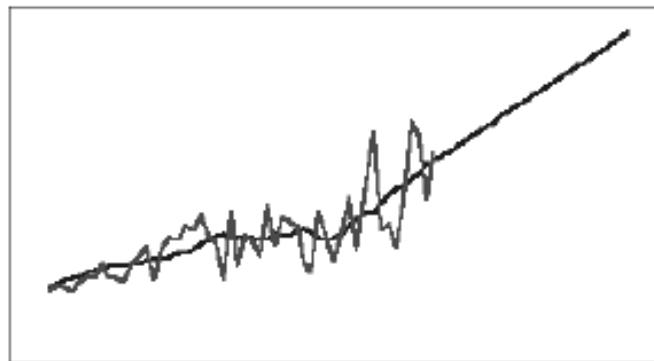
Metode ini cocok untuk data yang tidak stabil, yang tidak memiliki tren dan perubahan musiman, sehingga bentuk grafik prediksinya akan menyerupai garis lurus dan datar.



Gambar 3.9 Single Exponential Smoothing (SES)
Sumber; Crystal Ball 7.3 Manual Book

3.7.4.4. Holt's Double Exponential Smoothing (DES)

Metode ini cocok untuk data yang tidak memiliki tren dan perubahan musiman, tetapi metode prediksinya akan menerapkan Holt's method pada data awal dan apabila hasil prediksinya, sehingga hasil prediksinya akan berupa garis lurus dengan kemiringan tertentu.

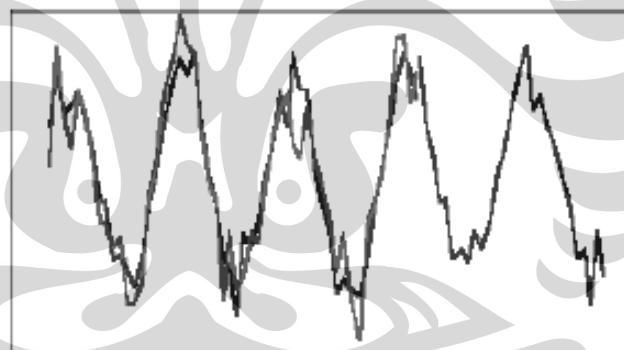


Gambar 3.10 Holt's Double Exponential Smoothing (DES)

Sumber; Crystal Ball 7.3 Manual Book

3.7.4.5. Seasonal Additive Smoothing

Metode ini cocok untuk data yang tidak memiliki tren, tetapi memiliki perubahan musiman yang tidak memiliki peningkatan dari waktu ke waktu. Grafik prediksinya akan berupa garis dengan perubahan secara musiman.

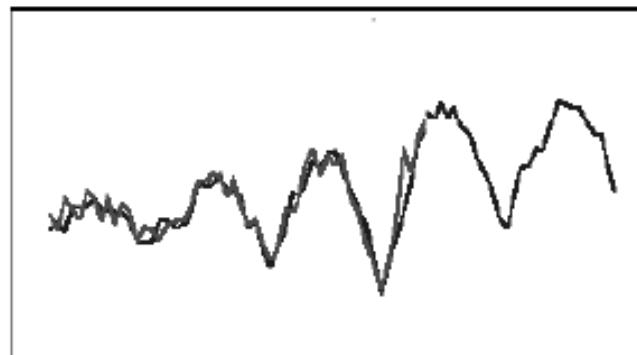


Gambar 3.11 Seasonal Additive Smoothing

Sumber; Crystal Ball 7.3 Manual Book

3.7.4.6. Seasonal Multiplicative Smoothing

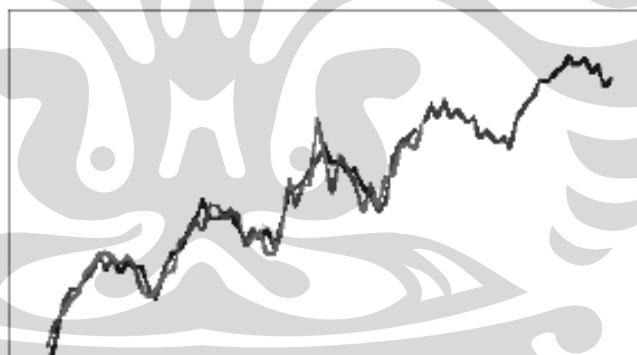
Metode ini cocok untuk data yang tidak memiliki tren, tetapi memiliki perubahan musiman yang mengalami peningkatan maupun penurunan dari waktu ke waktu. Grafik prediksinya akan berupa garis dengan perubahan musiman dengan nilai yang mengalami peningkatan atau penurunan.



Gambar 3.12 Seasonal Multiplicative Smoothing
Sumber; Crystal Ball 7.3 Manual Book

3.7.4.7. Holt-Winters' Additive Seasonal Smoothing

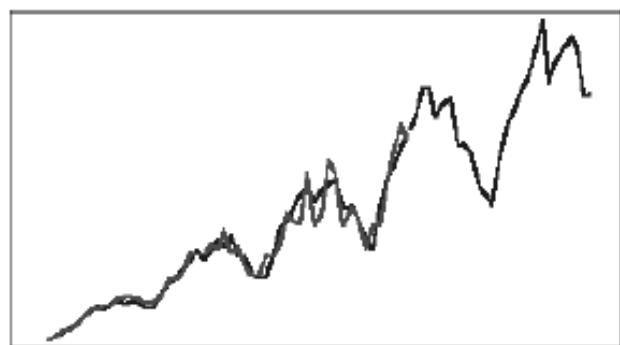
Metode ini cocok untuk data yang memiliki tren dan memiliki perubahan musiman, tetapi tidak mengalami penambahan dari waktu ke waktu. Grafik prediksinya akan berupa garis yang memiliki perubahan musiman, dimana terjadi penambahan nilai yang mengikuti tren.



Gambar 3.13 Holt-Winters' Additive Seasonal Smoothing
Sumber; Crystal Ball 7.3 Manual Book

3.7.4.8. Holt-Winters' Multiplicative Seasonal Smoothing

Metode ini cocok untuk data yang memiliki tren dan memiliki perubahan musiman, dengan penambahan nilai yang mengikuti tren dan perubahan musiman. Grafik prediksinya akan berupa garis yang memiliki perubahan musiman yang mengalami peningkatan berdasarkan tren dan perubahan musiman.



Gambar 3.14 Holt-Winters' Multiplicative Seasonal Smoothing

Sumber; Crystal Ball 7.3 Manual Book

Dengan bantuan software Cystal ball, maka akan dipilih metode yang paling cocok dengan data yang ada.

3.8. Kesimpulan

Dari metodologi penelitian yang ada dalam bab-3 ini, menunjukkan bahwa sebagian besar dari variabel-variable penelitian dapat diperoleh melalui studi literatur. Variabel yang harus diperoleh dengan metode lain adalah jumlah potensi sekam padi dengan metode Survey

Untuk metode analisa dalam penelitian ini dibutuhkan analisa statistik, sedangkan prediksi, simulasi, optimasi dan sensitivity analisys dibutuhkan pemecahan secara matematis dengan bantuan beberapa software, seperti SPSS dan Chrystal Ball.¹

BAB 4

GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

4.1. PT Boral Indonesia

PT. Boral Indonesia adalah perusahaan yang bergerak di bidang industri semen, yang memiliki rencana untuk mendirikan pabrik semen terpadu di Kecamatan Bayah, Kabupaten Lebak, Provinsi Banten.

PT Boral Indonesia adalah perusahaan PMA yang didirikan pada tanggal 9 Maret 2006, dengan presentasi permodalan 95% Boral International Pty. Ltd. dan 5% Boral Building Material Pty. Ltd. Kedua perusahaan pemegang saham tersebut berada di Australia.

Rencana pembangunan pabrik semen terpadu ini, terdiri dari kegiatan penambangan batu gamping (*limestone*), penambangan tanah liat (*clay*), penambangan pasir silika, pembangunan dan pengoperasian pabrik semen, pembangunan dan pengoperasian jalan akses sepanjang 6 kilometer, pembangunan dan pengoperasian dermaga pelabuhan khusus, pembangunan pembangkit tenaga listrik tenaga uap dengan kapasitas 2×25 megawatt, serta pembangunan perumahan karyawan secara bertahap yang dimulai dengan pembangunan 100 unit rumah pada awalnya.

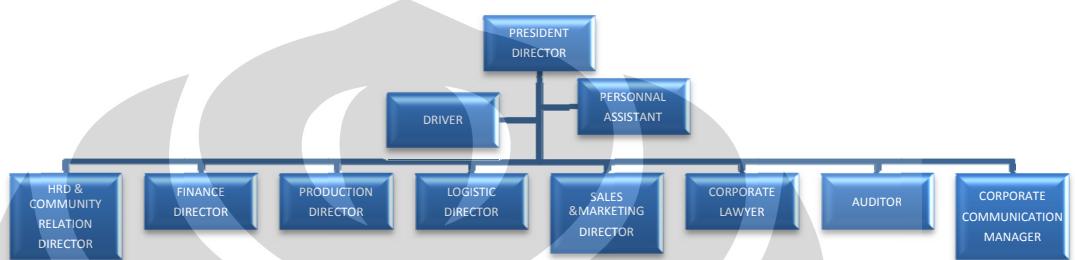
Kapasitas produksi pabrik semen ini direncanakan dapat menghasilkan 2,4 juta ton klinker pertahun, atau 2,9 juta ton semen per tahun.

Pembangunan proyek ini akan berlokasi di atas lahan seluas sekitar 1.000 ha yang terletak di Desa Bayah Timur, Desa Bayah Barat, Desa Suwakan, dan Desa Darmasari, Kecamatan Bayah serta Desa Cikatomas, Kecamatan Cilograng, Kabupaten Lebak, Provinsi Banten.

Rencana lokasi penambangan batu gamping terletak di Desa Bayah Timur, Desa Suwakan, dan Desa Cikatomas. Lokasi penambangan tanah liat terletak di Desa Bayah Barat. Lokasi penambangan pasir silika terletak

di Desa Darmasari. Lokasi pabrik semen terletak di Desa Bayah Timur, sedangkan lokasi pelabuhan khusus dan jalan akses terletak di Desa Darmasari.

4.2. Struktur Organisasi Perusahaan



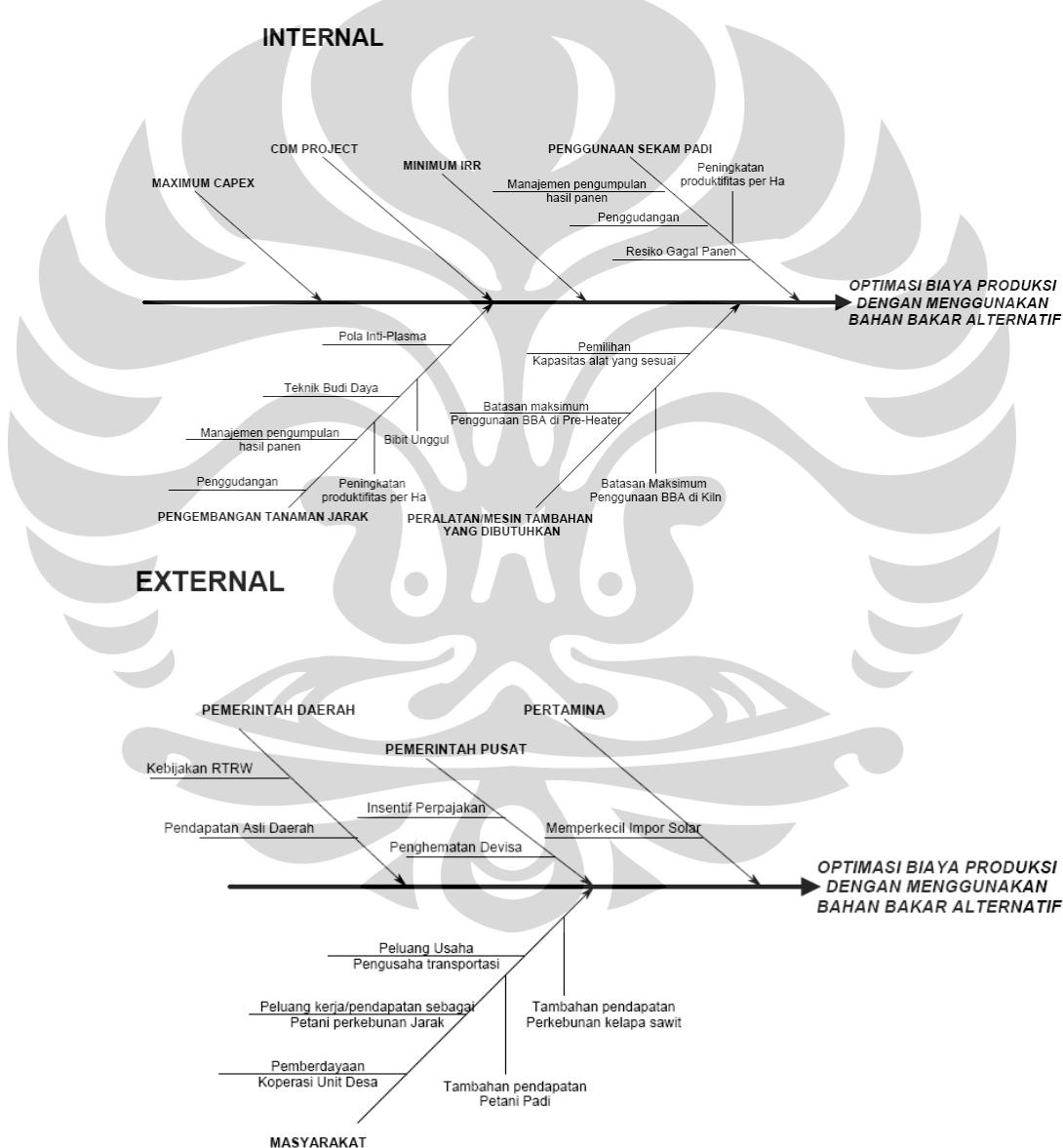
Gambar 4.1 Struktur organisasi PT Boral Indonesia
Sumber; PT Boral Indonesia

4.3. Stake Holder Analisis

Stake holder analysys dilakukan untuk melihat sejauh mana hubungan dan akibat yang ditimbulkan dalam penggunaan bahan bakar alternatif ini terhadap optimasi biaya produksi pada rencana operasional pabrik semen PT Boral Indonesia. Adapun *stake holder* dalam studi ini meliputi;

- a. PT Boral Indonesia, sebagai pemilik sekaligus penyedia modal
- b. Masyarakat sekitar, yang akan mengalami *multiplier effect* dari pembangunan Pabrik Semen. Masyarakat sekitar ini terdiri dari;
 - Petani padi dan jarak, yang akan memasok bahan bakar alternatif ke Pabrik
 - Pekerja perkebunan jarak pagar.
 - Pengusaha transportasi, yang akan menyediakan transportasi untuk pengangkutan bahan bakar alternatif ke Pabrik
 - Koperasi Unit Desa
 - Perkebunan kelapa sawit

- c. Pemerintah Daerah, yang merupakan pembuat kebijakan untuk mendukung pemanfaatan bahan bakar alternatif.
- d. Pemerintah Pusat, yang diharapkan akan memberikan insentif dalam perpajakan, karena Bahan bakar alternatif ini dapat menghebat bea import bahan bakar solar.
- e. CDM Project
- f. Pabrik pembuat peralatan tambahan untuk bahan bakar alternatif
- g. Pertamina, sebagai pihak yang akan menampung Biodiesel



Gambar 4.2 Gambar analisa stake holder

Universitas Indonesia

BAB 5 **ANALISA DATA**

5.1. Pendahuluan

Dalam analisa data ini akan dibahas variabel-variable penyusun dari pemodelan beserta batasan-batasan dari peralatan/mesin dan bahan bakar alternatif yang tersedia termasuk semua biaya yang berkaitan dalam proses produksinya seperti penggudangan, transportasi dan biaya perolehannya.

Selanjutnya dilakukan optimasi terhadap kebutuhan bahan bakar ini. Nilai optimum ini, kemudian akan menjadi input bagi simulasi terhadap besarnya optimasi yang dapat dilakukan terhadap penggunaan bahan bakar fossil atau batubara.

Sensitifitas analisis akan dilakukan terhadap kenaikan harga batubara dan minyak bumi terhadap harga pembelian sekam padi dan biji jarak.

5.2. Pembahasan Variable Dalam Pemodelan Penelitian

Dalam pembahasan variabel-variable penyusun dari pemodelan penelitian ini akan meliputi jumlah minimum batubara yang akan digunakan sehubungan dengan kemampuan peralatan dan batasan dari ketersediaaan bahan bakar alternatif dilapangan, yang dikaitkan dengan resiko kegagalan penyediaan bahan baku tersebut.

5.2.1 Kebutuhan Minimum Bahan Bakar Batubara yang Digunakan

Kebutuhan minimum batubara tetap diperlukan, sehubungan keterbatasan dari peralatan yang ada dalam penggunaan bahan bakar alternatif sebagai pengganti bahan bakar fossil.

5.2.1.1. Kiln

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan besaran 15% untuk maksimum bahan bakar alternatif yang dapat

digunakan. Hal ini sesuai dengan studi literature terhadap pabrik semen di Norwegia yang telah menggunakannya saat ini, meskipun teknologi terbaru dari Pabrik semen menyebutkan bahwa penggantian ini dapat ditingkatkan hingga 30%.

Ini berarti masih dibutuhkan batubara sebesar 85% dari kebutuhan kiln. Kebutuhan bahan bakar di kiln adalah 120.000 ton batubara per tahun (total kebutuhan batubara seluruhnya adalah 300.000), maka jumlah batubara yang dibutuhkan setelah dikurangi dengan bahan bakar alternatif adalah 102.000 ton batubara per tahun.

5.2.1.2. Pre Heater

Teknologi terbaru dari pabrik semen pada dasarnya dapat menggantikan 100% dari kebutuhan batubara di *pre-heater*. Tetapi dalam hal ini penulis membatasi hanya sampai 90%, karena nilai ini telah terbukti dapat dilakukan di pabrik semen di Norwegia.

Total kebutuhan bahan bakar di Pre-Heater adalah setara dengan 180.000 ton batubara per tahun. Kebutuhan bahan bakar batubara minimum setelah dikurangi dengan penggunaan bahan bakar alternatif di pre-heater adalah 18.000 ton per tahun.

Total kebutuhan batubara minimum dalam operasional pabrik sebagai akibat keterbatasan peralatan pabrik dalam penggunaan bahan bakar alternatif adalah 120.000 ton per tahun.

5.2.2 Kebutuhan variabel utama bahan bakar yang akan dioptimasi

Dalam bagian ini, penulis akan memaparkan batasan-batasan dalam penggunaan bahan bakar alternatif, disertai dengan biaya yang akan

timbul dalam penggunaan bahan bakar alternatif tersebut, dimana optimasi ini akan dibandingkan dengan penggunaan batubara.

Dalam pembahasan batasan bahan bakar alternatif ini, pertimbangan penggunaan campuran bahan bakar alternatif dengan komposisi yang konsisten sangat diperlukan. Hal ini sehubungan dengan proses setting pada Preheater dan Kiln tidak perlu selalu dilakukan, yang akan berpengaruh terhadap kualitas klinker yang dihasilkan.

5.2.2.1. Kebutuhan Energi Batubara

Pada dasarnya tujuan dari optimasi ini adalah untuk meminimalkan pemakaian batubara, sehingga nilai *lower bound*-nya adalah 120.000 ton (720.000.000 Kkal), atau sama dengan nilai minimal batubara yang tidak bisa digantikan oleh bahan bakar alternatif. Untuk *upper bound* dari pemakaian batubara ini adalah sebesar total energi yang dibutuhkan oleh Pabrik semen yaitu 300.000 ton, yang terdiri 120.000 ton bahan bakar batubara yang tidak dapat digantikan, ditambah 180.000 ton bahan bakar yang dapat digantikan oleh bahan bakar alternatif. Total energi yang dibutuhkan adalah 1.800.000.000 Kkal.

PT Boral Indonesia dalam hal ini akan memanfaatkan potensi batubara yang ada di daerah sekitar Pabrik dengan jarak maksimum 30 km, yang cadangannya menurut data pusat sumber daya geologi untuk propinsi Banten adalah sebesar 13,31 juta ton. Sebagian besar cadangan ini ada di kabupaten Lebak . Sementara itu perkiraan cadangan batubara di Bojong Manik yang berjarak 70 km dari Bayah menurut data BKPMID Banten adalah 4.539.249 ton.

Laporan hasil survey yang dilakukan oleh PT Boral Indonesia, dengan melakukan pencatatan jumlah truk batubara yang keluar dari kecamatan Malimping dengan

Universitas Indonesia

lokasi penambangan yang berjarak antara 6 – 30 Km dari lokasi pabrik (Lampiran 11), mempunyai jumlah produksi rata-rata per bulan sebanyak 15.375 ton.

5.2.2.2. Kebutuhan Energi Sekam Padi

Pada bagian ini penulis mencoba untuk mendefinisikan batasan-batasan sehubungan resiko yang mungkin terjadi dalam penggunaan sekam padi ini sebagai bahan bakar alternatif. Batasan-batasan tersebut adalah sebagai berikut;

- a. Sehubungan dengan penggunaan potensi sekam padi secara penuh dapat mengakibatkan kemungkinan naiknya harga sekam padi secara signifikan, maka penggunaan sekam padi dibatasi hanya 50% dari total potensi sekam padi yang ada, yaitu sebesar 110.000 ton sekam padi per tahun, atau setara dengan 352.000.000.000 Kkal per tahun. Hal ini juga akan memberi peluang dalam penggunaan sekam padi untuk kepentingan bisnis yang lain, yang diharapkan akan tumbuh pada saat pabrik ini mulai beroperasi, misalnya peternakan ayam, pembuatan batubata, dll.
- b. Resiko kemungkinan adanya gagal panen dari padi ini juga menjadi salah satu resiko yang dapat mengancam proses produksi yang berkesinambungan. Resiko ini pada dasarnya dapat dipecahkan dengan penggunaan batubara, dengan memperhitungkan waktu yang diperlukan untuk mendatangkan batubara dari pulau Kalimantan adalah 20 hari. Untuk itu diperlukan analisa untuk mengukur besarnya batubara yang harus dicadangkan apabila hal ini terjadi. Asumsi penggunaan batubara dari Kalimantan ini, didasarkan adanya kemungkinan pasokan batubara dari daerah

sekitar pabrik mengalami gangguan, baik dari sisi sosial masyarakat, atau karena masalah perijinan terhadap keselamatan penambangan batubara, yang sebagian besar adalah penambangan bawah tanah dengan cara tradisional.

Untuk itu tetap dibutuhkan cadangan batubara minimum untuk 20 hari operasional, terhadap total energi yang akan disimulasikan.

Energi yang dibutuhkan adalah setara dengan;

$$\frac{1.080.000.000 \text{ Kkal}}{30 \text{ hari}} \times 20 \text{ hari} = 720.000.000 \text{ Kkal}$$

Berarti jumlah maksimum energi sekam padi yang aman digunakan dalam optimasi ini adalah;

$$= 1.080.000.000 - 720.000.000 = 360.000.000 \text{ Kkal}$$

Dari gambaran tersebut diatas, maka nilai *lower bound* dari sekam padi ini adalah 0 dan nilai *upper bound* dari sekam padi ini adalah 352.000.000 Kkal, yang setara dengan 110.000 ton sekam padi per tahun, atau 9.167 ton sekam padi per bulan.

5.2.2.3. Kebutuhan Energi Biji Jarak

Nilai lower bound dari pemakaian biji jarak adalah 0.

Penggunaan dari biji jarak ini sebagai energi pengganti dapat dimaksimalkan sehubungan resiko kegagalan yang sangat kecil. Untuk itu penulis menggunakan maksimum energi pengganti sebagai upper bound-nya atau sama dengan 1.080.000.000 KKal.

Universitas Indonesia

5.2.3 Variabel Penyusun Bahan Bakar

5.2.3.1. Batu Bara

Didalam perhitungan batubara ini, penulis menggunakan pertimbangan harga bahan bakar di tingkat internasional dan lokal.

a. Harga perolehan Batu bara

$$\text{Formula} \Rightarrow C_{1.1.2} \times (X_{1.3.4} + X_{1.5}) \quad (5.1)$$

$$C_{1.1.2} = E_1 \times EC_1 \quad (5.2)$$

$$\begin{aligned} &= \text{Kandungan Energi per ton (kkal/ton)} \times \\ &\quad \text{Kebutuhan bahan bakar (Ton)} \\ &= 6 \times 10^6 \text{ Kkal/ton} \times 180.000 \text{ ton} \\ &= 1,080 \times 10^{12} \text{ Kkal.} \end{aligned}$$

$$X_{1.3.4} = D_1 \times DC_1 \quad (5.3)$$

$$\begin{aligned} &= \text{Jarak lokasi pengambilan bahan bakar} \times \\ &\quad \text{Biaya transport per km} \\ &= (\text{Variasi antara } 6 \text{ hingga } 30 \text{ km}) \times \text{Rp.} \\ &\quad 0,116 \end{aligned}$$

Biaya transport per km ini diperoleh dari perhitungan Truk Izusu Elf 120-PS, dimana biaya per Km untuk kapasitas 5 ton adalah Rp. 3.467 per km. Maka biaya transport per Km/000 Kkal adalah;

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Rp. } 3.467}{5 \text{ ton} \times 6.000.000 \text{ Kkal}} \\ &= \text{Rp. } 116 \text{ per (Km. Kkal)} \\ &= \text{Rp. } 0,116 \text{ per (Km. 000 Kkal) batubara} \end{aligned}$$

$X_{1.5}$ = Harga batu bara di lokasi dapat bervariasi antara Rp. 700.000 hingga Rp. 1.300.000 per ton.

- b. Biaya Handling dari gudang terbuka ke gudang tertutup

Formula => $C_{1.1.2} \cdot X_{1.6}$) (5.4)

$X_{1.6}$ = Biaya Handling dari gudang terbuka ke gudang tertutup = 0

Batubara ini tidak akan menggunakan gudang terbuka, sehingga tidak membutuhkan biaya handling ke gudang tertutup.

- c. Biaya penggudangan batubara

Formula => $C_{1.1.2} \cdot X_{1.7}$) (5.5)

$X_{1.7}$ = Biaya penggudangan bahan bakar per kilo kalori bahan bakar batubara

Sesuai dengan batasan yang telah dibahas sebelumnya, maka jumlah cadangan batu bara minimum yang harus dimiliki adalah untuk 20 hari, walaupun batubara yang akan digunakan adalah batubara lokal. Untuk itu dibutuhkan stock pile yang dapat menampung batubara untuk 2/3 dari kebutuhan total per bulan, atau sama dengan 10.000 ton. Ruang yang dibutuhkan untuk stock pile ini adalah ;

$$\frac{10.000 \text{ ton}}{\text{Berat Vol Batubara} \times 95\%} = \frac{10.000}{1.20 \times 95\%}$$

$$= 8.772 \text{ M}^3$$

Berat volume batubara adalah $1.15 - 1.31 \text{ ton/m}^3$ dimana penulis mengambil angka $1,2 \text{ ton/m}^3$ dalam perhitungan gudang ini.¹⁰ Dengan menggunakan penyimpanan jenis dome, akan dibutuhkan investasi untuk bangunan dan reclaimer equipment untuk gudang jenis dome ini 45,175 milliar rupiah.

Dengan asumsi depresiasi selama 10 tahun dan bunga 18% per tahun, maka biaya penggudangan per 1.000 Kkal dapat diperoleh sebesar 5,585 rupiah.

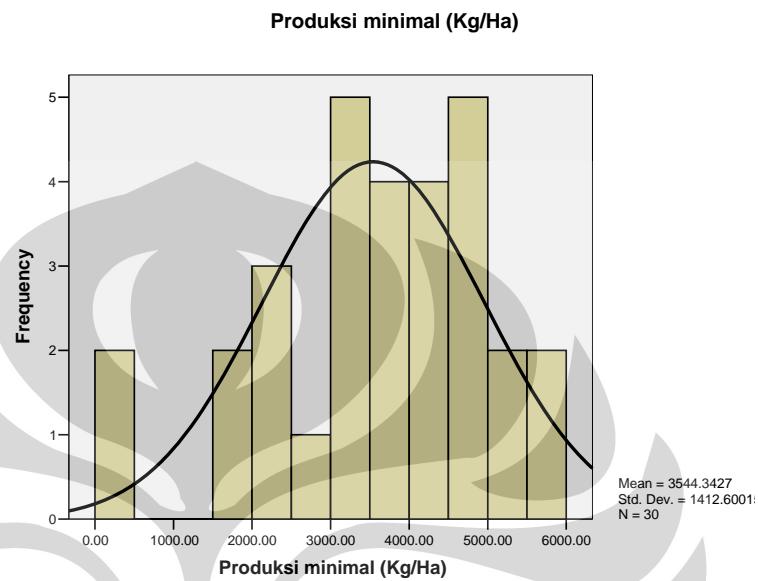
5.2.3.2. Sekam Padi

Dalam pengukuran terhadap ketersediaan sekam padi, penulis melakukan dengan beberapa cara yaitu; Pengumpulan data sekunder dan melalui metode wawancara, dimana dilakukan teknik sampling bertingkat 4 yang diambil dari 32 responden di Kabupaten Lebak dan Pandeglang.

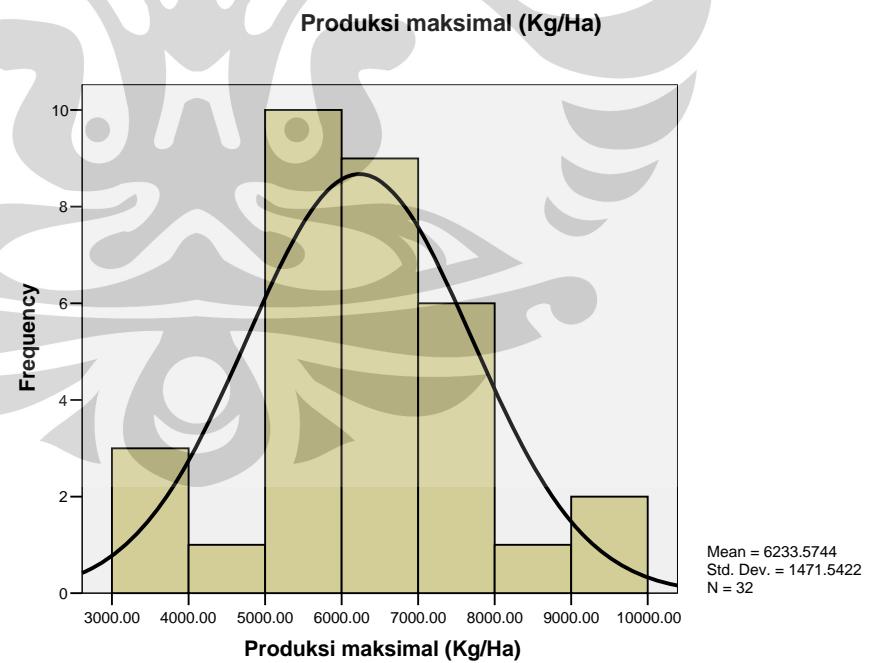
Tujuan dalam wawancara ini adalah untuk menguji kebenaran dari data sekunder terhadap tingkat produktifitas padi per hektar yang selanjutnya akan dapat dihitung potensi sekam padi yang ada. Selain itu juga diharapkan dapat diperoleh informasi, apakah masih dapat dilakukan upaya peningkatan produktifitas padi per hektar dengan memperbaiki beberapa faktor seperti pemupukan dan teknik budi daya padi, yang pada akhirnya juga akan meningkatkan jumlah sekam padi yang dapat diperoleh dari 2 kabupaten ini.

Dari hasil wawancara ini (Lampiran-12), dengan bantuan program SPSS dalam pengolahan datanya, diperoleh data bahwa produktifitas rata-rata tanaman padi sawah minimum adalah 3.544 kg/Ha dan produktifitas rata-rata padi sawah

maksimum adalah 6.234 kg/Ha. Sementara itu dari data sekunder diperoleh bahwa hasil produksi rata rata padi sawah per tahun adalah 5.200 kg/Ha hingga 5.440 kg/Ha.



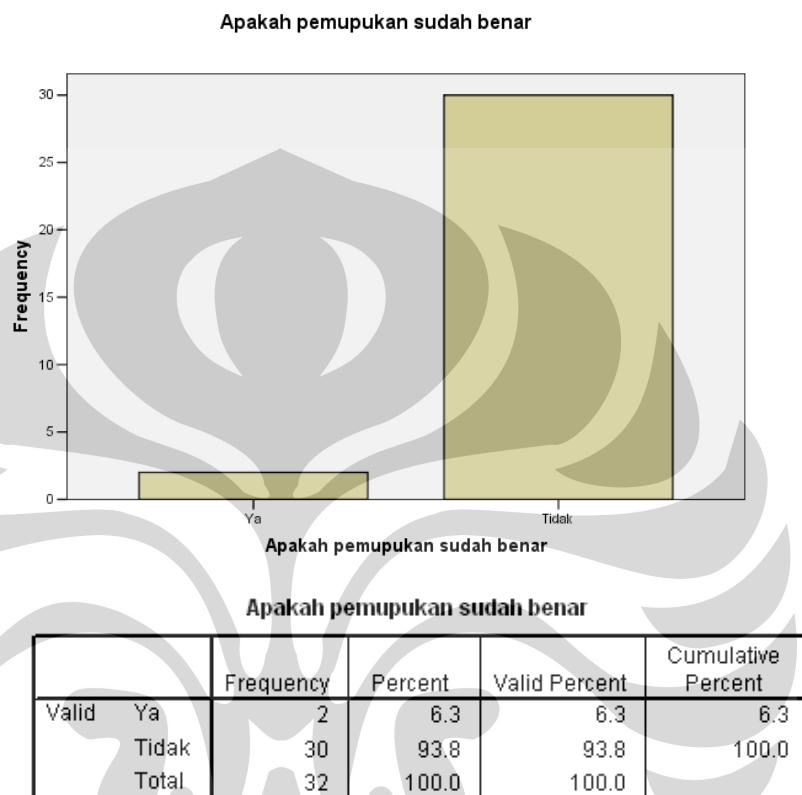
Gambar 5.1 Gambar grafik produksi minimal sekam padi di kabupaten Lebak dan Pandeglang



Gambar 5.2 Gambar grafik produksi maksimal sekam padi di kabupaten Lebak dan Pandeglang
Dari hasil wawancara ini juga diperoleh informasi tentang pemupukan dan teknik budi daya yang dilakukan oleh

Universitas Indonesia

responden. Data ini kemudian diolah oleh team ahli pertanian yang kemudian diberikan kesimpulan terhadap masing-masing responden dengan hasil sebagai berikut;



Gambar 5.3 Gambar histogram teknik pemupukan yang dilakukan petani responden penelitian

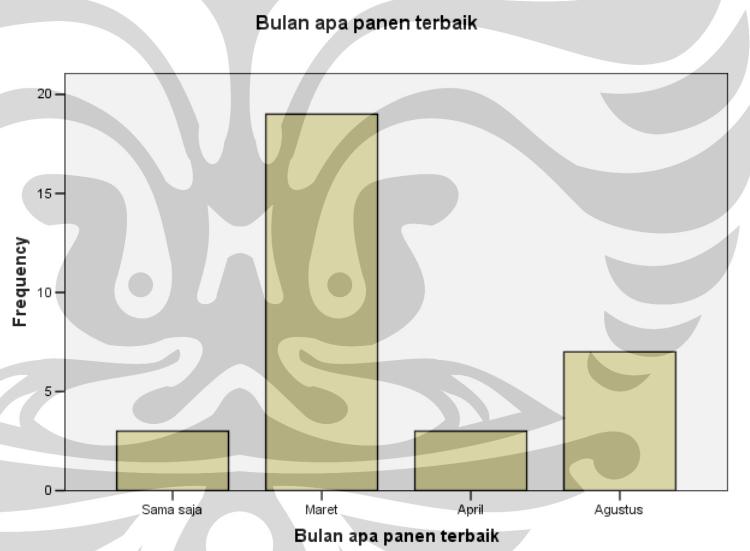


Apakah budi daya penanaman sudah benar

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Benar	2	6.3	6.3	6.3
	Belum benar	30	93.8	93.8	100.0
	Total	32	100.0	100.0	

Gambar 5.4 Gambar histogram teknik budi daya yang dilakukan petani responden penelitian

Untuk kebutuhan akan volume gudang yang diperlukan dalam penyimpanan dan penampungan sekam padi, dimana jumlahnya tiap bulan menurut data sekunder adalah sangat berfariasi maka salah satu data yang diambil dari responden adalah pada bulan apa terjadi panen terbaik. Hasil dari pengolahan data ini adalah sebagai berikut



		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Sama saja	3	9.4	9.4	9.4
	Maret	19	59.4	59.4	68.8
	April	3	9.4	9.4	78.1
	Agustus	7	21.9	21.9	100.0
	Total	32	100.0	100.0	

Gambar 5.5 Gambar histogram bulan panen terbaik dari petani responden

- a. Harga perolehan Sekam padi

$$\text{Formula} \Rightarrow C_{2.1.2} x (X_{2.3.4} + X_{2.5}) \quad (5.6)$$

$$C_{2.1.2} = E_2 x EC_2 \quad (5.7)$$

$$\begin{aligned} &= \text{Kandungan Energi per ton (kkal/ton)} \times \\ &\quad \text{Kebutuhan bahan bakar (Ton)} \\ &= 3,2 \times 10^6 \text{ Kkal/ton} \times 110.000 \text{ ton} \\ &= 352 \times 10^9 \text{ Kkal.} \end{aligned}$$

Jumlah potensi sekam padi yang dapat dimanfaatkan saat ini menurut data sekunder adalah 220 ton per tahun (Lampiran-2). Tetapi dengan pertimbangan resiko yang telah dibahas sebelumnya, maka digunakan 50% dari potensi sekam padi dalam perhitungan ini.

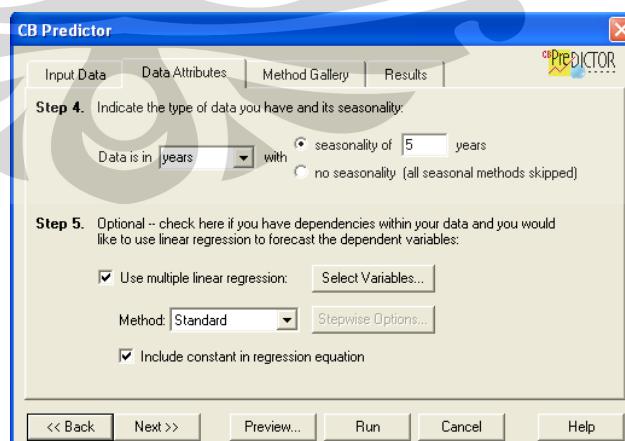
Untuk melihat kecenderungan produksi sekam padi dimasa yang akan datang, maka dengan bantuan *Crystal Ball Predictor* dihitung perkiraan jumlah produksi padi untuk 20 tahun yang akan datang dengan menggunakan data produksi 10 tahun terakhir dari kabupaten .

Tabel 5.1 Tabel produksi sekam (ton), luasan panen (Ha) dan produktifitas sawah (Ton/Ha)

Year	Produksi Sekam (Ton)	Luas Area Panen (Ha)	Produktifitas Sawah Irigasi (Ton/Ha)
1998	125,135	107,186	4.740
1999	136,375	118,711	4.590
2000	129,892	110,898	4.710
2001	128,024	105,847	4.850
2002	113,140	104,621	4.310
2003	136,462	117,481	4.660
2004	154,240	122,518	5.010
2005	158,262	122,346	5.090
2006	137,310	103,079	5.350
2007	105,810	115,418	5.200

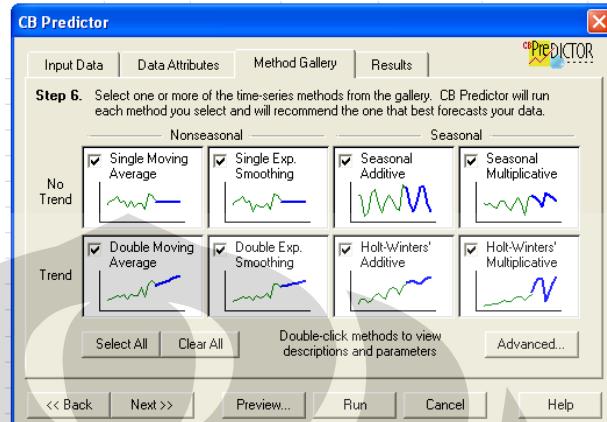
Sumber; Dinas pertanian kabupaten Pandeglang

Dalam simulasi ini diasumsikan terjadi periode pengulangan musim tiap 5 tahun, dan digunakan *multiple linear regression* yang membutuhkan sejumlah data yang *independent* dan *dependent*. Dengan metode ini selanjutnya dilakukan penggolongan produksi sekam padi sebagai variabel *dependent* (Y), serta luas area panen dan produktifitas per hektarnya sebagai variabel *independent* (X_1, X_2).



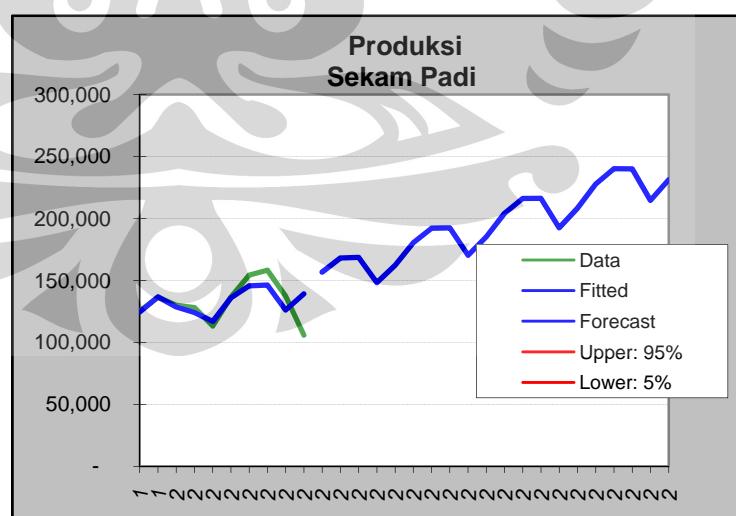
Gambar 5.6 Input data attribute di crystal ball

Selanjutnya digunakan seluruh metode yang ada dalam CB Predictor ini, untuk mendekati prediksi yang paling tepat sesuai dengan data yang tersedia.



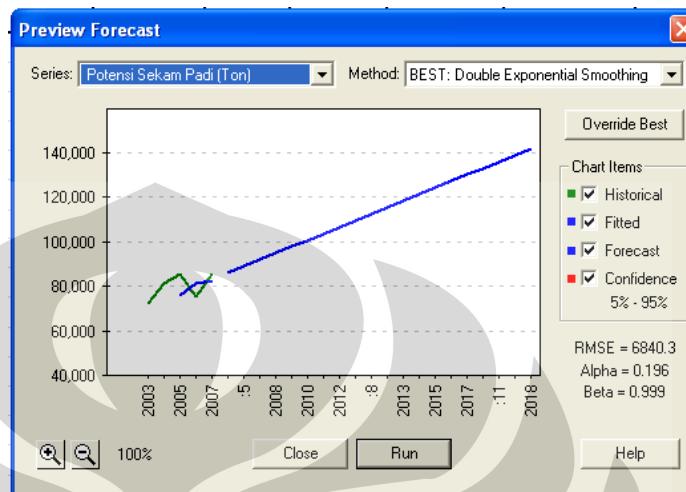
Gambar 5.7 Metode prediksi yang digunakan

Dari simulasi ini diperoleh data bahwa jumlah produksi padi di kabupaten Lebak mempunyai kecenderungan meningkat dimana jumlah produksi padi pada tahun 2020 adalah sebesar 216.294 ton. Hasil selengkapnya, sebagai mana terlampir dalam lampiran 13.



Gambar 5.8 Prediksi ketersediaan sekam padi di kabupaten Lebak, hingga 20 tahun yang akan datang
Sumber: Crystal Ball

Adapun perkiraan dari jumlah produksi sekam padi di kabupaten Lebak juga menunjukkan peningkatan dari tahun ke tahun.



Gambar 5.9 Prediksi ketersediaan sekam padi di kabupaten Pandeglang, hingga 20 tahun kedepan

Hal ini menunjukkan bahwa baik di kabupaten Lebak dan Pandeglang, tidak akan terjadi penurunan terhadap jumlah sekam padi yang tersedia dimasa yang akan datang.

$$X_{1.3.4} = D_1 \times DC_1 \quad (5.8)$$

= Jarak lokasi pengambilan bahan bakar X Biaya transport per km

= (Variasi antara 6 hingga 100 km) X Rp. 0,741

Volume bak truk adalah panjang 3,8 m, lebar 1,8 m dan tinggi 1,8 m. Untuk pengangkutan sekam padi, maka baknya dapat ditinggikan menjadi 2 m, sehingga volumenya adalah $13,68 \text{ m}^3$. Volume ini dapat menampung sekam padi seberat 1,5 ton (berat volume sekam padi = 115 Kg/m^3).

Biaya transport per km ini diperoleh dari perhitungan Truk Izusu Elf 120-PS, dimana biaya per Km untuk kapasitas 2 ton adalah Rp. 3.467 per km. Maka biaya transport per Kkal adalah;

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Rp. } 3.467}{1,5 \text{ ton} \times 3.200.000 \text{ Kkal}} \\
 &= 714 \text{ per (Km. Kkal)} \\
 &= 0,714 \text{ per (Km. 000 Kkal) sekam padi}
 \end{aligned}$$

$X_{2.5}$ = Harga sekam padi di lokasi dapat bervariasi antara Rp. 100.000 hingga Rp. 500.000 per ton.

- b. Biaya Handling dari gudang terbuka ke gudang tertutup

$$\text{Formula} \Rightarrow C_{2.1.2} \cdot X_{2.6} \quad (5.9)$$

$X_{2.6}$ = Biaya Handling dari gudang terbuka ke gudang tertutup

Untuk menghemat biaya penggudangan, maka sebagian besar cadangan sekam padi akan ditempatkan di gudang terbuka, dilokasi quarry. Untuk itu dibutuhkan biaya handling dari gudang terbuka ke gudang tertutup. Cara ini telah dilakukan di Tailand pada proyek pembangkit listrik dengan menggunakan bahan bakar sekam padi. Adapun proses flow-nya sebagaimana dalam lampiran-14.

Dibutuhkan mobile conveyor untuk menumpuk sekam padi di lokasi gudang terbuka dengan tinggi minimum 8 meter untuk memperkecil luas areal gudang terbuka. Dengan menggunakan sistem

Universitas Indonesia

conveyor yang modern yang biasa digunakan di tambang batubara yang besar dengan kapasitas 1500 ton/jam, biaya operasinya adalah USD 0,06/ton, atau setara dengan Rp. 558/ton.



Gambar 5.10 *Mobile transfer conveyor*, kapasitas hingga 8.000 ton per jam, dengan lengan conveyor hingga 80 m.

Sumber; Takraf GmbH



Gambar 5.11 Gambar *conveyor* dengan kapasitas 1500 ton/jam

Sumber; A.M King Industries, Inc. 2875 Feather River Boulevard Oroville, California

Dengan menggunakan Mobile conveyor yang sederhana, biaya operasional adalah Rp. 888/M³.

Universitas Indonesia



Gambar 5.12 *Mobile conveyor* sederhana dengan kapasitas 500 M³/jam.

Sumber; Canning Conveyor Co. Ltd. Sandy Lane industrial Estate. Nottinghamshire

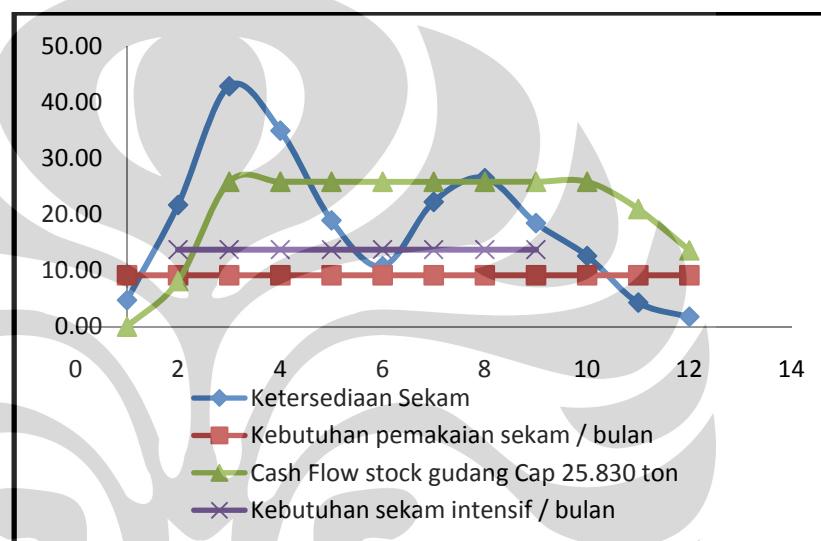
Pada saat dibutuhkan tambahan sekam padi di gudang tertutup, maka sekam dari gudang terbuka ini akan di muat kedalam truk dengan Loader kapasitas 3,5 m³ dengan biaya Rp. 492/m³. Selanjutnya, sekam ini diangkut dengan truk ke gudang tertutup, dengan biaya Rp. 2.284 / m³. Jadi biaya handling yang dibutuhkan untuk sekam padi ini adalah 9,956 rupiah/000 Kkal.

c. Biaya penggudangan sekam padi

$$\text{Formula} \Rightarrow C_{2.1.2} \cdot X_{2.7} \quad (5.10)$$

$X_{2.7}$ = Biaya penggudangan bahan bakar per kilo kalori bahan sekam padi

Besar gudang yang dibutuhkan untuk penyimpanan sekam padi ini tergantung dari cash flow kebutuhan sekam padi per bulan, dan jumlah sekam padi yang tersedia. Dari data sekunder diperoleh data ketersediaaan sekamnya per bulan, seperti dalam gambar V-13 dan lampiran 2.



Gambar 5.13 Grafik ketersediaan, kebutuhan dan cash flow sekam padi

Kebutuhan Pabrik per bulan adalah 9.170 ton sekam padi. Dari grafik diatas terlihat bahwa kondisi kritis produksi sekam padi terjadi pada bulan Januari , Pebruari dan Desember, dimana jumlah ketersediaan sekam padi lebih sedikit dari kebutuhan Pabrik per bulan. Sementara itu pada bulan Maret, April, Mei, Juli, Agustus dan September, jumlah sekam padi yang tersedia lebih besar dari kebutuhan pemakaian Pabrik.

Untuk itu diperlukan ukuran gudang yang lebih besar dari jumlah kebutuhan sekam padi per bulan, agar dapat menampung kelebihan ketersediaan sekam padi di bulan-bulan yang ketersediaan berlebih, untuk

Universitas Indonesia

menutupi kebutuhan di bulan-bulan pada saat ketersediaannya kurang mencukupi. Dengan menjumlahkan kekurangan sekam padi di bulan Desember, Januari, dan Februari, ditambah kebutuhan Pabrik per bulan, maka diperoleh kapasitas minimum gudang sekam padi yang dibutuhkan, yaitu 25.830 ton. Dari grafik diatas terlihat cash flow dari stok sekam padi di gudang tidak pernah kurang dari “nol”, yang berarti kapasitas gudang tersebut mencukupi. Dalam penelitian ini penulis menggunakan ukuran gudang yang cukup untuk menampung sekam padi sebesar 26.000 ton.

Ruang yang dibutuhkan untuk stock pile ini adalah ;

$$\frac{26.000 \text{ ton}}{\text{Berat Vol Sekam Padi} \times 95\%} = \frac{26.000}{0,115 \times 95\%}$$

$$= 237.986 \text{ M}^3$$

Berat volume sekam padi adalah 115 kg/m³.¹⁷

Jumlah diatas akan membutuhkan biaya yang sangat besar apabila ditempatkan didalam gudang yang tertutup. Dari studi literatur yang penulis lakukan, di Philipina dan Tailand, sekam padi sebagai bahan bakar untuk pembangkit listrik ini, disimpan di gudang terbuka, dimana teknik penumpukannya dengan cara mengerucut, untuk mencegah banyaknya air yang terserap apabila terjadi hujan.²³ Pada dasarnya dari hasil observasi di Tailand, penyimpanan sekam padi dalam bentuk mengerucut tidak akan menyerap kelembaban yang besar, bahkan setelah terjadi hujan.

Dengan adanya gudang terbuka ini, maka gudang tertutup yang akan dibangun dapat diminimalkan untuk 3 hari stock. Hal ini untuk memberi waktu bagi sekam padi yang berasal dari gudang terbuka untuk proses pengeringan.

Besarnya gudang tertutup yang dibutuhkan adalah yang mampu menampung 7.971 M³ sekam padi. Dibutuhkan investasi sebesar 41 milliar rupiah untuk gudang tertutup ini, termasuk *reclaimer equipment*-nya.

Spesifikasi gudang terbuka yang akan dibuat adalah lantainya terbuat dari beton bertulang yang mampu untuk mendukung operasi dari mobile conveyor dan loader.

Sisa stock yang harus disimpan di gudang terbuka adalah 230.015 m³, dimana dengan tinggi penumpukan 8 meter, maka diperlukan 67.652 m² gudang terbuka.

Investasi yang dibutuhkan untuk gudang terbuka ini adalah 40,59 milliar rupiah.

Jadi total investasi gudang untuk sekam padi adalah 81,64 milliar rupiah. Dengan asumsi bunga Bank 18%, depresiasi gudang 10 tahun, maka biaya gudang sekam padi ini adalah 51,6 Rupiah/Kkal.

Biaya gudang ini hampir 2 kali lipat harga gudang yang dibutuhkan apabila menggunakan batubara.

