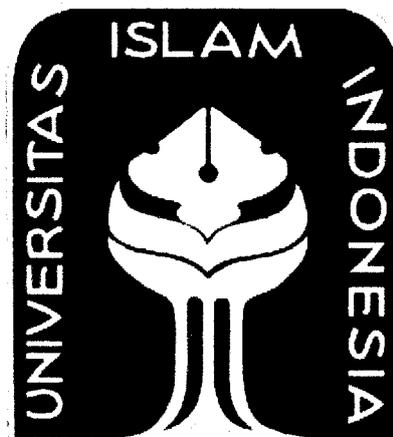


**PRA-RANCANGAN PABRIK TEKSTIL
DENGAN STUDI KELAYAKAN
NONWOVEN GEOTEKSTIL
SISTEM *NEEDLE PUNCH*
KAPASITAS PRODUKSI 12.000.000 METER/TAHUN**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia
Konsentrasi Teknik Tekstil**



Disusun oleh :

Nama : Arief Rachman

No. Mhs : 03 521 140

**KONSENTRASI TEKNIK TEKSTIL
JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA**

2009

**PRA-RANCANGAN PABRIK TEKSTIL
DENGAN STUDI KELAYAKAN
NONWOVEN GEOTEKSTIL
SISTEM *NEEDLE PUNCH*
KAPASITAS PRODUKSI 12.000.000 METER/TAHUN**

TUGAS AKHIR

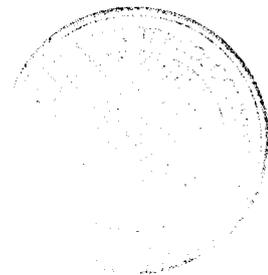
**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia
Konsentrasi Teknik Tekstil**



Disusun oleh :

Nama : Arief Rachman

No. Mhs : 03 521 140



**KONSENTRASI TEKNIK TEKSTIL
JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2009**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL TUGAS AKHIR PRA-RANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini.

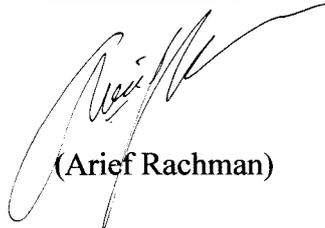
Nama : Arief Rachman

No. Mhs : 03 521 140

Menyatakan bahwa seluruh hasil penelitian ini adalah hasil karya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jogjakarta, 11 Maret 2009



(Arief Rachman)

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PRA-RANCANGAN PABRIK TEKSTIL
DENGAN STUDI KELAYAKAN
NONWOVEN GEOTEKSTIL
SISTEM *NEEDLE PUNCH*
KAPASITAS PRODUKSI 12.000.000 METER/TAHUN**

TUGAS AKHIR

Disusun oleh :

Nama : Arief Rachman

No. Mhs : 03 521 140

Jogjakarta, *11 Maret 09*
Dosen Pembimbing


Asmanto Subagyo, Msc

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA-RANCANGAN PABRIK TEKSTIL DENGAN STUDI KELAYAKAN NONWOVEN GEOTEKSTIL SISTEM *NEEDLE PUNCH* KAPASITAS PRODUKSI 12.000.000 METER/TAHUN

TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : Arief Rachman

No. Mhs : 03 521 140

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana konsentrasi Teknologi Tekstil Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Jogjakarta, 11 Maret 2009

Tim penguji,

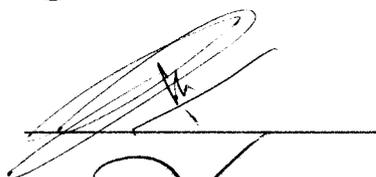
Asmanto Subagyo, Msc

Ketua



Ir. H Soeparman

Penguji I



Ir Dalyono Mughni MSI, C.Text ATI.

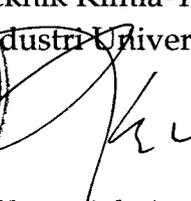
Penguji II



Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia-Teknologi Tekstil
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia




Dra. Hj. Kamariah Anwar, MS

MOTTO

*“ Maka kuberitahukan kepadamu bahwa sesungguhnya ilmu itu adalah cahaya,
dan cahaya Allah tidak akan diberikan kepada orang – orang yang berbuat maksiat “
(Hadist)*

*“ Membacalah !
Sebab membaca itu pancuran kebijaksanaan.
Berpikirlah !
Sebab berpikir itu sumber kekuasaan “.*

*“ Kesabaran adalah kekuatan, pergunakanlah untuk memupuk semangat, meredakan
amarah, meredam angkara murka, mengubur rasa iri, menekan kesombongan, menahan lidah,
mengekang tangan, sampai tiba waktunya anda memanen seluruh hasilnya “
(Og Mandino)*

Roma tidak dibangun dalam sehari

Film terbaik adalah kehidupan kita

Di atas langit masih ada langit

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Puji syukur atas segala rahmat dan hidayah Allah SWT sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir “ Pra-Rancangan Pabrik Tekstil Studi Kelayakan Nonwoven Geotekstil Sistem *Needle Punch* Kapasitas Produksi 12.000.000 meter/tahun “ dengan lancar dan tanpa halangan yang berarti.

Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Kimia konsentrasi Teknologi Tekstil di Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Kami menyadari bahwa tanpa dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, penyusunan Tugas Akhir ini tidak dapat terselesaikan dengan baik. Kami mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan kepada kami dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Pihak-pihak tersebut adalah :

1. Kedua orang tua kami, yang selalu memberikan dukungan, doa dan curahan kasih sayang sepanjang waktu.
2. Kakak dan adik kami, atas segala perhatian dan kasih sayang.
3. Bapak Asmanto Subagyo, Msc. Dosen pembimbing. atas segala bimbingan dan bantuan selama penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Fathul Wahid, Ir, Msc, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
5. Ibu Kamariah Anwar, Dra, Msc, selaku ketua jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
6. Segenap jajaran dosen Teknik Kimia konsentrasi Teknologi Tekstil, atas segala ilmu dan bimbingan yang telah diberikan.

7. Teman-teman kami Teknik Kimia dan konsentrasi teknologi tekstil 2003 pada khususnya atas semangat yang telah dikobarkan.
8. Sahabat kami yang jauh dan selalu setia memberikan waktu dan perhatian.
9. seluruh pihak yang tak bias kami sebutkan satu persatu.

Harapan penulis, semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi dunia pendidikan pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Jogjakarta,

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TA PRA RANCANGAN PABRIK	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR GRAFIK	xvii
ABSTRAKSI	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tinjauan Pustaka	4
1.2.1 Pengertian Geotekstil.....	4
1.2.2 Pengertian Nonwoven Geotekstil	7
1.2.3 Karakteristik Nonwoven Geotekstil Sistem <i>Needle Punch</i>	9
1.2.4 Mekanisme Sistem <i>Needle Punch</i>	9
1.2.5 Fungsi Geotekstil	10
1.2.6 Karakteristik Geotekstil Untuk Perancangan	13
1.2.7 Keuntungan Penggunaan Geotekstil	25
1.2.8 Serat Polyester	26
1.2.9 Pembuatan Polyester	27

1.2.10	Sifat-sifat Polyester	29
BAB II	PERANCANGAN PRODUK	
2.1	Spesifikasi Produk	31
2.2	Spesifikasi Bahan	33
2.3	Pengendalian Kualitas	35
2.3.1	Pengendalian Kualitas Bahan Baku	37
2.3.1.1	Pemeriksaan Bahan Baku di Penyimpanan	37
2.3.1.2	Pemeriksaan Bahan Baku Sebelum Proses	37
2.3.2	Pengendalian Kualitas Saat Proses Produksi	39
2.3.3	Pemeriksaan pada Produk	40
BAB III	PERANCANGAN PROSES	
3.1	Uraian Proses Pembuatan Kain Nonwoven Geotekstil	48
3.1.1	Proses Persiapan Bahan Baku	50
3.1.1.1	Tahap pemeriksaan & Pengecekan ...	50
3.1.1.2	Tahap Pembersihan	51
3.1.2	Proses Pembukaan Bale	51
3.1.3	Proses Pembuatan Web	51
3.1.3.1	Mekanisme Mesin Carding	52
3.1.4	Proses Pembuatan Lembaran Web.....	55
3.1.5	Proses Pengikatan Jarum Awal	55
3.1.6	Proses Pengikatan Jarum Permanen	56
3.1.7	Proses Calendar	58
3.1.8	Proses Penggulungan	58
3.2	Spesifikasi Mesin	59
3.3	Perhitungan Produksi Dan Bahan Baku	65
BAB IV	PERANCANGAN PABRIK	
4.1	Lokasi Pabrik	73
4.1.1	Perencanaan Lokasi Pabrik	73
4.2	Tata Letak Pabrik	76

4.2.1	Tata Letak Alat	79
4.2.2	Tata Letak pada Ruang Produksi	80
4.2.3	Tata letak pada Ruang non Produksi	84
4.3	Alir Proses dan Material	85
4.4	Utilitas	86
4.4.1	Unit Penyedia Air	87
4.4.2	Unit Penata Udara	90
4.4.3	Unit Pencegah Kebakaran	93
4.4.4	Unit Penyedia Listrik	95
4.4.4.1	Listrik Penerangan	96
4.4.4.2	Listrik Mesin Produksi.....	110
4.4.4.3	Listrik Peralatan Laboratorium.....	111
4.4.4.4	Listrik Penata Udara dan Pompa	112
4.4.4.5	Listrik Kebutuhan Lain-lain	113
4.4.5	Unit Penyedia Bahan Bakar	114
4.4.6	Unit Perawatan Mesin	116
4.4.7	Unit Transportasi	119
4.4.8	Unit Telekomunikasi	120
4.5	Organisasi Perusahaan	120
4.5.1	Bentuk Perusahaan	120
4.5.2	Badan Usaha	121
4.5.3	Struktur Organisasi	122
4.5.4	Tugas dan Wewenang	124
4.5.4.1	Pemegang Saham	125
4.5.4.2	Dewan Komisaris	125
4.5.4.3	Presiden Direktur	126
4.5.4.4	Direktur Perusahaan	127
4.5.4.5	Manajer Produksi	128
4.5.4.6	Manajer Administrasi dan Keuangan	128
4.5.4.7	Manajer Pemasaran	129
4.5.4.8	Kepala Departemen	129

