



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS TINGKAT INTENSITAS ENERGI SEKTOR INDUSTRI
PADA SUB-SEKTOR INDUSTRI SEMEN DAN INDUSTRI TEKSTIL**

SKRIPSI

DAVID KARUNIA MULYONO

0706269672

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS INDONESIA

DEPOK

DESEMBER 2010



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS TINGKAT INTENSITAS ENERGI SEKTOR INDUSTRI
PADA SUB-SEKTOR INDUSTRI SEMEN DAN INDUSTRI TEKSTIL**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana

DAVID KARUNIA MULYONO

0706269672

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS INDONESIA

DEPOK

DESEMBER 2010

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Makalah skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
Dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : David Karunia Mulyono

NPM : 0706269672

Tanda Tangan :

Tanggal :

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : David Karunia Mulyono
NPM : 0706269672
Program Studi : Teknik Kimia
Judul Skripsi : Analisis Tingkat Intensitas Energi Sektor Industri pada Sub-sektor Industri Semen dan Industri Tekstil

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

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. Asep Handaya Saputra, M.Eng ()
Penguji : Kamarza Mulia, PhD. ()
Penguji : Ir. Praswasti PDK Wulan, MT ()
Penguji : Dr. Ir. Nelson Saksono, MT ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 6 Januari 2011

Universitas Indonesia

KATA PENGANTAR

Pertama-tama saya mengucapkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan penyertaan-Nya, saya dapat menyelesaikan makalah skripsi ini. Penulisan makalah skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Kimia pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa dalam pembuatan makalah skripsi ini saya banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Asep Handaya Saputra, M.Eng, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan makalah skripsi ini;
2. Seluruh dosen Departemen Teknik Kimia UI yang telah mengajar dan memberi saya wawasan sebagai mahasiswa teknik kimia;
3. Kedua orang tua saya serta adik saya yang telah senantiasa memberikan semangat dan dukungan hingga terselesaikannya makalah seminar ini;
4. Rekan-rekan saya yaitu Mas Wasis, Denny Sukma Laksana, Andrea Baskoro Prabowo, Hilman Anshari, dan Humala Paulus Halim yang telah banyak membantu memberikan bantuan baik secara moril maupun materiil serta rekan-rekan lain yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.
5. Terakhir saya juga menyampaikan terima kasih secara khusus kepada Monica Winata yang telah senantiasa memberikan dukungan yang tiada henti kepada saya dalam penyelesaian makalah seminar ini.

Akhir kata saya meminta maaf apabila dalam makalah skripsi ini ada kata-kata yang kurang berkenan. Semoga makalah skripsi ini memberikan manfaat bagi ilmu pengetahuan kedepannya.

Depok, 26 Desember 2010

Penulis

Universitas Indonesia

ABSTRAK

David Karunia Mulyono
NPM : 0706269672
Departemen Teknik Kimia

Dosen Pembimbing:
Dr. Ir. Asep Handaya S., M.Eng.

ANALISIS TINGKAT INTENSITAS ENERGI SEKTOR INDUSTRI PADA SUB-SEKTOR INDUSTRI SEMEN DAN INDUSTRI TEKSTIL

ABSTRAK

Industri Semen dan Industri Tekstil merupakan dua subsektor padat energi dari sektor industri. Oleh karena itu perlu dilakukan suatu kajian terhadap kebutuhan energi dari keduanya pada tahun 2020 supaya dapat dijadikan dasar bagi Pemerintah dalam mengambil kebijakan yang dianggap perlu. Metode yang digunakan dalam kajian ini adalah permodelan dengan menggunakan sistem dinamik. Setelah dilakukan perhitungan, untuk industri semen dengan tingkat pertumbuhan konsumsi per kapita sebesar 3,4% per tahun maka dibutuhkan tambahan kapasitas pabrik semen sebesar 10.000.000 ton pada awal tahun 2015 sehingga total kebutuhan energi untuk industri semen Indonesia pada tahun 2020 adalah 2.831.647,28 BOE. Untuk industri tekstil dengan tingkat pertumbuhan konsumsi per kapita sebesar 10% per tahun tingkat intensitas energi pada tahun 2020 adalah 109.897,91 BOE/ juta orang.

Kata kunci: Tingkat Intensitas Energi, Sistem Dinamik, Industri Tekstil, Industri Semen.

ABSTRACT

David Karunia Mulyono
NPM : 0706269672
Chemical Engineering Departement

Counselor:
Dr. Ir. Asep Handaya S., M.Eng.

**ANALYSIS OF INTENSITY OF ENERGY SECTOR INDUSTRY IN
SUB-SECTOR CEMENT INDUSTRY AND TEXTILE INDUSTRY****ABSTRACT**

Cement Industry and Textile Industry are the two energy-intensive subsectors of the industrial sector. Therefore it needs to do a study on energy needs of both in 2020 so that can be used as the basis for government in making policies that are considered necessary. The method used in this study is modeling using dynamic system. After doing the calculations, for the cement industry with a growth rate of consumption per capita of 3.4% per year is required additional capacity of 10 million tonnes cement plant in early 2015 so that total energy demand for Indonesian cement industry in 2020 will be 2.831.647,28 BOE. For the textile industry with a growth rate of consumption per capita by 10 % peryear rate of energy intensity in 2020 will be 109.897,91 BOE / million people .

Keywords: Intensity of Energy, System Dynamic, Textile Industry, Cement Industry.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Batasan Masalah	7
1.5 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTKA	9
2.1 Proses Produksi Pada Industri Semen.....	9
2.1.1 Unit Mining	9
2.1.2 Unit Raw Mill.....	11
2.1.3 Unit Coal Mill	11
2.1.4 Unit Burning.....	13
2.1.5 Unit Finish Mill.....	17
2.1.6 Unit Packing.....	18
2.2 Perkembangan Industri Semen Di Indonesia	19
2.3 Energi Yang Digunakan Dalam Industri Semen.....	20
2.3.1 Energi Listrik.....	20

2.3.2 Energi Panas	21
2.4 Persentase Pemakaian Energi Dalam Industri Semen	21
2.5 Perkembangan Industri Tekstil Di Indonesia.....	22
2.6 Mesin-Mesin Yang Digunakan Dalam Industri Tekstil	23
2.6.1 Mesin-mesin dalam Industri Pemintalan	24
2.6.2 Mesin-mesin dalam Industri Pertenunan (Gapur, 2009).....	27
2.6.3 Mesin-mesin dalam Industri Pencelupan dan Finishing (Mawardini, 2003)	30
2.7 Sistem Dinamik (Avianto, 2006; Muhammadi, 2001; Saeed, 1994).....	32
2.7.1 Konsep-konsep Dasar Simulasi Sistem (Tasrif, 2005)	32
2.7.2 Metodologi <i>System Dynamics</i>	35
2.7.3 Hubungan Kausal (sebab-akibat).....	36
2.7.4 Langkah-langkah Permodelan dengan Metode Sistem Dinamik	37
2.7.5 <i>Tools</i> yang digunakan dalam Permodelan menggunakan Sistem Dinamik	39
2.8 Energy Demand Model	42
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	44
3.1 Variabel Penelitian.....	44
3.2 Prosedur Penelitian	44
3.2.1 Studi Literatur.....	45
3.2.2 Pengumpulan Data.....	45
3.2.3 Membuat Skenario- skenario Kebijakan yang terjadi.....	45
3.2.4 Membuat break down masing-masing parameter di dalam <i>causal loop</i>	45
3.2.5 Pengembangan model ke dalam <i>software</i> Permodelan Sistem Dinamik.....	46
3.3 Teknik Pengumpulan Data.....	47
3.4 Teknik Analisis Data	48
3.5 Diagram Alir Penelitian.....	48
3.6 Skenario Kebijakan Yang Digunakan	50
3.6.1 Skenario Tingkat Intensitas Energi Industri Semen	51

3.6.2 Skenario Tingkat Intensitas Energi Industri Tekstil	52
3.7 PERHITUNGAN MATEMATIS.....	55
3.7.1 Subsektor Industri Semen	55
3.7.2 Subsektor Industri Tekstil	56
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	59
4.1 Perhitungan Populasi Penduduk.....	59
4.2 Tingkat Intensitas Energi Semen	59
4.3 Tingkat Intensitas Energi Industri Tekstil	67
4.3.1 Perhitungan Produksi per kapita Industri Tekstil	67
4.3.2 Perhitungan Energi Tekstil.....	68
4.3.3 Hasil Simulasi Tingkat Intensitas Energi Industri Tekstil	72
BAB V KESIMPULAN	90
DAFTAR PUSTAKA	92

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Pohon Industri untuk subsektor Semen (Kemenperin, 2010).....	2
Gambar 1. 2 Daerah Persebaran Penghasil Tekstil di Indonesia (Soetrisno, 2008)	3
Gambar 1. 3 Perkembangan Investasi Industri Tekstil (Soetrisno, 2008).....	5
Gambar 2. 1 Proses Penambangan Batu Kapur.....	10
Gambar 2. 2 Proses Penambangan Tanah Liat di Pabrik Semen.....	10
Gambar 2. 3 Pembagian Model (Abstraksi suatu Sistem) (Tasrif, 2005)	34
Gambar 2. 4 Contoh Causal Loop (Tasrif, 2005)	37
Gambar 2. 5 Siklus Kebijakan.....	42
Gambar 3. 1 Permodelan Industri Semen dalam Software	46
Gambar 3. 2 Permodelan Industri Tekstil dalam Software	47
Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian untuk Industri Tekstil.....	49
Gambar 3. 4 Diagram Alir Penelitian untuk Industri Semen	50
Gambar 4. 1 Perbandingan Pertumbuhan Demand Semen dengan tiga skenario berbeda	61
Gambar 4. 2 Pertumbuhan Produksi Semen untuk Skenario Optimistis	62
Gambar 4. 3 Pertumbuhan Produksi Semen untuk Skenario Aktual	64
Gambar 4. 4 Pertumbuhan Produksi Semen untuk Skenario Pesimistis	66
Gambar 4. 5 Grafik Hasil Simulasi Tingkat Intensitas Energi Tekstil untk Skenario Optimistis	73
Gambar 4. 6 Hubungan antara Demand dan Kapasitas Produksi Unit Serat untuk Skenario Optimistis.....	74
Gambar 4. 7 Hubungan antara Demand dan Kapasitas Produksi Unit Pemintalan untuk Skenario Optimistis	75
Gambar 4. 8 Hubungan antara Demand dan Kapasitas Produksi Unit Tenun untuk Skenario Optimistis.....	76
Gambar 4. 9 Hubungan antara Demand dan Kapasitas Produksi Unit Finishing untuk Skenario Optimistis	77

Gambar 4. 10 Grafik Hasil Simulasi Tingkat Intensitas Energi Tekstil untk Skenario Aktual	78
Gambar 4. 11 Hubungan antara Demand dan Kapasitas Produksi Unit Serat untuk Skenario Aktual	79
Gambar 4. 12 Hubungan antara Demand dan Kapasitas Produksi Unit Pemintalan untuk Skenario Aktual.....	80
Gambar 4. 13 Hubungan antara Demand dan Kapasitas Produksi Unit Tenun untuk Skenario Aktual	81
Gambar 4. 14 Hubungan antara Demand dan Kapasitas Produksi Unit Finishing untuk Skenario Aktual.....	82
Gambar 4. 15 Grafik Hasil Simulasi Tingkat Intensitas Energi Tekstil untk Skenario Pesimistis	83
Gambar 4. 16 Hubungan antara Demand dan Kapasitas Produksi Unit Pemintalan untuk Skenario Pesimistis.....	85
Gambar 4. 17 Hubungan antara Demand dan Kapasitas Produksi Unit Tenun untuk Skenario Pesimistis	86
Gambar 4. 18 Hubungan antara Demand dan Kapasitas Produksi Unit Finishing untuk Skenario Pesimistis.....	87
Gambar 4. 19 Tingkat Intensitas Energi Tekstil dengan berbagai skenario.....	88

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Pemakaian Energi pada Industri Semen	21
Tabel 2. 2 Pemakaian Energi dalam MJ per ton produksi Semen	22
Tabel 2. 3 Mesin-mesin di Unit Pemintalan (Angraeni, 2004)	24
Tabel 2. 4 Spesifikasi Mesin Unit Pemintalan (Angraeni, 2004)	26
Tabel 2. 5 Spesifikasi Mesin Unit Pertenunan (Gapur, 2009).....	29
Tabel 2. 6 Mesin-mesin yang Digunakan dalam Unit Pencelupan.....	30
Tabel 2. 7 Pemakaian Energi Unit Pencelupan/ finishing (Widodo, 2006)	32
Tabel 2. 8 Tools dalam Pemodelan Menggunakan Sistem Dinamik	40
Tabel 4. 1 Populasi Penduduk Indonesia.....	59
Tabel 4. 2 Produksi Semen Tiga Perusahaan Besar di Indonesia (dalam ribu ton).....	60
Tabel 4. 3 Kebutuhan Energi Semen untuk Skenario Optimistis	63
Tabel 4. 4 Kebutuhan Energi Semen untuk Skenario Aktual.....	65
Tabel 4. 5 Kebutuhan Energi Semen untuk Skenario Pesimistis.....	67
Tabel 4. 6 Produksi Industri Tekstil (API, 2009)	68
Tabel 4. 7 Kebutuhan Energi Unit Pemintalan.....	69
Tabel 4. 8 Kebutuhan Energi Unit Pertenunan.....	71
Tabel 4. 9 Perhitungan Energi yang dibutuhkan Unit Finishing/ Pencelupan	72
Tabel 4. 10 Perbandingan Tingkat Intensitas Energi Tekstil Untuk Skenario Optimistis	73
Tabel 4. 11 Perbandingan Tingkat Intensitas Energi Tekstil Untuk Skenario Aktual.....	78
Tabel 4. 12 Perbandingan Tingkat Intensitas Energi Tekstil Untuk Skenario Aktual.....	83
Tabel 4. 13 Kebutuhan Energi pada Unit-unit Tekstil untuk Masing-masing Skenario.....	88

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

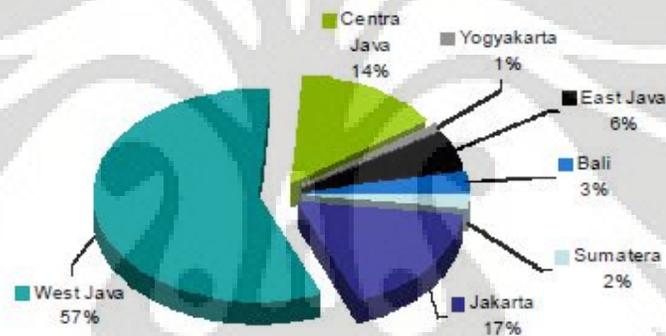
Dalam suatu perencanaan program dan kegiatan serta penyusunan kebijakan seringkali memerlukan alat bantu atau suatu model yang dapat digunakan sebagai *tools* dalam penyusunannya agar dapat diperoleh suatu hasil yang lebih akurat. Alat bantu atau model perencanaan ini haruslah berlandaskan pada suatu teori atau suatu pemikiran ilmiah agar hasilnya nanti dapat diaplikasikan dengan baik. Berkaitan dengan perubahan paradigma pengelolaan energi di Indonesia, yaitu dari *Supply Side Management* menjadi *Demand Side Management* yang sedang dilakukan pemerintah, alat bantu atau model harus juga mendukung hal ini.

Untuk memodelkan suatu permintaan energi di Indonesia maka dapat dilihat dari empat sektor yang menggunakan energi, yakni sektor rumah tangga, industri, komersial, dan transportasi. Konsumsi energi oleh sektor industri yang hampir mencapai 300 juta BOE (50%) dari total konsumsi energi di Indonesia pada tahun 2008 yang berkisar sekitar 640 juta BOE (ESDM, 2009) menempati posisi tertinggi di antara sektor lainnya seperti transportasi, rumah tangga, dan komersial. Posisi konsumsi tersebut selalu ditempati oleh sektor ini selama lebih dari sepuluh tahun terakhir.

Dari sudut pandang energi subsektor yang ada di sektor industri manufaktur dapat dibagi dalam kelompok padat energi (*Energy Intensive Industry*) dan kelompok yang tidak padat energi. Menurut Biro Pusat Statistik data konsumsi energi pada setiap subsektor industri menunjukkan bahwa hanya 6 (enam) subsektor yang mengkonsumsi sekitar 80% dari total pasokan energi, sedangkan 20% pasokan energi diserap oleh 17 subsektor industri. Enam subsektor yang masuk ke dalam subsektor padat energi adalah; subsektor Kimia, Logam, Makanan dan Minuman, semen dan keramik (Galian bukan Logam), tekstil dan pengolahan kertas serta pengolahan karet dan plastik.

Sebelum melangkah ke bidang energi, kita mengetahui terlebih dahulu tentang perkembangan industri tekstil di Indonesia. Hingga 2006, jumlah industri tekstil Indonesia mencapai 2.699 perusahaan, dengan total investasi Rp 135,7 triliun. Jumlah ini hanya mengalami sedikit kenaikan dibanding tahun sebelumnya yang berjumlah 2,656 perusahaan. Lokasi industri TPT terkonsentrasi di Jawa Barat (57 persen), Jawa Tengah (14 persen), dan Jakarta (17 persen). Sisanya tersebar di Jawa Timur, Bali, Sumatera dan Yogyakarta. Pada 2006, total kapasitas produksi mencapai 6,1 juta ton dengan utilitas 69,8 persen. Kapasitas produksi tersebut terdiri dari industri pemintalan 2,4 juta ton, industri pertenunan, perajutan, pencelupan dan finishing 1,8 juta ton, industri garmen 754 ribu ton dan tekstil lainnya 101 ribu ton. Kapasitas produksi ini mengalami kenaikan sebesar 1,7 juta ton dibanding tahun sebelumnya yang hanya sebesar 5,86 juta ton (Miranti, 2009).

DISTRIBUTION OF TEXTILE & CLOTHING COMPANY BY REGION 2007



Gambar 1.2 Daerah Persebaran Penghasil Tekstil di Indonesia (Soetrisno, 2008)

Industri tekstil memiliki struktur industri yang terintegrasi dari hulu hingga ke hilir (up stream, mid stream, dan down stream) dan memiliki keterkaitan yang sangat erat antara satu industri dengan industri lainnya. Karena itu, analisis mengenai industri ini akan menyentuh berbagai segmen industri baik langsung maupun tidak langsung

Di tingkat hulu Indonesia memiliki industri serat yang terdiri dari industri serat alam, serat buatan dan benang filamen; dan industri pemintalan serta pencelupan (spinning). Hingga 2006, Indonesia telah memiliki 26 perusahaan industri serat dengan total kapasitas terpasang 1,077 ribu ton. Sekitar 70% dari hasil industri serat ini diserap oleh industri pemintalan di dalam negeri. Sedangkan sisanya diekspor ke luar negeri. Saat ini Indonesia

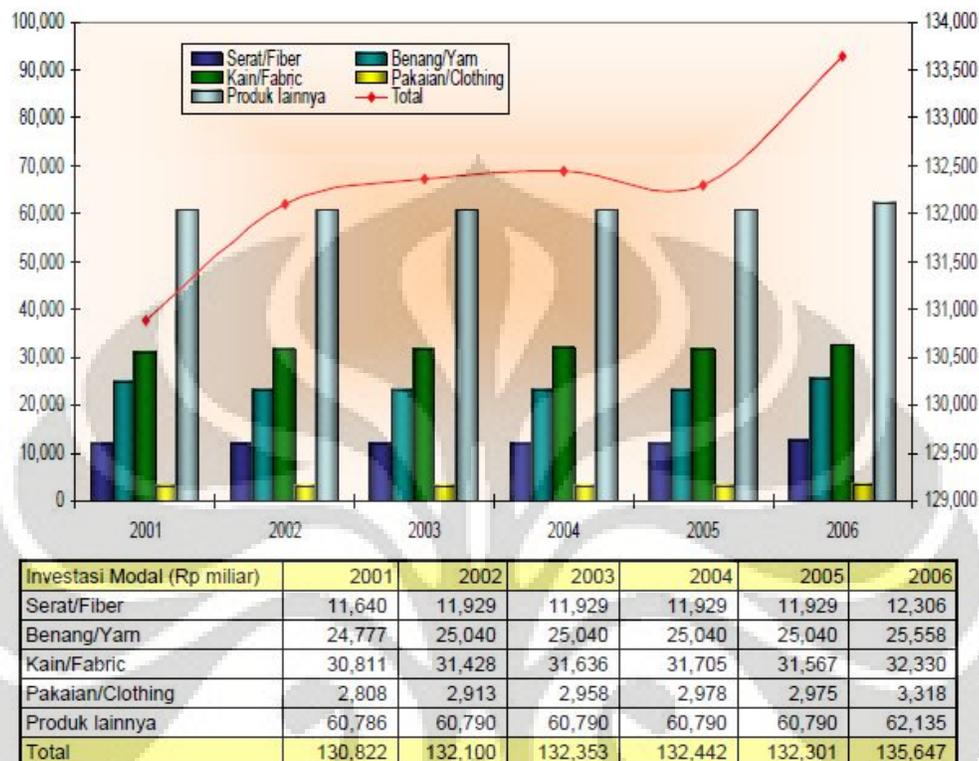
merupakan produsen serat buatan ketujuh terbesar dunia yang memasok 10% kebutuhan serat rayon dunia.

Sementara itu, jumlah industri pemintalan mencapai 204 perusahaan dengan kapasitas terpasang 2,4 juta ton dan jumlah mesin 7.803.241 unit pada 2006. Jumlah mesin ini tidak mengalami perkembangan sejak 2003. Dari jumlah mesin tersebut, sebanyak 64 persen diantaranya telah berusia diatas 20 tahun. Ini menyebabkan industri ini tidak mampu memenuhi permintaan pasar dalam negeri maupun luar negeri secara optimal. Sekitar separuh dari produksi industri pemintalan dikonsumsi di dalam negeri, dan sisanya di ekspor ke luar negeri.

Kondisi yang relatif sama juga terlihat pada industri pertenunan, perajutan, pencelupan dan finishing. Jumlah perusahaan yang berjumlah 1,044 perusahaan dengan total kapasitas produksi 1,78 juta ton pada 2006 nyaris tidak mengalami perkembangan sepanjang 5 tahun terakhir. Demikian juga jumlah mesin tidak mengalami penambahan sejak 2003. Diantara industri TPT, industri ini kondisinya termasuk yang paling memprihatinkan. Dari 248.957 unit mesin tenun yang ada, sekitar 66 persen diantaranya telah berusia diatas 20 tahun, dan 26 persen diatas 10 tahun. Kondisi mesin rajut dan mesin finishing jauh lebih memprihatinkan. Jumlah mesin rajut yang berusia diatas 20 tahun mencapai 84 persen dari jumlah mesin 41.312 unit. Sementara pada mesin finishing, jumlah mesin yang berusia diatas 20 tahun jumlahnya mencapai 93 persen dari 349 unit mesin yang ada. Itulah sebabnya, karena kemampuan mesin finishingnya yang rendah, ekspor di sub sektor ini didominasi oleh kain mentah. Pasar utama dari hasil industri tenun adalah negara-negara di Eropa dan Timur Tengah.

Perkembangan investasi untuk industri TPT cenderung stagnan sepanjang 2001-2005. Namun pada 2006 terjadi sedikit kenaikan sebesar Rp 3,34 triliun. Peningkatan investasi ini terutama terjadi dalam PMA (Penanaman Modal Asing). Pada 2006, PMA mencapai US\$ 418 juta atau meningkat 490% dibanding 2005, sedangkan PMDN (Penanaman Modal Dalam Negeri) sebesar Rp 80 miliar atau turun 2100% dibanding 2005. Hingga 2007, penambahan investasi asing masih terus berlangsung. Saat ini ada 4 negara yang mendominasi industri TPT di Indonesia yakni India (PT Indorama), Jepang (PT Summitmas Group), Korea Selatan (Korean Garmen Group), dan Taiwan (Taiwan Garmen Group). Selama Januari-April 2006

terdapat 40 perusahaan asal Korea yang menanamkan modalnya di sektor TPT dengan nilai investasi US\$ 375 juta.



Gambar 1. 3 Perkembangan Investasi Industri Tekstil (Soetrisno, 2008)

Setelah mengetahui perkembangan industri tekstil dan semen kemudian kita mempelajari tentang pendekatan model energi yang akan digunakan. Pendekatan-pendekatan model energi yang sering digunakan diantaranya adalah pendekatan ekonometri, *end-use* atau *engineering model*, *input – output model*, dan gabungan diantara ketiganya. Pendekatan ekonometri merupakan pendekatan yang menggunakan pendekatan statistik dan ekonomi yang bersifat makro. Pendekatan *end-use* atau *engineering model* adalah metode yang menggunakan struktur teknologi dari konsumsi energi dan mengaitkannya dengan aktivitas ekonomi yang terjadi. Pendekatan *input – output* menggunakan hubungan tiap sector terkait dengan pembangunan ekonomi dan kontribusi sebuah sector terhadap perkembangan ekonomi.

Kajian terhadap model energi ini dapat menggunakan suatu permodelan matematis dengan sistem dinamik. Suatu model dinamik adalah kumpulan dari variabel-variabel yang saling mempengaruhi satu dengan yang lainnya dalam suatu kurun waktu. Setiap variabel berkorespondensi dengan suatu besaran yang nyata atau besaran yang dibuat sendiri. Masing-

masing variabel tersebut akan berhubungan satu dengan yang lainnya hingga membentuk suatu *loop* atau yang lebih sering disebut *causal loop*.

Kemudian setelah kita mendapatkan *causal loop* maka kita dapat memodelkannya dengan bantuan *software* Permodelan Sistem Dinamik. Pada perangkat lunak permodelan sistem dinamik, suatu sistem yang menggambarkan hubungan antara variabel-variabel dinamakan diagram alir (*flow diagram*). *Software* ini digunakan untuk membangun dan melakukan simulasi suatu model dinamik. Penelitian-penelitian intensitas energi terhadap sektor manufaktur dilakukan oleh Bernarda dan Cote (2005) yang mengulas permintaan energi di Kanada selain itu ada Mongia, Schumacher, dan Zha (2009) untuk industri manufaktur di India, serta Zha, Zhou, Ding (2009) untuk sektor industri di China.

Selain mengingat bahwa subsektor industri tekstil dan subsektor industri semen merupakan subsektor industri yang padat energi, kedua subsektor industri ini juga memiliki sedikit perbedaan. Perbedaannya terletak pada kalau industri semen proses dari bahan mentah menjadi bahan baku cukup singkat dan hanya satu produk yang dihasilkan yakni semen, sedangkan untuk industri tekstil harus melalui proses yang cukup panjang dan banyak perusahaan yang terlibat sehingga kita dapat melihat perbedaan tingkat intensitas energi untuk dua subsektor industri ini. Oleh karena itu, penelitian ini sangat penting karena apabila kita sudah mengetahui tingkat intensitas energi untuk kedua kemudian kita juga mengetahui rasio jumlah permintaan semen dan tekstil per kapita maka kita dapat memprediksi berapa tingkat intensitas energi dari kedua subsektor industri ini selama beberapa tahun ke depan.

1.2 Rumusan Masalah

Subsektor industri semen dan tekstil yang masuk dalam kelompok industri padat energi (*Energy Intensive Industry*) membutuhkan permodelan tingkat intensitas energi yang lebih mendalam dan pengkajian terhadap lebih banyak lagi faktor-faktor yang dapat mempengaruhi permintaan energi di subsektor industri semen dan tekstil. Kita harus mengetahui jumlah permintaan semen dan tekstil per kapita sehingga seiring dengan pertambahan jumlah penduduk maka akan ada waktunya untuk menambah jumlah perusahaan semen dan tekstil sehingga kita dapat memprediksi berapa kebutuhan energinya.