5.2.3.3. Biji Jarak

- a. Harga perolehan biji jarak

$$\textbf{Formula} \Rightarrow C_{3.1.2} = (X_{3.3.4} + X_{3.5}) \quad (5.11)$$

$$C_{3.1.2} = E_3 \times EC_3 \quad (5.12)$$

$$\begin{aligned}
 &= \text{Kandungan Energi per ton (kkal/ton)} X \\
 &\quad \text{Kebutuhan bahan bakar (Ton)} \\
 &= 4,65 \times 10^6 \text{ Kkal/ton} X 232.258 \text{ ton} \\
 &= 1,080 \times 10^{12} \text{ Kkal.}
 \end{aligned}$$

$$\mathbf{X}_{3.3.4} = \mathbf{D}_3 \times \mathbf{DC}_3 \quad (5.13)$$

$$\begin{aligned}
 &= \text{Jarak lokasi pengambilan bahan bakar X} \\
 &\quad \text{Biaya transport per km} \\
 &= (\text{Variasi antara } 6 \text{ hingga } 100 \text{ km}) X \text{ Rp.} \\
 &\quad 0,149
 \end{aligned}$$

Biaya transport per km ini diperoleh dari perhitungan Truk Izusu Elf 120-PS, dimana biaya per Km untuk kapasitas 5 ton adalah Rp. 3.467 per km. Maka biaya transport per Kkal adalah;

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Rp. } 3.467}{5 \text{ ton} X 4.650.000 \text{ Kkal}} \\
 &= \text{Rp. } 149 \text{ per (Km. Kkal)} \\
 &= \text{Rp. } 0,149 \text{ per (Km. 000 Kkal) biji jarak}
 \end{aligned}$$

$X_{3.5}$ = Harga beli biji jarak di lokasi adalah Rp. 1.000.000 per ton.

- b. Biaya Handling dari gudang terbuka ke gudang tertutup

$$\mathbf{Formula} \Rightarrow C_{3.1.2.} \times X_{3.6} \quad (5.14)$$

$X_{1.6}$ = Biaya Handling dari gudang terbuka ke gudang tertutup = 0

Biji jarak ini tidak akan menggunakan gudang terbuka, sehingga tidak membutuhkan biaya handling ke gudang tertutup.

c. Biaya penggudangan biji jarak

$$\text{Formula} \Rightarrow C_{3.1.2} \cdot X_{3.7} \quad (5.15)$$

$X_{3.7}$ = Biaya penggudangan bahan bakar per kilo kalori bahan biji jarak

Dibutuhkan *minimum stock pile* untuk menampung biji jarak ini, karena proses panen dan pengiriman dapat diatur sesuai jadwal pabrik. Tetapi dalam hal ini tetap dibutuhkan stock pile yang mampu menampung biji jarak untuk kebutuhan 10 hari, yaitu energi yang dibutuhkan dalam 10 hari;

$$\frac{1.080.000.000}{12 \times 4650} \times \frac{10}{30} = 6.452 \text{ Ton}$$

Ruang yang dibutuhkan untuk stock pile ini adalah ;

$$\begin{aligned} &= \frac{6.452}{\text{Berat Vol biji jarak} \times 95\% \text{ Eff}} \\ &= \frac{6.452}{0,961 \times 95\%} \\ &= 7.067 \text{ m}^3. \end{aligned}$$

Berat volume biji jarak adalah 961 kg/m^3 .⁷

Dengan menggunakan stock pile jenis dome, akan dibutuhkan investasi untuk bangunan ini lengkap dengan *reclaimer equipment*-nya sebesar 36,4 milliar rupiah.

Dengan asumsi depresiasi selama 10 tahun dan bunga 18%, maka biaya penggudangan dapat diperoleh sebesar 7,498 rupiah per kkal.

5.3. Optimasi Pemakaian Bahan Bakar

Dalam optimasi ini perlu ditetapkan asumsi-asumsi sebagai batasan dalam proses optimasi dengan *crystal ball* yang biasa disebut *lower bound* dan *upper bound*. Dalam optimasi ini juga perlu ditetapkan asumsi terhadap kemungkinan perubahan harga bahan bakar alternatif, biaya penggudangan dan biaya transport.

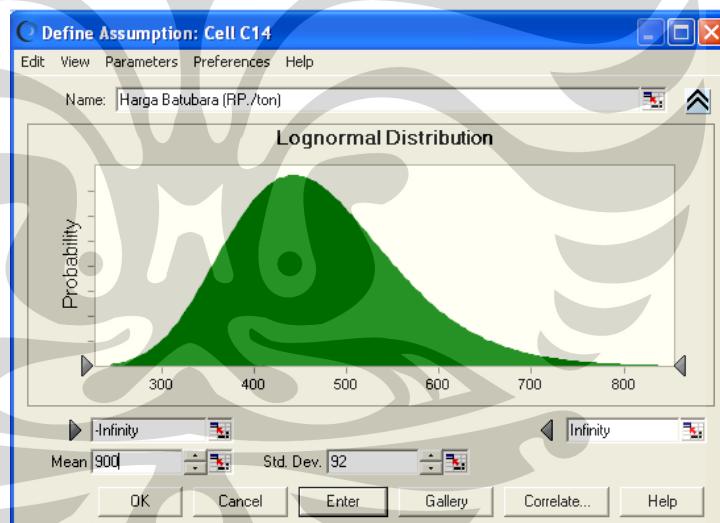
5.3.1 Pendefinisian Constraint dan Asumsi Distribusi

5.3.1.1. Harga Perolehan Batubara

Dalam optimasi ini berdasarkan catatan dari perkembangan harga batubara (*Historical data*) di Jepang yang di konversi ke rupiah sebagaimana lampiran-15, selanjutnya dilakukan *Batch Fit dengan bantuan Crystal Ball*. Data yang digunakan oleh penulis dalam hal ini adalah data dari tahun 1987 hingga tahun 2007. Data di tahun 2008 tidak penulis gunakan dalam tahap awal ini, karena nilainya yang melonjak cukup tajam dan dapat dikategorikan anomali. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa dari ketiga *ranking method* terhadap pola distribusi yang paling tepat (*Chi_Square*, *Anderson Darling*, *Kolmogorof_Smirno*) menunjukkan 2 diantaranya mempunyai hasil yang sama, yaitu “*Maximum Extreme Distribution*”. Chi Square memberikan beberapa alternatif yang masuk dalam Range diantaranya distribusi Normal, student Log Normal dan Logistic, dengan rekomendasi distribusi normal. Pada dasarnya pilihan-pilihan ini memberikan batasan-batasan yang berbeda, misalnya standar deviasinya. Apabila batasan tersebut di masukkan kedalam sistem optimasi, akan menghasilkan hasil optimasi yang relatif sama.

Chi Square dipilih oleh penulis sebagai acuan karena pola distribusinya lebih seragam disetiap level. Selain itu dari uji nilai P, yang paling mendekati adalah Chi-Square ($> 0,5$).

Distribusi probability yang digunakan oleh penulis adalah Log Normal karena dalam log normal batasan terkecil dari nilainya adalah 0, sementara dalam distribusi normal, nilainya dapat minus. Nilai Standard Deviasi untuk Log Normal yang diperoleh dari hasil Batch Fit yaitu 92, sementara mean yang digunakan adalah 900, karena harga batubara yang paling mungkin berlaku saat ini yaitu Rp. 900.000 per ton. Dengan keterbatasan jumlah digit dalam pengolahan data crystall ball, maka nilai *mean* ini dibuat dalam skala ribuan, menjadi 900.

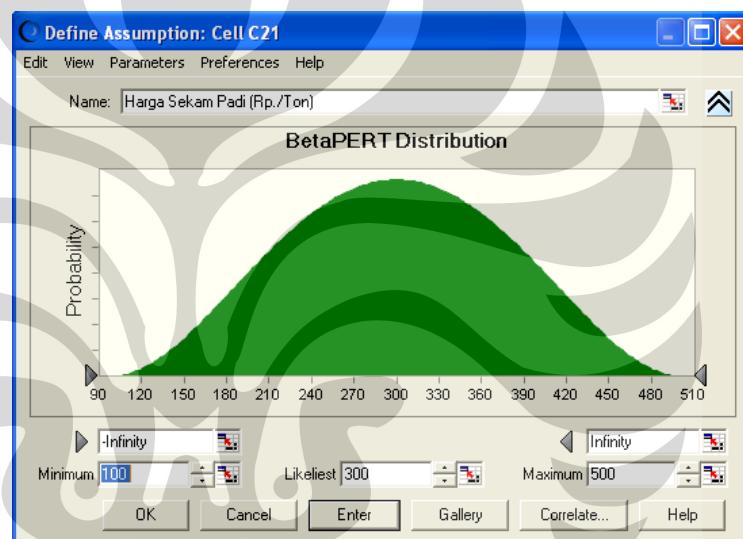


Gambar 5.14 Log Normal Distribution untuk harga batubara

5.3.1.2. Harga Perolehan Sekam Padi

Harga sekam padi ditingkat petani minimal adalah 0, dengan asumsi sekam padi tersebut dapat diperoleh dengan cuma-Cuma. Harga yang diperkirakan akan diberikan ke petani adalah Rp. 300.000/ton. Data statistik perkembangan sekam padi tidak dapat penulis dapatkan, karena sekam padi

bukanlah salah satu komoditi yang umum diperjual belikan dalam jumlah besar. Untuk itu penulis menggunakan dasar asumsi yang ada dalam petunjuk penggunaan program crystall ball, dimana dengan asumsi harga minimum tidak lebih kecil dari 100 (Biaya bongkar muat) dan harga maksimum 500, dimana 80% harga tersebut adalah dikisaran 300, maka digunakan “*Beta Pert Distribution*”. Nilai Likeliest 300 ditetapkan karena diharapkan harga sekam padi akan berkisar Rp. 300.000 per ton, dengan minimum 100 dan Maksimum 500.



Gambar 5.15 Gambar distribusi probability harga sekam padi

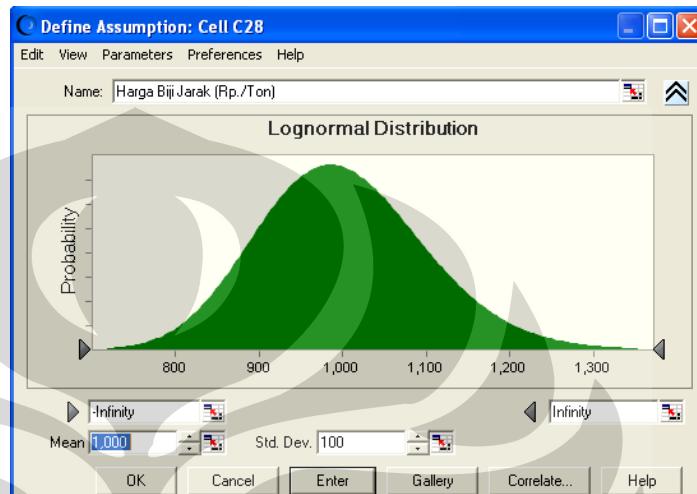
5.3.1.3. Harga Perolehan Biji Jarak

Harga biji jarak ini menurut analisa hasil usaha dan wawancara dengan praktisi adalah Rp. 1.000.000/ton. Data statistik perkembangan harga biji jarak tidak dapat penulis dapatkan, karena biji jarak selama ini belum cukup umum diperjual belikan sebagai bahan bakar dalam jumlah besar. Dengan gencarnya program pemerintah untuk menggunakan biji jarak ini sebagai bahan bakar alternatif, maka akan mendorong harga jual biodiesel untuk mendekati harga jual minyak solar. Hal ini akan mendorong

Universitas Indonesia

distribution probability dari harga jual biji jarak akan mengikuti harga solar yaitu “Lognormal Distribution”.

Mean 1.000 ditetapkan sesuai dengan harga perolehan yang diperkirakan dari petani sebesar Rp. 1.000.000 dengan deviasi Rp. 100.000 atau *standard deviasi* 100.

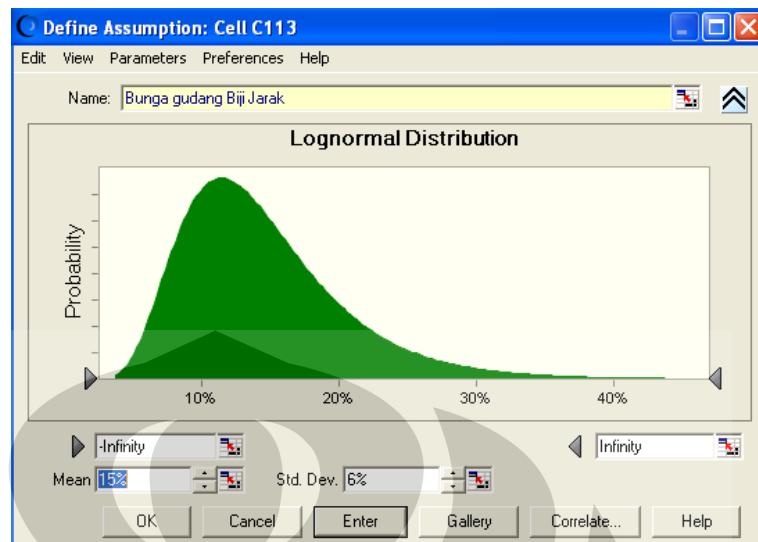


Gambar 5.16 Gambar distribusi probability harga Biji Jarak

- 5.3.1.4. Biaya penggudangan Batubara, Sekam Padi dan Biji Jarak
- Biaya penggudangan ini akan sangat tergantung dari besarnya fluktuasi bunga bank. Biaya investasi dari gudang (Dome) diperkirakan sebesar Rp. 5.150.000/M³, lengkap dengan reclamer equipmentnya.

Dalam optimasi ini berdasarkan data statistik bunga bank yang dikeluarkan oleh Bank Indonesia dalam lampiran 16, selanjutnya dilakukan *Batch Fit dengan bantuan Crystal Ball*. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa dengan menggunakan *ranking methode Chi-Square*, distribusi probability yang paling tepat digunakan dalam optimasi untuk bunga Bank adalah “*Lognormal*”. Dalam proses *define assumption crystall ball* dibutuhkan nilai mean dan standard deviasinya, yang bisa diperoleh dengan bantuan SPSS. Nilai *mean-nya* adalah 14,5% per tahun dan *standard deviasi-nya* sebesar 6%.

Universitas Indonesia



Gambar 5.17 Gambar distribusi probability Bunga Pinjaman di bank

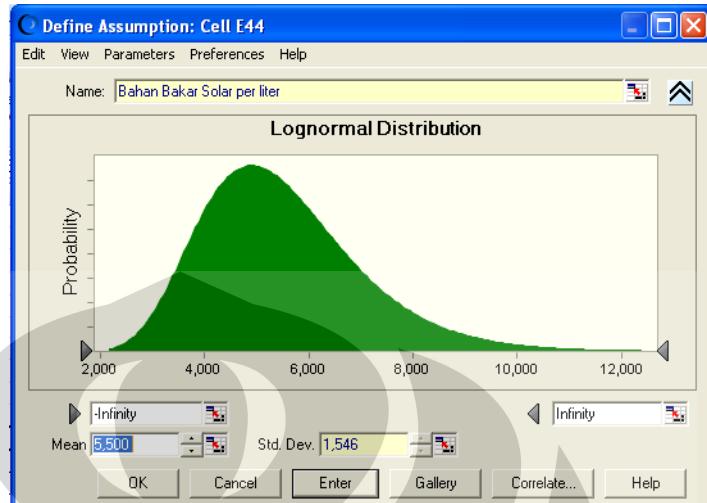
5.3.1.5. Biaya transport Batubara, Sekam Padi dan Biji Jarak.

Biaya transport ini sangat tergantung dari fluktuasi dari harga bahan bakar solar dan Jarak pengambilan bahan bakar tersebut.

Dalam optimasi ini berdasarkan data statistik bahan bakar solar yang dikeluarkan oleh departemen ESDM (Energi dan sumber daya mineral) lampiran 17, selanjutnya dilakukan *Batch Fit dengan bantuan Crystal Ball*. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa dengan menggunakan *ranking methode Chi-Square*, distribusi probability yang paling tepat dalam optimasi untuk bahan bakar solar adalah "*Lognormal*". Dalam proses define assumption crystal ball dibutuhkan nilai mean dan standard deviasinya, yang bisa diperoleh dengan bantuan SPSS. Nilai *mean-nya* adalah 1.279,762 per tahun dan *standard deviasi-nya* sebesar 1.545,728.

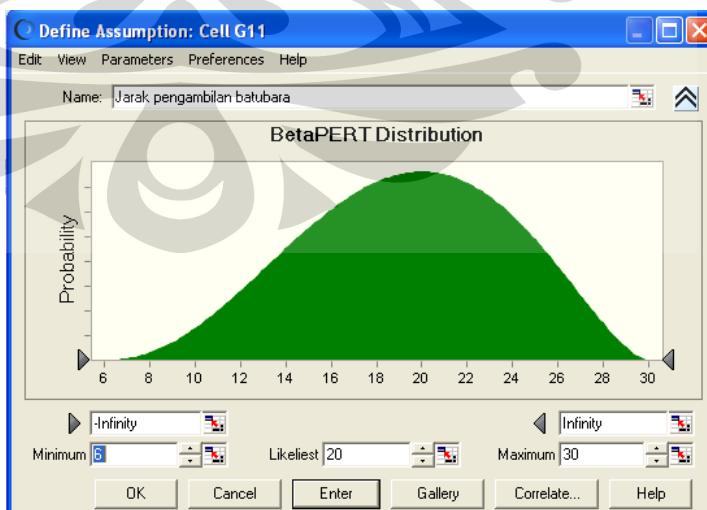
Nilai mean yang penulis masukkan dalam hal ini, sesuai dengan panduan buku crystal ball adalah nilai harga bahan

bakar solar yang dipercaya akan terjadi dalam optimasi ini, yaitu sebesar Rp. 5.500 per liter.



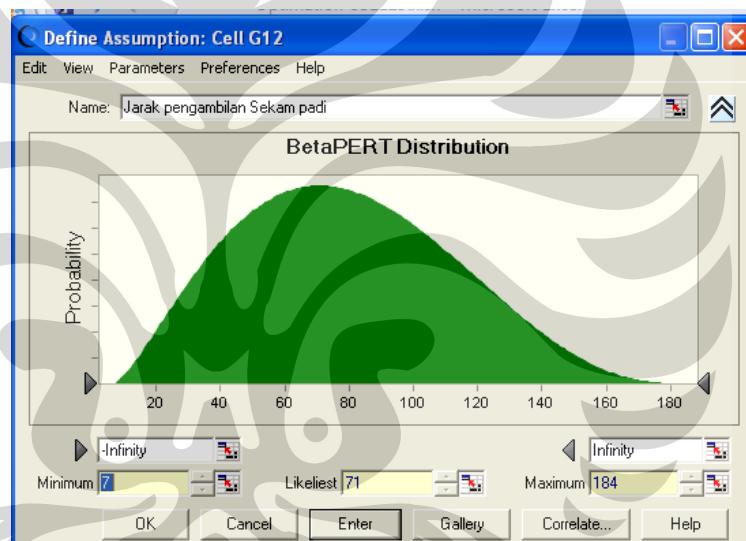
Gambar 5.18 Gambar distribusi probability fluktuasi harga solar

Jarak pengambilan batubara diasumsikan 20 Km, karena sebagian besar batubara akan diperoleh dari lokasi setempat dengan jarak rata-rata 20 Km. Jarak terdekat adalah 6 Km dan yang terjauh adalah 30 Km. Asumsi distribusi yang paling tepat untuk kondisi ini adalah menggunakan “*Beta Pert Distribution*” dengan nilai *minimum* 6, *likeliest* 20 dan *maximum* 30.



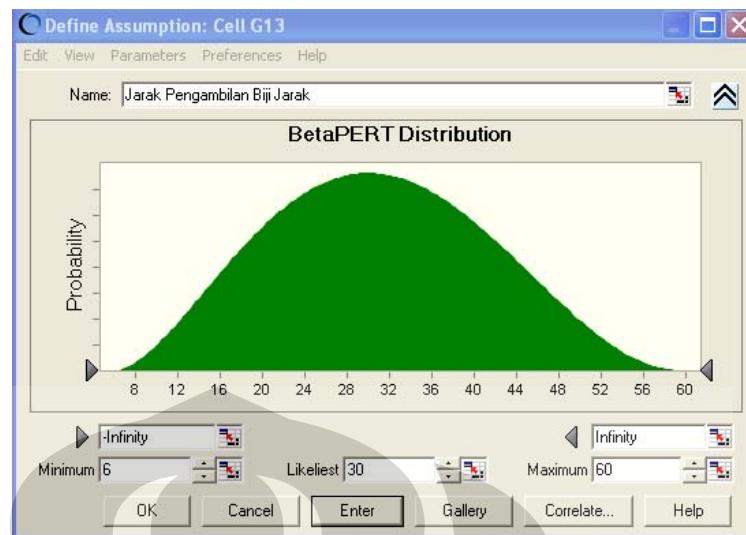
Gambar 5.19 Gambar distribusi jarak pengambilan Batubara

Untuk mendefinisikan jarak pengambilan sekam padi, maka penulis melakukan pemetaan lokasi sentra produksi padi untuk mendapatkan rata-rata jaraknya dari lokasi pabrik. Dengan mempertimbang volume produksi dan jaraknya maka jarak rata-ratanya diperoleh sebesar 71 Km, dengan jarak terdekat adalah 7 Km dan yang terjauh adalah 184 Km. Asumsi distribusi yang paling tepat untuk kondisi ini adalah menggunakan “*Beta Perth Distribution*” dengan nilai *minimum* 7, *likeliest* 71 dan *maximum* 184.



Gambar 5.20 Gambar distribusi jarak pengambilan Sekam Padi

Jarak pengambilan biji jarak diasumsikan 30 Km, karena sebagian besar lokasi penanaman biji jarak tersebut akan berada dalam radius 30 km dari Pabrik. Jarak terdekat adalah 6 Km dan yang terjauh adalah 60 Km. Asumsi distribusi yang paling tepat untuk kondisi ini adalah menggunakan “*Beta Perth Distribution*” dengan nilai *minimum* 6, *likeliest* 30 dan *maximum* 60.



Gambar 5.21 Gambar distribusi jarak pengambilan Biji Jarak

Selanjutnya data-data tersebut diproses dengan bantuan program Cystal Ball dengan membuat spread sheet sebagai berikut;

HARGA BAHAN BAKAR (RP/000 Kkal)	Harga Batubara	150
	Harga Sekam padi	94
	Harga Biji Jarak	233
BIAYA GUDANG (RUPIAH/000 KKAL)	Gudang Batubara	5.585
	Gudang Sekam Padi	51.809
	Gudang Biji Jarak	5.897
BIAYA TRANSPORT JARAK (KM/000 KKA L)	Jarak pengambilan batubara	20
	Jarak pengambilan Sekam Padi	71
	Jarak Pengambilan Biji Jarak	30
BIAYA TRANPORT (RP/1M/000 Kkal)	Batubara	0.116
	Sekam Padi	0.714
	Biji Jarak	0.149
BIAYA HANDLING DI PABRIK (RP/000 KKA L)	Batubara	-
	Sekam Padi	9.956
	Biji Jarak	-

	Kebutuhan energy (000.000 Kkal)	Lower bound (Kkal) (000.000 Kkal)	Upper bound (000.000 Kkal)
Batubara	800,000	720,000	1,800,000
Sekam padi	400,000	-	352,000
Biji Jarak	600,000	-	1,080,000
Total maksimum energy (000.000 Kkal)		1,800,000	
		1,800,000	800,000
BIAYA ENERGY OPTIMUM/MINIMUM (RP. 000)		354,467,647	

Tabel 5.2 Tabel input data untuk optimasi dengan Crystal ball

Dengan menggunakan fasilitas Optquest akan diperoleh *decision variable selection*, dimana variabel-variabel yang dimasukkan adalah variabel-variabel dengan asumsi-asumsi yang telah didefinisikan sebelumnya.

Decision Variable Selection										
Select	Variable Name	Lower Bound	Suggested Value	Upper Bound	Type	WorkBook	WorkSheet	Cell		
<input checked="" type="checkbox"/>	Batubara	720000	800000	1800000	Continuous	Data proses-081117.xlsx	Sheet1	\$F\$26		
<input checked="" type="checkbox"/>	Sekam padi	0	400000	720000	Continuous	Data proses-081117.xlsx	Sheet1	\$F\$27		
<input checked="" type="checkbox"/>	Biji Jarak	0	600000	1080000	Continuous	Data proses-081117.xlsx	Sheet1	\$F\$28		

Gambar 5.22 Gambar *Decesion Variable Selection* dalam *Optquest*

Langkah selanjutnya adalah pendefinisian *constraint*, dimana dalam hal ini jumlah total energi yang dibutuhkan adalah sebesar $1,8 \times 10^{12}$ Kkal. Dalam perhitungan ini, karena keterbatasan dari *Crystal Ball*, maka nilai yang dimasukkan adalah dalam juta Kal atau $1.800.000 \times 10^6$ Kkal.

Constraints										
Batubara + Sekam padi + Biji Jarak = 1800000										

Gambar 5.23 Gambar input Constraint dalam *Optquest*

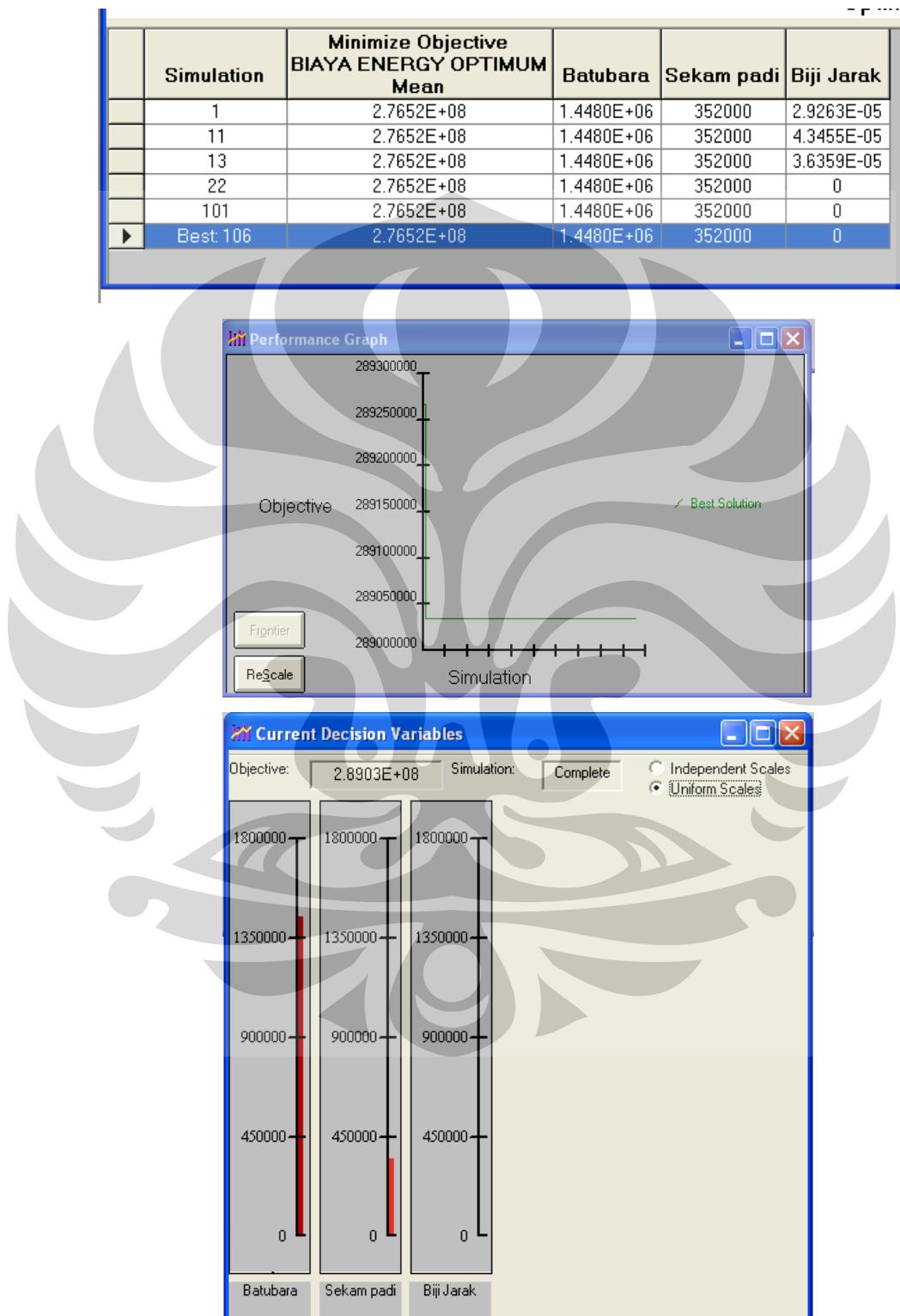
Dalam optimasi ini, penulis bertujuan untuk meminimalkan jumlah biaya bahan bakar yang ada dengan menggunakan bahan bakar alternatif. Untuk itu pada *Forecast Selection*, jenis optimasi yang dipilih adalah *Minimaze Objective*. Sedangkan *Mean* dipilih dalam *Forecast Statistic*, karena akan dicari rata-rata optimum dari optimasi ini.

Forecast Selection: Select an objective and any requirements (reqs. must have a bound).										
Select	Name	Forecast Statistic	Lower Bound	Upper Bound	Units	WorkBook	WorkSheet	Cell		
<input checked="" type="checkbox"/> Minimize Objective	BIAYA ENERGY OPTIMUM	Mean			Rp.	Data proses-081118.xlsx	Sheet1	\$G\$33		

Gambar 5.24 Gambar pilihan jenis optimasi yang akan dilakukan max/min

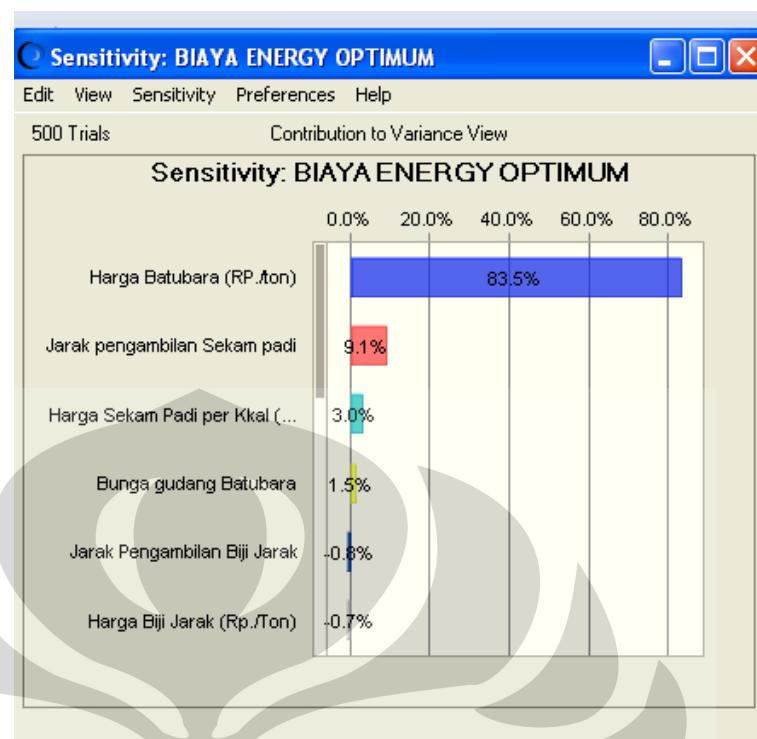
Selanjutnya program di “RUN” selama 60 menit agar diperoleh optimasi yang cukup terhadap beberapa kemungkinan kombinasi yang ada:

Hasil yang diperoleh adalah;



Gambar 5.25 Gambar hasil optimasi Crystal Ball

Universitas Indonesia



Gambar 5.26 Gambar hasil sensitivity analysis crystal ball

Hasil *sensitivity analysis* dari *Crystal Ball* menunjukkan bahwa komponen harga Batubara memiliki sensitifitas sebesar 83,5%. Sementara itu dari optimasi ini terlihat bahwa kombinasi yang ada adalah 1.448.000.000 Kkal Batubara dan 352.000.000 Kkal Sekam Padi.

Dari 4 faktor biaya terbesar diatas, terlihat bahwa 2 diantaranya adalah komponen biaya sekam padi. Ini juga menunjukkan bahwa perubahan terhadap komponen-komponen biaya sekam padi akan sangat berpengaruh terhadap pilihan optimasi dalam penelitian ini.

Komponen harga batubara sangat sensitif terhadap perubahan kombinasi dari bahan bakar alternatif ini. Untuk itu perlu dicoba dengan kondisi harga batubara naik menjadi Rp. 1.000.000 per ton, dimana hal ini sangat memungkinkan terjadi di lapangan.

5.3.2 Optimasi Pembanding

Dalam optimasi pembanding ini, penulis mencoba memberikan alternatif-alternatif optimasi dengan asumsi-asumsi yang berbeda dengan optimasi sebelumnya, sehingga terjadi kombinasi-kombinasi yang baru.

5.3.2.1 Penggunaan Batubara 100% (Alternatif-2)

Dalam alternatif ini, diasumsikan bahwa seluruh bahan bakar akan menggunakan Batubara. Asumsi ini dijadikan sebagai parameter pembanding terhadap pengukuran besarnya biaya yang dapat dioptimasi.

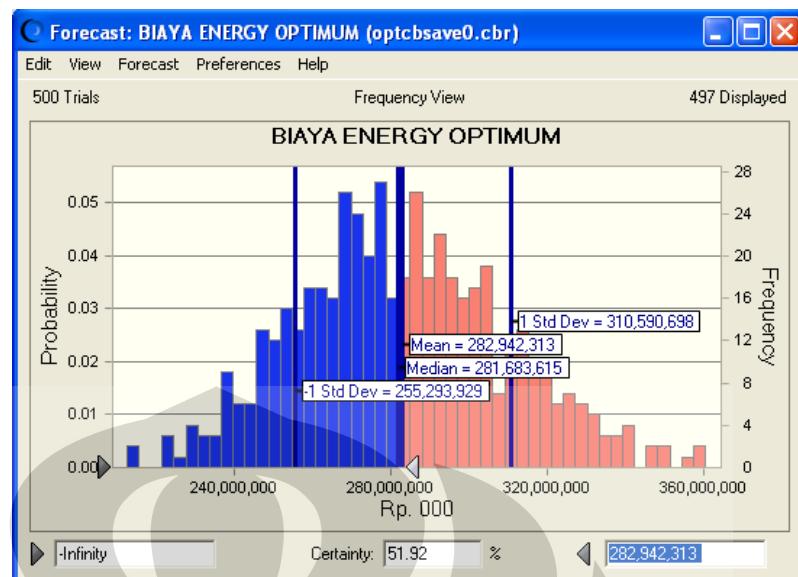
Dengan cara yang sama dengan sub bab 5.3.1 maka dilakukan optimasi dengan fasilitas optquest dalam crystal ball.

OptQuest Decision Variable Selection								
Select	Variable Name	Lower Bound	Suggested Value	Upper Bound	Type	WorkBook	WorkSheet	Cell
<input checked="" type="checkbox"/>	Batubara	720000	1448000	1800000	Continuous	Ion-081201-or	PROCESS	\$F\$25
<input checked="" type="checkbox"/>	Sekam padi	0	328000	0	Continuous	Ion-081201-or	PROCESS	\$F\$26
<input checked="" type="checkbox"/>	Biji Jarak	0		0	Continuous	Ion-081201-or	PROCESS	\$F\$27

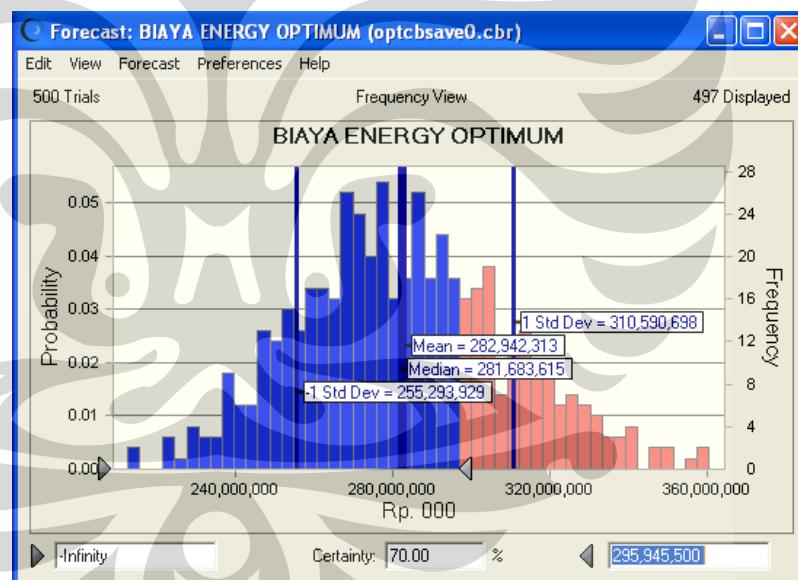
Gambar 5.27 Decision Variable selection untuk penggunaan Batubara 100%

Simulation	Minimize Objective BIAYA ENERGY OPTIMUM Mean	Batubara	Sekam padi	Biji Jarak
► Best: 1	2.8294E+08	1.8000E+06	0	0

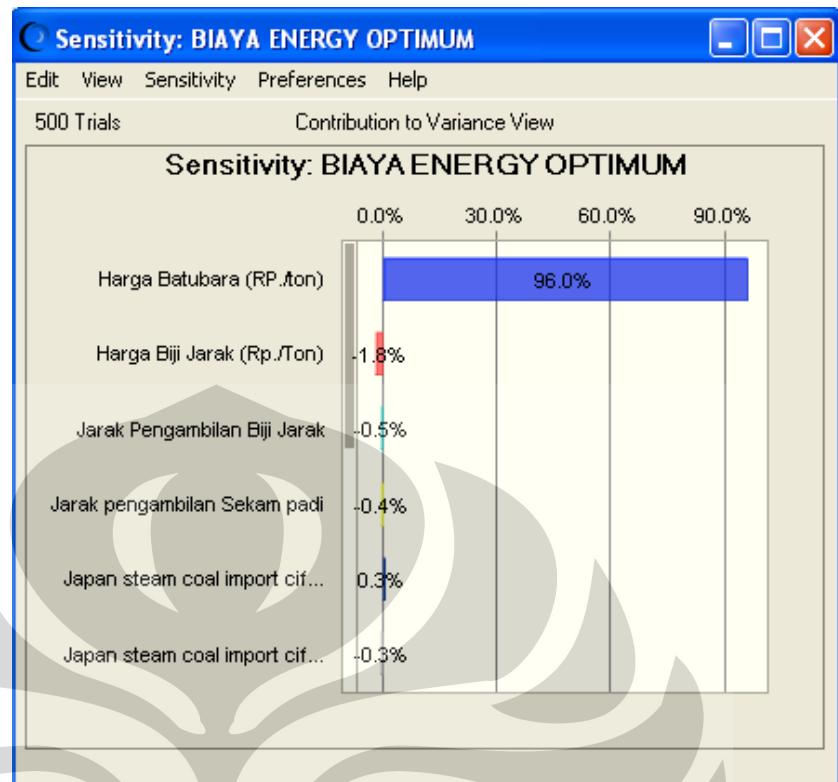
Gambar 5.28 Hasil optimasi dengan crystal ball



Gambar 5.29 Biaya energi optimum dengan kemungkinan 51,92% biaya energi maksimum Rp. 282.942.313.000



Gambar 5.30 Biaya energi optimum dengan kemungkinan 70% biaya energi maksimum Rp. 295.945.500.000



Gambar 5.31 Sensitivity Analysis, dimana Batubara memiliki tingkat sensitifitas 96%.

5.3.2.2. Peningkatan harga batubara sebanyak 10% (Alternatif-3)

Dalam alternatif ini, harga batubara ditingkatkan sebesar 10% menjadi Rp. 1.000.000 per ton. Hal ini untuk melihat besarnya tingkat sensitifitas harga batubara terhadap kombinasi bahan bakar alternatif yang akan terjadi.

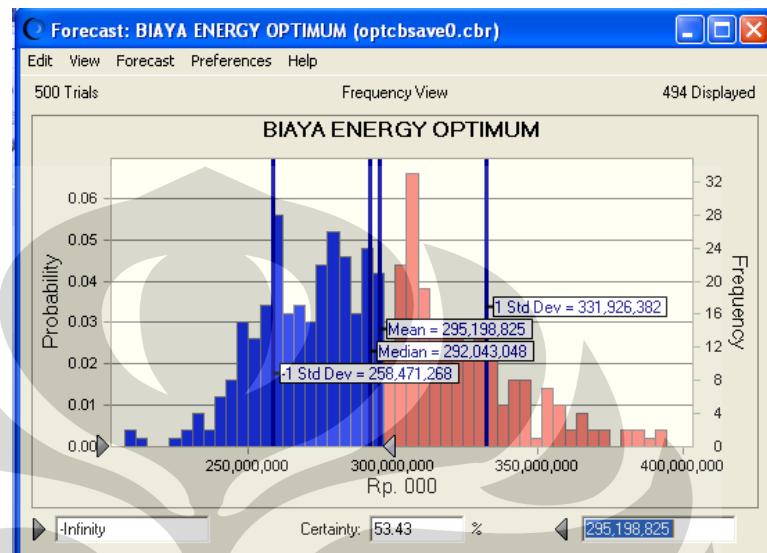
Dengan cara yang sama dengan sub bab 5.3.1 maka dilakukan optimasi dengan fasilitas optquest dalam crystal ball.

Decision Variable Selection								
Select	Variable Name	Lower Bound	Suggested Value	Upper Bound	Type	WorkBook	WorkSheet	Cell
<input checked="" type="checkbox"/>	Batubara	720000	1000000	1000000	Continuous	Optimation-081201-opt-3.xlsx	PROCESS	\$F\$25
<input checked="" type="checkbox"/>	Sekam padi	0	0	352000	Continuous	Optimedium-081201-opt-3.xlsx	PROCESS	\$F\$26
<input checked="" type="checkbox"/>	Biji Jarak	0	0	1080000	Continuous	Optimation-081201-opt-3.xlsx	PROCESS	\$F\$27

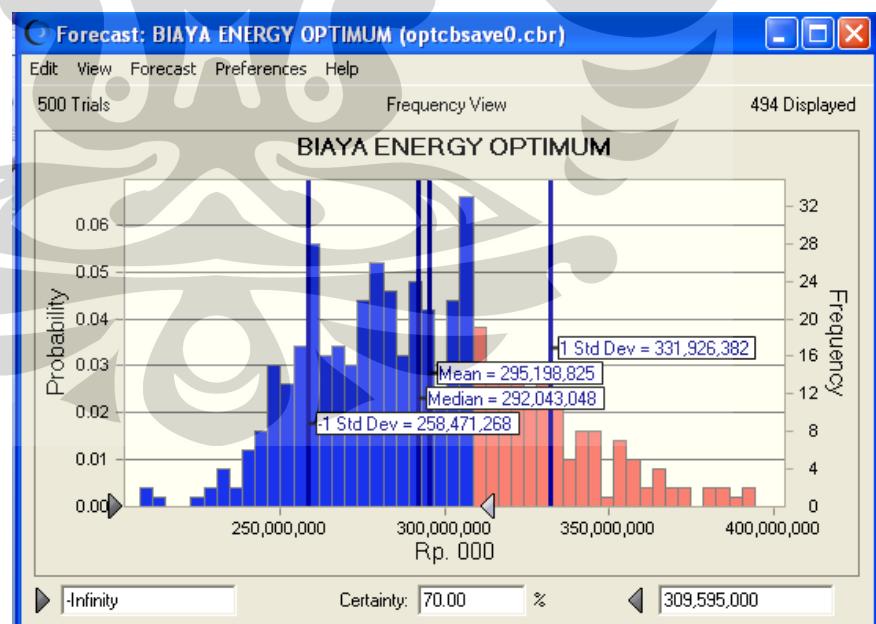
Gambar 5.32 Decision Variable selection untuk peningkatan harga Batubara 10%

	Simulation	Minimize Objective BIAYA ENERGY OPTIMUM Mean	Batubara	Sekam padi	Biji Jarak
▶	Best 1	2.9520E+08	720000	352000	728000

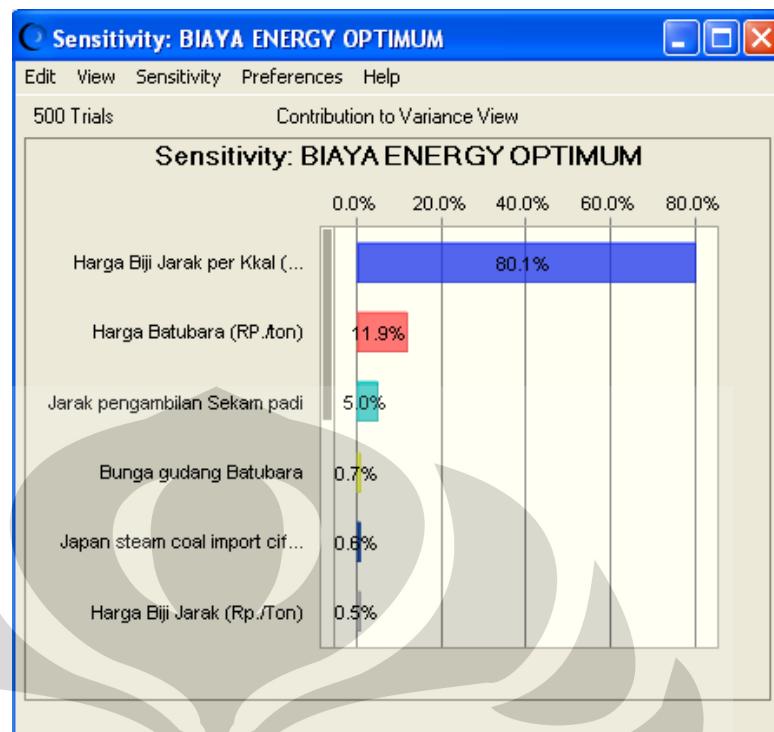
Gambar 5.33 Hasil optimasi dengan crystal ball



Gambar 5.34 Biaya energi optimum dengan kemungkinan 53,43% biaya energi maksimum Rp. 295.198.825.000



Gambar 5.35 Biaya energi optimum dengan kemungkinan 70% biaya energi maksimum Rp. 309.595.000.000



Gambar 5.36 Sensitivity Analysis, dimana Harga Biji Jarak memiliki tingkat sensitifitas 80,1%

5.3.2.3. Penggunaan gudang petani sebagai gudang penyimpanan utama (Alternatif-4)

Dalam alternatif ini, gudang terbuka yang ada dilokasi quarry ditiadakan, dengan asumsi sekam padi tersebut disimpan di gudang-gudang petani. Ini juga berarti handling untuk sekam padi dari gudang terbuka ke gudang tertutup menjadi 0.

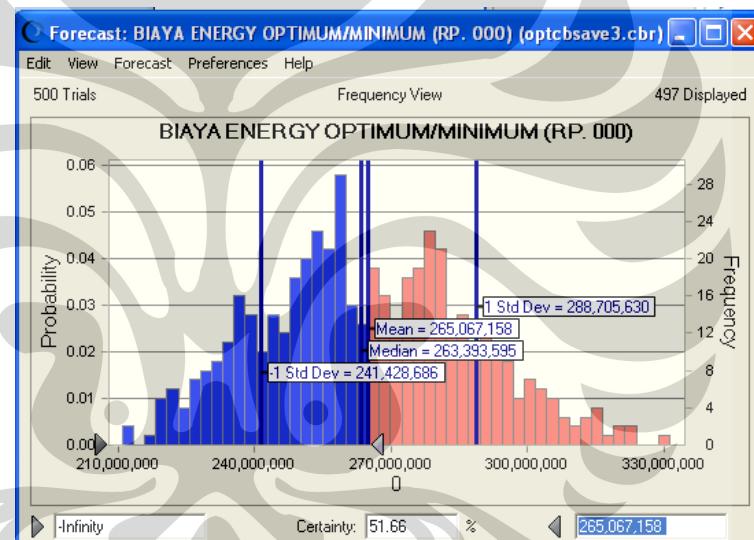
Dengan cara yang sama dengan sub bab 5.3.1 maka dilakukan optimasi dengan fasilitas optquest dalam crystal ball.

Decision Variable Selection						
Select	Variable Name	Lower Bound	Suggested Value	Upper Bound	Type	WorkBook
<input checked="" type="checkbox"/>	Batubara	720000	1440000	1800000	Continuous	Optimization-081201-opt-4 no gdg.xlsx PROCESS #F15
<input checked="" type="checkbox"/>	Sekam padi	0	352000	352000	Continuous	Optimization-081201-opt-4 no gdg.xlsx PROCESS #F16
<input checked="" type="checkbox"/>	Biji Jarak	0	0.000029263	1080000	Continuous	Optimization-081201-opt-4 no gdg.xlsx PROCESS #F17

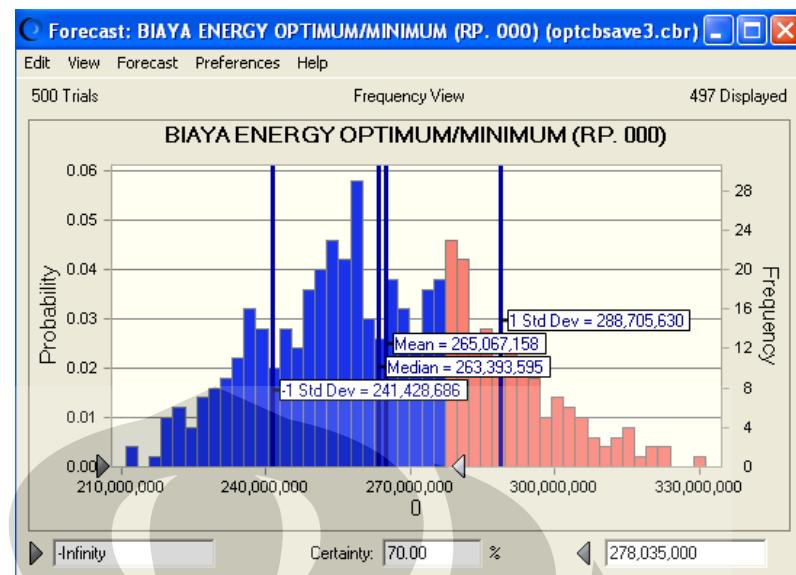
Gambar 5.37 Decision Variable selection untuk penggunaan gudang petani sebagai tempat penyimpanan utama

Simulation	Minimize Objective BIAYA ENERGY OPTIMUM/MINIMUM (RP. 000)		
	Batubara	Sekam padi	Biji Jarak
1	2.7328E+08	720000	352000
3	2.6507E+08	1.4480E+06	352000
501	2.6507E+08	1.4480E+06	352000
Best: 507	2.6507E+08	1.4480E+06	352000

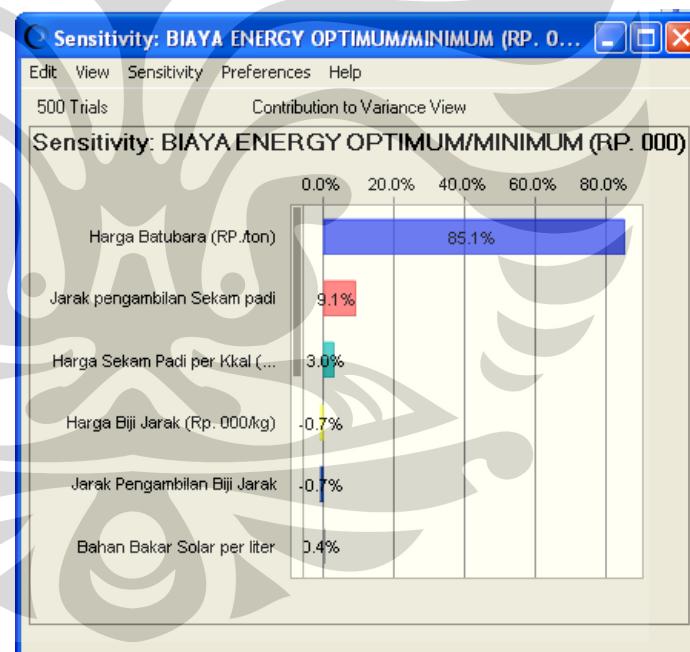
Gambar 5.38 Hasil optimasi dengan crystal ball



Gambar 5.39 Biaya energi optimum dengan kemungkinan 51,66% biaya energi maksimum Rp. 265.067.158.000



Gambar 5.40 Biaya energi optimum dengan kemungkinan 70% biaya energi maksimum Rp. 278.035.000.000



Gambar 5.41 Sensitivity Analysis, dimana Batubara memiliki tingkat sensitifitas 85,1%

5.3.2.4. Penggunaan bahan bakar sekam padi dimaksimalkan pada musim panen padi (Alternatif-5)

Alternatif ini didasarkan atas catatan produksi sekam padi per bulan yang diperoleh melalui data sekunder. Dari data tersebut terlihat bahwa produksi padi pada bulan Februari hingga September rata-rata diatas 18.000 ton per bulan.

Dalam pembahasan sebelumnya, jumlah sekam padi yang aman untuk diperhitungkan dalam penggunaan di Pabrik semen ini adalah 110.000 ton per tahun. Apabila jumlah ini digunakan pada bulan Februari hingga September, maka konsumsi perbulan pabrik atas sekam padi menjadi 13.750 ton. Jumlah ini dapat dipenuhi dalam 8 bulan tersebut, kecuali bulan Juni, dimana jumlah produksi sekamnya adalah 10.770 ton. Kekurangan sebanyak 2.980 ton pada bulan Juni ini pada dasarnya dapat dipenuhi dari bulan sebelumnya (Mei), dimana pada bulan tersebut terdapat surplus sebanyak 5.200 ton. Kekurangan tersebut dapat disimpan di gudang petani selama 1 bulan, sehingga tidak membutuhkan gudang tambahan di Pabrik.

Sementara itu untuk bulan Oktober hingga Januari, pemakaian sekam padi di Pabrik ditiadakan.