4.5.4.9	Supervisor	130
4.5.4.10	Kepala Shift	130
4.5.4.11	Operator	130
4.5.5	Sistem Ketenagakerjaan	132
4.5.5.1	Status Karyawan	132
4.5.5.2	Status Pekerja	133
4.5.5.3	Jam Kerja Karyawan	133
4.5.6	Penggolongan Jabatan, Jumlah dan Gaji Karyawan.....	136
4.5.6.1	Perincian Tenaga Kerja	136
4.5.6.2	Sistem Pengupahan	137
4.5.6.3	Sistem Gaji Karyawan	138
4.5.7	Fasilitas Karyawan	139
4.6	Evaluasi Ekonomi	141
4.6.1	Analisis Pemasaran	141
4.6.1.1	Strategi Pembelian Bahan Baku	141
4.6.1.2	Strategi Lokasi	142
4.6.1.3	Distribusi Produk	142
4.6.1.4	Strategi Promosi	142
4.6.1.5	Strategi Sumber Daya Manusia	142
4.6.1.6	Strategi Proses	142
4.6.2	Analisis Finansial	143
4.6.2.1	Modal Investasi	144
4.6.2.2	Modal Kerja	148
4.6.2.3	Biaya Overhead	154
4.6.2.4	Biaya Tetap	158
4.6.2.5	Biaya Tidak Tetap	158
4.6.2.6	Penentuan Harga Jual	159
4.6.2.7	Analisis Keuntungan	160
4.6.3	Analisis Kelayakan	161
4.6.3.1	Return of Investment	161

4.6.3.2	Break Even Point	162
4.6.3.3	Shut Down Point	163
4.6.3.4	Pay Out Time	165
BAB V	PENUTUP	167
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Konsumsi Dunia Terhadap <i>Technical Textile</i> dan Nonwoven Berdasar Wilayah	2
Tabel 1.2	Konsumsi Dunia Terhadap <i>Technical Textile</i> dan Nonwoven Berdasarkan Aplikasinya	2
Tabel 1.3	Rentang Nilai dari Beberapa Nilai Karakteristik Teknis Geosintetik di Pasaran Menurut Exxon	22
Tabel 1.4	Sifat Fisika Serat Polyester	29
Tabel 1.5	Ketahanan Polyester Terhadap Bahan Kimia	30
Tabel 2.1	Spesifikasi Produk Kain Nonwoven Geotekstil	32
Tabel 2.2	Karakteristik Serat-Serat Buatan.....	33
Tabel 2.3	Spesifikasi Serat Terylene Secara Kuantitatif	35
Tabel 2.4	Standar Pengujian Geotekstil	41
Tabel 2.5	Faktor Keselamatan Untuk Geotekstil Sebagai Perkuatan Tanah	41
Tabel 4.1	Pembagian Ruang Bahan Baku	80
Tabel 4.2	Pembagian Ruang Proses	81
Tabel 4.3	Pembagian Ruang Inspeksi, Pengemasan dan Gudang Produk	82
Tabel 4.4	Pembagian Ruang Non Produksi	83
Tabel 4.5	Luas Tanah dan Data Penggunaan Tanah	83
Tabel 4.6	Syarat Kelayakan Air Keperluan Sanitasi & Konsumsi	87
Tabel 4.7	Penggunaan Air Untuk Sanitasi dan Konsumsi	88
Tabel 4.8	Kebutuhan AC Jenis Motor Supply Air Fan di Ruang Produksi	91
Tabel 4.9	Kebutuhan AC <i>Window Type</i> di Ruang Produksi	91
Tabel 4.10	Kebutuhan AC <i>Window Type</i> Ruang Non Produksi	91
Tabel 4.11	Kebutuhan Kipas Angin	92
Tabel 4.12	Kebutuhan Detektor Asap	93
Tabel 4.13	Kebutuhan Kran Hidran	94
Tabel 4.14	Perencanaan Kebutuhan Listrik Penerangan Ruang Produksi	98
Tabel 4.15	Perencanaan Kebutuhan Listrik Penerangan Ruang Non Produksi I	101
Tabel 4.16	Perencanaan Kebutuhan Listrik Penerangan Ruang Non Produksi II	104
Tabel 4.17	Kebutuhan Listrik Mesin Produksi	109
Tabel 4.18	Kebutuhan Listrik Peralatan Laboratorium	110
Tabel 4.19	Kebutuhan Listrik Untuk Alat Penata Udara	111
Tabel 4.20	Kebutuhan Listrik Untuk Lain-Lain	112
Tabel 4.21	Daya Keseluruhan Unit Penyediaan Listrik	113
Tabel 4.22	Kebutuhan Solar Untuk Sarana Transportasi	115

Tabel 4.23	Pengaturan Jadwal Kerja Grup	133
Tabel 4.24	Jadwal Penggantian Shift	134
Tabel 4.25	Penggolongan Tenaga Kerja Berdasarkan Golongan, Jabatan dan Jenjang Pendidikan	136
Tabel 4.26	Biaya Pembelian Tanah	143
Tabel 4.27	Biaya Pembelian Mesin Produksi	144
Tabel 4.28	Biaya Pembelian Peralatan Utilitas	144
Tabel 4.29	Pembelian Peralatan Laboratorium	145
Tabel 4.30	Pembelian Sarana Transportasi	145
Tabel 4.31	Biaya Pemasangan Instalasi	145
Tabel 4.32	Biaya Pembelian Perlengkapan Inventaris	146
Tabel 4.33	Biaya Ijin Perusahaan	146
Tabel 4.34	Total Biaya Inventasi	147
Tabel 4.35	Total Daya Listrik	150
Tabel 4.36	Perincian Gaji Karyawan	151
Tabel 4.37	Total Modal Kerja	153
Tabel 4.38	Perhitungan Depresiasi	154
Tabel 4.39	Total Biaya Perawatan	154
Tabel 4.40	Biaya Asuransi	155
Tabel 4.41	Total Biaya Overhead	156
Tabel 4.42	Total Fixed Cost	157
Tabel 4.43	Total Variable Cost	157

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Jenis Benang Sintetis	7
Gambar 1.2	Geotekstil hasil penjaruman	9
Gambar 1.3	Peranan dan Fungsi Geosintetik Ditinjau dari Segi Teknik Sipil	13
Gambar 1.4	Penampang Melintang dan Membujur Serat Polyester	29
Gambar 2.1	Alur Proses Pembuatan Terylene (Staple Fiber)	34
Gambar 2.2	Pengendalian Kualitas Dalam Produksi Kain Nonwoven Geotekstil	36
Gambar 3.1	Diagram Kualitatif Pembuatan Nonwoven Geotekstil	49
Gambar 3.2	Bentuk Jarum <i>Taker In</i>	52
Gambar 3.3	Carding Action	53
Gambar 3.4	Stripping Action	54
Gambar 3.5	Konstruksi Jarum	57
Gambar 3.6	Skema Proses Penjaruman	57
Gambar 3.7	Proses Terjadinya Ikatan Interbinding Dalam Web	58
Gambar 3.8	Mesin Bale Opener	59
Gambar 3.9	Mesin Carding	60
Gambar 3.10	Mesin Cross Lapper	61
Gambar 3.11	Mesin Pre Needle Punch	62
Gambar 3.12	Mesin Needle Punch	63
Gambar 3.13	Mesin Calendar	64
Gambar 3.14	Mesin Winding	64
Gambar 4.1	Peta Lokasi Kawasan Industri PIER	76
Gambar 4.2	Tata Letak Pabrik	78
Gambar 4.3	Tata Letak Ruang Bahan Baku	81
Gambar 4.4	Tata Letak Ruang Proses	82
Gambar 4.5	Tata Letak Ruang Inspeksi & Gudang Produk	83
Gambar 4.6	Diagram Kuantitatif Pembuatan Nonwoven Geotekstil	85
Gambar 4.7	Alur Proses Pembuatan Nonwoven Geotekstil	86
Gambar 4.8	Struktur Organisasi	131

DAFTAR GRAFIK

Grafik 1.1	Tingkat kompresibilitas pada berbagai tipe geotekstil ..	15
Grafik 1.2	Tingkat kemampuan serat polyester terhadap cahaya ...	24
Grafik 4.1	Hubungan antara kapasitas dengan biaya produksi	166

ABSTRACT

Pre-design of textile factory by feasibility study of nonwoven geotextile factory with needle punch system and production capacity of 12.000.000 meters/annum is based on the need to fulfill of geotextiles product to strengthen the soil structure. About 27 million hectare or 10 percent landscape in Indonesia consist of swamp land, peat moss or turf land which will do to develop, can be supposed that the project need some material like geotextiles fabric. The functions of geotextiles are for separation, reinforcement, filtration, and drainage.

This factory will be established in Pasuruan Industrial Estate Rembang (PIER) industrial territory, Pasuruan regency, East Java. The raw material used is polyester fibers. The manufacturing nonwoven process using needle punch system, in the needle punched process; a fibrous web is introduced into machine equipped with groups of specially designed needles.

The factory will be covered by capital investment in amount Rp 52.106.235.000 while working capital Rp 65.811.288.882. Based on the economic analysis indicated that the value of Break Even Point (BEP) Rp 43.133.586.243 or 40,20% and Shut Down Point (SDP) 11 %. The percentage of Return of investment (ROI) before tax is 47% and ROI after tax is 45% The capital investment will return in 2 years.

Based on the result and facts, it can be concluded that the pre-design of nonwoven geotextile factory is visible to be build.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Globalisasi dalam perekonomian dunia berjalan cepat dan dinamis, Indonesia, salah satu negara anggota *World Trade Organization* (WTO) merasakan dampak perekonomian dunia yang mengglobal ini. Persaingan industri untuk mendapatkan akses pasar domestik, regional maupun internasional makin keras. Perlu melakukan inovasi dan kreativitas agar mampu bersaing dengan para kompetitor.

Industri tekstil sebagai salah satu sektor penghasil devisa juga perlu melakukan hal yang sama agar mampu bersaing dengan kompetitor dari negara lain seperti China, India, Vietnam, Kamboja. Konsentrasi industri tekstil Indonesia perlu diperluas. Sebagian besar berkecimpung pada produk sandang, sedangkan industri tekstil non sandang jarang dilirik oleh pelaku pasar, industri tekstil non sandang khususnya *technical textile* sangat berprospektif. Salah satu faktor penunjang adalah perkembangan teknologi serat yang mengakibatkan perluasan dan peningkatan aplikasi material serat untuk material bangunan, keperluan peralatan medis, pertanian, komponen otomotif dan lain-lain.