1.3 Tujuan Penelitian

Dalam membuat suatu penelitian tentunya ada sebuah tujuan yang ingin dicapai oleh penulis. Ada dua tujuan utama dari penelitian tentang Analisis Tingkat Intensitas Energi

Sektor Industri pada Sub Sektor Industri Semen dan Industri Tekstil. Tujuan-tujuan tersebut antara lain:

- ✓ Mengetahui jumlah permintaan energi dari subsektor industri semen dan tingkat intensitas energi subsektor industri semen pada tahun 2020
- ✓ Mengetahui jumlah permintaan energi dari subsektor industri tekstil dan tingkat intensitas energi subsektor industri tekstil pada tahun 2020

I.4 Batasan Masalah

Lingkup pekerjaan ” Analisis Tingkat Intensitas Energi Sektor Industri pada Sub Sektor Industri Semen dan Industri Tekstil” meliputi:

- ✓ Perkiraan tingkat intensitas energi pada industri semen Indonesia tahun 2020
- ✓ Perkiraan tingkat intensitas energi pada industri tekstil Indonesia tahun 2020

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam proposal penelitian ini akan dilakukan dengan membagi tulisan menjadi 5 bab, yaitu :

BAB I : PENDAHULUAN
 Bab ini berisi tentang latar belakang penelitian dan penulisan, perumusan masalah yang dibahas, tujuan dilakukannya penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA
 Berisi tinjauan pustaka yang dijadikan dasar penelitian. Meliputi proses produksi semen, perkembangan industri semen di Indonesia, proses produksi tekstil, serta teori mengenai sistem dinamik

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

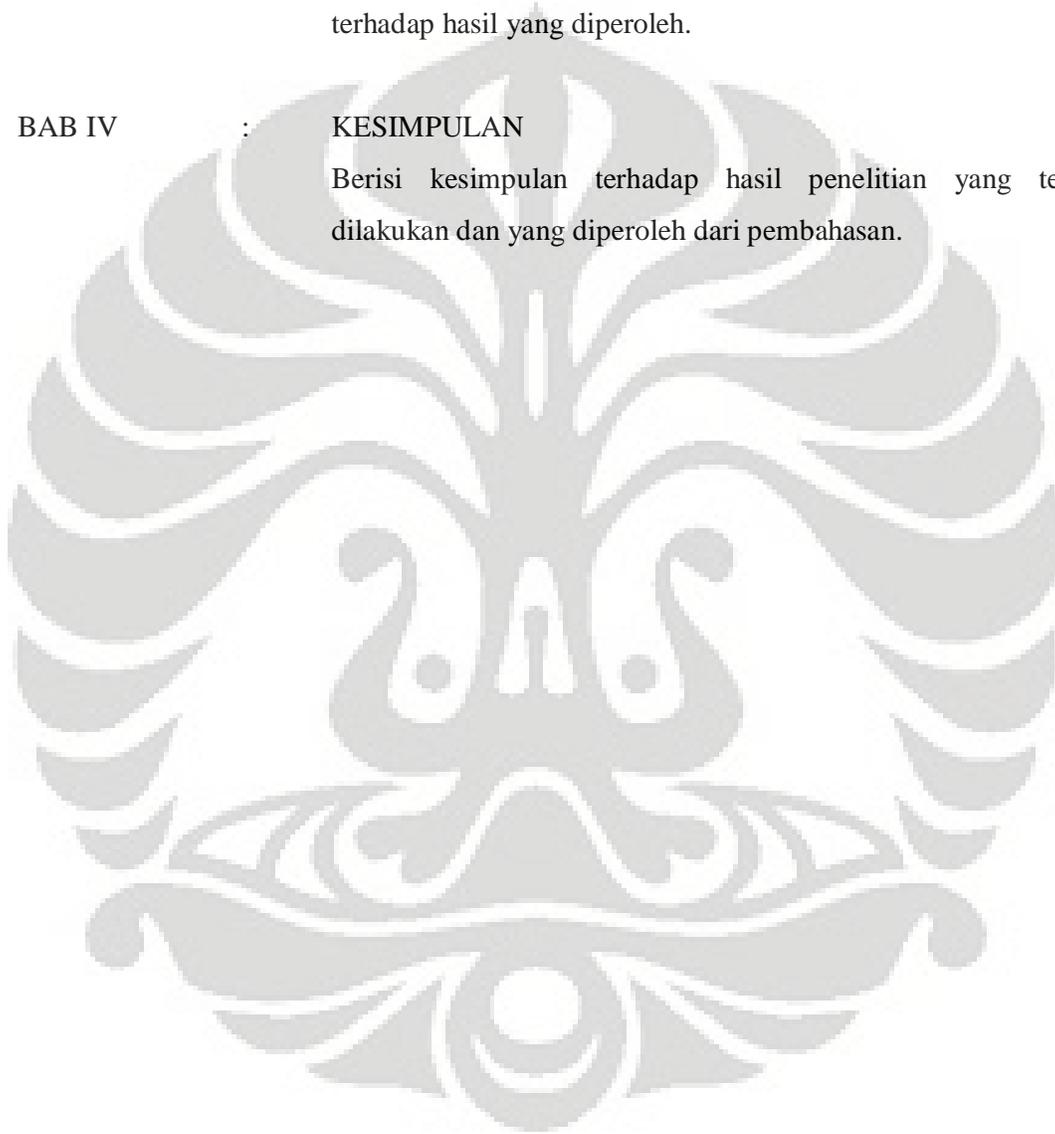
Berisi diagram alir penelitian, program yang digunakan dalam penelitian, proses simulasi penelitian, dan hasil yang diharapkan dari penelitian.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi hasil yang diperoleh selama penelitian serta analisis terhadap hasil yang diperoleh.

BAB IV : KESIMPULAN

Berisi kesimpulan terhadap hasil penelitian yang telah dilakukan dan yang diperoleh dari pembahasan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proses Produksi Pada Industri Semen

Secara garis besar untuk proses pembuatan semen kami mengambil sampel yang ada dalam PT. Indocement, tahapan pembuatan semen adalah sebagai berikut:

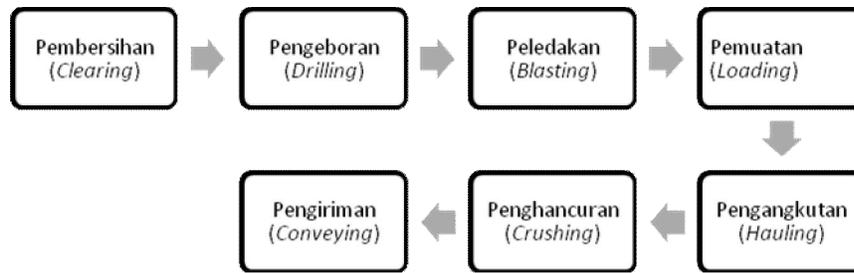
1. Penambangan dan penyediaan bahan baku (*Unit Mining*)
2. Pengeringan dan penggilingan bahan baku (*Unit Raw Mill*)
3. Penyediaan dan persiapan bahan bakar (*Unit Coal Mill*)
4. Pembakaran tepung baku dan pendinginan clinker (*Unit Burning*)
5. Penggilingan akhir (*Unit Finish Mill*)
6. Pengantongan semen (*Unit Packing*)

2.1.1 Unit Mining

Pada unit mining terdiri dari tiga bagian yakni penambangan batu kapur, penambangan tanah liat, dan penyediaan pasir besi dan gypsum. Berikut ini adalah tahapan proses di unit mining:

1. Penambangan Batu Kapur

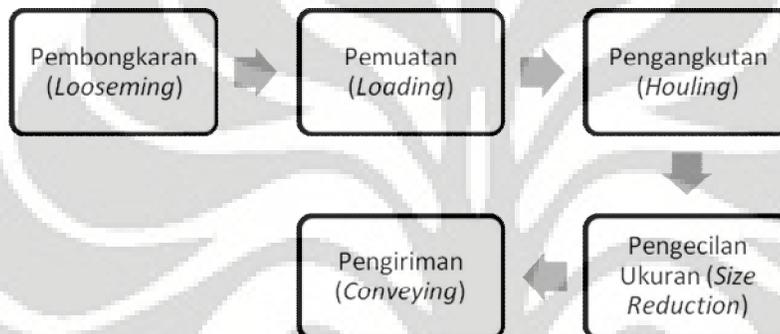
Batu kapur ditambang untuk memenuhi kebutuhan batu kapur yang mencapai 450.000 ton per hari. Batu kapur bersifat sangat keras sehingga perlu proses peledakan. Penambangan batu kapur melalui beberapa tahapan sebagai berikut:



Gambar 2. 1 Proses Penambangan Batu Kapur

2. Penambangan Tanah Liat di Hambalang

Kegiatan penambangan yang utama adalah:



Gambar 2. 2 Proses Penambangan Tanah Liat di Pabrik Semen

3. Penyediaan Pasir Besi dan Gypsum

Dalam pembuatan semen Portland, pasir besi yang digunakan sebagai pengoreksi. Pyrite Cinder mengandung >87% Fe_2O_3 yang akan dibentuk menjadi *hematite* (Fe_2O_3) dan *magnetite* (Fe_3O_4). Kebutuhan pasir besi diperoleh dari PT Aneka Tambang, Cilacap. Kebutuhan gypsum dipenuhi dengan impor dari Taiwan, Jepang, dan Australia.

2.1.2 Unit Raw Mill

Bahan baku tersebut harus melalui proses penggilingan dan pengeringan sebelum ke *kiln*. Hal ini dimaksudkan untuk:

- a. Mengeringkan bahan baku hingga kadar airnya tidak boleh $>1\%$.
- b. Mereduksi ukuran bahan baku hingga ukurannya 170 mesh (90 mikron) sehingga diperoleh material yang lebih halus, dengan luas permukaan lebih besar yang berpengaruh pada operasi di *kiln*.
- c. Mencampur bahan baku dengan perbandingan tertentu.
- d. Memperoleh campuran yang lebih homogen.

Proses penggilingan atau homogenisasi bertujuan untuk menghomogenkan campuran tepung baku. Homogenisasi tepung baku terjadi secara *batch* di *blending silo* berkapasitas 1000 ton. Homogenisasi dilakukan secara *pneumatic* dengan udara bertekanan yang dialirkan di bawah silo untuk mencegah pemampatan material. Proses homogenisasi memiliki beberapa keuntungan:

- Mutu *clinker* lebih baik, seragam, mudah dibakar, dan mudah digiling.
- Penghematan bahan bakar.
- Proses pembakaran lebih stabil dalam waktu yang lama.
- Bata tahan api lebih tahan lama (awet) karena operasi *kiln* lebih stabil.

2.1.3 Unit Coal Mill

Pada unit *coal mill*, batubara digunakan sebagai bahan bakar pada proses pembakaran di *kiln* dan *suspension preheater* (SP). Standar kualitas *fine coal*:

- Residu 8.5% + 1 pada saringan 170 mesh (90 mikron).
- *Moisture content* 3 – 10%.

Coal yang diangkut dengan *coal hauler* masuk ke *hopper* dengan sistem *dumping hydraulic*. Sedangkan *coal* dari *dump truck* masuk ke *hopper* manual. Pada *hopper* terdapat vibrator untuk memudahkan material jatuh dan menahan benda asing yang masuk. *Hopper* yang digunakan ada 6 buah yaitu 3 buah *hopper* untuk *dumping hydraulic* dan 3 buah *hopper* untuk proses penuangan manual.

Dari *hopper*, *raw coal* diangkut dengan *belt feeder* dan *belt conveyor* ke *coal storage C* berkapasitas 30.000 ton untuk homogenisasi. *Coal* dilewatkan pada *tripper* untuk mengatur penyebaran *coal* pada *storage* sehingga membentuk *pile* sebanyak 6 buah. *Pile-pile* ini berfungsi mempermudah pengamatan volumetrik terhadap jumlah *coal* yang digunakan untuk mencegah kebakaran. Untuk pengambilan *coal*, digunakan *reclaimer* dan *scrapper*. Dari *scrapper*, *coal* diangkut melewati *iron separator* dengan *belt conveyor* menuju *vibrating screen*. *Iron separator* berfungsi menahan benda-benda asing (bersifat logam) yang dengan menggunakan magnet. *Vibrating screen* berfungsi menahan *coal* besar (>50 mm) dan akan dihancurkan *hammer crusher*. Untuk *coal* kecil akan diteruskan *belt conveyor* masuk ke *raw coal bin* atau *hopper raw coal*. Dari *hopper*, *raw coal* diangkut *chain feeder* melewati *triple gate* masuk ke *coal mill*. *Tripple gate* berfungsi mencegah udara luar. Di dalam *coal mill* terjadi proses pengeringan, penggilingan, dan pemisahan. *Coal mill* berupa *roller mill* terdiri dari meja giling, 3 rol penggiling, dan separator dinamis di atasnya.

Untuk proses pengeringan digunakan gas panas dari *suspension preheater* yang dapat membawa debu (*raw meal*) sehingga diperlukan *cyclone* untuk memisahkannya. Debu dari *cyclone* dikembalikan ke *raw mill silo*, sedangkan gas panas diteruskan ke *header*. *Header* berfungsi mengurangi debu yang terbawa gas panas dan sebagai reservoir panas yang mengatur pembagian gas panas ke 3 buah *coal mill*. *Coal* masuk dari bagian atas *coal mill*, dan terjadi proses pengeringan. Selain itu, terjadi penggilingan dengan *raw* penggiling. *Coal* yang telah tergiling akan terlempar dari meja giling dan terbawa gas panas ke separator dengan hisapan *mill fan*. Kemudian *coal* dikeringkan hingga kandungan air 8% dan dihaluskan sampai 90 mikron dengan residu maksimal 20% pada saringan 170 mesh. Tingkat kehalusan diatur dengan mengatur kecepatan putaran *blade*. Serbuk *coal* kasar akan dikembalikan ke meja giling untuk digiling kembali, sedangkan yang halus bersama gas panas keluar dari atas *mill* menuju *cyclone* separator.

Pada *cyclone* separator terjadi pemisahan gas panas dengan *fine coal*. Gas panas dialirkan ke *dust collector (bag filter)* untuk menangkap debu dari *coal* yang mungkin terbawa dari aliran gas. Debu *coal* akan tertahan pada *bag filter* dan secara periodik ditembak oleh angin kejut sehingga jatuh ke bawah dan dibawa *screw conveyor* yang kemudian bergabung dengan *fine coal* dari *cyclone* menuju *coal bin* dengan kapasitas 60 ton. Pengangkutan *fine coal* menuju *coal bin* menggunakan dorongan angin dari *compressor*. Pada *fine coal bin* terdapat *load cell* yang berfungsi untuk menimbang berat *fine coal bin*.

Gas dari *dust collector* dibuang ke lingkungan, atau dapat dikembalikan ke *coal mill* sebagai gas balik (sirkulasi). Pengaturan banyak atau sedikitnya gas yang dikembalikan tergantung pada suhu material pada *outletnya*. Bila suhunya tinggi, maka gas yang dikembalikan banyak, dan sebaliknya.

2.1.4 Unit Burning

Pada unit ini, bahan baku (batu kapur, pasir *silica*, tanah liat, dan pasir besi) direaksikan hingga membentuk *clinker* dengan kandungan C_2S , C_3S , C_3A , dan C_4AF . Proses pembakaran dan pendinginan *clinker* terbagi dalam dua tahap:

1. Tahap Pembentukan *Clinker*

Proses pembentukan terjadi dalam beberapa tahap proses, yaitu:

- a. Pemanasan awal dan penguapan air yang terjadi di *suspension preheater*.
- b. Kalsinasi awal yang terjadi di *suspension preheater*.
- c. Kalsinasi lanjutan yang terjadi di *rotary kiln*.
- d. Transisi terjadi di *rotary kiln*.
- e. Proses *sintering* terjadi di *rotary kiln*.
- f. Proses pendinginan terjadi di *air quenching cooler*.

Umpan tepung baku dari *storage silo (kiln feed)* dialirkan *air slide conveyor* ke *feed tank* (tempat penampungan sementara dan kemudian dikeluarkan menuju *weighing feeder*. Setelah itu laju aliran material menuju *bucket elevator* dan kemudian dimasukkan ke *suspension preheater*.

Tepung baku masuk ke *suspension preheater* melalui saluran penghubung (*connecting duct*) pada *cyclone* 3 dan 4. Sistem *suspension preheater* terdiri dari 4 *cyclone* yang berhubungan satu dengan yang lain secara bertingkat. Tepung baku mengalami pemanasan secara berulang di sepanjang tingkatan *cyclone* dan material terpisah dari gas panas dengan gaya tangensial. Gas panas keluar karena hisapan *suspension preheater fan* dan digunakan kembali untuk pengeringan dan penggilingan di *raw mill*. Begitu seterusnya sampai semua *cyclone* dilewati, kemudian tepung baku masuk ke *kiln*. Keuntungan unit *suspension preheater*:

- Gas panas dari *suspension preheater* sebagai pemanas *raw mill* dan *coal mill*.
- *Rotary kiln* menjadi lebih pendek.
- Penghematan bahan bakar.

Unit *suspension preheater* dilengkapi dengan kalsinasi awal yang berfungsi untuk menaikkan derajat material sebelum masuk ke *kiln*. Gas untuk pemanasan material berasal dari pemanasan gas panas yang dihasilkan oleh *coal* yang disuplai ke KSV dan sisa panas dari *kiln*. Jumlah total konversi kalsinasi dari *suspension preheater* adalah 75-85%. Keuntungan kalsinasi awal (prekalsinasi):

- Diameter dan panjang *kiln* lebih kecil sehingga mengurangi pemakaian bata tahan bakar di *burning zone*. Hal ini disebabkan sebagian pembakaran di *burning zone* telah dilakukan oleh kalsinasi awal (prekalsinasi) kira-kira 85%.
- Diameter *kiln* dan beban panas rendah, terutama untuk *kiln* berkapasitas besar.
- Waktu tinggal material dalam *kiln* menjadi lebih singkat.
- Dapat menggunakan bahan bakar (*alternatif fuel*) berkualitas rendah karena temperatur tidak terlalu tinggi (850-900⁰C).
- Operasi *kiln* lebih stabil.

Setelah keluar dari *cylone* pertama, tepung baku akan masuk ke dalam *rotary kiln* melalui *kiln inlet* pada suhu $\pm 900-1000^{\circ}\text{C}$. Di dalam *kiln* terjadi kontak antara gas panas dan material secara kontinu dengan arah *counter current* sehingga terjadi reaksi dan perpindahan panas yang menyebabkan perubahan fisika dan kimia material sepanjang *kiln*.

Tujuan penggunaan bata tahan api di dalam *kiln*:

- Melindungi *shell tube* dari beban panas yang tinggi.

- Berfungsi sebagai isolator panas sehingga dapat mengurangi kehilangan panas karena radiasi dan konveksi.

Di *rotary kiln*, bahan bakar dialirkan ke alat pembakar (*burner*). Batubara dibakar dengan bantuan udara primer (*primary air*) dari udara bebas dengan bantuan *primary fan blower* dan udara sekunder (*secondary air*) dari *cooler*. Hasil pembakaran yang berupa gas panas juga digunakan untuk pemanasan di *suspension preheater*, *raw mill*, dan *coal mill*. *Rotary kiln* sebagai ruang pembakaran utama terbagi dalam lima daerah (zona), yaitu:

1. Zona kalsinasi lanjutan

- Digunakan bata tahan api jenis *fire clay alumina* 50%.
- Proses kalsinasi berlangsung sempurna 100%.
- CaCO_3 hampir terkonversi seluruhnya menjadi CaO .
- Pembentukan awal C_2S .
- Temperatur berkisar antara 800-900⁰C.

2. Zona *safety*

- Digunakan bata tahan api jenis *high alumina* 50-60%.
- Untuk memastikan konversi CaCO_3 menjadi CaO 100%.
- Mulai terbentuknya C_3A .
- Menghilangkan unsur pengotor untuk menghindari meningkatnya unsur alkali, Mn, sulfur, dan lain-lain.

3. Zona transisi

- Digunakan bata tahan api jenis *magnesit chrome* 70%.
- Material mengalami persiapan pembakaran pada temperatur 900-1200⁰C.
- Mulai terbentuknya C_2S , C_3S , C_3A , dan C_4AF (tetapi belum optimal).
- Sebagian material mengalami perubahan fasa menjadi cair, yang berfungsi sebagai pengikat di zona *sintering*.

4. Zona sintering

- Digunakan bata tahan api jenis *magnesit chrom brick* 90% karena memiliki ketahanan terhadap beban panas yang tinggi, memiliki ketahanan yang tinggi terhadap serangan zat kimia, memiliki ketahanan terhadap radiasi *flame* dan perubahan temperatur secara mendadak, dan lebih sensitif melawan deformasi *kiln shell*.
- Mulai terbentuknya C_2S , C_3S , C_3A , dan C_4AF pada temperatur 1200-1450⁰C.

5. Zona cooling

- Digunakan bata tahan api jenis *high alumina brick* dengan kandungan Al_2O_3 90-95% karena memiliki ketahanan yang baik terhadap perubahan temperatur dan memiliki porositas yang rendah sehingga memiliki ketahanan yang baik terhadap serangan zat kimia.
- Material mengalami pendinginan sampai 1200°C .

Umumnya di bagian atas bata tahan api terbentuk lapisan (*coating*) material akibat pelelehan di bagian transisi yang berguna untuk menjaga ketahanan bata tahan api.

2. Tahap Pendinginan *Clinker*

Clinker yang terbentuk pada proses pembakaran mengalami pendinginan pada *grate cooler* dengan sistem *Air Quenching Cooler* (AQC) untuk:

- Menghindari terurainya C_3S menjadi C_2S yang dapat menyebabkan *clinker* menjadi terlalu keras.
- Menjaga keawetan peralatan transportasi dan penyimpanan karena material dengan temperatur tinggi dapat merusak alat.
- *Clinker* panas dapat menyebabkan terjadinya penguraian *gypsum* yang ditambahkan pada proses penggilingan akhir.
- Mencegah pembentukan kristal *long periclase* yang dapat menurunkan kualitas semen.
- Panas sensibel yang terkandung pada *clinker* dapat dimanfaatkan kembali untuk *secondary air* (membantu pembakaran di *main burner*) dan *tertiary air* (membantu pembakaran di *suspension preheater*).

Proses pendinginan dalam *cooler* dilakukan secara tiba-tiba agar komposisi *clinker* tidak berubah karena laju pendinginan *clinker* mempengaruhi perbandingan kandungan kristal dan fase cair dalam *clinker*. Pendinginan yang lambat mendorong pertumbuhan mineral *clinker*. Proses pendinginan *clinker* terbagi dua tahap, yaitu: Pada tahap 1 yang dilakukan secara tiba-tiba dari suhu 1200°C menjadi $850-900^\circ\text{C}$. Sedangkan pada tahap kedua, dilakukan pendinginan lanjutan sehingga suhu *clinker* turun menjadi $75-150^\circ\text{C}$. Proses pendinginan di *plant 1* dan *plant 2* dilakukan dengan alat *Air Quenching Cooler* (AQC) jenis *grate cooler* dengan sumber pendingin berasal dari 5 *cooling fan*.

Grate cooler yang digunakan terdiri atas 2 buah *grate* yang disusun secara horizontal. *Grate* pertama letaknya lebih tinggi daripada *grate* kedua, dan berfungsi untuk proses pendinginan dan menghindari proses pembentukan C_2S dari C_3S agar standar *clinker* dapat dicapai. Sedangkan *grate* kedua berfungsi untuk proses pendinginan lebih lanjut. Pada akhir *grate* kedua, terdapat *clinker breaker*.

Grate cooler memiliki pelat berlubang-lubang yang tersusun dengan kemiringan tertentu dan berkerja secara maju mundur. Pelat disusun selang-seling antara pelat yang bergerak dan diam. Udara dihembuskan dari *fan* menembus hamparan *clinker*. Udara panas yang dihasilkan pada *grate* 1 dimanfaatkan kembali untuk *secondary air* (membantu pembakaran di *main burner*) dan *tertiary air* (membantu pembakaran di *suspension preheater*). Sedangkan gas panas pada *grate* 2 akan ditarik oleh *fan*. Debu yang terbawa gas panas *grate* 2 akan ditangkap oleh *electrostatic precipitator* dan dilepas ke lingkungan dengan ambang batas 80 mg/nm^3 . *Clinker* diangkut ke dalam *silos* dengan menggunakan *appron conveyor*, *belt conveyor* dan *bucket*

2.1.5 Unit Finish Mill

Unit penggilingan akhir dilakukan untuk mendapatkan semen dengan kehalusan yang diinginkan. Partikel akan keluar dari alat penggiling (*mill*) kemudian akan melewati separator untuk menghasilkan produk dengan ukuran $30 \mu\text{m}$ (400 mesh). *Clinker* dari *clinker silo*, dibawa keluar melalui *appron conveyor* menuju *hopper clinker* dengan *bucket elevator*. Jumlahnya ditentukan dengan *weighing feeder*, lalu *clinker* tersebut dibawa ke *finish mill*.

Gypsum dan bahan tambahan aditif lainnya (seperti *limestone*, *fly ash*, *trash*, dan *slag*) dari *storage* diangkut dengan *belt conveyor* menuju *hopper gypsum*. Pembakaran batubara di *coal mill* menghasilkan *ash* yang akan bereaksi dengan *clinker* dari *raw mill*. *Fly ash* yang digunakan di sini bukanlah *ash* hasil pembakaran dari batubara di *coal mill*, melainkan *fly ash* yang dibeli dari PLTU. Namun, karena sulitnya untuk mendapatkan *fly ash*, sekarang ini *fly ash* sudah digantikan oleh *trash*. *Gypsum* yang ditambahkan sekitar 4% semen. *Gypsum* keluar dari *hopper* melalui *weighing feeder* dan dibawa dengan *belt conveyor* menuju *finish mill*. Pada *finish mill*, *clinker* dan *gypsum* digiling menggunakan *steel ball*. Dalam perjalanan menuju *finish mill*, *clinker* ditambahkan etilen glikol dengan perbandingan 1:6 yang berfungsi untuk mencegah terjadinya *ball coating* yang dapat terjadi karena hal-hal seperti berikut ini:

Partikel-partikel yang halus dalam penggilingan dapat menjadi bermuatan listrik statis, sehingga tertarik dan melekat pada permukaan *steel ball*. Selain itu, tumbukan mekanis antara *steel ball* dan material, menyebabkan material halus terpadatkan dalam pori-pori *steel ball*.

Finsih mill terdiri dari 2 buah *chamber* yang dibatasi diafragma untuk mengatur waktu tinggal *clinker*. *Chamber I* berisi *steel ball* berdiameter 60-90 mm di mana *clinker* dan *gypsum* dihancurkan karena adanya putaran *mill*. *Chamber II* berisi bola-bola baja dengan diameter 17-60 mm di mana *clinker* dan *gypsum* mengalami penggerusan. Di dinding *shell* dilapisi dengan *liner* untuk mengarahkan gerakan *steel ball* dan melindungi *shell*. Akibat adanya benturan antara *steel ball* dengan *clinker*, suhu di dalam *finsih mill* tinggi. Suhu tidak boleh melebihi 120°C agar fungsi *retarder* pada *gypsum* tidak hilang sehingga air disemburkan dengan *water spray*.

2.1.6 Unit Packing

Produk yang keluar dari *cement silo* diangkut menggunakan *air slide conveyor* menuju *bucket elevator* kemudian dimasukkan ke dalam *vibrating screen* untuk memisahkan material yang halus dengan yang kasar. Material yang kasar dan pengotor dibuang dengan corong *vibrating screen* di bagian atas, sedangkan material yang halus langsung masuk ke dalam *cement bin*. Kemudian dari *bin* dialirkan ke dalam *in line packer*. Jika *bin* tersebut telah penuh, maka semen akan bersikulasi, yaitu dijatuhkan kembali ke dalam *bucket elevator* lalu kembali ke *vibrating screen* dan seterusnya.

Masing-masing *in line packer* terdiri dari enam buah corong pengisian yang mengumpulkan semen ke dalam kantong dengan kapasitas masing-masing 50 kg. Untuk mengurangi semen yang tumpah pada saat pengisian maka dipasang *screw conveyor* pada masing-masing *in line packer* dan dialirkan ke *screw conveyor* panjang, lalu masuk ke dalam *bucket elevator* dan ke *vibrating screen*, kemudian masuk ke dalam *bin*. Semen yang telah masuk ke dalam kantong akan diangkut dengan *belt conveyor* menuju truk pengangkutan.

Selain pengemasan dalam kantong semen 50 kg, pada unit *packing* terdapat juga pengemasan dalam ukuran besar, yaitu *jumbo bag* yang berkapasitas 1 dan 1.5 ton, serta semen curah berkapasitas 19-20 ton. Untuk semen curah, semen yang berasal dari *bin*,

langsung didistribusikan ke *loading truck*. Untuk mencegah polusi udara, maka pada unit pengantongan ini dilengkapi dengan *dust collector* jenis *bag filter*.

2.2 Perkembangan Industri Semen Di Indonesia

Saat ini sembilan produsen semen yang beroperasi di Indonesia yang terbagi atas 5 perusahaan milik pemerintah, yaitu Semen Gresik Group (SGG) yang menguasai sekitar 45% pangsa pasar semen, serta 4 perusahaan lainnya milik swasta, yaitu Indocement yang menguasai 30% pangsa pasar, Holcim Indonesia yang menguasai 15% pangsa pasar, dan produsen semen lainnya yang terbagi atas Semen Andalas, Semen Baturaja, Semen Bosowa, dan Semen Kupang, menguasai 10% pangsa pasar secara total. Dilihat dari penguasaan pangsa pasar tersebut, terdapat dua pelaku usaha yang mempunyai pangsa pasar sebagai *market leader*, yaitu SGG dan Holcim. Berdasarkan struktur pasar tersebut, pasar semen Indonesia adalah pasar oligopoli. Berdasarkan kapasitas produksinya, perusahaan semen swasta saat ini mempunyai kapasitas produksi yang lebih besar dibanding perusahaan semen milik negara (BUMN), yaitu mencapai 60% dari total kapasitas produksi nasional, sisanya sebesar 40% milik BUMN. Perusahaan semen yang mempunyai kapasitas produksi terbesar saat ini adalah PT Indocement Tunggal Prakasa Tbk dengan kapasitas produksi sebesar 15,65 juta ton/tahun. Peringkat kedua adalah PT Holcim Indonesia Tbk dengan kapasitas terpasang 9.7 juta ton/tahun, sedangkan peringkat ketiga dikuasai oleh PT Semen Gresik Tbk dengan kapasitas produksi 8,65 juta ton/tahun. Selanjutnya adalah PT Semen Padang dengan kapasitas produksi 5,87 juta ton/tahun dan PT Semen Tonasa dengan kapasitas produksi 3,48 juta ton/tahun. SGG sendiri secara total memiliki kapasitas produksi terbesar, yaitu mencapai 20 juta ton/tahun. Total kapasitas produksi semen Indonesia di tahun sejak 2006 hingga 2008 tidak berubah, yaitu sebesar 46,54 juta ton/tahun. Bahkan kami estimasikan angka kapasitas produksi tersebut tidak akan berubah hingga 2011.

Pertumbuhan konsumsi semen di Indonesia mulai bergeser ke luar Jawa karena proyek-proyek infrastruktur yang menggunakan semen dalam jumlah besar di Jawa semakin berkurang. Hal ini disebabkan oleh pengalihan fokus pembangunan infrastruktur dari Jawa ke luar Jawa dan pemberian kewenangan pengelolaan uang dari pemerintah pusat ke daerah.

Kondisi ini disebabkan oleh meningkatnya aliran dana alokasi umum dan dana alokasi khusus ke daerah setiap tahunnya. Konsentrasi dana yang besar di daerah telah mendorong pembangunan infrastruktur ke luar Jawa sehingga permintaan atas semen meningkat. Pertumbuhan konsumsi semen di Sumatera mencapai 14% per tahun, serta Kalimantan mencapai 20% per tahun. Sementara pertumbuhan konsumsi semen di Jawa hanya 4% per tahun.