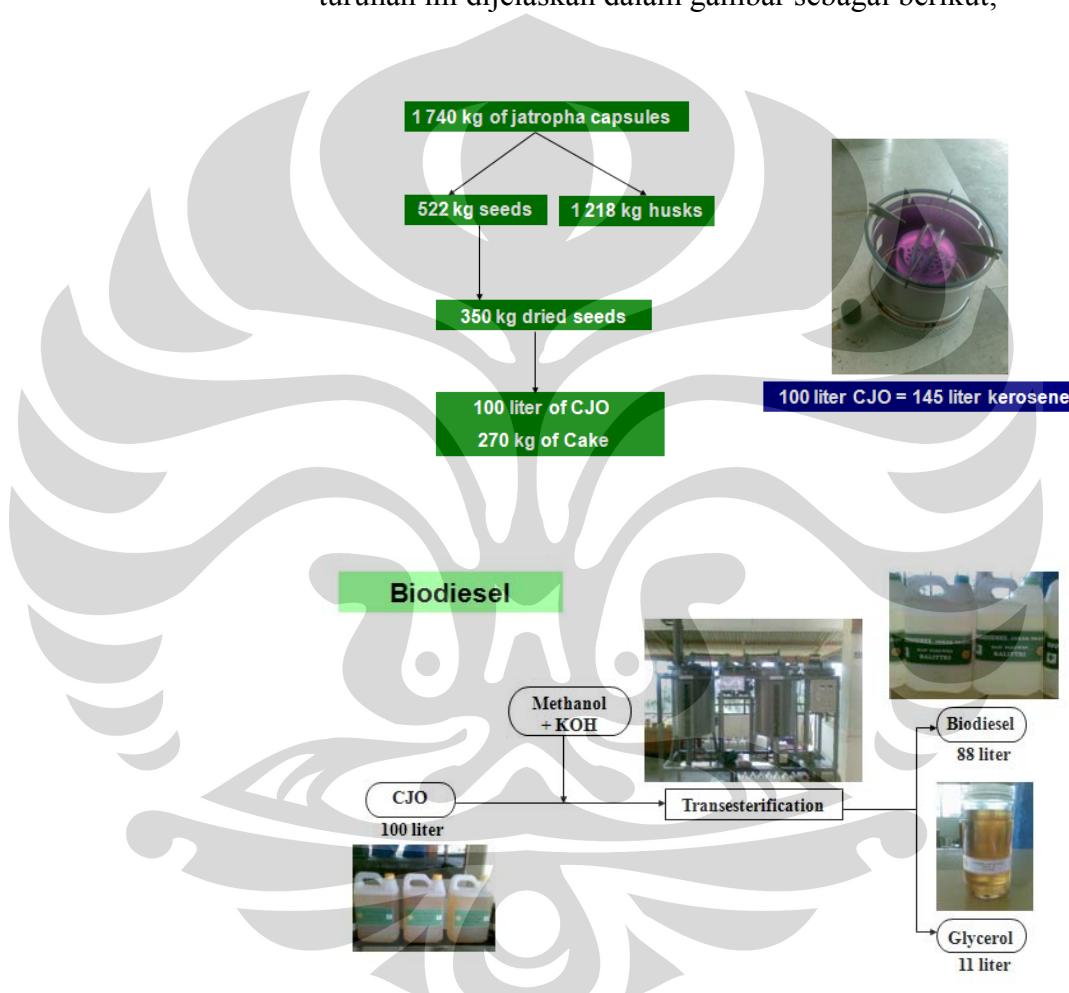
Dalam pelaksanaan alternatif ini, dibutuhkan perubahan setting dari kiln dan preheater 2 kali setahun, yaitu pada bulan Oktober dan Februari.

Dalam alternatif ini, gudang terbuka di quarry tidak diperlukan lagi.

Dengan cara yang sama dengan sub bab 5.3.1 maka dilakukan optimasi dengan fasilitas *optquest* dalam *crystal ball*.

5.3.2.5. Pengolahan biji jarak menjadi biodiesel (Alternatif-6)

Dalam alternatif ini dibutuhkan tambahan investasi untuk extraksi minyak Biji jarak dan mengolahnya menjadi Biodiesel. Dari hasil pengolahan biodiesel ini nantinya akan diperoleh 3 produk turunan, yaitu Biodiesel, Gliserol dan ampas biji jarak (Cake). Adapun komposisi dari hasil turunan ini dijelaskan dalam gambar sebagai berikut;



Gambar 5.42 Produk turunan setelah dilakukan proses lebih lanjut pada biji jarak

Sumber; Irawanto Chandra, Pranowo Dibyo, Economics Analysis of Product Diversification of Jatropha, Indonesian Center for Estate Crops Research and Development Ministry of Agriculture of Indonesia, Indonesia Jatropha Conference, Bogor 2008

Dari gambaran diatas, harga beli dari biji jarak kering adalah Rp. 1.000.000 per ton, dengan kandungan energi 4.650.000 Kkal/ton. Harga ini tidak akan ekonomis apabila

Universitas Indonesia

dibandingkan batubara dengan harga Rp 900.000 per ton dengan kandungan energi 6.000.000 Kkal/Ton.

Melalui proses pengepresan 350 Kg biji jarak, maka akan diperoleh 100 liter CJO (Crude Jatropha Oil) dan 270 Kg Ampas (Cake).

Dari analisa investasi dalam lampiran 3 dan 4, proses lebih lanjut ini memungkinkan pembelian biji jarak seharga Rp. 1.000, dimana harga jual dari 2 produk turunannya berupa Biodiesel dan Gliserol sudah cukup untuk menutupi biaya operasional dan investasi dengan IRR 23%.

Gliserol sendiri dapat digunakan di Kiln, dimana harga belinya diasumsikan sama dengan batubara, setelah dilakukan konversi dalam jumlah kandungan energinya (4.657 Kkal/Kg). Ini menjadikan harga Gliserol menjadi Rp. 669 per Kg.

Adapun ampasnya yang mempunyai kandungan energi sebesar 4300 Kkal (18 MJ) dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif dengan nilai 0.

Nilai ampas biji jarak ini, secara otomatis akan mengambil seluruh energi yang akan dioptimasi, yaitu sebesar 60% dari total energi, atau setara dengan 251.163 ton ampas jarak. Jumlah ampas tersebut diatas dapat diperoleh dari proses extraksi 325.582 ton biji jarak kering, yang dihasilkan dari hasil panen 65.116 Ha kebun jarak pagar.

Untuk tetap memungkinkan penggunaan sekam padi yang tersedia, maka penulis membatasi penggunaan ampas jarak ini maksimum dari sisa energi yang akan dioptimasi setelah dikurangi sekam padi sebesar 728.000.000.000 Kkal. Jumlah tersebut akan menjadi *constraint* baru dalam optimasi alternatif-6 ini.

Dalam alternatif ini, pengelolaan penggunaan sekam padi akan mengikuti cara dalam alternatif-5.

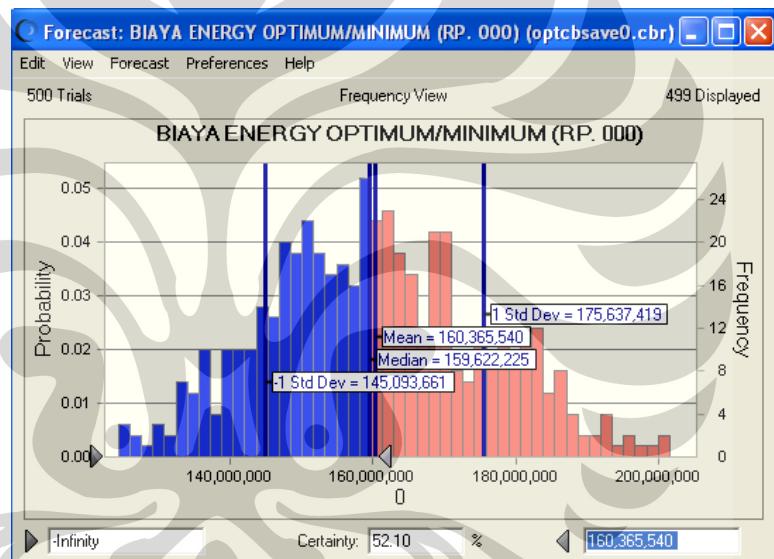
Universitas Indonesia

Decision Variable Selection						
	Select	Variable Name	Lower Bound	Suggested Value	Upper Bound	Type
✓	✓	Batubera	720000	800000	1800000	Continuous ▾
✓	✓	Sekam padi	0	400000	352000	Continuous ▾
✓	✓	Ampas Biji Jarak	0	600000	728000	Continuous ▾

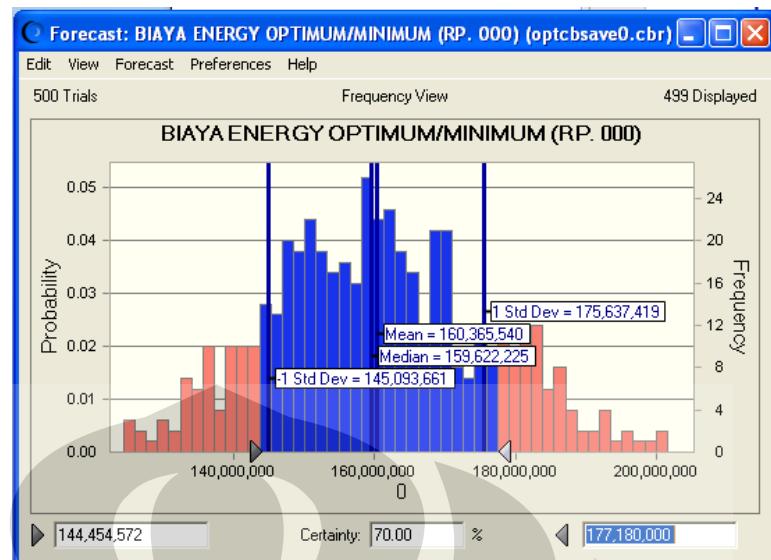
Gambar 5.43 Decision Variable selection untuk proses biodiesels

	Simulation	Minimize Objective BIAYA ENERGY OPTIMUM/MINIMUM (RP. 000)	Batubera	Sekam padi	Ampas Biji Jarak
► Best 1		Mean 1.6037E+08	720000	352000	728000

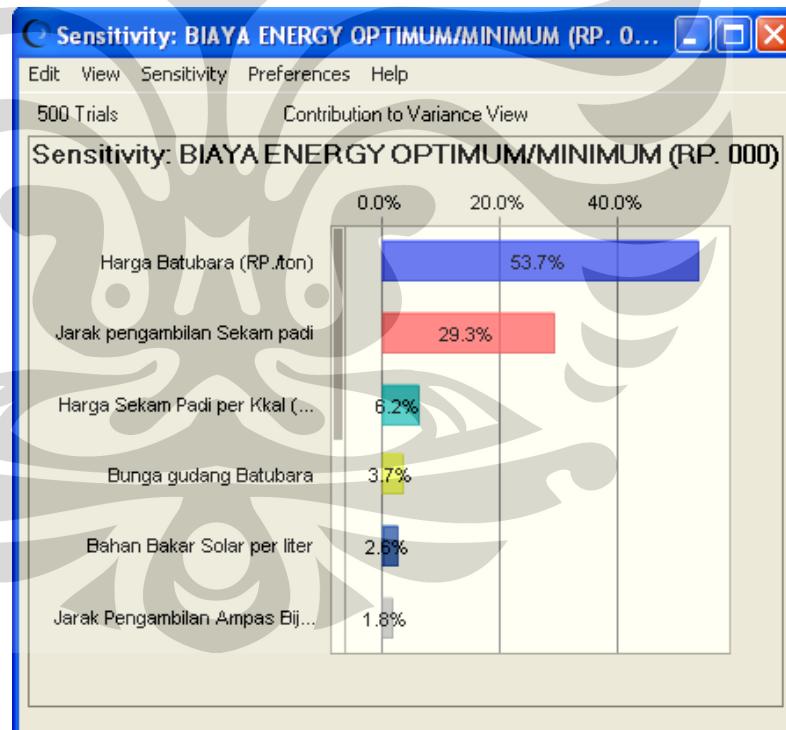
Gambar 5.44 Hasil optimasi dengan crystal ball



Gambar 5.45 Biaya energi optimum dengan kemungkinan 52,10% biaya energi maksimum Rp. 160.365.540.000



Gambar 5.46 Biaya energi optimum dengan kemungkinan 70% biaya energi maksimum Rp. 177.180.000.000



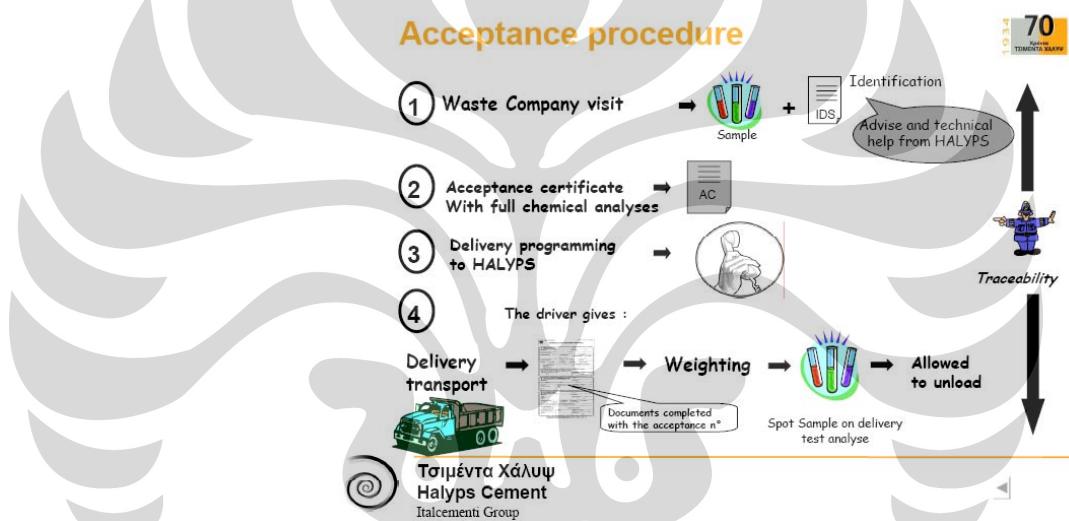
Gambar 5.47 Sensitivity Analysis, dimana Batubara memiliki tingkat sensitifitas 53,7%.

5.3.2.6. Pembelian ampas biodiesel dari pihak ketiga (Alternatif-7)

Pada alternatif ini PT Boral Indonesia bekerjasama dengan pihak ketiga, yang mana akan melakukan investasi penanaman Jarak Pagar sekaligus pengolahannya menjadi Biodiesel.

Skema bisnis ini telah dilakukan di Italia, dimana hal ini dapat diadopsi dengan beberapa penyesuaian sesuai dengan kebutuhan setempat.

Adapun skema ini adalah sebagai berikut;



Gambar 5.48 Sistem kerjasama pemasok/pemilihan sampah dengan pihak ketiga

Sumber; Kolyfetis, E, Alternative Fuel and Raw Materials in Halyps Cement, Italcementi Group Greece

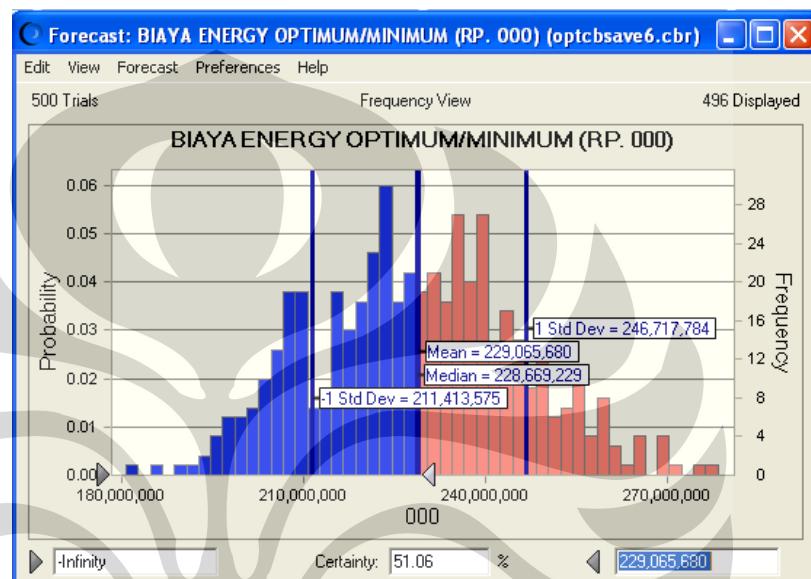
PT Boral Indonesia dan pihak ketiga ini akan membuat kontrak jangka panjang dalam pembelian Gliserol dengan harga per Kkal-nya sama dengan batubara dan ampas biji jarak ini seharga Rp. 300.000/ton.

Decision Variable Selection						
Select	Variable Name	Lower Bound	Suggested Value	Upper Bound	Type	
<input checked="" type="checkbox"/>	Batubara	720000	720000	1800000	Continuous	
<input checked="" type="checkbox"/>	Sekam padi	0	352000	352000	Continuous	
<input checked="" type="checkbox"/>	Ampas Biji Jarak	0	728000	728000	Continuous	

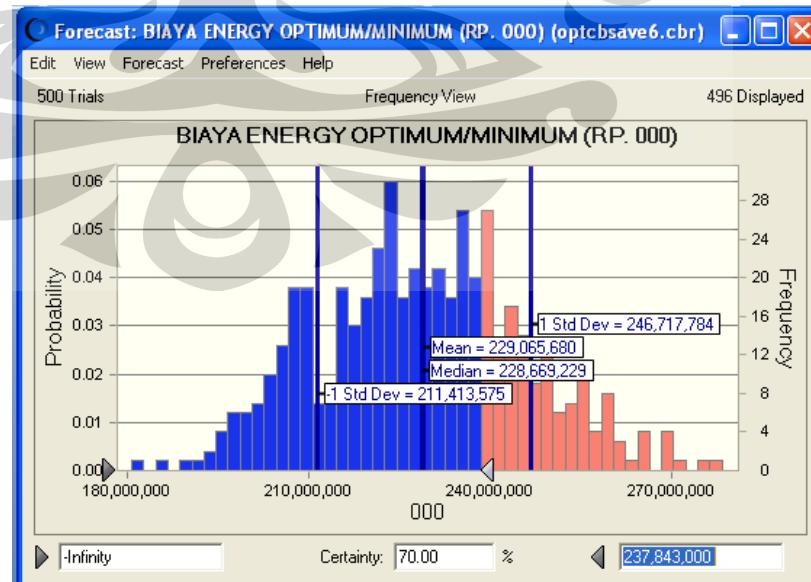
Gambar 5.49 Decision Variable selection
Universitas Indonesia

Simulation	Minimize Objective BIAYA ENERGY OPTIMUM/MINIMUM (RP. 000) Mean	Batubara	Sekam padi	Ampas Biji Jarak
1	2.2910E+08	1.0724E+06	29	727571
15	2.2910E+08	1.0724E+06	0	727571
19	2.2907E+08	1.0720E+06	0	728000
233	2.2907E+08	1.0720E+06	0	728000
297	2.2907E+08	1.0720E+06	2.7947E-06	728000
318	2.2907E+08	1.0720E+06	3.0020E-06	728000
► Best 319	2.2907E+08	1.0720E+06	3.3131E-06	728000

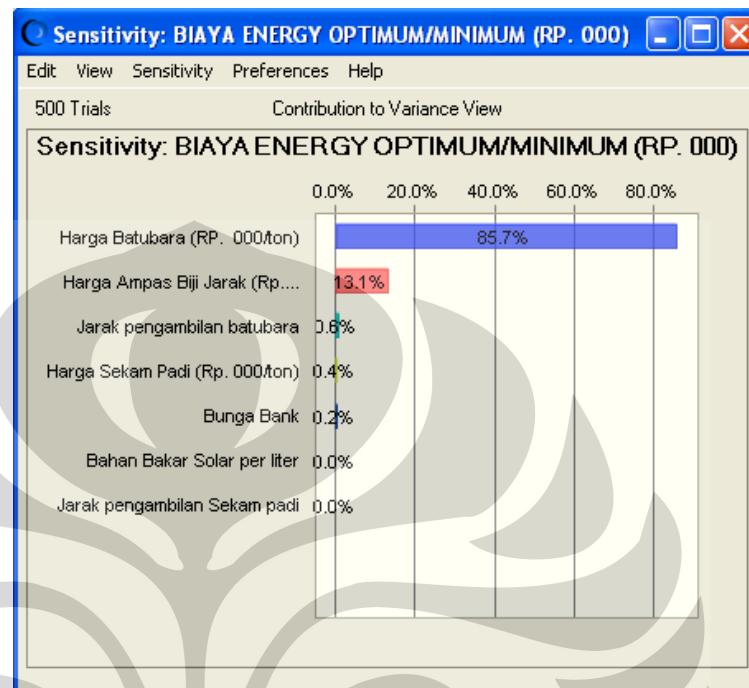
Gambar 5.50 Hasil optimasi dengan crystal ball



Gambar 5.51 Biaya energi optimum dengan kemungkinan 51,06% biaya energi maksimum Rp. 229.065.680.000



Gambar 5.52 Biaya energi optimum dengan kemungkinan 70% biaya energi maksimum Rp. 237.843.000.000



Gambar 5.53 Sensitivity Analysis, dimana Harga Batubara memiliki tingkat sensitifitas 85,7%.

5.3.2.7. Pembelian ampas biodiesel dari pihak ketiga dengan harga Rp. 400.000/ton (Alternatif-8)

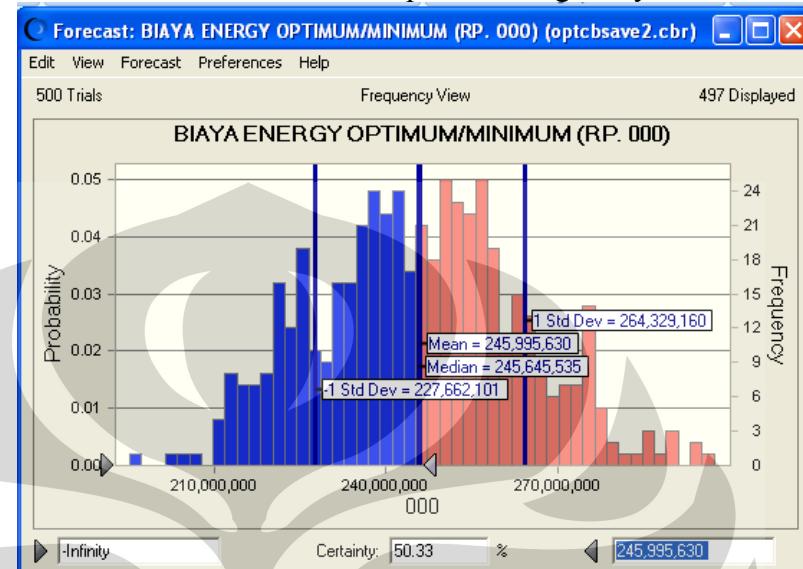
Sistemnya sama dengan alternatif-7, tetapi harga pembelian ampas jarak dinaikkan sebesar Rp. 400.000 per ton, dengan asumsi kandungan energi dari ampas jarak lebih tinggi dari sekam padi.

Decision Variable Selection						
	Select	Variable Name	Lower Bound	Suggested Value	Upper Bound	Type
►	<input checked="" type="checkbox"/>	Batubara	720000	800000	1800000	Continuous ▾
	<input checked="" type="checkbox"/>	Sekam padi	0	300000	352000	Continuous ▾
	<input checked="" type="checkbox"/>	Ampas Biji Jarak	0	700000	728000	Continuous ▾

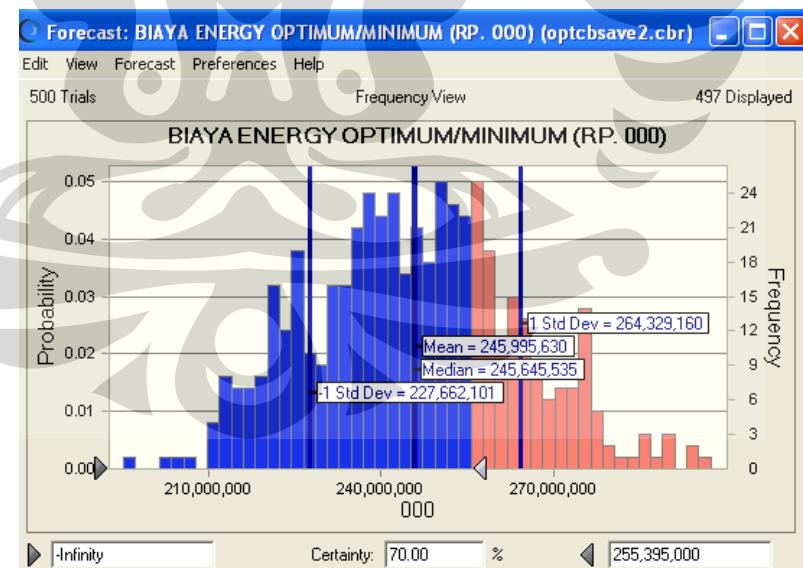
Gambar 5.54 Decision Variable selection

	Simulation	Minimize Objective BIAYA ENERGY OPTIMUM/MINIMUM (RP. 000) Mean	Batubara	Sekam padi	Ampas Biji Jarak
	1	2.4608E+08	1.0667E+06	5300.00	728000
	16	2.4600E+08	1.0720E+06	0	728000
	285	2.4600E+08	1.0720E+06	0	728000
	Best 324	2.4600E+08	1.0720E+06	0	728000

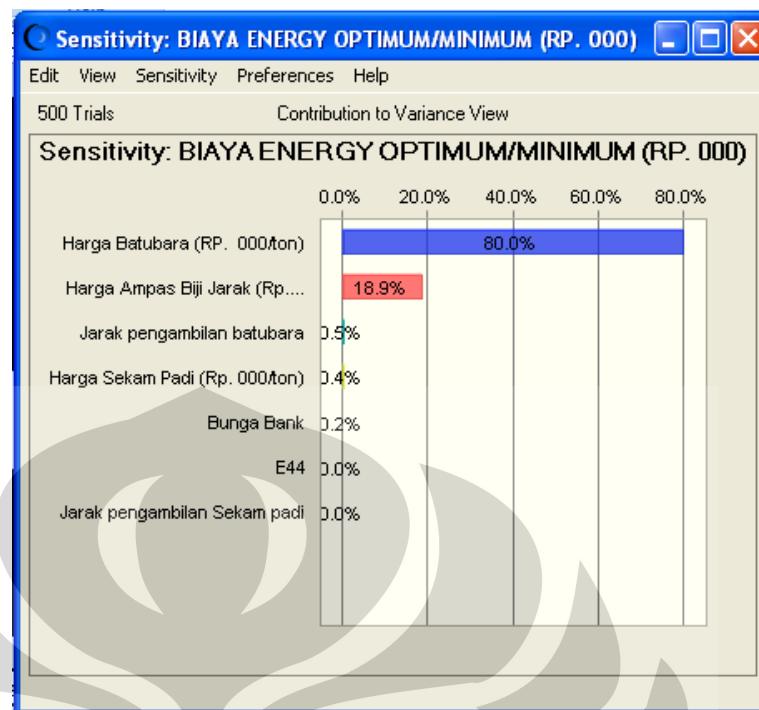
Gambar 5.55 Hasil optimasi dengan crystal ball



Gambar 5.56 Biaya energi optimum dengan kemungkinan 50,33% biaya energi maksimum Rp. 245.995.630.000



Gambar 5.57 Biaya energi optimum dengan kemungkinan 70% biaya energi maksimum Rp. 255.395.000.000



Gambar 5.58 Sensitivity Analysis, dimana Batubara memiliki tingkat sensitifitas 80%.

BAB 6

PEMBAHASAN

6.1. Pendahuluan

Dalam bab ini akan dibahas hasil dari analisa data yang telah dilakukan di bab sebelumnya. Pembahasan ini meliputi potensi sekam padi dari hasil wawancara terhadap produksi padi di sekitar pabrik, optimasi terhadap penggunaan bahan bakar alternatif serta sensitivity analysis-nya.

6.2. Produksi Sekam Padi

Dari hasil wawancara dengan 32 petani responden, dan dari analisa data dengan bantuan program SPSS diperoleh informasi bahwa produktifitas rata-rata tanaman padi sawah minimum adalah 3524 ton/Ha dan produktifitas rata-rata padi sawah maksimum adalah 6207 ton/Ha. Sementara itu dari data sekunder diperoleh bahwa hasil produksi rata rata padi sawah per tahun adalah 5200 hingga 5440 ton/Ha.

Dari hasil wawancara ini diperoleh *range* hasil yang lebih luas dimana hasil data sekunder masih berada didalamnya.

Sesuai dengan tujuan dari wawancara ini adalah sebagai alat untuk menguji kebenaran dari data sekunder, maka terlihat bahwa hasil data sekunder sesuai dengan hasil wawancara yang telah dilakukan.

Hasil lain yang diperoleh dari wawancara ini adalah;

6.2.1 Pemupukan

Pemupukan masih belum dilakukan dengan benar oleh 93,8% responden, dan hanya 6,3% yang telah melakukan teknik pemupukan dengan benar. Hasil ini menunjukkan dengan menempatkan penyuluhan lapangan yang baik, disertai teknik penyuluhan yang efektif, maka besar kemungkinan produksi padi masih dapat ditingkatkan. Pada

akhirnya hal ini juga akan meningkatkan jumlah sekam yang akan tersedia.

6.2.2 Teknik Budi Daya

Teknik budidaya yang dilakukan petani sebagian besar belum tepat. Hal ini ditunjukkan dengan hasil wawancara, dimana 93,8% responden belum melakukan teknik budidaya yang benar, dan hanya 6,2% saja yang telah melakukan teknik budidaya dengan benar. Potensi peningkatan produktifitas per hektar juga dapat dilakukan dengan penempatan penyuluhan pertanian dan teknik penyuluhan yang efektif terhadap petani.

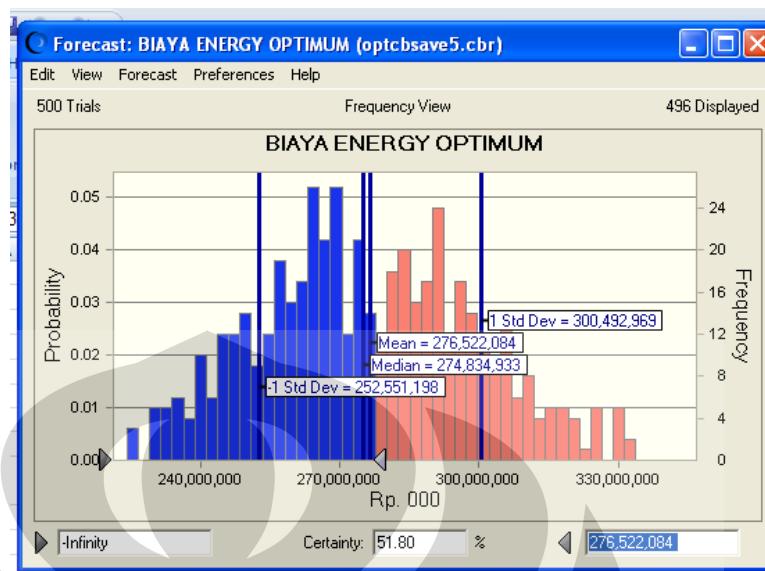
6.2.3 Bulan Panen terbaik

Panen terbaik dari hasil wawancara adalah bulan Maret dan Agustus. Dimana 59,4% responden menjawab hasil panen terbaik pada bulan Maret dan 21,9 responden menjawab bahwa hasil panen terbaik adalah pada bulan Agustus. Hal ini sejalan dengan hasil dari data sekunder bahwa musim panen padi terjadi 2 kali setahun, yaitu pada bulan Maret dan Agustus. Hasil ini sangat penting dalam perencanaan besarnya gudang yang dibutuhkan untuk menampung hasil sekam padi, sesuai dengan informasi dari data sekunder.

6.3. Optimasi terhadap Bahan Bakar Alternatif

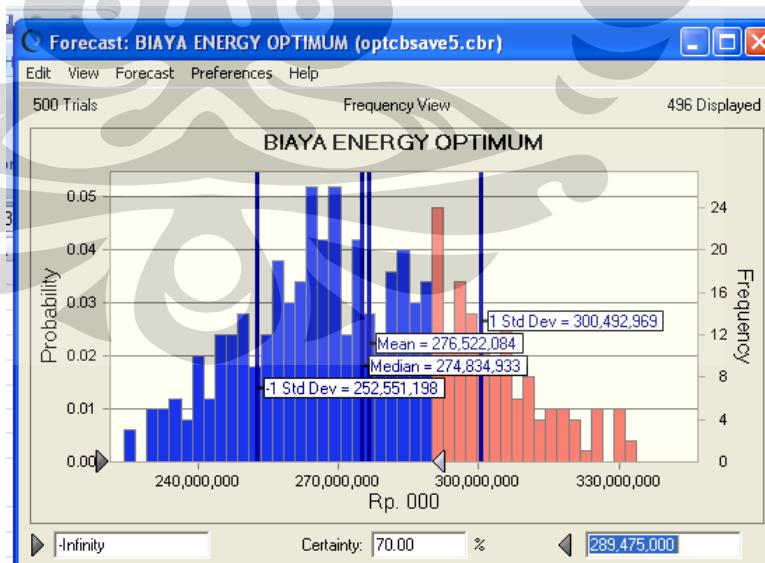
Dari hasil optimasi alternatif yang pertama dengan bantuan program Crystal Ball, hasil optimum yang diperoleh dalam meminimalkan biaya bahan bakar diperoleh dari hasil kombinasi yang ada adalah 1.448.000.000 Kkal Batubara dan 352.000.000 Kkal Sekam Padi. Biaya optimum rata-ratanya adalah Rp. 276.522.084.000 per tahun. Hal ini setara dengan penggunaan batubara sebesar 241.333 ton dan sekam padi sebesar 110.000 ton.

Biaya rata-rata tersebut akan menjadi biaya maksimum yang akan terjadi dengan probabilitas sebesar 51,8% seperti hasil dibawah ini.



Gambar 6.1 Biaya energi optimum dengan kemungkinan 51,8% biaya energi maksimum Rp. 276.522.084.000 per tahun.

Apabila manajemen perusahaan mensyaratkan bahwa nilai probabilitasnya minimal 70% untuk mendapatkan kepastian yang lebih tinggi, maka dengan memindahkan setting frekwensi ke 70% diperoleh nilai optimum biaya sebesar Rp. 300.515.000.000



Gambar 6.2 Biaya energi optimum dengan kemungkinan 70% biaya energi maksimum Rp. 289.475.000.000 per tahun.

6.4. Hasil Pembanding Optimasi Biaya

Hasil optimasi diatas selanjutnya dibandingkan dengan optimasi pembanding sebagaimana berikut;

Tabel 6.1 Alternatif Alternatif Optimasi

TABEL ALTERNATIF OPTIMASI

NO	KETERANGAN	HASIL OPTIMASI ALTERNATIF - 1	HASIL OPTIMASI ALTERNATIF - 2 (Control)	HASIL OPTIMASI ALTERNATIF - 3	HASIL OPTIMASI ALTERNATIF - 4	HASIL OPTIMASI ALTERNATIF - 5	HASIL OPTIMASI ALTERNATIF - 6	HASIL OPTIMASI ALTERNATIF - 7	HASIL OPTIMASI ALTERNATIF - 8
1	Jumlah Batubara yang digunakan (000 Kkal) Jumlah Sekam Padi yang digunakan (000 Kkal) Jumlah Biji Jarak yang digunakan (000 Kkal)	1,448,000,000 352,000,000 -	1,800,000,000 -	720,000,000 352,000,000 728,000,000	1,448,000,000 352,000,000 -	1,448,000,000 352,000,000 -	720,000,000 352,000,000 728,000,000	1,072,000,000 229,065,680,000 728,000,000	1,072,000,000 245,995,630,000 728,000,000
2	Besarnya biaya energi (mean) , Probabilitas maximum nilai mean (%) Maximuni biaya energi pada probabilitas 70%	276,522,084,000 51.80% 289,475,000,000	282,942,313,000 51.92% 295,945,500,000	295,198,825,000 53.43% 309,595,000,000	265,067,158,000 51.66% 278,035,000,000	265,067,158,000 51.66% 278,035,000,000	160,365,540,000 52.10% 177,180,000,000	229,065,680,000 51.06% 237,843,000,000	245,995,630,000 50.33% 255,395,000,000
3	Perubahan yang dilakukan terhadap Alternatif-1	Penggunaan Batubara 100%	Harga batubara naik 10%, menjadi Rp. 1.000.000 per ton	Peniadaan gudang terbuka sekam padi Penggunaan gudang penduduk untuk penyimpanan sepanjang musim	Peniadaan gudang terbuka sekam padi Penggunaan gudang penduduk untuk penyimpanan sepanjang musim	Harga ampas biji jarak = 0, karena tertutupi dari hasil penjualan biodiesel dan Glicerol	Harga ampas biji jarak = 0, karena merupakan harga kontrak dengan pihak ketiga	Harga ampas biji jarak = 400/kg yang merupakan harga kontrak dengan pihak ketiga	Harga ampas biji jarak = 400/kg yang merupakan harga kontrak dengan pihak ketiga
4	Sensitivity analysis	Harga Batubara 83,5% Jarak pengambilan sekam padi 9,1% Harga Sekam Padi 3% Bunga Gedung 1,5%	Harga Batubara 80,1% Jarak pengambilan sekam padi 9,1% Harga Sekam Padi 3% Bunga Gedung 0,7%	Harga Batubara 85,1% Jarak pengambilan sekam padi 9,1% Harga Sekam Padi 3% Bunga Gedung 3,7%	Harga Batubara 85,1% Jarak pengambilan sekam padi 9,1% Harga Sekam Padi 3% Bahan Bakar Solar 2,6%	Harga batubara 53,7% Jarak pengambilan sekam padi 29,3% Harga sekam padi 6,2% Bunga gedung 0,2%	Harga batubara 80,7% Jarak pengambilan sekam padi 13,1% Harga sekam padi 0,4% Bunga Bank 0,2%	Harga batubara 80% Jarak pengambilan batubara 0,6% Jarak pengambilan batubara 0,5%	Harga batubara 80% Jarak pengambilan batubara 0,5%
5	STRENGTH	Tidak dibutuhkan peralatan tambahan untuk dapat menggunakan bahan bakar alternatif		Tidak membutuhkan gudang padi yang terbuka	Tidak membutuhkan gudang padi yang terbuka	Resiko kekurangan sekam padi dapat	Memberikan biaya energi yang sangat kompetitif	Memberikan biaya energi yang sangat kompetitif	Memberikan biaya energi yang sangat kompetitif
6	WEAKNESS	Biaya energi paling tinggi Membutuhkan pembangunan gudang terbuka untuk sekam padi dengan luasan yang besar		Kepastian untuk memperoleh padi dari gudang petani tidak dapat dijamin 100%	Biaya energi yang paling kompetitif	Resiko kekurangan sekam padi pada	Dibutuhkan investasi awal yang sangat besar, termasuk SDM Sangat sulit untuk dilakukan oleh Pabrik Semen tanpa kerjasama dengan pihak ketiga		
7	Perbedaan biaya terhadap alternatif-2 (Mean)	6,420,229,000	-	(12,256,512,000)	17,875,155,000	17,875,155,000	122,576,773,000	53,876,633,000	36,946,683,000
	Perbedaan biaya terhadap alternatif-2 (70% probability)	6,470,500,000	-	(13,649,500,000)	17,910,500,000	17,910,500,000	118,765,500,000	58,102,500,000	40,550,500,000
CAPEX REQUAIRED									
	<i>Aternatif fuel main plant additional equipment</i>	387,982,782,688	45,175,438,596	394,244,008,605	347,391,855,242	347,391,855,242	2,303,293,544,270	362,487,389,151	362,487,389,151
	<i>Gudang bahan Bakar</i>	270,000,000,000	45,175,438,596	270,000,000,000	270,000,000,000	270,000,000,000	270,000,000,000	270,000,000,000	270,000,000,000
	Batubara	117,982,782,688	45,175,438,596	124,244,008,605	77,391,855,242	77,391,855,242	83,653,087,159	92,487,389,151	92,487,389,151
	Sekam Padi	36,341,130,604	45,175,438,596	18,070,175,439	36,341,130,604	18,070,175,439	36,341,130,604	26,904,483,431	26,904,483,431
	Biji Jarak	81,641,652,084	-	81,641,652,084	41,050,724,638	41,050,724,638	41,050,724,638	41,050,724,638	41,050,724,638
	Pabrik Biodiesel	-	-	24,532,181,082	-	-	24,532,181,082	24,532,181,082	24,532,181,082
	<i>IRR setelah Pajak</i>	-5%			3%	3%	37%	18%	12%
	<i>IRR tanpa Pajak</i>	-5%			4%	4%	49%	24%	16%

NOTE :

Investasi gudang batubara	45,175,438,596
Investasi gudang sekam padi (Tertutup + terbuka)	81,641,652,084
Investasi gudang padi terbuka	41,050,724,638
Investasi gudang Biji jarak	36,393,895,012
Pabrik biodiesel (1000 ltr)	867,623,000
Kapasitas per bulan (Ltr)	25,200
Kapasitas per tahun (Ltr)	302,400
Kapasitas per tahun (Ton)	29,06
Ampas hasil Produksi biodiesel (Ton)	75,34

Pabrik Biodiesel yg dibutuhkan	2,247
Ampas biji Jarak (Ton/tahun)	169,302
Biji Jarak (Ton/tahun)	241,860
Luas tanaman Jarak (Ha)	48,372

Dari hasil perbandingan dengan beberapa kondisi terlihat bahwa;

6.4.1 Penggunaan Batubara 100% (Alternatif – 2)

Alternatif ini pada dasarnya adalah sebagai kontrol terhadap alternatif-alternatif yang lain, sehingga dapat diperoleh besarnya perbedaan biaya energi yang dioptimasi.

Dari hasil optimasi terhadap alternatif-2 ini terlihat bahwa biaya energi yang timbul maksimum Rp. 295.945.500.000 dengan kemungkinan terjadi 70%.

6.4.2 Peningkatan harga batubara sebesar 10% (Alternatif-3)

Alternatif ini digunakan untuk menguji, seberapa besar tingkat sensitifitas dari harga batubara terhadap perubahan kombinasi bahan bakar alternatif yang digunakan.

Dalam alternatif ini, terjadi perubahan kombinasi dari alternatif-1 sebelumnya, dimana distribusi penggunaan bahan bakar alternatif menjadi; 720×10^6 Kkal Batubara; 352×10^6 Kkal Sekam Padi dan 728×10^6 Biji Jarak.

Biaya energi yang timbul maksimum Rp. 309.595.000.000 dengan kemungkinan terjadi 70%.

Kondisi ini menunjukkan diperlukan pertimbangan yang sangat hati-hati untuk penentuan kebijakan di masa yang akan datang, dalam penggunaan batubara secara penuh. Hal ini disebabkan karena disamping keterbatasan sumber daya energi batubara, ternyata hanya dengan peningkatan harga sebesar 10%, telah mampu merubah kombinasi dari optimasi bahan bakar ini untuk lebih ekonomis menggunakan Sekam padi dan Biji jarak sebagai bahan bakar alternatif.

Adapun jumlah batubara yang masih ada dalam optimasi ini, adalah jumlah minimal batubara yang tetap dibutuhkan oleh mesin pabrik.

6.4.3 Penggunaan gudang petani sebagai penyimpanan utama sekam padi (Alternatif-4)

Untuk mengurangi besarnya biaya investasi dalam pembangunan gudang untuk penyimpanan sekam padi, maka diupayakan agar sekam padi ini dapat disimpan di gudang-gudang petani.

Dalam alternatif ini, tidak terjadi perubahan kombinasi dari alternatif 1 sebelumnya, dimana distribusi penggunaan bahan bakar alternatif ini; 1.448×10^6 Kkal Batubara dan 352×10^6 Kkal Sekam Padi.

Biaya energi yang timbul maksimum Rp. 278.035.000.000 dengan kemungkinan terjadi 70%.

Resiko dalam pengelolaan sekam padi dengan cara ini adalah tidak adanya jaminan bahwa jumlah sekam padi yang dapat dipasok oleh para petani akan mencukupi pada saat-saat tertentu. Hal ini disebabkan karena akan sangat sulit mengontrol sistem penggudangan petani yang jumlahnya sangat banyak dan ketersediaan gudang yang cukup untuk menampung sekam padi pada saat panen raya.

Apabila cara ini tetap akan dijalankan, maka akan dibutuhkan tenaga lapangan yang cukup banyak untuk mengatur dan mengendalikan sistem penggudangan dan jadwal pasokan sekam padi ke pabrik.

6.4.4 Penggunaan sekam padi dimaksimalkan hanya pada masa dimana ketersediaan padi mencukupi (Alternatif-5)

Perbedaan antara alternatif-5 dan alternatif-4 hanyalah pada cara penanganan sekam padi. Dalam alternatif ini penyimpanan sekam padi di gudang petani hanya dibatasi pada bulan Mei, untuk menutupi kekurangan kebutuhan di bulan Juni. Pada dasarnya, cara ini secara signifikan dapat mengurangi resiko tidak berkesinambungan pasokan sekam padi di bulan-bulan dimana ketersediaan sekam padi dari hasil panen tidak mencukupi, yaitu pada bulan Oktober hingga bulan Januari.

Besarnya biaya energi yang timbul adalah sama dengan alternatif-4, yaitu maksimum Rp. 278.035.000.000 dengan kemungkinan terjadi 70%.

6.4.5 Pengolahan biji jarak menjadi Biodiesel (Alternatif-6)

Alternatif ini memberikan biaya energi yang paling optimum, tetapi membutuhkan investasi yang paling besar.

Dibutuhkan 2.247 Pabrik biodiesel dengan kapasitas 1.000 liter/hari, untuk mendapatkan hasil sampingan 169.302 ton/tahun Ampas biji jarak. Jumlah ampas biji jarak tersebut dapat diperoleh dari pengepresan 241.860 ton/tahun biji jarak kering, yang membutuhkan 48.372 Ha penanaman tanaman jarak pagar dengan umur diatas 4 tahun.

Pembangunan Pabrik dengan kapasitas produksi yang jauh lebih besar sangat dibutuhkan apabila alternatif-6 ini dijalankan, sehingga biaya pengolahannya dapat ditekan lebih efisien lagi.

Dalam alternatif ini, terjadi perubahan kombinasi dari alternatif-1 sebelumnya, dimana distribusi penggunaan bahan bakar alternatif menjadi; 720×10^6 Kkal Batubara; 352×10^6 Kkal Sekam Padi dan 728×10^6 Ampas Biji Jarak.

Biaya energi yang timbul maksimum Rp. 177.180.000.000 dengan kemungkinan terjadi 70%.

Hal tersebut diatas dimungkinkan, karena Ampas biji jarak yang digunakan mempunyai nilai “nol”. Biaya ekstraksi biji jarak menjadi Biodiesel, Gliserol dan ampas biji jarak telah dapat ditutupi dengan hasil penjualan Biodiesel dan Gliserol.

Biodiesel dari hasil pabrik ini, selain dapat dijual ke pertamina, juga dapat digunakan langsung sebagai bahan pencampur solar untuk alat-alat berat di tambang, maupun untuk konsumsi truk-truk pengangkut batubara, sekam padi dan biji jarak itu sendiri. Dengan cara ini, maka bahan bakar yang digunakan untuk mengangkut bahan bakar alternatif

ini tetap dapat dihitung sebagai Carbon Credit dalam perhitungan proyek CDM nantinya.

Sementara itu, gliserol yang dihasilkan dari proses biodiesel ini juga dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif karena memiliki kandungan energi sebesar 4.650 Kkal/kg.

6.4.6 Pembelian Ampas Biodiesel dari Pihak ketiga dengan harga 300 rupiah (Alternatif-7)

Alternatif ini pada dasarnya adalah sama dengan alternatif-6. Pada alternatif ini, PT Boral Indonesia dapat bekerjasama dengan pihak ketiga, dalam penanaman jarak pagar dan pengolahannya menjadi Biodiesel. Hal ini untuk mengurangi jumlah modal yang dibutuhkan dalam pembangunan proyek secara keseluruhan, mengurangi resiko investasi dan lebih fokus kepada bisnis utamanya yaitu Pabrik semen.

Biodiesel dari hasil pengolahan pabrik ini dapat dijual ke Pertamina dan sebagian ke PT Boral Indonesia. Pihak ketiga ini akan membutuhkan jaminan pembelian terhadap Ampas biji jarak dan Gliserol. Dari hasil analisa bisnis pabrik biodiesel dan analisa usaha tani tanaman jarak, PT Boral dapat membeli harga ampas biji jarak seharga Rp. 300.000 per ton dan Gliserol seharga 75% dari harga batubara sehubungan kandungan energi dari gliserol adalah 4.650 Kkal/kg.

Dalam alternatif ini, terjadi perubahan kombinasi dari alternatif-1 sebelumnya, dimana distribusi penggunaan bahan bakar alternatif menjadi; 1.072×10^6 Kkal Batubara; dan 728×10^6 Ampas Biji Jarak. Dari kombinasi ini terlihat bahwa penggunaan ampas batubara secara penuh akan sangat menguntungkan.

Biaya energi yang timbul maksimum Rp. 237.843.000.000 dengan kemungkinan terjadi 70%.

6.4.7 Pembelian Ampas Biodiesel dari Pihak ketiga dengan harga 400 rupiah (Alternatif-8)

Pada alternatif ini, penulis mencoba menaikkan harga pembelian Ampas Biji Jarak menjadi Rp. 400.000 per ton, dengan asumsi bahwa nilai jual dari ampas ini dapat lebih mahal dari Sekam Padi, karena mempunyai energi 4.300 Kkal/Kg, dibandingkan sekam padi 3.200 Kkal/Kg.

Dalam alternatif ini, terjadi perubahan kombinasi dari alternatif-7 sebelumnya, dimana distribusi penggunaan bahan bakar alternatif menjadi; 1.066×10^6 Kkal Batubara; 5.262.120 Kkal Sekam Padi dan 728×10^6 Ampas Biji Jarak. Dari kombinasi ini terlihat bahwa penggunaan ampas biji jarak secara penuh masih sangat menguntungkan.

Biaya energi yang timbul maksimum Rp. 255.395.000.000 dengan kemungkinan terjadi 70%.

6.5. IRR Investasi Alat Tambahan untuk Bahan Bakar Alternatif

Dalam tahap ini, dilakukan perhitungan investasi tambahan terhadap mesin mesin pabrik, agar dapat menggunakan bahan bakar alternatif ini. Biaya yang dibutuhkan untuk tambahan investasi ini, seperti yang telah penulis kemukakan sebelumnya adalah sebesar 18 – 22 juta Euro. Dalam hal ini penulis menggunakan asumsi 18 juta Euro dalam perhitungan IRR ini dengan asumsi penggunaan alat tambahan yang seminimal mungkin. Dari 8 alternatif yang ada, menunjukkan bahwa hanya alternatif-6, dan alternatif-7 yang dapat dianggap layak, karena IRR yang dibutuhkan oleh PT Boral Indonesia adalah minimal 18%.

Pada alternatif-7, apabila keuntungan dalam penggunaan bahan bakar alternatif ini tetap dikenakan pajak, maka alternatif-7 ini menjadi kurang menarik lagi.

Untuk itu diperlukan masukan ke pemerintah agar keuntungan dari penggunaan bahan bakar alternatif ini mendapatkan insentif dalam pengembangannya, minimal pembebasan terhadap pajaknya.

Dari hasil optimasi alternatif-8, dapat diambil kesimpulan bahwa apabila harga beli dari ampas biji jarak adalah Rp. 400.000 per ton, maka investasi ini menjadi tidak menarik lagi, karena memberikan IRR 12% setelah pajak atau 16% tanpa pajak.pada

Dalam menganalisa IRR ini, penulis juga mencoba membandingkan hasil optimasi ini dengan mengasumsikan distribusi probability harga batubara adalah *Max Extreme*. Hal ini bisa terjadi apabila data terakhir harga batu bara tahun 2007 (Rp. 1.250.000) yang menunjukkan angka yang sangat tinggi daripada tahun 2006 (Rp. 699.000/ton) tetap dimasukkan, maka hasil *Best Fit*-nya adalah *Max Extreme* (Lampiran-19).

Hasil dari optimasi ini menunjukkan hasil IRR yang sedikit lebih baik, karena penggunaan batubara secara penuh sebagai control mempunyai perbedaan tingkat biaya energi yang sangat tinggi, dibandingkan alternatif dengan kombinasi sekam padi dan biji jarak. Tetapi apabila ditinjau dari total biaya energi yang dikeluarkan, maka penggunaan *Log Normal* dalam distribusi probability harga batubara, memberikan biaya yang lebih efektif.

6.6. Pengembangan Tanaman Jarak

Dari optimasi pembanding diperoleh informasi bahwa jumlah pengembangan tanaman jarak yang dibutuhkan dalam alternatif-6, alternatif-7 dan alternatif-8 adalah minimal 48.372 Ha, dengan asumsi hasil panen rata-rata 5 ton/Ha/tahun.

Ketersediaan lahan untuk penanaman jarak ini pada dasarnya tidak menjadi kendala, karena menurut RTRW Propinsi Banten, di kabupaten Lebak terdapat potensi lahan tegalan seluas 44.514 Ha dan perkebunan 144.461 Ha. Sementara itu jumlah lahan kristis di Kabupaten Lebak dan Pandeglang adalah lebih dari 70.000 Ha, yang juga memungkinkan digunakan untuk penanaman Jarak Pagar.