Berdasarkan estimasi data David Rigby & Associates sebaran wilayah konsumsi untuk *technical textile* meliputi AS, Eropa, Asia dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1.1. Konsumsi Dunia Terhadap *Technical Textile* dan Nonwoven Berdasarkan Wilayah (1000 Ton)

Wilayah	Tahun				Persentase kenaikan dalam periode lima tahun		
	1995	2000	2005	2010	95-00	00-05	05-10
AS	4.288	5.031	5.777	6.821	3,2 %	2,8 %	3,4 %
Eropa	3.949	4.162	4.773	5.577	3,6 %	2,8 %	3,2 %
Asia	5.716	6.963	8.504	10.645	4,0 %	4,1 %	4,6 %
Lainnya	473	558	628	730	3,3 %	2,4 %	3,1 %
Total	13.971	16.714	19.683	23.774			
Rata-rata kenaikan dalam periode lima tahun					3,7 %	3,3 %	3,8 %

(Sumber : David Rigby Associates, *Technical Textile and Nonwoven : World Market Forecast To 2010*, <http://www.fiber2fashion.com/industry-article>)

Sedangkan konsumsi *technical textile* berdasarkan aplikasinya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1.2. Konsumsi Dunia Terhadap *Technical Textile* dan Nonwoven Berdasarkan Aplikasinya (1000 Ton)

Aplikasi	Tahun				Persentase kenaikan dalam periode lima tahun		
	1995	2000	2005	2010	95-00	00-05	05-10
Agriculture	1.173	1.381	1.615	1.958	3,3 %	3,2 %	3,9 %
Building	1.261	1.648	2.033	2.591	5,5 %	4,3 %	5,0 %
Apparel	1.072	1.238	1.413	1.656	2,9 %	2,7 %	3,2 %
Geotextile	196	255	319	413	5,4 %	4,6 %	5,3 %
Home textile	1.864	2.186	2.499	2.853	3,2 %	2,7 %	2,7 %
Industrial	1.864	2.205	2.624	3.257	3,6 %	3,5 %	4,4 %
Medical	1.228	1.543	1.928	2.380	4,7 %	4,6 %	4,3 %
Transport	2.117	2.479	2.828	3.338	3,2 %	2,7 %	3,4 %
Packaging	2.189	2.552	2.990	3.606	3,1 %	3,2 %	3,8 %
Protective	184	238	279	3.405	3,0 %	3,3 %	4,0 %
Sport	841	989	1.153	1.382	3,3 %	3,1 %	3,7 %
Total	13.971	16.714	19.683	23.774			
Rata-rata kenaikan dalam periode lima tahun					3,7 %	3,3%	3,8 %

(Sumber : David Rigby Associates, *Technical Textile and Nonwoven : World Market Forecast To 2010*, <http://www.fiber2fashion.com/industry-article>)

Saat ini pemerintah Indonesia melakukan pembangunan suprastruktur dan infrastruktur untuk menunjang pertumbuhan dan kemajuan. Pembangunan fasilitas umum seperti jalan, jembatan, dermaga merupakan sebagian bentuk pembangunan infrastruktur. Namun keadaan tanah yang sering dimanfaatkan untuk pembangunan sarana infrastrukturnya sebagian besar berupa rawa-rawa, tanah gambut, tanah labil ataupun daerah rawan longsor. Perkuatan tanah dengan geosintetik dapat menambah atau memberikan kekuatan dan daya dukung tanah asli yang kurang baik seperti tanah lembek dan tanah labil. Penerapannya mempertimbangkan teknis dan prinsip mekanis dalam memilih tipe, merancang dan membangun suatu bangunan di bawah pondasi suatu struktur.

Geosintetik terdiri dari beberapa jenis bahan yang mempunyai bentuk dan fungsi berbeda yaitu : geotekstil, geogride, geolinier, geostrip, geocell.

Bahan geotekstil merupakan bahan yang paling banyak digunakan karena mampu menahan tarikan dan geser akibat gesekan tanah. Berdasarkan cara pembuatannya, geotekstil digolongkan menjadi dua jenis yaitu : geotekstil tenunan (*woven geotextile*) dan geotekstil bukan tenunan (*nonwoven geotextile*).

Nonwoven geotekstil memiliki tingkat permeabilitas yang lebih baik dibandingkan dengan woven geotekstil. Sebagian besar nonwoven geotekstil terbuat dari serat buatan (*man-made fibers*) yang mempunyai kekuatan lebih besar dibanding serat alam.

Dari pemaparan di atas, pangsa pasar *technical textile* khususnya geotekstil sangat potensial. Wilayah Asia sebagai konsumen terbesar *technical textile*, nilai persentase kenaikan produk geotekstil yang signifikan dibanding produk *technical textile* lainnya. Aplikasi material serat untuk geotekstil, pertanian dan medis yang semakin luas dan meningkat harus ditunjang dengan ketersediaan produk tersebut di pasaran, khususnya domestik. Ini merupakan tantangan dan peluang bagi industri tekstil Indonesia, khususnya industri tekstil nonwoven.

Maka kami merancang pembangunan pabrik nonwoven geotekstil kapasitas 12.000.000 meter/tahun ditargetkan dapat memenuhi kebutuhan pasar dalam negeri dan kurang dari 1% kebutuhan geotekstil dunia. Kami tuangkan dalam Tugas Akhir dengan judul "Pra-Rancangan Pabrik Tekstil Dengan Studi Kelayakan Nonwoven Geotekstil Sistem *Needle Punch* Kapasitas Produksi 12.000.000 meter/tahun".

1.2 Tinjauan Pustaka

1.2.1. Pengertian Geotekstil

Geotekstil berasal dari bahasa latin, *geo* yang artinya bumi atau tanah. Sedangkan tekstil berasal dari kata *texere* secara harfiah berarti menenun, dalam arti luas merupakan lembaran relatif tipis tersusun dari serat dalam keadaan bebas maupun dalam bentuk benang.

Istilah geotekstil pertama kali dikenalkan oleh Jean Pierre Giroud, seorang ahli geotekstil dan geomembran dari Biro Konsultan Woodward Clyde, Chicago, Amerika Serikat. Penggunaan bahan geotekstil mulai dirintis sekitar tahun 1960-an. Satu dekade kemudian bahan-bahan geotekstil mulai digunakan untuk berbagai proyek sipil namun belum secara luas. Sekitar tahun 1977 diadakan seminar masalah geosintetik pada International Conference On The Use of Fabrics In Geotechnics di Paris untuk pertama kali. Sejak saat itulah penggunaan geotekstil meluas ke seluruh dunia.

Geotekstil adalah jenis bahan tekstil yang digunakan pada tanah atau bahan yang berkaitan dengan teknik sipil dan digunakan bersama bahan lain untuk memperkuat struktur tanah.

Geotekstil berfungsi sebagai lapisan pemisah (*separation*), penyaring (*filtration*), penyalur air (*drainage*), perkuatan tanah (*reinforcement*) dan lapisan pelindung (*moisture barrier*).

Bahan dan komponen dasar geotekstil berupa polimer sintesis yang termasuk serat buatan (*man-made fiber*) seperti polypropylene, polyester, polyethylene, polyamide dan nylon. Bahan tersebut tahan terhadap pengaruh lingkungan biologis dan degradasi kimia yang biasa terjadi di alam. Proses selanjutnya tidak jauh berbeda dengan pembuatan tekstil pada umumnya.

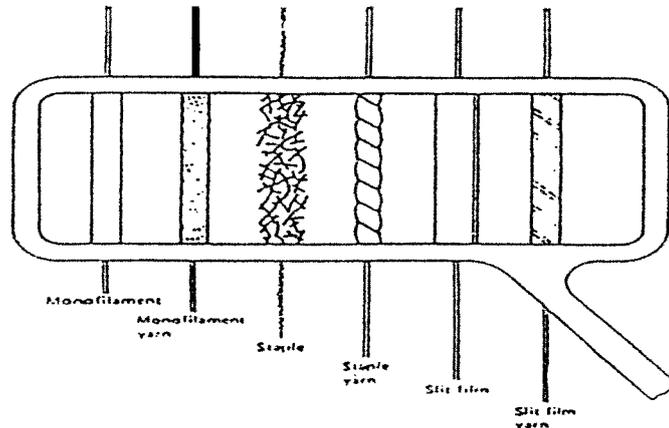
Terdapat dua tahap dalam proses produksi geotekstil. Tahap pertama membentuk komponen dasar seperti serat (*fiber*) dan benang (*yarn*) sintesis. Tahap kedua adalah menggabungkan komponen tersebut menjadi

satu struktur tertentu, baik sebagai kain tenunan maupun kain bukan tenunan. Ada tiga jenis serat, yaitu :

- a. Filamen, yaitu serat sintetis terbentuk dari lelehan polimer melalui spinneret pada alat pintal. Setelah mengeras, filamen ditarik pada arah longitudinal sehingga molekul-molekul dapat menyesuaikan diri pada arah yang sama.
- b. Staple fibers, didapat dari filamen yang dipotong-potong panjang antara 0,1-10 cm.
- c. Slit films, berupa serat berbentuk pipih, tipis seperti pita kaset lebar antara 1-3 mm dibentuk dengan sayatan pada selaput plastik. Setelah disayat, serat-serat tersebut ditarik. Penarikan tersebut akan membuat molekulnya menyesuaikan diri pada arah yang sama.

Benang sintetis dibuat dari satu atau gabungan beberapa serat sintetis. Jenis benang sintetis yang digunakan dalam konstruksi geotekstil dapat dilihat pada gambar 1.1. :

- a. Monofilament yarn : terbuat dari filamen tunggal.
- b. Multifilament yarn : terbuat dari filamen-filamen halus yang saling dikaitkan.
- c. Spun/staple yarn : berupa staple fiber yang dijalin dan dipuntir bersama-sama.
- d. Slit film yarn : terdiri dari serat-serat slit film tunggal.



Gambar 1.1. Jenis benang sintesis (Koerner, 1994)

Kain geotekstil merupakan salah satu bahan geosintetik yang biasa digunakan di bawah permukaan atau di dalam tanah pada pekerjaan *mechanical engineering* serta *hydraulic engineering*.

Aplikasi kain geotekstil bergantung pada kondisi tanah dan jenis proyek yang dikerjakan, sehingga tiap aplikasi memerlukan bahan dengan spesifikasi tertentu.