Mengacu pada tingkat konsumsi sebesar itu, prospek industri semen masih cerah untuk beberapa tahun ke depan. Sampai dengan akhir 2009, prediksi penjualan semen tercatat sebesar 41 juta ton, naik 1,5 % dari tahun 2008 yang mencapai 40 juta ton. Perbandingan antara realisasi produksi semen dengan kapasitas tahun 2008 mencapai 76%. Sedangkan produksi di tahun 2009 sampai dengan September mencapai 75,6% dari kapasitas terpasang .

2.3 Energi Yang Digunakan Dalam Industri Semen

Macam energi pokok yang digunakan untuk pabrik semen ini adalah energi listrik dan energi panas, yang berasal dari dua bahan bakar dasar yaitu minyak solar dan batu bara.

2.3.1 Energi Listrik

Energi listrik adalah salah satu energi yang dipakai dalam proses pembuatan semen, di mana listrik berperan sebagai penggerak motor-motor yang berfungsi menggerakkan tanur putar, preheater, dan mesin-mesin berat lainnya. Energi listrik dihasilkan oleh generator di power station dengan minyak solar sebagai bahan bakar. Energi listrik terutama digunakan sebagai:

- Motor-motor penggerak pada Penggiling Bahan baku (Raw Mill)
- Motor-motor penggerak pada Tanur Putar
- Motor-motor penggerak pada preheater
- Motor-motor penggerak pada Mesin Penghancur Bahan baku
- Motor-motor penggerak pada Fan
- Motor-motor penggerak pada Kompresor Udara
- Motor-motor penggerak pada Pencampuran Semen
- Penerangan

2.3.2 Energi Panas

Energi panas adalah salah satu energi pokok yang dibutuhkan untuk mengkonversikan bahan baku menjadi semen. Energi panas ini dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar berupa minyak solar dan batu bara yang dibakar dengan udara atmosfer. Selain itu pula ada panas sensible, yaitu panas yang berasal dari bahan yang akan melakukan pembakaran itu sendiri, seperti bahan baku, udara, batu bara, dan minyak solar.

Tempat-tempat pemakaian energi panas adalah untuk:

- Proses pembakaran pada preheater
- Proses pembakaran pada tanur putar

2.4 Persentase Pemakaian Energi Dalam Industri Semen

Dalam membuat persentase pemakaian energi, terlebih dahulu harus diketahui jumlah energi yang dihasilkan dan energi yang dipakai, setelah itu baru dapat dipersentasekan masing-masing daerah pemakaian, maka di bawah ini akan diuraikan jumlah energi yang dihasilkan dan energi yang dipakai dalam satu bulan (587,18 jam), dengan catatan pemakaian energi listrik untuk preheater sudah termasuk di dalam pemakaian listrik untuk tanur putar dan sebagiannya lagi untuk raw mill.

Produksi energi:

- Total Energi Listrik : 39.594,960 GJ
- Total Energi Panas : 287.894,609 GJ

Pemakaian Energi:

Tabel 2. 1 Pemakaian Energi pada Industri Semen

Unit	Sumber Energi	Jumlah Energi (GJ)
Pemecah	Energi listrik	520,234
Pengolahan Bahan Baku	Energi listrik	12.511
Preheater	Energi Panas	178.567
Tanur Putar	Energi listrik	9.274
	Energi Panas	109.327
Pengolahan Semen	Energi listrik	12.577
Pengepakan	Energi listrik	652
Pelabuhan	Energi listrik	226
Power Station	Energi listrik	2.393

Kantor	Energi listrik	513
Perumahan	Energi listrik	475
Tidak Terhitung		453
Total		327.489,569

Maka dengan produksi semen 70.290 ton/ bulan, dalam unit MJ/ton semen pemakaian energi dan persentasenya di pabrik semen ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2. 2 Pemakaian Energi dalam MJ per ton produksi Semen

Pemakai Energi	Penggunaan Energi (MJ/ton semen)	Prosentase (%)
Pemecah	7,4	0,16
Pengolahan Bahan Baku	178	3,82
Preheater	2540,44	54,53
Tanur Putar	1687,32	36,22
Pengolahan Semen	178,93	3,84
Pengepakan	9,28	0,2
Pelabuhan	3,22	0,07
Power Station	34,05	0,73
Kantor	7,3	0,16
Perumahan	6,75	0,14

Dengan kapasitas Semen Andalas yang tidak mengalami perkembangan, tetap 1.150.000 ton/tahun maka energi yang dibutuhkan adalah sebesar **90.969 MWk**.

2.5 Perkembangan Industri Tekstil Di Indonesia

Industri tekstil memiliki struktur industri yang terintegrasi dari hulu hingga ke hilir (up stream, mid stream, dan down stream) dan memiliki keterkaitan yang sangat erat antara satu industri dengan industri lainnya. Karena itu, analisis mengenai industri ini akan menyentuh berbagai segmen industri baik langsung maupun tidak langsung

Di tingkat hulu Indonesia memiliki industri serat yang terdiri dari industri serat alam, serat buatan dan benang filamen; dan industri pemintalan serta pencelupan (spinning). Hingga 2006, Indonesia telah memiliki 26 perusahaan industri serat dengan total kapasitas terpasang 1,077 ribu ton. Sekitar 70% dari hasil industri serat ini diserap oleh industri pemintalan di dalam negeri. Sedangkan sisanya diekspor ke luar negeri. Saat ini Indonesia

Universitas Indonesia

merupakan produsen serat buatan ketujuh terbesar dunia yang memasok 10% kebutuhan serat rayon dunia.

Sementara itu, jumlah industri pemintalan mencapai 204 perusahaan dengan kapasitas terpasang 2,4 juta ton dan jumlah mesin 7.803.241 unit pada 2006. Jumlah mesin ini tidak mengalami perkembangan sejak 2003. Dari jumlah mesin tersebut, sebanyak 64 persen diantaranya telah berusia diatas 20 tahun. Ini menyebabkan industri ini tidak mampu memenuhi permintaan pasar dalam negeri maupun luar negeri secara optimal. Sekitar separuh dari produksi industri pemintalan dikonsumsi di dalam negeri, dan sisanya di ekspor ke luar negeri.

Kondisi yang relatif sama juga terlihat pada industri pertenunan, perajutan, pencelupan dan finishing. Jumlah perusahaan yang berjumlah 1,044 perusahaan dengan total kapasitas produksi 1,78 juta ton pada 2006 nyaris tidak mengalami perkembangan sepanjang 5 tahun terakhir. Demikian juga jumlah mesin tidak mengalami penambahan sejak 2003. Diantara industri TPT, industri ini kondisinya termasuk yang paling memprihatinkan. Dari 248.957 unit mesin tenun yang ada, sekitar 66 persen diantaranya telah berusia diatas 20 tahun, dan 26 persen diatas 10 tahun. Kondisi mesin rajut dan mesin finishing jauh lebih memprihatinkan. Jumlah mesin rajut yang berusia diatas 20 tahun mencapai 84 persen dari jumlah mesin 41.312 unit. Sementara pada mesin finishing, jumlah mesin yang berusia diatas 20 tahun jumlahnya mencapai 93 persen dari 349 unit mesin yang ada. Itulah sebabnya, karena kemampuan mesin finishingnya yang rendah, ekspor di sub sektor ini didominasi oleh kain mentah. Pasar utama dari hasil industri tenun adalah negara-negara di Eropa dan Timur Tengah.

2.6 Mesin-Mesin Yang Digunakan Dalam Industri Tekstil

Mesin-mesin yang digunakan dalam industri tekstil terbagi menjadi tiga bagian besar, di mana kami membaginya menjadi mesin-mesin yang digunakan dalam industri pemintalan, industri tenun dan perajutan serta industri pencelupan dan finishing. Berikut ini adalah penjelasan dari masing-masing mesin tersebut beserta kebutuhan energinya.

2.6.1 Mesin-mesin dalam Industri Pemintalan

Untuk industri pemintalan kami mengambil sampel yakni mesin-mesin yang ada di PT Vonex Indonesia. Berikut ini adalah mesin-mesin yang digunakan serta kebutuhan energinya dan fungsi dari masing-masing mesin tersebut.

Tabel 2. 3 Mesin-mesin di Unit Pemintalan (Angraeni, 2004)

Nama Mesin	Fungsi Mesin
Pre Opener	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan pencampuran serat yang sejenis (mixing) tetapi berbeda karakteristiknya (kehalusan, mulur, warna, dan panjang serat) 2. Membuka gumpalan serat yang besar sehingga menjadi gumpalan yang kecil 3. Menyalurkan serat-serat ke dalam ruang <i>stock bin</i> (untuk PO 1) atau langsung ke mesin RC tipe HPC (untuk PO 2)
Roller Card (RC)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membuka gumpalan serat hasil mesin PO dan menguraikannya menjadi serat individu 2. Membuat silver RC atau silver HPC
After Gill (AG)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan perangkapan silver 2. Melakukan peregangan, pelurusan, pensejajaran, dan penyisiran serat 3. Menghasilkan silver dalam bentuk top
Mixing Gill (MG)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mendapatkan kerataan serat yang lebih baik 2. Melakukan perangkapan silver 3. Melakukan peregangan, pelurusan, pensejajaran, dan penyisiran serat 4. Menghasilkan kembali silver dalam bentuk golongan top
High Mixing Gill (HMG)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan pencampuran serat yang berbeda jenisnya, dalam hal ini PT. Vonex Indonesia menggunakan mesin tersebut untuk pencampuran serat akrilik dengan serat wool yang masing-masing dalam bentuk top 2. Melakukan perangkapan, peregangan, pelurusan, pensejajaran, dan penyisiran serat 3. Menghasilkan kembali silver dalam bentuk gulungan top
Auto Leveller Gill (ALG)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan perangkapan silver 2. Melakukan peregangan, pelurusan, dan pensejajaran serat

	3. Mengubah top menjadi silver ALG
High Speed Gill (HSG)	1. Melakukan perangkapan silver 2. Melakukan peregangan, pelurusan, dan pensejajaran serat 3. Membuat silver HSG
Bi Coiler Gill (BCG)	1. Melakukan perangkapan silver 2. Melakukan peregangan, pelurusan, dan pensejajaran serat/ bahan 3. Membuat silver BCG
Rover (tanpa flyer)	1. Melakukan peregangan, pelurusan, pensejajaran serat 2. Mengubah silver BCG menjadi roving dan menggulungnya pada bobbin 3. Memberi antihan agar roving mempunyai kekuatan

Tabel 2. 4 Mesin-mesin di Unit Pemintalan (Lanjutan) (Angraeni, 2004)

Nama Mesin	Fungsi Mesin
Ring Frame (RF)	1. Melakukan peregangan, pelurusan, dan pensejajaran bahan untuk mendapatkan nomor benang yang sesuai dengan rencana 2. Memberi antihan sehingga terbentuk kekuatan pada benang yang dihsailkan 3. Mengubah roving menjadi benang dan menggulungnya ke dalam bentuk cop
Mach Corner	1. Mendeteksi dan menghilangkan bagian-bagian benang yang tebal dan tipis 2. Mengubah bentuk gulungan benang dari bentuk gulungan cop spinning ke bentuk gulungan cones
Re Winding (RW)	1. Memperbaiki gulungan hasil mesin Mach Corner dari bagian benang yang tipis atau tebal, yang tidak terdeteksi oleh mesin Mach Corner 2. Menghasilkan kembali benang dalam bentuk gulungan cones
Double Roto Traverse (DRT)	1. Melakukan perangkapan benang 2. Menggulung hasil rangkapan tersebut dalam bentuk cheese
Double Twister (DT)	1. Memberi antihan atau gintiran pada benang yang telah dirangkap 2. Menggulung benang hasil penggintiran ke dalam bentuk cone
Vacuum Heat Setter	1. Membentuk stabilitas benang tunggal atau benang gintir dengan antihan tinggi dengan jalan menguapkan benang tersebut pada suhu, tekanan, uap dan waktu tertentu 2. Menghilangkan snarling pada benang gintir 3. Memberikan efek mengkeret pada benang
Hank Reeling	1. Menggulung benang ke bentuk untaian
Auto Packer	1. Mengepak benang dari bentuk hank/ untaian ke dalam kemasan kantong plastic 2. Mengatur berat tiap-tiap benang dalam bentuk untaian

	dengan jumlah tertentu untuk kemudian dipak dalam kemasan plastik
--	---

Untuk Kebutuhan energi masing-masing mesin tersebut ditunjukkan oleh tabel berikut:

Tabel 2. 5 Spesifikasi Mesin Unit Pemintalan (Angraeni, 2004)

Nama Mesin	Merk	Tipe	Daya (kW)	Jumlah (unit)
Pre Opener	Sansho	SAS. B	4,45	2
Roller Card (RC)	Kyowa	SC7	3,7	11
		HPC	15	1
After Gill (AG)	OKK	HG-6	3,7	4
Mixing Gill (MG)	OKK	HG-5	3,7	4
High Mixing Gill	OKK	HL	4,2	2
Auto Leveller Gill (ALG)	OKK	HG-5	3,7	4
		NSC	4,5	1
High Speed Gill (HSG)	OKK	HG-5	3,7	4
		NSC	4,5	1
Bi Coiler Gill (BCG)	OKK	HG-5	3,7	4
		NSC	4,5	1
Rover	OKK	HF-5	16	1
		NSC	4	15
Ring Frame (RF)	OKK	HW-6	17	28.3
		OM	28,3	5
	Ishikawa	PSF-T	29,3	5
Mach Corner (MC)	Murata	MC-7	15	7
Re Winding (RW)	Kamitsu	RT-L	2,2	2

Double Roto Traverse (DRT)	Murata	M-363	7,4	1
	Kamitsu		7,4	3
Double Twister (DT)	Murata	M-363	2,2	14
Reeling	Ishikawa	HP-W400	4	7
	CL	A-5	3,7	6

2.6.2 Mesin-mesin dalam Industri Pertenunan (Gapur, 2009)

Untuk industri pemintalan kami mengambil sampel PT Argo Pantes Tangerang. Dalam industri ini proses pertenunan terbagi menjadi dua bagian, yakni bagian persiapan pertenunan dan bagian pertenunan. Berikut ini adalah penjelasannya.

Bagian Persiapan Pertenunan

Proses pada bagian persiapan pertenunan merupakan tahapan awal yang sangat penting peranannya terhadap proses pertenunan itu sendiri, karena kurang lebih 70% proses pada bagian persiapan pertenunan merupakan penyumbang mutu pada kain hasil tenunan. Tujuan dari bagian persiapan pertenunan ini yaitu memperbaiki kualitas benang serta menyusun dan membuat gulungan yang sesuai dengan proses selanjutnya, baik dari segi bentuk maupun volumenya. Proses pada bagian persiapan pertenunan ini meliputi beberapa proses yang dilakukan oleh mesin-mesin berikut:

1. Heat Set

Proses ini dikerjakan pada benang pakan dan dilakukan oleh mesin Heat Setter di mana fungsinya yaitu untuk menstabilkan dimensi benang pakan agar tidak terpilin ketika diproses. Dengan kata lain mesin ini bertujuan untuk mengurangi crinkle benang.

2. Penghanian (Warping)

Proses penghanian bertujuan untuk menggulung benang lusi dari bentuk cones ke bentuk gulungan sejajar pada beam. Berdasarkan jenisnya, mesin hani ada dua macam yaitu:

- a. Mesin hani seksi (Sectional warper), berfungsi untuk menggulung beanng lusi dari bentuk cone ke bentuk gulungan sejajar pada beam hani dengan lebar gulungan dan tebal yang sebenarnya. Proses hani seksi ini meliputi dua proses, yang pertama yaitu menggulung susunan benang-benang lusi tiap seksi pada

drum atau tambur, kemudian yang kedua yaitu memindahkan menggulung kembali benang-benang pada tambur ke beam tenun. Proses ini dilakukan untuk membuat kain corak.

- b. Mesin hani lebar (Direct warper), berfungsi untuk menggulung benang lusi dari bentuk cone ke bentuk gulungan sejajar pada beam hani dengan lebar gulungan yang sebenarnya tetapi tetal yang tidak sebenarnya.

3. Penggulungan (cone widding)

Pada proses dilakukan oleh mesin cone winder di mana benang-benang sisa yang tidak habis digulung pada proses penganian, disatukan dan digulung kembali dalam bentuk cone sesuai dengan volume yang diinginkan untuk kemudian digunakan kembali pada proses penganian.

4. Penganjian (Sizing)

Proses ini berfungsi untuk memberikan larutan kanji pada benang lusi agar kekuatan benang tersebut meningkat. Pada dasarnya proses penganjian meliputi beberapa tahap, yaitu:

- a. Proses penguluran lusi

Proses ini terjadi karena berputarnya rol pemeras (squeezing rol), dan rol penggulung, sehingga benang-benang pada beam hani akan tertarik secara bersama-sama.

- b. Proses pemberian larutan kanji

Proses ini terjadi karena benang-benang lusi dilewatkan pada rol perendam dan bak yang berisi larutan kanji

- c. Proses Pengeringan

Setelah diperas oleh rol pemeras maka proses pengeringan akan dilakukan oleh silinder-silinder pengering

- d. Proses pemisahan dan penggulangan benang

Pemisahan benang dilakukan oleh rol pemisah dan sisir kanji, kemudian akan digulung pada beam.

5. Pemisahan benang (Leasing)

Proses ini berfungsi untuk menghitung ulang jumlah benang lusi pada beam tenun dan memisahkan benang lusi yang satu dengan yang lainnya dengan agar memudahkan operator dalam proses pencucukan. Biasanya proses ini dilakukan pada benang-benang yang diameternya kecil, sehingga tidak semua benang melalui proses ini.

6. Pencucukan (Reaching)

Proses pencucukan adalah proses memasukkan benang-benang lusi ke dalam dropper, gun, dan sisir tenun sesuai dengan rencana tenunnya. Proses ini membutuhkan ketelitian karena dilakukan secara manual oleh operator.

7. Penyambungan (Tying)

Proses ini bertujuan untuk menyambung benang lusi pada beam tenun yang lama sebagai sisa proses pertenenan yang masih tercucuk pada dropper, gun dan sisir tenun dengan benang lusi pada beam yang baru untuk melanjutkan pembuatan kain dengan konstruksi yang sama.

Bagian Pertenenan

Pada prinsipnya proses pertenenan yaitu menyilangkan benang-benang lusi dengan benang-benang pakan sehingga terbentuk anyaman yang hasilnya berbentuk kain. Ada dua jenis mesin yang digunakan oleh Departemen Pertenenan PT. Argo Pantes Tangerang, yaitu:

1. Mesin Tenun Air Jet (Air Jet Loom): Melakukan proses pertenenan dengan menyilangkan benang lusi dan pakan, di mana media peluncuran pakannya menggunakan semburan udara
2. Mesin Tenun Rapier : Melakukan proses pertenenan dengan menyilangkan benang lusi dan benang pakan, di mana media peluncur pakannya menggunakan rapier.

Kebutuhan Energi masing-masing mesin dalam Unit Pertenenan adalah sebagai berikut:

Tabel 2. 6 Spesifikasi Mesin Unit Pertenenan (Gapur, 2009)

Nama Mesin	Merk	Tipe	Daya (kW)	Jumlah (unit)
Heat Setter	NICUM	SBRF-4	11	1
Direct Warper	BENINGER	ZC-M600	6,5	3
Direct Warper	BENINGER	ZCL-1600	6,5	1
Sectional Warper	BENINGER	SC-C300	8,5	2
Cone Winder	MURATA	RTW-14	3,2	2
Sizing	BABA	C-12HD-45	22	3
Sizing	ZELL	2xEK/Z/2F	18,7	1
Beam Stocker	TODO	TC-103	8,1	2
Leashing	TODO	TC-103	0,18	2
Reaching	TODO	NL-70	0,02	1
Reaching	TODO	NL-80	0,04	2

Reaching	TODO	NL-90	0,06	3
Reaching	TODO	NL-130	0,04	2
Reaching	TODO	NL-80	0,04	2
Reaching	TODO	NL-80	0,04	12
Tying	TODO	NK-1	0,04	2
Mesin Tenun Air Jet	TOYOTA	JA 170T T500	2,6	91
Mesin Tenun Air Jet	TOYOTA	JA 190T T500	2,6	62
Mesin Tenun Air Jet	TOYOTA	JA 190T T600	2,7	16
Mesin Tenun Air Jet	TOYOTA	JA 190T T610	2,7	20

Tabel 2. 7 Spesifikasi Mesin Unit Pertenunan (Lanjutan) (Gapur, 2009)

Nama Mesin	Merk	Tipe	Daya (kW)	Jumlah (unit)
Mesin Tenun Air Jet	TSUDAKOMA	ZA 203i	2,2	54
Mesin Tenun Air Jet	TSUDAKOMA	ZA 205i	2,2	87
Mesin Tenun Air Jet	TSUDAKOMA	ZA 209i	2,2	100
Mesin Tenun Rapier	PICANOL	GTX	5,75	20
Mesin Tenun Rapier	PICANOL	GTX PLUS	5,75	2
Inspecting	SETIA LOGAM	SL-101-VC75	0,672	15
Folding	KOMINAMI	F-2S70	1,5	1
Folding	KOMINAMI	HAF-3A75	2,2	2

2.6.3 Mesin-mesin dalam Industri Pencelupan dan Finishing (Mawardini, 2003)

Mesin-mesin yang digunakan dalam industri pencelupan dan finishing cukup banyak. Berikut ini adalah mesin-mesin yang digunakan dalam Industri Pencelupan dan Finishing:

Tabel 2. 8 Mesin-mesin yang Digunakan dalam Unit Pencelupan

Nama Mesin	Merk	Jumlah	Fungsi
Bakar bulu, Penghilangan kanji	Parex	1	Pembakaran bulu dan penghilangan kanji secara simultan
Pemasakan	Wakayama	1	Pemasakan
Pengelantangan	Wakayama	1	Pengelantangan

Merserisasi	Wakayama	1	Merserisasi kain kapas
Pembuka kain	Se Chan	1	Merubah bentuk kain rope ke bentuk lebar kain
Jet Dyeing	Tong Wu	3	Mencelup kain poliester, pemasakan kain polyester
Jet Flow	Tong Wu	4	Penghilangan kanji, pemasakan, dan relaksasi kain poliester
Jigger	Fong Yung	1	Pemasakan-pengelantangan, pencelupan, pencucian
Jigger	Kyoto	1	Pemasakan-pengelantangan, pencelupan, pencucian
Boil Off	Boil Off	1	Pengurangan berat kain poliester
Pad Batch	Eduard Kuster	1	Pencelupan

Tabel 2. 9 Mesin-mesin yang Digunakan dalam Unit Pencelupan (Lanjutan)

Nama Mesin	Merk	Jumlah	Fungsi
Thermosol	Kyoto	1	Pencelupan
Thermofix	Kyoto	1	Fiksasi Zat Warna dengan serat
Steamer	Artos	1	Fiksasi Zat Warna dengan serat
Pad Steam	Kyoto	1	Fiksasi Zat Warna dengan serat
Continuous Winch	Se Chan	1	Pencucian
Flashager	Goller	1	Pencucian reduksi
Cylinder Dryer	Fong Yung	1	Pengeringan kain poliester
Stenter	Artos	1	Pemantapan panas, penyempurnaan resin
Stenter	Famatex	1	Pemantapan panas, penyempurnaan resin
Stenter	Monfort	1	Pemantapan panas, penyempurnaan resin
Sanforising	Monfort	1	Membuat efek mengkeret pada kain
Emerizing	Do You	1	Menimbulkan bulu pada kain
Coating	Sun	1	Melapisi permukaan kain dengan resin
Calander	Chemnitz	1	Membuat efek mengkilap pada kain
Printing	Buser	1	Pencapan kain selulosa dan campurannya
Printing	Peter Zimmer	1	Pencapan kain selulosa dan campurannya
Expose	Peter Zimmer	1	Pemindahan gambar/ motif dari film ke rotary screen
Foto Copy Film	Hans SIXT KG Walldfort/Bd	1	Membuat film negatif dan positif
Step Repeat	Peter Zimmer	1	Memperbanyak repeat motif pada film
Setting Endring	Peter Zimmer	1	Memasang endring pada rotary screen
Screen Master	A'Tex Rotary Screen RS-2100	1	Pemindahan gambar/ motif ke rotary screen
Folding	Shiaw Tai Fong	1	Menggulung kain dalam bentuk Folding
Rolling	Shiaw Tai Fong	1	Menggulung kain dalam bentuk rol
Ketel Uap	Omnical	3	Mesin penghasil uap
Boiler Oil	THT	1	Mesin pemanas oli

Kemudian untuk suplai energi pada unit pencelupan, digunakan sampel salah satu perusahaan, di mana data yang digunakan adalah suplai listrik untuk perusahaan tersebut. Berikut ini adalah rincian suplai listrik:

Tabel 2. 10 Pemakaian Energi Unit Pencelupan/ finishing (Widodo, 2006)

Jenis Energi	Daerah	Kapasitas Terpasang	Pemakaian/ bulan
Listrik PLN	Bagian Spinning	1.100 kVA	423.400 kWh
Listrik PLN	Bagian Weaving I	555 kVA	79.320 kWh
Listrik PLN	Bagian Weaving II	555 kVA	152.600 kWh
Listrik PLN	Bagian Umum	1.385 kVA	606.000 kWh

2.7 Sistem Dinamik (Avianto, 2006; Muhammadiyah, 2001; Saeed, 1994)

Proses pembuatan keputusan menyangkut fenomena-fenomena yang dinamis. Fenomena dinamis ini dimunculkan oleh adanya struktur fisik dan struktur pembuatan keputusan yang saling berinteraksi. Struktur fisik dibentuk oleh akumulasi (stok) dan jaringan aliran orang, barang, energi, dan bahan. Sedangkan struktur pembuatan keputusan dibentuk oleh akumulasi (stok) dan jaringan aliran informasi yang digunakan oleh aktor-aktor (manusia) dalam sistem yang menggambarkan kaidah-kaidah proses pembuatan keputusannya.

2.7.1 Konsep-konsep Dasar Simulasi Sistem (Tasrif, 2005)

Sebelum mempelajari permodelan dengan menggunakan Sistem Dinamik, tentunya dibutuhkan pengetahuan mengenai komponen-komponen yang ada dalam suatu permodelan dan permodelan Sistem Dinamik khususnya. Konsep-konsep tersebut terdiri dari:

1. Filsafat Manajemen

Salah satu peran manajemen adalah mengendalikan perilaku korporat (*corporate behavior*) dengan terlebih dahulu mengerti penyebabnya dan merancang kebijaksanaan (*policy design*) untuk memperbaiki perilaku yang tidak diinginkan.

2. Organisasi (*corporate*) → Perilaku Dinamis (*Behavior*)

Pertanyaan-pertanyaan terhadap perilaku:

- Prediksi (berapa)
- Meningkatkan pengertian terhadap gejala-gejala yang diamati

3. Organisasi (*corporate*) → Perilaku Dinamis (*Behavior*)

Sifat-sifat dasar:

- Perilaku dipengaruhi oleh interaksi-interaksi antar bagian-bagian organisasi dan antara organisasi dengan lingkungannya.
- Interaksi-interaksi tersebut cenderung lebih penting dari pada bagian-bagian organisasi tersebut
- Implikasi-implikasi jangka panjang boleh jadi berbeda dengan implikasi jangka pendek.

Manajemen membutuhkan suatu alat untuk melengkapi intuisi dan pengalaman yang dapat memberikan cara-cara menangani interaksi-interaksi tersebut dan memperkirakan efek-efek kebijaksanaan dalam jangka panjang maupun jangka pendek.

4. Diperlukan suatu wahana yang dapat memberikan jalan dan cara yang efektif dalam mempengaruhi organisasi agar kinerja (*performance*) organisasi yang diinginkan dapat dicapai

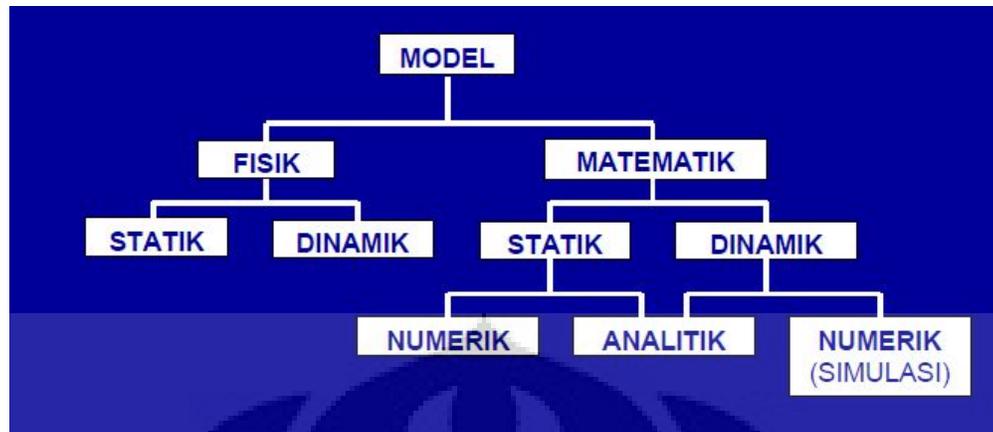
5. Simulasi

Simulasi ialah suatu metode yang digunakan untuk mempelajari dinamika sistem. Sistem ialah suatu kumpulan unit-unit (bagian, komponen, atau elemen) yang beroperasi dalam beberapa cara yang saling berhubungan. Simulasi memberikan suatu deskripsi perilaku sistem dalam perkembangannya sejalan dengan bertambahnya waktu.

6. Simulasi dan Model

Simulasi adalah suatu upaya untuk menirukan beroperasinya suatu sistem melalui (menggunakan) suatu model.