6.7. Validasi Pakar

Tabel 6.2 Tabel validasi pakar

NO	KETERANGAN	Studi Literatur	Malcolm A.R. Llewellyn	Ir. Darusman Mawardi	DR. Prihadi Setyo Darmanto	Bachtiar Parmus	Fifin Nashirotun Nisya
A	Pakar dalam bidang		Praktisi Industri Semen	Konsultan Industri Semen	Konsultan Industri Semen	Praktisi Pengembangan Tanaman Jarak Pagar	Peneliti pengembangan Tanaman Jarak SBRC
	Institusi		President Director PT Boral Indonesia	Direktur Institut Semen dan Beton Indonesia	Direktur Research and Development Institut Semen dan Beton Indonesia	Pengembangan Usaha Non Agro PT Rajawali Nusantara Indonesia	Peneliti Surfactan and Bioenergy Research Center (SBRC) IPB Bogor
B-1	Potensi pengembangan tanaman biji jarak dan penggunaan sekam padi di sekitar Pabrik	Menurut RTRW propinsi Banten, di Kab. Lebak dan Pandeglang, potensi lahan sawah 86.000 Ha, tegalan/perkebunan 481.692 Ha					<p>Pengembangan tanaman jarak saat ini masih terkendala dengan multiplikasi bibitnya.</p> <p>Multiplikasi dengan cara stek hingga saat ini masih bermasalah dengan sistem pengakarannya.</p> <p>Jenis bibit yang telah dihasilkan saat ini di Indonesia oleh Pakuwon adalah IP-1 (Potensi 5 ton per Ha), IP-2 (Potensi 7 ton per Ha) dan yang terakhir IP-3 (Potensi hingga 10 ton per ha)</p>
2	Teknologi terkini, bahan bakar alternatif dapat mengantikan 100% bahan bakar di preheater dan 30% di Kiln	Pabrik Semen di Norwegia berhasil menggunakan 90% Bahan bakar alternatif di Preheater dan 15% di Kiln. Brosur KHD 100% di Preheater, 30% di Kiln.	Penggunaan bahan bakar alternatif di Preheater sudah lama dilakukan sehingga penggunaannya 100% di preheater adalah sangat mungkin. Dengan setting yang baik, seharusnya penggunaan bahan bakar alternatif di Kiln juga dapat dimaksimalkan menjadi 30%. Diperlukan komposisi pasokan bahan bakar yang konsisten agar tidak dilkakukan penyesuaian setting yang berkali-kali, yang	Secara teknologi, hal ini pasti dapat dimungkinkan, apalagi kalau dari awal pembangunannya, mesin itu sudah dirancang untuk menggunakan bahan bakar alternatif. Kendala utamanya adalah ketersediaan bahan bakar alternatif secara berkesinambungan .	Perlu diperhatikan titik bakar dari bahan bakar alternatif agar tidak menurunkan produktifitas Pabrik. Penggunaan bahan bakar alternatif pada mesin yang tidak didesain khusus, masih memungkinkan, tetapi dalam jumlah yang sangat kecil. Hal ini disebabkan berat volume sekam padi yang sangat kecil, sehingga apabila digunakan langsung di Cyclon Preheater akan terbawa ke pipa pembuangan.		

Tabel 6.2 (Sambungan)

		dapat mengganggu kapasitas dan kualitas produksi	kualitas produksi, karena bahan baku maupun bahan bakar yang berbeda, akan membutuhkan jumlah oksigen yang berbeda pula untuk pembakarannya. Jenis bahan bakar alternatif yang telah digunakan saat ini di Indonesia adalah, Ban bekas, sekam padi, biji jarak, oli bekas, batok kelapa, batok kelapa sawit beserta sisa tandanya dan cangkang jambu mente.	ini seharusnya tidak akan menjadi kendala.		
3	Penggudangan sekam padi di gudang tertutup tidak ekonomis	Penggudangan sekam padi untuk pembangkit listrik di thailand dan Philiprine menggunakan gudang terbuka. Sekam Padi tidak mempunyai daya serap terhadap air yang tinggi, karena mengandung Fiber.	Penggudangan sekam padi seharusnya ditempat terbuka, tetapi perlu diperhitungkan kehilangan material tersebut, sebagai akibat tertiup angin karena berat volumenya yang sangat kecil. Di anjurkan untuk memiliki stock pile terbuka agar kesinambungan penggunaan/pasokan sekam padi dapat terjamin.	Umumnya Pabrik semen di Indonesia, tidak melakukan stock terhadap sekam padi. Penggudangan batubara di gudang tertutup untuk pabrik semen di Indonesia hanya untuk 3 hari konsumsi. Selebihnya ditempatkan di stock pile terbuka.	Umumnya Pabrik semen di Indonesia, tidak melakukan stock terhadap sekam padi.	
4	Bahan bakar alternatif sudah banyak digunakan di Industri Semen	Pabrik Semen di Norwegia berhasil menggunakan 90% Bahan bakar alternatif di Pre-heater dan 15% di Kiln. Indocement sedang melakukan pengembangan 42 Ha tanaman jarak saat ini, dan sudah berhasil menggunakan bahan bakar alternatif sebesar 3,4%		Indocement telah menggunakan ban bekas sebagai bahan bakar alternatif, tetapi harga ban bekas menjadi tidak ekonomis pada saat harganya naik karena dibeli dalam jumlah besar. Saat ini Indocement telah mengembangkan biji jarak dan mendatangkan batok kelapa dari luar Jawa sebagai energi	Indocement dan Holcim di Indonesia telah menggunakan bahan bakar alternatif.	SBRC bekerjasama dengan Indocement dalam pengembangan tanaman jarak di lahan bekas tambang batu gamping.

Tabel 6.2 (Sambungan)

			alternatif. Di Eropa, Pabrik semen memperoleh pendapatan yang lebih besar dari pembakaran sampah dan bahan berbahaya lainnya, dimana kiln menjadi <i>incenerator</i> yang sempurna. Jumlah kalori batubara yang biasanya digunakan pada design pabrik semen adalah antara 6200 – 6800 Kkal. Saat ini lebih banyak digunakan batubara dengan kalori 5500 – 6000, karena sulitnya batubara dengan kalori tinggi. Hal ini membutuhkan modifikasi mesin pabrik, yang mana dapat dilakukan oleh ICCI			
5	Penggunaan Biji Jarak secara langsung sebagai bahan bakar alternatif tidak akan ekonomis	Biaya produksi Biji jarak per Kg Rp. 700. Harga jual yang wajar Rp. 1000/kg (3.650 Kkal). Harga Batubara Rp. 900 per Kg (6.000 Kkal)	Penggunaan biji jarak harus lebih ekonomis daripada pemakaian batubara, karena Industri tidak akan tertarik menggunakan apabila tidak memberikan pengurangan biaya energi, kecuali untuk tujuan yang lain	Penggunaan biji jarak harus lebih ekonomis daripada pemakaian batubara, karena Industri tidak akan tertarik menggunakan apabila tidak memberikan pengurangan biaya energi, kecuali untuk tujuan yang lain	Penggunaan biji jarak harus lebih ekonomis daripada pemakaian batubara, karena Industri tidak akan tertarik menggunakan apabila tidak memberikan pengurangan biaya energi, kecuali untuk tujuan yang lain	Jumlah produksi rata-rata saat ini masih jauh dibawah 5 ton per Ha, karena kesulitan dalam penerapan teknik budidaya yang benar. Diperlukan input yang cukup baik pupuk dan air ke tanaman jarak, agar memperoleh hasil 5 ton/Ha. Tanaman yang tidak dirawat hanya menghasilkan dibawah 1 ton/tahun.
6	<i>Analisa Budidaya Tanaman Jarak Pagar.</i> Versi dari analisa ini cukup beragam, dan belum bisa digunakan sebagai pegangan yang benar. Analisa Budidaya yang dikeluarkan oleh	Produksi per Ha antara 8-13 ton/tahun. Biaya tahun pertama berkisar antara 1 juta hingga 4,65 juta rupiah.			Produksi maksimum per Ha, masih belum bisa diberikan karena saat ini PT RNI baru pada tahun ke 2 pengembangannya , tetapi untuk mencapai 1 ton/Ha/tahun di tahun pertama sudah cukup sulit. Produktifitas 1 ton/Ha/tahun di tahun pertama, pada dasarnya dapat	Produksi per Ha saat ini belum optimal, ditingkat petani hanya 300 kg/Ha/tahun. Biaya tahun pertama berkisar 4,65 juta rupiah. Biaya pemeliharaan per tahun

Tabel 6.2 (Sambungan)

	SBRC penulis gunakan dengan perbaikan-perbaikan setelah melalui wawancara dengan praktisi	Biaya pemeliharaan per tahun, antara Rp. 600.000 hingga 2.500.000.				dicapai, apabila tanaman tersebut ditanam pada lahan yang baik, dengan input nutrisi dan air yang cukup. Produktifitas tanaman yang tidak dipelihara dengan maksimum akan menghasilkan jumlah produksi 0,3 kg per/pohon (750 kg/Ha/tahun), atau bahkan tidak berbuah sama sekali. Penanaman jarak dianjurkan secara tumpang sari di tingkat petani, karena penanaman tanaman jarak pagar daerah yang mempunyai kesuburan tanah cukup baik, tidak akan ekonomis, dibandingkan dengan penanaman sayur atau tanaman jangka pendek lainnya.	2.500.000.
		Biaya persiapan lahan Rp. 500.000.	Biaya persiapan lahan 2 juta rupiah untuk lahan jadi, dan 4,5 juta rupiah untuk lahan baru.			Biaya persiapan lahan antara 3 juta hingga 6 juta.	Biaya persiapan lahan Rp. 500.000.

BAB 7 **KESIMPULAN DAN SARAN**

7.1. Kesimpulan

Pada bagian ini, penulis akan menyimpulkan beberapa hal yang penulis temukan baik dari studi literatur maupun dari hasil analisa data sebagai berikut;

- a. Hasil optimasi terbaik yang dapat digunakan adalah alternatif-7, dimana memberikan penghematan energi sebesar 58 miliar rupiah per tahun. Investasi dalam skema ini memberikan IRR 18% setelah pajak atau 24% apabila penghematan ini tidak dikenakan pajak. Pada alternatif-7 ini, diasumsikan menggunakan harga beli tertinggi untuk ampas biji jarak, karena apabila harga ampas biji jarak ini dinaikkan menjadi Rp. 400.000 per ton, maka investasi ini sudah tidak menarik lagi. Pada dasarnya harga ampas biji jarak ini bisa sangat murah, karena biaya produksi biodiesel telah dapat ditutupi dari hasil penjualan biodiesel dan gliserol dengan investasi yang menghasilkan IRR 23%.
- b. Dibutuhkan investasi sebesar 1,95 trilliun untuk mengolah 241.860 ton/tahun biji jarak agar diperoleh 169.302 ton ampas biji jarak guna memenuhi kebutuhan energi pengganti pada pabrik semen ini. Investasi ini akan menjadi terlambat besar apabila harus dilakukan oleh Pabrik semen itu sendiri. Untuk itu dibutuhkan pihak ketiga sebagai rekanan dari PT Boral Indonesia dalam pengembangan biji jarak ini, baik dalam penanamannya, maupun dalam pengolahan bijinya menjadi biodiesel.
- c. Penggunaan biji jarak sebagai bahan bakar alternatif yang digunakan langsung di Pabrik Semen pada dasarnya, secara teknis memungkinkan, tetapi tidak ekonomis. Hal ini disebabkan harga beli yang wajar di tingkat petani adalah Rp. 1000 per/kg dengan kandungan kalori 4.650/Kg, karena produktifitas per Ha saat ini maksimum 5 ton. Bila

dibandingkan dengan batubara maka biji jarak ini akan lebih mahal. Untuk itu harus dilakukan pengolahan lebih lanjut menjadi Biodiesel yang mempunyai nilai jual yang lebih tinggi, dan sisanya yang berupa Gliserol dan ampas biji dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif di Pabrik semen .

- d. Dengan pemakaian bahan bakar alternatif sebesar 728.000.000.000 Kkal pada alternatif-7, maka 40% dari kebutuhan energi Pabrik Semen ini dapat digantikan dengan bahan bakar alternatif. Hal ini juga berarti jumlah polusi CO₂ yang dapat dicegah sebagai akibat pembakaran bahan bakar fosil pertahun adalah sebesar 864.000 ton.
- e. Penggunaan bahan bakar alternatif ini akan banyak menyerap tenaga kerja di daerah sekitar pabrik, selain yang bekerja didalam pabrik itu sendiri.
- f. Penggunaan bahan bakar alternatif ini juga akan ikut menjaga jumlah areal pertanian disekitar pabrik, karena dapat meningkatkan pendapatan petani.

7.2. Saran

Sebagai hasil akhir dari penelitian ini, maka penulis ingin mengemukakan beberapa saran yang penulis harapkan dapat berguna bagi PT Boral Indonesia dalam penggunaan bahan bakar alternatif ini, sebagai berikut

- a. Pengembangan tanaman biji jarak dengan pola inti dan plasma harus sedini mungkin dilakukan, dan diperlukan kerjasama dengan pihak ketiga dalam investasinya.
- b. Dengan kondisi optimum 40% bahan bakar dapat digantikan dengan bahan bakar alternatif, maka penggunaan bahan bakar alternatif direkomendasikan untuk dipusatkan di Pre-heater saja, untuk mengurangi biaya investasi awal. Kapasitas penggantian dengan bahan bakar alternatif pada pre-heater ini adalah 54% (90% X 60%) dari total kebutuhan bahan bakar pada pabrik semen. Dengan cara ini maka

investasi awal dari peralatan tambahan bahan bakar alternatif ini dapat ditekan, sehingga akan meningkatkan IRR.

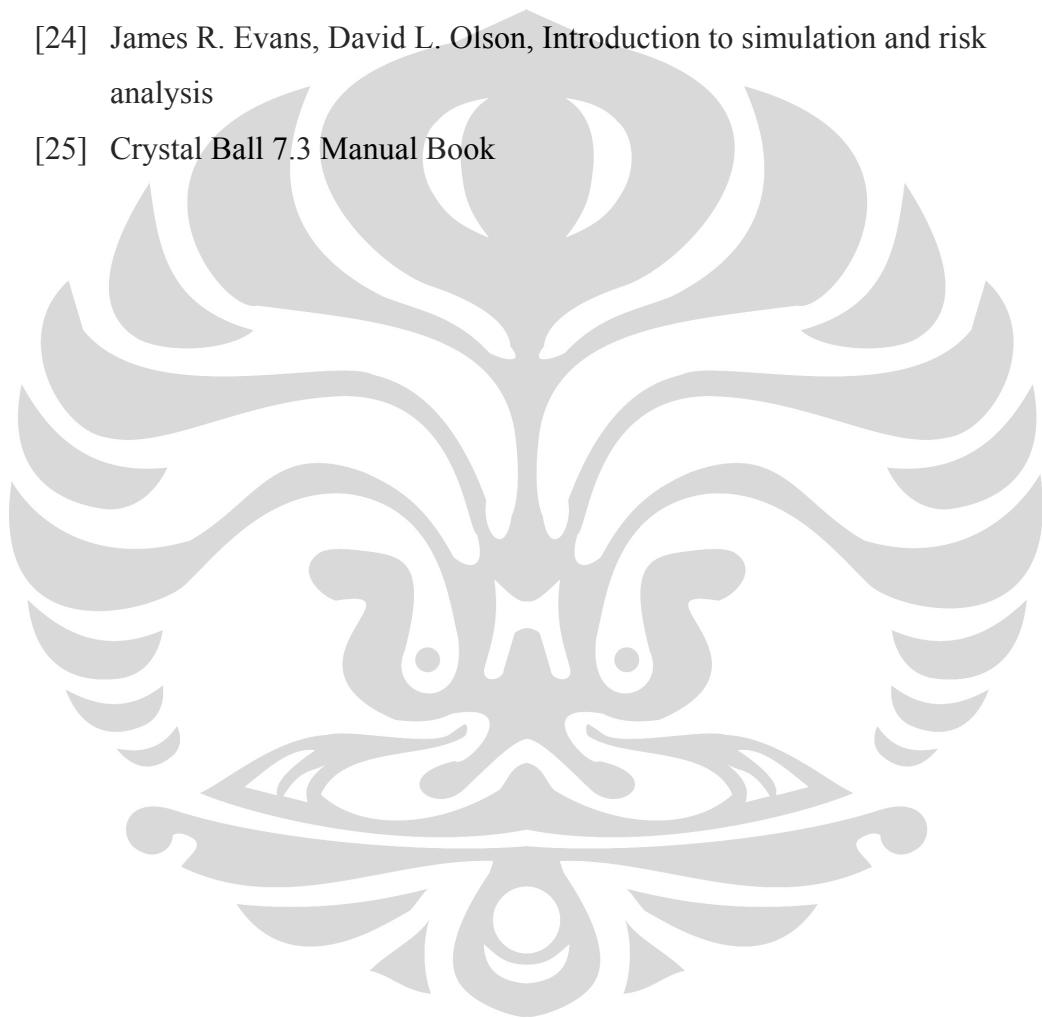
- c. Penggunaan bahan bakar alternatif di Kiln sebaiknya dialokasikan untuk limbah berbahaya baik cair maupun padat. Untuk itu diperlukan kajian lebih lanjut terhadap potensi limbah B3 yang ada dalam jarak ekonomis dari Pabrik, sebagai bahan bakar alternatif. Dengan menggunakan limbah B3 ini, pada dasarnya Pabrik Semen ini selain mendapatkan bahan bakar alternatif secara gratis, juga akan mendapatkan pendapatan tambahan dari pemilik limbah berbahaya tersebut, karena berfungsi sebagai *incenerator*. Pengumpulan limbah ini dapat pula diberikan kepada pihak ketiga, pada saat Pabrik mulai berproduksi.
- d. Dalam pengumpulan sekam padi, karena lokasi penanamannya berada dalam sebaran yang cukup luas, maka PT Boral Indonesia perlu membentuk sistem manajemen pengumpulannya dan pengawasan terhadap kualitasnya. Pemberdayaan koperasi di tiap desa merupakan salah satu cara dalam menangani masalah ini, selain bekerjasama dengan pabrik-pabrik pengilingan padi.
- e. Alternatif lain dalam pengelolaan pengumpulan bahan bakar alternatif ini, adalah pembentukan sub-bisnis baru dalam menangani masalah ini. Selain itu melakukan kerjasama dengan pihak ketiga untuk pengelolaannya, dimana PT Boral akan menerima bahan bakar alternatif tersebut di Pabrik sesuai dengan jadwal kebutuhan Pabrik.
- f. Program penggunaan bahan bakar alternatif ini, sebaiknya sedini mungkin di pararelkan dengan penyusunan proposal CDM, yang mana pada akhirnya diharapkan akan mendapatkan Carbon Credit yang merupakan tambahan pendapatan yang cukup besar bagi Pabrik Semen ini.

DAFTAR ACUAN

- [1] "ABB Expert Optimizer Boots Kiln Output 8% for Holcim Group". *Result-Driven Automation, Value-Added Solutions.* <http://www.abb.com.cement>
 - [2] Ani Suryani , Erliza Hambali , Gustan Pari , Muchammad Chairul Umam , Optimization of Crude Glycerol and Tapioca Addition in Jatropha Press Cake Biopellet Production, Surfactan and Bioenergy Research Center, Bogor.
 - [3] Anshu Bharadwaj, Y. Wang, S.Sridhar and V.S. Arunnachalam, Journal Pyrolysis of rice husk, Center for energy and department of material science and engineering catnegie mellon University, Pittsburg.
 - [4] Armstrong Tom, ICR Research, Indonesia: changing faces, International Cement Review August 2006
 - [5] Asthana S.R, Patil R.K (2006). "Use of Alternative Fuels in Indian Cement Industry".*Advances in Energy Research*, 2006, 347-349. Diakses 14 Maret 2008 dari Energy Systems Engineering Indian Institute of Technology Bombay. http://www.eso.iitb.ac.in/aer2006_5=142316
 - [6] August, G.S., Jayabalan, M., Seler, G.J. "Evaluation and Bioinduction of energy component of Jatropha Curcas" , USDA 2002.
http://www.ars.usda.gov/research/publications/publications.htm?seg_no_115=142316
 - [7] Castor oil, Wikipedia
 - [8] Caterpillar Performance Handbook, Edition 37, February 2007
 - [9] Cement industry. Diakses 24 April 2008 dari Energy Manager Training. http://www.energymanagertraining.com/cement/cement_01_process.htm
 - [10] Coalbed Methane Evaluation- a three pronged integrated approach,
<http://www.ryderscott.com/RS%20Reserves%20Confrence%20CBM%202006-05-4%20JEB%20final.pdf?PHPSESSID=114a3203fcc97ab6e607d1f7bb6a4e16>
- Universitas Indonesia**

- [11] Citic Heavy Machinery Co., Ltd. Diakses 24 April 2008 dari All Products Online Corporation. <http://www.allproducts.com/prc/citichmc/supplier.html>
- [12] Estela Assureira, Rice Husk – an alternative fuel in Peru, Director of Biomass and Research Programme, at the Pontificia Universidad Catolica del Peru; Av. Universitaria cuadra 18 Lima Peru
- [13] Hambali Erliza, Jarak Pagar tanaman penghasil biodiesel, Penebar swadaya cetakan 2007
- [14] Indo cement's CDM Project . Executive Workshop/Training on the CDM 24th to 26th January 2006. Diakses 21 Pebruari 2008 dari Sinteresources. Worldbank <http://siteresources.worldbank.org/.../226271-1125376763288/1607524-1139366184800/2204327-1139368909417/5.p>
- [15] Irwanto(2006)."Pengembangan Tanaman Jarak (Jatropha curcas L) Sebagai Sumber Bahan Bakar Alternatif".
http://www.irwantoshut.com/info_jarak.html
- [16] Lars-André Tokheim (2006). Burning chamber installation for increased use of alternative fuels at Norcem Brevik, Norway. Diakses 21 Pebruari 2008 dari Telemark Open Research Archive.
<http://teora.hit.no/dspace/bitstream/2282/289/1/Konferanse.pdf>
- [17] Modern rice milling, Agriculture Engineering Unit International Rice Research Institute
- [18] Philip A Alshop, et al., The Cement Plant Operations Handbook (United Kingdom: Tradeship Publications Ltd, 2005)
- [19] Richard Bolwerk."Co - Processing of Waste in Cement Plants". IMPEL Waste Project: Waste permitting and enforcement of waste installations, Zwolle, Netherlands 25, 26 and 27 th of May 2005. Diakses 21 Pebruari 2008 dari Bezirksregierung Muenster.
http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/industrie/IPP_C_Konferenz/Bolwerk.pdf
- [20] Sigit Nugraha, Briket Arang Sekam sebagai Bahan Bakar Alternatif, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian
- [21] "SMGR Ingin Amankan Pasokan Batubara," *Kontan*, 12 September 2007

- [22] Thipwimon Chungsangunsit, Shabbir H. Gheewala, Suthum Patumsawad (2004). "Environmental Assessment of Electricity Production from Rice Husk: A Case Study in Thailand". Electricity Supply Industry in Transition: Issues and Prospect for Asia, 14-16 January
- [23] Dalusung Alberto R., Santos John Cesar, La Suarte Rice Mill Cogeneration Project: A Pilot case for the Philipines, Cogen3 Philipines, Makati City, Philipines
- [24] James R. Evans, David L. Olson, Introduction to simulation and risk analysis
- [25] Crystal Ball 7.3 Manual Book



DAFTAR PUSTAKA

I. BUKU

Alshop, et al., (2007). *The cement plant operations Handbook*. United Kingdom: Tradeship Publications.

Caterpillar performance handbook (37th ed.). (2007).

Crystal ball 2000 user manual. Colorado: Decisioneering.

Evans, J. R., & Olson, D. L. (1998), *Introduction to simulation and risk analysis*. New Jersey: Prentice Hall.

Lingo. (2006). Chicago: Lindo Systems Inc.

Nazir, M. (2005). *Metode penelitian*. Bogor: Gahlia Indonesia.

Proceeding book. *Indonesia International Cement and Concrete Forum 2007: Sustainable cement and concrete technology and development*, 20-22 November 2007, Hotel Borobudur, Jakarta, Indonesia.

Riduan. (2008). *Skala pengukuran variabel-variabel penelitian*. Bandung: ALFABETA.

Walpole, R. E., & Myers, R. H. (1972). *Probability and statistics for engineers and scientists*. New York: Macmillan Publishing Co., Inc.

Wahana Komputer. (2007). *Panduan praktis: Pengolahan data statistik dengan SPSS 15.0*. Yogyakarta: ANDI.

II. SERIAL

Alternative fuels in cement manufacture. *Technical and environmental review*.

Cembereau Presentation.

Bain, R. (2004, October 10). *Submission to energy efficiency inquiry*, Energy efficiency inquiry productivity commision, Melbourne.

Boyd, C. (n.d.). *Recovery of wastes in cement kilns*. Lafarge.

Building Your Project in Your Environment. Fcb.Ciment. (n.d.).

CDM_Proposal: PT. Boral Indonesia Cement Plant Fuel Switching for Kiln/Land Transportation and Blended Cement. (n.d.).

Chungsangunsit, T., Gheewala, S. H., & Patumsawad, S. (2004). Environmental assessment of electricity production from rice husk: A case study in Thailand. Electricity supply industry in transition: Issues and prospect for Asia, 14-16 January.

Clark, M. (2008). Bali: Capture readiness. *Technical Forum*, p. 30-32.

Criticism of UK environment agency over alternative fuels for cement kilns. (n.d.).

CSI. (2005, December). Guidelines for the selection and use of fuels and raw materials in the cement manufacturing process: *World business council for sustainable development.*

Fcb ciment : History.

FLSmidth. (2006, April). *Sustainable cement production. Highlights.*

FLSmidth. *Hotdisc Technology.*

Gabbard, W. D., & Gossman D. Hazardous waste fuels and the cement kilns. *ASTM Standardization News*, September 1990.

Han, L. V. (2004). *Co-firing of rice husk for electricity generation in Malaysia.* Dissertation, Faculty of Engineering and Surveying University of Southern Queensland.

Hanle, L.J., Jayaraman, K. R., & Smith, J.S. *CO₂ Emissions profile of the U.S. cement industry.*

Hansen, E., & Reese, T. T. (2008). *Eliminating NOx barriers to fuel conversions with SNCR and staged combustion.* Global Fuels Conference & Exhibition London 4-5 February 2008. March 13, 2008. Cadence Environmental Energy, Inc.

Hapani, N. K., & Raykundalia, A. *Corporate strategies for energy intensive sectors – cement (Gujarat Ambuja cement).*

Hendriks et al., (n.d.). *Emission reduction of greenhouse gases from the cement industry.* IEA Greenhouse Gas R&D Programme.

ICRA (2006, July). *The Indian cement industry.* ICRA SectorAnalysis.

Universitas Indonesia

Indonesia: Reconstruction of cement. (2006, December) PT Semen Andalas Indonesia.

International energy outlook 2007. (2007, May). Energy information administration.

International workshop on 'Mineral resources and development' July 1-4,2004, Kerman, Iran", *NAM S&T Newsletter*, April-Juni 2004, hal 1-12.

Izumi, Y. (2005). *Climate protection in the Japanese cement industry.* Japan Cement Association & Taiheiyo Cement Corporation.

Jacott et al ., *Energy use in the cement industry in North America: emissions, waste generation and pollution control, 1990-2001.*

Janvijitsakul, K., Kuprianov, V.I., & Permchart, W. (2004). Co-firing of rice husk and bagasse in a conical fluidized-bed combustor. *The Joint International Conference on "Sustainable Energy and Environment (SEE)*, 1-3 December 2004, 232-23.

Kääntee et al.,, *Cement manufacturing using alternative fuels and the advantages of process modelling.* Project of World Business Council for Sustainable Development. Februari 21, 2008. World Business Council for Sustainable Development.

Knives, E., & Miller, S. (2003, November). *Environmental constrains.* FLSmidth.

Kumar, A. (2007). Production Cost and Cement Price. *Dawn the Internet Edition.* March 12, 2007.

LCI data investigation.(2004, October 20). *Leiden University.*

Universitas Indonesia

Learning lessons from the cement kilns saga. Gossman Consulting, Inc.

Lorea, C. (2006, September 4). *Use of alternative fuels and materials in The European cement industry.* IEA meeting, Cembureau.

Monitoring report for replacement of fossil fuel by palm kernel shell biomass in the production of Portland cement. *Lafarge Malayan Cement Bhd, UNFCCC Ref No.247.*

Mursanti, E. (2007, December 13). *Proses produksi dan subsidi biodiesel dalam mensubtitusi solar untuk mengurangi ketergantungan terhadap solar.* Parallel Session IIIB: Energy, Natural Resources & Environment, Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Depok.

Murray, A. (2007). End use of sewage sludge in cement manufacturing. *Energy and Resources Group*, October 1, 2007.

Oss, H. G. (2004, January). *Cement.* U.S Geological Survey, Mineral Commodity Summaries.

Schmid, E. (2005). *Operating experience of RDF use in cement kilns.* Readymix Westzement GmbH, Beckum, Germany.

Sintef. (2006, January 23). Formation and release of POPs in the cement industry. *World Business Council for Sustainable Development* (2nd ed.).

Siregar, A Z. (2008). *UBS menaikkan prediksi harga batubara tahun 2008-2009, karena meningkatnya permintaan dari China.* CAF Institute.

SMGR ingin amankan pasokan batubara. *Kontan*, September 12, 2007.

Substitute Fuels Protocol. *Subject to Regulation Under the Pollution Prevention and Control Regulations*, 2000

Sustainable Cement Industry, Cemex Ecoefficiency Program. (n.d.).

The new clean solid multi fuel - clean energy technology opens new technical - environmental - cost reduction benefits and sustainable opportunities to target kyoto protocol for near zero emission. *TDT-3R Multi Fuel Contract No. NNE5/2001/363.*

Thomas, G. (2004, October). *Latin American cement industry: Looking ahead*. International Finance Corporation, Washington DC.

Welcome to South Ferriby Cement Plant. Cemex.

Worrell, E., & Galitsky, C. (2004, January). *Energy efficiency improvement and cost saving opportunities for cement making an ENERGY STAR guide for energy and plant managers*. Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory.

Zero emissions and the cement plant of the future: aiheio's philosophy. Sustainable Cement Industry

Lain-lain

- [1] Brosur Truk Isuzu 120 PS, ASTRA
- [2] Brosur perusahaan, FLS
- [3] Brosur perusahaan, KHD
- [4] Brosur perusahaan, Polysius
- [5] Brosur perusahaan, FCB Ciment

III. PUBLIKASI ELEKTRONIK

An Executive course (February 4-5, 2008, June 9-10, 2008). *Manufacturing cost strategies: Reducing costs and creating capital for growth.* March 26, 2008. Caltech. http://www.irc.caltech.edu/executive_education.htm

ABB expert optimizer boots kiln output 8% for Holcim Group. (n.d.) *Result-Driven Automation, Value-Added Solutions.* <http://www.abb.com.cement>

Abfrageergebnisse (2006). *Effective feeding systems for fluffy materials, such as plastic and paper fractions, used as an alternative co-fuel in cement kilns.* February 21, 2008. BIT.
<http://www.bit.or.at/irca/bbsshow8.php?ref1=06%20GR%20HFHF%200EU>

APEC. (2004). Competition problems faced by KPPU after the internalization in cement industry. *The APEC training program on competition policy Kuala Lumpur,* March 1-3, 2004. March 27, 2008. Japan Fair Trade Commission.
<http://www.jftc.go.jp/eacpf/0>

Aron, M. (2008, March 11). Bamburi cement adopts biomass to cut fuel costs. Business Daily (Nairobi), March 14, 2008. All Africa Global Media.
<http://allafrica.com/stories/printable/200803111107.html>

Asthana, S. R., & Patil, R. K. (2006). Use of alternative fuels in Indian cement industry. *Advances in energy Research*, 2006, 347-349. March 14, 2008. Energy Systems Engineering Indian Institute of Technology Bombay.
http://www.eso.iitb.ac.in/aer2006_

Baker, J. S. (n.d.). *RE: Lafarge building materials, Inc., Ravana, New York application to burn Tire-Derived Fuel (TDF).* April 7, 2008. Friends of Hudson.

<http://www.friendsofhudson.org/Laf-EPA.pdf>

Binani Cement Limited: Unit Profile. (n.d.). March 14, 2008. Energy Manager Training.

http://www.energymanagertraining.com/eca2006/Award2006_CD/03Cement/BinaniCementLimited.pdf

Blog Bina Karta Lestari (December 15, 2006). *CDM: Untuk siapakah (sebenarnya) engkau?*. May 13, 2008. Bintari Multiply. <http://bintari.multiply.com/journal>

Bolwerk, R. (2005). *Co - Processing of waste in cement plants*. IMPEL waste project: Waste permitting and enforcement of waste installations, Zwolle, Netherlands 25, 26 and 27 th of May 2005. Februari 21, 2008. Bezirksregierung Muenster.

http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/industrie/IPPC_Konferenz/Bolwerk.pdf

Bookstore of Portland Cement Association. (2008). *Innovations in Portland cement manufacturing*. March 27, 2008. Portland Cement Association.

<http://www.cement.org/bookstore/profile.asp?printpage=true&store=&id=5729>

BPPT. (2005). *Biodiesel jarak pagar jadi proyek nasional*. http://www.bppt.go.id/index.php?option=com_content&task=view&id=1853&Itemid=30

BPPT. (n.d.). *Minyak jarak sebagai BBM alternatif*. May 12, 2008. http://www.bppt.go.id/index.php?option=com_content&task=view&id=1835&Itemid=30

Bureau of energy efficiency, Energy management policy. (n.d.). *Guidelines for Energy Intensive Industry in India, Chapter 4, 36-65.* March 14, 2008. Energy Manager Training.

<http://www.energymangertraining.com/cement/pdf/industry>

Cembureau. (1999). *Environmental benefits of using alternative fuels in cement production: A Life-Cycle Approach.* March 14, 2008. The World Business Council for Sustainable Development.

<http://www.wbcsd.org/web/projects/cement/tf2/CEMBUREAU.pdf>

Cement & concrete basics: History & manufacture of Portland Cement. (n.d.). May 2, 2008. The Portland Cement Association.

http://www.cement.org/basics/concretebasics_history.asp

Cement industry. (n.d.). April 24, 2008. Energy Manager Training.

http://www.energymangertraining.com/cement/cement_01_process.htm

Citic Heavy Machinery Co., Ltd. April 24, 2008. All Products Online Corporation. <http://www.allproducts.com/prc/citichmc/supplier.html>

Coal-prep wastes in cement manufacturing-commercialization of technology. *Publications and Presentations Report, 2006.* April 7, 2008. Illinois Clean Coal Institute. <http://www.icci.org/05final/04-1bhatty.pdf>

Cohan et al., (2004). *Fall-line Air Quality Study (FAQS)-Draft Final Report Section IV, Part I.* April 7, 2008. Air Resources Engineering Center. http://cure1.eas.gatech.edu/~faqs/finalreport/FAQS_final_report_section_I_V_part_1_v1.doc

County, H. (2006). Technical evaluation: Technical evaluation and preliminary determination. *DEP File No. 0530010-022-AC.* April 7, 2008. Florida Department of Environmental Protection.

<http://www.dep.state.fl.us/air/permitting/constructio>

Draft environmental impact statement for the Holcim (US) Inc., *Tire Burning Proposal*, July 2006. April 7, 2008. Montana Environmental Information Center.

http://www.meic.org/files/air-quality/O2Review_of_HolcimDEIS.pdf

Ecopro Indonesia. (n.d.). *Mesin pengolah biodiesel tanpa proses Esterifikasi, kapasitas pengolahannya 500 liter per jam, tidak memakai bahan kimia, katalisator, dan tidak menggunakan enzim*. May 12, 2008. ECOPRO Indonesia. <http://ecoproindonesia.com/ec>

Final report: Refuse derived fuel, current practice and perspectives (B4-3040/2000/306517/MAR/E3). (2003, July). March 14, 2008. European Commission. <http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/rdf.pdf>

FLSmidth alternative fuels leaflet. *Alternative fuels - technology and services*. February 21, 2008. FLSMIDTH.
<http://www.flsmidth.com/NR/rdonlyres/9CA34767-9B12-412D-B675-D5CE416D16D9/31838/FLSmidthAlternativeFuelsLeaflet.pdf>

Gislev, M. (2007). *Magnus Gislev Part II: 3-2 Effective control of NOx emissions in Europe*. April 7, 2008 dari European IPPC Bureau.
http://pm25.org/raqm/2007PPT/3-%20Effective%20control%20of%20NOx%20emissions%20in%20Europe_Magnus%20Gislev%20P

Grieve, M. (n.d.). *A Modern herbal: Castor oil plant*. 2008, May 12, 2008. Botanical. <http://www.botanical.com/botanical/mgmh/c/casoil32.html>

Hafner, W., & Weihs, G. (1998). *Final report: IMPEL workshop on licensing and enforcement practices in cement plants using alternative fuels*, May 11 to 13, 1998. March 13, 2008. IMPEL Workshop.

http://kundencenter.linea7.com/files/users/centric.at/download_area/impel1998cement.pdf

Holcim. (n.d.). *How we make cement (wet process technology)*. April 24, 2008. Holcim New Zealand.

<http://www.holcim.co.nz/NZ/EN/id/1610646516/mod/gnm20/page/editorial.html#top>

Humboldt-Wedag Kiln: Material Temperature in Rotating Kiln (n.d.). April 7, 2008. Nebraska Department of Environmental Quality.

[http://www.deq.state.ne.us/Gen.nsf/23e5e39594c064ee852564ae004fa010/203e83f153186b7a86256e8a00637da7/\\$FILE/ATT3F6TO/HW%20tir](http://www.deq.state.ne.us/Gen.nsf/23e5e39594c064ee852564ae004fa010/203e83f153186b7a86256e8a00637da7/$FILE/ATT3F6TO/HW%20tir)

History FLSmidth 1882-1899. (n.d.). May 2, 2008. FLSmidth.

http://www.flsmidth.com/FLSmidth/English/Company+profile/History/1882-1899_new.htm

History FLSmidth 1900-1969. (n.d.). April 24, 2008. FLSmidth.

http://www.flsmidth.com/FLSmidth/English/Company+profile/History/1900-1969_new.htm

History FLSmidth 1970-1999. (n.d.). April 24, 2008. FLSmidth.

http://www.flsmidth.com/FLSmidth/English/Company+profile/History/1970-1999_new.htm

History FLSmidth 1882-1869. (n.d.). April 24, 2008. FLSmidth.

http://www.flsmidth.com/FLSmidth/English/Company+profile/History/1882-1869_new.htm

Indocement's CDM Project. Executive Workshop/Training on the CDM 24th to 26th January 2006. Pebruary 2008. Sinteresources Worldbank.

<http://siteresources.worldbank.org/.../226271-1125376763288/1607524-1139366184800/2204327-1139368909417/5.p>

Interco Rice Husk Power Plant Project. IGES-ICS CDM baseline training workshop November 30-December 02, 2004. January 14, 2008. The Institute for Global Environmental Strategies.

<http://www.iges.or.jp/en/cdm/pdf/phillippines/03/18.pdf>

Irwanto. (2006). *Pengembangan tanaman jarak (Jatropha curcas L) sebagai sumber bahan bakar alternatif.*

http://www.irwantoshut.com/info_jarak.html

ITAS-Project: Co-firing of secondary fuels in cement kilns. (n.d.). February 21, 2008. ITAS.

http://www.itas.fzk.de/eng/projects/achternbosch_01_e.htm

Kääntee, U., Zevenhoven, R., & Backman, R. (2002). Alternative fuels / the impact of alternative fuels on the cement manufacturing process. *Extended abstract for the XVIII Nordic Concrete Research Symposium, Helsingör, Denmark*, June 12-14, 2002. Februari 21, 2008. Laboratory of Energy Engineering and Environmental Protection.

http://eny.hut.fi/research/combustion_waste/publications/conference/NCRextab.pdf

Karl, U., Richter, S. (2004). *Draft guidelines on BAT and BEP for cement kilns firing hazardous waste.* April 7, 2008. Convention de Stockholm Sur Les Polluants Organiques Persistants .

www.pops.int/documents/meetings/bat_bep/2nd_session/eg

Kolyfetis, E, Alternative Fuel and Raw Materials in Halyps Cement, Italcementi Group Greece

Lime Kilns. (n.d.). *PSL brochures*. February 21, 2008. Process Simulations Ltd.
<http://www.psl.bc.ca/>

Lin, L., & Knenlein, M. J. (2000). Cement kiln NOx reduction experience using the NOxOUT(r) process. *Proceedings of 2000 International Joint Power Generation Conference, Miami Beach, Florida*. April 7, 2008. Fuel Tech.
<http://www.ftek.com/pdfs/TPP-506c.pdf>

Manik, M. A. (n.d.). *Pemanfaatan sekam padi sebagai sumber energi*. Universitas Bung Hatta. http://www.bung-hatta.info/tulisan_160_1.ubh

Manufacturing cost reduction & control: Plants, production facilities, & related operations. (n.d.). March 26, 2008. Swbusinessadvisory.
<http://www.swbusinessadvisory.com/consulting/manufacturing.htm>

Nguyen, A. (2005). High energy costs crimsiam cement net income. *Marketplace by Bloomberg*, International Herald Tribune, July 28, 2005. March 14, 2008. <http://www.iht.com/articles/2005/07/27/bloomberg/sxsiam.php>

Pambudi, N. A. (n.d.). *Potensi jarak pagar sebagai tanaman energi di Indonesia*.
<http://www.chem-is-try.org/?sect=fokus&ext=47>

Paper for comeap use of substitute fuels in cement kilns. Outline of covering paper for comeap use of substitute fuels in cement kilns. (n.d.). March 13, 2008. Department of Health: Advisory Bodies.
<http://www.advisorybodies.doh.gov.uk/comeap/statementsr>

Pelayanan Informasi Jarak Pagar Nasional. (n.d.). *Cara tanam*. Jarak pagar.com.
<http://www.jarakpagar.com>

Universitas Indonesia

Pematang, W. (2008). *Pengolahan biji jarak pagar*. Balai besar pengembangan mekanisasi. February 15, 2008.

<http://pematangpanggang.blogspot.com/2008/02/pengolahan-biji-jarak-pagar.html>

Permit to construct: Project Number: 2007-02-082. (2007). April 7, 2008.

Missouri Department of Natural Resources.

<http://www.dnr.mo.gov/env/apcp/docs/holcim-clarksville-aug07.pdf>

Polysius. (n.d.). *History*. April 24, 2008. Polysius.

<http://www.polysius.com/History.17.0.html?&L=1>

Popham, M., & Hunt, G. (n.d.). *Celtic cement technology: The production of high performance low Carbon cement (Technical)*. Istanbul Technical Paper.

March 23, 2008. Cenin Ltd. <http://cenin.co.uk/presentation/Istanbul-Paper.pdf>

Project design document for A. T Biopower rice husk power project. (2003, April). *Mitsubishi securities clean energy finance committee*. March 26, 2008. United Nations Framework Convention on Climate Change.

<http://cdm.unfccc.int/Panels/meth/CallFo>

Reuters. (2007). *Indonesia '08 cement demand seen rising-Gresik*. March, 2008.

REUTERS India.

<http://in.reuters.com/article/asiaCompanyAndMarket/idINJAK22010120071102>

Setyawan, W. (2005). Budidaya pohon jarak: Kunci mempersempit jarak si kaya dan si miskin. *Bahan rapat Rektor ITB pada Rakor tingkat menteri masalah penanggulangan kemiskinan*, Jakarta, 6 September 2005. Menkokesra.

Universitas Indonesia

http://www.menkokesra.go.id/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=201

Sharewadi. (2008). *Cement companies blame energy cost for falling profits - EB 21 Feb 08.* March 14, 2008. Dubaisharetalk.com.

<http://www.dubaisharetalk.com/viewtopic.php?t=6525>

Sinoma International signs a general contract worth USD1.6 billion and the letter of intent worth USD1.177 billion with Nigeria Dangote Group. (n.d.). April 24, 2008. Sinoma International Engineering Co. Ltd.
<http://www.sinoma.com.cn/en/index.asp>

Sinoma. (n.d.). *Company Overview.* April 24, 2008. Sinoma International Engineering Co. Ltd.
<http://www.sinoma.com.cn/en/about.asp?MenuID=33>

Sinoma. (n.d.). *Project Report: UAE UCC 10000 tpd clinker cement production line is completed successfully.* April 24, 2008. Sinoma International Engineering Co. Ltd.
http://www.sinoma.com.cn/en/newsinfo.asp?News_ID=107

Simpson, W. T. (1991). *Dry kiln operator's manual: Kiln schedules,* 133-177. April 7, 2008. Forest Products Laboratory.
<http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/usda/ah188/chapter07.pdf>

Source category: Cement kilns. interim white paper - Midwest RPO candidate control measures (2006, March 6). April 7, 2008. Interim WhitePaper.
http://64.27.125.175/reports/rpo/Regional%20Air%20Quality/White%20Papers%20March%202006/Portland_Cement_Ki

Sutanto, I. (2004, December 13). *CDM and benefit for company benefit - A lesson to learned: Sustainable development & CDM*. January 14, 2008. The Institute for Global Environmental Strategies (IGES).

<http://www.iges.or.jp/en/cdm/pdf/indonesia/fy2004/Material/PIN%20Meeting/Presentation/Day%201/CDM%20and%20Benefit%20for%20Company%20-%20Iwan%20Sutanto%20-%20PT.%20Lunto.pdf>

The new millennium. (n.d.). April 24, 2008. FLSmidt.
<http://www.flsmidth.com/FLSmidth/English/Company+profile/History/New+millennium.html>

Tokheim, L. A. (2006). *Burning chamber installation for increased use of alternative fuels at Norcem Brevik, Norway*. February 21, 2008. Telemark Open Research Archive.

<http://teora.hit.no/dspace/bitstream/2282/289/1/Konferanse.pdf>

Tokheim, L. A., & Brevik, P. (2007). *Carbon Dioxide emission reduction by increased utilization of waste-derived fuels in the cement industry*. March 13, 2008. Telemark Open Research Archive.

<http://teora.hit.no/dspace/bitstream/2282/440/1/Carbo>

Traditional mortars: A history of cement. (n.d.). April 24, 2008. Buckley Rumford Fireplaces. <http://www.rumford.com/articlemortar.html>

Understanding Cement: Cement history. (n.d.). April, 2008. Understanding Cement. <http://www.understanding-cement.com/history.html>

United Nations Environment Programme. (2003). *Voluntary environmental initiatives for sustainable industrial development: Concepts and applications*. April 7, 2008. UNEP.

<http://www.unep.org.bh/Publications/DTIE%20Final/Publication%20Cleaner%20Pro>

United Nations (1998). *Kyoto protocol to the United Nations framework convention on climate chance*. February 24, 2008. United Nations Framework Convention on Climate Change.
<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>

Welcome to more than 125 years of cement and minerals. (n.d.). April 24, 2008.

FLSmidt.

<http://www.flsmidth.com/FLSmidth/English/Company+profile/History/History.htm?FLS>

Wedag, H. (n.d.). *Company history*. April 24, 2008. KHD Humboldt Wedag International Ltd.

<http://www.khdhumboldt.com/phoenix.zhtml?c=92949&p=irol-homeprofile>

Wedag, H. (n.d.). *Company Overview*. April 24, 2008. KHD Humboldt Wedag International Ltd.

<http://www.khdhumboldt.com/phoenix.zhtml?c=92949&p=irol-irhome>

Wedag, H. (n.d.). *Corporate Information*. April 24, 2008. KHD Humboldt Wedag International Ltd.

<http://www.khdhumboldt.com/phoenix.zhtml?c=92949&p=irol-corpinfo>

Wedag, H. (n.d.). *New Contracts and Products*. April 24, 2008. KHD Humboldt Wedag International Ltd.