Jenis kain geotekstil dapat digolongkan ke dalam dua golongan besar, yaitu kain woven geotekstil (*woven geotextile*) dan nonwoven geotekstil (*nonwoven geotextile*).

1.2.2. Pengertian Nonwoven Geotekstil

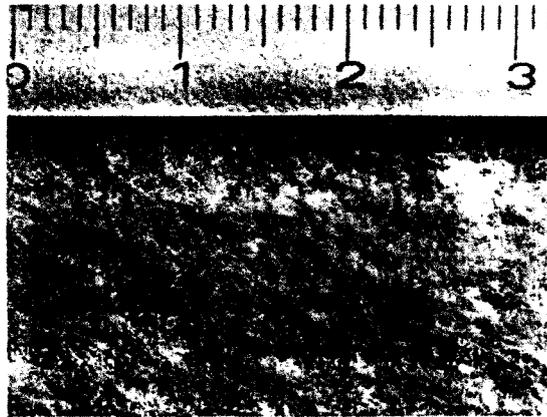
Nonwoven geotekstil adalah struktur tekstil terbentuk oleh ikatan antar serat dapat berupa serat pendek ataupun monofilamen, dengan cara mekanis, termal atau dengan pelarut dan kombinasi dari semuanya (*Krema,*

1971). Proses pengerjaannya dilakukan dengan metode tanpa tenun sehingga disebut 'nonwoven.'

Produksi jaring serat terdiri dari berbagai jenis serat. Bahan utama pembuatan nonwoven adalah serat buatan yang diperkuat secara mekanis menggunakan perekat (*adhesive*) maupun dengan jarum (*needle*). Sedangkan pembentukan sebagian besar menggunakan sistem serat planar (dasar) biasa disebut jaring yang digaruk (*carded*) meliputi antara lain jaring-jaring serat, jaring *sandwich*, jaring isotropik, lembaran-lembaran, pengacakan dan sebagainya.

Proses pembuatan nonwoven geotekstil ada empat cara yaitu proses penjaruman (*needle punch process*), proses ikatan leleh (*melt heat bonded*), proses ikatan pintal (*spun bonded process*) dan proses ikatan dengan bahan perekat (*resinbonding/chemical bonding process*).

Cara produksi dari geotekstil jenis nonwoven dengan sistem penjaruman (*needle punch*) diawali dengan meletakkan serat web dalam mesin pengupas yang dilengkapi jarum khusus. Saat serat web terletak diantara plat yang ditanam dan plat mesin pengupas, maka jarum akan menembus dan mengatur kembali arah serat sehingga terjadi ikatan mekanis pada serat-serat tersebut. Pra rancangan ini menitikberatkan pada proses penjaruman. Hasilnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1.2. Geotekstil hasil penjaruman (Koerner, 1988)

1.2.3. Karakteristik Nonwoven Geotekstil Sistem *Needle Punch*

Sistem *needle punch* menghasilkan kain nonwoven geotekstil dengan tingkat kekakuan serat (*extension*) tinggi, sifat permeabilitas baik, kekuatan tarik yang baik. Hal ini disebabkan unsur penyusunnya merupakan serat staple yang diperkuat dengan jalinan acak menggunakan jarum, juga dipengaruhi kerapatan jarum serta kecepatan penusukannya yang berpengaruh pada kontak antar serat staple, sehingga kain tersebut dapat digunakan pada bidang yang luas.

1.2.4. Mekanisme Sistem *Needle Punch*

Pada awalnya teknologi penjahitan dengan mesin pelubang jarum masih terbatas, namun dengan kehadiran serat-serat sintetis membuat metode *needle punch* banyak dipakai untuk produksi kain nonwoven.

Penggunaan staple fibers sebagai bahan baku pembuatan kain nonwoven geotekstil ini sangat menguntungkan terutama dilihat dari proses produksi serta hasil yang dicapai.

Mekanisme proses relatif sederhana, dimana serat secara kontinu masuk ke dalam mesin carding hingga terbentuk lembaran web kemudian mengalami perkuatan secara mekanis dengan menggunakan jarum (*needle punch*).

Prinsip sistem *needle punch* menggunakan teknik saling ikat antara lapisan serat dasar (jaringan) dengan untai serat tegak lurus atau miring terhadap bidang gelombang yang dipertimbangkan sebagai sistem tiga dimensi dengan serat terutama yang terorientasi pada permukaan. Saling ikat dengan menggunakan sistem jarum terpasang pada batang yang memasuki jaringan tersebut dengan bolak balik bisa menangkap untai serat berkisar 10-20 serat dan menekannya melalui lapisan elemen jaringan. Elemen fungsional paling utama adalah jarum.

1.2.5. Fungsi Geotekstil

Penggunaan geotekstil pada suatu konstruksi dirancang berdasarkan fungsi yang berhubungan dengan sifat-sifat tertentu dari geotekstil, yaitu :

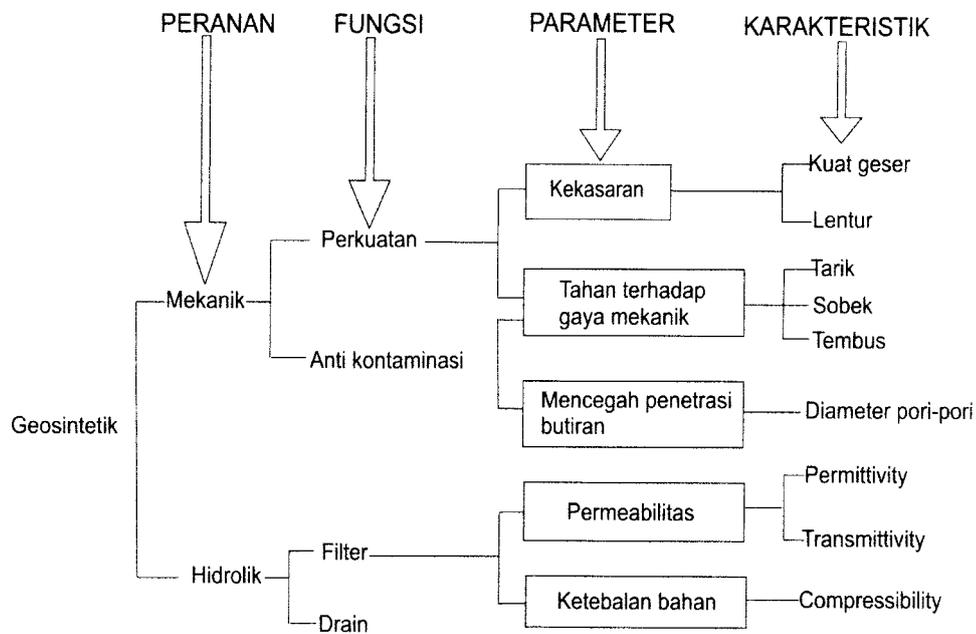
- a. Lapisan pemisah (*separation*) dibutuhkan saat geotekstil diletakkan diantara dua jenis material berbeda. Kegunaannya untuk menghindarkan terjadinya kontaminasi dan pencampuran yang

mungkin terjadi diantara kedua material tersebut. Sifat geotekstil yang perlu diperhatikan pada kondisi tersebut adalah : kekuatan terhadap pukulan (*puncture strength*), kekuatan sobek (*breaking strength*), tahanan pecah (*burst resistance*), dan tembus air (*water permeability*).

- b. Lapisan penyaring (*filtration*) adalah kemampuan geotekstil untuk meloloskan air, tetapi menahan partikel tanah yang ikut terbawa aliran dari satu sisi permukaan ke sisi lainnya. Dalam beberapa kasus geotekstil juga dibutuhkan untuk meloloskan aliran tanpa rintangan, seperti dalam keadaan dimana tekanan air pori yang berlebihan tidak diijinkan. Sifat geotekstil hasil dari rancangan berdasarkan fungsi tersebut adalah *permittivity* dan *Apparent Opening Size (AOS)*.
- c. Penyaluran air (*drainage*) pada saluran drainase umumnya terdapat butiran kasar dan halus yang mempunyai fungsi ganda, yaitu sebagai saringan dan saluran air. Dua fungsi tersebut sulit dipadukan, karena untuk fungsi saringan berarti akan banyak lumpur atau bahan lain yang tersaring sehingga akan menghalangi aliran air. Masuknya tanah ke dalam saluran drainase karena terbawa oleh air tanah yang menuju saluran air tersebut. Kemampuan geotekstil yang tembus air sekaligus mampu menyaring maka bahan ini sangat tepat berfungsi sebagai filter, yaitu menahan butiran tanah yang terbawa oleh air tanah agar tidak masuk ke saluran drainase. Sedangkan untuk drainase vertikal biasanya digunakan geocomposite yang terdiri dari geotekstil yang berfungsi sebagai filter dan rangka yang berfungsi sebagai saluran air.

Sifat geotekstil hasil dari desain berdasarkan fungsinya adalah *transmissivity* dan harga ukuran bukaan EOS.

- d. Perkuatan tanah (*reinforcement*). Pada umumnya tanah tidak mampu menahan tegangan tarik, maka dibuat suatu konstruksi geotekstil agar tanah mampu menahan tegangan tarik. Sebagai contoh pembuatan lereng yang curam, dengan kemampuan geotekstil menahan tarikan dan geser karena gesekan tanah, maka bahan tersebut dapat digunakan sebagai perkuatan (penulangan) pada tanah. Sifat geotekstil berdasarkan fungsi tersebut adalah kuat (*strength*), perpanjangan (*elongation*), tanah rangkak atau retak (*creep resistance*) dan modulus yang dibutuhkan.
- e. Pelindung air (*moisture barrier*), terjadi bila bahan tersebut diletakkan di atas aspal yang lama sebelum dihamparkan aspal yang baru. Contoh penggunaannya sebagai lapisan pemisah yang berfungsi untuk mencegah terjadinya retak refleksi (*reflection cracking*) pada lapisan ulang aspal (*overlay*).