Model adalah suatu gambaran (abstraksi suatu sistem).



Gambar 2. 3 Pembagian Model (Abstraksi suatu Sistem) (Tasrif, 2005)

7. Model simulasi dalam lingkup manajemen

Model simulasi yang diperlukan ialah suatu model yang dapat memberikan pemahaman (understanding) tentang sebab terjadinya persoalan manajemen (fenomena manajemen yang tidak dikehendaki), dan melalui pemahaman ini dapat dirancang suatu kebijaksanaan untuk memperbaiki persoalan tersebut (*policy direction*). Macam-macam metodologi permodelan adalah *mathematical programming, cost benefit analysis, forecasting, econometrics, differential calculus, system dynamics*.

Proses pembuatan keputusan menyangkut fenomena-fenomena yang dinamis. Fenomena dinamis ini dimunculkan oleh adanya struktur fisik dan struktur pembuatan keputusan yang saling berinteraksi. Struktur fisik dibentuk oleh akumulasi (stok) dan jaringan aliran orang, barang, energy, dan bahan. Sedangkan struktur pembuatan keputusan dibentuk oleh akumulasi (stok) dan jaringan aliran informasi yang digunakan oleh aktor-aktor (manusia) dalam sistem yang menggambarkan kaidah-kaidah proses pembuatan keputusannya.

Adapun prinsip-prinsip untuk membuat model dinamik dengan ciri-ciri seperti yang diuraikan di atas menurut Sterman (1981) adalah sebagai berikut:

- Keadaan yang diinginkan dan keadaan yang sebenarnya terjadi harus dibedakan di dalam model.
- Adanya struktur stok dan aliran dalam kehidupan nyata harus dapat dipresentasikan di dalam model

- Aliran-aliran yang berbeda secara konseptual, di dalam model harus dibedakan
- Hanya informasi yang benar-benar tersedia bagi aktor-aktor di dalam sistem yang harus digunakan dalam permodelan keputusan-keputusannya
- Struktur kaidah pembuatan keputusan di dalam model haruslah sesuai (cocok) dengan praktik-praktik manajerial.
- Model haruslah *robust* dalam kondisi-kondisi ekstrim

2.7.2 Metodologi *System Dynamics*

Metodologi *System Dynamics* telah dan sedang berkembang sejak diperkenalkan pertama kali oleh Jay W. Forrester pada tahun 1950-an dan berpusat di MIT Amerika. Sesuai dengan namanya, metode ini erat berhubungan dengan pertanyaan-pertanyaan tentang tendensi-tendensi dinamika sistem-sistem yang kompleks, yaitu pola-pola tingkah laku yang dibangkitkan oleh sistem itu dengan bertambahnya waktu.

Penggunaan metodologi ini lebih ditekankan kepada tujuan-tujuan peningkatan pengertian kita tentang bagaimana tingkah laku sistem itu muncul dari strukturnya.

Pengertian ini sangat penting dalam perancangan kebijaksanaan yang efektif.

Persoalan yang dapat dengan tepat dimodelkan menggunakan metodolgi Sistem Dinamik adalah masalah yang:

- Mempunyai sifat dinamis (berubah terhadap waktu); dan
- Struktur fenomenanya mengandung paling sedikit satu struktur umpan balik (*feedback structure*).

Dalam metodolgi Sistem Dinamik yang dimodelkan adalah struktur informasi sistem yang di dalamnya terdapat aktor-aktor, sumber-sumber informasi, dan jaringan aliran informasi yang menghubungkan keduanya.

Analogi fisik dan matematik untuk struktur informasi itu dapat dibuat dengan mudah. Sebagai suatu analogi fisik, sumber informasi merupakan suatu tempat penyimpanan (storage), sedangkan keputusan merupakan aliran yang masuk ke atau keluar dari tempat penyimpanan itu. Dalam analogi matematik, sumber informasi dinyatakan sebagai variabel keadaan (*state variable*), sedangkan keputusan merupakan turunan (*derivative*) variabel keadaan tersebut.

2.7.3 Hubungan Kausal (sebab-akibat)

Suatu struktur umpan balik harus dibentuk karena adanya hubungan kausal (sebab-akibat). Dengan perkataan lain, struktur umpan balik adalah suatu *causal loop* (lingkar sebab-akibat).

Suatu struktur umpan balik harus dibentuk karena adanya hubungan kausal (sebab-akibat). Dengan perkataan lain, suatu struktur umpan-balik adalah suatu *causal loop* (lingkar sebab-akibat). Struktur umpan-balik ini merupakan blok pembentuk model yang diungkapkan melalui lingkaran-lingkaran tertutup. Lingkaran umpan-balik (*feedback loop*) tersebut menyatakan hubungan sebab-akibat variabel-variabel yang melingkar, bukan menyatakan hubungan karena adanya korelasi-korelasi statistik. Hubungan sebab-akibat antar sepasang variabel harus dipandang bila hubungan variabel tersebut dengan variabel lainnya di dalam sistem dianggap tidak ada.

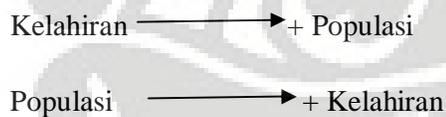
Ada 2 macam hubungan kausal, yaitu:

- Hubungan kausal positif, dan
- Hubungan kausal negative

Ada 2 macam lingkaran umpan-balik, yaitu:

- Lingkaran umpan balik positif (*growth*), dan
- Lingkaran umpan balik negatif (*goal seeking*),

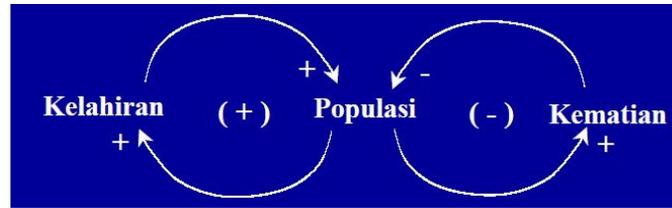
Hubungan kausal positif:



Hubungan kausal negative:



Causal loop



Gambar 2. 4 Contoh Causal Loop (Tasrif, 2005)

2.7.4 Langkah-langkah Permodelan dengan Metode Sistem Dinamik

1) Identifikasi perilaku persoalan

Pola Referensi

Dalam langkah ini diidentifikasi pola historis atau pola hipotesis yang menggambarkan perilaku persoalan (*problem behavior*). Pola historis atau pola hipotesis ini merupakan pola referensi yang diwakili oleh pola perilaku suatu kumpulan variabel-variabel yang mencakup beberapa aspek yang berhubungan dengan perilaku persoalan. Pola-pola tersebut diintegrasikan ke dalam suatu susunan (fabrikasi) sedemikian rupa sehingga dapat merepresentasikan tendensi-tendensi internal yang ada dalam sistem.

Penggambaran pola referensi tersebut sebagai tendensi internal sistem adalah sangat penting, karena tendensi itu ditimbulkan oleh suatu kumpulan struktur umpan balik yang terbentuk di dalam sistem dan mempunyai implikasi-implikasi terpenting untuk analisis kebijakan.

Hipotesis Dinamik

Setelah pola referensi dapat didefinisikan, suatu hipotesis awal tentang interaksi-interaksi perilaku yang mendasari pola referensi perlu diajukan. Pada langkah ini, hipotesis dinamik yang diajukan mungkin belum tepat sekali. Beberapa iterasi dari formulasi, perbandingan dengan bukti-bukti empiris, dan reformulasi akan ditempuh untuk sampai kepada suatu hipotesis yang logis dan sah secara empiris.

Batas Model

Dalam langkah ini batas model akan didefinisikan terlebih dahulu dengan jelas sebelum suatu model dibentuk. Batas model ini memisahkan proses-proses

yang menyebabkan adanya tendensi internal yang diungkapkan dalam pola referensi dari proses-proses yang mempresentasikan pengaruh-pengaruh eksogenus. Batas model ini akan menggambarkan cakupan analisis dan akan berdasarkan kepada isyu-isyu yang ditunjukkan oleh analisis tersebut dan akan meliputi semua interaksi sebab-akibat yang berhubungan dengan isyu itu.

2) Membentuk suatu model computer

Struktur Umpan Balik Model

Setelah batas model dapat didefinisikan, suatu struktur lingkaran-lingkaran umpan-balik (*feedback loops*) yang berinteraksi akan dibentuk. Struktur umpan-balik ini merupakan blok pembentuk model yang diungkapkan melalui lingkaran-lingkaran tertutup. Lingkaran umpan-balik tersebut menyatakan hubungan sebab-akibat variabel-variabel yang melingkar, bukan menyatakan hubungan karena adanya korelasi-korelasi statistik. Hubungan sebab-akibat antar sepasang variabel harus dipandang bila hubungan variabel tersebut dengan variabel lainnya di dalam sistem dianggap tidak ada. Sedangkan suatu korelasi statistik antara sepasang variabel diturunkan dari data yang ada dalam keadaan variabel tersebut berhubungan dengan variabel lainnya di dalam sistem dan kesemuanya berubah secara simultan.

Ada dua macam lingkaran umpan-balik yang mungkin terdapat dalam suatu model, yaitu lingkaran umpan-balik positif dan lingkaran umpan-balik negatif. Lingkaran umpan-balik positif akan menghasilkan pola pertumbuhan eksponensial atau peluruhan (*decay*), sedangkan lingkaran umpan-balik negatif akan menghasilkan pola-pola pencapaian tujuan (*goal seeking*). Gabungan lingkaran yang sejenis ataupun kombinasinya akan menghasilkan bermacam pola perilaku.

Level dan Rate

Dalam merepresentasikan aktivitas dalam suatu lingkaran umpan-balik, digunakan dua jenis variabel yang disebut sebagai *level* dan *rate*. Level menyatakan kondisi sistem pada setiap saat. Dalam rekayasa (*engineering*) *level* sistem lebih dikenal sebagai *state variable* sistem. *Level* merupakan hasil akumulasi di dalam sistem, sedangkan *rate* menyatakan

aktivitas sistem. Persamaan suatu variabel *rate* merupakan suatu struktur kebijaksanaan yang menjelaskan mengapa dan bagaimana suatu keputusan dibuat berdasarkan kepada informasi yang tersedia di dalam sistem. *Rate* inilah satu-satunya variabel dalam model yang dapat mempengaruhi *level*.

3) Pengujian Model dan Analisis Kebijakan

Setelah model eksplisit suatu persoalan telah dapat diformulasikan; pada langkah ini suatu kumpulan pengujian dilakukan terhadap model untuk menegakkan keyakinan terhadap kesahihan model dan sekaligus pula mendapatkan pemahaman terhadap tendensi-tendensi internal sistem. Hal ini diperlukan dalam upaya untuk membandingkannya dengan pola referensi dan secara terus menerus memodifikasi dan memperbaiki struktur model. Sensitivitas model terhadap perubahan nilai parameter-parameter perlu dilakukan dalam langkah ini.

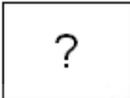
Bila suatu korespondensi antara model mental sistem, model eksplisitnya, dan pengetahuan empirik tentang sistem telah diperoleh; model yang dibuat dapat diterima sebagai suatu representasi persoalan yang sah dan dapat digunakan untuk analisis kebijaksanaan.

2.7.5 **Tools yang digunakan dalam Permodelan menggunakan Sistem Dinamik**

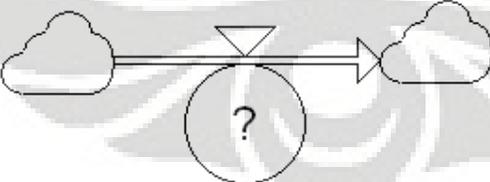
Permodelan sistem dinamik ini dapat digunakan untuk analisis dan perumusan kebijakan. Analisis kebijakan mengandung dua kata yaitu analisis dan kebijakan. Analisis adalah suatu pekerjaan intelektual untuk memperoleh pengertian dan pemahaman, sedangkan kebijakan adalah suatu upaya atau tindakan untuk mempengaruhi sistem mencapai tujuan yang diinginkan. UU No. 32 Tahun 2009 juga merupakan sebuah kebijakan yang dikeluarkan oleh Pemerintah Indonesia. Tentunya kebijakan ini harus dikaji dampaknya terhadap berbagai sektor termasuk sektor produksi minyak bumi dan gas alam nasional. Permodelan dengan menggunakan sistem dinamik adalah salah satu metodenya, dan software yang digunakan dapat bermacam-macam, seperti *Powersim Constructor*, *Vensim*, *Dynamo*, maupun *Stella*. Hanya saja software yang digunakan pada permodelan kali ini adalah *Powersim Constructor*. Berikut adalah beberapa *tools* yang digunakan dalam Permodelan menggunakan Sistem Dinamik

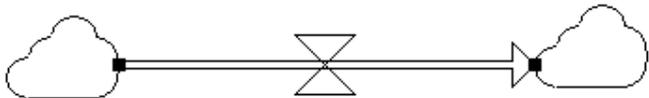
Universitas Indonesia

Tabel 2. 11 Tools dalam Pemodelan Menggunakan Sistem Dinamik

No	Tools	Nama
1	 Level_1	Level
2	 Auxiliary_1	Auxiliary

Tabel 2. 12 Tools dalam Pemodelan Menggunakan Sistem Dinamik (Lanjutan)

No	Tools	Nama
3	 Constant_1	Constant
4	 Rate_1	Flow/ rate + auxiliary

5		Flow/ rate
---	--	------------

Penjelasan dari masing-masing *tools* di atas adalah:

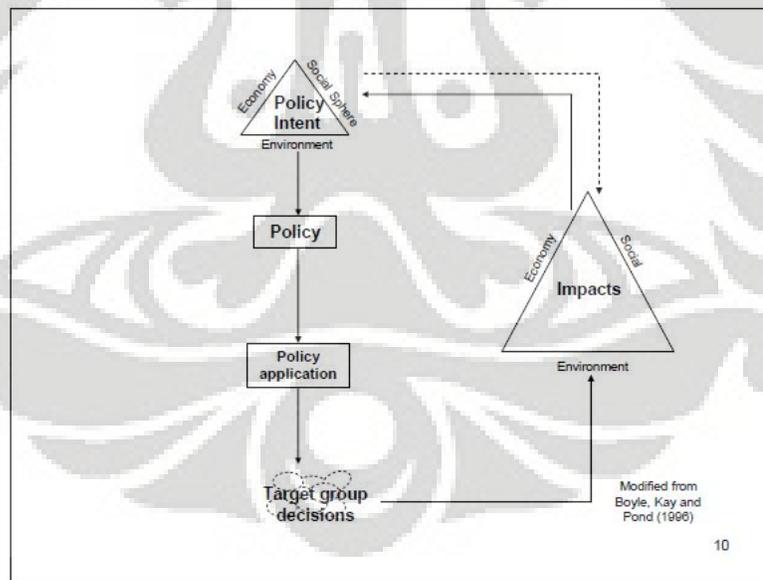
- **Level**
Level menyatakan kondisi sistem pada setiap saat. Dalam rekayasa (*engineering*) level sistem lebih dikenal sebagai *state variable* sistem. Level merupakan hasil akumulasi di dalam sistem
- **Auxiliary**
Auxiliary merupakan persamaan pembantu yang digunakan untuk menguraikan persamaan *rate* untuk kejelasan dan makna suatu variabel *rate*.
- **Constant**
Bila auxiliary merupakan sebuah persamaan maka *constant* berisi suatu nilai yang tetap dan tidak berubah (konstanta), biasanya langsung ditetapkan besarnya dalam suatu angka.
- **Flow/ Rate + Auxiliary**
Flow / Rate merupakan suatu aktivitas atau pergerakan (*movement*), atau aliran yang berkontribusi terhadap perubahan per satuan waktu dalam suatu *level*. Apabila ada tambahan auxiliary maka *rate* ini ditambahkan suatu persamaan yang dapat menjelaskan makna dari *rate* tersebut.
- **Flow/ Rate**
Rate menyatakan aktivitas sistem, persamaan suatu variabel *rate* merupakan suatu struktur kebijaksanaan yang menjelaskan mengapa dan bagaimana suatu keputusan

dibuat berdasarkan kepada informasi yang tersedia di dalam sistem. *Rate* inilah satu-satunya variabel dalam model yang dapat mempengaruhi level.

2.8 Energy Demand Model

Evaluasi kebijakan dapat dilakukan dengan membandingkan data fakta capaian dengan target yang telah ditetapkan sebelumnya, dengan begitu dapat dilihat apakah target terpenuhi atau tidak. Oleh karena itu diperlukan sebuah *tool* berupa model energi yang dapat membantu dalam melakukan prediksi/peramalan indikator-indikator kinerja utama ke depan dalam bidang ESDM.

Pengambilan sebuah kebijakan didasarkan pada sebuah tujuan untuk apa kebijakan tersebut, dengan mempertimbangkan keadaan ekonomi, keadaan sosial dsb pada saat itu. Setelah sebuah kebijakan dibuat, kemudian kebijakan tersebut diaplikasikan. Dampak dari pengaplikasian kebijakan tersebut kemudian menjadi feedback untuk membuat sebuah kebijakan baru yang mensupport kebijakan lama. Hal ini berlangsung terus hingga menjadi sebuah siklus. Gambar 2.5 menunjukkan siklus kebijakan yang dimaksud.



Gambar 2. 5 Siklus Kebijakan

Berkaitan dengan perubahan paradigma sektor energi di Indonesia yang semula supply side management menjadi demand side management, model energi yang akan dibangun harus dapat mengakomodir perubahan paradigma tersebut. Demand side management merupakan salah satu program konservasi energi di Indonesia yang berisi tentang pengaturan sisi demand energi diantaranya mengaplikasikan energi alternatif seperti energi surya di masyarakat umum. Selain demand side management, kebijakan konservasi energi juga berisi peningkatan efisiensi peralatan yang digunakan dan diversifikasi energi.

Energy demand model merupakan model yang menitikberatkan pada kebutuhan energi untuk memenuhi berbagai kebutuhan lainnya, dengan model ini akan didapatkan indikator-indikator kinerja utama yang dapat dibandingkan dengan target-target yang telah ditetapkan melalui kebijakan yang diambil. Indikator-indikator ini dapat berupa intensitas energi per sektor, elastisitas energi per sektor, pertumbuhan pemakaian energi per sektor. Selain itu dengan model yang dihasilkan akan diproyeksi kebutuhan energi ke depannya.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Permodelan dan Analisis Tingkat Intensitas Energi pada industri semen dan tekstil tahun 2020 ini terdiri dari beberapa prosedur metodologi penelitian untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Oleh karena itu, dalam bab ini akan dijelaskan mengenai beberapa bagian dari metodologi penelitian yang terdiri dari variabel penelitian, prosedur penelitian, diagram alir penelitian, teknik pengumpulan data dan teknik analisis data. Berikut ini adalah penjelasan lengkap dari bagian-bagian tersebut.

3.1 Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini tentunya terdiri dari beberapa variabel yang saling berkaitan dan mempengaruhi. Variabel seperti tingkat intensitas energi pada industri semen dan tekstil merupakan variabel yang terikat oleh variabel-variabel lain seperti kapasitas produksi industri semen dan tekstil, jumlah pabrik semen dan tekstil, tingkat konsumsi tekstil dan semen per kapita serta perkembangan produksi industri semen dan tekstil. Oleh karena itu pengelompokan variabel-variabel dalam penelitian ini menjadi:

Variabel bebas: jumlah produksi industri semen dan tekstil, jumlah pabrik semen dan tekstil, tingkat konsumsi tekstil dan semen per kapita serta perkembangan produksi industri semen dan tekstil.

Variabel terikat: Tingkat Intensitas Energi Industri Semen dan Tekstil tahun 2020.

3.2 Prosedur Penelitian

Prosedur-prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari lima tahapan. Prosedur dalam penelitian ini secara umum bertujuan untuk mengetahui tingkat intensitas energi yang ada di industri semen dan tekstil serta efisiensi energi apabila menggunakan teknologi-teknologi terbaru dalam masing-masing industri. Berikut ini adalah prosedur penelitian yang akan dilakukan:

3.2.1 Studi Literatur

Pada tahapan ini dilakukan studi berkaitan dengan materi-materi yang diperlukan dan berkenaan dengan penelitian ini, diantaranya mempelajari tentang permodelan tingkat intensitas energi khususnya industri semen dan tekstil, proses produksi semen dan tekstil, serta perilaku sistem dinamik terhadap penentuan kebijakan seperti pembuatan *causal loop* serta studi mengenai software sistem dinamik.

3.2.2 Pengumpulan Data

Melakukan pengumpulan data baik melalui literatur ataupun survey, diantaranya mengenai data Jumlah industri tekstil dan industri semen di Indonesia, perkembangan teknologi industri tekstil dan industri semen, kapasitas produksi masing-masing industri, jenis-jenis bahan bakar/energi yang digunakan pada industri tekstil dan industri semen, jumlah konsumsi bahan bakar/energi pada Industri tekstil dan industri semen.

3.2.3 Membuat Skenario- skenario Kebijakan yang terjadi

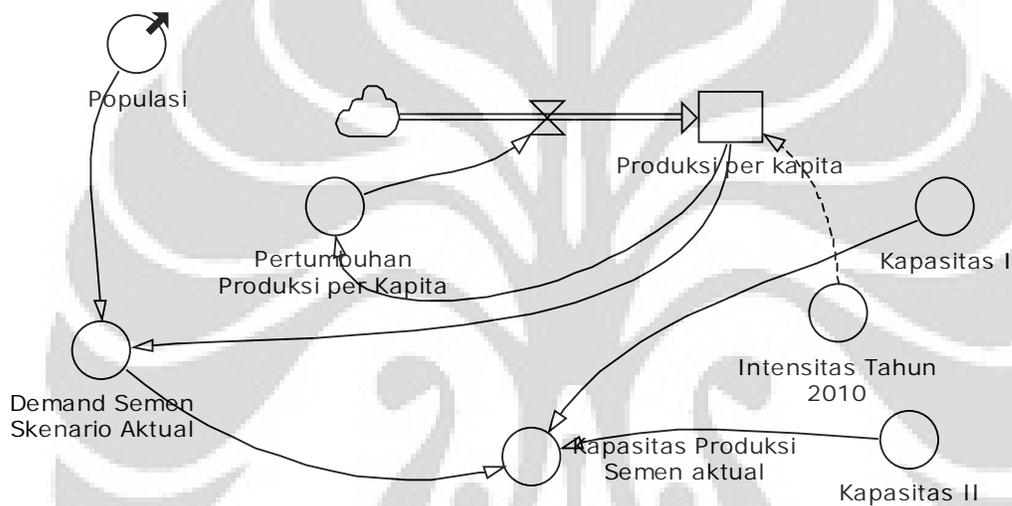
Setelah kita mempelajari mengenai tingkat intensitas energi pada industri tekstil dan semen maka kita dapat membuat berbagai skenario yang mungkin terjadi pada industri semen dan tekstil. Dari berbagai skenario kebijakan ini akan menghasilkan jumlah produksi dan tingkat intensitas energi yang berbeda-beda.

3.2.4 Membuat break down masing-masing parameter di dalam *causal loop*

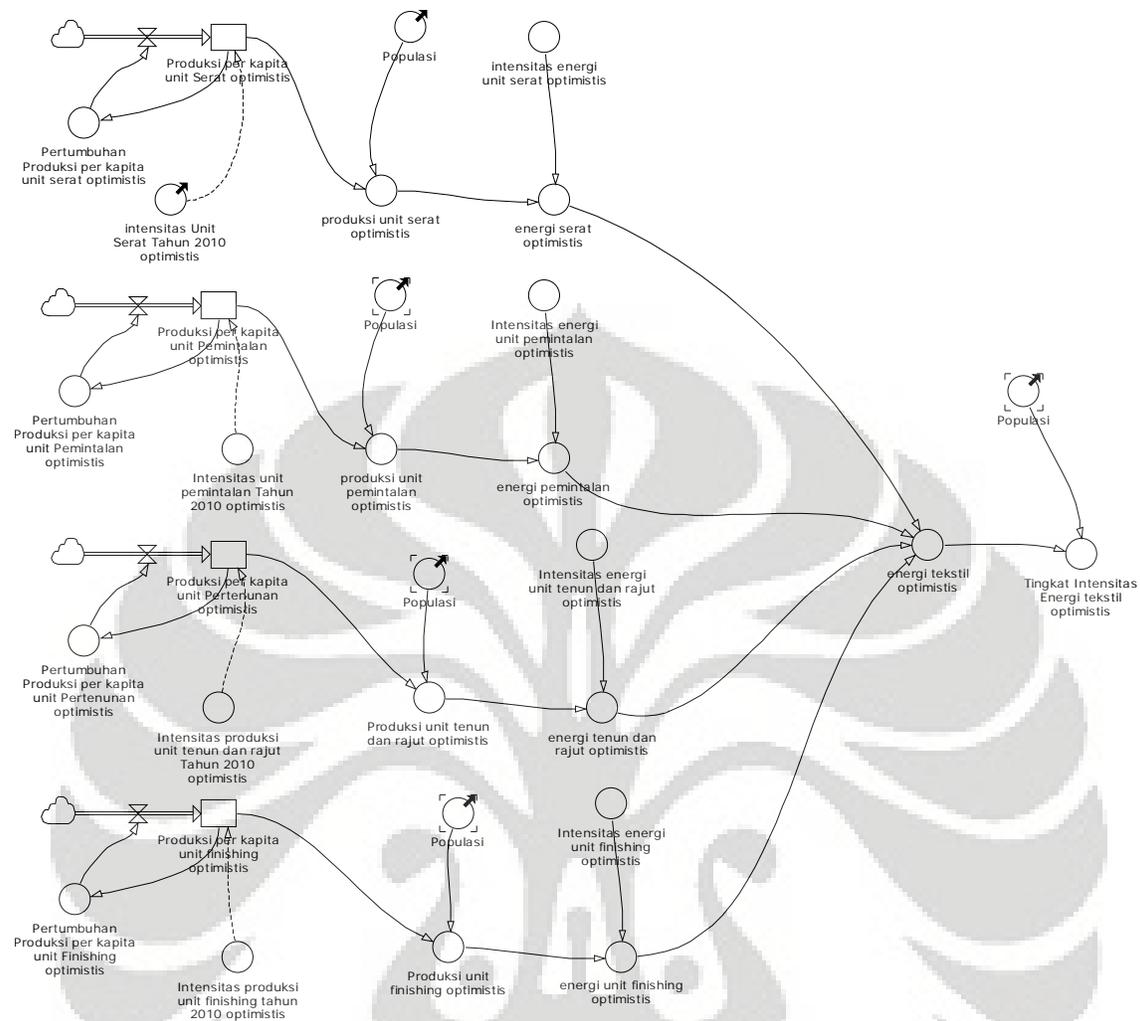
Setelah membuat berbagai skenario kebijakan kita dapat melakukan *break down* dari masing-masing parameter. Hal ini perlu dilakukan karena faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat intensitas energi pada industri semen dan tekstil tentunya tidak berdiri sendiri, dan masih ada faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat intensitas energi pada industri semen dan tekstil. Dengan kata lain kita mendefinisikan faktor-faktor yang berpengaruh secara tidak langsung terhadap tingkat intensitas energi pada industri semen dan tekstil. Faktor-faktor yang mempengaruhi seperti pertumbuhan industri tekstil dan industri semen, kapasitas produksi masing-masing industri serta jenis-jenis energi dan jumlah yang digunakan.

3.2.5 Pengembangan model ke dalam *software* Permodelan Sistem Dinamik

Formulasi model matematis yang dibuat berdasarkan kebijakan yang digunakan, sehingga akan terdapat model matematis dalam hasil penelitian nantinya. Sistem yang digunakan adalah sistem dinamik dengan menggunakan alat bantu yaitu piranti lunak. Model matematis ini memiliki berbagai jenis variabel dan parameter yang akan ditentukan sesuai dengan data-data yang didapatkan. Model sistem dinamik yang telah didapatkan dari *causal loop* kemudian dikembangkan ke dalam *software* permodelan sistem dinamik. Kita melakukan definisi masing-masing variabel dalam *software* sesuai dengan yang kita modelkan secara manual.