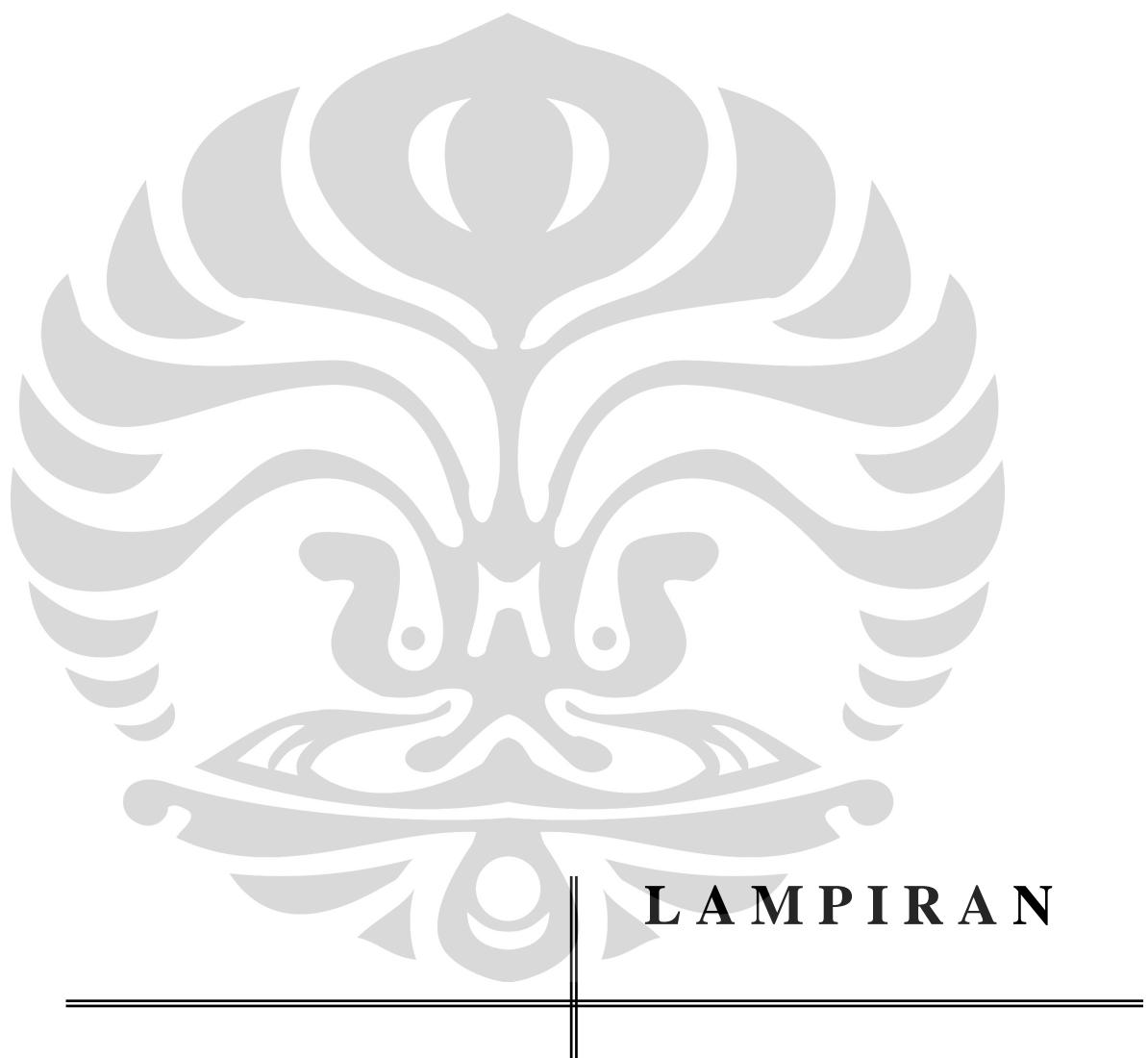
<http://www.khdhumboldt.com/phoenix.zhtml?c=92949&p=irol-products>

West Virginia air qiality board charleston, West Virginia. Appeal No. 94-01-P and Appeal No. 93-07-P. April 7, 2008. The West Virginia State Bar.
<http://www.cadencerecycling.com/pdf/CadenceGlobalFuelsPaper.pdf>

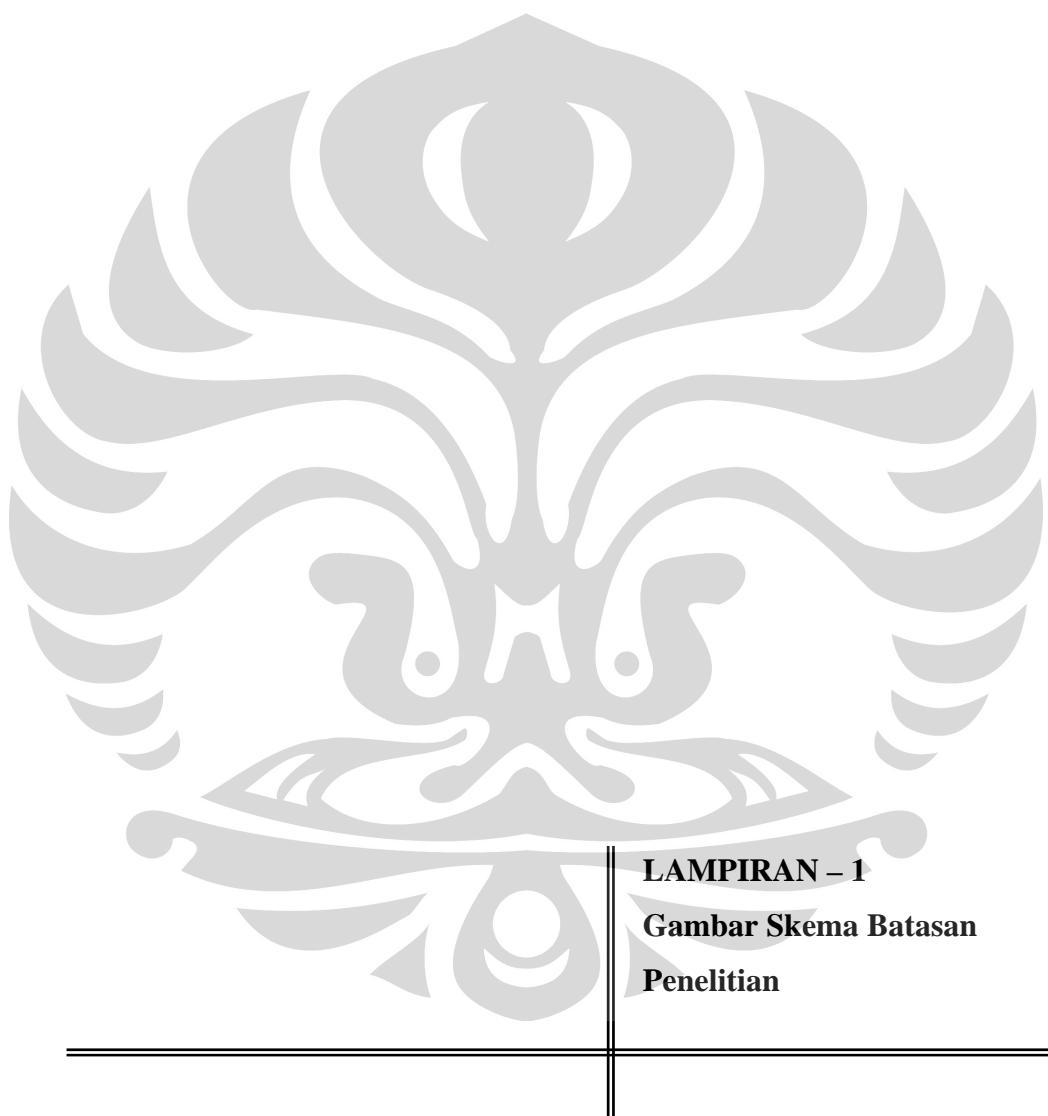
Wikimedia. (n.d.). *Castor oil plant.* May 12, 2008. Wikipedia.
<http://en.wikipedia.org/wiki/Castor.Bean>

Wikipedia. (n.d.). *Coal.* May 12, 2008 dari Wikipedia.
<http://en.wikipedia.org/>

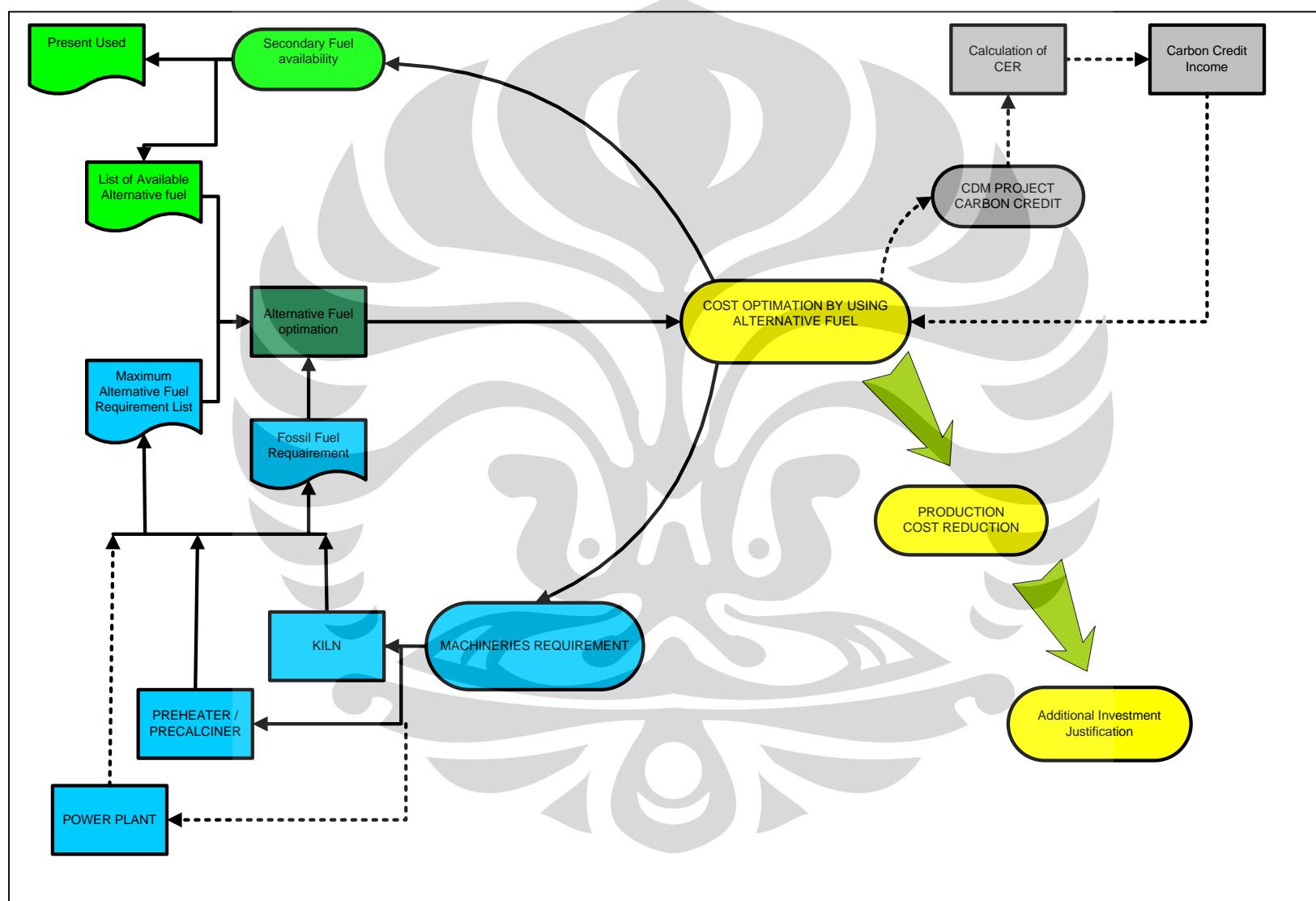




Universitas Indonesia



Universitas Indonesia





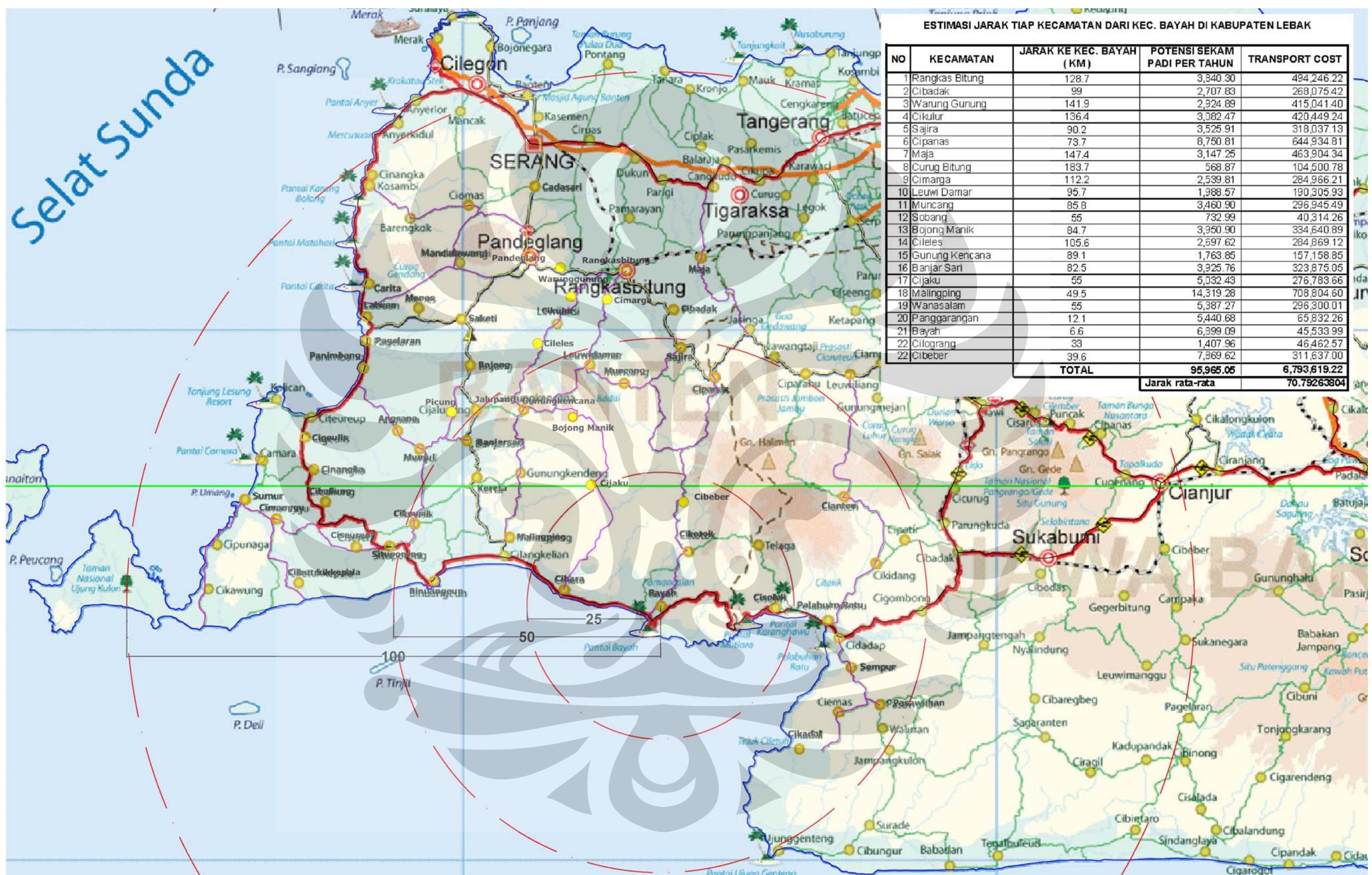
LAMPIRAN – 2
Data produksi Padi Kabupaten
Lebak dan Pandeglang

PRODUKSI PADI DAN POTENSI SEKAM PADI DI KABUPATEN PANDEGLANG

No	Tahun	Wetland Paddy					Dryland Paddy					Total Potensi produksi Sekam Padi (Ha)		
		Areal penanaman (Ha)	Areal Panen (Ha)	Produktifitas per Ha	Produksi Padi		Potensi Sekam Padi (ha)	Areal penanaman (Ha)	Areal Panen (Ha)	Produktifitas per Ha	Produksi Padi			
					Gabah Kering Panen (Ton)	Gabah Kering Giling (Ton)					Gabah Kering Panen (Ton)	Gabah Kering Giling (Ton)	Potensi Sekam Padi (ha)	
1	1998		89,899	4.74		426,121.26	115,052.74		17,287	2.16		37,339.92	10,081.78	125,134.52
2	1999		104,294	4.59		478,709.46	129,251.55		14,417	1.83		26,383.11	7,123.44	136,374.99
3	2000	95,070	95,621	4.71		450,374.91	121,601.23	20,074	15,277	2.01		30,706.77	8,290.83	129,892.05
4	2001		89,718	4.85		435,132.30	117,485.72		16,129	2.42		39,032.18	10,538.69	128,024.41
5	2002	106,372	88,839	4.31		382,896.09	103,381.94	10,254	15,782	2.29		36,140.78	9,758.01	113,139.95
6	2003	107,694	100,729	4.66		469,397.14	126,737.23	18,074	16,752	2.15		36,016.80	9,724.54	136,461.76
7	2004	104,490	104,332	5.01		522,703.32	141,129.90	19,376	18,186	2.67		48,556.62	13,110.29	154,240.18
8	2005	104,490	103,868	5.09		528,688.12	142,745.79	19,376	18,478	3.11		57,466.58	15,515.98	158,261.77
9	2006	89,061	88,531	5.35		473,640.85	127,883.03	20,894	14,548	2.40		34,915.20	9,427.10	137,310.13
10	2007	121,363	99,966	5.20	519,823.20	363,876.24	98,246.58	19,234	15,452	2.59	40,020.68	28,014.48	7,563.91	105,810.49
11	Jan-08	13,194	1,747	5.09	8,892.23	6,224.56	1,680.63							1,680.63
12	Feb-08	2,044	4,044	5.12	20,705.28	14,493.70	3,913.30							3,913.30
13	Mar-08	526	13,917	5.15	71,672.55	50,170.79	13,546.11							13,546.11
Sub Total produksi tahun 1998-2007					453,153.97	122,351.57		Sub Total produksi tahun 1998-2007					10,113.46	2,730.63
Total Sekam Padi						125,082.20								

Source :

Departemen Pertanian Kabupaten Pandeglang





LAMPIRAN – 3
Analisa Finansial Budi Daya
Tanaman Jarak

BIAYA PEMBIBITAN 1 HA (Rp x 1.000)

Jenis Biaya		Jumlah Unit	Satuan (Rp)	Harga/unit (Rp)	Total Biaya/bulan (Rp)	Percentase (%)
I	Tenaga kerja					
1	Persiapan lahan	250	HOK	25	6,250	7.23%
2	Pembuatan bedengan	100	HOK	25	2,500	2.89%
3	Pengisian polibag	300	HOK	25	7,500	8.68%
4	Penanaman dalam polibag	150	HOK	25	3,750	4.34%
5	Penyiraman	120	HOK	25	3,000	3.47%
6	Pemupukan	75	HOK	25	1,875	2.17%
7	Pengendalian hama dan penyakit	75	HOK	25	1,875	2.17%
8	Pengendalian gulma	60	HOK	25	1,500	1.74%
9	Seleksi bibit	100	HOK	25	2,500	2.89%
				Total I	30,750	35.59%
II	Bahan-bahan					
1	Polibag	1,250	kg	18	21,875	25.32%
2	Pupuk kandang	2,500	kg	1	1,250	1.45%
3	Pupuk NPK	1,000	kg	4	3,500	4.05%
4	Benih	250	kg	100	25,000	28.94%
5	Bambu	500	Batang	5	2,250	2.60%
6	Paku	5	kg	15	75	0.09%
				Total II	53,950	62.44%
III	Peralatan					
1	Sprayer	2	kg	500	1,000	1.16%
2	Cangkul	10	kg	25	250	0.29%
3	Gembor	10	kg	25	250	0.29%
4	Kored	10	Batang	15	150	0.17%
5	Gelas ukur	2	kg	25	50	0.06%
				Total III	1,700	1.97%
Total Biaya Pembibitan (I + II + III)					86,400	100.00%
Jumlah bibit yang dihasilkan (buah)					100,000	
Harga pokok produksi bibit (Rp/buah)					0.864	

TABEL BIAYA INVESTASI DAN PEMELIHARAAN TAHUN KE-1 (Rp x 1.000)

No	Kegiatan	Unit	Volume	Harga/unit (Rp)	Total (Rp)
1	Tenaga kerja Pembukaan lahan Pengendalian gulma Pemupukan Pengendalian hama dan penyakit Penanaman Panen	HOK	80 10 12 10 15 12	25 25 25 25 25 25	2,000 250 300 250 375 300
	Total 1			20	3,475
2	Bahan-bahan Bibit Pupuk NPK Pestisida	batang kg kg	2,500 75 0.50	1.0 3.5 85	2,500 263 43
	Total 2				2,805
3	Peralatan Sprayer Cangkul	buah buah	0.2 2	300 25	60 50
	Total 3				110
	Total 1 + 2 + 3				6,390

TABEL BIAYA INVESTASI DAN PEMELIHARAAN TAHUN KE-2 (Rp x 1.000)

No	Kegiatan	Unit	Volume	Harga/unit (Rp)	Total (Rp)
1	Tenaga kerja Pemupukan Pengendalian gulma Pengendalian hama dan penyakit Pemeliharaan cabang Panen	HOK	12 10 12 12 12	25 25 25 25 25	300 250 300 300 300
	Total 1				1,450
2	Bahan-bahan Pupuk NPK Pestisida	kg kg	100 0.50	3.5 85	350 43
	Total 2				393
3	Peralatan Sprayer Cangkul	buah buah	0.2 2	300 25	60 50
	Total 3				110
	Total 1 + 2 + 3				1,953

TABEL BIAYA INVESTASI DAN PEMELIHARAAN TAHUN KE-3 (Rp x 1.000)

No	Kegiatan	Unit	Volume	Harga/unit (Rp)	Total (Rp)
1	Tenaga kerja Pemupukan Pengendalian gulma Pengendalian hama dan penyakit Pemeliharaan cabang Panen	HOK	12 10 12 12 12	25 25 25 25 25	300 250 300 300 300
	Total 1				1,450
2	Bahan-bahan Pupuk NPK Pestisida	kg kg	125 0.50	3.5 85	438 43
	Total 2				480
3	Peralatan Sprayer Cangkul	buah buah	0.2 2	300 25	60 50
	Total 3				110
	Total 1 + 2 + 3				2,040

TABEL BIAYA INVESTASI DAN PEMELIHARAAN TAHUN KE-4 (Rp x 1.000)

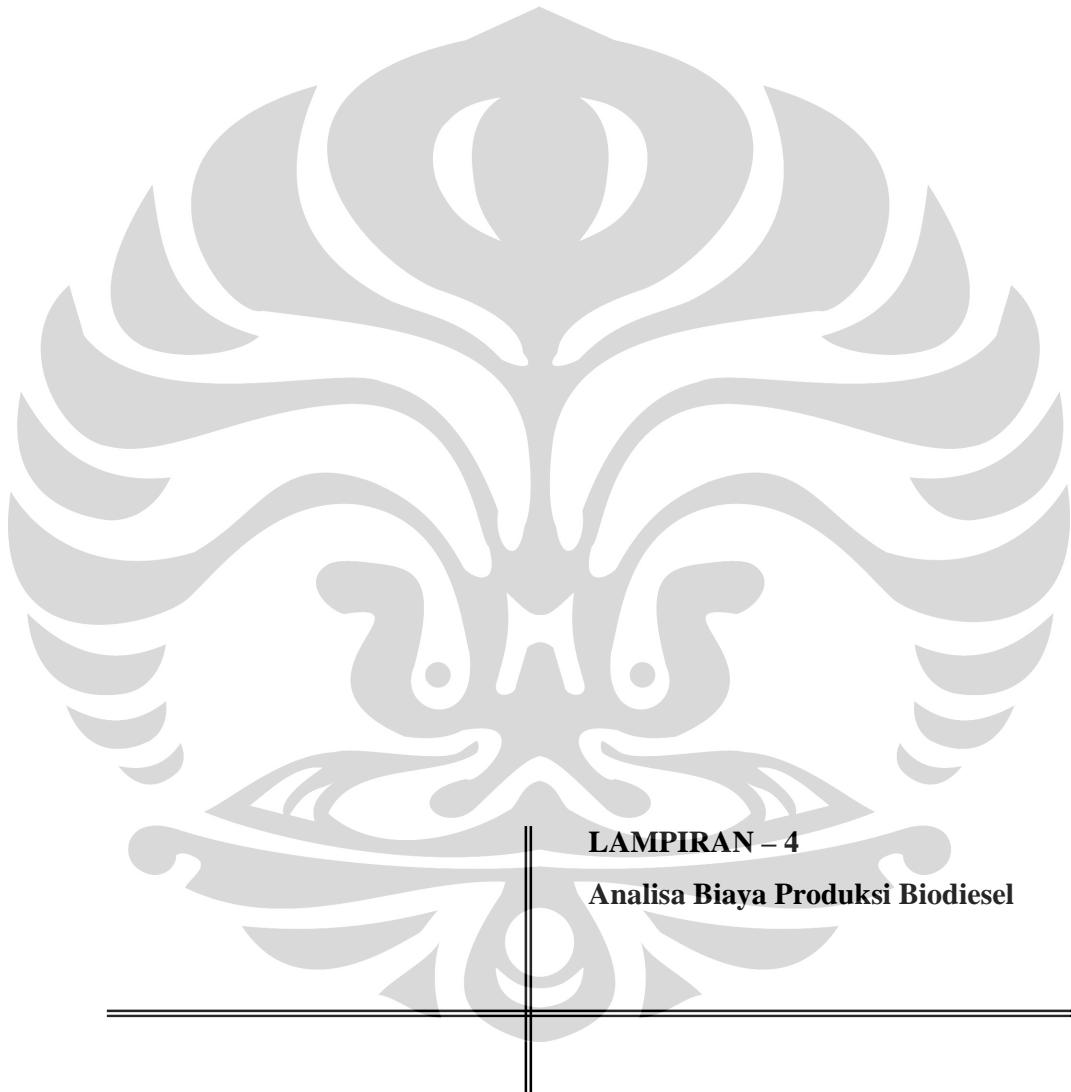
No	Kegiatan	Unit	Volume	Harga/unit (Rp)	Total (Rp)
1	Tenaga kerja Pemupukan Pengendalian gulma Pengendalian hama dan penyakit Pemeliharaan cabang Panen	HOK	12 10 12 12 12	25 25 25 25 25	300 250 300 300 300
	Total 1			20	1,450
2	Bahan-bahan Pupuk NPK Pestisida	kg kg	150 0.50	3.5 800	525 400
	Total 2				925
3	Peralatan Sprayer Cangkul	buah buah	0.2 2	300 25	60 50
	Total 3				110
	Total 1 + 2 + 3				2,485

BIAYA PEMBIBITAN 1 HA (Rp x 1.000)

No	Uraian	Tahun											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Luas areal (ha)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	Produktivitas (ton/ha)	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
3	Harga biji (Rp/kg)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
4	Penerimaan/tahun (Rp x 1.000)	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
5	Biaya produksi tanaman (Rp x 1.000)	6,390	1,953	2,040	2,040	2,040	2,040	2,040	2,040	2,040	2,040	2,040	2,040
6	Biaya infrastruktur dan pemeliharaan (Rp x 1.000)	800	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
7	Total biaya/tahun (Rp x 1.000)	7,190	2,053	2,140	2,140	2,140	2,140	2,140	2,140	2,140	2,140	2,140	2,140
8	Laba/rugi bersih (Rp x 1.000)	-6,190	-53	860	1,860	2,860	2,860	2,860	2,860	2,860	2,860	2,860	2,860

IRR

26%



TABEL PEMBAYARAN ANGSURAN PINJAMAN

Tahun	Jumlah Kredit (Rp x 1.000)	Angsuran Pokok (Rp x 1.000)	Bunga 19% (Rp x 1.000)	Total (Rp x 1.000)	Sisa Kredit (Rp x 1.000)
0	0	0	0	0	0
1	520,574	0	0	0	520,574
2	520,573	86,762	98,909	185,671	433,811
3	433,811	86,762	82,424	169,186	347,049
4	347,049	86,762	65,939	152,701	260,287
5	260,287	86,762	49,455	136,217	173,525
6	173,524	86,762	32,970	119,732	86,762
7	86,762	86,762	16,485	103,247	0
8	0		0	0	0
9	0		0	0	0
10	0		0	0	0

Tabel Biaya Produksi

Jenis Biaya		Jumlah Unit	Harga/Unit (Rp x 1.000)	Total Biaya/Bulan (Rp x 1.000)	Percentase (%)
A	Biaya Tetap				
1	Pemasaran	1 bulan	5,000	5,000	4.24
2	ATK	1 bulan	600	600	0.51
3	R&D	1 bulan	1,000	1,000	0.85
4	Telepon	1 bulan	1,000	1,000	0.85
5	Manajer	1 bulan	3,500	3,500	2.97
6	Staf	3 org/bln	1,500	4,500	3.82
Total Biaya Tetap/Bulan				15,600	13.24
B	Biaya Variabel				
1	Biji jarak kering	96 ton	1,000	96,000	65.19
2	Metanol	2,520 liter	3.2	8,064	6.85
3	KOH	277.2 kg	11.25	3,119	1.95
4	Solar	102 liter	5.5	561	0.37
5	Listrik, air	1 bulan	1.200	1.200	0.93
6	Tenaga kerja	12 org/bln	600	7,200	6.11
7	Kemasan drum	210 buah	40	8,400	6.11
Total Biaya Variabel/Bulan				123,345	87.51
Total Biaya Operasional/Bulan (Rp)				138,945	
Total Biaya Operasional/Tahun (12 bulan, Rp)				1,667,336	

Harga Pokok Penjualan

I	Total Produksi Biodiesel/Bulan (liter)	25,200
	Total Produksi /Tahun (12 bulan, liter)	302,400
	Biaya Produksi/Harga Pokok Penjualan (Rp/liter)	5,514
	Harga jual biodiesel di tingkat agen'	6,250
	Margin (%)	12
II	Produk sampingan griserol-50% kemurnian / bulan (Liter)	2,520
	Total Produksi /Tahun (12 bulan, liter)	30,240
	Harga Jual gliserol (Rp/liter)	699
III	Produk sampingan ampas biji jarak/bulan (Kg)	71,325
	Total Produksi /Tahun (12 bulan, liter)	855,895
	Harga Jual ampas biji jarak(Rp/liter)	300
	Break Even Point (liter) biodiesel	266,774
	Break Even Point (kiloliter) biodiesel	267

Tabel Proyeksi Laba Rugi

Tahun	Penerimaan (Rp x 1.000)	Pengeluaran (Rp x 1.000)		Laba (Rp x 1.000)
	Penjualan Produk (a)	Biaya Tetap	Biaya Variabel (c)	(a - (b + c))
Tahun 1	1,930,747	187,200	1,480,136	263,411
Tahun 2	1,930,747	187,200	1,480,136	263,411
Tahun 3	1,930,747	187,200	1,480,136	263,411
Tahun 4	1,930,747	187,200	1,480,136	263,411
Tahun 5	1,930,747	187,200	1,480,136	263,411
Tahun 6	1,930,747	187,200	1,480,136	263,411
Tahun 7	1,930,747	187,200	1,480,136	263,411
Tahun 8	1,930,747	187,200	1,480,136	263,411
Tahun 9	1,930,747	187,200	1,480,136	263,411
Tahun 10	1,930,747	187,200	1,480,136	263,411

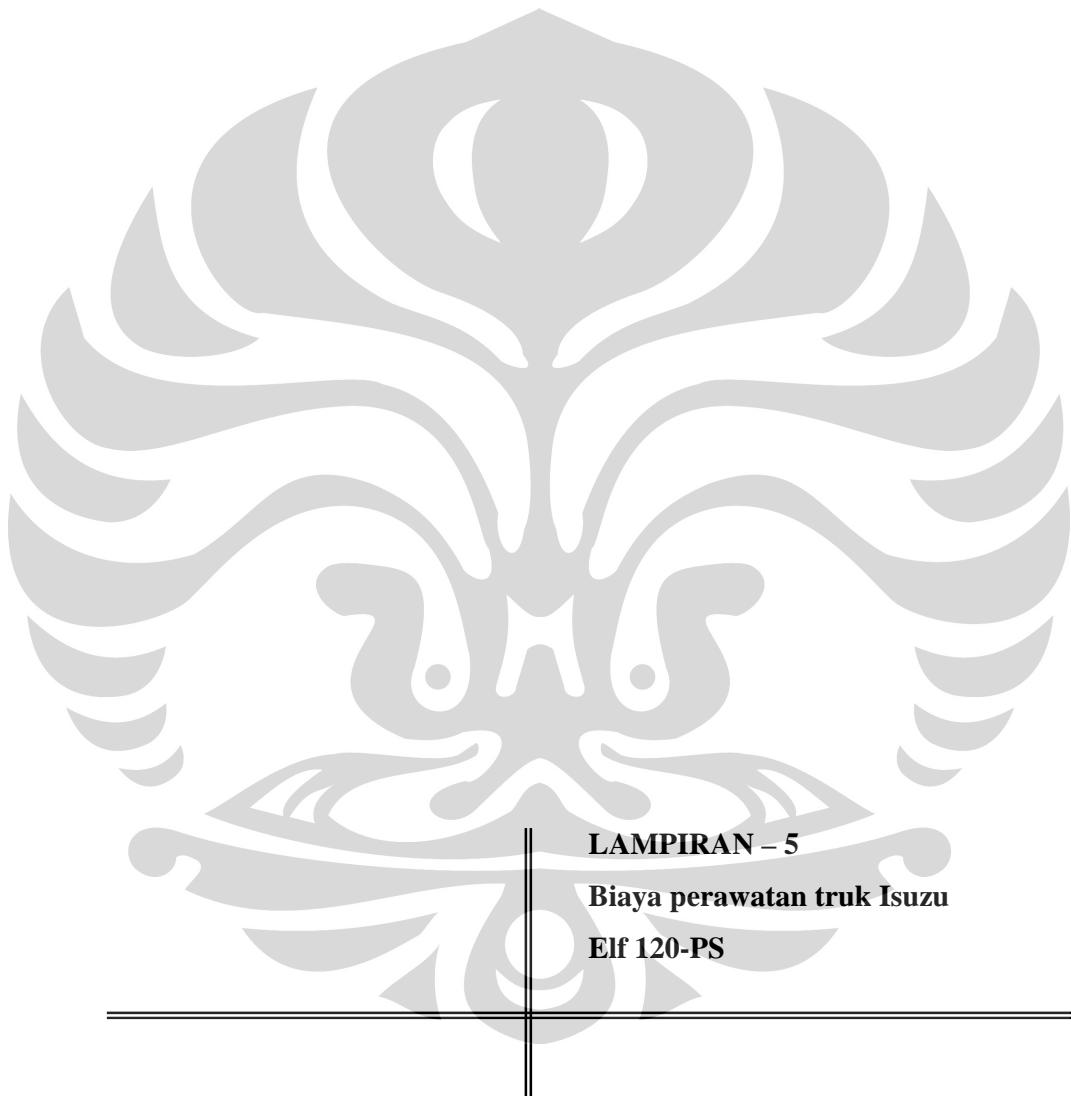
NOTE : Harga Biodiesel 6,250
Harga gliserol (kandungan energy = 19,5 MJ
= 4657 Kkal) dikonversi ke harga batubara
Rp 900.000 / 6000Kkal 698,55
Harga Ampas Biji Jarak 300

Tabel Aliran Kas

Uraian		Tahun 0 (Rp x 1.000)	Tahun 1 (Rp x 1.000)	Tahun 2 (Rp x 1.000)	Tahun 3 (Rp x 1.000)	Tahun 4 (Rp x 1.000)	Tahun 5 (Rp x 1.000)	Tahun 6 (Rp x 1.000)	Tahun 7 (Rp x 1.000)	Tahun 8 (Rp x 1.000)	Tahun 9 (Rp x 1.000)	Tahun 10 (Rp x 1.000)
A	Kas Masuk											
1	Laba Bersih	0	263,411	263,411	263,411	263,411	263,411	263,411	263,411	263,411	263,411	263,411
2	Modal sendiri	347,049	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Modal pinjaman	520,574	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total A		867,623	263,411	263,411	263,411	263,411	263,411	263,411	263,411	263,411	263,411	263,411
B	Kas Keluar											
1	Investasi tetap	632,016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Modal kerja	235,607	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Angsuran Pinjaman	0	0	86,762	86,762	86,762	86,762	86,762	86,762	0	0	0
4	Pembayaran bunga	0	0	98,909	82,424	65,939	49,455	32,970	16,485	0	0	0
Total B		867,623	0	185,671	169,186	152,701	136,217	119,732	103,247	0	0	0
Kas Bersih		0	263,411	77,740	94,225	110,709	127,194	143,679	160,164	263,411	263,411	263,411
Kas Awal Tahun		0	0	263,411	341,151	435,375	546,085	673,279	816,958	977,122	1,240,532	1,503,943
Kas Akhir Tahun		0	263,411	341,151	435,375	546,085	673,279	816,958	977,122	1,240,532	1,503,943	1,767,354
EBITDA		-867,623	263,411	263,411	263,411	263,411	263,411	263,411	263,411	263,411	263,411	263,411
Depresiasi			(63,202)	(63,202)	(63,202)	(63,202)	(63,202)	(63,202)	(63,202)	(63,202)	(63,202)	(63,202)
EBIT			200,209	200,209	200,209	200,209	200,209	200,209	200,209	200,209	200,209	200,209
Tax 28% *			(56,059)	(56,059)	(56,059)	(56,059)	(56,059)	(56,059)	(56,059)	(56,059)	(56,059)	(56,059)
Interest		-	-	(185,671)	(169,186)	(152,701)	(136,217)	(119,732)	(103,247)	-	-	-
Project cash flow			144,151	(41,520)	(25,035)	(8,551)	7,934	24,419	40,904	144,151	144,151	144,151
Real Project cash flow		-347,049	207,352	21,681	38,166	54,651	71,136	87,621	104,105	207,352	207,352	207,352
IRR		27%										

Note:

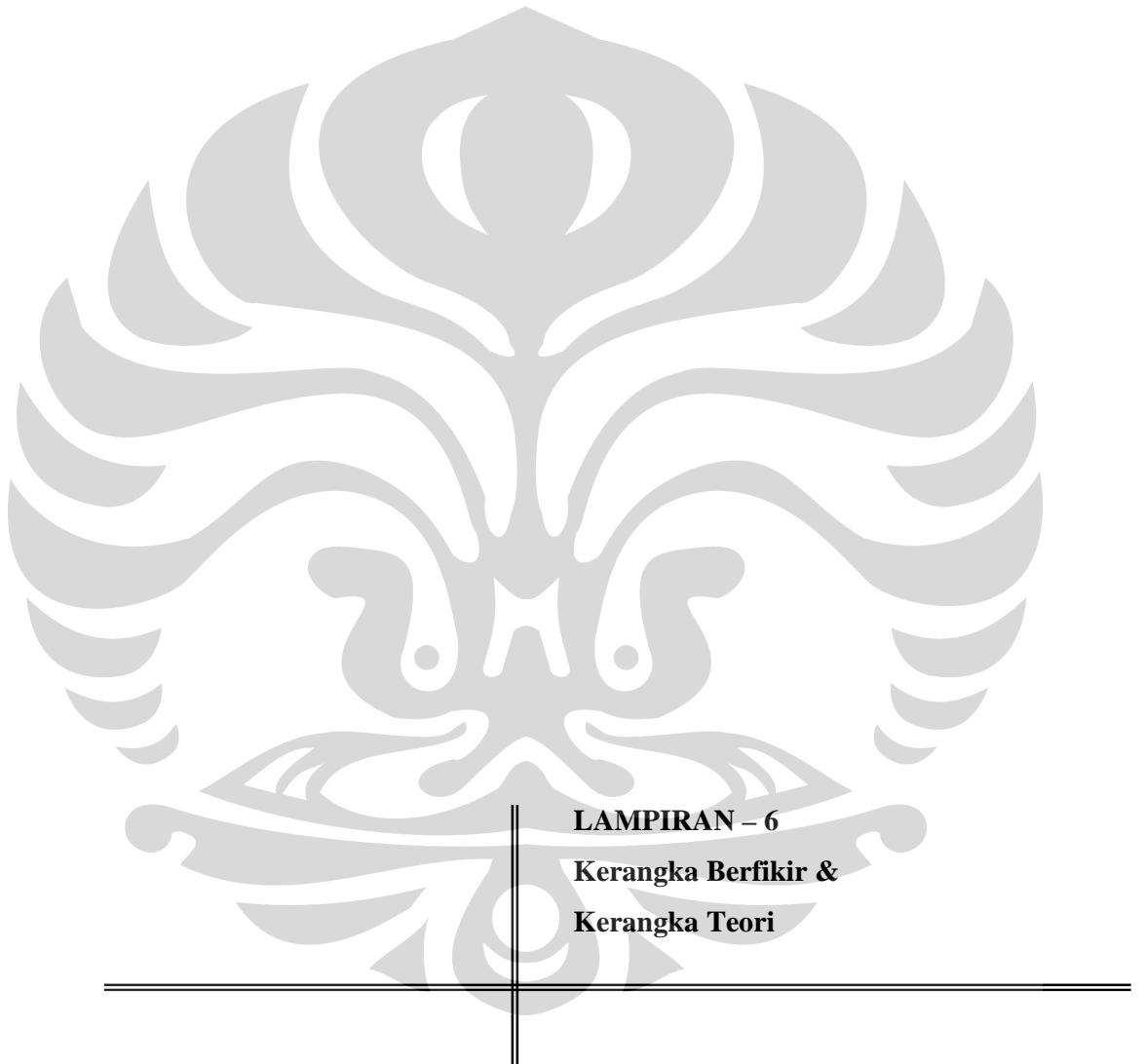
Peraturan pajak berlaku mulai 1 Januari 2009



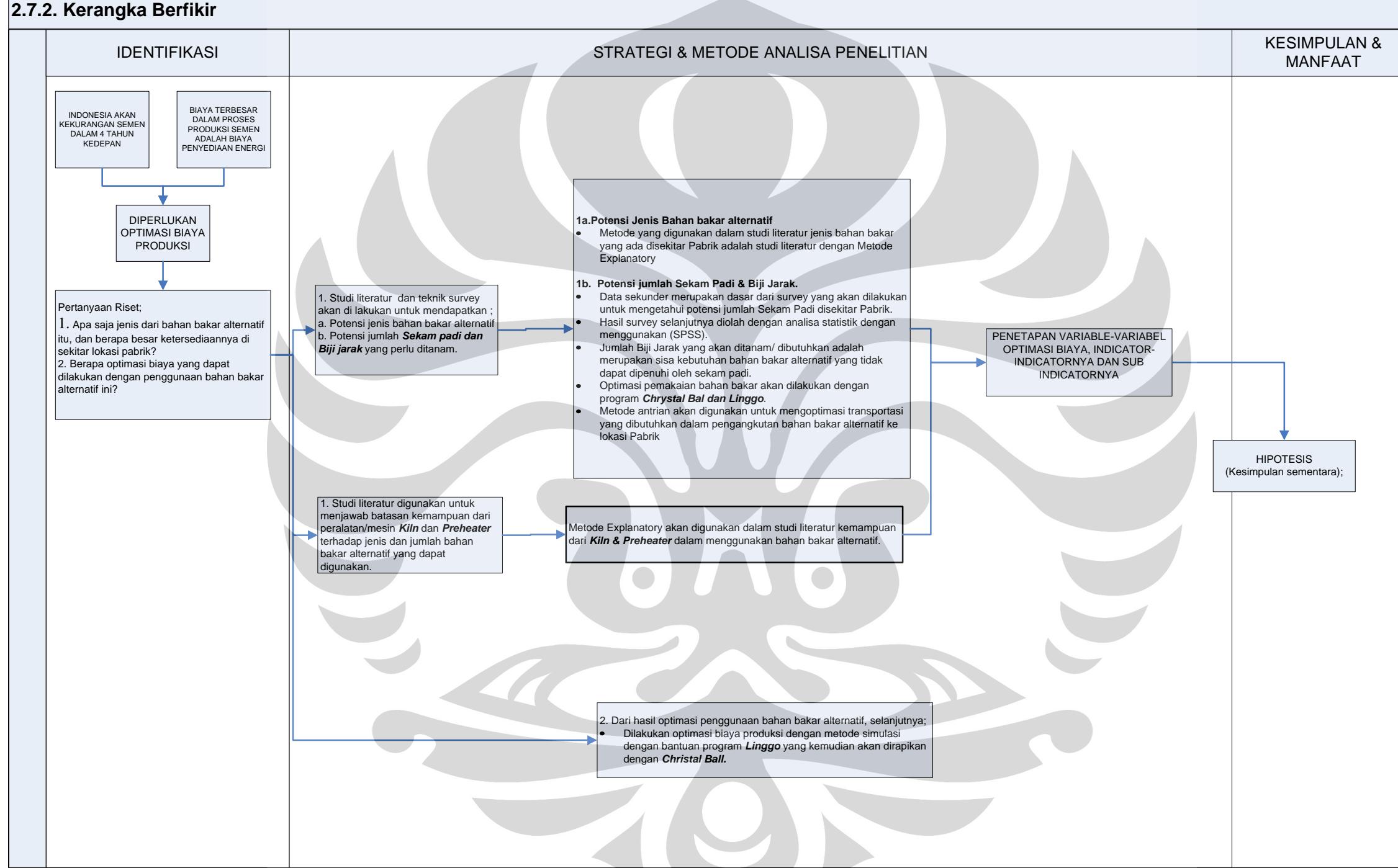
REGULER MAINTENANCE - 100.000 km / 2 year
 ELF - NKR71 (4HG1-T & MYY5T)

No.	Spare Part	Qty	Unit	Price	Part Number	5,000	10,000	15,000	20,000	25,000	30,000	35,000	40,000	45,000	50,000	55,000	60,000	65,000	70,000	75,000	80,000	85,000	90,000	95,000	100,000	TOTAL 5.000-50.000	TOTAL 55.000-100.000	TOTAL
1	Oil Filter	1	pcs	60,000	16-97247 514-0	Ganti	Ganti			Ganti	Ganti		Ganti	Ganti	Ganti	Ganti	Ganti	Ganti	Ganti	Ganti	Ganti	Ganti	Ganti	Ganti				
2	Fuel Filter	2	pcs	35,000	18-97172 549-A		Ganti			Ganti	Ganti		Ganti	Ganti	Ganti	Ganti	Ganti	Ganti	Ganti	Ganti	Ganti	Ganti	Ganti	Ganti				
3	Air Cleaner	1	pcs	70,000	16-94156 052-0					Ganti			Ganti			Ganti			Ganti			Ganti						
4	Fan Belt	1	pcs	33,000	12-97014 252-1								Ganti				Ganti											
5	Brake lining Fr	2	set	70,000	16-97670 028-0								Ganti															
6	Brake lining Rr	2	set	70,000	16-97670 028-0								Ganti															
7	Clutch	1	pcs	750,000	16-97171 751-1								Ganti															
8	Disc Clutch NKR71	1	pcs	1,000,000	16-97520 655-0								Ganti															
9	Block Shift	1	pcs	430,000	18-97089 652-A								Ganti															
10	Pilot Bearing	1	pcs	62,000	18-97258 239-0								Ganti															
11	Bearing Fr Hub In	2	pcss	136,000	19-00093 149-A								Ganti															
12	Oil Seal Fr Hub	2	pcss	25,000	18-94249 117-1								Ganti															
13	Bearing Fr Hub Out	2	pcss	85,000	19-00093 172-A								Ganti															
14	Pin Split Fr Hub	2	pcss	2,000	19-08115 040-0								Ganti															
Sub Total				60,000	130,000	-	233,000	-	130,000	-	2,746,000	-	130,000	-	233,000	-	130,000	-	2,746,000	-	130,000	-	233,000	3,429,000	3,472,000	6,901,000		
No.	Consumable																											
1	Engine Oil	10.5	L	33,000		Ganti	Ganti	Ganti	Ganti	Ganti	Ganti	Ganti	Ganti	Ganti	Ganti													
2	Trans. Oil	3.5	L	33,000		Ganti	Ganti	Ganti	Ganti	Ganti	Ganti	Ganti	Ganti	Ganti	Ganti													
3	Diff. Oil	3.5	L	33,000		Ganti	Ganti	Ganti	Ganti	Ganti	Ganti	Ganti	Ganti	Ganti	Ganti													
4	Cooling Sys. Coolant	3	L	34,000	18-97177 221-A								Ganti															
5	Brake Fluid	2	L	50,000									Ganti															
6	Clutch Fluid	0.5	L	50,000									Ganti															
7	Wheel Bearing Grease	1.5	Kg	50,000									Ganti															
8	Nepel Grease	0.5	Kg	50,000									Ganti															
9	Power Steering Fluc	1.6	L	45,000									Ganti															
Sub Total				346,500	602,500	346,500	777,500	346,500	602,500	346,500	976,500	346,500	602,500	346,500	777,500	346,500	602,500	346,500	976,500	346,500	602,500	346,500	777,500	5,294,000	5,469,000	10,763,000		
		SG I	SG II																									
Labor	1 hour	1.8	1.6	0.4	6.2	0.4	1.6	0.4	14.3	0.4	1.6	0.4	6.2	0.4	1.6	0.4	14.3	0.4	1.6	0.4	6.2	0.4	1.6	0.4	31.9	60.6		
		60,500	108,900	96,800	24,200	375,100	24,200	96,800	24,200	865,150	24,200	96,800	24,200	375,100	24,200	96,800	24,200	865,150	24,200	96,800	24,200	375,100	1,736,350	1,929,950	3,666,300			
TOTAL				Free Service	Free Service	370,700	1,385,600	370,700	829,300	370,700	4,587,650	370,700	829,300	370,700	1,385,600	370,700	829,300	370,700	4,587,650	370,700	829,300	370,700	1,385,600	9,114,650	10,870,950	19,985,600		

Keterangan :
 # Biaya tersebut dengan asumsi seluruh part dan material sebagaimana di atas diganti
 # Harga jasa standar Astra
 # Suku cadang dan material menggunakan genuine part

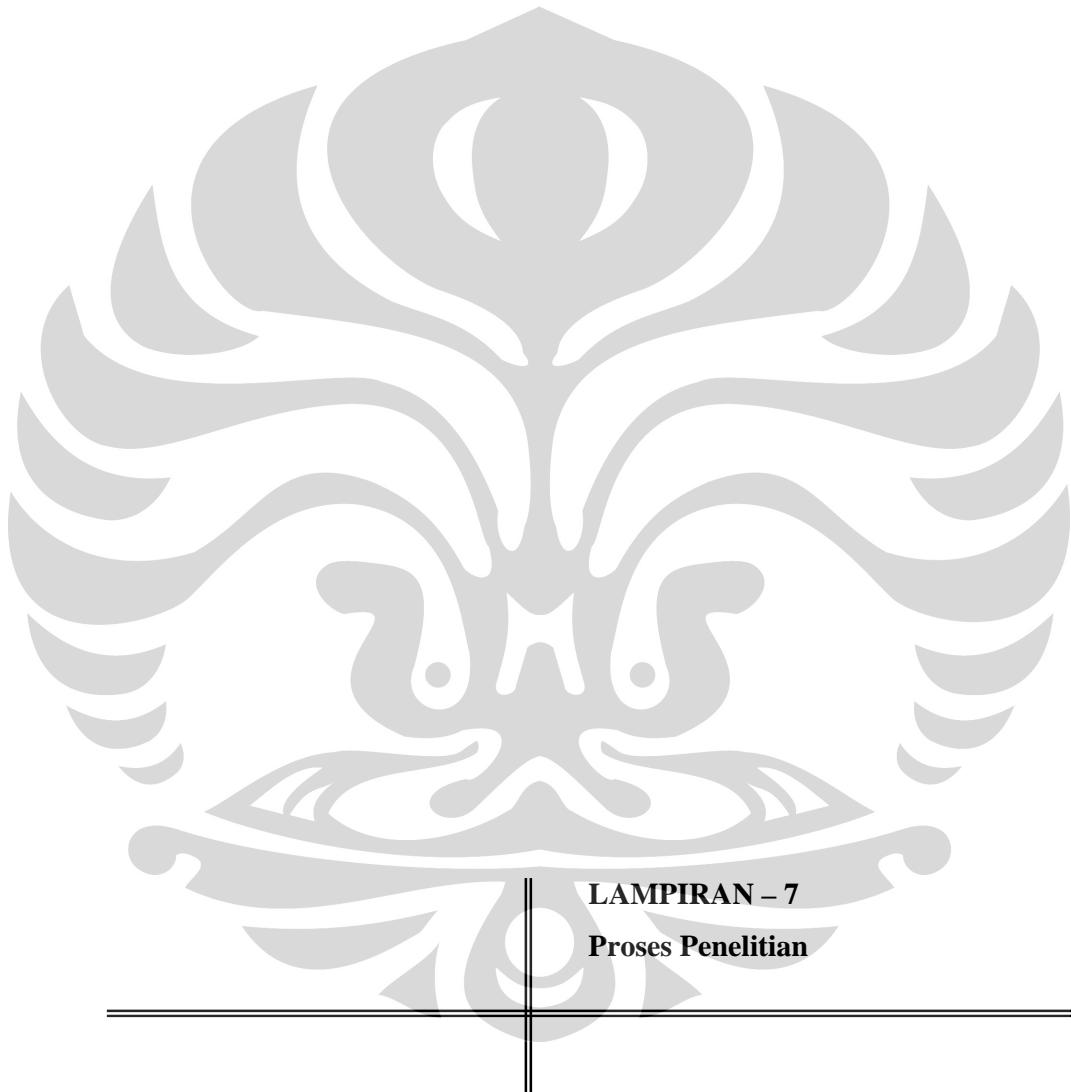


2.7.2. Kerangka Berfikir



KERANGKA TEORI

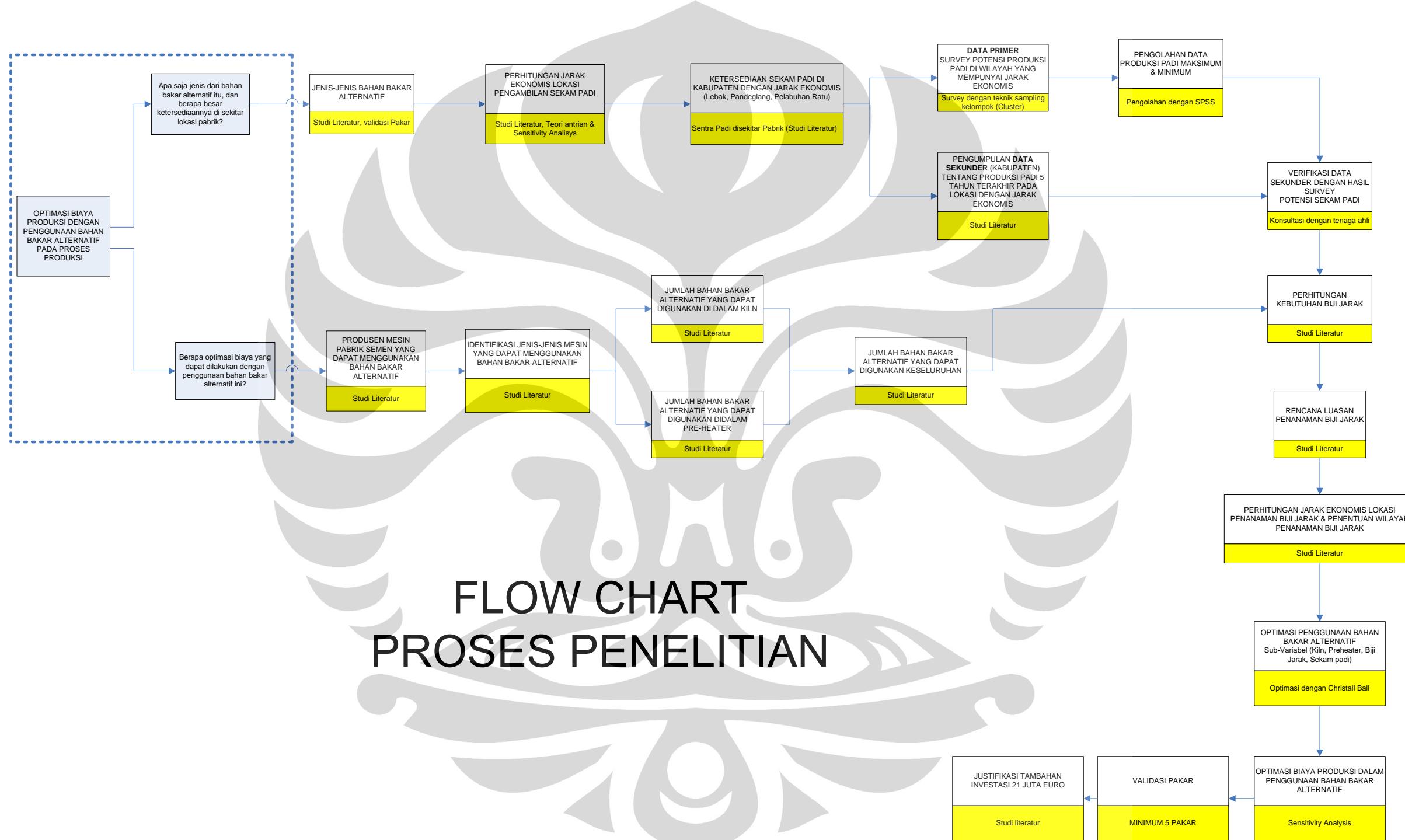
Research Question	Variabel	Sub Variabel	Buku	Jurnal (Berdasarkan urut daftar literatur)	Tesis/Skripsi	Sumber Lain
How Bagaimana proses pembuatan semen	Teknologi Pembuatan Semen	Sejarah Teknologi Semen	Philip A Alshop, et al., The Cement Plant Operations Handbook (United Kingdom: Tradeship Publications Ltd, 2005)	41, 42, 43, 44, 50, 94, 19, 107, 108		
		Proses Pembuatan Semen	Philip A Alshop, et al., The Cement Plant Operations Handbook (United Kingdom: Tradeship Publications Ltd, 2005)	03, 102, 113, 09, 10, 15, 17, 20, 34, 51, 58, 97, 101, 14, 16, 51, 49, 60		
		Produsen Penghasil semen Dunia		23, 36, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 48, 50, 52, 40, 42, 43, 92, 99, 100, 13	Brosur perusahaan FLSmidth Brosur perusahaan KHD	
		Pabrik-pabrik Semen di Indonesia		07	Cement Plant Feasibility Study, PT Boral Indonesia	
		Teknologi terkini mesin proses semen yang dapat menggunakan bahan bakar alternatif	Philip A Alshop, et al., The Cement Plant Operations Handbook (United Kingdom: Tradeship Publications Ltd, 2005)	65, 69, 74, 03, 123, 22, 24, 40, 47, 57, 70, 25, 37, 123		
		Bahan bakar alternatif yang dapat digunakan dalam Pabrik Semen	Philip A Alshop, et al., The Cement Plant Operations Handbook (United Kingdom: Tradeship Publications Ltd, 2005)	63, 104, 24, 26, 27, 35, 62, 70, 71, 76, 84, 88, 96, 101, 110, 111, 112, 120, 116, 18, 25, 69, 29, 37, 38, 49, 67, 78, 91, 105, 109		
		Teknologi terkini KHD dalam pemanfaatan bahan bakar alternatif	Proceeding Book, Indonesia International Cement and Concrete Forum 2007: Sustainable Cement and Concrete Technology and Development, 20-22 November 2007, Hotel Borobudur, Jakarta, Indonesia	70	Brosur perusahaan KHD	
		Sekam Padi		66, 68, 73, 86, 93, 95, 106, 61		
What Apa saja jenis dari bahan bakar alternatif itu, dan berapa besar ketersediaannya di sekitar lokasi pabrik?	Jenis bahan Bakar Alternatif disekitar lokasi Pabrik	Biji Jarak		11, 12, 30, 33, 64, 85, 87, 90, 95, 115, 116, 121, 30		
How Berapa optimasi biaya yang dapat dilakukan dengan penggunaan bahan bakar alternatif ini?	Optimasi pemakaian bahan bakar alternatif pada mesin Pabrik Semen	Kiln	Philip A Alshop, et al., The Cement Plant Operations Handbook (United Kingdom: Tradeship Publications Ltd, 2005)	01, 72, 02, 04, 09, 10, 123, 31, 32, 47, 70, 69, 76, 84, 88, 89, 95, 96, 118, 77, 28, 29, 37, 38, 56, 67, 75, 7, 103, 114		
			Proceeding Book, Indonesia International Cement and Concrete Forum 2007: Sustainable Cement and Concrete Technology and Development, 20-22 November 2007, Hotel Borobudur, Jakarta, Indonesia			
		Pre-Heater	Philip A Alshop, et al., The Cement Plant Operations Handbook (United Kingdom: Tradeship Publications Ltd, 2005)	03, 02, 04, 10, 38, 123, 40, 70, 84, 88, 95, 96, 77, 67		
			Proceeding Book, Indonesia International Cement and Concrete Forum 2007: Sustainable Cement and Concrete Technology and Development, 20-22 November 2007, Hotel Borobudur, Jakarta, Indonesia			
		Jarak Ekonomis lokasi peggambilan sekam padi	Caterpillar Performance Handbook, Edition 37, February 2007			Brosur pemasaran PT Astra Motor
	Faktor lain yang berpengaruh dalam optimasi	Jarak Ekonomis lokasi pengambilan biji jarak	Caterpillar Performance Handbook, Edition 37, February 2007			Korepondensi dengan produsen alat
		Besar biaya investasi	Philip A Alshop, et al., The Cement Plant Operations Handbook (United Kingdom: Tradeship Publications Ltd, 2005)	21, 123, 46, 57, 80		Brosur pemasaran PT Astra Motor
		Fluktuasi harga batubara	R. E. Walpole, R. H. Myers, Probability and Statistics for Engineers and Scientists (New York: Macmillan Publishing Co., Inc., 1972)	05, 62, 117		Korepondensi dengan produsen alat
		Fluktuasi harga minyak		06		
	Optimasi biaya produksi & Sensitiviti analisis	Optimasi, Christall Ball, Linggo	Crystal Ball 2000 User Manual (Colorado: Decisioneering)			
			J. R. Evans, D. L. Olson, Introduction to Simulation and Risk Analysis (New Jersey: Prentice Hall, 1998)			
			LINGO (Chicago: LINDO Systems Inc., 2006)			
		Sensitivity Analysis	J. R. Evans, D. L. Olson, Introduction to Simulation and Risk Analysis (New Jersey: Prentice Hall, 1998)	08		
		SPSS	R. E. Walpole, R. H. Myers, Probability and Statistics for Engineers and Scientists (New York: Macmillan Publishing Co., Inc., 1972)			
		Teknik sampling kelompok, 4 tingkat	Riduan, Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian (Bandung: ALFABETA, 2008)			
			Wahana Komputer, Panduan Praktis Pengolahan Data Statistik dengan SPSS 15.0 (Yogyakarta: ANDI, 2007)			
			Moh. Nazir, Metode Penelitian (Bogor: Ghalia Indonesia, 2005)			