Gambar 1.3. Peranan dan Fungsi Geosintetik Ditinjau dari Segi Teknik Sipil

(Suryolelono, 2000)

1.2.6. Karakteristik Geotekstil Untuk Perancangan

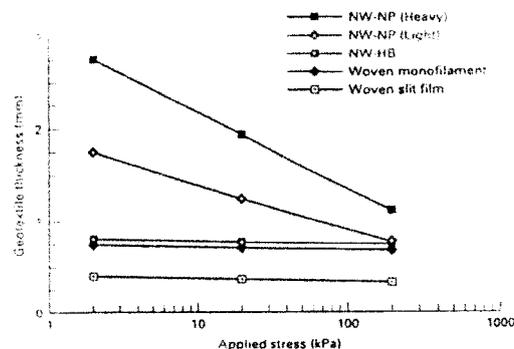
Sebagai acuan dalam perancangan perlu diketahui cara memilih bahan geotekstil berdasarkan karakteristik teknik bahan geotekstil, meliputi karakteristik fisik (*physical properties*), karakteristik mekanis (*mechanical properties*), karakteristik hidrolis (*hydraulic properties*) dan ketahanan bahan (*endurance properties*) yang ditinjau. Dilakukan uji terhadap bahan untuk mengetahui sifat-sifat bahan geotekstil, setiap negara memiliki standar uji sendiri. Amerika dikenal memiliki standar khusus tentang geotekstil yaitu ASTM D 35 dan masih digunakan oleh IGS (International Geotextile Society) sampai sekarang. Karakteristik tersebut antara lain adalah :

- a. Karakteristik fisik, meliputi :
- 1) Massa per satuan volume (*specific gravity*), didefinisikan sebagai perbandingan antara massa bahan dengan volume bahan. Menurut Robert M. Koerner dalam bukunya *Designing With Geosynthetic* nilai massa per satuan volume polyester yang digunakan dalam pembuatan geotekstil adalah $1,22 \times 10^6$ s.d $1,38 \times 10^6$ g/m³. Tingkat *specific gravity* berdasarkan pada uji ASTM D 792 dan D 1505. Bahan yang mempunyai *specific gravity* kurang dari 1×10^6 g/m³ saat penggunaannya dalam air bahan hanya akan terapung.
 - 2) Massa per satuan luas (mass per unit area, adalah massa dari lembaran geotekstil per satuan luas, dengan satuan adalah g/m². Massa per satuan luas untuk geotekstil secara umum berkisar antara 135 s.d 680 g/m² (ASTM D 5261)
 - 3) Ketebalan (*thickness*), yaitu jarak antara permukaan sampai bagian bawah geotekstil diukur dengan tekanan tertentu (2 kPa). Geotekstil pada umumnya mempunyai ketebalan 10 s.d 300 mils (1 mils = 0,001 inci) (ASTM D 5199).
 - 4) Kekakuan (*stiffness*), yaitu tingkat fleksibilitas dari geotekstil, stiffness adalah tingkat interaksi antara berat atau massa geotekstil dengan kekakuan geotekstil, ditunjukkan dengan metode uji ASTM D 1388. Satuan yang digunakan adalah mg cm. Tingkat kekakuan geotekstil pada umumnya berkisar 1 mg-cm s.d 25 mg-cm, tergantung pada tingkat soil *subgrade strength*, semakin besar

tingkat *soil sub grade strength* makin kecil tingkat kekakuan yang dibutuhkan. (Koerner, 1994)

b. Karakteristik mekanis, meliputi :

- 1) Kompresibilitas (*compressibility*), pengertian kompresibilitas selalu berhubungan dengan ketebalan, dalam hal ini adalah ketebalan dari bahan geotekstil pada berbagai tekanan normal yang bekerja. Sifat tersebut penting untuk bahan geotekstil yang digunakan sebagai *transmissivity*, dimana akan berubah dengan perubahan tekanan yang dialami (ASTM D 3776).



Grafik 1.1. Tingkat Kompresibilitas Pada Berbagai Tipe Geotekstil

(Sumber : Robert M. Koerner, *Designing With Geosynthetics*, New Jersey, 1994)

- 2) Kekuatan tarik (*tensile strength*), sifat kekuatan tarik ini penting untuk diketahui dalam penggunaan geotekstil yang memerlukan kekuatan. Tegangan (*stress*) biasanya diukur dalam satuan gaya per unit lebar (lb/m, kN/m, kg/cm, dsb). Sedangkan regangan (*strain*)

adalah nilai deformasi dibagi dengan lebar awal. Dari hubungan tegangan-regangan akan diperoleh :

- a) Kekuatan tarik maksimum (*maximum tensile strength*), sebagai indikasi dari kekuatan bahan (*fabric's strength*).
- b) Regangan runtuh, biasanya diberikan dalam dua data perpanjangan maksimum (*maximum elongation*).
- c) Kekerasan (*toughness*), yaitu luas pada bagian di bawah kurva tegangan-regangan.
- d) Modulus atau kekakuan (*modulus or stiffness*), yaitu kemiringan dari bagian awal kurva tegangan-regangan.

Untuk geotekstil pada umumnya mempunyai kekuatan tarik (nonwoven geotekstil–*needle punch*), yaitu 9 s.d 180 kN/m (ASTM D 4595).

Karena aplikasi geotekstil beranekaragam, bahan geosintetik disyaratkan dilengkapi dengan berbagai macam kekuatan tarik dari beberapa macam tes kekuatan tarik yang menggunakan standar pengujian ASTM D 4632, diantaranya :

- a) *Grab tensile strength*, untuk mengetahui kemampuan bahan geotekstil dalam menyebar muatan atau beban tarik terpusat dengan arah sejajar lembaran geotekstil. (0,45 s.d 4,5 kN)
- b) *Wide width tensile strength*, memberikan kemampuan tarik bahan dengan deformasi lateral sekecil-kecilnya. Tes ini biasanya

dilakukan pada lebar lembaran 200 mm sampai 1000 mm (9 s.d 180 kN/m²).

- 3) Kuat Pecah (*burst strength*), yaitu kekuatan bahan dalam menerima beban terpusat dalam arah tegak lurus lembaran geotekstil. Beban terpusat dapat berupa beban pecah (*bursting load*) atau beban coblos (*puncturing load*). Beban pecah terjadi bila geotekstil harus menerima beban terpusat pada luasan yang relatif sempit dengan arah tegak lurus lembaran geotekstil. Kemungkinan bursting dapat terjadi pada lekukan-lekukan di antara batuan atau lubang kecil. Beban coblos (*puncturing load*) adalah beban tegak lurus lembaran geotekstil pada muatan yang bersudut runcing cenderung mencoblos lembaran. Kondisi ini timbul akibat sudut-sudut yang runcing dari batuan/agregat. Kekuatan pecah dapat dicari dengan beberapa cara, antara lain :
- a) Mullen Burst Test, dilakukan dengan memaksa sebuah bola tertentu menekan permukaan geotekstil sampai bahan tersebut pecah. Dengan standar ASTM D 3786, untuk nonwoven geotekstil (*needle punch*) mempunyai kekuatan 350 s.d 5200 kPa.
 - b) California Bearing Ratio Plunger Test, dilakukan dengan cara menekan batang penetrasi CBR tegak lurus ke permukaan

geotekstil yang dijepit kedua sisinya sampai bahan pecah dan batang penetrasi CBR sepanjang 3 cm menembus bahan.

- 4) Kekuatan Robek (*tear strength*), adalah ketahanan bahan terhadap menjalarnya robekan dalam kondisi menahan tensile. *Tear strength* juga diperlukan saat bahan geotekstil menerima beban coblos (*puncture*). Sehingga kuat robek diberikan dari hasil :
 - a) Trapezoidal Test, tes ini dilakukan dengan menarik bahan geotekstil yang sudah dirobek dengan pola tertentu. Kekuatan robek merupakan gaya dimana robekan mulai menjalar ke seluruh lembaran. Pengujian dengan standar ASTM D 4533. Pada geotekstil mempunyai kekuatan robek sebesar 90 s.d 1300 N.
 - b) Cone Drop Test, tes ini dilakukan dengan menjatuhkan sebuah kerucut berujung runcing tegak lurus di atas lembaran bahan geotekstil yang dijepit kedua sisinya. Tes ini untuk mendapatkan kekuatan coblos dari bahan geotekstil.

- 5) *Puncture Resistant*, adalah kemampuan geotekstil untuk menahan terhadap kebocoran dan diukur dengan ASTM D 4833, besar kekuatan *puncture resistant* dari nonwoven geotekstil sistem *needle punch* adalah 45 s.d 450 N.

- 6) *Elongation at Break*, adalah kekuatan saat kain geotekstil mengalami tarikan sehingga sobek. Pengukuran yang digunakan adalah standar ASTM D 4632, serta kekuatan yang dihasilkan adalah sekitar 42 %.

- 7) Kekuatan Terhadap Geseran atau Tubrukan dengan Bahan Butiran (*impact test*), yaitu pengukuran untuk mengetahui besarnya tahanan geser maksimum yang dapat terjadi antara bahan geotekstil dengan tanah. *Impact resistance* yang dimiliki geotekstil berkisar antara 14 s.d 200 J.

c. Karakteristik Hidrolik

Penentuan sifat hidrolik dalam penggunaan geotekstil untuk mengatasi masalah drainase, filtrasi dan yang berhubungan dengan air tanah. Karakteristik hidrolik pada geotekstil yang perlu diketahui antara lain sebagai berikut :

- 1) Porositas (*porosity*), dari sekumpulan benang sintetis dapat ditentukan melalui persamaan sebagai berikut :

$$n = 1 - \frac{m}{\rho \times t} \quad \dots(1.1)$$

Dimana : n = porositas

m = massa per unit luas (g/m^2)

ρ = densitas geotekstil (g/m^3)

t = tebal geotekstil (m)

Porositas geotekstil umumnya sangat tinggi dibanding porositas tanah, tetapi akan cenderung menurun apabila diberikan tekanan yang tinggi yaitu tinggal 70 % untuk tekanan mencapai 500 kPa, 40 % untuk tekanan mencapai 900 kPa (*Suryolelono, 2000*). Besar tingkat porositas geotekstil berdasar pada ASTM D 4751 berkisar antara 50 s.d 95 %.