Gambar 3. 1 Permodelan Industri Semen dalam Software



Gambar 3. 2 Permodelan Industri Tekstil dalam Software

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini tentunya juga membutuhkan data, dan dibutuhkan teknik dalam pengumpulan data-data tersebut baik yang berupa data primer maupun data sekunder. Berikut ini adalah data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini:

1. Jumlah industri tekstil dan industri semen di Indonesia
2. Perkembangan teknologi industri tekstil dan industry semen
3. Proses produksi industri tekstil dan industri semen
4. Kapasitas produksi masing-masing industri.
5. Jenis-jenis bahan bakar/energi yang digunakan pada industri tekstil dan industry semen

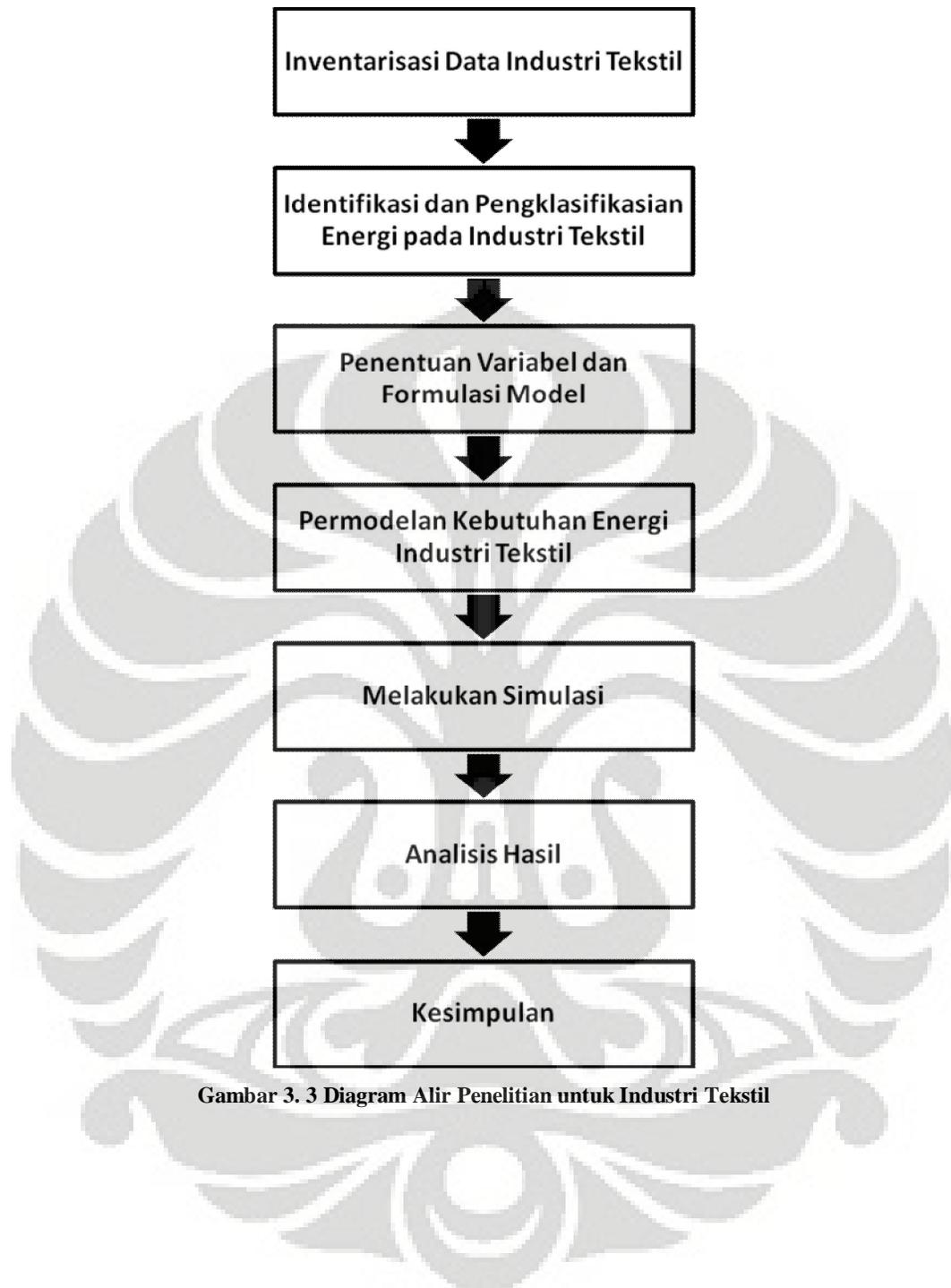
6. Jumlah konsumsi bahan bakar/energi pada Industri tekstil dan industry semen
7. Kebijakan energi sektor industri.

3.4 Teknik Analisis Data

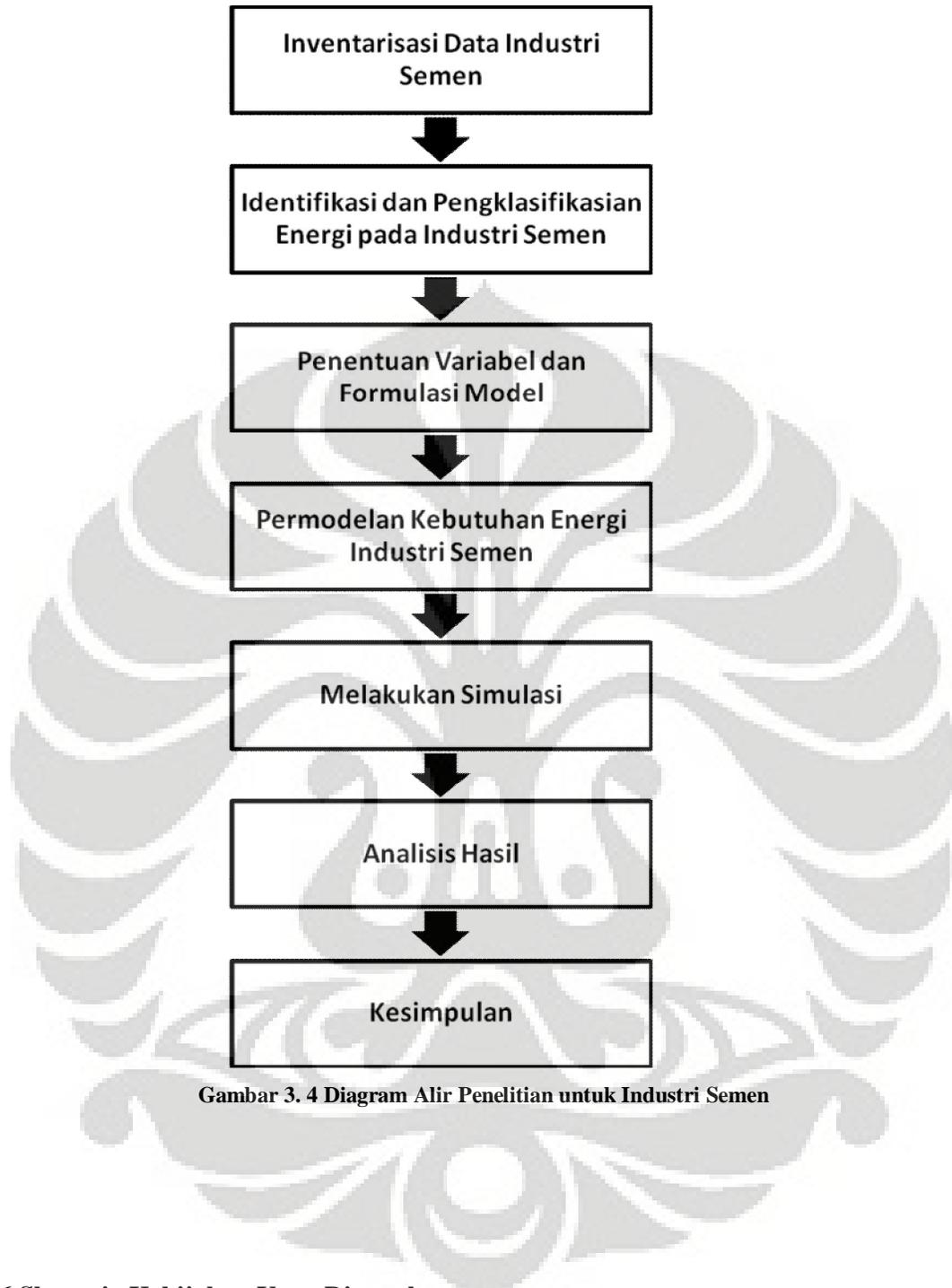
Teknik Analisis Data yang digunakan adalah menggunakan Software Permodelan Sistem Dinamik dengan membuat suatu permodelan *causal loop* dari faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat intensitas energi pada industri semen dan tekstil. Setelah membuat suatu grafik peningkatan tingkat intensitas energi pada industri semen dan tekstil sebagai fungsi waktu maka kita melihat berapa besar kebutuhan energi tambahan yang dibutuhkan dari masing-masing industri pada tahun 2020, kemudian kita dapat menganalisis kebutuhan tambahan pabrik semen dan tekstil dan yang terakhir setelah melakukan pengklasifikasian teknologi maka kita dapat mengetahui efisiensi energi apabila teknologi terbaru dari industri semen dan tekstil digunakan.

3.5 Diagram Alir Penelitian

Untuk mempersingkat prosedur penelitian di atas maka dapat dibuat suatu diagram alir penelitian, yang berisi langkah-langkah dalam penelitian ini. Berikut ini adalah diagram alir penelitiannya:



Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian untuk Industri Tekstil



Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian untuk Industri Semen

3.6 Skenario Kebijakan Yang Digunakan

Dalam menghitung tingkat intensitas energi baik dalam industri semen maupun industri tekstil, tentunya ada pengaruh beberapa kebijakan atau kondisi- kondisi tertentu. Oleh karena itu dalam penelitian ini juga dilihat mengenai pengaruh berbagai kondisi terhadap tingkat intensitas energi di Industri Tekstil dan Semen.

3.6.1 Skenario Tingkat Intensitas Energi Industri Semen

Secara umum skenario yang akan dibuat pada tingkat intensitas energi semen mencakup tingkat pertumbuhan konsumsi semen per kapita, di mana ada skenario optimistis dengan tingkat pertumbuhan konsumsi semen per kapita yang tinggi, kemudian tingkat pertumbuhan konsumsi semen aktual hingga tahun 2010, dan skenario pesimistis dengan tingkat pertumbuhan konsumsi semen per kapita yang rendah. Berikut ini adalah penjelasan dari masing-masing skenario tersebut dan asumsi-asumsi yang digunakan.

3.6.1.1 Skenario Optimistis

Dalam skenario optimistis ini digunakan tingkat pertumbuhan konsumsi semen per kapita sebesar 5% dengan dasar pertimbangan dengan tingkat pertumbuhan ekonomi yang tinggi maka akan terjadi kenaikan pertumbuhan konsumsi semen per kapita sebesar 50% dari tingkat pertumbuhan aktual yaitu sebesar 3,4% menjadi 5%. Asumsi-asumsi yang digunakan dalam skenario ini adalah:

1. Total Kapasitas Produksi Semen tiap tahun hingga tahun 2010 adalah 46.500.000 ton (Sutiyono, 2009)
2. Produksi semen untuk dalam negeri pada tahun 2009 mencapai 34.500.000 ton
3. Tidak ada kenaikan konsumsi semen dalam negeri dari tahun 2009 ke 2010
4. Pertumbuhan konsumsi semen per kapita setiap tahunnya dari tahun 2010-2020 sebesar 5% per tahun.
5. Tidak ada Penambahan Kapasitas Produksi Semen dari tahun 2010-2020, penambahan dilakukan sebagai sebuah saran kebijakan
6. Konsumsi Energi setiap pabrik merupakan fungsi dari kapasitas dan penggunaan energi per ton dari setiap pabrik adalah sama.

3.6.1.2 Skenario Aktual

Dalam skenario aktual ini digunakan tingkat pertumbuhan konsumsi semen per kapita sebesar 3,4%. Data ini didapatkan dari BPS di mana data pertumbuhan konsumsi semen per kapita dari tahun 2004-2009 mencapai 3,4%. Asumsi-asumsi yang digunakan dalam skenario ini adalah:

1. Total Kapasitas Produksi Semen tiap tahun hingga tahun 2010 adalah 46.500.000 ton (Sutiyono, 2009)

2. Produksi semen untuk dalam negeri pada tahun 2009 mencapai 34.500.000 ton
3. Tidak ada kenaikan konsumsi semen dalam negeri dari tahun 2009 ke 2010
4. Pertumbuhan konsumsi semen per kapita setiap tahunnya dari tahun 2010-2020 sebesar 3,4% per tahun.
5. Tidak ada Penambahan Kapasitas Produksi Semen dari tahun 2010-2020, penambahan dilakukan sebagai saran kebijakan
6. Konsumsi Energi setiap pabrik merupakan fungsi dari kapasitas dan penggunaan energi per ton dari setiap pabrik adalah sama.

3.6.1.3 Skenario Pesimistis

Dalam skenario pesimistis ini digunakan tingkat pertumbuhan konsumsi semen per kapita sebesar 2% dengan dasar pertimbangan dengan tingkat pertumbuhan ekonomi yang tinggi maka akan terjadi kenaikan pertumbuhan konsumsi semen per kapita sebesar 50% dari tingkat pertumbuhan aktual yaitu sebesar 2% menjadi 5%. Asumsi-asumsi yang digunakan dalam skenario ini adalah:

1. Total Kapasitas Produksi Semen tiap tahun hingga tahun 2010 adalah 46.500.000 ton (Sutiyono, 2009)
2. Produksi semen untuk dalam negeri pada tahun 2009 mencapai 34.500.000 ton
3. Tidak ada kenaikan konsumsi semen dalam negeri dari tahun 2009 ke 2010
4. Pertumbuhan konsumsi semen per kapita setiap tahunnya dari tahun 2010-2020 sebesar 2% per tahun.
5. Tidak ada Penambahan Kapasitas Produksi Semen dari tahun 2010-2020, penambahan dilakukan sebagai saran kebijakan
6. Konsumsi Energi setiap pabrik merupakan fungsi dari kapasitas dan penggunaan energi per ton dari setiap pabrik adalah sama.

3.6.2 Skenario Tingkat Intensitas Energi Industri Tekstil

Secara umum skenario yang akan dibuat pada tingkat intensitas energi tekstil mencakup tingkat pertumbuhan produksi tekstil, di mana ada skenario optimistis dengan tingkat pertumbuhan produksi tekstil sebesar 5%, kemudian tingkat pertumbuhan produksi tekstil sebesar 10%, dan skenario pesimistis dengan tingkat pertumbuhan produksi tekstil

sebesar 15%. Kemudian kita dapat menghitung tingkat intensitas energi untuk masing-masing skenario. Setelah itu, kita dapat melihat hubungan antara demand dari masing-masing unit industri tekstil dengan kapasitas produksi masing-masing unit dan dapat dihitung total energi yang dibutuhkan. Berikut ini adalah penjelasan dari masing-masing skenario tersebut dan asumsi-asumsi yang digunakan.

3.6.2.1 Skenario Optimistis

Dalam skenario optimistis ini tingkat pertumbuhan produksi tekstil per kapita yang digunakan adalah 15%. Tingkat pertumbuhan ini digunakan apabila keadaan perekonomian sedang baik sehingga pertumbuhan industri tekstil pun dapat berkembang dengan baik. Kemudian untuk skenario ini diasumsikan ada energi yang digunakan untuk industri serat. Asumsi-asumsi yang digunakan untuk skenario ini:

1. Industri tekstil terbagi menjadi empat unit, yakni serat, pemintalan, pertenunan, dan pencelupan (*finishing*)
2. Tingkat pertumbuhan produksi tekstil per kapita sebesar 15%
3. Demand dalam negeri untuk unit serat sebesar 70% dari kapasitas produksi total.
4. Demand dalam negeri untuk unit pemintalan sebesar 50% dari kapasitas produksi total.
5. Demand dalam negeri untuk unit tenun atau rajut sebesar 50% dari kapasitas produksi total.
6. Demand dalam negeri untuk unit finishing sebesar 50% dari kapasitas produksi total.
7. Menggunakan satu sampel perusahaan untuk menghitung energi yang digunakan mesin-mesin pada masing-masing unit industri tekstil
8. Konsumsi Energi setiap pabrik merupakan fungsi dari kapasitas dan penggunaan energi per ton dari setiap pabrik adalah sama.

3.6.2.2 Skenario Aktual

Dalam skenario aktual ini tingkat pertumbuhan produksi tekstil per kapita yang digunakan adalah 10%. Tingkat pertumbuhan ini diperoleh dari Asosiasi Pertekstilan Indonesia untuk pertumbuhan rata-rata pada tahun 2006-2009. Kemudian

untuk skenario ini diasumsikan ada energi yang digunakan untuk industri serat. Asumsi-asumsi yang digunakan untuk skenario ini:

1. Industri tekstil terbagi menjadi empat unit, yakni serat, pemintalan, pertenunan, dan pencelupan (*finishing*)
2. Tingkat pertumbuhan produksi tekstil per kapita sebesar 10%
3. Demand dalam negeri untuk unit serat sebesar 70% dari kapasitas produksi total.
4. Demand dalam negeri untuk unit pemintalan sebesar 50% dari kapasitas produksi total.
5. Demand dalam negeri untuk unit tenun atau rajut sebesar 50% dari kapasitas produksi total.
6. Demand dalam negeri untuk unit finishing sebesar 50% dari kapasitas produksi total.
7. Menggunakan satu sampel perusahaan untuk menghitung energi yang digunakan mesin-mesin pada masing-masing unit industri tekstil
8. Konsumsi Energi setiap pabrik merupakan fungsi dari kapasitas dan penggunaan energi per ton dari setiap pabrik adalah sama.

3.6.2.3 Skenario Pesimistis

Dalam skenario optimistis ini tingkat pertumbuhan produksi tekstil per kapita yang digunakan adalah 5%. Tingkat pertumbuhan ini digunakan apabila keadaan perekonomian sedang tidak baik sehingga pertumbuhan industri tekstil pun dapat kurang baik. Kemudian untuk skenario ini diasumsikan ada energi yang digunakan untuk industri serat. Asumsi-asumsi yang digunakan untuk skenario ini:

1. Industri tekstil terbagi menjadi empat unit, yakni serat, pemintalan, pertenunan, dan pencelupan (*finishing*)
2. Tingkat pertumbuhan produksi tekstil per kapita sebesar 5%
3. Demand dalam negeri untuk unit serat sebesar 70% dari kapasitas produksi total.
4. Demand dalam negeri untuk unit pemintalan sebesar 50% dari kapasitas produksi total.
5. Demand dalam negeri untuk unit tenun atau rajut sebesar 50% dari kapasitas produksi total.
6. Demand dalam negeri untuk unit finishing sebesar 50% dari kapasitas produksi total.

7. Menggunakan satu sampel perusahaan untuk menghitung energi yang digunakan mesin-mesin pada masing-masing unit industri tekstil
8. Konsumsi Energi setiap pabrik merupakan fungsi dari kapasitas dan penggunaan energi per ton dari setiap pabrik adalah sama.

3.7 PERHITUNGAN MATEMATIS

Dalam menggunakan software powersim, ada tiga submodel yang digunakan, yakni model causal loop untuk perhitungan prediksi populasi, perhitungan tingkat intensitas energi pada subsektor industri semen, dan perhitungan tingkat intensitas energi pada subsektor industri tekstil.

3.7.1 Subsektor Industri Semen

Pada subsektor industri semen, rumus-rumus matematis yang digunakan adalah:

1. Produksi Semen per Kapita tahun 2009

$$P_{skapita,2009} = \frac{P_{2009}}{N_{2009}} \quad (3.1)$$

Di mana,

$P_{skapita,2009}$ = Produksi semen per kapita pada tahun 2009

P_{2009} = Produksi Semen Nasional pada Tahun 2009

N_{2009} = Populasi Penduduk Indonesia pada Tahun 2009

2. Pr
Produksi Semen per Kapita untuk tahun 2010-2020

$$P_{skapita,n} = P_{skapita,n-1} + \%g \times P_{skapita,n-1} \quad (3.2)$$

Di mana,

$P_{skapita,n}$ = Produksi semen per kapita pada tahun ke- n

$P_{skapita,n-1}$ = Produksi semen per kapita pada tahun ke- $n-1$

$\%g$ = Tingkat pertumbuhan produksi semen per kapita

3. Prod
Produksi Semen pada tahun ke- n

$$P_n = N_n \times P_{skapita,n} \quad (3.3)$$

Di mana,

P_n = Produksi Semen Nasional pada tahun ke- n

N_n = Populasi Penduduk Indonesia pada Tahun ke- n

$P_{skapita,n}$ = Produksi semen per kapita pada tahun ke- n

3.7.2 Subsektor Industri Tekstil

Pada subsektor industri tekstil rumus-rumus matematis yang digunakan adalah:

1. Produksi Unit Serat

$$P_{serat,n} = N_n \times P_{seratkapita,n} \quad (3.4)$$

Di mana,

$P_{serat,n}$ = Produksi Serat pada tahun ke- n

N_n = Populasi Penduduk Indonesia pada Tahun ke- n

$P_{seratkapita,n}$ = Tingkat Intensitas Produksi Serat terhadap Populasi

2. Energi pada Unit Serat

$$C_{serat,n} = P_{serat,n} \times I_{serat,n} \quad (3.5)$$

Di mana,

$C_{serat,n}$ = Konsumsi Energi dari Unit Serat pada Tahun ke- n

$P_{serat,n}$ = Produksi Serat pada tahun ke- n

$I_{serat,n}$ = Tingkat Intensitas Energi Unit Serat terhadap Produksi Serat

3. Produksi Unit Pemintalan

$$P_{pemintalan,n} = N_n \times P_{pemintalankapita,n} \quad (3.6)$$

Di mana,

$P_{peminatalan,n}$ = Produksi pada Unit Peminatalan pada tahun ke- n

N_n = Populasi Penduduk Indonesia pada Tahun ke- n

$P_{peminatalankapita,n}$ = Tingkat Intensitas Produksi Benang terhadap Populasi

4. Energi pada Unit Peminatalan

$$C_{peminatalan,n} = P_{peminatalan,n} \times I_{peminatalan,n} \quad (37)$$

Di mana,

$C_{peminatalan,n}$ = Konsumsi Energi dari Unit Peminatalan pada Tahun ke- n

$P_{peminatalan,n}$ = Produksi Benang pada tahun ke- n

$I_{peminatalan,n}$ = Tingkat Intensitas Energi Unit Peminatalan terhadap Produksi Benang

5. Produksi Unit Pertenunan

$$P_{tenun,n} = N_n \times P_{tenunkapita,n} \quad (3.8)$$

Di mana,

$P_{tenun,n}$ = Produksi Tenun pada tahun ke- n

N_n = Populasi Penduduk Indonesia pada Tahun ke- n

$P_{tenunkapita,n}$ = Tingkat Intensitas Produksi Tenun terhadap Populasi

6. Energi pada Unit Pertenunan

$$C_{tenun,n} = P_{tenun,n} \times I_{tenun,n} \quad (3.9)$$

Di mana,

$C_{tenun,n}$ = Konsumsi Energi dari Unit Tenun pada Tahun ke- n

$P_{tenun,n}$ = Produksi Tenun pada tahun ke- n

$I_{tenun,n}$ = Tingkat Intensitas Energi Unit Tenun terhadap Produksi Tenun

7. Produksi Unit Pencelupan dan Finishing

$$P_{celup,n} = N_n \times P_{celupkapita,n} \quad (3.10)$$

Di mana,

$P_{celup,n}$ = Produksi pada Unit Pencelupan dan Finishing pada tahun ke- n

N_n = Populasi Penduduk Indonesia pada Tahun ke- n

$P_{celupkapita,n}$ = Tingkat Intensitas Produksi Pencelupan terhadap Populasi

8. Energi pada Unit Pencelupan dan Finishing

$$C_{celup,n} = P_{celup,n} \times I_{celup,n} \quad (3.11)$$

Di mana,

$C_{celup,n}$ = Konsumsi Energi dari Unit Pencelupan pada Tahun ke- n

$P_{celup,n}$ = Produksi pada unit Pencelupan dan Finishing pada tahun ke- n

$I_{celup,n}$ = Tingkat Intensitas Energi Unit Pencelupan terhadap Produksi pada Unit Pencelupan

9. Energi Total untuk Industri Tekstil

$$C_{tekstil,n} = C_{serat,n} + C_{pemintalan,n} + C_{tenun,n} + C_{celup,n} \quad (3.12)$$

Di mana,

$C_{tekstil,n}$ = Konsumsi Energi Tekstil pada Tahun ke- n

$C_{serat,n}$ = Konsumsi Energi dari Unit Serat pada Tahun ke- n

$C_{pemintalan,n}$ = Konsumsi Energi dari Unit Pemintalan pada Tahun ke- n

$C_{tenun,n}$ = Konsumsi Energi dari Unit Tenun pada Tahun ke- n

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Populasi Penduduk

Untuk memperkirakan tingkat intensitas energi industri semen pada tahun 2020 kita memerlukan data jumlah penduduk Indonesia karena tingkat intensitas energi untuk industri semen akan dihitung secara per kapita, karena itu pertumbuhan populasi penduduk Indonesia dibutuhkan. Untuk populasi tahun 2010, kita menggunakan data BPS, yakni 237.556.633 jiwa (BPS, 2010). Sedangkan untuk prediksinya digunakan permodelan dengan menggunakan software Powersim Constructor. Sehingga dengan permodelan maka dapat dihasilkan prediksi populasi pada tahun 2011-2020 dengan tingkat pertumbuhan penduduk tetap sebesar 11% per tahun (World Bank, 2010). Tabel yang dihasilkan dari permodelan ini adalah:

Tabel 4. 1 Populasi Penduduk Indonesia

Tahun	Populasi (jiwa)
2010	237.556.633
2011	240.169.756
2012	242.811.623
2013	245.482.551
2014	248.182.859
2015	250.912.870
2016	253.672.912
2017	256.463.314
2018	259.284.410
2019	262.136.539
2020	265.020.041

4.2 Tingkat Intensitas Energi Semen

Saat ini sembilan produsen semen yang beroperasi di Indonesia yang terbagi atas 5 perusahaan milik pemerintah, yaitu Semen Gresik Group (SGG) yang menguasai sekitar 45% pangsa pasar semen, serta 4 perusahaan lainnya milik swasta, yaitu Indocement yang

menguasai 30% pangsa pasar, Holcim Indonesia yang menguasai 15% pangsa pasar, dan produsen semen lainnya yang terbagi atas Semen Andalas, Semen Baturaja, Semen Bosowa, dan Semen Kupang, menguasai 10% pangsa pasar secara total. Dilihat dari penguasaan pangsa pasar tersebut, terdapat dua pelaku usaha yang mempunyai pangsa pasar sebagai *market leader*, yaitu SGG dan Holcim. Berdasarkan kapasitas produksinya, perusahaan semen swasta saat ini mempunyai kapasitas produksi yang lebih besar dibanding perusahaan semen milik negara (BUMN), yaitu mencapai 60% dari total kapasitas produksi nasional, sisanya sebesar 40% milik BUMN. Perusahaan semen yang mempunyai kapasitas produksi terbesar saat ini adalah PT Indocement Tunggul Prakasa Tbk dengan kapasitas produksi sebesar 15,65 juta ton/tahun. Peringkat kedua adalah PT Holcim Indonesia Tbk dengan kapasitas terpasang 9.7 juta ton/tahun, sedangkan peringkat ketiga dikuasai oleh PT Semen Gresik Tbk dengan kapasitas produksi 8,65 juta ton/tahun. Selanjutnya adalah PT Semen Padang dengan kapasitas produksi 5,87 juta ton/tahun dan PT Semen Tonasa dengan kapasitas produksi 3,48 juta ton/tahun. SGG sendiri secara total memiliki kapasitas produksi terbesar, yaitu mencapai 20 juta ton/tahun. Total kapasitas produksi semen Indonesia di tahun sejak 2006 hingga 2008 tidak berubah, yaitu sebesar 46,54 juta ton/tahun.

Tabel 4. 2 Produksi Semen Tiga Perusahaan Besar di Indonesia (dalam ribu ton)

Tahun	Semen Gresik	Indocement	Holcim
2003	17.899,704	5.120,331	6.431,939
2004	20.287,567	5.647,850	7.912,589
2005	20.287,567	5.647,850	7.912,590
2006	20.371,459	4.557,317	8.021,565
2007	21.580,554	5.517,564	7.868,834
2008	24.141,143	5.733,650	8.634,179

Perbandingan antara realisasi produksi semen dengan kapasitas tahun 2008 mencapai 76%. Sedangkan produksi di tahun 2009 74,8% dari kapasitas terpasang. Sedangkan untuk perkembangan penggunaan semen per kapita sendiri pada tahun 2004-2008 mencapai 3,4%/tahun (BPS, 2009).