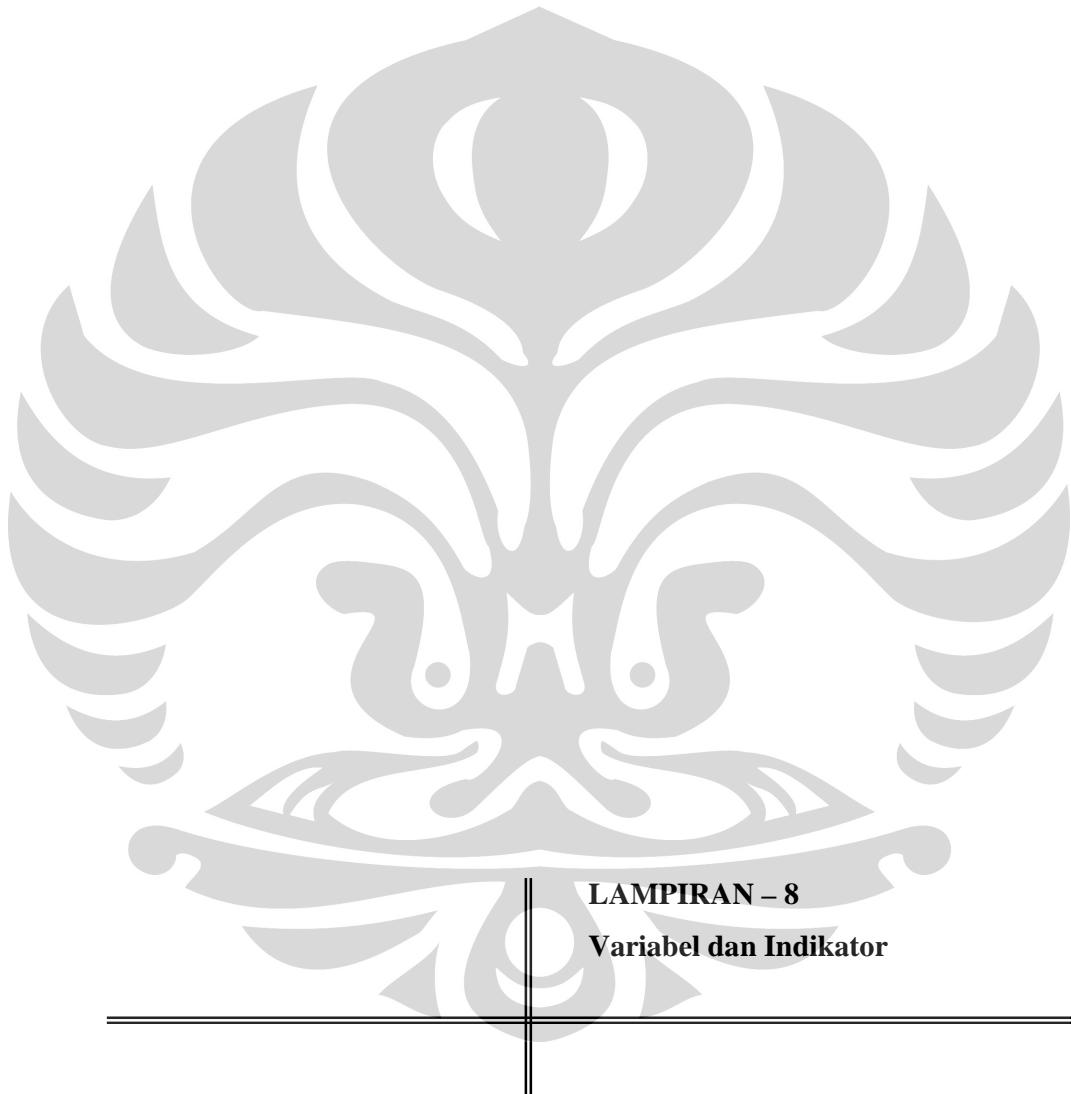


LAMPIRAN – 7

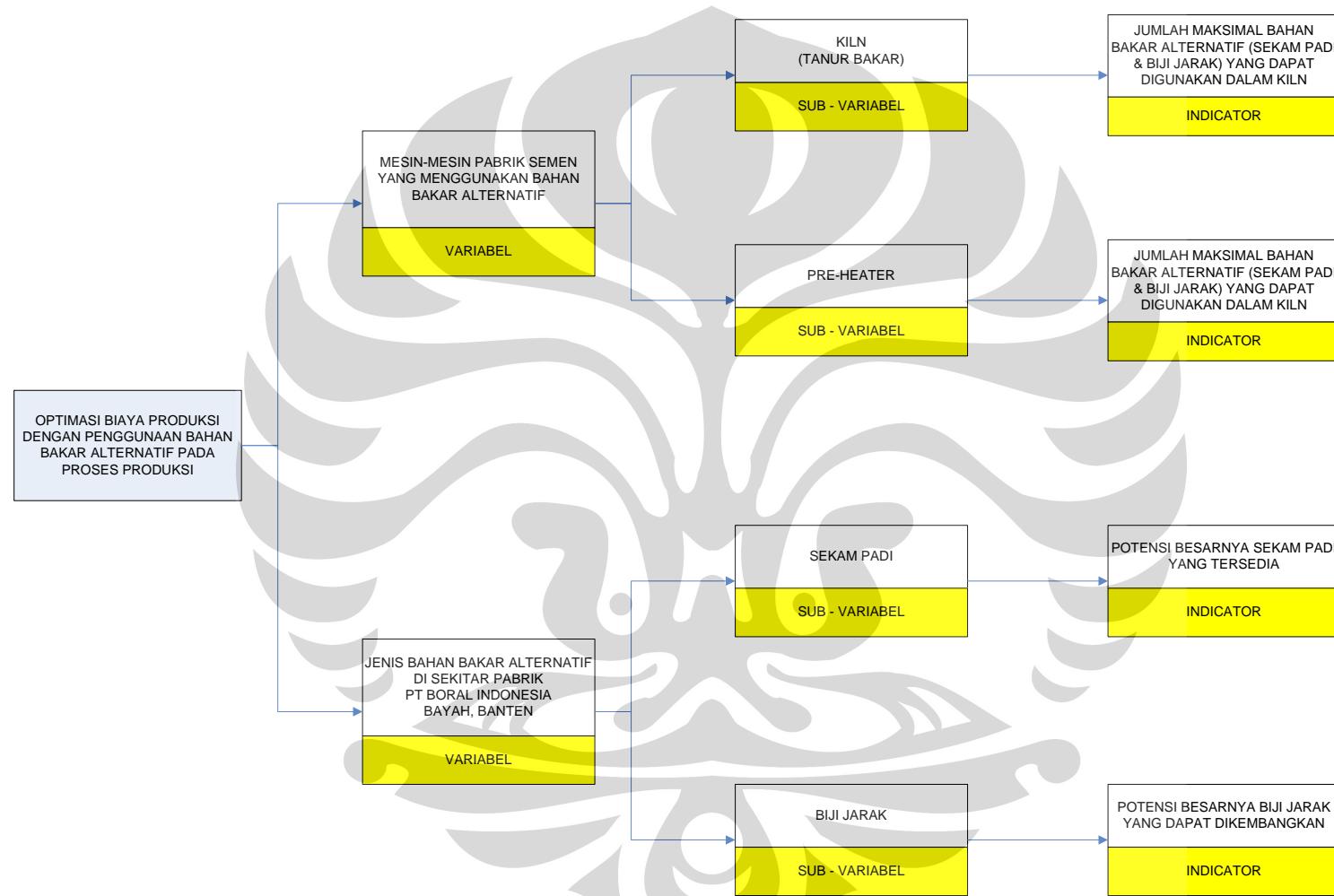
Proses Penelitian

FLOW CHART PROSES PENELITIAN





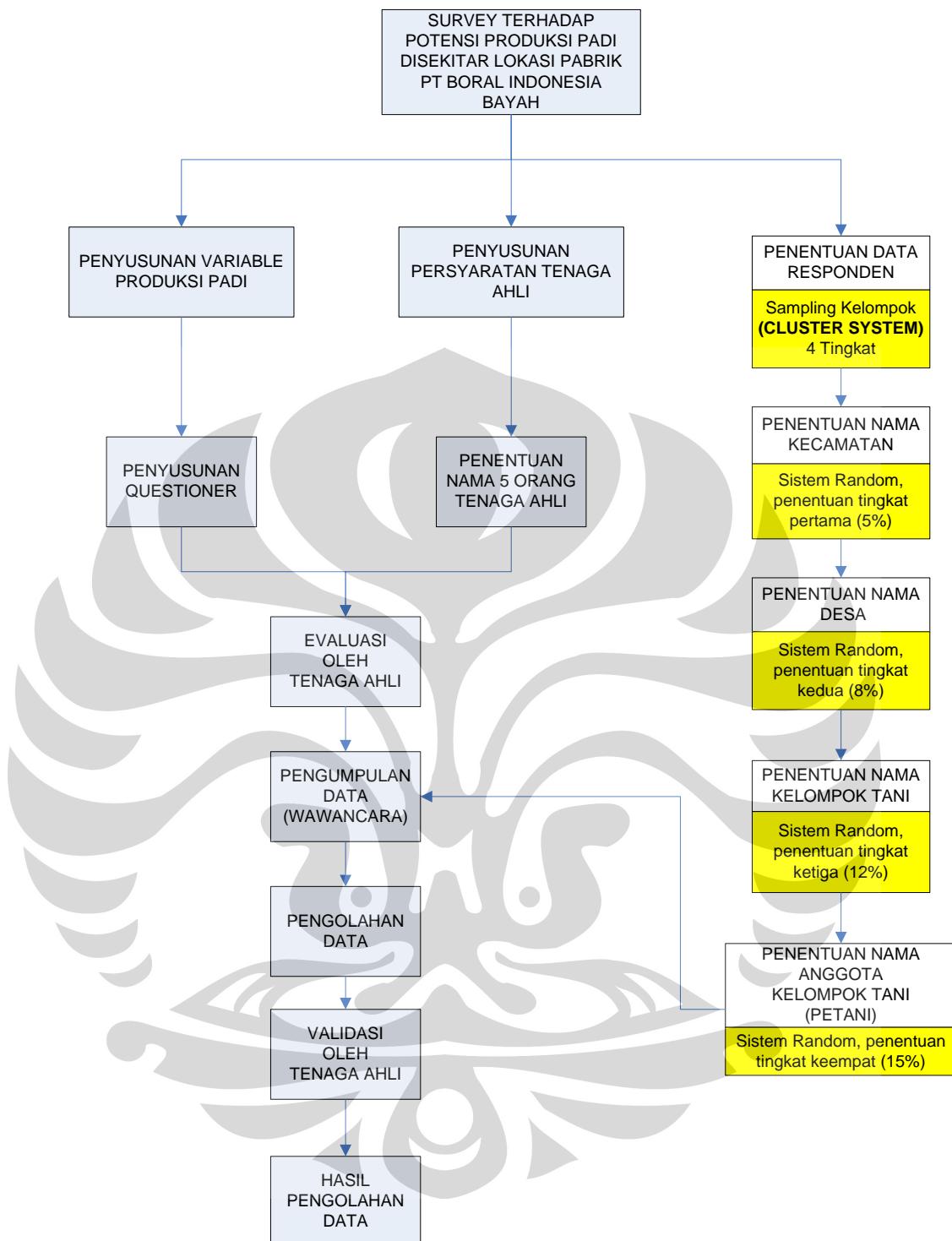
LAMPIRAN – 8
Variabel dan Indikator

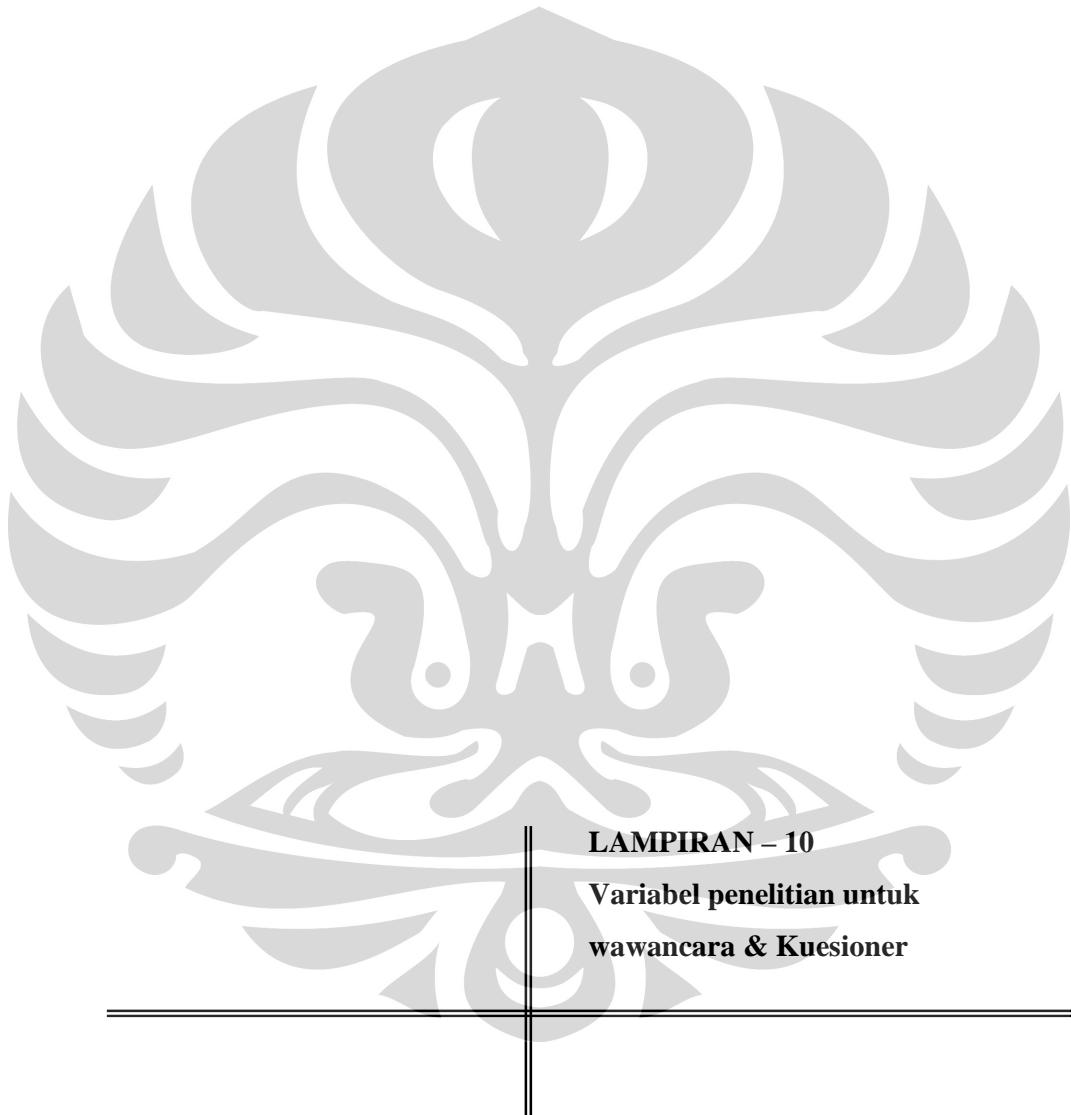




LAMPIRAN – 9

Flowchart Teknik Sampling 4 tingkat





PENYUSUNAN INSTRUMEN TERHADAP PENELITIAN PRODUKSI PADI DI SEKITAR KECAMATAN BAYAH

Judul Penelitian :

" Jumlah Produksi Padi dalam Hubungannya dengan
Potensi Jumlah Produksi Sekam di Sekitar Kecamatan Bayah "

Variabel	Indikator	Deskriptor	Nomor Item Pertanyaan	Referensi
1. Produksi Padi	1. Pengalaman	1. Berapa lama menjadi petani	1	
	2. Sikap petani terhadap pekerjaannya	1. Rasa suka atau tidak suka terhadap pekerjaan bertani padi	2	
	3. Permodalan	1. Sumber modal usaha tani padi	3	
	4. Frekuensi penanaman per tahun	1. Pola tanam	5	
		2. Periode penanaman per musim tanam	6	
		3. Waktu penanaman dalam setahun	7, 8, 9	
	5. Deskripsi umum tentang lahan garapan	1. Ada di blok mana	Pendahuluan	
		2. Luas lahan	Pendahuluan	
		3. Status kepemilikan lahan	4	
	6. Faktor Pengetahuan	1. Anjuran teknis dari Petugas Penyuluhan Pertanian	10, 11	
		2. Pelatihan yang pernah dikkuli	12	
		3. Keikutsertaan di dalam Kelompok Tani	13	
	7. Persiapan dan Pengolahan Tanah	1. Perlakuan terhadap jerami padi yang berasal dari tanaman padi sebelumnya	14	
		2. Alat pengolahan tanah	6	
		3. Kedalaman oleh tanah	15	
		4. Frekuensi pembajakan dan penggarau tanah	16	
8. Benih Padi	1. Jenis padi		17	
	2. Varietas padi		18	
	3. Jumlah benih padi		19	
	4. Sumber benih padi		20	
	5. Umur benih padi		21	
	6. Sertifikasi benih padi		22	
	7. Perlakuan benih padi sebelum disemai		23	
9. Persemahan Benih	1. Waktu untuk melakukan persemahan		24	
	2. Pemupukan pada persemahan padi		25, 26	
	3. Pencegahan hama dan penyakit di persemahan		27	
	4. Umur persemahan benih padi		28	
10. Penanaman	1. Jarak tanam		29	
	2. Jumlah bibit per lubang tanam		30	
	3. Kedalaman penanaman bibit padi		31	
	4. Penyalaman bibit padi yang tidak lumuh		32, 33	
11. Penyiraman Gulma	1. Waktu untuk melakukan penyiraman gulma		34	
	2. Alat untuk penyiraman gulma		35	
12. Pengairan	1. Kondisi air irigasi		36, 37	
	2. Sumber air irigasi		38	
	3. Jumlah air irigasi		39	
	4. Kualitas air irigasi		40	
	5. Sumber lain untuk pengairan		41	
	6. Upaya pengadaan air irigasi yang cukup		42	
13. Pemupukan	1. Jenis pupuk		43, 45	
	2. Jumlah pupuk		43	
	3. Waktu pemupukan		43	
	4. Cara pemupukan		44	
	5. Ketersediaan pupuk		46	
14. Hama dan Penyakit	1. Jenis hama		47	
	2. Jenis penyakit		48	
	3. Teknik pengendalian hama dan penyakit		49	
15. Faktor Alam	1. Bencana alam/Cuaca yang sangat buruk		50	
	16. Pemanenan		51, 52, 53	
17. Pasca panen	1. Alat panen		60	
	2. Waktu panen		61	
	3. Produksi pada panen terakhir		62	
	4. Produksi minimal		63	
	5. Produksi maksimal		64	
	6. Produksi rata-rata		65	
	7. Kondisi sarana transportasi dalam pengangkutan hasil panen		66	
	8. alat pengering padi		67	
	9. Tempat menyimpan padi		68	
	10. Alat untuk menyimpan padi		69	
	11. Jumlah padi yang dikonsumsi dan yang dijual		70	
	12. Harga padi per kilogram		71	
	13. Nama dan alamat pembeli padi		72	
2. Produksi Sekam	1. Data dari Dinas Pertanian di sekitar Kecamatan Bayah		73	
	2. Pengamatan langsung		74	

Mayureri & Subratra (2008). Usaha Tani Padi Sawah Melalui Pendekatan Pengelolaan Tanaman dan Sumberdaya Tepat. BPPT Banjen

AAK (2006). Budidaya Tanaman Padi. Kanisius, Yogyakarta

Vergara B.S. (1995). Bacocok Tanam Padi. Departemen Pertanian, Jakarta

ACUAN WAWANCARA UNTUK PETANI PADI SAWAH
“PERILAKU BUDI DAYA DAN PRODUKSI PADI
DI KABUPATEN LEBAK DAN PANDEGLANG, PROVINSI BANTEN”

Nama :
Usia :
Pekerjaan :
Alamat Rumah :
Lokasi Lahan : 1. Blok..... (..... Ha) Desa..... Kecamatan.....
2. Blok..... (..... Ha) Desa..... Kecamatan.....
3. Blok..... (..... Ha) Desa..... Kecamatan.....

1. Sudah berapa lama bekerja sebagai petani padi ?
2. Apakah Bapak sangat menyukai pekerjaan sebagai petani padi ?
 - a. Ya
 - b. Biasa saja
 - c. Tidak. Kalau ada pekerjaan lain, tanah saya akan dijual dan akan beralih pekerjaan.
3. Darimanakah sumber modal usaha tani padi Bapak ?
 - a. Modal sendiri
 - b. Modal sendiri + Bantuan Pemerintah
 - c. Modal sendiri + Bantuan Pemerintah + Pinjaman dari Bandar Padi
 - d. Modal sendiri + Pinjaman dari Bandar Padi
 - e. Bantuan Pemerintah + Pinjaman dari Bandar Padi
 - f. Pinjaman dari Bandar Padi
 - g.
4. Bagaimana status lahan sawah yang biasanya digarap ?
 - a. Semuanya milik sendiri
 - b. Sebagian milik sendiri dan sebagian milik orang lain
 - c. Semuanya milik orang lain
5. Bagaimana pola tanam yang diterapkan dalam penanaman padi ?
6. Berapa kali penanaman padi dilakukan sepanjang tahun ?
 - a. Pengolahan tanah =hari, menggunakan : Manusia/Hewan/Traktor Tangan
 - b. Persemaian benih =hari, keterangan : Bersamaan /Tidak bersamaan dg pengolahan tanah
 - c. Umur padi =hari
 - d. Proses panen =hari
 - e. Lamanya tanah diistirahatkan sampai ke pengolahan tanah lagi =hari
 - f. Total waktu dalam satu musim tanam =hari
7. Pada Bulan apa dilakukan penanaman dalam satu tahun ?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----
8. Jika penanaman padi hanya dilakukan 1 kali dalam setahun, apa alasannya ?
 - a. Keterbatasan air
 - b. Susah mendapatkan bibit padi yang berkualitas
 - c. Susah mendapatkan pupuk dan pestisida
 - d. Dana tidak mencukupi untuk modal usaha penanaman padi
 - e. Kesulitan tenaga kerja untuk pengolahan tanah
 - f. Karena lahan tetangga juga 1 kali penanaman dalam 1 tahun
 - g. Alasan lain

9. Jika penanaman padi hanya dilakukan 2 kali dalam setahun, apa alasannya ?
- Keterbatasan air
 - Susah mendapatkan bibit padi yang berkualitas
 - Susah mendapatkan pupuk dan pestisida
 - Dana tidak mencukupi untuk modal usaha penanaman padi
 - Kesulitan tenaga kerja untuk pengolahan tanah
 - Alasan lain
10. Selama penanaman padi, apakah ada anjuran teknis (ilmu budi daya tanaman padi) dari PPL atau Dinas Pertanian setempat ?
- Tidak ada sama sekali
 - Kadang – kadang
 - Selalu ada tapi tidak teratur dan tidak formal
 - Selalu ada setiap tahun, terjadwal dan formal
11. Apakah ada tenaga Penyuluh Pertanian Lapangan (PPL) yang bertugas di Desa Bapak ?
- Ada, tapi tidak aktif
 - Tidak ada sama sekali
 - Ada dan selalu aktif
12. Pernahkah Bapak mengikuti pelatihan Budi Daya Padi sawah ?
13. Apakah Bapak bergabung dengan Kelompok Tani secara aktif ?
- Ya. Manfaatnya ?
 - Bergabung tapi tidak aktif
 - Tidak bergabung. Karena ?
14. Apakah Bapak kesulitan mendapatkan tenaga kerja untuk budi daya padi ?
- Ya
 - Tidak
15. Apakah tenaga kerja Bapak terampil dan bisa diandalkan dalam pengerjaan budi daya padi ?
- Ya
 - Biasa saja
 - Tidak
16. Bagaimana perlakuan Bapak terhadap jerami padi yang berasal dari panenan sebelumnya ?
- Dibuang
 - Dibakar di lahan sawah yang akan ditanami padi lagi
 - Dibakar di tempat lain kemudian abunya digunakan untuk pupuk padi
 - Dibakar di tempat lain kemudian abunya digunakan untuk keperluan lain
 - Diibarkan membusuk kemudian dibenamkan ke dalam tanah
17. Sekitar berapa centimeter kedalaman lapisan olah tanah yang Bapak lakukan ?
ANJURAN = 15-20 CM.
18. Berapa kali Bapak melakukan pembajakan dan penggaruan saat pengolahan tanah ?kali pembajakan, kali penggaruan. ANJURAN = 2 KALI PEMBAJAKAN, 1 KALI PENGGARUAN.
19. Apakah varietas padi yang biasanya di tanam ?
- Penanaman musim hujan dengan varietas =
 - Penanaman musim kemarau dengan varietas =
20. Berapakah jumlah benih padi yang di butuhkan untuk seluas lahan Bapak ? Luas lahan , Jumlah benih
ANJURAN = 25 KG/HEKTAR

21. Dari manakah benih padi tersebut diperoleh ?
- Dari hasil panen musim sebelumnya
 - Dibeli di toko pertanian setempat
 - Dibeli di dinas pertanian/balai benih setempat
 - Dari bantuan pemerintah
22. Jika menggunakan benih yang berasal dari musim panen sebelumnya, berapa lama umur benih padi tersebut sejak pemanenan ? ANJURAN = 80 HARI
23. Apakah benih yang ditanam tersebut selalu bersertifikat ?
- Ya. Warna label pada benih ?
 - Tidak
 - Kadang – kadang
24. Apakah Bapak memberikan perlakuan perendaman dan pemeraman terhadap benih yang akan disemai ?
- Ya. Perendaman =jam, Pemeraman =jam. ANJURAN ; PERENDAMAN =24 JAM, PEMERAMAN 24 - 48 JAM.
 - Tidak.
25. Kapan Bapak menebar benih padi ?
- Saat benih padi sudah berkecambah mm. ANJURAN PANJANG KECAMBAH = +/- 1 MM.
 - Saat benih padi belum berkecambah

26. Tabel Pemupukan untuk bibit padi di persamaian : (Luas lahan persamaian :m²)

Jenis Pupuk	Waktu Pemupukan			
Pupuk Kandang				
Urea				
ZA				
SP-36				
KCI				
NPK				
Total				

27. Bagaimana cara pemupukan untuk bibit padi di persamaian ?
28. Bagaimana Teknik Pengendalian Hama dan Penyakit yang biasa dilakukan di areal persamaian ?
- Pengendalian Biologis (memanfaatkan agen pengendalian hayati seperti : predator, parasitoid, jamur entomopatogen, pestisida nabati)
 - Pengendalian Mekanik (membuang bagian tanaman yang sakit atau terserang hama dan penyakit, beserta hama atau penyakitnya, memasang perangkap hama)
 - Pengendalian kimia (menyemprotkan pestisida, memasang umpan beracun)
 - Pengendalian terpadu (penggabungan teknik pengendalian Biologis, Mekanik dan Kimia)
29. Berapa umur bibit padi di persamaian Bapak ?hari. ANJURAN = 25 - 40 HARI.
30. Bagaimana cara menanam bibit padi yang biasanya Bapak lakukan ?
- Sistem larikan dengan jarak tanam pada musim kemarau.....cm * cm dan pada musim hujancm *cm. ANJURAN ; KEMARAU = 20*20 CM, PENGHUJAN = 25*25 CM.
 - Jarak tanam tidak teratur
31. Berapa jumlah bibit padi per lubang tanam ? sekitarbatang. ANJURAN = 2-3 BATANG.
32. Berapa kedalaman penanaman bibit padi ? sekitarcm. ANJURAN = 3 – 4 CM.
33. Apakah Bapak melakukan penyulaman bibit padi dengan bibit padi yang varietasnya sama ?
- Ya
 - Tidak

34. Pada saat bibit padi (di petakan sawah) sudah berumur berapa Bapak melakukan penyulaman ?HST. ANJURAN = MAKSIMAL 10 HARI SETELAH TANAM.
35. Kapan Bapak melakukan penyiangan gulma ?HST danHST. ANJURAN = PADA 21 HST DAN 42 HST.
36. Alat apa yang Bapak gunakan untuk penyiangan gulma ?
37. Hama apa yang biasanya menyerang pertanaman padi, sehingga menimbulkan kerugian yang cukup besar ?
a. Hama tikus
b. Babi hutan
c. Hama wereng
d. Hama Keong mas
e. Hama walang sangit
f.
38. Penyakit apa yang biasanya menyerang pertanaman padi, sehingga menimbulkan kerugian yang cukup besar ?
a. Penyakit kuning daun
b. Penyakit karat daun
c. Penyakit kerdil
d. Penyakit sapu
e.
39. Bagaimana Teknik Pengendalian Hama dan Penyakit yang biasa dilakukan ?
a. Pengendalian Biologis (memanfaatkan agen pengendalian hayati seperti : predator, parasitoid, jamur entomopatogen, pestisida nabati)
b. Pengendalian Mekanik (membuang bagian tanaman yang sakit atau terserang hama dan penyakit, beserta hama atau penyakitnya, memasang perangkap hama)
c. Pengendalian kimia (menyemprotkan pestisida, memasang umpan beracun)
d. Pengendalian terpadu (penggabungan teknik pengendalian Biologis, Mekanik dan Kimia)
e.
40. Pernahkah terjadi bencana alam yang telah menyebabkan sangat berkurangnya produksi padi ?
a. Pernah. Bencana alam apa ? Kapan ? Berapa produksi padi saat itu ?
b. Tidak pernah
41. Apakah lahan sawah yang di garap memiliki sumber air yang bisa diandalkan sepanjang tahun ?
a. Ya
b. Tidak
42. Jika lahan sawah yang digarap memiliki irigasi, bagaimanakah kondisi irigasi tersebut ?
a. Tidak baik
b. Cukup baik
c. Biasa-biasa saja
d. Sangat baik
43. Dari manakah sumber air irigasi tersebut ?
a. Air sungai
b. Mata air
c. Air waduk
d. Keterangan lain
44. Apakah air irigasi tersebut mencukupi untuk kebutuhan penanaman padi sepanjang tahun ?
a. Ya
b. Tidak

45. Apakah kondisi air irigasi yang masuk ke sawah Bapak tercemar oleh limbah industri ?
 a. Ya
 b. Tidak
46. Jika lahan sawah tidak memiliki irigasi, dari manakah sumber air diperoleh ?
 a. Air hujan
 b. Sumur bor
 c. Telaga atau danau
 d. Keterangan lain
47. Jika lahan tidak memiliki irigasi, upaya apa yang akan dilakukan supaya pengairan lahan sawah bisa terpenuhi ?
 a. Tidak melakukan upaya apa-apa
 b. Membangun irigasi secara swadaya/gotong royong
 c. Mengharapkan bantuan dari pemerintah atau pihak swasta
48. Jika menggunakan pupuk kandang, pupuk kandang jenis apa yang biasa di gunakan ?
 a. Pupuk kandang dari kotoran sapi/kerbau
 b. Pupuk kandang dari kotoran kambing
 c. Pupuk kandang dari kotoran ayam
 d. Kompos jerami
 e. Campuran pupuk kandang dari kotoran hewan dengan kompos jerami
49. Apakah dalam 3 tahun terakhir pernah mengalami kesulitan dalam memperoleh pupuk kimia ?
 a. Pernah mengalami kelangkaan pupuk, sehingga tidak jadi menanam padi/gagal panen
 b. Tidak pernah, sehingga kebutuhan pupuk tetap terpenuhi
 c. Pernah mengalami kelangkaan pupuk, tetapi akhirnya kebutuhan pupuk terpenuhi

50. Tabel Pemupukan untuk luas lahan

Jenis Pupuk	Waktu Pemupukan			
Pupuk Kandang				
Urea				
ZA				
SP-36				
KCI				
NPK				
Zat Pengatur Tumbuh				
Total				

ANJURAN :

Jenis Pupuk	Waktu Pemupukan			
	2 M Sbl T	Saat Tanam	3-4 M Sdh T	6-8 M Sdh T
Pupuk Kandang	5 Ton/Ha			
Urea			125 Kg	75 Kg
ZA				
SP-36		100 Kg		
KCI		25 Kg		25 Kg
NPK				
Zat Pengatur Tumbuh				
Total				

51. Bagaimana cara pemupukan yang Bapak lakukan ?

52. Dalam 1 tahun, pada musim panen bulan apa hasil padi yang paling baik ?
53. Berapa ton produksi padi pada periode panen terakhir ?
54. Berapa ton produksi padi minimal yang pernah diperoleh ?Kapan ? Mengapa ?.....
55. Berapa ton produksi padi maksimal yang pernah diperoleh ?Kapan ? Mengapa ?.....
56. Berapa ton produksi padi rata-rata dalam 1 tahun ?
57. Alat apa yang digunakan untuk pemanenan padi ?
58. Alat apa yang digunakan untuk merontokkan bulir padi ?
59. Alat apa yang digunakan untuk membersihkan kotoran padi ?
60. Apakah sarana transportasi dari lahan sawah ke Gudang Bapak dapat menyebabkan hilangnya sebagian padi yang sudah dipanen ?
61. Alat apa yang digunakan untuk mengeringkan padi ?
62. Dimanakah Bapak menyimpan stok padi ?
63. Alat apa yang digunakan untuk menyimpan padi ?
64. Dari total hasil panen padi yang diperoleh,
- Berapa kg yang dikonsumsi sendiri ?
 - Berapa kg yang dijual ?
 - Berapa harga jual padi per kg ?
 - Nama dan alamat pembeli padi ?
 - Nama dan alamat penggilingan padi yang biasa dipakai Bapak ?
 - Berapa jarak antara Gudang padi Bapak ke tempat penggilingan padi yang biasa Bapak pakai ?.....
 - Pada saat akan menggiling padi, apakah padi Bapak diantar jemput oleh penggilingan padi ataukah Bapak antarkan sendiri ?
 - Berapa upah menggiling padi di tempat Bapak ?
 - Nama dan alamat penggilingan padi yang biasa dipakai oleh pembeli padi Bapak ?

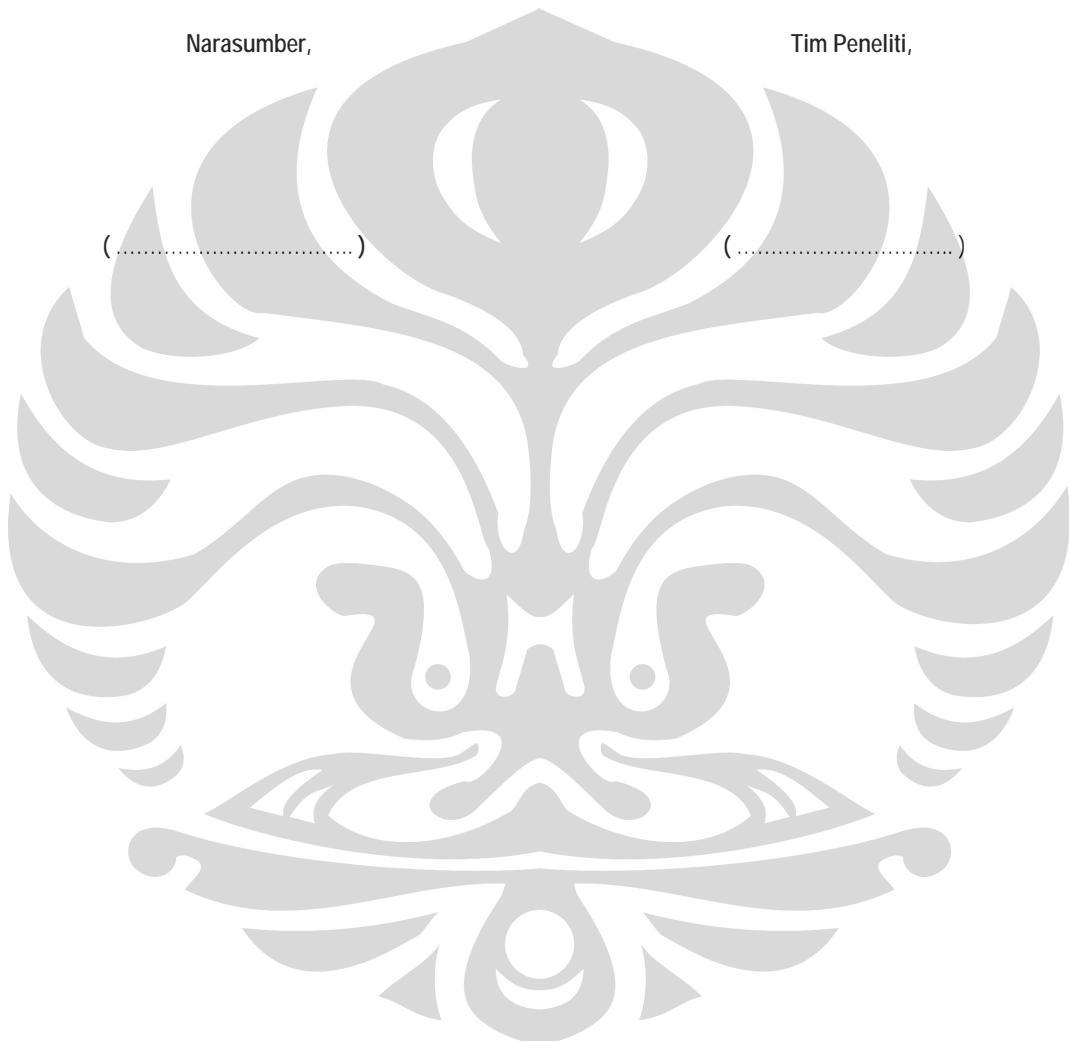
65. Kebiasaan menggiling padi ,

	Waktu Menggiling (Bulan....)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Jumlah digiling (Kg)												

66. Mengapa Bapak menjual sebagian padi ?
- Karena stok padi untuk dikonsumsi sendiri sudah cukup
 - Karena untuk membayar utang biaya produksi padi
 - Karena perlu uang untuk keperluan lainnya
 -

Data di atas saya sampaikan dengan sebenar-benarnya tanpa adanya tekanan dari pihak manapun dan dapat dipertanggung jawabkan.

..... 2008



PENYUSUNAN INSTRUMEN TERHADAP PENELITIAN PRODUKSI PADI GOGO DI KABUPATEN LEBAK DAN PANDEGLANG
Judul Penelitian :

" Jumlah Produksi Padi dalam Hubungannya dengan
 Potensi Jumlah Produksi Sekam di Kabupaten Lebak dan Pandeglang "

Variabel	Indikator	Deskriptor	Nomor Item Pertanyaan
1. Produksi Padi	1. Pengalaman	1. Berapa lama menjadi petani	1
	2. Sikap petani terhadap pekerjaannya	1. Rasa suka atau tidak suka terhadap pekerjaan bertani padi	2
	3. Permodalan	1. Sumber modal usaha tanaman padi	3
	4. Frekuensi penanaman per tahun	1. Pola tanam 2. Periode penanaman per musim tanam 3. Waktu penanaman dalam setahun	5 6 7, 8, 9
	5. Deskripsi umum tentang lahan garapan	1. Ada di blok mana 2. Luas lahan 3. Status kepemilikan lahan	Pendahuluan Pendahuluan 4
	6. Faktor Pengetahuan	1. Anjuran teknis dari Petugas Penyuluh Pertanian 2. Pelatihan yang pernah diikuti 3. Keikutsertaan di dalam Kelompok Tani	10, 11 12 13
	7. Tenaga Kerja	1. Ketersediaan tenaga kerja 2. Keterampilan tenaga kerja	14 15
	8. Persiapan dan Pengolahan Tanah	1. Perlakuan terhadap gulma dan semak dari tanaman sebelumnya 2. Alat pengolahan tanah 3. Kedalaman olah tanah 4. Frekuensi pembajakan dan penggaruan tanah	16 6 17 18
	9. Benih Padi	1. Varietas padi 2. Jumlah benih padi 3. Sumber benih padi 4. Umur benih padi 5. Sertifikasi benih padi	19 20 21 22 23
	10. Penanaman	1. Jarak tanam 2. Jumlah bibit per lubang tanam 3. Kedalaman penanaman bibit padi 4. Penyalaman bibit padi yang tidak tumbuh	24 25 26 27, 28
	11. Penyiangan Gulma	1. Waktu untuk melakukan penyiangan gulma 2. Alat untuk penyiangan gulma	29 30
	12. Hama dan Penyakit	1. Jenis hama 2. Jenis penyakit 3. Teknik pengendalian hama dan penyakit	31 32 33
	13. Faktor Alam	1. Bencana alam/Cuaca yang sangat buruk	34
	14. Pemupukan	1. Jenis pupuk 2. Ketersediaan pupuk 3. Jumlah pupuk 4. Waktu pemupukan 5. Cara pemupukan	35 36 37 38
	15. Pemanenan	1. Waktu panen 2. Produksi pada panen terakhir 3. Produksi minimal 4. Produksi maksimal 5. Produksi rata-rata 6. Alat panen	39 40 41 42 43 44, 45, 46
	16. Pasca panen	1. Kondisi sarana transportasi dalam pengangkutan hasil panen 2. Alat pengering padi 3. Tempat menyimpan padi 4. Alat untuk menyimpan padi 5. Jumlah padi yang dikonsumsi dan yang dijual 6. Harga padi per kilogram 7. Nama dan alamat pembeli padi 8. Nama dan alamat penggilingan padi 9. Jarak ke penggilingan padi 10. Pelayanan dari perusahaan penggilingan padi ke pengguna jasa 11. Upah menggiling padi 12. Jumlah menggiling per periode 13. Alasan menjual padi	47 48 49 50 51 a, 51 b 51 c 51 d 51 e, 51 i 51 f 51 g 51 h 52 53
2. Produksi Sekam	1. Konversi bentuk padi menjadi bentuk sekam 2. Identifikasi pabrik penggilingan padi	1. Pengamatan langsung dengan 5 kali ulangan 1. Data dari Dinas Pertanian Kabupaten Lebak dan Pandeglang	

ACUAN WAWANCARA UNTUK PETANI PADI GOGO
“PERILAKU BUDI DAYA DAN PRODUKSI PADI
DI KABUPATEN LEBAK DAN PANDEGLANG, PROVINSI BANTEN”

Nama :
Usia :
Pekerjaan :
Alamat Rumah :
Lokasi Lahan : 1. Blok..... (..... Ha) Desa..... Kecamatan.....
2. Blok..... (..... Ha) Desa..... Kecamatan.....
3. Blok..... (..... Ha) Desa..... Kecamatan.....

1. Sudah berapa lama bekerja sebagai petani padi ?
2. Apakah Bapak sangat menyukai pekerjaan sebagai petani padi ?
 - a. Ya
 - b. Biasa saja
 - c. Tidak. Kalau ada pekerjaan lain, tanah saya akan dijual dan akan beralih pekerjaan.
3. Darimana sumber modal usaha tani padi Bapak ?
 - a. Modal sendiri
 - b. Modal sendiri + Bantuan Pemerintah
 - c. Modal sendiri + Bantuan Pemerintah + Pinjaman dari Bandar Padi
 - d. Modal sendiri + Pinjaman dari Bandar Padi
 - e. Bantuan Pemerintah + Pinjaman dari Bandar Padi
 - f. Pinjaman dari Bandar Padi
 - g.
4. Bagaimana status lahan sawah yang biasanya digarap ?
 - a. Semuanya milik sendiri
 - b. Sebagian milik sendiri dan sebagian milik orang lain
 - c. Semuanya milik orang lain
5. Bagaimana pola tanam yang diterapkan dalam penanaman padi ?
6. Berapa kali penanaman padi dilakukan sepanjang tahun ?
 - a. Pengolahan tanah =hari, menggunakan : Manusia/Hewan/Traktor Tangan
 - b. Persemaian benih =hari, keterangan : Bersamaan /Tidak bersamaan dg pengolahan tanah
 - c. Umur padi =hari
 - d. Proses panen =hari
 - e. Lamanya tanah diistirahatkan sampai ke pengolahan tanah lagi =hari
 - f. Total waktu dalam satu musim tanam =hari
7. Pada Bulan apa dilakukan penanaman dalam satu tahun ?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----
8. Jika penanaman padi hanya dilakukan 1 kali dalam setahun, apa alasannya ?
 - a. Keterbatasan air
 - b. Susah mendapatkan bibit padi yang berkualitas
 - c. Susah mendapatkan pupuk dan pestisida
 - d. Dana tidak mencukupi untuk modal usaha penanaman padi
 - e. Kesulitan tenaga kerja untuk pengolahan tanah
 - f. Karena lahan tetangga juga 1 kali penanaman dalam 1 tahun
 - g. Alasan lain

9. Jika penanaman padi hanya dilakukan 2 kali dalam setahun, apa alasannya ?
- Keterbatasan air
 - Susah mendapatkan bibit padi yang berkualitas
 - Susah mendapatkan pupuk dan pestisida
 - Dana tidak mencukupi untuk modal usaha penanaman padi
 - Kesulitan tenaga kerja untuk pengolahan tanah
 - Alasan lain
10. Selama penanaman padi, apakah ada anjuran teknis (ilmu budi daya tanaman padi) dari PPL atau Dinas Pertanian setempat ?
- Tidak ada sama sekali
 - Kadang – kadang
 - Selalu ada tapi tidak teratur dan tidak formal
 - Selalu ada setiap tahun, terjadwal dan formal
11. Apakah ada tenaga Penyuluh Pertanian Lapangan (PPL) yang bertugas di Desa Bapak ?
- Ada, tapi tidak aktif
 - Tidak ada sama sekali
 - Ada dan selalu aktif
12. Pernahkah Bapak mengikuti pelatihan Budi Daya Padi gogo?
13. Apakah Bapak bergabung dengan Kelompok Tani secara aktif ?
- Ya. Manfaatnya ?
 - Bergabung tapi tidak aktif
 - Tidak bergabung. Karena ?
14. Apakah Bapak kesulitan mendapatkan tenaga kerja untuk budi daya padi ?
- Ya
 - Tidak
15. Apakah tenaga kerja Bapak terampil dan bisa diandalkan dalam pengerjaan budi daya padi ?
- Ya
 - Biasa saja
 - Tidak
16. Bagaimana perlakuan Bapak terhadap gulma dan semak yang berasal dari pertanaman sebelumnya ?
- Dibuang
 - Dibakar di lahan sawah yang akan ditanami padi lagi
 - Dibakar di tempat lain kemudian abunya digunakan untuk pupuk padi
 - Dibakar di tempat lain kemudian abunya digunakan untuk keperluan lain
 - Diibarkan membusuk kemudian dibenamkan ke dalam tanah
17. Sekitar berapa centimeter kedalaman lapisan olah tanah yang Bapak lakukan ?
- ANJURAN = 25 - 30 CM.
18. Berapa kali Bapak melakukan pembajakan dan penggaruan saat pengolahan tanah ?kali pembajakan, kali penggaruan. ANJURAN = 2 KALI PEMBAJAKAN, 1 KALI PENGGARUAN.
19. Apakah varietas padi yang biasanya di tanam ?
20. Berapakah jumlah benih padi yang di butuhkan untuk seluas lahan Bapak ? Luas lahan , Jumlah benih ANJURAN = 30 - 40 KG/HEKTAR
21. Dari manakah benih padi tersebut diperoleh ?
- Dari hasil panen musim sebelumnya
 - Dibeli di toko pertanian setempat
 - Dibeli di dinas pertanian/balai benih setempat

- d. Dari bantuan pemerintah
22. Jika menggunakan benih yang berasal dari musim panen sebelumnya, berapa lama umur benih padi tersebut sejak pemanenan ? ANJURAN = 80 HARI
23. Apakah benih yang ditanam tersebut selalu bersertifikat ?
a. Ya. Warna label pada benih ?
b. Tidak
c. Kadang – kadang
24. Bagaimana cara menanam bibit padi yang biasanya Bapak lakukan ?
a. Ditugal dengan jarak tanamcm * ANJURAN = 20 CM * 20 CM
b. Dialur dengan jarak tanamcm * ANJURAN = 60 CM * 20 CM
c. Ditumpang sari dengan Jarak tanam tanaman sekunder =
d. Jarak tanam tidak teratur
25. Berapa jumlah bibit padi per lubang tanam ? sekitarbutir. ANJURAN = 5 – 7 BUTIR.
26. Berapa kedalaman penanaman bibit padi ? sekitarcm. ANJURAN = SEKITAR 3 CM.
27. Apakah Bapak melakukan penyulaman bibit padi dengan bibit padi yang varietasnya sama ?
a. Ya
b. Tidak
28. Pada saat bibit padi sudah berumur berapa Bapak melakukan penyulaman ?HST. ANJURAN = 7 – 21 HARI SETELAH TANAM.
29. Kapan Bapak melakukan penyirangan gulma ?HST danHST. ANJURAN = PADA 21 – 30 HST DAN 60 HST.
30. Alat apa yang Bapak gunakan untuk penyirangan gulma ?
31. Hama apa yang biasanya menyerang pertanaman padi, sehingga menimbulkan kerugian yang cukup besar ?
a. Hama tikus
b. Babi hutan
c. Hama wereng
d. Hama Keong mas
e. Hama walang sangit
f.
32. Penyakit apa yang biasanya menyerang pertanaman padi, sehingga menimbulkan kerugian yang cukup besar ?
a. Penyakit kuning daun
b. Penyakit karat daun
c. Penyakit kerdil
d. Penyakit sapu
e.
33. Bagaimana Teknik Pengendalian Hama dan Penyakit yang biasa dilakukan ?
a. Pengendalian Biologis (memanfaatkan agen pengendalian hayati seperti : predator, parasitoid, jamur entomopatogen, pestisida nabati)
b. Pengendalian Mekanik (membuang bagian tanaman yang sakit atau terserang hama dan penyakit, beserta hama atau penyakitnya, memasang perangkap hama)
c. Pengendalian kimia (menyemprotkan pestisida, memasang umpan beracun)
d. Pengendalian terpadu (penggabungan teknik pengendalian Biologis, Mekanik dan Kimia)

34. Pernahkah terjadi bencana alam yang telah menyebabkan sangat berkurangnya produksi padi ?
- Pernah. Bencana alam apa ? Kapan ? Berapa produksi padi saat itu ?
 - Tidak pernah
35. Jika menggunakan pupuk kandang, pupuk kandang jenis apa yang biasa di gunakan ?
- Pupuk kandang dari kotoran sapi/kerbau
 - Pupuk kandang dari kotoran kambing
 - Pupuk kandang dari kotoran ayam
 - Kompos jerami
 - Campuran pupuk kandang dari kotoran hewan dengan kompos jerami
36. Apakah dalam 3 tahun terakhir pernah mengalami kesulitan dalam memperoleh pupuk kimia ?
- Pernah mengalami kelangkaan pupuk, sehingga tidak jadi menanam padi/gagal panen
 - Tidak pernah, sehingga kebutuhan pupuk tetap terpenuhi
 - Pernah mengalami kelangkaan pupuk, tetapi akhirnya kebutuhan pupuk terpenuhi

37. Tabel Pemupukan untuk luas lahan

Jenis Pupuk	Waktu Pemupukan			
Pupuk Kandang				
Pupuk Hijau				
Urea				
ZA				
SP-36				
KCI				
NPK				
Zat Pengatur Tumbuh				
Total				

ANJURAN :

Jenis Pupuk	Waktu Pemupukan			
	1-2 Minggu Sblm Tanam	Saat Tanam	3-4 Minggu Sdh Tanam	6-8 Minggu Sdh Tanam
Pupuk Kandang	10-30 ton/ha			
Urea			65-100 Kg/ha	65-100 Kg/ha
SP-36		85 kg/ha		
KCI		50 kg/ha		
Total				

38. Bagaimana cara pemupukan yang Bapak lakukan ?
39. Dalam 1 tahun, pada musim panen bulan apa hasil padi yang paling baik ?
40. Berapa ton produksi padi pada periode panen terakhir ?
41. Berapa ton produksi padi minimal yang pernah diperoleh ?Kapan ? Mengapa ?.....
42. Berapa ton produksi padi maksimal yang pernah diperoleh ?Kapan ? Mengapa ?.....