- 2) Apparent Opening Size (AOS), adalah ukuran yang menunjukkan diameter tertentu pada lubang-lubang geotekstil. Bahan geotekstil yang berfungsi sebagai filter dan struktur drainase umumnya berbentuk seperti penyaring. Permukaan geotekstil tersebut mempunyai lubang-lubang berdiameter kecil. Besar lubang bervariasi mengingat pembuatannya dilakukan dengan mesin sehingga perlu dilakukan tes khusus untuk dapat mengetahui variasi dari diameter lubang pada permukaan geotekstil tersebut. AOS dinyatakan dalam simbol O_n , maka untuk AOS pada O_{95} artinya diameter tersebut merupakan diameter lubang yang relatif besar pada permukaan bahan geotekstil sedemikian rupa sehingga 95 % dari lubang-lubang filter yang lain mempunyai diameter yang relatif kecil dari O_{95} tersebut (*Koerner, 1994*).
- 3) Permeabilitas (*Permeability*), adalah koefisien rembesan air tanah arah normal bidang geotekstil (tegak lurus bidang geotekstil). Atau

dengan kata lain permeabilitas adalah sifat menyerap air. Sebagai standar adalah ASTM D 4491 dan nilai permeabilitas sebesar 0,0008 s.d 0,23 cm/s.

- 4) Permittivitas (*permittivity*), adalah harga koefisien arah normal bidang untuk tiap satuan tebal geotekstil. Semakin tebal bahan geotekstil maka makin kecil permeabilitasnya. Besarnya harga permittivitas relatif konstan. Nilai permittivitas geotekstil menurut standar ASTM D 4491 sebesar 0,02 s.d 2,2 sec⁻¹.
- 5) Transmissivitas (*transmissivity*), adalah koefisien rembesan air ke arah sejajar bidang geotekstil, untuk ketebalan tertentu dan jenis geotekstil yang digunakan. Tingkat transmissivitas dari bahan geotekstil ditentukan berdasarkan standar ASTM D 4716 yaitu $0,01 \times 10^{-3}$ s.d 2×10^{-3} m³ /min.-m.

**Tabel 1.3. Rentang Nilai dari Beberapa Nilai Karakteristik Teknis
 Geosintetik di Pasaran Menurut Exxon**

Geosynthetic	Tensile Strength (kN/m)	Maximum Extension (%)	Apparent Opening Size (AOS) (mm)	Volume Water Permeability (liters/m ² /s)	Unit weight (g/m ²)
GEOTEXTILES					
Woven	8-800	5-35	0.05-2.50	5-2000	100-1300
Nonwoven	3-90	20-80	0.01-0.35	20-300	70-2000
Knitted	2-120	12-600	0.1-1.2	60-80	-
Stitch-bonded	15-800	15-30	0.04-0.4	30-80	250-1200
GEOMEMBRANE					
Nonreinforced	10-50	100-500	Zero	Zero	300-1500
Reinforced	20-200	10-30	Zero	Zero	600-2000
GEOLINIER					
Elements	50-500	3 -15	Zero	Zero	600-2000
GEOGRIDS	10-200	3-25	25-27	Very high	150-900

(Sumber : Dyah Puspitasari & Sulisty Anggriani, *Pengaruh Penggunaan Geotekstil Terhadap Parameter Geser Tanah Gambut*, Jogjakarta, 2002)

d. Karakteristik Ketahanan (*endurance properties*)

Untuk mengetahui perilaku bahan geotekstil terhadap waktu selama pemakaian serta kemampuan ketahanannya terhadap degradasi lingkungan, maka dilakukan beberapa pengujian diantaranya : *creep test*, *long term flow*, *abrasion test*, *stress relaxation (constraint strain) test*, dan *gradient ratio test*.

Pada tingkat ketahanan geotekstil terhadap degradasi lingkungan terdapat beberapa sifat yang diperlukan pada bahan geotekstil tersebut, diantaranya (*Koerner, 1994*) :

1) Ketahanan terhadap berbagai bahan kimia

Untuk mengetahui tingkat kemampuan kain geotekstil menghadapi degradasi maupun agresi dari bahan kimia sebagai salah satu faktor yang sering dijumpai dalam aplikasinya. Bahan baku berupa serat polyester yang digunakan pada perancangan ini tahan terhadap bahan kimia baik asam maupun basa.

2) Ketahanan terhadap cahaya dan iklim

Diperlukan karena kain geotekstil yang digunakan langsung berhubungan dengan lingkungan baik iklim maupun cahaya. Sinar UV (Ultraviolet) dapat mengakibatkan degradasi pada bahan organik, termasuk polimer. Terdapat tiga tingkatan sinar UV yaitu :

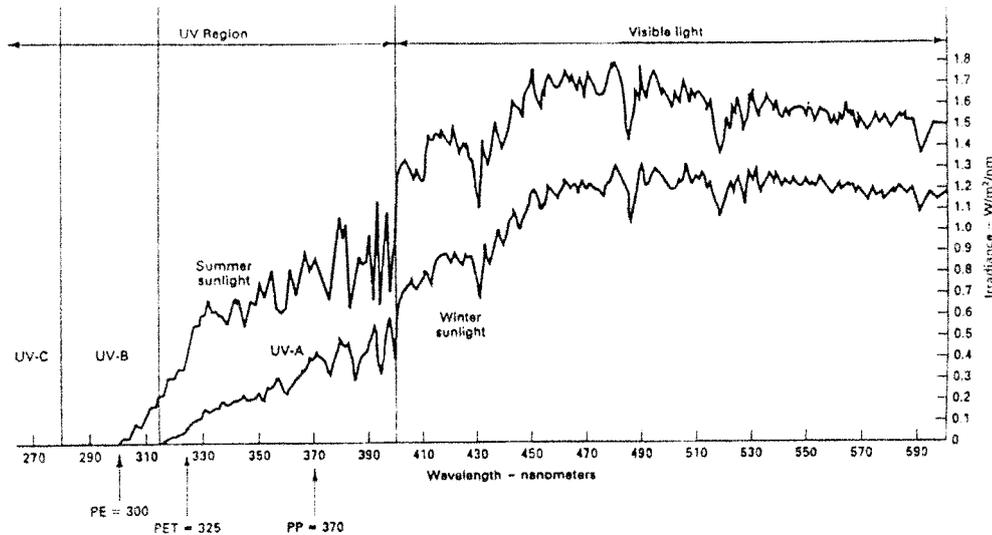
UV-A : Menyebabkan kerusakan polimer paling parah, panjang gelombang 315 s.d 400 nm.

UV-B : Menyebabkan kerusakan polimer pada tingkatan sedang, panjang gelombang 280 s.d 315 nm.

UV-C : Menyebabkan kerusakan polimer pada tingkat ringan (hanya bagian luar polimer) panjang gelombang 100 s.d 208 nm

Uji yang digunakan pada ketahanan terhadap cahaya maupun iklim ini didasarkan pada ASTM D 4355. Serat polyester yang digunakan sebagai bahan baku produk kain geotekstil ini mempunyai ketahanan terhadap cahaya hingga mencapai 325 nm, sehingga cukup relevan untuk digunakan

sebagai bahan geotekstil. Polyester tahan terhadap air hujan karena struktur molekul polyester bersifat hidrofob.



Grafik 1.2. Tingkat Kemampuan Serat Polyester Terhadap Cahaya.

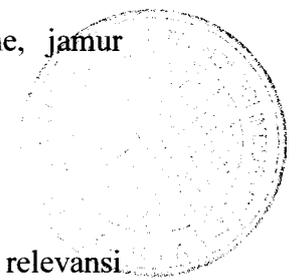
(Sumber : Robert M. Koerner, *Designing With Geosynthetics*, New Jersey, 1994)

3) Ketahanan terhadap mikroorganisme

Ketahanan terhadap mikroorganisme perlu diperhatikan karena bahan geotekstil yang digunakan langsung berhubungan dengan tanah sehingga banyak terdapat mikroorganisme yang dapat menyebabkan molekul polimer mengalami degradasi. Serat polyester memiliki ketahanan terhadap mikroorganisme, jamur maupun bakteri yang sangat baik.

4) Ketahanan terhadap pelapukan dalam tanah

Ketahanan terhadap pelapukan dalam tanah mempunyai relevansi dengan ketahanan terhadap bakteri. Serat polyester mempunyai tingkat ketahanan polimer yang sangat baik terutama terhadap



bakteri, jamur maupun mikroorganisme kecil lainnya, sehingga ketahanan di dalam tanah cukup baik dalam jangka waktu yang lama.

1.2.7. Keuntungan Penggunaan Geotekstil

Penggunaan geotekstil memberikan banyak keuntungan-keuntungan dibandingkan tanpa menggunakan geotekstil atau dengan menggunakan metode konvensional. Beberapa keuntungan penggunaan geotekstil antara lain adalah :

- **Keuntungan dari Aspek Teknis**

Geotekstil terbuat dari bahan sintetis yang tahan terhadap air, bahan-bahan kimia tanah, bakteri pembusukan, maupun sinar ultraviolet. Mempunyai kekuatan tarik, kekuatan sobek, kekuatan robek yang baik sehingga mudah disesuaikan dengan permasalahan serta penggunaannya.

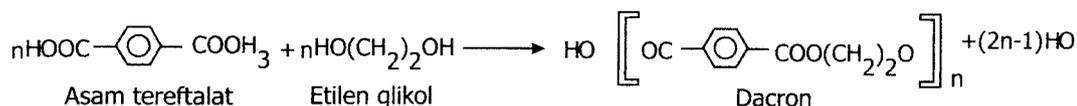
- **Keuntungan dari Aspek Pekerjaan**

Geotekstil dikemas dalam bentuk rol dan siap direntangkan pada lokasi proyek tanpa harus melakukan penggalian terlebih dahulu. Tidak memerlukan perakitan yang bermacam-macam, banyak tenaga kerja dan peralatan.

- **Keuntungan dari Aspek Waktu**

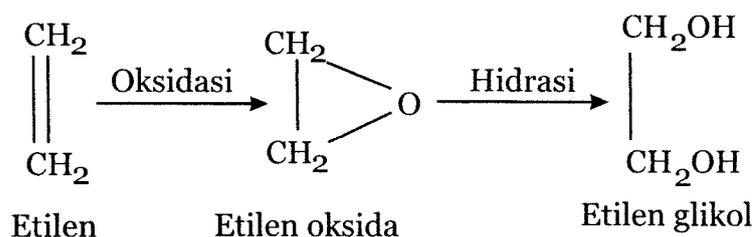
Sebagai material perkuatan tanah yang telah jadi, geotekstil siap diaplikasikan sesuai dengan permasalahan yang ada tanpa perlu

Sebagai polyester sintetis sekarang digunakan polyethylene tereftalat (PET) yang dibuat dari asam tereftalat dan etilen glikol.