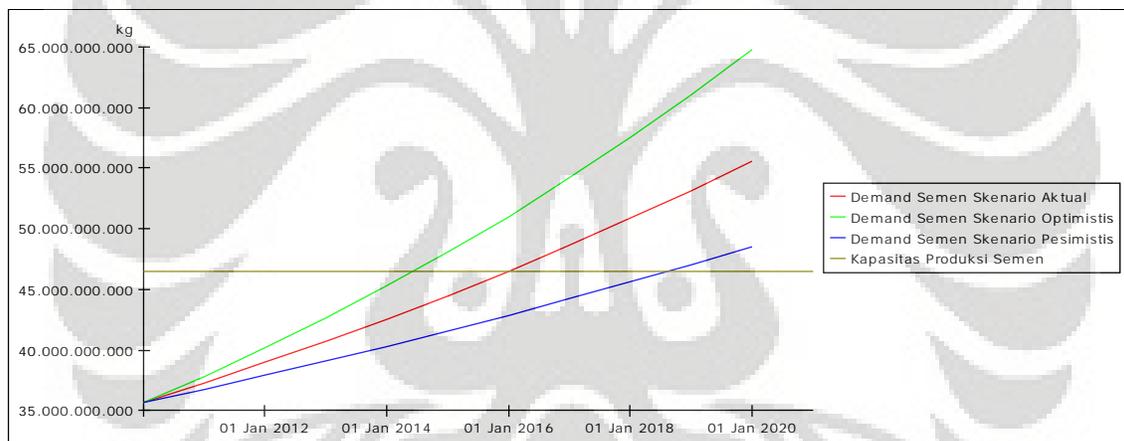
Setelah mengetahui tingkat konsumsi semen secara keseluruhan di Indonesia maka kita dapat mencari tingkat konsumsi semen per kapita pada tahun 2010 untuk Indonesia.

$$\text{Konsumsi semen per kapita} = \frac{\text{Konsumsi semen nasional}}{\text{Jumlah Penduduk}}$$

$$\text{Konsumsi semen per kapita} = \frac{34.800.000.000 \text{ kg}}{231.720.000 \text{ jiwa}}$$

$$\text{Konsumsi semen per kapita} = 150 \text{ kg/jiwa}$$

Dengan menggunakan permodelan powersim maka kita dapat membuat prediksi dengan grafik tingkat pertumbuhan konsumsi semen per kapita dari tahun 2010-2020. Kemudian dengan mengacu pada tiga skenario yang telah dideskripsikan pada bagian metode penelitian, maka kita dapat membuat simulasi skenario tersebut dan menghasilkan sebuah grafik yang merupakan gabungan dari tiga skenario yang telah direncanakan, yakni skenario optimistis dengan tingkat pertumbuhan konsumsi per kapita sebesar 5% per tahun, kemudian skenario actual dengan tingkat pertumbuhan konsumsi per kapita sebesar 3,4% per tahun dan skenario pesimistis dengan tingkat pertumbuhan konsumsi per kapita sebesar 2% per tahun. Berikut ini adalah grafik yang dihasilkan:

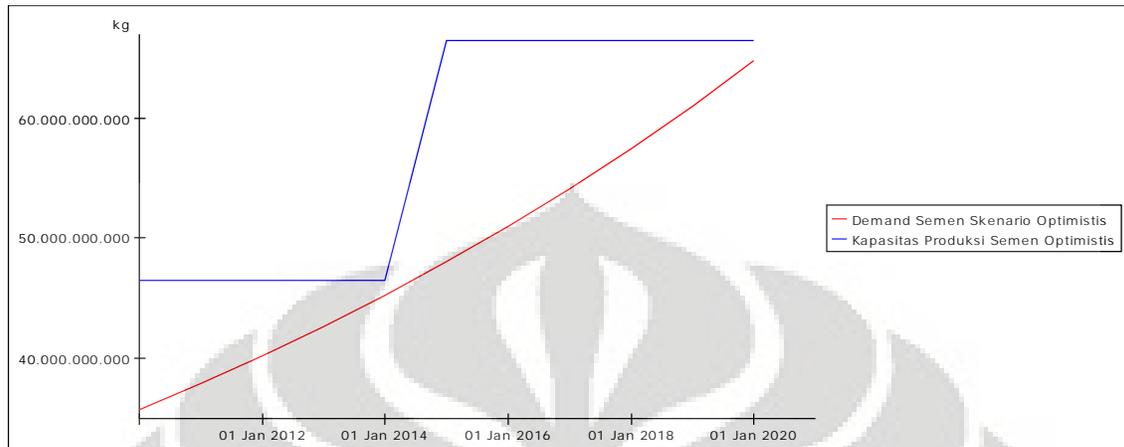


Gambar 4. 1 Perbandingan Pertumbuhan Demand Semen dengan tiga skenario berbeda

Dari grafik tersebut dapat dianalisis beberapa hal, yakni:

1. Menurut skenario pertama, yakni skenario optimistis, dengan pertumbuhan konsumsi semen per kapita sebesar 5%, kemudian dengan asumsi kapasitas produksi semen per kapita tetap sepanjang tahun dan seluruh semen yang diproduksi digunakan untuk konsumsi dalam negeri (tidak ada ekspor) maka pada awal tahun 2014 diharuskan ada pembangunan pabrik semen baru karena kapasitas pabrik semen yang ada sudah tidak lagi mencukupi kebutuhan akan semen. Oleh karena itu hal ini dapat dijadikan bahan pertimbangan bagi pemerintah dan pihak yang berkepentingan dalam merencanakan

pembangunan pabrik semen baru yang berkapasitas 20.000.000 ton. Tambahan kapasitas produksi sebesar ini adalah menyerupai kapasitas produksi Semen Gresik.



Gambar 4. 2 Pertumbuhan Produksi Semen untuk Skenario Optimistis

2. Dengan skenario optimistis, maka produksi semen yang dibutuhkan pada tahun 2020 mencapai 65.000.000 ton, sehingga dibutuhkan tambahan kapasitas produksi sebesar 20.000.000 ton. Menurut data untuk kapasitas produksi 1.150.000 ton pabrik semen, maka dibutuhkan energi sebesar 90.969 MWh (Rapandya, 1986). Kemudian kita dapat melakukan konversi kebutuhan energi tersebut menjadi BOE. Faktor konversi dari MWh menjadi BOE adalah 0,613 (Purwanto, 2006).

$$\text{Kebutuhan energi tambahan} = 90.969 \text{ MWh} \times 0,613 \frac{\text{BOE}}{\text{MWh}} \times \frac{20.000.000 \text{ ton}}{1.150.000 \text{ ton}}$$

$$\text{Kebutuhan energi tambahan} = 969.808 \text{ BOE}$$

Jadi, dapat disimpulkan bahwa kebutuhan energi tambahan dalam skenario optimistis, yakni dengan pertumbuhan konsumsi semen per kapita sebesar 5% per tahun maka pada tahun 2020 dibutuhkan tambahan energi sebesar 969.808 BOE.

3. Setelah mengetahui kebutuhan energi pada tahun 2020, maka kita juga dapat mengetahui kebutuhan energi dari subsektor industri semen dengan menghitung total energi dari perusahaan semen yang sudah ada ditambah dengan jumlah energi yang dibutuhkan untuk satu pabrik semen tambahan, yang ada pada tabel berikut:

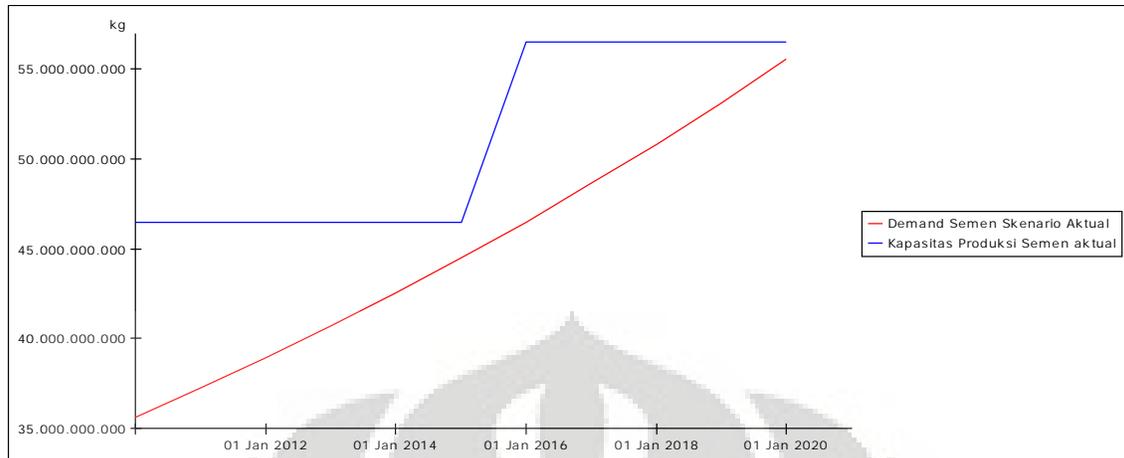
Tabel 4. 3 Kebutuhan Energi Semen untuk Skenario Optimistis

Perusahaan	Kapasitas Produksi (ton)	Energi (BOE)
Semen Gresik	24.550.000	1.190.440,11
Semen Indocement	5.750.000	278.819,99
Semen Holcim	8.756.000	424.582,22
Semen Padang	3.500.000	169.716,51
Semen Tonasa	2.200.000	106.678,95
Semen Andalas	1.150.000	55.764,00
Semen Kupang	965.000	46.793,27
Semen Bosowa	875.000	42.429,13
Semen Baturaja	650.000	31.518,78
Total Sebelum Tambahan	48.396.000	2.346.742,96
Pabrik Tambahan	20.000.000	969.808,64
Total Setelah Tambahan	68.396.000	3.316.551,60

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa pada tahun 2020 total energi yang dibutuhkan untuk subsektor industri semen adalah sebesar 3.316.551,60 BOE dengan kapasitas produksi 68.396.000 ton semen. Kapasitas produksi yang ada pada tahun 2020 dapat memenuhi permintaan yang semen yang mencapai 64.753.000 ton. Sehingga dapat dihitung tingkat intensitas energi untuk industri semen

$$\text{Intensitas Energi 2020} = \frac{3.316.551,60 \text{ BOE}}{265.020.041 \text{ orang}} = 0,012 \text{ BOE/orang}$$

4. Menurut skenario kedua, yakni skenario aktual, dengan pertumbuhan konsumsi semen per kapita sebesar 3,4%, kemudian dengan asumsi kapasitas produksi semen per kapita tetap sepanjang tahun dan seluruh semen yang diproduksi digunakan untuk konsumsi dalam negeri (tidak ada ekspor) maka pada awal tahun 2015 diharuskan ada pembangunan pabrik semen baru karena kapasitas pabrik semen yang ada sudah tidak lagi mencukupi kebutuhan akan semen. Oleh karena itu hal ini dapat dijadikan bahan pertimbangan bagi pemerintah dan pihak yang berkepentingan dalam merencanakan pembangunan pabrik semen baru yang berkapasitas 10.000.000 ton. Tambahan kapasitas produksi sebesar ini adalah menyerupai kapasitas produksi PT. Holcim.



Gambar 4.3 Pertumbuhan Produksi Semen untuk Skenario Aktual

5. Dengan skenario aktual, maka produksi semen yang dibutuhkan pada tahun 2020 mencapai 55.000.000 ton, sehingga dibutuhkan tambahan kapasitas produksi sebesar 9.000.000 ton. Menurut data untuk kapasitas produksi 1.150.000 ton pabrik semen, maka dibutuhkan energi sebesar 90.969 MWh (Rapandya, 1986). Kemudian kita dapat melakukan konversi kebutuhan energi tersebut menjadi BOE. Faktor konversi dari MWh menjadi BOE adalah 0,613 (Purwanto, 2006).

$$\text{Kebutuhan energi} = 90.969 \text{ MWh} \times 0,613 \frac{\text{BOE}}{\text{MWh}} \times \frac{10.000.000 \text{ ton}}{1.150.000 \text{ ton}}$$

$$\text{Kebutuhan energi} = 484.904 \text{ BOE}$$

Jadi, dapat disimpulkan bahwa kebutuhan energi tambahan dalam skenario aktual, yakni dengan pertumbuhan konsumsi semen per kapita sebesar 3,4% per tahun maka pada tahun 2020 dibutuhkan tambahan energi sebesar **484.904 BOE**.

6. Setelah mengetahui kebutuhan energi pada tahun 2020, maka kita juga dapat mengetahui kebutuhan energi dari subsektor industri semen dengan menghitung total energi dari perusahaan semen yang sudah ada ditambah dengan jumlah energi yang dibutuhkan untuk satu pabrik semen tambahan, yang ada pada tabel berikut:

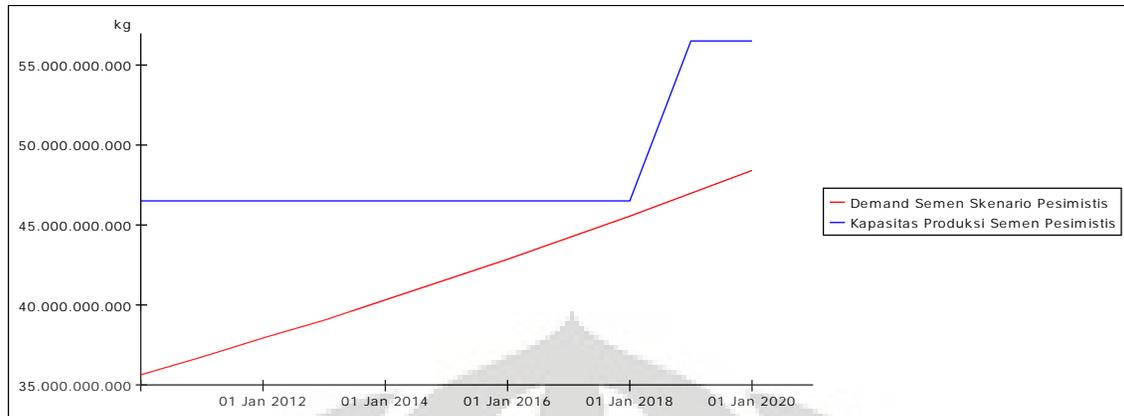
Tabel 4. 4 Kebutuhan Energi Semen untuk Skenario Aktual

Perusahaan	Kapasitas Produksi (ton)	Energi (BOE)
Semen Gresik	24.550.000	1.190.440,11
Semen Indocement	5.750.000	278.819,99
Semen Holcim	8.756.000	424.582,22
Semen Padang	3.500.000	169.716,51
Semen Tonasa	2.200.000	106.678,95
Semen Andalas	1.150.000	55.764,00
Semen Kupang	965.000	46.793,27
Semen Bosowa	875.000	42.429,13
Semen Baturaja	650.000	31.518,78
Total Sebelum Tambahan	48.396.000	2.346.742,96
Pabrik Tambahan	10.000.000	484.904,32
Total Setelah Tambahan	58.396.000	2.831.647,28

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa pada tahun 2020 total energi yang dibutuhkan untuk subsektor industri semen adalah sebesar 2.831.647,28 BOE dengan kapasitas produksi 58.396.000 ton semen. Kapasitas produksi yang ada pada tahun 2020 dapat memenuhi permintaan yang semen yang mencapai 55.536.000 ton. Sehingga dapat dihitung tingkat intensitas energi untuk industri semen:

$$\text{Intensitas Energi 2020} = \frac{2.831.647,28}{265.020.041 \text{ orang}} = 0,011 \text{ BOE/orang}$$

- Menurut skenario ketiga, yakni skenario pesimistis, dengan pertumbuhan konsumsi semen per kapita sebesar 2%, kemudian dengan asumsi kapasitas produksi semen per kapita tetap sepanjang tahun dan seluruh semen yang diproduksi digunakan untuk konsumsi dalam negeri (tidak ada ekspor) maka pada awal tahun 2018 diharuskan ada pembangunan pabrik semen baru karena kapasitas pabrik semen yang ada sudah tidak lagi mencukupi kebutuhan akan semen. Oleh karena itu hal ini dapat dijadikan bahan pertimbangan bagi pemerintah dan pihak yang berkepentingan dalam merencanakan pembangunan pabrik semen baru yang berkapasitas 10.000.000 ton. Tambahan kapasitas produksi sebesar ini adalah menyerupai kapasitas produksi PT. Holcim.



Gambar 4. 4 Pertumbuhan Produksi Semen untuk Skenario Pesimistis

8. Dengan skenario aktual, maka produksi semen yang dibutuhkan pada tahun 2020 mencapai 47.000.000 ton, sehingga dibutuhkan tambahan kapasitas produksi sebesar 10.000.000 ton. Menurut data untuk kapasitas produksi 1.150.000 ton pabrik semen, maka dibutuhkan energi sebesar 90.969 MWh (Rapandya, 1986). Kemudian kita dapat melakukan konversi kebutuhan energi tersebut menjadi BOE. Faktor konversi dari MWh menjadi BOE adalah 0,613 (Purwanto, 2006).

$$\text{Kebutuhan energi} = 90.969 \text{ MWh} \times 0,613 \frac{\text{BOE}}{\text{MWh}} \times \frac{10.000.000 \text{ ton}}{1.150.000 \text{ ton}}$$

$$\text{Kebutuhan energi} = 484.904 \text{ BOE}$$

Jadi, dapat disimpulkan bahwa kebutuhan energi tambahan dalam skenario pesimistis, yakni dengan pertumbuhan konsumsi semen per kapita sebesar 2% per tahun maka pada tahun 2020 dibutuhkan tambahan energi sebesar **484.904 BOE**.

9. Setelah mengetahui kebutuhan energi pada tahun 2020, maka kita juga dapat mengetahui kebutuhan energi dari subsektor industri semen dengan menghitung total energi dari perusahaan semen yang sudah ada ditambah dengan jumlah energi yang dibutuhkan untuk satu pabrik semen tambahan, yang ada pada tabel berikut:

Tabel 4. 5 Kebutuhan Energi Semen untuk Skenario Pesimistis

Perusahaan	Kapasitas Produksi (ton)	Energi (BOE)
Semen Gresik	24.550000	1.190.440,11
Semen Indocement	5.750000	278.819,99
Semen Holcim	8.756000	424.582,22
Semen Padang	3.500000	169.716,51
Semen Tonasa	2.200000	106.678,95
Semen Andalas	1.150000	55.764,00
Semen Kupang	965000	46.793,27
Semen Bosowa	875000	42.429,13
Semen Baturaja	650000	31.518,78
Total Sebelum Tambahan	48.396000	2.346.742,96
Pabrik Tambahan	10.000000	484.904,32
Total Setelah Tambahan	58.396000	2.831.647,28

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa pada tahun 2020 total energi yang dibutuhkan untuk subsektor industri semen adalah sebesar 2.831.647,28 BOE dengan kapasitas produksi 58.396000 ton semen. Kapasitas produksi yang ada pada tahun 2020 dapat memenuhi permintaan yang semen yang mencapai 48.458.000 ton. Sehingga dapat dihitung tingkat intensitas energi untuk industri semen pada tahun 2020:

$$\text{Intensitas Energi 2020} = \frac{2.831.647,28}{265.020.041 \text{ orang}} = 0,011 \text{ BOE/orang}$$

4.3 Tingkat Intensitas Energi Industri Tekstil

4.3.1 Perhitungan Produksi per kapita Industri Tekstil

Dalam menghitung tingkat intensitas energi industri tekstil, maka kita harus mengetahui produksi industri tekstil tahun 2010-2020. Menurut Kementerian Perindustrian, pembagian jenis industri tekstil terbagi menjadi industri serat, pemintalan, tenun& rajut, serta finisihing. Menurut data Asosiasi Pertekstilan Indonesia, untuk tahun 2010 produksi untuk masing-masing industri tersebut serta pemakaian per kapitanya adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 6 Produksi Industri Tekstil (API, 2009)

Jenis Industri	Kapasitas Produksi (juta ton)	Produksi per kapita (kg/orang)
Serat/ fiber	1,76	7,4
Pemintalan	3,2	11,5
Tenun & Rajut	2,5	10,5
Celup & Finishing	2,5	10,5

4.3.2 Perhitungan Energi Tekstil

Dalam menghitung penggunaan energi pada industri tekstil, dilakukan pembagian industri tekstil menjadi empat bagian besar seperti pada produksi, yakni unit serat, unit pemintalan, unit pertenunan, dan unit finishing. Dengan pengambilan data mesin-mesin yang digunakan pada masing-masing unit, maka kita dapat mengetahui jumlah energi yang dibutuhkan oleh industri tekstil.

1. Unit Serat

Untuk unit serat, digunakan sampel listrik yang digunakan oleh perusahaan yang mengolah serat sintetik. Dari data yang ada, Perusahaan Indorama Sintetik, Tbk. membutuhkan pasokan listrik sebesar 13.333.333 kWh setiap tahunnya, kemudian dikonversi menjadi BOE, kebutuhan energinya menjadi:

$$\text{Kebutuhan energi} = 13.333.333 \text{ kWh} \times 0,001 \frac{\text{MWh}}{\text{kWh}} \times 0,613 \frac{\text{BOE}}{\text{MWh}}$$

$$\text{Kebutuhan energi} = 8.173 \text{ BOE}$$

Karena jumlah perusahaan yang menghasilkan serat di Indonesia sebanyak 26 perusahaan maka kebutuhan energi untuk unit serat sebesar 212.507 BOE

2. Unit Pemintalan

Mesin-mesin yang digunakan pada unit pemintalan telah diuraikan pada sub bab, 2.5.1. Dalam sub bab ini akan dilakukan perhitungan energi yang dibutuhkan oleh masing-masing mesin. Sampel perusahaan unit pemintalan adalah PT. Vonex Indonesia (Anggraeni, 2004). Sebagai contoh akan diambil contoh perhitungan energi

yang dibutuhkan oleh mesin Pre-Opener buatan Sansho, yang berjumlah dua unit dengan daya masing-masing mesin 4,45 kW. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\text{Energi 1 mesin} = P \times t_{\text{operasi}} \times N_{\text{operasi}} \times n_{\text{unit}} \quad (4.1)$$

$$\text{Energi 1 mesin} = 4,45 \text{ kW} \times 24 \text{ jam} \times 360 \text{ hari} \times 2 \text{ unit}$$

$$\text{Energi 1 mesin} = 76.896 \text{ kWh}$$

Kemudian kita konversikan ke BOE menjadi:

$$\text{Energi 1 mesin} = 76.896 \text{ kWh} \times 0,0001 \frac{\text{MWh}}{\text{kWh}} \times 0,613 \frac{\text{BOE}}{\text{MWh}}$$

$$\text{Energi 1 mesin} = 47,14 \text{ BOE}$$

Setelah itu perhitungan untuk keseluruhan mesin yang ada dalam unit pemintalan dituangkan dalam tabel berikut:

Tabel 4. 7 Kebutuhan Energi Unit Pemintalan

Nama Mesin	Merk	Tipe	Daya (kW)	Jumlah	Total energi (kWh)	Total energi (BOE)
Pre Opener	Sansho	SAS. B	4,45	2	76.896	47,14
Roller Card (RC)	Kyowa	SC7	3,7	11	351.648	215,56
		HPC	15	1	129.600	79,44
After Gill (AG)	OKK	HG-6	3,7	4	127.872	78,39
Mixing Gill (MG)	OKK	HG-5	3,7	4	127.872	78,39
High Mixing Gill	OKK	HL	4,2	2	72.576	44,49
Auto Leveller Gill (ALG)	OKK	HG-5	3,7	4	127.872	78,39
		NSC	4,5	1	38.880	23,83
High Speed Gill (HSG)	OKK	HG-5	3,7	4	127.872	78,39
		NSC	4,5	1	38.880	23,83
Bi Coiler Gill (BCG)	OKK	HG-5	3,7	4	127.872	78,39
		NSC	4,5	1	38.880	23,83
Rover	OKK	HF-5	16	1	138.240	84,74
		NSC	4	15	518.400	317,78
Ring Frame (RF)	OKK	HW-6	17	283	4.156.704	2.548,06
		OM	28,3	5	1.222.560	749,43

	Ishikawa	PSF-T	29,3	5	1.265.760	775,91
--	----------	-------	------	---	-----------	--------

Tabel 4. 8 Kebutuhan Energi Unit Pemintalan (Lanjutan)

Nama Mesin	Merk	Tipe	Daya (kW)	Jumlah	Total energi (kWh)	Total energi (BOE)
Mach Corner (MC)	Murata	MC-7	15	7	907.200	556,11
Re Winding (RW)	Kamitsu	RT-L	2,2	2	38.016	23,30
Double Roto Traverse (DRT)	Murata	M-363	7,4	1	63.936	39,19
	Kamitsu		7,4	3	191.808	117,58
Double Twister (DT)	Murata	M-363	2,2	14	266.112	163,13
Reeling	Ishikawa	HP-W400	4	7	241.920	148,30
	CL	A-5	3,7	6	191.808	117,58
Total					10.589.184	6.491,17

Sehingga didapatkan jumlah kebutuhan energi dari satu pabrik unit pemintalan adalah 6.491,17 BOE, sedangkan di Indonesia ada 206 perusahaan unit pemintalan, maka kita mendapatkan jumlah kebutuhan energi yang dibutuhkan oleh seluruh pabrik unit serat adalah 1.337.180 BOE.

3. Unit Pertenenan

Mesin-mesin yang digunakan pada unit pertenenan telah diuraikan pada sub bab, 2.5.2. Dalam sub bab ini akan dilakukan perhitungan energi yang dibutuhkan oleh masing-masing mesin. Sampel perusahaan untuk unit pertenenan yang digunakan adalah PT. Argo Pantas Tangerang. Sebagai contoh akan diambil contoh perhitungan energi yang dibutuhkan oleh mesin Heat Setter buatan Nicum, yang berjumlah satu unit dengan daya mesin 11 kW. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\text{Energi 1 mesin} = P \times t_{\text{operasi}} \times N_{\text{operasi}} \times n_{\text{unit}} \quad (4.2)$$

$$\text{Energi 1 mesin} = 11 \text{ kW} \times 24 \text{ jam} \times 360 \text{ hari} \times 1 \text{ unit}$$

$$\text{Energi 1 mesin} = 95.040 \text{ kWh}$$

Kemudian kita konversikan ke BOE menjadi:

$$\text{Energi 1 mesin} = 95.040 \text{ kWh} \times 0,001 \frac{\text{kWh}}{\text{MWh}} \times 0,613 \frac{\text{BOE}}{\text{MWh}}$$

$$\text{Energi 1 mesin} = 58,26 \text{ BOE}$$

Tabel 4. 9 Kebutuhan Energi Unit Pertenunan

Nama Mesin	Merk	Tipe	Daya (kW)	Jumlah	Total energi (kWh)	Total energi (BOE)
Heat Setter	NICUM	SBRF-4	11	1	95.040	58,26
Direct Warper	BENINGER	ZC-M600	6.5	3	168.480	103,28
Direct Warper	BENINGER	ZCL-1600	6.5	1	56.160	34,43
Sectional Warper	BENINGER	SC-C300	8.5	2	146.880	90,04
Cone Winder	MURATA	RTW-14	3.2	2	55.296	33,90
Sizing	BABA	C-12HD-45	22	3	570.240	349,56
Sizing	ZELL	2xEK/Z/2F	18.7	1	161.568	99,04
Beam Stocker	TODO	TC-103	8.1	2	139.968	85,80
Leashing	TODO	TC-103	0.18	2	3.110,4	1,91
Reaching	TODO	NL-70	0.02	1	172,8	0,11
Reaching	TODO	NL-80	0.04	2	691,2	0,42
Reaching	TODO	NL-90	0.06	3	1.555,2	0,95
Reaching	TODO	NL-130	0.04	2	691,2	0,42
Reaching	TODO	NL-80	0.04	2	691,2	0,42
Reaching	TODO	NL-80	0.04	12	4.147,2	2,54
Tying	TODO	NK-1	0.04	2	691,2	0,42
Mesin Tenun Air Jet	TOYOTA	JA 170T T500	2.6	91	2.044.224	1.253,11
Mesin Tenun Air Jet	TOYOTA	JA 190T T500	2.6	62	1.392.768	853,77
Mesin Tenun Air Jet	TOYOTA	JA 190T T600	2.7	16	373.248	228,80
Mesin Tenun Air Jet	TOYOTA	JA 190T T610	2.7	20	466.560	286,00
Mesin Tenun Air Jet	TSUDAKOMA	ZA 203i	2.2	54	1.026.432	629,20
Mesin Tenun Air Jet	TSUDAKOMA	ZA 205i	2.2	87	1.653.696	1.013,72
Mesin Tenun Air Jet	TSUDAKOMA	ZA 209i	2.2	100	1.900.800	1.165,19
Mesin Tenun Ravier	PICANOL	GTX	5.75	20	993.600	609,08
Mesin Tenun Ravier	PICANOL	GTX PLUS	5.75	2	99.360	60,91
Inspecting	SETIA LOGAM	SL-101-VC75	0.672	15	87.091,2	53,39
Folding	KOMINAMI	F-2S70	1.5	1	12.960	7,94
Folding	KOMINAMI	HAF-3A75	2.2	2	38.016	23,30
Total					11.494.137,6	7.045,91

Sehingga didapatkan jumlah kebutuhan energi dari satu pabrik unit pertenunan adalah 7.045,91 BOE, sedangkan di Indonesia ada 522 perusahaan unit pertenunan, maka kita mendapatkan jumlah kebutuhan energi yang dibutuhkan oleh seluruh pabrik unit pertenunan adalah 3.677.963 BOE.

4. Unit Finishing/ Pencelupan

Untuk unit finishing atau pencelupan digunakan data sample dari penggunaan listrik oleh satu perusahaan, yakni PT Daya Mekar Tekstindo. Berikut ini adalah data yang digunakan dalam perhitungan energi untuk unit finishing atau pencelupan:

Tabel 4. 10 Perhitungan Energi yang dibutuhkan Unit Finishing/ Pencelupan

Jenis Energi	Daerah	Kapasitas Terpasang	Pemakaian/ bulan	Pemakaian per tahun (kWh)	Pemakaian per tahun (BOE)
Listrik PLN	Bagian Spinning	1.100 kVA	423.400 kWh	5.080.800	3.114,53
Listrik PLN	Bagian Weaving I	555 kVA	79.320 kWh	951.840	583,48
Listrik PLN	Bagian Weaving II	555 kVA	152.600 kWh	1.831.200	1.122,53
Listrik PLN	Bagian Umum	1.385 kVA	606.000 kWh	7.272.000	4.457,74
Total				15.135.840	9.278,27

Sehingga didapatkan jumlah kebutuhan energi dari satu pabrik unit finishing/ pencelupan adalah 9.278,27 BOE, sedangkan di Indonesia ada 522 perusahaan unit finishing/ pencelupan, maka kita mendapatkan jumlah kebutuhan energi yang dibutuhkan oleh seluruh pabrik unit finishing/ pencelupan adalah 4.843.256 BOE.

4.3.3 Hasil Simulasi Tingkat Intensitas Energi Industri Tekstil

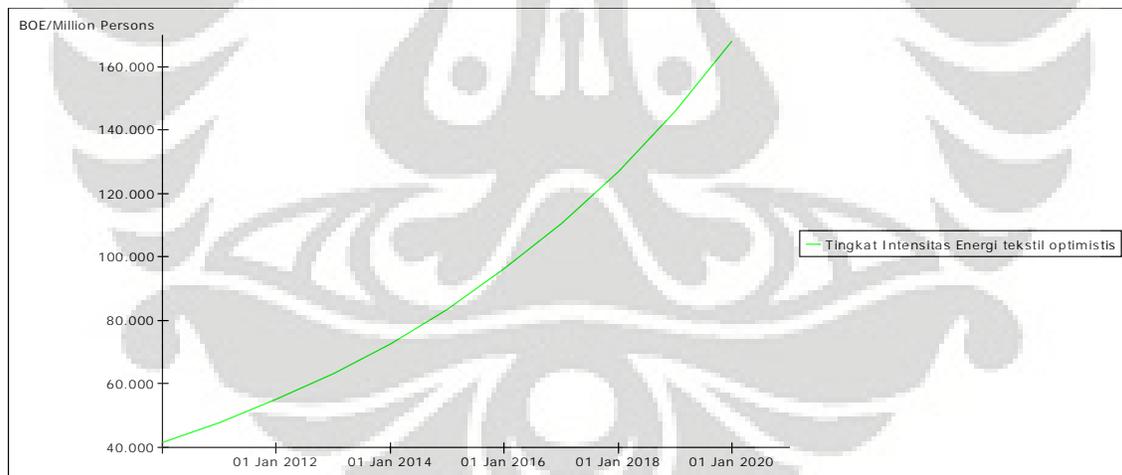
Untuk simulasi tingkat intensitas energi pada industri tekstil digunakan software Powersim dengan output berupa grafik hubungan antara tingkat intensitas energi dengan waktu. Dalam simulasi ini digunakan berbagai skenario yang berkaitan dengan tingkat pertumbuhan produksi tekstil per kapita. Oleh karena itu, berbagai skenario tersebut akan dilihat hubungannya satu dengan yang lainnya untuk kemudian dianalisis.