43. Berapa ton produksi padi rata-rata dalam 1 tahun ?
44. Alat apa yang digunakan untuk pemanenan padi ?
45. Alat apa yang digunakan untuk merontokkan bulir padi ?
46. Alat apa yang digunakan untuk membersihkan kotoran padi ?
47. Apakah sarana transportasi dari lahan sawah ke Gudang Bapak dapat menyebabkan hilangnya sebagian padi yang sudah dipanen ?
48. Alat apa yang digunakan untuk mengeringkan padi ?
49. Dimanakah Bapak menyimpan stok padi ?
50. Alat apa yang digunakan untuk menyimpan padi ?
51. Dari total hasil panen padi yang diperoleh,
- Berapa kg yang dikonsumsi sendiri ?
 - Berapa kg yang dijual ?
 - Berapa harga jual padi per kg ?
 - Nama dan alamat pembeli padi ?
 - Nama dan alamat penggilingan padi yang biasa dipakai Bapak ?
 - Berapa jarak antara Gudang padi Bapak ke tempat penggilingan padi yang biasa Bapak pakai ?
 - Pada saat akan menggiling padi, apakah padi Bapak diantar jemput oleh penggilingan padi ataukah Bapak antarkan sendiri ?
 - Berapa upah menggiling padi di tempat Bapak ?
 - Nama dan alamat penggilingan padi yang biasa dipakai oleh pembeli padi Bapak ?

52. Kebiasaan menggiling padi ,

	Waktu Menggiling (Bulan....)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Jumlah digiling (Kg)												

53. Mengapa Bapak menjual sebagian padi ?
- Karena stok padi untuk dikonsumsi sendir sudah cukup
 - Karena untuk membayar utang biaya produksi padi
 - Karena perlu uang untuk keperluan lainnya
 -

Data di atas saya sampaikan dengan sebenar-benarnya tanpa adanya tekanan dari pihak manapun dan dapat dipertanggung jawabkan.

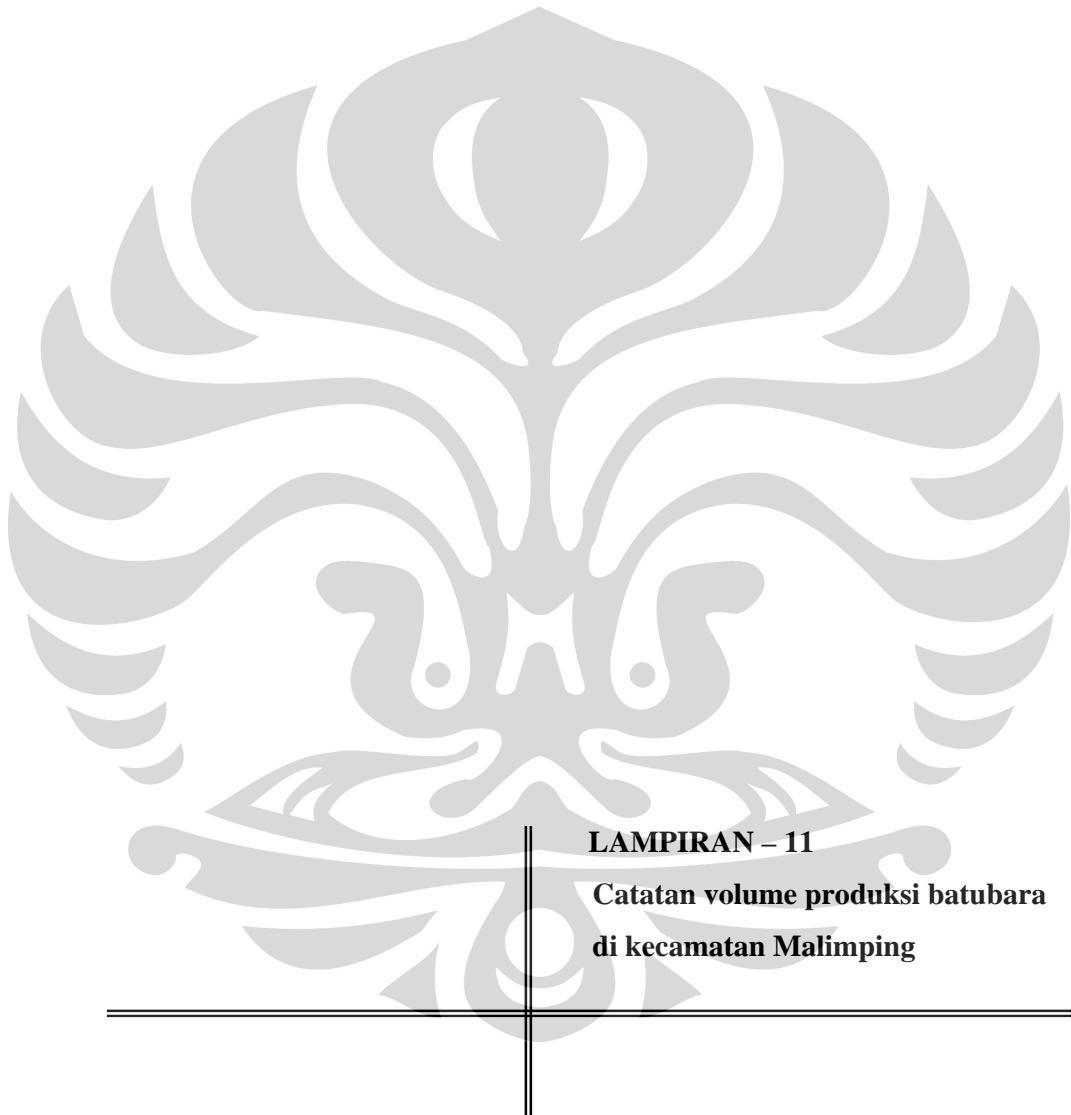
..... 2008

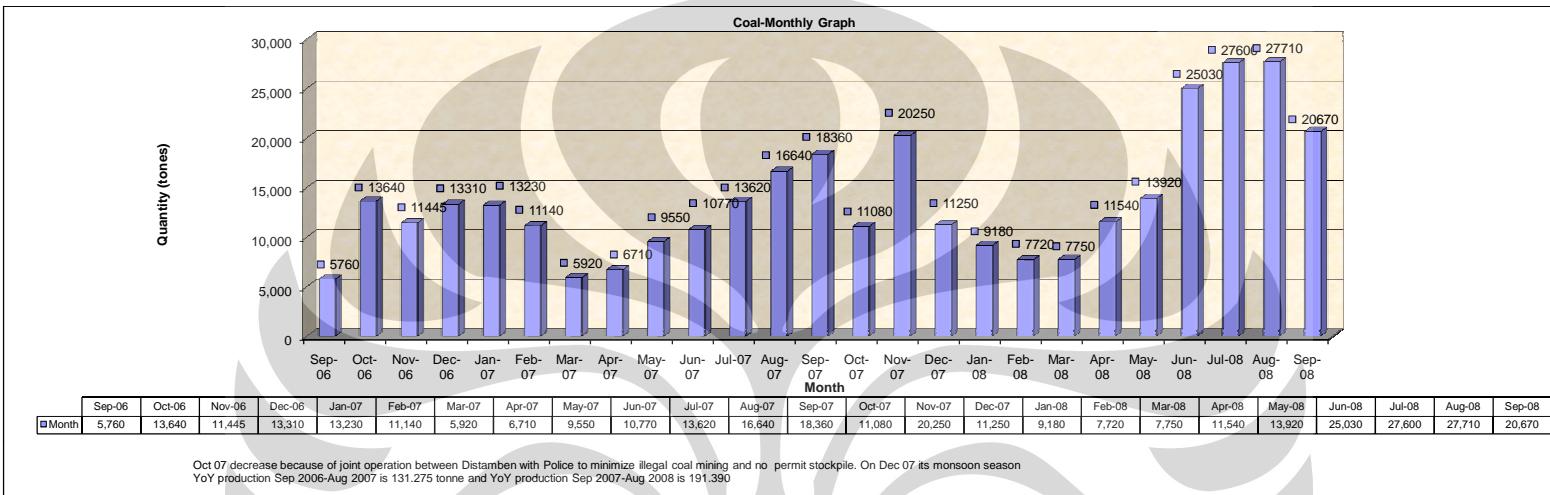
Narasumber,

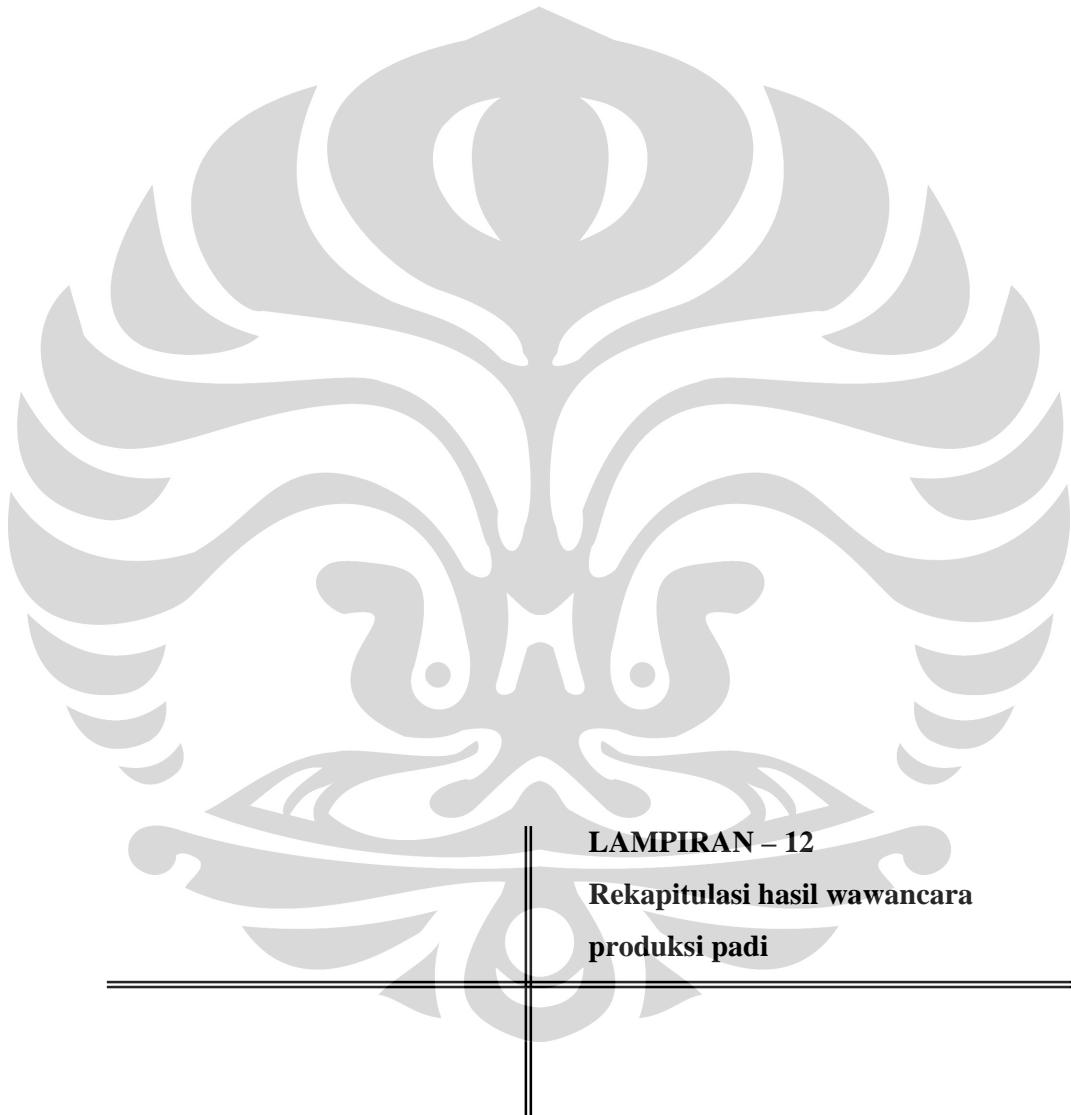
Tim Peneliti,

(.....)

(.....)







HASIL WAWANCARA UNTUK PETANI PADI SAWAH "PERILAKU BUDI DAYA DAN PRODUKSI PADI DI KABUPATEN LEBAK DAN PANDEGLANG, PROVINSI BANTEN

NO	PERTANYAAN	NAMA PETANI SAWAH PANDEGLANG															NAMA PETANI SAWAH LEBAK																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
1	Lama kerja sebagai petani (tahun)	1	16	25	34	16	1	7	17	12	5	20	31	50	26	8	1	18	15	15	30	39	25	28	20	42	21	38	40	10	33	9	71	40
3	Sumber modal usaha tani	1	1	4	5	4	1	5	1	1	1	1	1	4	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
14	Kesulitan mendapat tenaga kerja untuk budi daya padi	2	2	21	21	1	2	2	2	2	2	21	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Saat musim hujan Varietas padi yang di tanam	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Jumlah benih (Kg/ha)	25	31	27	50	80	44	40	50	40	40	42	30	32	36	46	50	67	48	50	80	50	33	83	78	32	50	37	63	32	63	58	68		
42	Jika lahan punya irigasi gimana keadaan irigasi itu	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
44	Apakah air irigasi itu mencukupi kebutuhan penanaman padi sepanjang tahun	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
49	Dalam 3 tahun terakhir apakah mendapat kesulitan untuk memperoleh pupuk kimia	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
51	Apakah pemupukan sudah benar	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
52	Dalam setahun, bulan apakah panen paling baik	8	3	0	8	3	3	3	8	3	3	3	0	3	3	8	3	3	8	3	3	3	3	3	3	3	0	8	3	4	4	4		
53	Dari luas lahan ha, berapa ton produksi pada periode panen terakhir (kg/ha) GKG	5867	5280	2112	5632	5280	2346.67	5632	3600	4928	3000	1833.8	150	6669.47	4800	5415.38	5055.36	4938.7	7877.78	3086.64	9433.33	266.67	5000	5544.44	6564.5	4100	4494.44	5912.5	6545.5	6250	5769.23	2285.7		
54	Dari luas lahan, ha Berapa ton produksi padi minimal yang pernah diperoleh (kg/ha) GKG	4125	2307.69	2112	3000	5280	2346.67	4500	1800	4928	3000	1833.8	150	4547.37	4800	3750	3360	4401.06	5544.47	3086.64	4766.68	266.67	3100	5544.44	5145	4100	3988.89	3750	4363.6	3750	2692.3			
55	Dari luas lahan, ha Berapa ton produksi padi maksimal yang pernah diperoleh (kg/ha)	7040	5956.92	3050.67	5632	6900	3600	6336	6300	5632	7200	5000	4050	7114.1	5454.55	5415.38	7225	6766.67	6193.19	10000	3833.36	9433.33	8100	7100	7333.33	6564.5	6766.67	5285.19	5912.5	6545.5	6250	5769.23	5714.29	
56	Dari luas lahan, ha Berapa ton produksi rata-rata yang diperoleh (kg/ha)/tahun	11440	10830.77	5333.34	8280	12180	6400	11968	7200	11264	9900	4808.33	2250	12672	10254.55	9165.4	10200	8200	10235.8	15755.55	6546.64	15000	13533.33	9400	13533.33	11088.7	10616.67	8842	9662.5	10090	6500	8000		
60	Apakah sarana transportasi dari lahan sawah ke gudang bapak dapat menyebabkan kehilangan sebagian padi yang sudah dipanen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1			
Berapa jarak antara gudang bapak ke penggilingan padi (km)	0.2	0.1	0.3	0.3	0.15	0.1	0.05	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.15	0.15	0.15	5	1	1	2	5	0.5	5	2.2	1	0.15	3	2	0.5	1	5	0.5	5		
Saat akan menggiling, apakah diantar jemput oleh penggilingan atau sendiri	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Berapa persentase (%) upah menggiling padi di tempat bapak /10kg) beras	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
Apakah budi daya penanaman sudah benar	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	

Frequencies

Statistics

		Produksi minimal (Kg/Ha)	Produksi maksimal (Kg/Ha)
N	Valid	30	32
	Missing	2	0
Mean		3544.3427	6233.5744
Std. Error of Mean		257.90432	260.13437
Median		3750.0000	6275.0000
Mode		3750.00	5632.00(a)
Std. Deviation		1412.60015	1471.54220
Variance		1995439.18	2165436.44
Skewness		.3	.1
Std. Error of Skewness		-.747	.207
Range		.427	.414
Minimum		5394.47	6949.33
Maximum		150.00	3050.67
Sum		5544.47	10000.00
		106330.28	199474.38

a Multiple modes exist. The smallest value is shown

Frequency Table

Produksi minimal (Kg/Ha)

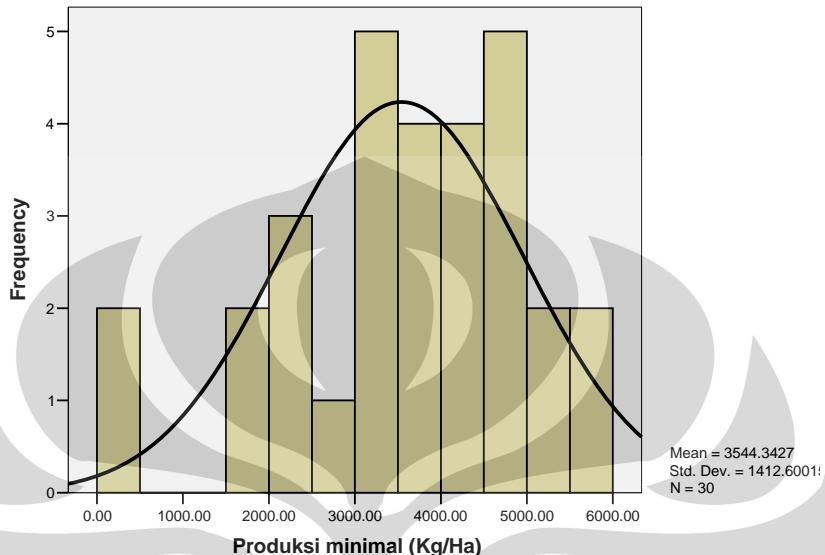
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	150.00	1	3.1	3.3	3.3
	266.67	1	3.1	3.3	6.7
	1800.00	1	3.1	3.3	10.0
	1833.80	1	3.1	3.3	13.3
	2112.00	1	3.1	3.3	16.7
	2307.69	1	3.1	3.3	20.0
	2346.67	1	3.1	3.3	23.3
	2692.30	1	3.1	3.3	26.7
	3000.00	2	6.3	6.7	33.3
	3086.64	1	3.1	3.3	36.7
	3100.00	1	3.1	3.3	40.0
	3350.00	1	3.1	3.3	43.3
	3750.00	3	9.4	10.0	53.3
	3988.89	1	3.1	3.3	56.7
	4100.00	1	3.1	3.3	60.0
	4125.00	1	3.1	3.3	63.3
	4363.60	1	3.1	3.3	66.7
	4401.06	1	3.1	3.3	70.0
	4500.00	1	3.1	3.3	73.3
	4547.37	1	3.1	3.3	76.7
	4766.68	1	3.1	3.3	80.0
	4800.00	1	3.1	3.3	83.3
	4928.00	1	3.1	3.3	86.7
	5145.00	1	3.1	3.3	90.0
	5280.00	1	3.1	3.3	93.3
	5544.44	1	3.1	3.3	96.7
	5544.47	1	3.1	3.3	100.0
Total		30	93.8	100.0	
Missing	System	2	6.3		
Total		32	100.0		

Produksi maksimal (Kg/Ha)

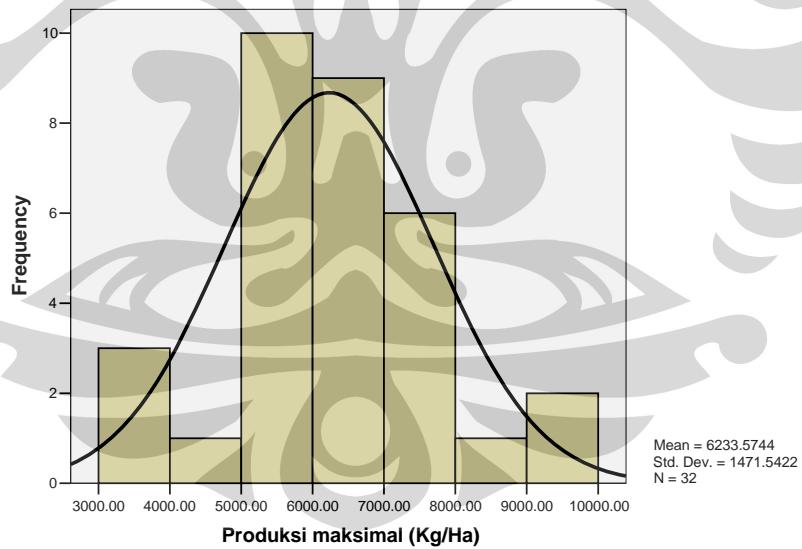
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	3050.67	1	3.1	3.1	3.1
	3600.00	1	3.1	3.1	6.3
	3833.36	1	3.1	3.1	9.4
	4050.00	1	3.1	3.1	12.5
	5000.00	1	3.1	3.1	15.6
	5285.19	1	3.1	3.1	18.8
	5415.38	1	3.1	3.1	21.9
	5454.55	1	3.1	3.1	25.0
	5632.00	2	6.3	6.3	31.3
	5714.29	1	3.1	3.1	34.4
	5769.23	1	3.1	3.1	37.5
	5912.50	1	3.1	3.1	40.6
	5956.92	1	3.1	3.1	43.8
	6193.19	1	3.1	3.1	46.9
	6250.00	1	3.1	3.1	50.0
	6300.00	1	3.1	3.1	53.1
	6336.00	1	3.1	3.1	56.3
	6545.50	1	3.1	3.1	59.4
	6564.50	1	3.1	3.1	62.5
	6766.67	2	6.3	6.3	68.8
	6900.00	1	3.1	3.1	71.9
	7040.00	1	3.1	3.1	75.0
	7100.00	1	3.1	3.1	78.1
	7114.10	1	3.1	3.1	81.3
	7200.00	1	3.1	3.1	84.4
	7225.00	1	3.1	3.1	87.5
	7333.33	1	3.1	3.1	90.6
	8100.00	1	3.1	3.1	93.8
	9433.33	1	3.1	3.1	96.9
	10000.00	1	3.1	3.1	100.0
Total		32	100.0	100.0	

Histogram

Produksi minimal (Kg/Ha)



Produksi maksimal (Kg/Ha)



Frequencies

Statistics

		Bulan apa panen terbaik	Apakah pemupukan sudah benar	Apakah budi daya penanaman sudah benar
N	Valid	32	32	32
	Missing	0	0	0
Mean		3.91	1.94	1.94
Std. Error of Mean		.424	.043	.043
Median		3.00	2.00	2.00
Mode		3	2	2
Std. Deviation		2.401	.246	.246
Variance		5.765	.060	.060
Skewness		.714	-3.795	-3.795
Std. Error of Skewness		.414	.414	.414
Range		8	1	1
Minimum		0	1	1
Maximum		8	2	2
Sum		125	62	62

Frequency Table

Bulan apa panen terbaik

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Sama saja	3	9.4	9.4	9.4
	Maret	19	59.4	59.4	68.8
	April	3	9.4	9.4	78.1
	Agustus	7	21.9	21.9	100.0
	Total	32	100.0	100.0	

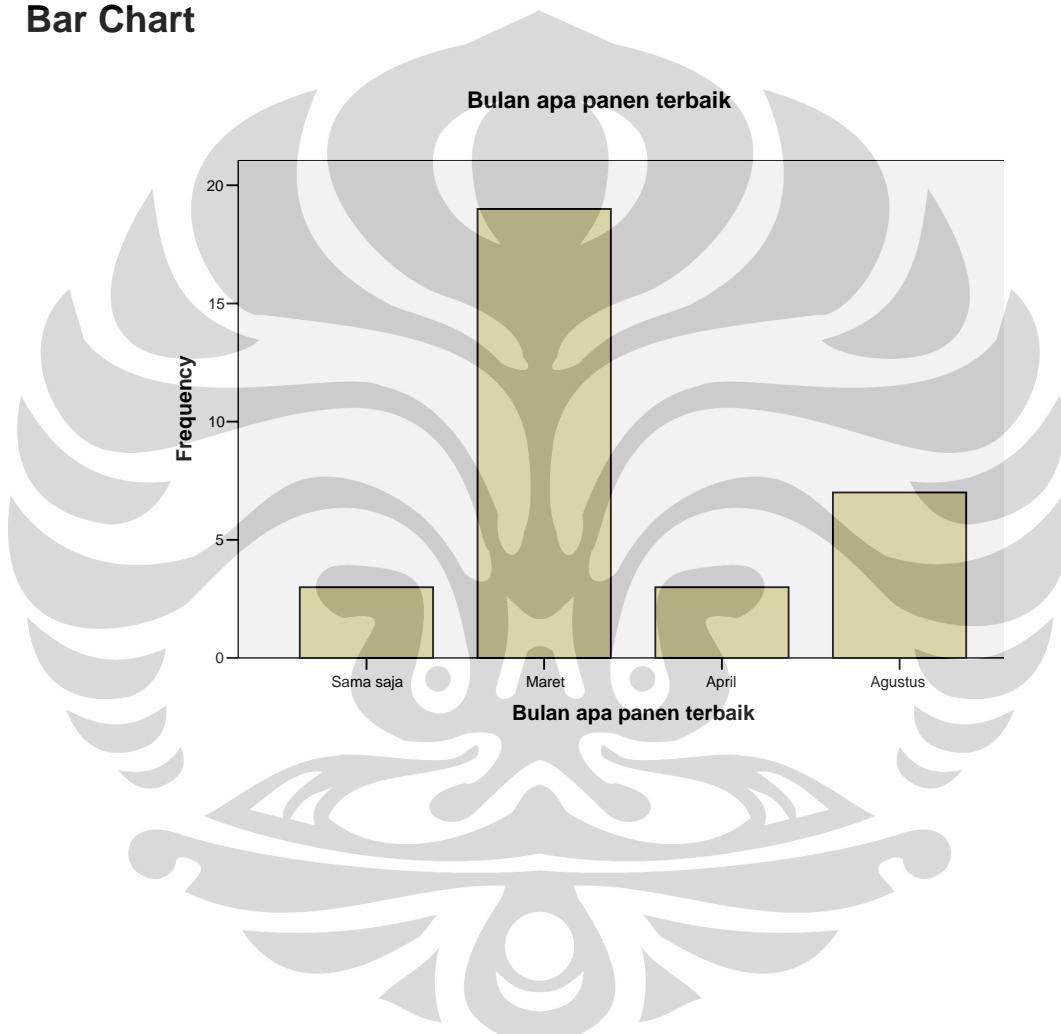
Apakah pemupukan sudah benar

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Ya	2	6.3	6.3	6.3
	Tidak	30	93.8	93.8	100.0
	Total	32	100.0	100.0	

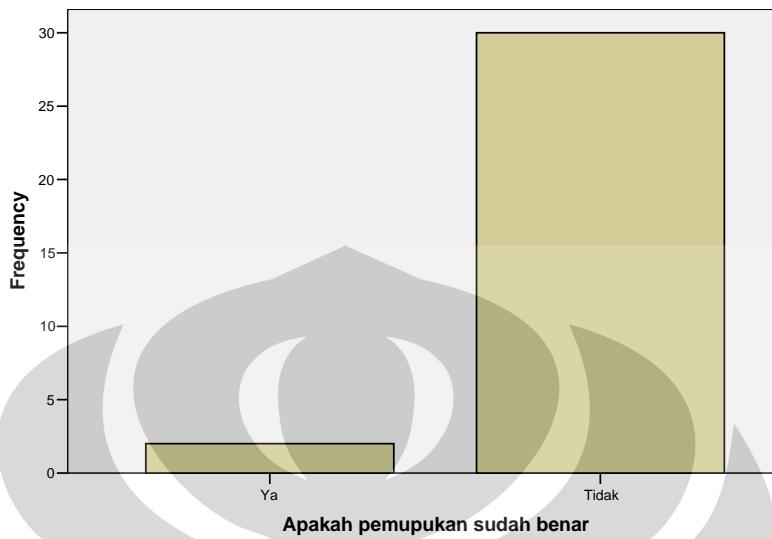
Apakah budi daya penanaman sudah benar

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Benar	2	6.3	6.3	6.3
	Belum benar	30	93.8	93.8	
	Total	32	100.0	100.0	100.0

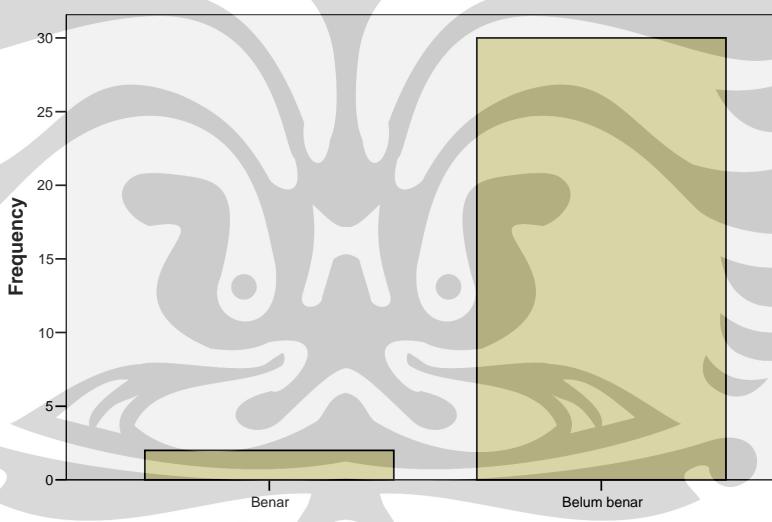
Bar Chart

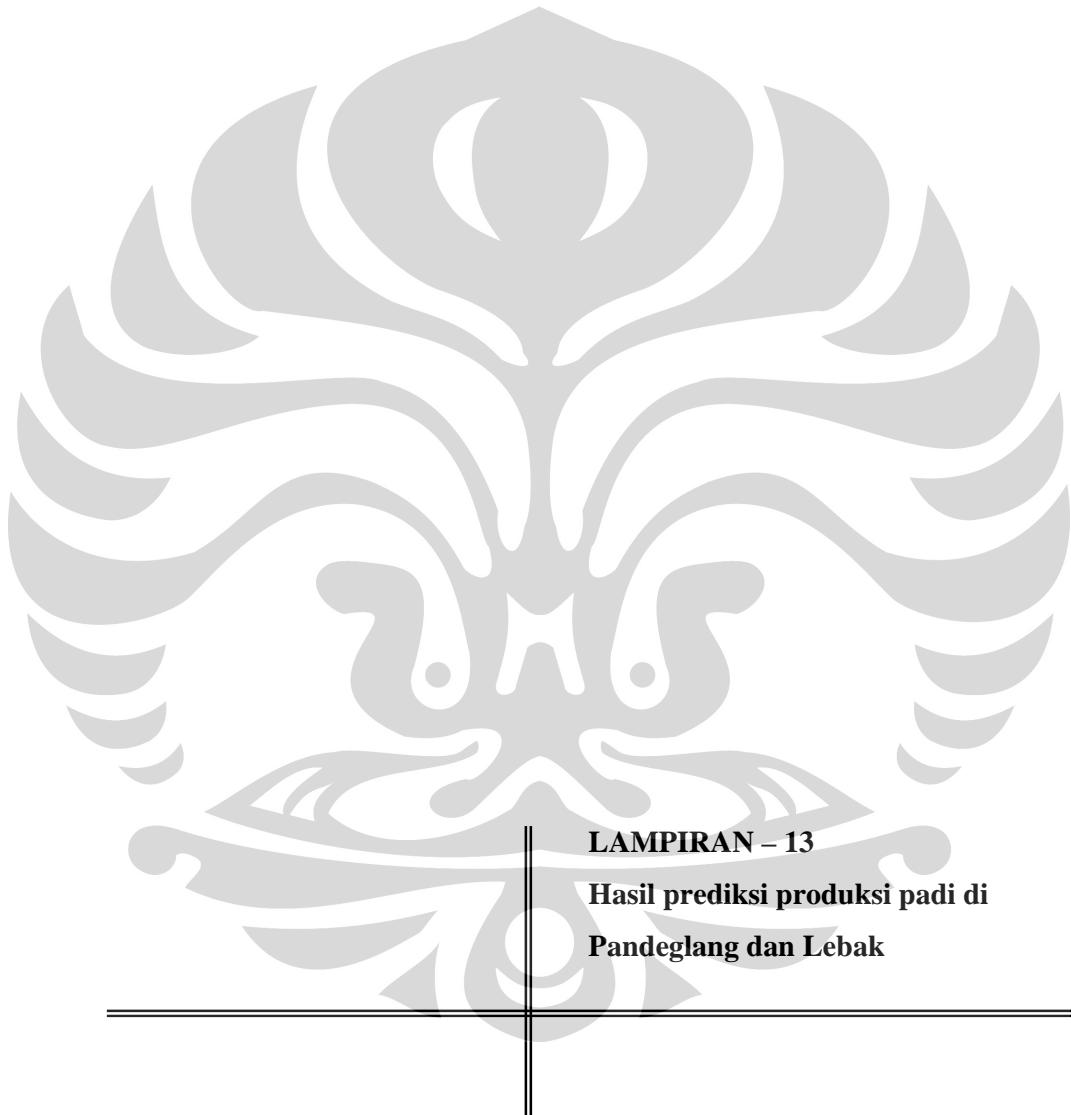


Apakah pemupukan sudah benar



Apakah budi daya penanaman sudah benar





Report for Prediksi produksi sekam Padi

Created: 11/12/2008 at 5:40:49 AM

Summary:

Number of series: 3
Periods to forecast: 20
Seasonality: 5 years
Error Measure: RMSE

Series: Produksi Sekam

Range: D28:D37

Method: Multiple Linear Regression

Statistics:

R-squared: 0.368
Adjusted R-squared: 0.1877
SSE: 1.48E+9
F Statistic: 2.0399
F Probability: 0.2004
Durbin-Watson: 1.448
No. of Values: 10
Independent variables: 2 included out of 2 selected

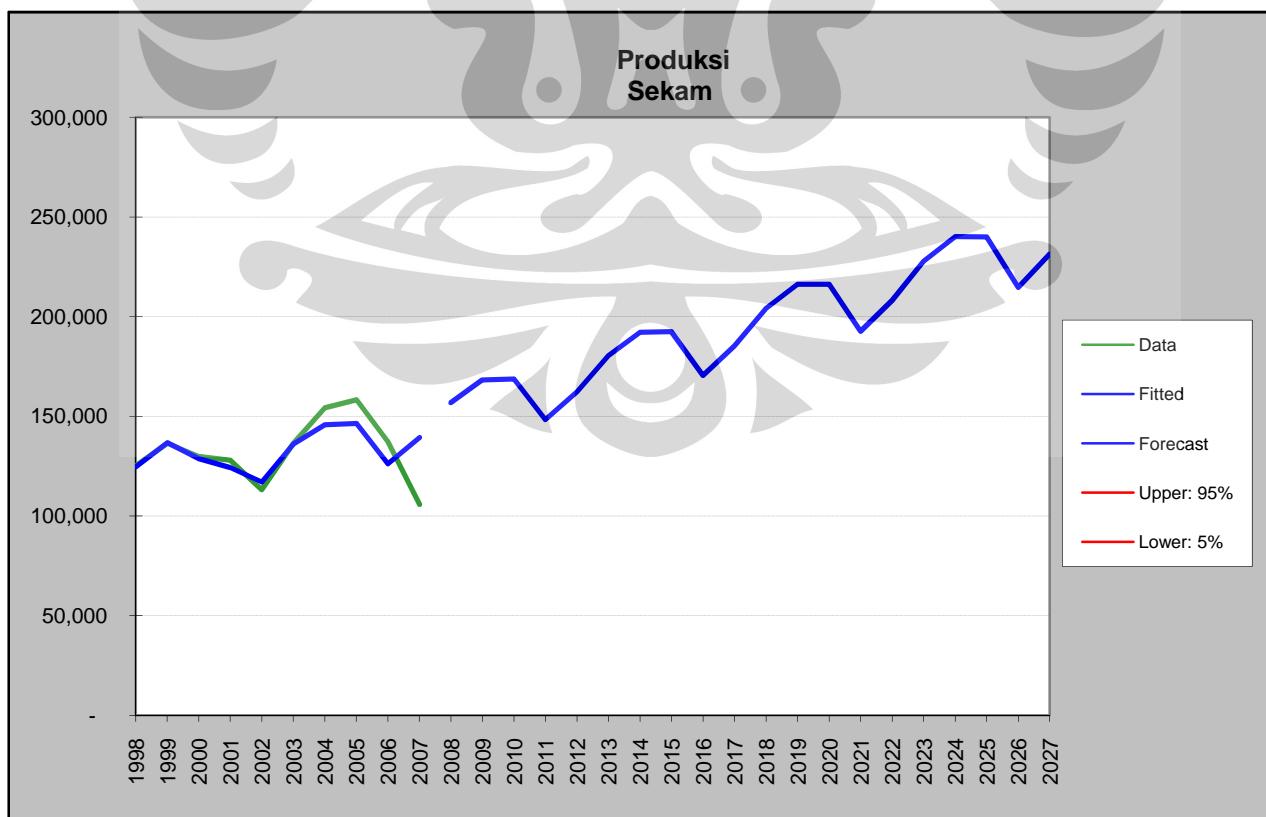
Series Statistics:

Mean:
Std. Dev.:
Minimum:
Maximum:
Ljung-Box: 2.9632

132,465
16,188
105,810
158,262

Forecast:

Date	Lower: 5%	Forecast	Upper: 95%
2008	128,510	156,810	185,110
2009		168,205	
2010		168,689	
2011		148,277	
2012		162,255	
2013		180,497	
2014		192,204	
2015		192,491	
2016		170,418	
2017		185,273	
2018		204,184	
2019		216,204	
2020		216,294	
2021		192,558	
2022		208,291	
2023		227,870	
2024		240,204	
2025		240,096	
2026		214,699	
2027		231,308	



Regression Variables:

Variable	Coefficient	t Statistic	Probability
Constant	-52952	-0.533	0.6105
Harvesting			
Area	1.1911	1.7987	0.1151
Produktifitas			
Sawah			
Irigasi	10523	0.6716	0.5234



Series: Harvesting Area

Range: E28:E37

Method: Holt-Winters' Multiplicative

Parameters:

Alpha: 0.104

Beta: 0.999

Gamma: 0.999

Error: 7358.5

Series Statistics:

Mean:

112,811

Std. Dev.:

7,410

Minimum:

103,079

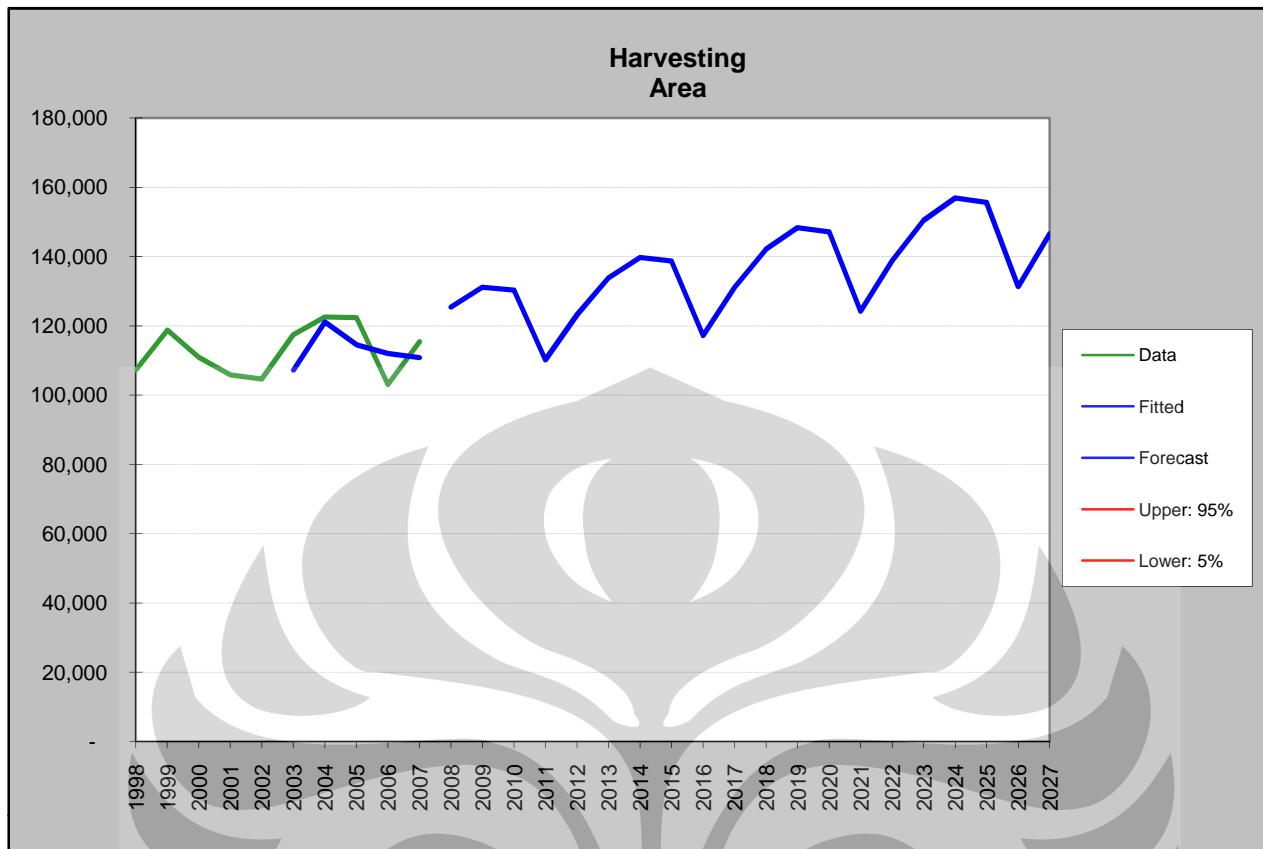
Maximum:

122,518

Ljung-Box: 1.4178

Forecast:

Date	Lower: 5%	Forecast	Upper: 95%
2008	113,307	125,412	137,517
2009		131,083	
2010		130,245	
2011		110,134	
2012		123,197	
2013		133,757	
2014		139,691	
2015		138,687	
2016		117,181	
2017		130,980	
2018		142,101	
2019		148,298	
2020		147,128	
2021		124,228	
2022		138,763	
2023		150,446	
2024		156,906	
2025		155,570	
2026		131,274	
2027		146,546	



Method Errors:

Method	RMSE	MAD	MAPE
Best: Holt-Winters' Multiplicative	7358.5	6624.4	5.80%
2nd: Holt-Winters' Additive	7393.6	6699.2	5.86%
3rd: Double Exponential Smoothing	7728.3	6536	5.77%
4th: Seasonal Multiplicative	7748.9	7053.5	6.15%
5th: Seasonal Additive	7761.5	7124	6.21%
6th: Single Exponential Smoothing	8505.6	7514.5	6.55%
7th: Single Moving Average	9472.4	8439.5	7.43%
8th: Double Moving Average	14233	12671	11.39%

Method Statistics:

Method	Durbin-Watson	Theil's U
Best: Holt-Winters' Multiplicative	2.159	0.616
2nd: Holt-Winters' Additive	2.115	0.618
3rd: Double Exponential Smoothing	1.731	0.747
4th: Seasonal Multiplicative	2.159	0.659
5th: Seasonal Additive	2.134	0.659
6th: Single Exponential Smoothing	1.529	0.822
7th: Single Moving Average	1.726	0.834
8th: Double Moving Average	1.827	1.391

Method Parameters:

Method	Parameter	Value
Best: Holt-Winters' Multiplicative	Alpha	0.104
	Beta	0.999
	Gamma	0.999
2nd: Holt-Winters' Additive	Alpha	0.098
	Beta	0.999
	Gamma	0.999
3rd: Double Exponential Smoothing	Alpha	0.053
	Beta	0.999
	Alpha	0.254
4th: Seasonal Multiplicative	Alpha	0.254
	Gamma	0.618
	Alpha	0.248
5th: Seasonal Additive	Gamma	0.999
	Alpha	0.248
	Alpha	0.195
6th: Single Exponential Smoothing	Periods	4
7th: Single Moving Average	Periods	2
8th: Double Moving Average	Periods	2

Series: Produktifitas Sawah Irigasi

Range: F28:F37

Method: Holt-Winters' Additive

Parameters:

Alpha: 0.418

Beta: 0.999

Gamma: 0.999

Error: 0.2382

Series Statistics:

Mean: 4.851

Std. Dev.: 0.313

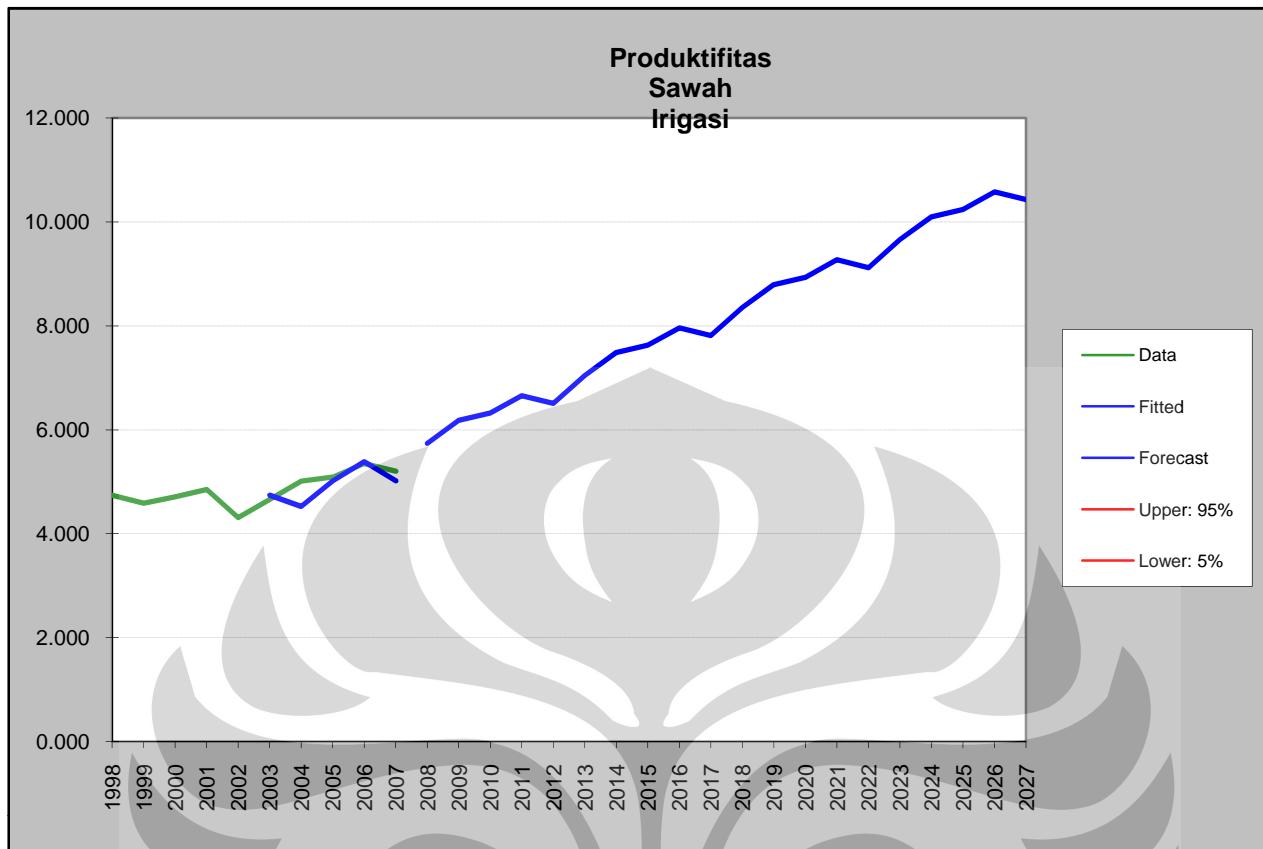
Minimum: 4.310

Maximum: 5.350

Ljung-Box: 4.0871

Forecast:

Date	Lower: 5%	Forecast	Upper: 95%
2008	5.346	5.738	6.130
2009		6.179	
2010		6.320	
2011		6.657	
2012		6.506	
2013		7.045	
2014		7.485	
2015		7.626	
2016		7.963	
2017		7.813	
2018		8.351	
2019		8.792	
2020		8.933	
2021		9.269	
2022		9.119	
2023		9.657	
2024		10.098	
2025		10.239	
2026		10.576	
2027		10.426	



Method Errors:

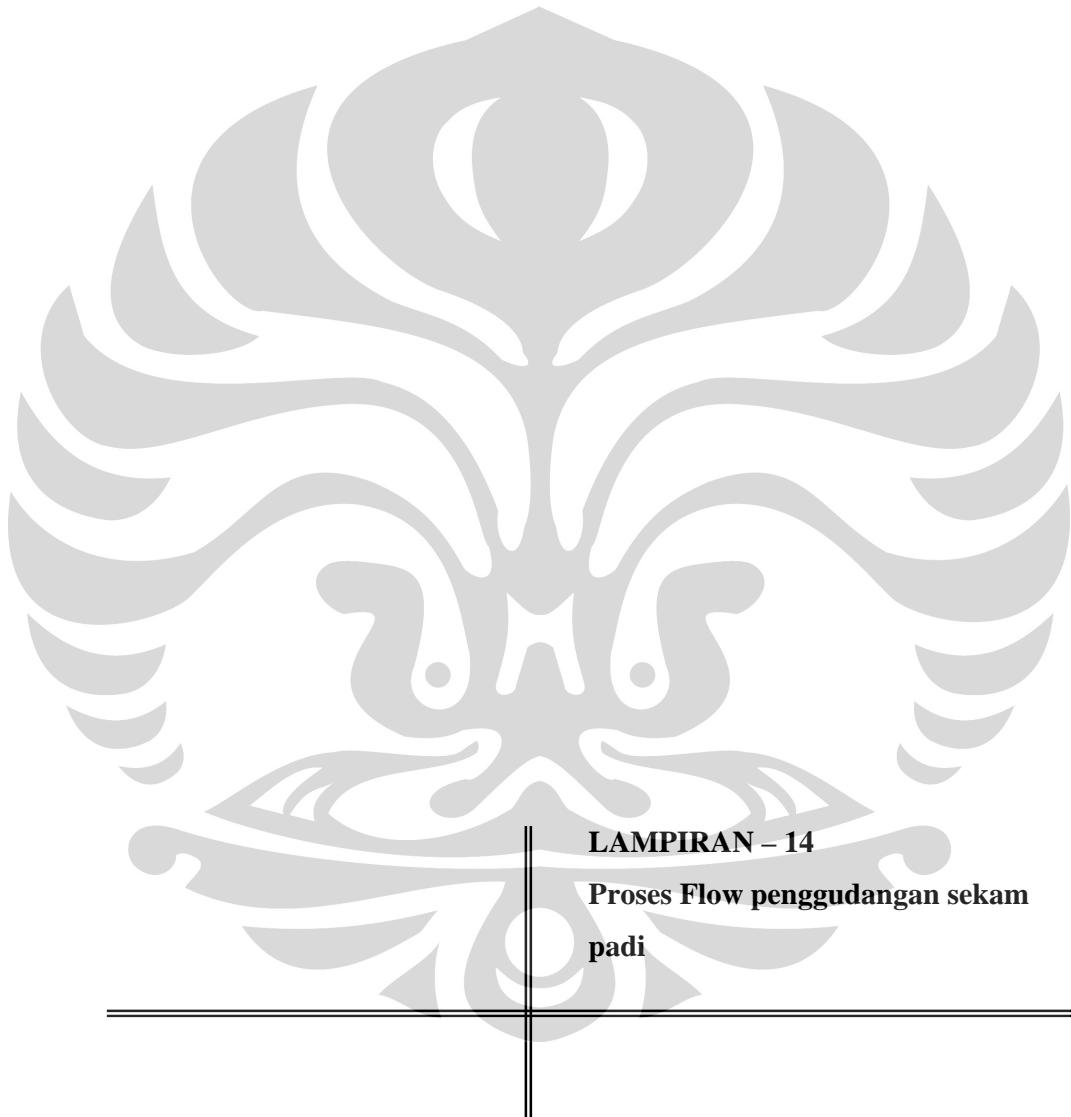
Method	RMSE	MAD	MAPE
Best: Holt-Winters' Additive	0.2382	0.1723	3.42%
2nd: Holt-Winters' Multiplicative	0.2501	0.1886	3.73%
3rd: Single Exponential Smoothing	0.2692	0.2312	4.83%
4th: Single Moving Average	0.2768	0.2378	5.01%
5th: Double Exponential Smoothing	0.2806	0.2414	5.02%
6th: Seasonal Additive	0.2911	0.2216	4.36%
7th: Seasonal Multiplicative	0.3049	0.2295	4.51%
8th: Double Moving Average	0.4193	0.3575	7.50%

Method Statistics:

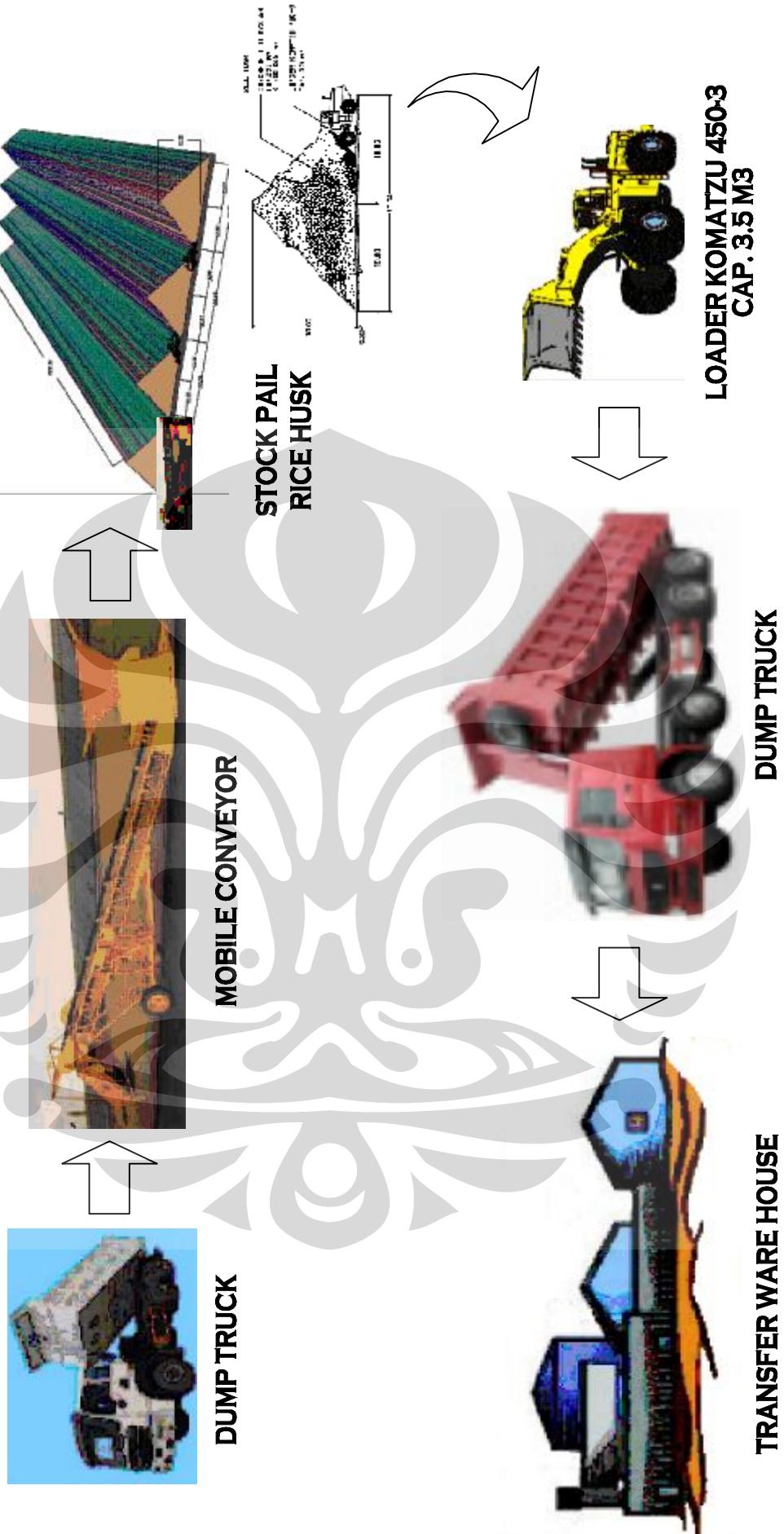
Method	Durbin-Watson	Theil's U
Best: Holt-Winters' Additive	1.95	0.894
2nd: Holt-Winters' Multiplicative	1.908	0.928
3rd: Single Exponential Smoothing	1.911	0.961
4th: Single Moving Average	2.322	1
5th: Double Exponential Smoothing	1.895	0.96
6th: Seasonal Additive	1.629	1.056
7th: Seasonal Multiplicative	1.547	1.096
8th: Double Moving Average	2.41	1.372

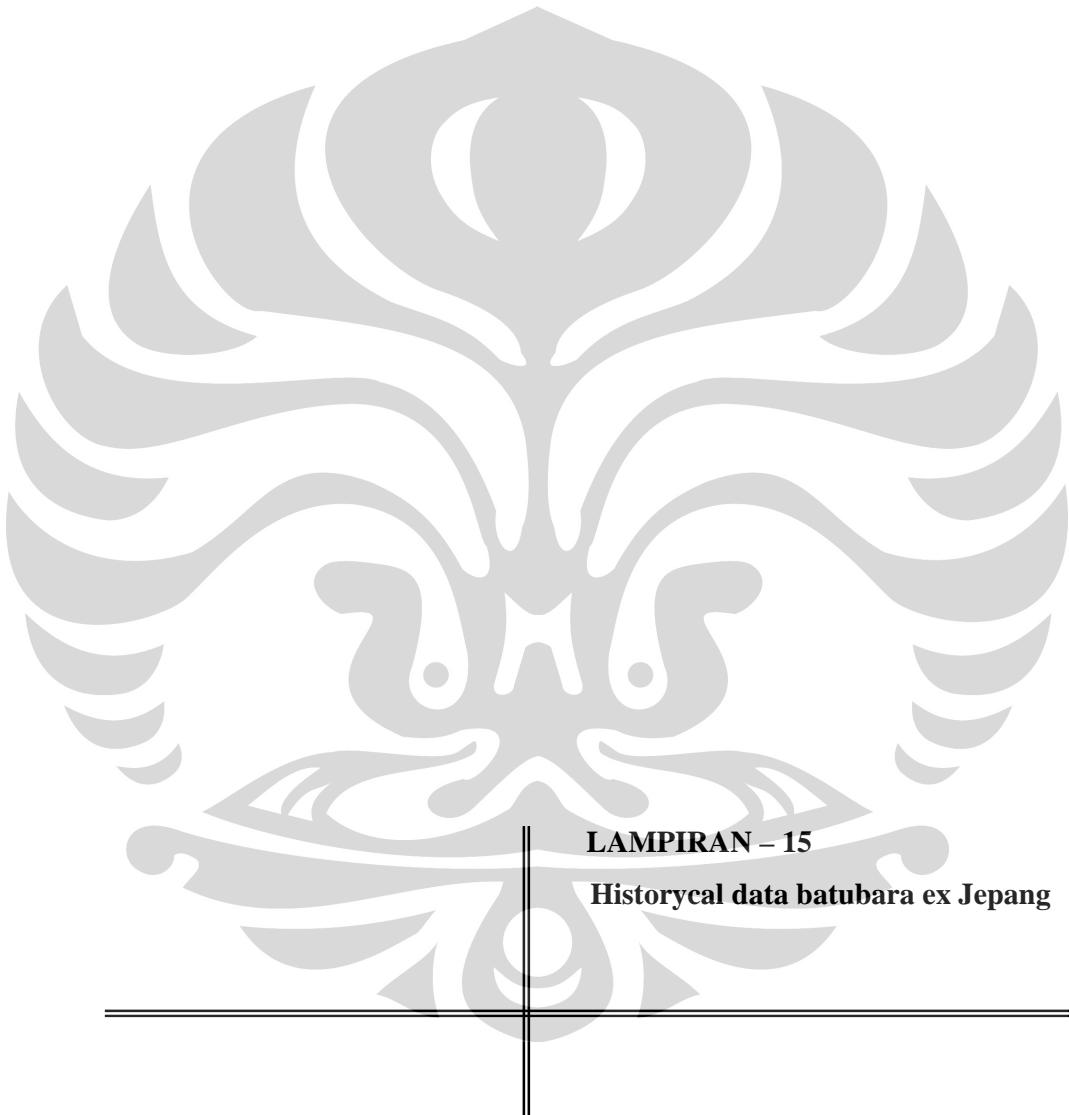
Method Parameters:

Method	Parameter	Value
Best: Holt-Winters' Additive	Alpha	0.418
	Beta	0.999
	Gamma	0.999
2nd: Holt-Winters' Multiplicative	Alpha	0.409
	Beta	0.999
	Gamma	0.999
3rd: Single Exponential Smoothing	Alpha	0.734
4th: Single Moving Average	Periods	1
5th: Double Exponential Smoothing	Alpha	0.734
	Beta	0.001
	Alpha	0.953
6th: Seasonal Additive	Gamma	0.618
	Alpha	0.93
	Gamma	0.999
7th: Seasonal Multiplicative	Periods	2
8th: Double Moving Average		



RICE HUSK PROCESS FLOW





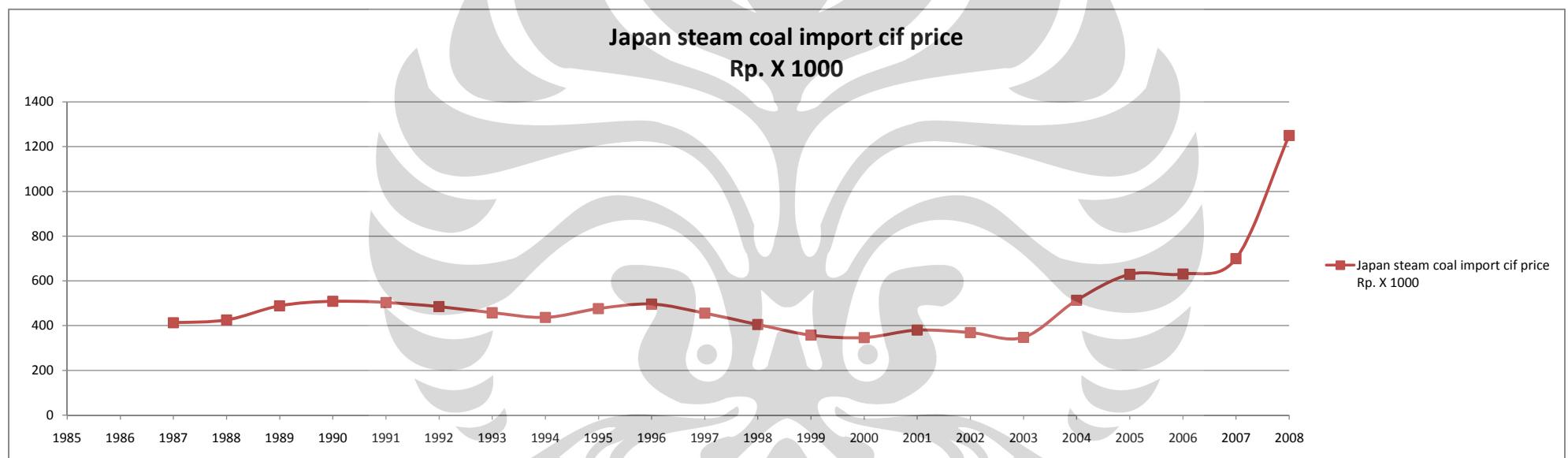
US dollars per tonne	Japan steam coal import cif price	Japan steam coal import cif price Rp. X 1000
1987	41.28	413
1988	42.47	425
1989	48.86	489
1990	50.81	508
1991	50.3	503
1992	48.45	485
1993	45.71	457
1994	43.66	437
1995	47.58	476
1996	49.54	495
1997	45.53	455
1998	40.51	405
1999	35.74	357
2000	34.58	346
2001	37.96	380
2002	36.9	369
2003	34.74	347
2004	51.34	513
2005	62.91	629
2006	63.04	630
2007	69.86	699
2008	125	1,250

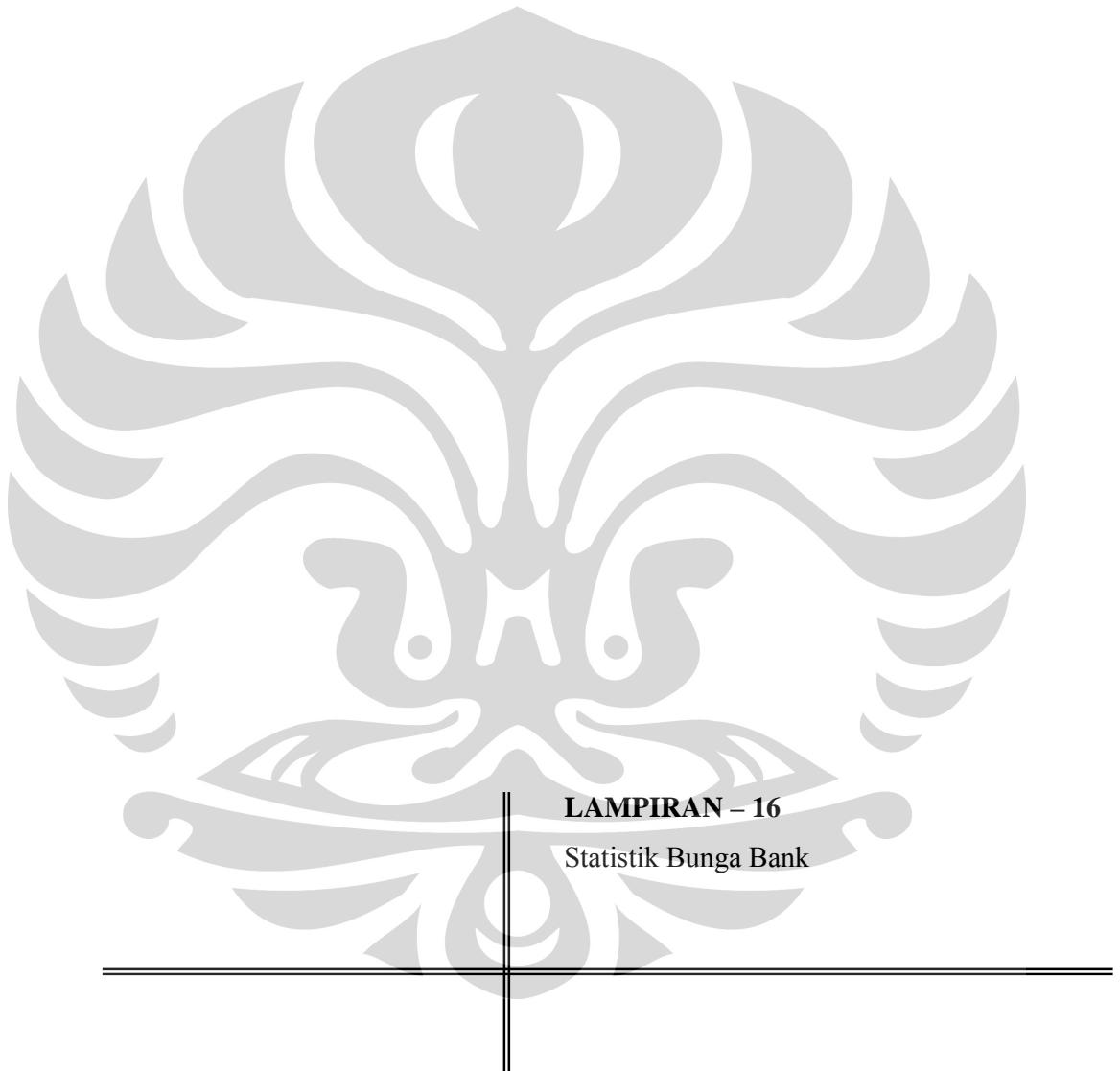
Sumber: McCloskey Coal Information Service,

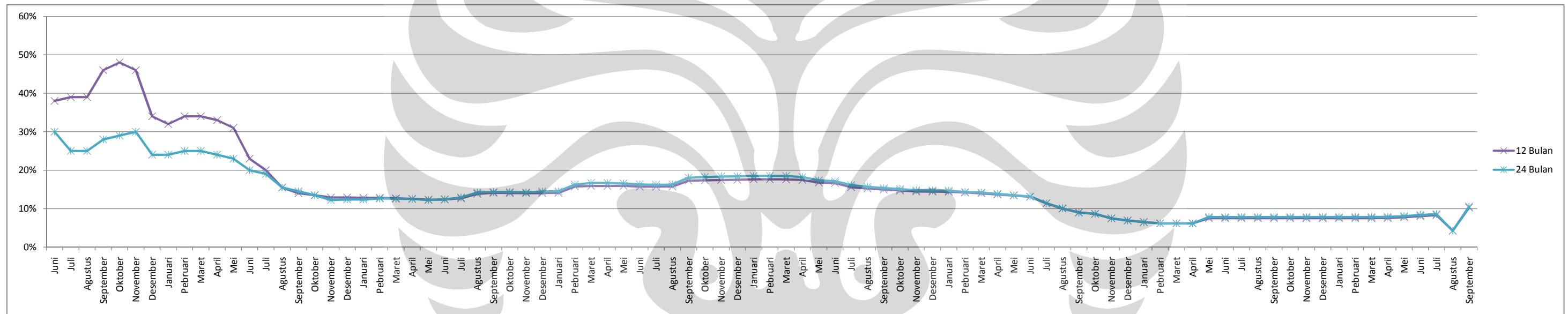
Data Series:	Japan steam coal import cif priceRp. X 1000
Chi-Square:	0.6667
Distribution:	-
Best fit:	Normal
Normal	0.6667
Triangular	3.5238
Lognormal	1.6190
Uniform	5.9048
Exponential	32.5714
Weibull	1.6190
Beta	3.0476
BetaPERT	1.6190
Gamma	10.6667
Logistic	1.6190
Pareto	7.3333
Max Extreme	3.0476
Min Extreme	7.3333
Student's t	0.6667
Control	> 0.5
BEST	
Correlations	1
	1.0000

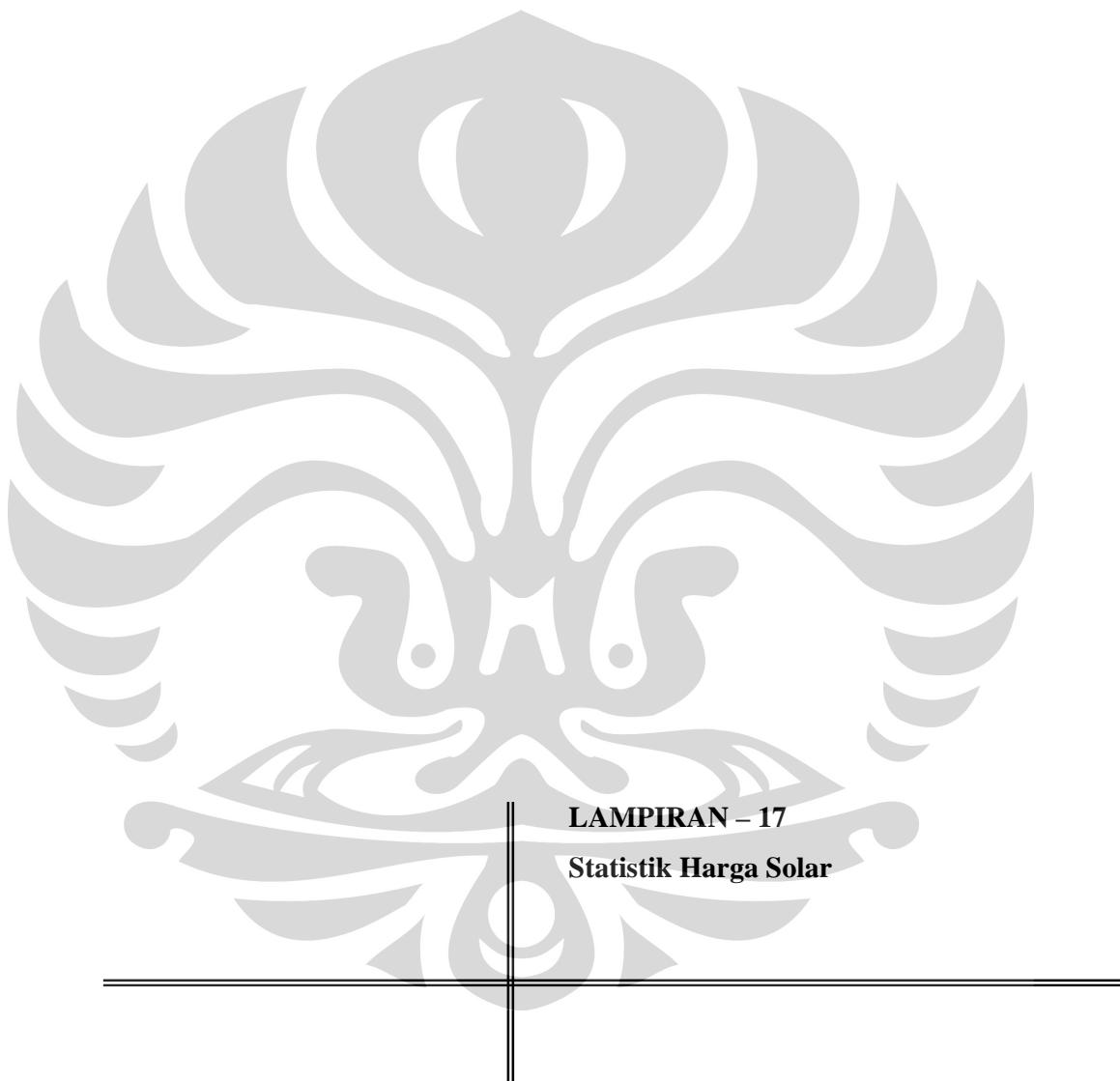
Data Series:	Japan steam coal import cif priceRp. X 1000
Anderson-Darling:	0.3121
Distribution:	-
Best fit:	Max Extreme
Normal	0.5695
Triangular	0.7354
Lognormal	0.3417
Uniform	2.8861
Exponential	6.1035
Weibull	0.3856
Beta	0.3354
BetaPERT	0.4157
Gamma	2.4351
Logistic	0.4213
Pareto	1.0716
Max Extreme	0.3121
Min Extreme	1.2349
Student's t	0.5083
Control	< 1.5
OK	
Correlations	1
	1.0000

Data Series:	Japan steam coal import cif priceRp. X 1000
Kolmogorov-Smirnov:	0.1116
Distribution:	-
Best fit:	Max Extreme
Normal	0.1721
Triangular	0.2293
Lognormal	0.1397
Uniform	0.3798
Exponential	0.5056
Weibull	0.1428
Beta	0.1374
BetaPERT	0.1310
Gamma	0.2906
Logistic	0.1278
Pareto	0.2022
Max Extreme	0.1116
Min Extreme	0.2390
Student's t	0.1308
Control	< 0.03
FAIL	
Correlations	1
	1.0000









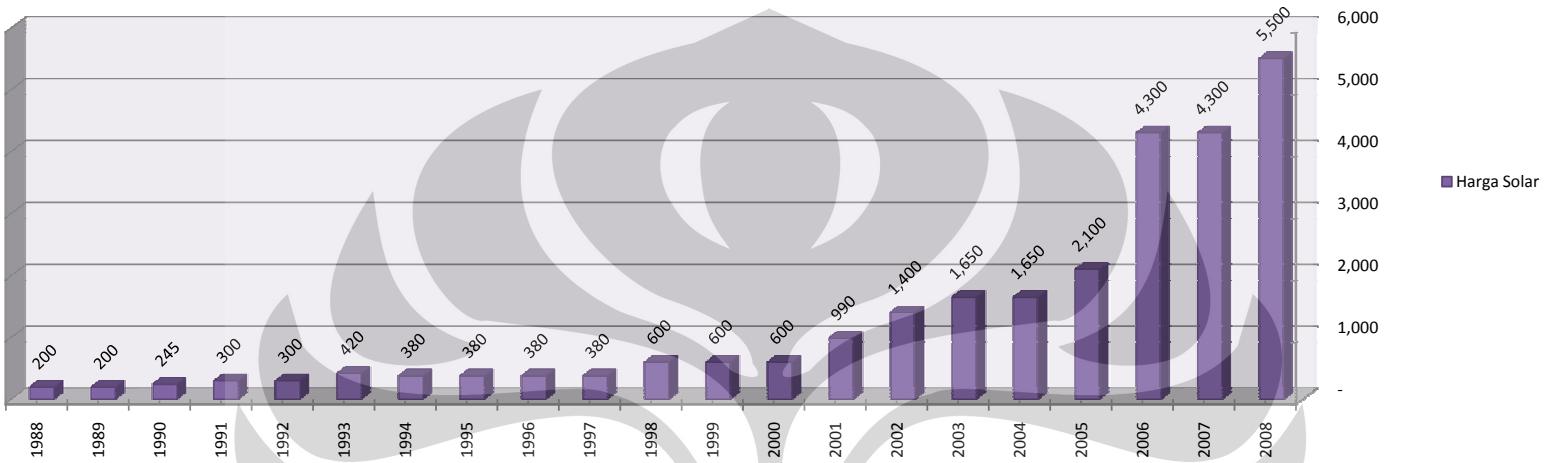
PERKEMBANGAN HARGA BBM TAHUN 1988 - 2000

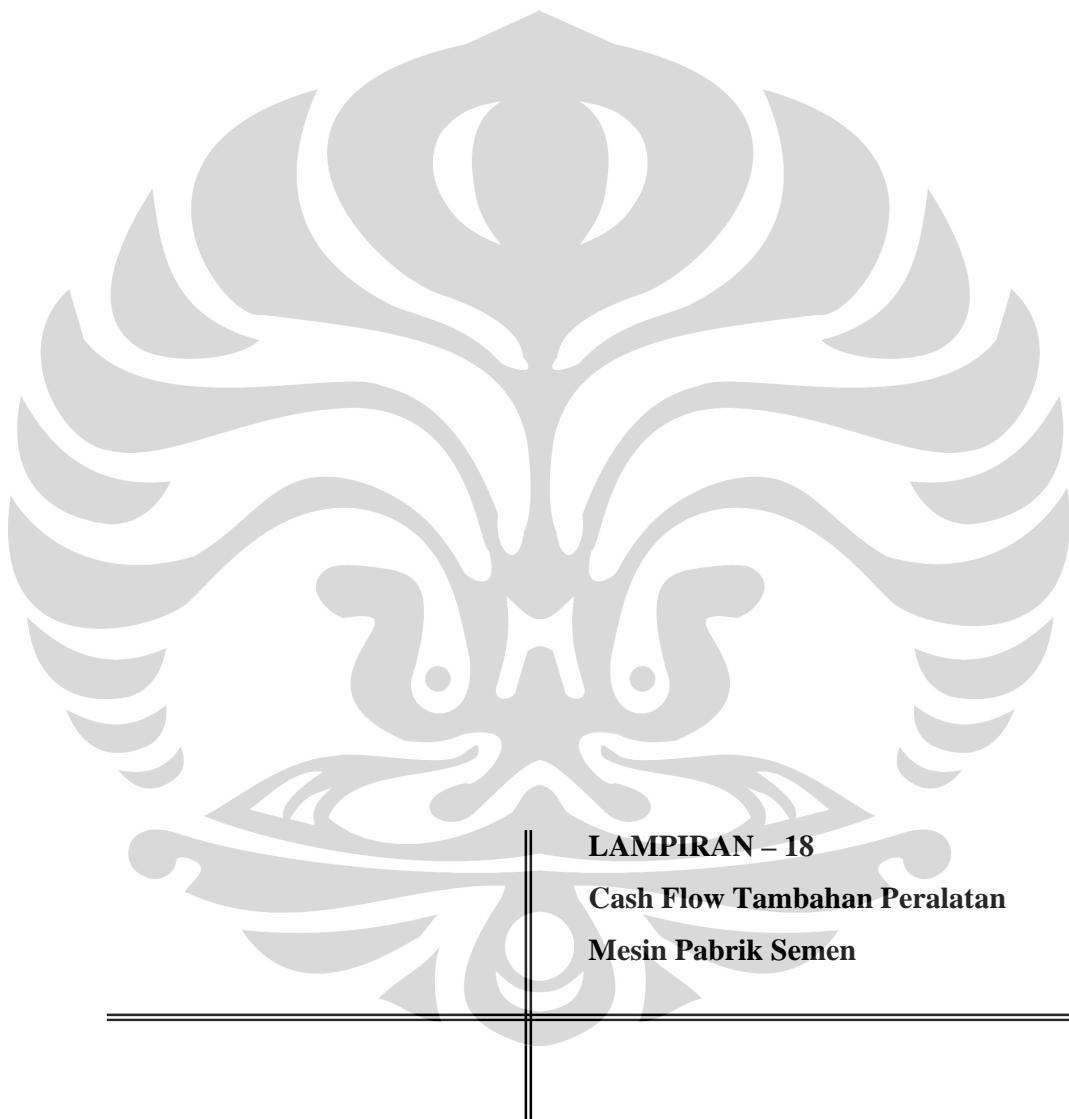
Tahun	Harga Solar
1988	200
1989	200
1990	245
1991	300
1992	300
1993	420
1994	380
1995	380
1996	380
1997	380
1998	600
1999	600
2000	600
2001	990
2002	1,400
2003	1,650
2004	1,650
2005	2,100
2006	4,300
2007	4,300
2008	5,500

Data Series:	Harga Solar	Data Series:	Harga Solar	Data Series:	Harga Solar
Chi-Square:	0.6667	Anderson-Darling:	0.5315	Kolmogorov-Smir:	0.1673
Distribution:	0	Distribution:	0	Distribution:	0
Best fit:	Lognormal	Best fit:	Pareto	Best fit:	Pareto
Normal	25.4286	Normal	2.5922	Normal	0.2890
Triangular	24.4762	Triangular	9.8320	Triangular	0.4844
Lognormal	0.6667	Lognormal	0.7559	Lognormal	0.1939
Uniform	30.6667	Uniform	12.0773	Uniform	0.5154
Exponential	11.1429	Exponential	1.3303	Exponential	0.2589
Weibull	0.6667	Weibull	2.9623	Weibull	0.1921
Beta	25.4286	Beta	2.6330	Beta	0.2924
BetaPERT	8.2857	BetaPERT	2.8236	BetaPERT	0.3198
Gamma	7.3333	Gamma	2.0736	Gamma	0.2986
Logistic	25.4286	Logistic	2.1165	Logistic	0.2794
Pareto	4.9524	Pareto	0.5315	Pareto	0.1673
Max Extreme	11.1429	Max Extreme	2.0744	Max Extreme	0.2898
Min Extreme	25.4286	Min Extreme	3.0077	Min Extreme	0.3039
Student's t	25.4286	Student's t	2.4191	Student's t	0.2830
Control	> 0.5	Control	< 1.5	Control	< 0.03
	BEST		OK		FAIL
Correlations	Harga Solar	Correlations	Harga Solar	Correlations	Harga Solar
Harga Solar	1.0000	Harga Solar	1.0000	Harga Solar	1.0000

Statistics		
Harga_solar		
N	Valid	21
	Missing	0
Mean		1,279.7619
Std. Error of Mean		337.30558
Median		600.0000
Mode		380.00
Std. Deviation		1,545.72837
Variance		2,389,276.190
Skewness		1.809
Std. Error of Skewness		0.501
Range		5,300.00
Minimum		200.00
Maximum		5,500.00
Sum		26,875.00

Harga Solar





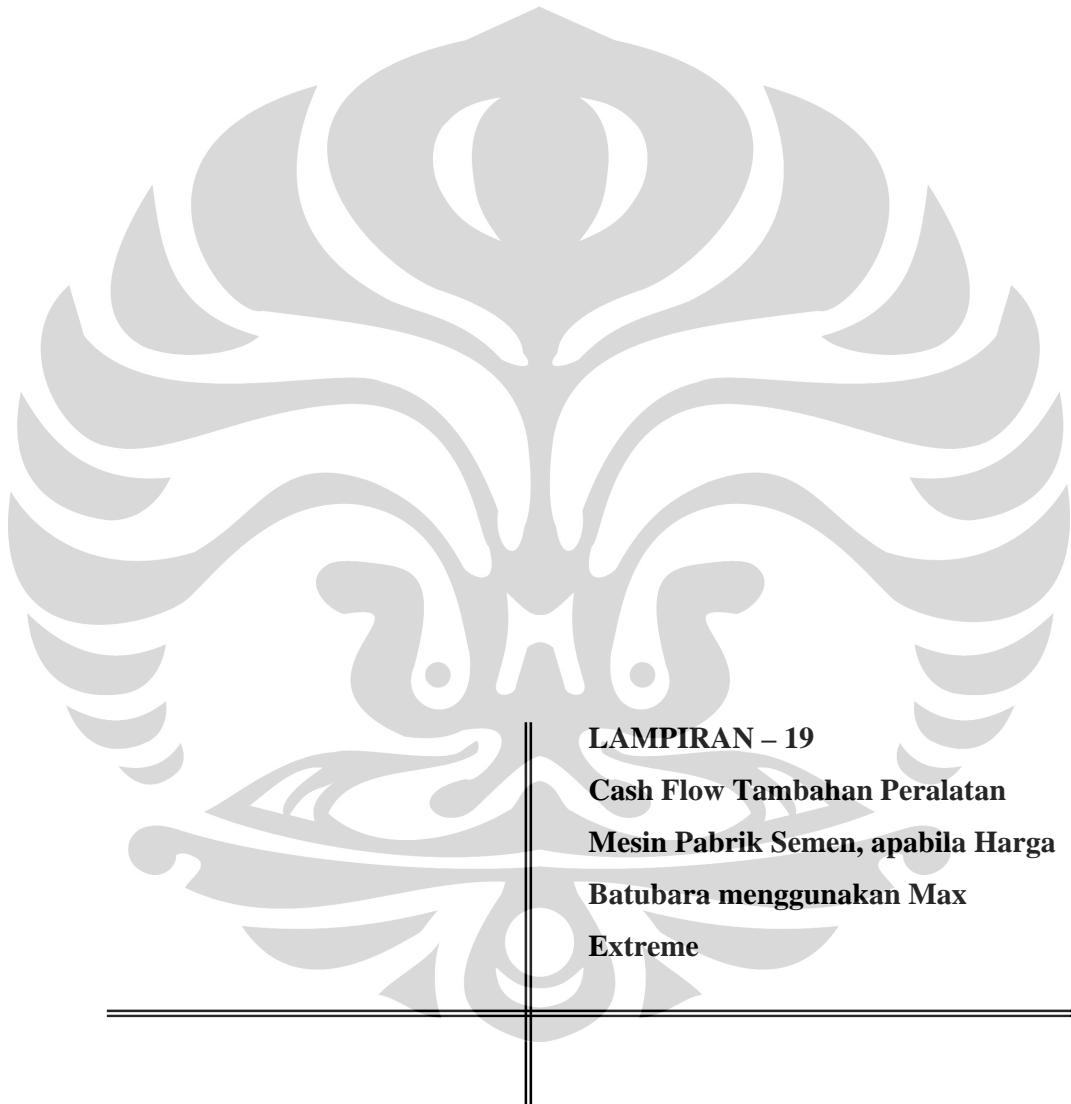
TABEL ALTERNATIF OPTIMASI

NO	KETERANGAN	HASIL OPTIMASI ALTERNATIF - 1	HASIL OPTIMASI ALTERNATIF - 2 (Control)	HASIL OPTIMASI ALTERNATIF - 3	HASIL OPTIMASI ALTERNATIF - 4	HASIL OPTIMASI ALTERNATIF - 5	HASIL OPTIMASI ALTERNATIF - 6	HASIL OPTIMASI ALTERNATIF - 7	HASIL OPTIMASI ALTERNATIF - 8
1	Jumlah Batubara yang digunakan (000 Kkal) Jumlah Sekam Padi yang digunakan (000 Kkal) Jumlah Biji Jarak yang digunakan (000 Kkal)	1,448,000,000 352,000,000 -	1,800,000,000 - -	720,000,000 352,000,000 728,000,000	1,448,000,000 352,000,000 -	1,448,000,000 352,000,000 728,000,000	720,000,000 352,000,000 728,000,000	1,072,000,000 - 728,000,000	1,072,000,000 - 728,000,000
2	Besarnya biaya energi (mean) , Probabilitas maximum nilai mean (%) Maximum biaya energy pada probabilitas 70%	276,522,084,000 51.80% 289,475,000,000	282,942,313,000 51.92% 295,945,500,000	295,198,825,000 53.43% 309,595,000,000	265,067,158,000 51.66% 278,035,000,000	265,067,158,000 51.66% 278,035,000,000	160,365,540,000 52.10% 177,180,000,000	229,065,680,000 51.06% 237,843,000,000	245,995,630,000 50.33% 255,395,000,000
3	Perubahan yang dilakukan terhadap Alternatif-1	Penggunaan Batubara 100%		Harga batubara naik 10%, menjadi Rp. 1.000.000 per ton	Peningkatan gudang terbuka sekam padi Penggunaan gudang pendukung untuk penyimpanan sepanjang musim	Peningkatan gudang terbuka sekam padi Penggunaan gudang pendukung untuk penyimpanan sepanjang musim	Harga ampas biji jarak = 0, karena tertutupi dari hasil penjualan biodiesel dan Gliserol	Harga ampas biji jarak = 300/kg yang merupakan harga kontrak dengan pihak ketiga.	Harga ampas biji jarak = 400/kg yang merupakan harga kontrak dengan pihak ketiga.
4	Sensitivity analysis	Harga Batubara 83.5% Jarak pengambilan sekam padi 9,1% Harga Sekam Padi 3% Bunga Gudang 1,5%	Harga Batubara 96% Harga Batubara 11,9% Jarak pengambilan sekam padi 5% Bunga Gudang 0,7%	Harga Biji Jarak 80,1% Jarak pengambilan sekam padi 9,1% Harga Sekam Padi 3% -	Harga Batubara 85,1% Jarak pengambilan sekam padi 9,1% Harga Sekam Padi 3% -	Harga Batubara 85,1% Jarak pengambilan sekam padi 29,3% Harga sekam padi 6,2% Bunga gudang 3,7% Bahan Bakar Solar 2,6%	Harga batubara 53,7% Jarak pengambilan sekam padi 13,1% Harga sekam padi 0,4% Bunga Bank 0,2%	Harga batubara 80% Harga ampas biji jarak 18,9% Jarak pengambilan batubara 0,5% Bunga Bank 0,2%	Harga batubara 80% Harga ampas biji jarak 18,9% Jarak pengambilan batubara 0,5% Bunga Bank 0,2%
5	STRENGTH	Tidak dibutuhkan peralatan tambahan untuk dapat menggunakan bahan bakar alternatif		Tidak membutuhkan gudang padi yang terbuka		Tidak membutuhkan gudang padi yang terbuka Resiko kekurangan sekam padi dapat	Seluruh turunan dari Biji jarak ini (Ampas, gliserol dan Biodiesel) ada didalam kontrol PT BI	Memberikan biaya energi yang sangat kompetitif	Memberikan biaya energi yang sangat kompetitif
6	WEAKNESS	Membutuhkan pembangunan gudang terbuka untuk sekam padi dengan luasan yang besar	Biaya energi paling tinggi	Kepastian untuk memperoleh padi dari gudang petani tidak dapat dijamin 100%		Resiko kekurangan sekam padi pada Memerlukan perubahan setting alat	Dibutuhkan investasi awal yang sangat besar, termasuk SDM Sangat sulit untuk dilakukan oleh Pabrik Semen tanpa kerjasama dengan pihak ketiga	Jaminan terhadap kesinambungan pasokan ampas dan gliserol relatif aman, karena dilakukan kontrak dengan pihak ketiga	Memberikan biaya energi yang sangat kompetitif
7	Perbedaan biaya terhadap alternatif-2 (Mean) Perbedaan biaya terhadap alternatif-2 (70% probability)	6,420,229,000 6,470,500,000	- -	(12,256,512,000) (13,649,500,000)	17,875,155,000 17,910,500,000	17,875,155,000 17,910,500,000	122,576,773,000 118,765,500,000	53,876,633,000 58,102,500,000	36,946,683,000 40,550,500,000
CAPEX REQUAIRED									
<i>Alternatif fuel main plant additional equipment</i>									
270,000,000,000									
<i>Gudang bahan Bakar</i>									
117,982,782,688									
45,175,438,596									
<i>Batubara</i>									
36,341,130,604									
45,175,438,596									
<i>Sekam Padi</i>									
81,641,652,084									
<i>Biji Jarak</i>									
-									
<i>Pabrik Biodiesel</i>									
-									
<i>IRR setelah Pajak</i>									
-5%									
<i>IRR tanpa Pajak</i>									
-5%									

NOTE :

Investasi gudang batubara	45,175,438,596
Investasi gudang sekam padi (Tertutup + terbuka)	81,641,652,084
Investasi gudang padi terbuka	41,050,724,638
Investasi gudang Biji jarak	36,393,895,012
Pabrik biodiesel (1000 ltr)	867,623,000
Kapasitas per bulan (Ltr)	25,200
Kapasitas per tahun (Ltr)	302,400
Kapasitas per tahun (Ton)	29,06
Ampas hasil Produksi biodiesel (Ton)	75,34

Pabrik Biodiesel yg dibutuhkan	2,247
Ampas biji jarak (Ton/tahun)	169,302
Biji Jarak (Ton/tahun)	241,860
Luas tanaman Jarak (Ha)	48,372



LAMPIRAN – 19

Cash Flow Tambahan Peralatan

Mesin Pabrik Semen, apabila Harga

Batubara menggunakan Max

Extreme

TABEL ALTERNATIF OPTIMASI

NO	KETERANGAN	HASIL OPTIMASI ALTERNATIF - 1	HASIL OPTIMASI ALTERNATIF - 2 (Control)	HASIL OPTIMASI ALTERNATIF - 3	HASIL OPTIMASI ALTERNATIF - 4	HASIL OPTIMASI ALTERNATIF - 5	HASIL OPTIMASI ALTERNATIF - 6	HASIL OPTIMASI ALTERNATIF - 7	HASIL OPTIMASI ALTERNATIF - 8
1	Jumlah Batubara yang digunakan (000 Kkal) Jumlah Sekam Padi yang digunakan (000 Kkal) Jumlah Biji Jarak yang digunakan (000 Kkal)	1,448,000,000 352,000,000 -	1,800,000,000 - -	720,000,000 352,000,000 728,000,000	1,448,000,000 352,000,000 -	1,448,000,000 352,000,000 728,000,000	720,000,000 352,000,000 728,000,000	1,072,000,000 - 728,000,000	1,072,000,000 - 728,000,000
2	Besarnya biaya energi (mean) , Probabilitas maximum nilai mean (%) Maximum biaya energy pada probabilitas 70%	276,522,084,000 51.80% 289,475,000,000	282,942,313,000 51.92% 295,945,500,000	295,198,825,000 53.43% 309,595,000,000	265,067,158,000 51.66% 278,035,000,000	265,067,158,000 51.66% 278,035,000,000	160,365,540,000 52.10% 177,180,000,000	229,065,680,000 51.06% 237,843,000,000	245,995,630,000 50.33% 255,395,000,000
3	Perubahan yang dilakukan terhadap Alternatif-1	Penggunaan Batubara 100%		Harga batubara naik 10%, menjadi Rp. 1.000.000 per ton	Peningkatan gudang terbuka sekam padi Penggunaan gudang pendukung untuk penyimpanan sepanjang musim	Peningkatan gudang terbuka sekam padi Penggunaan gudang pendukung untuk penyimpanan sepanjang musim	Harga ampas biji jarak = 0, karena tertutupi dari hasil penjualan biodiesel dan Gliserol	Harga ampas biji jarak = 300/kg yang merupakan harga kontrak dengan pihak ketiga.	Harga ampas biji jarak = 400/kg yang merupakan harga kontrak dengan pihak ketiga.
4	Sensitivity analysis	Harga Batubara 83.5% Jarak pengambilan sekam padi 9,1% Harga Sekam Padi 3% Bunga Gudang 1,5%	Harga Batubara 96% Harga Batubara 11,9% Jarak pengambilan sekam padi 5% Bunga Gudang 0,7%	Harga Biji Jarak 80,1% Jarak pengambilan sekam padi 9,1% Harga Sekam Padi 3% -	Harga Batubara 85,1% Jarak pengambilan sekam padi 9,1% Harga Sekam Padi 3% -	Harga Batubara 85,1% Jarak pengambilan sekam padi 29,3% Harga sekam padi 6,2% Bunga gudang 3,7% Bahan Bakar Solar 2,6%	Harga batubara 53,7% Jarak pengambilan sekam padi 13,1% Harga sekam padi 0,4% Bunga Bank 0,2%	Harga batubara 80% Harga ampas biji jarak 18,9% Jarak pengambilan batubara 0,5% Bunga Bank 0,2%	Harga batubara 80% Harga ampas biji jarak 18,9% Jarak pengambilan batubara 0,5% Bunga Bank 0,2%
5	STRENGTH	Tidak dibutuhkan peralatan tambahan untuk dapat menggunakan bahan bakar alternatif		Tidak membutuhkan gudang padi yang terbuka		Tidak membutuhkan gudang padi yang terbuka Resiko kekurangan sekam padi dapat	Seluruh turunan dari Biji jarak ini (Ampas, gliserol dan Biodiesel) ada didalam kontrol PT BI	Memberikan biaya energi yang sangat kompetitif	Memberikan biaya energi yang sangat kompetitif
6	WEAKNESS	Membutuhkan pembangunan gudang terbuka untuk sekam padi dengan luasan yang besar	Biaya energi paling tinggi	Kepastian untuk memperoleh padi dari gudang petani tidak dapat dijamin 100%		Resiko kekurangan sekam padi pada Memerlukan perubahan setting alat	Dibutuhkan investasi awal yang sangat besar, termasuk SDM Sangat sulit untuk dilakukan oleh Pabrik Semen tanpa kerjasama dengan pihak ketiga	Jaminan terhadap kesinambungan pasokan ampas dan gliserol relatif aman, karena dilakukan kontrak dengan pihak ketiga	Memberikan biaya energi yang sangat kompetitif
7	Perbedaan biaya terhadap alternatif-2 (Mean) Perbedaan biaya terhadap alternatif-2 (70% probability)	6,420,229,000 6,470,500,000	- -	(12,256,512,000) (13,649,500,000)	17,875,155,000 17,910,500,000	17,875,155,000 17,910,500,000	122,576,773,000 118,765,500,000	53,876,633,000 58,102,500,000	36,946,683,000 40,550,500,000
CAPEX REQUAIRED									
<i>Alternatif fuel main plant additional equipment</i>									
270,000,000,000									
<i>Gudang bahan Bakar</i>									
117,982,782,688									
45,175,438,596									
<i>Batubara</i>									
36,341,130,604									
45,175,438,596									
<i>Sekam Padi</i>									
81,641,652,084									
<i>Biji Jarak</i>									
-									
<i>Pabrik Biodiesel</i>									
-									
<i>IRR setelah Pajak</i>									
-5%									
<i>IRR tanpa Pajak</i>									
-5%									

NOTE :

Investasi gudang batubara	45,175,438,596
Investasi gudang sekam padi (Tertutup + terbuka)	81,641,652,084
Investasi gudang padi terbuka	41,050,724,638
Investasi gudang Biji jarak	36,393,895,012
Pabrik biodiesel (1000 ltr)	867,623,000
Kapasitas per bulan (Ltr)	25,200
Kapasitas per tahun (Ltr)	302,400
Kapasitas per tahun (Ton)	29,06
Ampas hasil Produksi biodiesel (Ton)	75,34

Pabrik Biodiesel yg dibutuhkan	2,247
Ampas biji jarak (Ton/tahun)	169,302
Biji Jarak (Ton/tahun)	241,860
Luas tanaman Jarak (Ha)	48,372

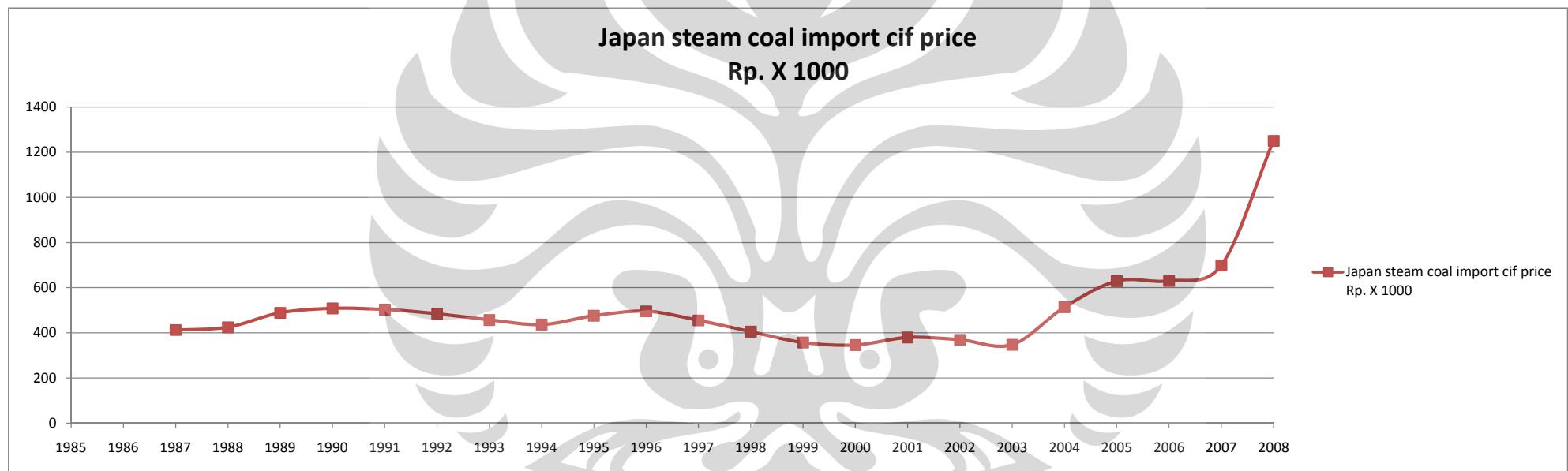
US dollars per tonne	Japan steam coal import cif price	Japan steam coal import cif price Rp. X 1000
1987	41.28	413
1988	42.47	425
1989	48.86	489
1990	50.81	508
1991	50.3	503
1992	48.45	485
1993	45.71	457
1994	43.66	437
1995	47.58	476
1996	49.54	495
1997	45.53	455
1998	40.51	405
1999	35.74	357
2000	34.58	346
2001	37.96	380
2002	36.9	369
2003	34.74	347
2004	51.34	513
2005	62.91	629
2006	63.04	630
2007	69.86	699
2008	125	1,250

Sumber: McCloskey Coal Information Service,

Data Series:	Japan steam coal import cif price
Chi-Square:	0.6667
Distribution:	0
Best fit:	Max Extreme
Normal	18.7619
Triangular	18.7619
Lognormal	3.5238
Uniform	38.7619
Exponential	27.3333
Weibull	4.4762
Beta	18.7619
BetaPERT	9.2381
Gamma	7.3333
Logistic	4.4762
Pareto	4.4762
Max Extreme	0.6667
Min Extreme	23.0476
Student's t	8.2857
Control	> 0.5
	BEST
Correlations	Japan steam coal import cif price
Japan steam coal import cif price	1.0000

Data Series:	Japan steam coal import cif price
Anderson-Darling:	0.6611
Distribution:	0
Best fit:	Max Extreme
Normal	2.4738
Triangular	9.8273
Lognormal	1.0896
Uniform	13.9742
Exponential	5.4618
Weibull	1.2700
Beta	2.4577
BetaPERT	1.6002
Gamma	1.9133
Logistic	1.3343
Pareto	0.7793
Max Extreme	0.6611
Min Extreme	3.9993
Student's t	1.7881
Control	< 1.5
	OK
Correlations	Japan steam coal import cif price
Japan steam coal import cif price	1.0000

Data Series:	Japan steam coal import cif price
Kolmogorov-Smirnov:	0.1670
Distribution:	0
Best fit:	Weibull
Normal	0.3161
Triangular	0.5664
Lognormal	0.2387
Uniform	0.6432
Exponential	0.4867
Weibull	0.1670
Beta	0.3152
BetaPERT	0.2975
Gamma	0.2621
Logistic	0.2257
Pareto	0.1749
Max Extreme	0.1889
Min Extreme	0.3405
Student's t	0.2699
Control	< 0.03
	FAIL
Correlations	Japan steam coal import cif price
Japan steam coal import cif price	1.0000





RISALAH TESIS PASCASARJANA PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL KEKHUSUSAN MANAJEMEN PROYEK

Nama : Rahmad Mudjiono
 NIM : 0706172973
 Judul Tesis : Optimasi Biaya Produksi dengan Menggunakan Bahan Bakar Alternatif untuk Rencana Operasional Pabrik Semen PT. Boral Indonesia.

Dosen Penguji Ir. Eddy Subianto, MM, MT

NO	PERTANYAAN/SARAN	KETERANGAN
1	Apakah ada kualitas-kualitas yang disyaratkan untuk bahan bakar alternatif ini?	Tidak ada persyaratan khusus dalam hal ini, kecuali ukurannya yang dijelaskan pada Sub-bab 2.2.7 dan Tabel II.3
2	Apakah dalam pemakaian bahan bakar ini sudah dikaji resiko apa saja yang akan terjadi, dan cara penanggulangannya?	Dijelaskan pada Sub-bab 4.3 dan Bab 5.2.3.2
3	Saran apa yang dapat diberikan agar ketersediaan bahan bakar alternatif ini tetap terjaga, minimal hingga BEP tercapai?	Telah dimasukkan didalam saran.
4	Asumsi apa saja yang mendasari optimasi ini?	Dijelaskan di Sub-bab 5.2.1 dan 5.2.2
5	Saran untuk membuat bisnis unit pengolahan limbah dan manajemen pengumpulan bahan bakar alternatif.	Telah ditambahkan didalam saran.
6	Apakah sudah ditetapkan lokasi dan jarak pengambilan bahan bakar alternatif.	Dibahas di Sub-bab 2.3.4 dan lampiran-2

Universitas Indonesia

7	Saran untuk outsourcing dalam pengumpulan dan pengelolaan bahan bakar alternatif/limbah berbahaya.	Telah dimasukkan didalam saran-saran.

Dosen Penguji Ir. Wisnu Isvara, MT.

NO	PERTANYAAN/SARAN	KETERANGAN
1	Tambahkan teori-teori optimasi di bab-3	Telah dilengkapi pada sub-bab 3.7.2, 3.7.3, 3.7.4
2	Tunjukkan constraint MARR 18% sebagai dasar untuk alternatif-alternatif optimasi	Telah dicantumkan di sub-bab 3.7.2
3	Tempatkan jawaban terhadap research question pada bagian pertama kesimpulan, dan hal-hal yang tidak berhubungan langsung dapat dibahas di pembahasan saja	Telah dilakukan perbaikan di Kesimpulan dan Saran

Dosen Penguji DR. Ir. Ismeth S. Abidin

NO	PERTANYAAN/SARAN	KETERANGAN
1	Bagaimana validasi hasil penelitian?	Dijelaskan di sub-bab 6.7 Validasi Pakar.
2	Apa yang harus dilakukan dimasa akan datang untuk peningkatan hasil penelitian?	Telah ditambahkan di saran-saran
3	Revisi penulisan X^3_7 menjadi $X_{3,7}$	Telah direvisi.

Jakarta 24, Desember 2008

Pembimbing II

DR. Ir. Ismeth S. Abidin

Pembimbing I ~

DR. Ir. Yusuf Latief, MT

Penguji

Ir. Eddy Subianto, MM, MT
Ir. Wisnu Isvara, MT.**Universitas Indonesia**