1.2.9. Pembuatan Polyester

Etilen berasal dari penguraian minyak tanah dioksidasi dengan udara, menjadi etilen oksida yang kemudian dihidrasi menjadi etilen glikol.

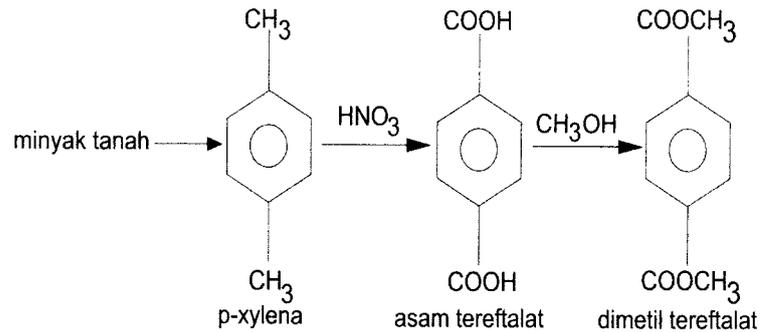


Asam tereftalat dibuat dari para-xylene yang harus bebas dari isomer meta dan orto. Para-xylene merupakan bagian dari destilasi minyak tanah dan tidak dapat dipisahkan dari isomer meta dan orto dengan cara destilasi.

Pemisahan dilakukan dengan cara kristalisasi, p-xylene membeku pada suhu 13 °C, m-xylene pada suhu 48 °C dan o-xylene pada suhu 25 °C. Oksidasi dengan asam nitrat pada suhu 220 °C dan tekanan 30 atm mengubah p-xylene menjadi asam tereftalat.

Cara lain adalah dengan oksidasi p-xylene dengan udara dan katalisator kobalt toluat pada suhu 200°C menjadi asam toluat yang diesterkan menjadi metil toluat dan oksidasi selanjutnya terjadi monometil

tereftalat. Monometil terftalat atau asam terftalat diubah menjadi dimetil terftalat.



Asam terftalat dan etilen glikol dipolimerisasikan dalam tempat hampa udara dan suhu tinggi. Polimer disemprotkan dalam bentuk pita dan kemudian dipotong-potong menjadi serpihan-serpihan dan dikeringkan.

Pemintalan dilakukan dengan cara pemintalan leleh. Filamen yang terjadi ditarik dalam keadaan panas sampai lima kali panjang semula, kecuali filamen yang kasar ditarik dalam keadaan dingin.

1.2.10. Sifat-Sifat Polyester

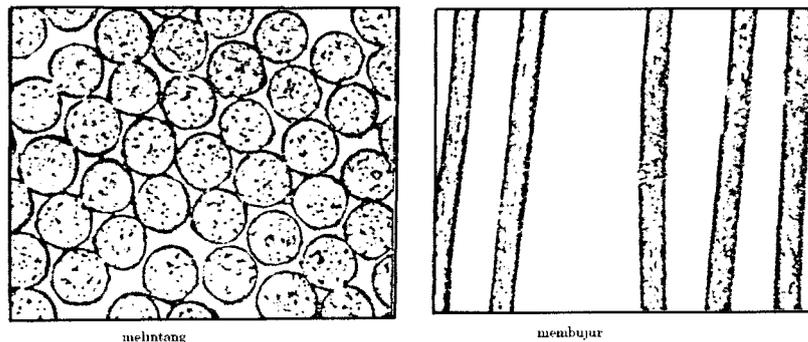
a. Sifat Fisika

Tabel 1.4. Sifat Fisika Serat Polyester

Tenacity, N/tex		
	65% RH, 21°C	0,35-0,53
	Wet	0,35-053
Extension at break, %	65% RH, 21°C	15-30
	Wet	15-30
Elastic modulus, N/tex	65% RH, 21°C	7,9
MR, %	65% RH, 21°C	0,4
Specific gravity		1,38
Tg		80°C
Melting point		260°C

(Sumber : Ali Demir & Hassan Mohamed Behery, *Synthetic Filament Yarn*, New Jersey, 1997)

polyester



Gambar 1.4. Penampang Melintang dan Membujur Serat Polyester

(Sumber : P Soeprijono, *Serat-serat Tekstil*, Bandung, 1974)

b. Sifat kimia

Polyester tahan asam lemah meskipun pada suhu tinggi, dan tahan terhadap asam kuat dingin. Polyester tahan terhadap basa lemah dan sedikit lemah pada basa kuat. Polyester tahan zat oksidator, alkohol, keton, sabun dan zat-zat untuk pencucian kering.

- Zat penggelembung

Polyester akan menggelembung dalam larutan 2 % asam benzoat, asam asilat, fenol dan meta-kresol dalam air.

Tabel 1.5. Ketahanan Polyester Terhadap Bahan Kimia

Bahan Kimia	Suhu	Konsentrasi (%)	Waktu	Efek Kekuatan
Asam hidroklorit	Kamar	18	3 minggu	Tidak ada
Asam nitrit	Kamar	40	3 minggu	- 6%
Asam sulfur	Kamar	37	6 minggu	Tidak ada
Kaustik soda	Kamar	10	3 hari	- 6%
Natrium hipoklorit	70°C	2,5	4 jam	Tidak ada

(Sumber: RW Moncrieff, *Man Made Fibers*, London, 1975)

c. Sifat biologi

Polyester tahan terhadap serangga, jamur dan bakteri.

- Tahan sinar

Seperti serat tekstil lainnya, polyester juga berkurang kekuatannya dalam penyinaran yang lama tetapi tahan sinarnya masih cukup baik dibanding dengan serat yang lainnya.

- Mengkeret

Terylene apabila direndam dalam air mendidih akan mengkeret sampai 7% atau lebih. Beberapa zat organik seperti aseton kloroform juga akan menyebabkan benang atau kain mengkeret pada titik didih.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

Perancangan pabrik tekstil nonwoven geotekstil dengan bahan baku polyester jenis Terylene menggunakan sistem *needle punch* ditargetkan dapat memenuhi permintaan pasar berupa geotekstil yang mempunyai fungsi sebagai lapisan pemisah (*separation*), penyaring (*filtration*), perkuatan tanah (*reinforcement*).

2.1. Spesifikasi Produk

Produk yang dihasilkan memiliki beberapa sifat yang sesuai dengan karakteristik teknik bahan geotekstil. Pengujian dan penetapan standard kualitas produk tersebut berdasarkan standar American Society for Testing Material (ASTM).

Beberapa sifat yang dimiliki oleh produk kain nonwoven geotekstil ini berdasarkan karakteristiknya meliputi :

- a. Karakteristik fisik, antara lain :
 - Massa per satuan luas (*mass per unit area*)
 - Ketebalan (*thickness*)
- b. Karakteristik mekanis, antara lain :
 - *Grab tensile strength*
 - *Elongation at break*

- *Puncture strength*
 - *CBR strength*
 - *Mullen burst*
 - *Trapezoidal tear*
- c. Karakteristik hidrolis, meliputi :
- *Apparent Opening Size (AOS)*
 - Permittivitas
 - Permeabilitas
- d. Karakteristik ketahanan, yaitu :
- *UV resistance*

Berdasar sifat dan karakteristik teknik bahan geotekstil diatas maka dapat dihasilkan produk kain nonwoven geotekstil dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 2.1. Spesifikasi Produk Kain Nonwoven Geotekstil

	Sifat	Nilai	Metode Pengujian
fisik	Mass per unit area	271 g/m ²	ASTM D 5261
	Thickness	2,3 mm	ASTM D 5199
mekanis	Grab tensile strength	979 N	ASTM D 4632
	Grab elongation	50%	ASTM D 4632
	Puncture resistance	601 N	ASTM D 4833
	CBR strength	3225 N	ASTM D 6241
	Mullen burst	3585 kPa	ASTM D 3786
	Trapezoidal tear	467 N	ASTM D 4533
hidrolik	Apparent Opening Size	0,150 mm	ASTM D 4571
	Permittivity	1,5 sec ⁻¹	ASTM D 4491
	Porosity	91,46 %	ASTM D 4751
	Permeability	0,38 cm/s	ASTM D 4491
ketahanan	UV resistance	70%	ASTM D 4355

2.2. Spesifikasi Bahan Baku

Serat polyester merupakan salah satu jenis serat yang paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Pemilihan polyester sebagai bahan baku nonwoven geotekstil karena memiliki ketahanan dan kekuatan yang lebih baik daripada serat buatan lainnya seperti polyamide, polyetilen.

Tabel 2.2. Karakteristik Serat-Serat Buatan

	Polyester	Polyamide	Polypropilen	Polyetilen
Strength	High	Medium	Low	Low
elastic modulus	High	Medium	Low	Low
Strain at failure	Medium	Medium	High	High
Creep	Low	Medium	High	High
Unit weight	High	Medium	Low	Low
Cost	High	Medium	Low	Low
Resistance to UV light stabized	High	Medium	High	High
Unstabilized	High	Medium	Medium	Low
Alkalis	Low	High	High	High
Fungus	Medium	Medium	Medium	High
Fuel	Medium	Medium	Low	Low
detergent	high	High	High	High

(Sumber : P Dhanapal. *Geotextile Applications*, <http://www.fiber2fashion.com/industry-article>)

Ditinjau dari segi kekuatan tersebut maka proses pembuatan kain geotekstil digunakan serat polyester jenis High Tenacity.