4.3.3.1 Hubungan dalam Skenario Optimistis

Dalam skenario optimistis digunakan tingkat pertumbuhan produksi tekstil per kapita sebesar 15% per tahun. Hal pertama yang dilakukan adalah melihat tingkat intensitas energi industri tekstil. Setelah itu kita melihat hubungan antara demand untuk masing-masing unit dalam industri tekstil dengan kapasitas produksi pabrik yang sudah ada sehingga kita dapat melihat kebutuhan tambahan energi yang dibutuhkan untuk masing-masing unit dalam industri tekstil. Berikut ini adalah grafik hasil simulasi yang menggambarkan tingkat intensitas energi tekstil:

Tabel 4. 11 Perbandingan Tingkat Intensitas Energi Tekstil Untuk Skenario Optimistis

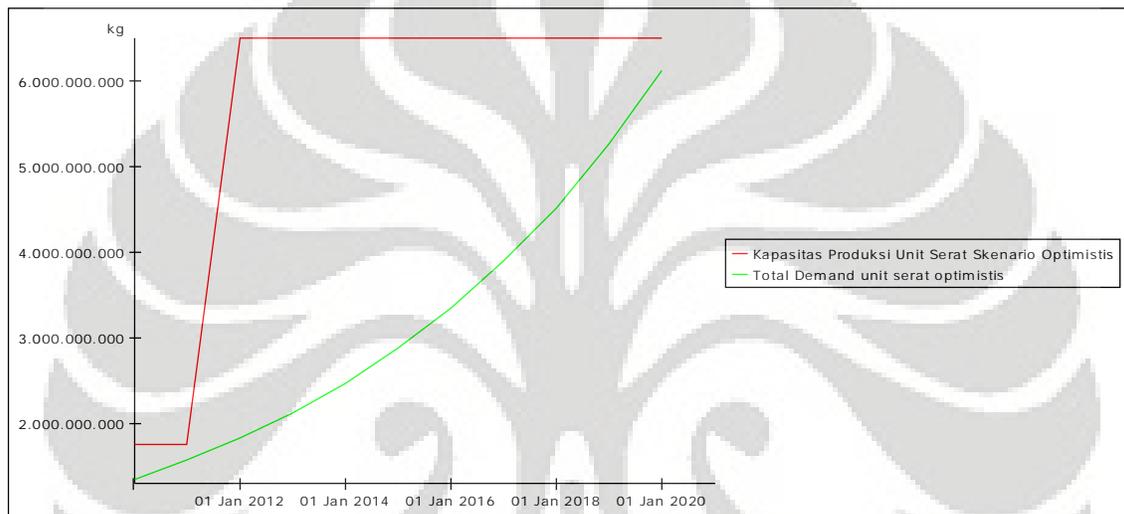
Waktu	Tingkat Intensitas Energi Tekstil Optimistis Dengan Serat (BOE/ juta orang)
2010	42.370,40
2012	56.034,85
2014	74.106,09
2016	98.005,31
2018	129.612,02
2020	171.411,90



Gambar 4. 5 Grafik Hasil Simulasi Tingkat Intensitas Energi Tekstil untk Skenario Optimistis

Setelah melihat tingkat intensitas energi tekstil untuk skenario optimistis, maka hal berikutnya yang dapat dianalisis adalah hubungan antara demand dalam industri tekstil dengan kapasitas produksi yang sudah ada, sehingga dapat diketahui jumlah kapasitas produksi yang harus ditambahkan dan total energi tambahan yang dibutuhkan.

- Hal pertama yang dilihat adalah hubungan antara demand untuk unit serat dengan kapasitas produksi yang sudah ada. Pada unit serat diketahui bahwa pada tahun 2010, jumlah permintaan dalam negeri adalah 70% dari kapasitas produksi yang ada. Kemudian asumsi yang digunakan dalam simulasi ini adalah untuk tahun 2010-2020 jumlah kapasitas produksi yang ada bersifat tetap sehingga dapat dilihat jumlah kapasitas produksi tambahan yang dibutuhkan dan kapasitas produksi yang ada dari tahun 2010-2020 seluruhnya digunakan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Berikut ini adalah hasil simulasi dari hubungan dalam unit serat:



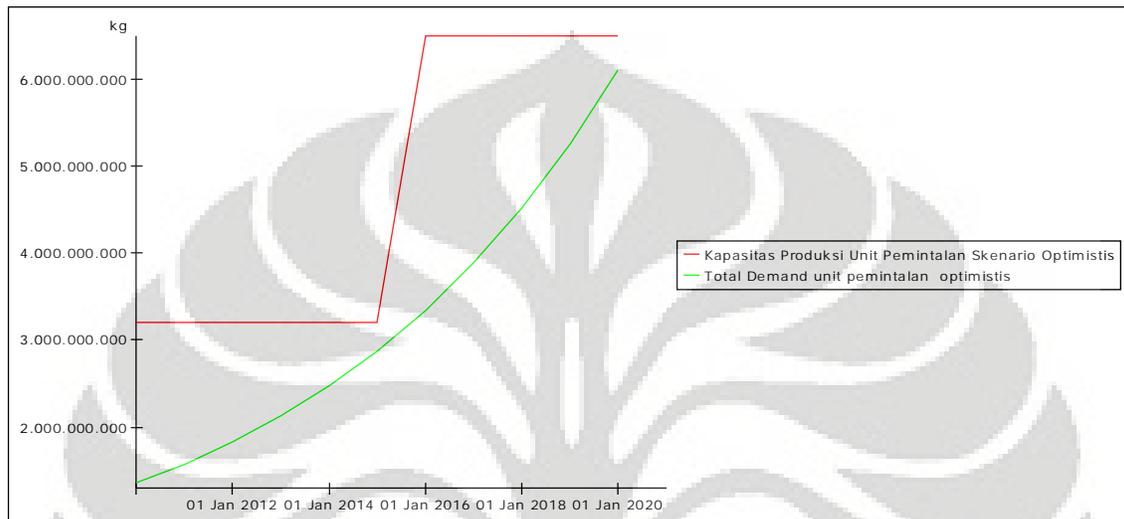
Gambar 4. 6 Hubungan antara Demand dan Kapasitas Produksi Unit Serat untuk Skenario Optimistis

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa kapasitas produksi unit serat yang ada yakni sebanyak 1.760.000 ton dengan 26 perusahaan sudah tidak dapat memenuhi permintaan dalam negeri pada tahun 2011, sehingga pemerintah disarankan untuk membuat perusahaan-perusahaan unit serat yang baru dengan kapasitas produksi yang mencapai 4.740.000 ton yang setara dengan 70 perusahaan unit serat yang baru apabila menginginkan kapasitas produksi yang ada dapat memenuhi demand hingga tahun 2020. Kemudian kebutuhan energi tambahan untuk unit serat adalah:

$$\text{Energi tambahan} = 0,000121 \frac{\text{BOE}}{\text{kg}} \times 4.740.000.000 \text{ kg} = 573.540 \text{ BOE}$$

- Hal kedua yang dilihat adalah hubungan antara demand untuk unit pemintalan dengan kapasitas produksi yang sudah ada. Pada unit pemintalan diketahui bahwa pada tahun 2010, jumlah permintaan dalam negeri adalah 50% dari kapasitas produksi yang ada.

Kemudian asumsi yang digunakan dalam simulasi ini adalah untuk tahun 2010-2020 jumlah kapasitas produksi yang ada bersifat tetap sehingga dapat dilihat jumlah kapasitas produksi tambahan yang dibutuhkan dan kapasitas produksi yang ada dari tahun 2010-2020 seluruhnya digunakan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Berikut ini adalah hasil simulasi dari hubungan dalam unit pemintalan:



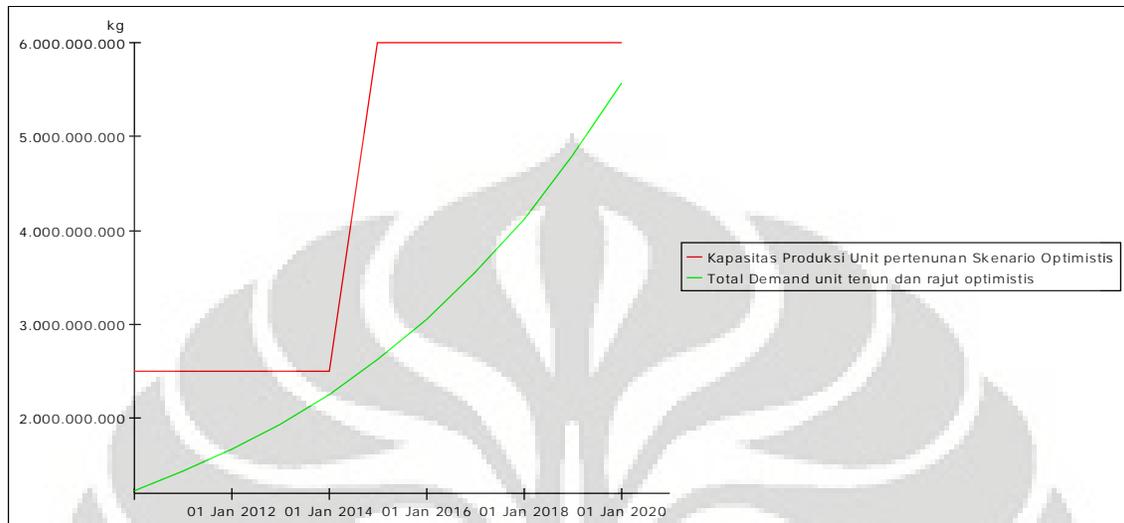
Gambar 4. 7 Hubungan antara Demand dan Kapasitas Produksi Unit Pemintalan untuk Skenario Optimistis

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa kapasitas produksi unit pemintalan yang ada yakni sebanyak 3.200.000 ton dengan 204 perusahaan sudah tidak dapat memenuhi permintaan dalam negeri pada tahun 2015, sehingga pemerintah disarankan untuk membuat perusahaan-perusahaan unit pemintalan yang baru dengan kapasitas produksi yang mencapai 3.300.000 ton yang setara dengan 211 perusahaan unit pemintalan yang baru apabila menginginkan kapasitas produksi yang ada dapat memenuhi demand hingga tahun 2020. Kemudian kebutuhan energi tambahan untuk unit pemintalan adalah:

$$\text{Energi tambahan} = 0,00042 \frac{\text{BOE}}{\text{kg}} \times 3.300.000.000 \text{ kg} = 1.386.000 \text{ BOE}$$

- Hal ketiga yang dilihat adalah hubungan antara demand untuk unit tenun dan rajut dengan kapasitas produksi yang sudah ada. Pada unit tenun dan rajut diketahui bahwa pada tahun 2010, jumlah permintaan dalam negeri adalah 50% dari kapasitas produksi yang ada. Kemudian asumsi yang digunakan dalam simulasi ini adalah untuk tahun 2010-2020 jumlah kapasitas produksi yang ada bersifat tetap sehingga dapat dilihat

jumlah kapasitas produksi tambahan yang dibutuhkan dan kapasitas produksi yang ada dari tahun 2010-2020 seluruhnya digunakan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Berikut ini adalah hasil simulasi dari hubungan dalam unit tenun dan rajut:



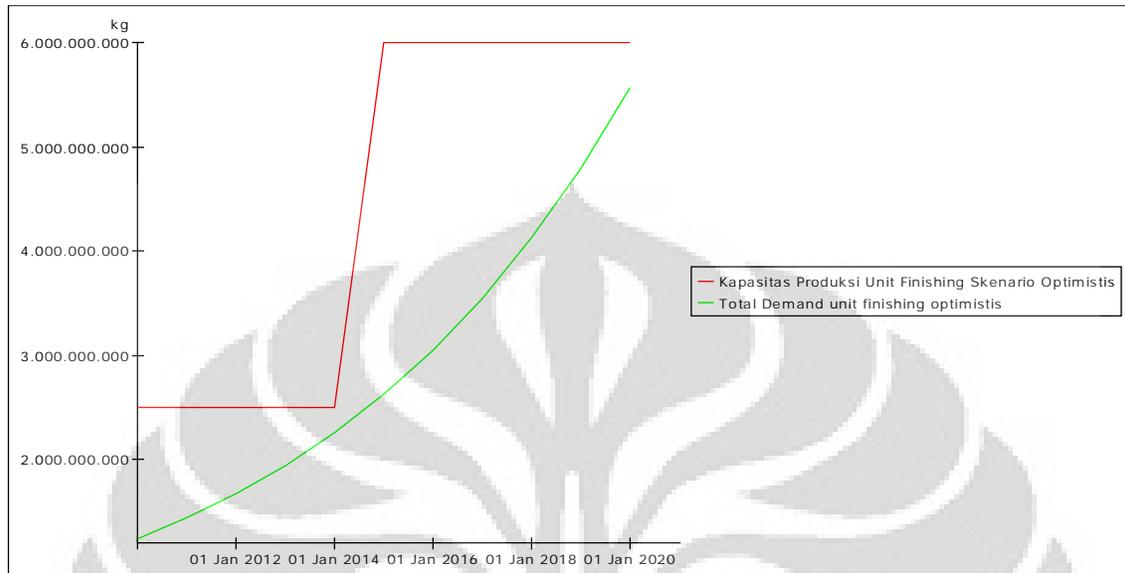
Gambar 4. 8 Hubungan antara Demand dan Kapasitas Produksi Unit Tenun untuk Skenario Optimistis

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa kapasitas produksi unit tenun dan rajut yang ada yakni sebanyak 2.500.000 ton dengan 522 perusahaan sudah tidak dapat memenuhi permintaan dalam negeri pada tahun 2014, sehingga pemerintah disarankan untuk membuat perusahaan-perusahaan unit tenun dan rajut yang baru dengan kapasitas produksi yang mencapai 3.500.000 ton yang setara dengan 731 perusahaan unit tenun dan rajut yang baru apabila menginginkan kapasitas produksi yang ada dapat memenuhi demand hingga tahun 2020. Kemudian kebutuhan energi tambahan untuk unit tenun dan rajut adalah:

$$\text{Energi tambahan} = 0,00148 \frac{\text{BOE}}{\text{kg}} \times 3.500.000.000 \text{ kg} = 5.180.000 \text{ BOE}$$

- Hal keempat yang dilihat adalah hubungan antara demand untuk unit finishing dengan kapasitas produksi yang sudah ada. Pada unit finishing diketahui bahwa pada tahun 2010, jumlah permintaan dalam negeri adalah 50% dari kapasitas produksi yang ada. Kemudian asumsi yang digunakan dalam simulasi ini adalah untuk tahun 2010-2020 jumlah kapasitas produksi yang ada bersifat tetap sehingga dapat dilihat jumlah kapasitas produksi tambahan yang dibutuhkan dan kapasitas produksi yang ada dari

tahun 2010-2020 seluruhnya digunakan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Berikut ini adalah hasil simulasi dari hubungan dalam unit finishing:



Gambar 4. 9 Hubungan antara Demand dan Kapasitas Produksi Unit Finishing untuk Skenario Optimistis

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa kapasitas produksi unit finishing yang ada yakni sebanyak 2.500.000 ton dengan 522 perusahaan sudah tidak dapat memenuhi permintaan dalam negeri pada tahun 2014, sehingga pemerintah disarankan untuk membuat perusahaan-perusahaan unit finishing yang baru dengan kapasitas produksi yang mencapai 3.500.000 ton yang setara dengan 731 perusahaan unit finishing yang baru apabila menginginkan kapasitas produksi yang ada dapat memenuhi demand hingga tahun 2020. Kemudian kebutuhan energi tambahan untuk unit finishing adalah:

$$\text{Energi tambahan} = 0,00193 \frac{\text{BOE}}{\text{kg}} \times 3.500.000.000 \text{ kg} = 6.755.000 \text{ BOE}$$

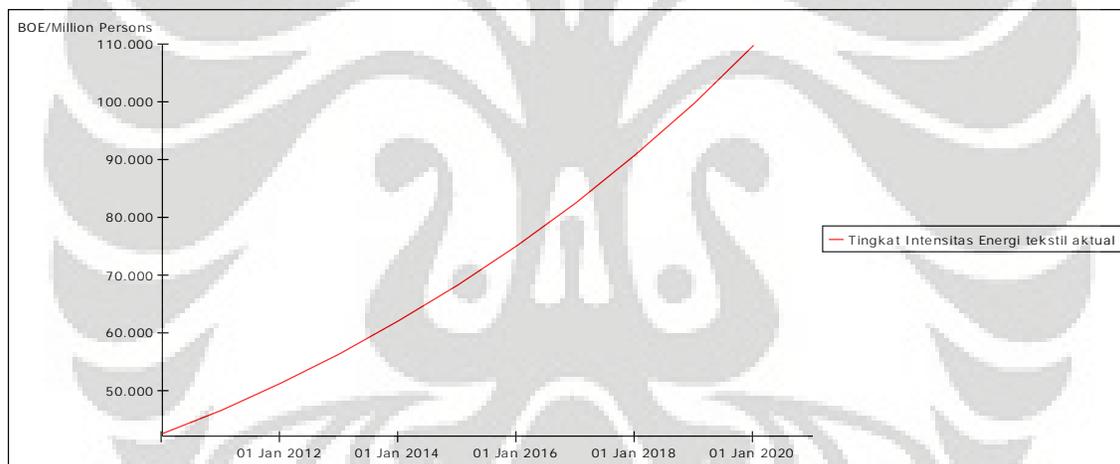
4.3.3.2 Hubungan dalam Skenario Aktual

Dalam skenario aktual digunakan tingkat pertumbuhan produksi tekstil per kapita sebesar 10% per tahun. Hal pertama yang dilakukan adalah melihat tingkat intensitas energi industri tekstil. Setelah itu kita melihat hubungan antara demand untuk masing-masing unit

dalam industri tekstil dengan kapasitas produksi pabrik yang sudah ada sehingga kita dapat melihat kebutuhan tambahan energi yang dibutuhkan untuk masing-masing unit dalam industri tekstil. Berikut ini adalah grafik hasil simulasi yang menggambarkan tingkat intensitas energi tekstil:

Tabel 4. 12 Perbandingan Tingkat Intensitas Energi Tekstil Untuk Skenario Aktual

Waktu	Tingkat Intensitas Energi TekstilAktual Dengan Serat (BOE/ juta orang)
2010	42.370,40
2012	51.268,18
2014	62.034,50
2016	75.061,75
2018	90.824,72
2020	109.897,91

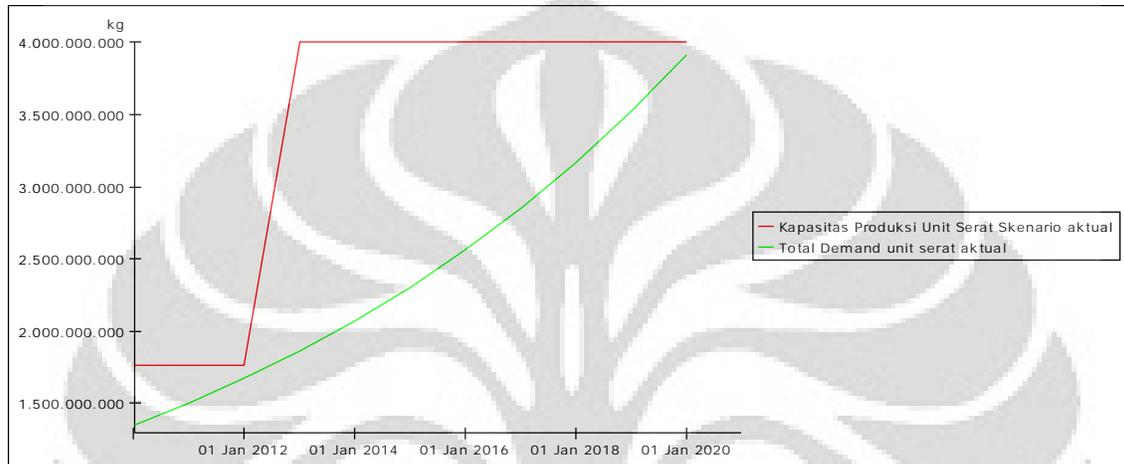


Gambar 4. 10 Grafik Hasil Simulasi Tingkat Intensitas Energi Tekstil untk Skenario Aktual

Setelah melihat tingkat intensitas energi tekstil untuk skenario aktual, maka hal berikutnya yang dapat dianalisis adalah hubungan antara demand dalam industri tekstil dengan kapasitas produksi yang sudah ada, sehingga dapat diketahui jumlah kapasitas produksi yang harus ditambahkan dan total energi tambahan yang dibutuhkan.

1. Hal pertama yang dilihat adalah hubungan antara demand untuk unit serat dengan kapasitas produksi yang sudah ada. Pada unit serat diketahui bahwa pada tahun 2010,

jumlah permintaan dalam negeri adalah 70% dari kapasitas produksi yang ada. Kemudian asumsi yang digunakan dalam simulasi ini adalah untuk tahun 2010-2020 jumlah kapasitas produksi yang ada bersifat tetap sehingga dapat dilihat jumlah kapasitas produksi tambahan yang dibutuhkan dan kapasitas produksi yang ada dari tahun 2010-2020 seluruhnya digunakan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Berikut ini adalah hasil simulasi dari hubungan dalam unit serat:



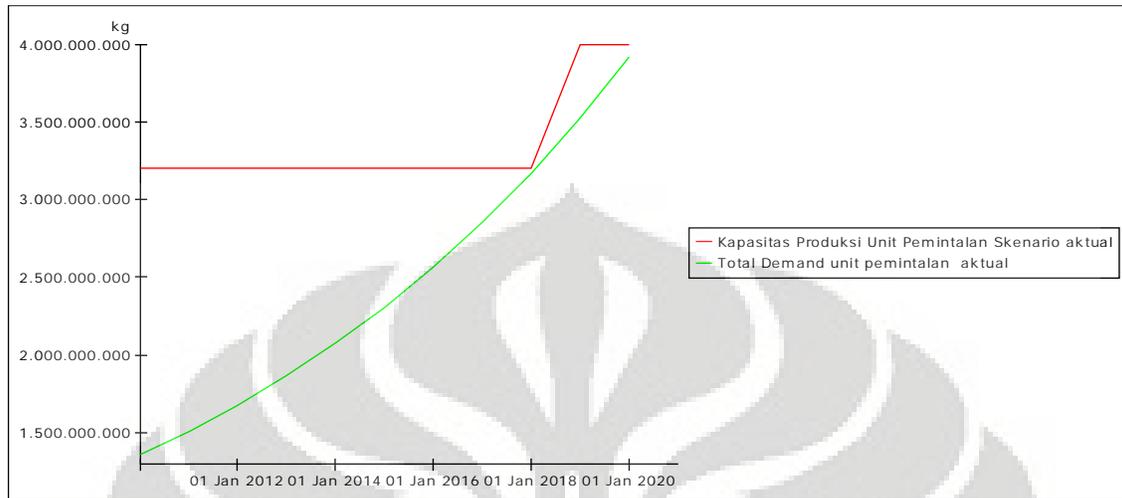
Gambar 4.11 Hubungan antara Demand dan Kapasitas Produksi Unit Serat untuk Skenario Aktual

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa kapasitas produksi unit serat yang ada yakni sebanyak 1.760.000 ton dengan 26 perusahaan sudah tidak dapat memenuhi permintaan dalam negeri pada tahun 2012, sehingga pemerintah disarankan untuk membuat perusahaan-perusahaan unit serat yang baru dengan kapasitas produksi yang mencapai 2.240.000 ton yang setara dengan 33 perusahaan unit serat yang baru apabila menginginkan kapasitas produksi yang ada dapat memenuhi demand hingga tahun 2020. Kemudian kebutuhan energi tambahan untuk unit serat adalah:

$$\text{Energi tambahan} = 0,000121 \frac{\text{BOE}}{\text{kg}} \times 2.240.000.000 \text{ kg} = 271.040 \text{ BOE}$$

- Hal kedua yang dilihat adalah hubungan antara demand untuk unit pemintalan dengan kapasitas produksi yang sudah ada. Pada unit pemintalan diketahui bahwa pada tahun 2010, jumlah permintaan dalam negeri adalah 50% dari kapasitas produksi yang ada. Kemudian asumsi yang digunakan dalam simulasi ini adalah untuk tahun 2010-2020 jumlah kapasitas produksi yang ada bersifat tetap sehingga dapat dilihat jumlah kapasitas produksi tambahan yang dibutuhkan dan kapasitas produksi yang ada dari

tahun 2010-2020 seluruhnya digunakan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Berikut ini adalah hasil simulasi dari hubungan dalam unit pemintalan:

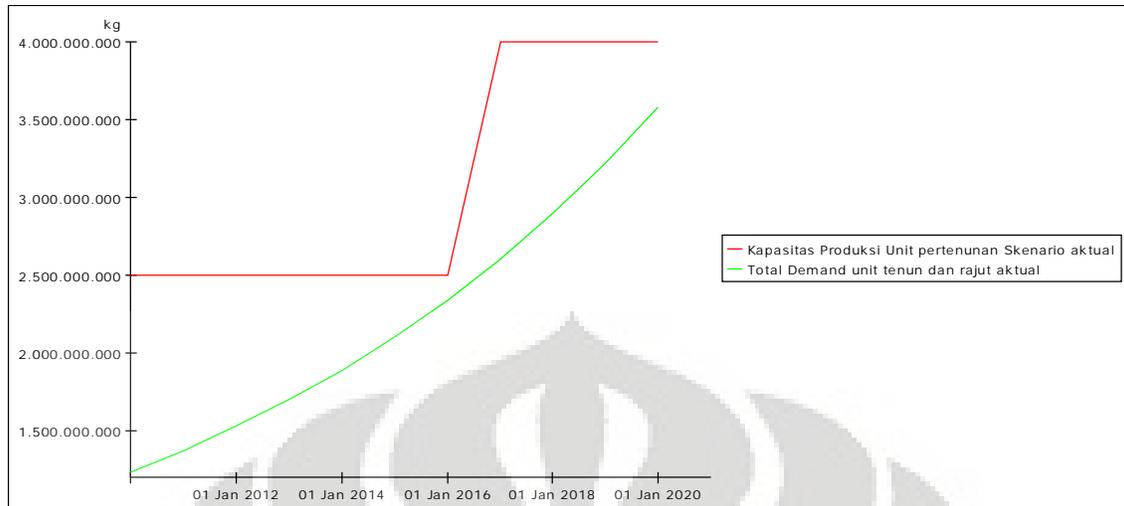


Gambar 4.12 Hubungan antara Demand dan Kapasitas Produksi Unit Pemintalan untuk Skenario Aktual

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa kapasitas produksi unit pemintalan yang ada yakni sebanyak 3.200.000 ton dengan 204 perusahaan sudah tidak dapat memenuhi permintaan dalam negeri pada tahun 2018, sehingga pemerintah disarankan untuk membuat perusahaan-perusahaan unit serat yang baru dengan kapasitas produksi yang mencapai 800.000 ton yang setara dengan 51 perusahaan unit pemintalan yang baru apabila menginginkan kapasitas produksi yang ada dapat memenuhi demand hingga tahun 2020. Kemudian kebutuhan energi tambahan untuk unit pemintalan adalah:

$$\text{Energi tambahan} = 0,00042 \frac{\text{BOE}}{\text{kg}} \times 800.000.000 \text{ kg} = 336.000 \text{ BOE}$$

- Hal ketiga yang dilihat adalah hubungan antara demand untuk unit tenun dan rajut dengan kapasitas produksi yang sudah ada. Pada unit tenun dan rajut diketahui bahwa pada tahun 2010, jumlah permintaan dalam negeri adalah 50% dari kapasitas produksi yang ada. Kemudian asumsi yang digunakan dalam simulasi ini adalah untuk tahun 2010-2020 jumlah kapasitas produksi yang ada bersifat tetap sehingga dapat dilihat jumlah kapasitas produksi tambahan yang dibutuhkan dan kapasitas produksi yang ada dari tahun 2010-2020 seluruhnya digunakan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Berikut ini adalah hasil simulasi dari hubungan dalam unit tenun dan rajut:

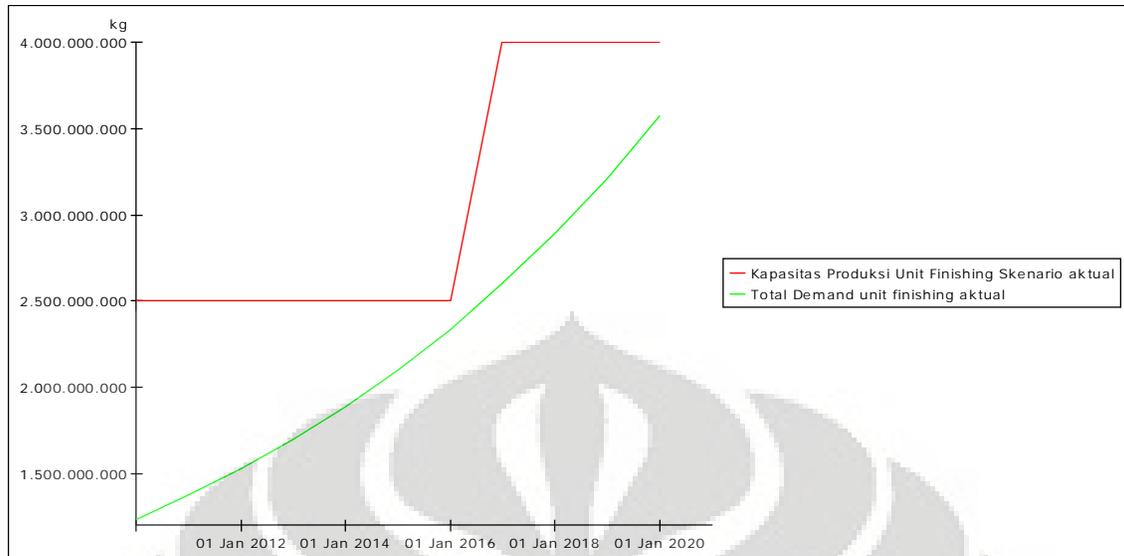


Gambar 4. 13 Hubungan antara Demand dan Kapasitas Produksi Unit Tenun untuk Skenario Aktual

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa kapasitas produksi unit tenun dan rajut yang ada yakni sebanyak 2.500.000 ton dengan 522 perusahaan sudah tidak dapat memenuhi permintaan dalam negeri pada tahun 2016, sehingga pemerintah disarankan untuk membuat perusahaan-perusahaan unit serat yang baru dengan kapasitas produksi yang mencapai 1.500.000 ton yang setara dengan 314 perusahaan unit tenun dan rajut yang baru apabila menginginkan kapasitas produksi yang ada dapat memenuhi demand hingga tahun 2020. Kemudian kebutuhan energi tambahan untuk unit tenun dan rajut adalah:

$$\text{Energi tambahan} = 0,00148 \frac{\text{BOE}}{\text{kg}} \times 1.500.000.000 \text{ kg} = 2.220.000 \text{ BOE}$$

- Hal keempat yang dilihat adalah hubungan antara demand untuk unit finishing dengan kapasitas produksi yang sudah ada. Pada unit finishing diketahui bahwa pada tahun 2010, jumlah permintaan dalam negeri adalah 50% dari kapasitas produksi yang ada. Kemudian asumsi yang digunakan dalam simulasi ini adalah untuk tahun 2010-2020 jumlah kapasitas produksi yang ada bersifat tetap sehingga dapat dilihat jumlah kapasitas produksi tambahan yang dibutuhkan dan kapasitas produksi yang ada dari tahun 2010-2020 seluruhnya digunakan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Berikut ini adalah hasil simulasi dari hubungan dalam unit finishing:



Gambar 4.14 Hubungan antara Demand dan Kapasitas Produksi Unit Finishing untuk Skenario Aktual

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa kapasitas produksi unit finishing yang ada yakni sebanyak 2.500.000 ton dengan 522 perusahaan sudah tidak dapat memenuhi permintaan dalam negeri pada tahun 2011, sehingga pemerintah disarankan untuk membuat perusahaan-perusahaan unit serat yang baru dengan kapasitas produksi yang mencapai 1.500.000 ton yang setara dengan 314 perusahaan unit tenun dan rajut yang baru apabila menginginkan kapasitas produksi yang ada dapat memenuhi demand hingga tahun 2020. Kemudian kebutuhan energi tambahan untuk unit finishing adalah:

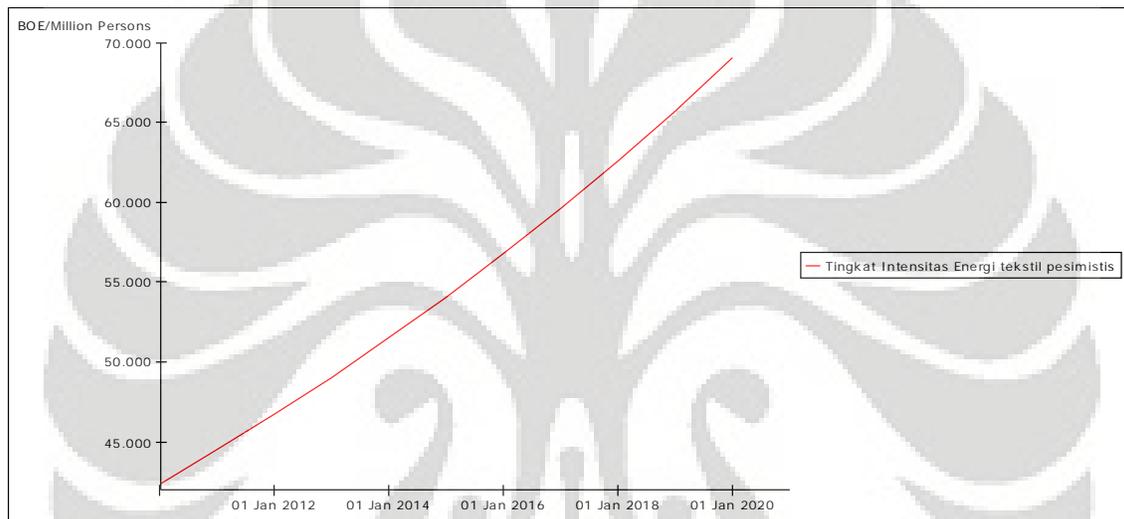
$$\text{Energi tambahan} = 0,00193 \frac{\text{BOE}}{\text{kg}} \times 1.500.000.000 \text{ kg} = 2.895.000 \text{ BOE}$$

4.3.3.3 Hubungan dalam Skenario Pesimistis

Dalam skenario pesimistis digunakan tingkat pertumbuhan produksi tekstil per kapita sebesar 5% per tahun. Hal pertama yang dilakukan adalah melihat tingkat intensitas energi industri tekstil. Setelah itu kita melihat hubungan antara demand untuk masing-masing unit dalam industri tekstil dengan kapasitas produksi pabrik yang sudah ada sehingga kita dapat melihat kebutuhan tambahan energi yang dibutuhkan untuk masing-masing unit dalam industri tekstil. Berikut ini adalah grafik hasil simulasi yang menggambarkan tingkat intensitas energi tekstil:

Tabel 4. 13 Perbandingan Tingkat Intensitas Energi Tekstil Untuk Skenario Aktual

Waktu	Tingkat Intensitas Energi Tekstil Pesimistis Dengan Serat (BOE/ juta orang)
2010	42.370,40
2012	46.713,37
2014	51.501,49
2016	56.780,39
2018	62.600,38
2020	69.016,92

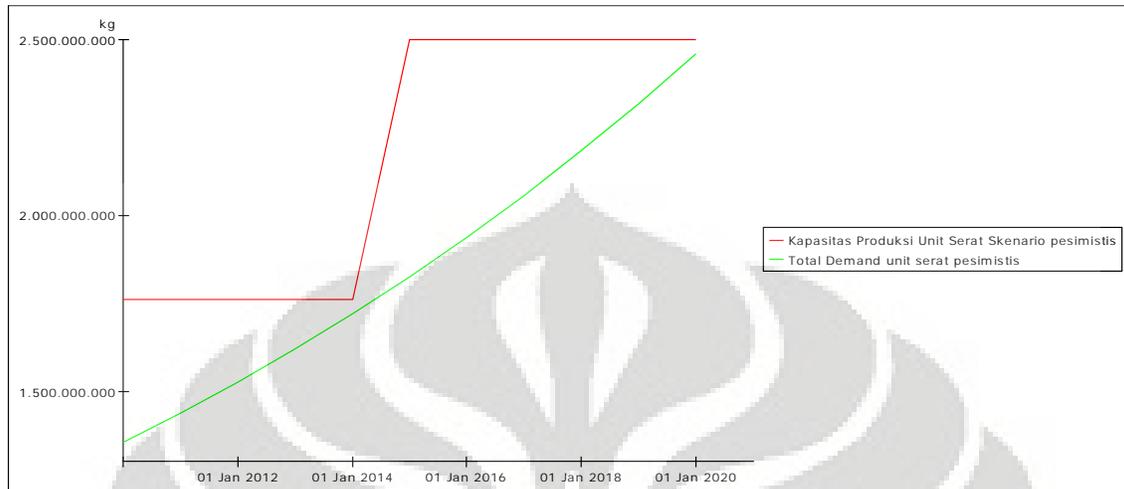


Gambar 4. 15 Grafik Hasil Simulasi Tingkat Intensitas Energi Tekstil untk Skenario Pesimistis

Setelah melihat tingkat intensitas energi tekstil untuk skenario pesimistis, maka hal berikutnya yang dapat dianalisis adalah hubungan antara demand dalam industri tekstil dengan kapasitas produksi yang sudah ada, sehingga dapat diketahui jumlah kapasitas produksi yang harus ditambahkan dan total energi tambahan yang dibutuhkan.

1. Hal pertama yang dilihat adalah hubungan antara demand untuk unit serat dengan kapasitas produksi yang sudah ada. Pada unit serat diketahui bahwa pada tahun 2010, jumlah permintaan dalam negeri adalah 70% dari kapasitas produksi yang ada. Kemudian asumsi yang digunakan dalam simulasi ini adalah untuk tahun 2010-2020 jumlah kapasitas produksi yang ada bersifat tetap sehingga dapat dilihat jumlah kapasitas produksi tambahan yang dibutuhkan dan kapasitas produksi yang ada dari

tahun 2010-2020 seluruhnya digunakan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Berikut ini adalah hasil simulasi dari hubungan dalam unit serat:

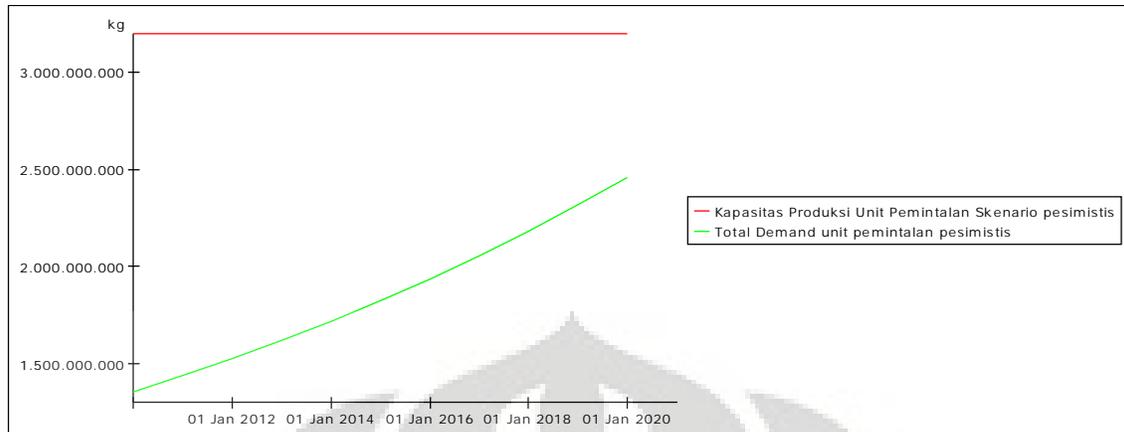


Gambar 4.16 Hubungan antara Demand dan Kapasitas Produksi Unit Serat untuk Skenario Pesimistis

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa kapasitas produksi unit serat yang ada yakni sebanyak 1.760.000 ton dengan 26 perusahaan sudah tidak dapat memenuhi permintaan dalam negeri pada tahun 2014, sehingga pemerintah disarankan untuk membuat perusahaan-perusahaan unit serat yang baru dengan kapasitas produksi yang mencapai 740.000 ton yang setara dengan 11 perusahaan unit serat yang baru apabila menginginkan kapasitas produksi yang ada dapat memenuhi demand hingga tahun 2020. Kemudian kebutuhan energi tambahan untuk unit serat adalah:

$$\text{Energi tambahan} = 0,000121 \frac{\text{BOE}}{\text{kg}} \times 740.000.000 \text{ kg} = 89.540 \text{ BCE}$$

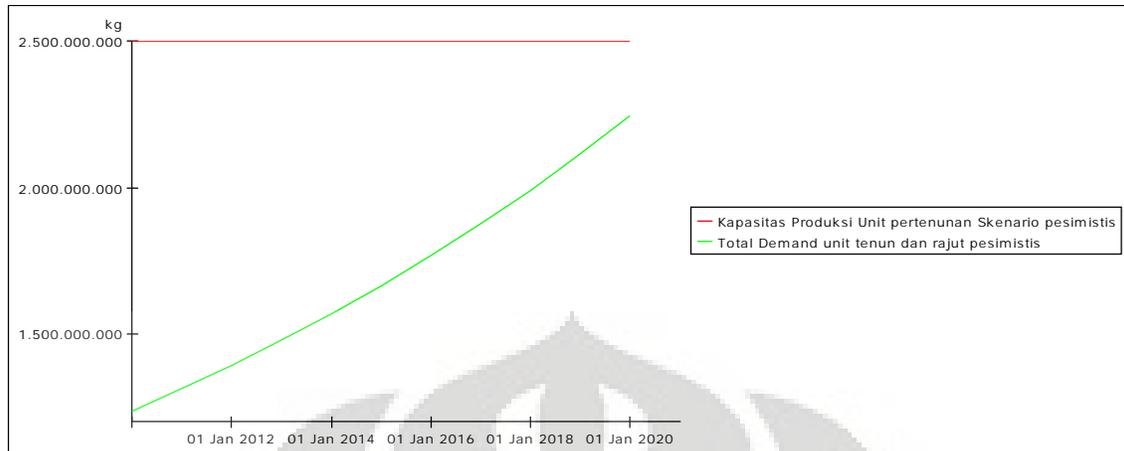
- Hal kedua yang dilihat adalah hubungan antara demand untuk unit pemintalan dengan kapasitas produksi yang sudah ada. Pada unit pemintalan diketahui bahwa pada tahun 2010, jumlah permintaan dalam negeri adalah 50% dari kapasitas produksi yang ada. Kemudian asumsi yang digunakan dalam simulasi ini adalah untuk tahun 2010-2020 jumlah kapasitas produksi yang ada bersifat tetap sehingga dapat dilihat jumlah kapasitas produksi tambahan yang dibutuhkan dan kapasitas produksi yang ada dari tahun 2010-2020 seluruhnya digunakan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Berikut ini adalah hasil simulasi dari hubungan dalam unit pemintalan:



Gambar 4. 16 Hubungan antara Demand dan Kapasitas Produksi Unit Pemintalan untuk Skenario Pesimistis

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa kapasitas produksi unit pemintalan yang ada yakni sebanyak 3.200.000 ton dengan 204 perusahaan sudah dapat memenuhi permintaan dalam negeri hingga tahun 2020, sehingga untuk saat ini masih belum diperlukan tambahan kapasitas untuk unit pemintalan.

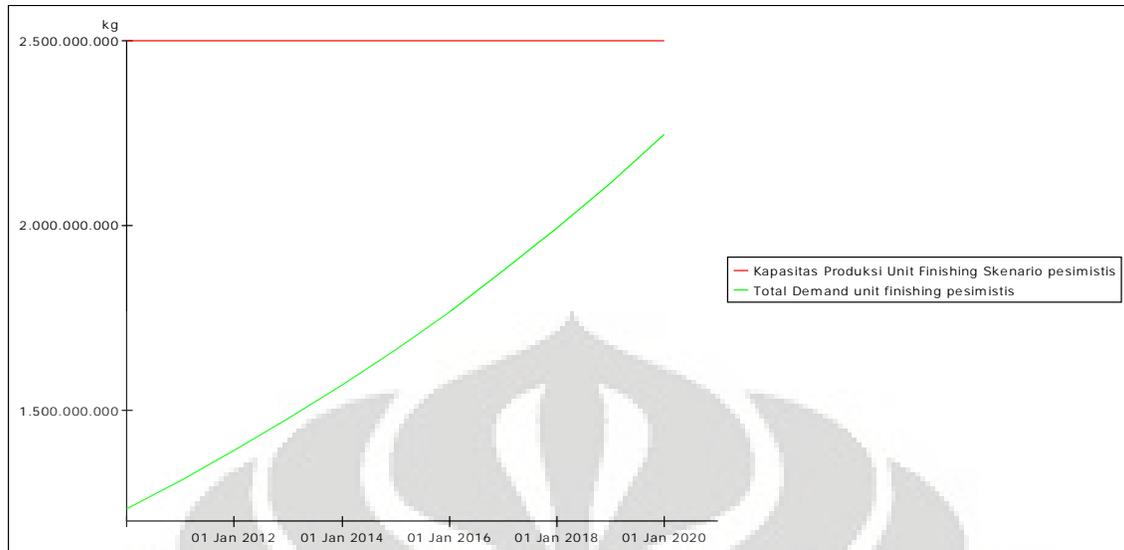
- Hal ketiga yang dilihat adalah hubungan antara demand untuk unit tenun dan rajut dengan kapasitas produksi yang sudah ada. Pada unit tenun dan rajut diketahui bahwa pada tahun 2010, jumlah permintaan dalam negeri adalah 50% dari kapasitas produksi yang ada. Kemudian asumsi yang digunakan dalam simulasi ini adalah untuk tahun 2010-2020 jumlah kapasitas produksi yang ada bersifat tetap sehingga dapat dilihat jumlah kapasitas produksi tambahan yang dibutuhkan dan kapasitas produksi yang ada dari tahun 2010-2020 seluruhnya digunakan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Berikut ini adalah hasil simulasi dari hubungan dalam unit tenun dan rajut:



Gambar 4. 17 Hubungan antara Demand dan Kapasitas Produksi Unit Tenun untuk Skenario Pesimistis

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa kapasitas produksi unit tenun dan rajut yang ada yakni sebanyak 2.500.000 ton dengan 522 perusahaan, masih dapat memenuhi permintaan dalam negeri hingga tahun 2020. Oleh karena itu, masih belum dibutuhkan tambahan kapasitas produksi.

4. Hal keempat yang dilihat adalah hubungan antara demand untuk unit finishing dengan kapasitas produksi yang sudah ada. Pada unit finishing diketahui bahwa pada tahun 2010, jumlah permintaan dalam negeri adalah 50% dari kapasitas produksi yang ada. Kemudian asumsi yang digunakan dalam simulasi ini adalah untuk tahun 2010-2020 jumlah kapasitas produksi yang ada bersifat tetap sehingga dapat dilihat jumlah kapasitas produksi tambahan yang dibutuhkan dan kapasitas produksi yang ada dari tahun 2010-2020 seluruhnya digunakan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Berikut ini adalah hasil simulasi dari hubungan dalam unit finishing:

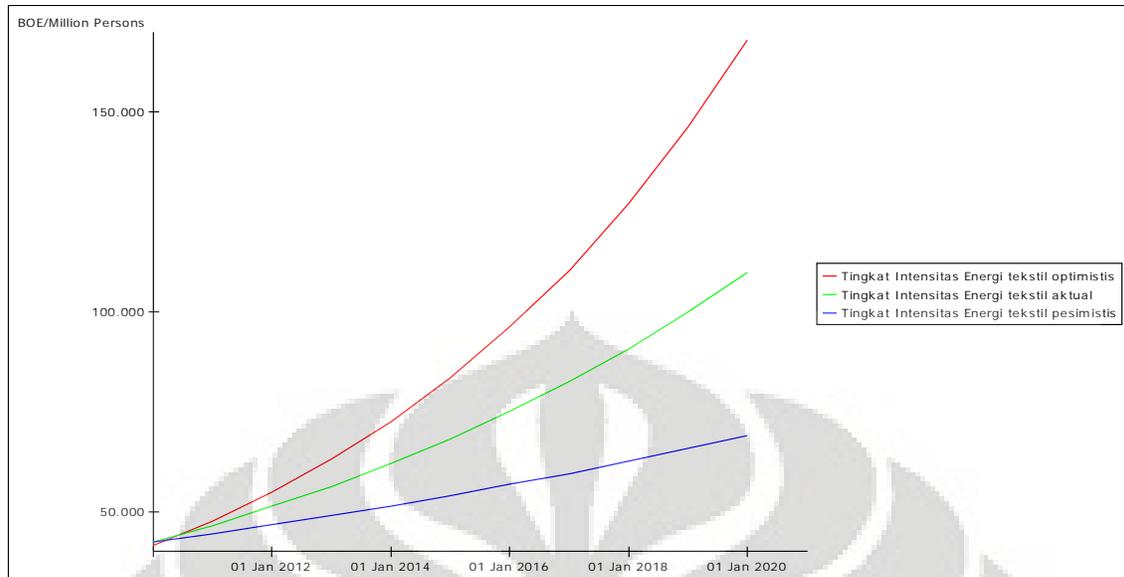


Gambar 4. 18 Hubungan antara Demand dan Kapasitas Produksi Unit Finishing untuk Skenario Pesimistis

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa kapasitas produksi unit finishing yang ada yakni sebanyak 2.500.000 ton dengan 522 perusahaan masih dapat memenuhi permintaan dalam negeri hingga tahun 2020. Oleh karena itu, masih belum dibutuhkan tambahan kapasitas untuk unit finishing.

4.3.3.4 Hubungan antara Skenario Optimistis, Aktual, dan Pesimistis

Untuk menganalisis lebih lanjut mengenai tingkat intensitas energi untuk industri tekstil maka kita dapat melihat hubungan lain antar skenario yang telah kita buat, dalam hal ini kita dapat melihat hubungan antar skenario optimistis, aktual, dan pesimistis. Berikut ini adalah hasil simulasi untuk melihat hubungan antara skenario optimistis, aktual, dan pesimistis:



Gambar 4. 19 Tingkat Intensitas Energi Tekstil dengan berbagai skenario

Setelah menghitung dan menganalisis tingkat intensitas energi tekstil untuk masing-masing skenario, maka kita dapat membuat kesimpulan untuk kebutuhan energi masing-masing unit dalam sebuah tabulasi sebagai berikut:

Tabel 4. 14 Kebutuhan Energi pada Unit-unit Tekstil untuk Masing-masing Skenario

Skenario	Unit	Kapasitas Produksi (ton)	Jumlah Perusahaan	Tambahan Kapasitas (ton)	Tambahan Perusahaan	Energi Tambahan (BOE)	Energi Total (BOE)
Optimistis	Serat	1.760.000	26	4.740.000	70	573.540	786.500
	Pemintalan	3.200.000	204	3.300.000	211	1.386.000	2.730.000
	Tenun	2.500.000	522	3.500.000	731	5.180.000	8.880.000
	Finishing	2.500.000	522	3.500.000	731	6.755.000	11.580.000
Aktual	Serat	1.760.000	26	2.240.000	33	271.040	484.000
	Pemintalan	3.200.000	204	800.000	51	336.000	1.680.000
	Tenun	2.500.000	522	1.500.000	314	2.220.000	5.920.000
	Finishing	2.500.000	522	1.500.000	314	2.895.000	7.720.000
Pesimistis	Serat	1.760.000	26	740.000	11	89.540	302.500
	Pemintalan	3.200.000	204	0	0	0	1.344.000
	Tenun	2.500.000	522	0	0	0	3.700.000
	Finishing	2.500.000	522	0	0	0	4.825.000

Dari ketiga skenario tersebut, skenario aktual dengan tingkat pertumbuhan konsumsi per kapita sebesar 10% per tahun maka untuk unit serat dibutuhkan tambahan perusahaan sebanyak 33 perusahaan, yang artinya dalam waktu 10 tahun maka akan dibangun pabrik untuk unit serat sebanyak 3 pabrik baru. Sedangkan untuk unit pemintalan dalam waktu 10 tahun dengan tingkat pertumbuhan konsumsi per kapita yang sama maka dibutuhkan tambahan 51 pabrik baru, sehingga kira-kira dibutuhkan tambahan pabrik baru sebanyak 5 pabrik setiap tahunnya selama 10 tahun sampai tahun 2020.



BAB V

KESIMPULAN

Dari skripsi berjudul Analisis Tingkat Intensitas Energi Sektor Industri pada Sub Sektor Industri Tekstil dan Industri Semen ini dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. Dengan pertumbuhan konsumsi semen per kapita sebesar 3,4% per tahun, maka dibutuhkan tambahan pabrik semen pada pertengahan tahun 2014 dengan kapasitas sebesar 10.000.000 ton, yang artinya membutuhkan tambahan energi sebesar 484.904 BOE, sehingga total energi untuk industri semen Indonesia adalah 2.831.647,28 BOE. Tingkat Intensitas Energi semen pada skenario ini adalah **0,011 BOE/ orang**.
2. Untuk unit serat pada industri tekstil, dengan tingkat pertumbuhan konsumsi per kapita sebesar 10% per tahun, maka dibutuhkan tambahan kapasitas sebesar 2.240.000 ton yang setara dengan 33 perusahaan unit serat pada awal tahun 2012. Kemudian tambahan energi yang dibutuhkan sebesar 271.040 BOE sehingga total konsumsi energi untuk unit serat pada tahun 2020 adalah 484.000 BOE.
3. Untuk unit pemintalan pada industri tekstil, dengan tingkat pertumbuhan konsumsi per kapita sebesar 10% per tahun, maka dibutuhkan tambahan kapasitas sebesar 800.000 ton yang setara dengan 51 perusahaan unit pemintalan pada awal tahun 2018. Kemudian tambahan energi yang dibutuhkan sebesar 336.000 BOE sehingga total konsumsi energi untuk unit pemintalan pada tahun 2020 adalah 1.680.000 BOE.
4. Untuk unit tenun dan rajut pada industri tekstil, dengan tingkat pertumbuhan konsumsi per kapita sebesar 10% per tahun, maka dibutuhkan tambahan kapasitas sebesar 1.500.000 ton yang setara dengan 314 perusahaan unit tenun dan rajut pada awal tahun 2016. Kemudian tambahan energi yang dibutuhkan sebesar 2.220.000 BOE sehingga total konsumsi energi untuk unit tenun dan rajut pada tahun 2020 adalah 5.920.000 BOE.
5. Untuk unit finishing pada industri tekstil, dengan tingkat pertumbuhan konsumsi per kapita sebesar 10% per tahun, maka dibutuhkan tambahan kapasitas sebesar 1.500.000 ton yang setara dengan 314 perusahaan unit finishing pada awal tahun 2016. Kemudian tambahan energi yang dibutuhkan sebesar 2.895.000 BOE sehingga total konsumsi energi untuk unit finishing pada tahun 2020 adalah 7.720.000BOE.

6. Tingkat intensitas energi industri tekstil pada tahun 2020 dengan tingkat pertumbuhan konsumsi per kapita sebesar 15% adalah 171.411,90 BOE/ juta orang. Kemudian untuk tingkat pertumbuhan konsumsi per kapita sebesar 10% adalah 109.897,91 BOE/ juta orang. Terakhir dengan tingkat pertumbuhan konsumsi per kapita sebesar 5% adalah 69.016,92 BOE/ juta orang

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2010. *Sensus Penduduk Indonesia tahun 2010*. Biro Pusat Statistik: Jakarta
- Anonim. 2009. *Handbook of Energy & Economy Statistics of Indonesia 2009*. ESDM: Jakarta
- Anggraeni, Dini. 2004. *Laporan kerja Praktek di PT. Vonex Indonesia*. Sekolah Tinggi Teknologi Tekstil: Bandung
- Avianto, Teten W. 2006. *Analisis Kebijakan Menggunakan Model System Dynamics*. Program Magister Studi Pembangunan Institut Teknologi Bandung: Bandung.
- Bernarda, J.T., Cote, B. 2005. *The Measurement of The Energy Intensity of manufacturing Industrial Principal Component Analysis*. Energy Policy 33, 221-233
- Gapur, Hasan Abdul. 2009. *Laporan Kerja Praktek di PT Argo Pantas Tangerang*. Sekolah Tinggi Teknologi Tekstil: Bandung
- Mawardini, Annissa. 2003. *Laporan Kerja Praktek di PT Daya Mekar Tekstindo*. Sekolah Tinggi Teknologi Tekstil: Bandung
- Miranti, Armina. 2007. *Mencermati Kinerja Tekstil Indonesia: Antara Potensi dan Peluang*. Economic Review No. 209. 2007
- Mongia, P, Schumacer K., Sathaye. 2001. *Policy reform and productivity growth in India's energy intensive industry*. Energy Policy 29.
- Muhammadi, dkk. 2001 *Analisis Sistem Dinamis Lingkungan Hidup, Sosial, Ekonomi, Manajemen*. UMJ Press: Jakarta.
- Purwanto, Widodo. 2006. *Indonesia Energy Outlook & Statistics 2006*. PEUI: Depok.
- Richardson, George P. 1976. *Problems with Causal Loop Diagram*. Wheaton College: Norton.
- Saeed, Khalid. 1994. *Development Planning and Policy Design*. Athenaeum Press Ltd, London.

- Sanjaya, Erica.,Deni Novitasari, Valentina. 2010. *Laporan Kerja Praktek PT Indocement Indonesia*. Teknik Kimia Universitas Indonesia: Depok.
- Soetrisno, Benny. 2009. *Memacu Konsumsi & Permintaan Produk TPT Indonesia di Pasar Domestik*. Asosiasi Pertekstilan Indonesia: Jakarta.
- Sterman, John D. 2000. *Business Dynamics: Systems Thinking and Modelling for a Complex World*. Irwin/ McGraw-Hill: Boston.
- Tasrif, Muhammad. 2005. *Analisis Kebijakan Menggunakan Model System Dinamics, 1th Ed.* Program Magister Studi Pembangunan Institut Teknologi Bandung: Bandung.
- Tasrif, Muhammad. 2005. *Analisis Kebijakan Menggunakan Model System Dinamics, 2th Ed.* Program Magister Studi Pembangunan Institut Teknologi Bandung: Bandung.
- Widodo, Agung. 2006. *Laporan Kerja Praktek di PT. Medan Jaya*. Sekolah Tinggi Teknologi Tekstil: Bandung
- Zha, D, et al. 2009. The contribution degree of sub-sectors to structure effect and intensity effects on industry energy intensity in China from 1993-2003. *Renewable and Sustainable energy Reviews* 13, 895-902.