Bahan baku untuk pembuatan kain nonwoven geotekstil dengan sistem *needle punch* adalah serat polyester jenis Terylene, yang merupakan hasil pereaksian antara dimetil ester asam tereftalat dengan etilen glikol. Reaksi yang terjadi adalah :

Tabel 2.3. Spesifikasi Serat Terylene Secara Kuantitatif

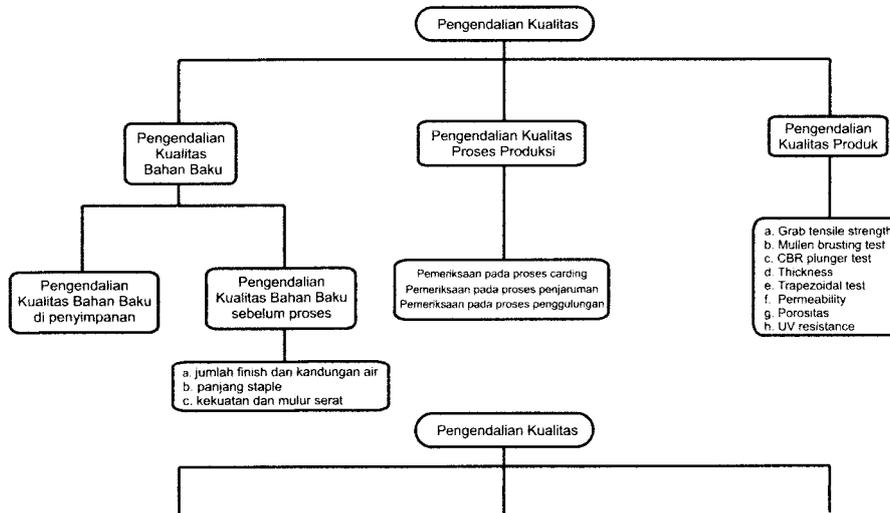
Karakteristik	Nilai nominal/keterangan
Tipe serat	Staple fiber (high tenacity)
Kehalusan serat	4-6 denier
Panjang serat	2 inci
Spesific gravity	$1,38 \times 10^6 \text{ g/m}^3$
Tenacity	7-8 g/D
Moisture Regain	0,4 - 0,8 %
Elongation at break	7,5 - 10,5%
Elastisitas	1-2%
Mengkeret	7%
Titik leleh	250°C

2.3 Pengendalian Kualitas (*Quality Control*)

Pengendalian kualitas didefinisikan sebagai teknik dan aktivitas operasional yang digunakan untuk memenuhi persyaratan kualitas (*Gaspersz, 2001*). Hal ini untuk menghasilkan produk dengan performa tinggi.

Mulai dari pemilihan bahan baku, proses produksi hingga produk siap dipasarkan. Apabila ada penyimpangan maka dapat diambil langkah-langkah perbaikan terhadap produk.

Pelaksanaan pengendalian kualitas dalam pra rancangan pabrik kain nonwoven geotekstil dengan sistem *needle punch* secara umum meliputi tahapan berikut :



Gambar 2.2. Pengendalian Kualitas Dalam Produksi Kain Nonwoven Geotekstil

Kegiatan dalam *Quality Control* (QC) menyangkut segala macam evaluasi dari bahan baku sampai bahan jadi siap untuk dipasarkan. Evaluasi adalah kegiatan pengambilan sampel yang diperlukan, melakukan pengecekan ulang apabila ada bagian yang dianggap mengalami penyimpangan kegiatan, ini dilakukan selama proses produksi, jika ada penyimpangan maka pihak QC diperbolehkan memberikan peringatan baik kepada pihak produksi maupun pihak pemeliharaan sesuai dengan letak penyimpangan, dan melakukan koreksi bersama atas penyimpangan tersebut.

Pengendalian kualitas ini sepenuhnya dilakukan oleh tim unit QC, tanggung jawab kualitas produk dipegang oleh semua staf dan karyawan dari mulai top manajemen sampai karyawan bawahan sesuai dengan standar ISO 9001 dan 14001.

2.3.1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku, Pengendalian kualitas bahan baku

dilakukan oleh unit laboratorium *quality control* pengujian bahan dengan mengambil secara acak sampel serat yang akan digunakan untuk proses produksi kain nonwoven geotekstil. Dilakukan pengujian sehingga dapat diambil kesimpulan serat tersebut layak atau tidak masuk ke proses selanjutnya. Tahapan pengendalian kualitas bahan baku dimulai dari :

2.3.1.1. Pemeriksaan Bahan Baku di Penyimpanan

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui suhu dan tingkat kelembaban ruangan tempat penyimpanan bahan baku.

Suhu dan kelembaban ruang penyimpanan, dipertahankan pada suhu $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ dan *relative humidity* (RH $65\% \pm 1\%$). Perhitungan besar RH dengan menggunakan Hygrometer, sedangkan untuk menghitung besar temperatur ruangan digunakan termometer ruang.

2.3.1.2. Pemeriksaan Bahan Baku Sebelum Proses

Pemeriksaan bahan baku sebelum masuk ke mesin *bale opener* dilakukan untuk memeriksa kelayakan bahan baku sebelum digunakan. Beberapa hal yang diperiksa antara lain adalah :

a. Jumlah *finish* dan kandungan air

Berat perdagangan tiap pengiriman serat didasarkan pada berat kering ditambah jumlah kandungan air (MR) dan *finish* waktu pembuatannya. Berat nyata pengiriman akan berbeda dari berat perdagangan apabila *regain* nyata berbeda dengan *regain* yang diterima dalam perdagangan. Maka diperlukan analisis kuantitas kandungan air

dan *finish* untuk memberikan data mengenai berat yang tercatat dalam *invoice*.

Sistem yang digunakan pada evaluasi regain adalah cara pengeringan dan *boil off*. Untuk serat polyester, kandungan air (*regain*) yang diperbolehkan 0,4%, sehingga apabila kandungan air melebihi batas yang dibolehkan maka bahan baku ditolak dan dikembalikan.

b. Panjang staple

Cara pengukuran adalah dengan meluruskan sejumlah serat lalu diukur dengan penggaris secara acak agar diketahui tingkat keseragamannya. Pengukuran lebih lanjut menggunakan diagram Clegg untuk mengetahui panjang efektif dan persentase staple karena panjang staple berpengaruh pada pembuatan web.

c. Kekuatan dan mulur serat

Kekuatan dan mulur serat penting diperhitungkan dalam evaluasi serat sebelum proses *bale opening*. Untuk menghitung *tenacity* serat terlebih dahulu dihitung kehalusan serat (*denier*).

Contoh perhitungan :

Panjang contoh serat (L) = 80 mm

Berat serat (W) = 0,05 mg

Panjang serat ketika ditambah beban (L_1) = 81 mm

Putus pada pembebanan = 45 g

Kehalusan serat (Denier) = $9000 \times \frac{W}{L}$... (2.1)

$$= \frac{9000 \times 0,05}{80}$$

$$= 5,625 \text{ D} \approx 6 \text{ D}$$

$$\text{Tenacity} = \frac{45 \text{ gram}}{6 \text{ denier}} = 7,5 \text{ g/D}$$

Tingkat kehalusan polyseter yang dianjurkan sebesar 4–6 Denier, sehingga hasil 6 Denier masih bisa masuk dalam proses selanjutnya. Tenacity yang dihasilkan sebesar 7,5 g/D sedangkan standar yang dikehendaki 7–8 g/D, sehingga hasil tersebut masih bisa diterima.

2.3.2. Pengendalian Kualitas Saat Proses Produksi. Pengendalian ini dilakukan antara lain pengawasan proses secara langsung pada panel kontrol dan *stop motion* dan pemeriksaan pada proses carding, *needle punch* dan *winding*.

a. Pemeriksaan Pada Proses Carding

Mengevaluasi jumlah nep pada lembaran web dilakukan pada awal, pertengahan dan akhir tiap shift. Pada dasarnya jumlah nep yang terhitung sudah terdeteksi pada mesin carding yang digunakan, sehingga pengecekan manual hanya ditujukan untuk memastikan kebenaran dari jumlah nep yang terdeteksi pada mesin.

b. Pemeriksaan Pada Proses *Pre Needle Dan Needle Punch*

Dilakukan dengan memeriksa kecepatan penusukan jarum, dan kondisi jarum yang terpasang. Jarum patah harus segera diganti, apabila salah satu jarum patah atau putus maka mesin otomatis akan berhenti.

Jarum runcing pada batang jarum berjumlah enam buah untuk menghindari kerusakan serat akibat penusukan secara berlebihan.

c. Pemeriksaan Pada Proses Winding

Dilakukan dengan memerhatikan panjang dan lebar gulungan yang dihasilkan mesin winder harus sesuai dengan pengaturan yang ditetapkan pada mesin.

2.3.3. Pemeriksaan pada Produk

Perlu dilakukan pengendalian kualitas produk sehingga produk tersebut sesuai dengan spesifikasi produk yang ditetapkan. Hal ini merupakan tanggung jawab dari semua pihak yang terkait di perusahaan.

Caranya dengan menguji kain nonwoven geotekstil yang sudah jadi. Standar pengujian produk kain nonwoven geotekstil meliputi : kekuatan tarik (*grab tensile strength*), kekuatan coblos (*puncture strength*), kekuatan pecah (*burst strength*), kekuatan sobek (*tear strength*), porositas, permeabilitas, permitivitas serta ketahanan kimia dan pelapukan tanah. Pengendalian kualitas produk dilakukan sesuai dengan standar internasional yaitu ASTM. Tabel berikut merupakan standar pengujian produk geotekstil :

Tabel 2.4. Standar Pengujian Geotekstil

Jenis Pengujian	Standar Pengujian
Grab Tensile Strength	0,45 – 4,5 kN
Kekuatan Coblos (Puncture Strength)	45 – 450 N
Kekuatan Sobek (Tear Strength)	90 – 1300 N
Porositas	50 – 95 %
Permeabilitas	0,0008 – 0,23 cm/s
Permitivitas	0,02–2,2 sec ⁻¹

(Sumber : Robert M. Koerner, *Designing With Geosynthetics*, New Jersey, 1994)

Untuk standar aplikasi dari pengujian yang dilakukan maka perlu ditetapkan suatu faktor keselamatan yang menunjang kualitas dari produk yang dihasilkan. Faktor keselamatan yang digunakan (*factor of safety/ FS*) untuk kain geotekstil yang berfungsi sebagai perkuatan tanah seperti dijelaskan pada tabel dibawah ini :

**Tabel 2.5. Faktor Keselamatan Untuk Geotekstil
 Sebagai Perkuatan Tanah**

Daerah Aplikasi Perkuatan	Kerusakan Mekanik	Kerusakan Kimia
Tanggul (Embankments)	1,1–2,0	1,0–1,5
Jalan KA (Railroads)	1,5–3,0	1,5 –2,0
Stabilitas lereng (Slope Stabilization)	1,1–1,5	1,0–1,5

(Sumber : Robert M, Koerner, *Construction and Geotechnical Methods In Foundation Engineering*, New Jersey, 1994)

Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa nilai FS sangat berpengaruh terhadap penggunaan dan kualitas dari produk yang dihasilkan. Digunakan sebagai perhitungan pada pemeriksaan produk.

a. Pemeriksaan Kekuatan Tarik

Pemeriksaan kekuatan tarik kain nonwoven geotekstil menggunakan metode *Grab Tensile Strength*. Metode ini untuk mengetahui kemampuan bahan geotekstil dalam menyebar muatan atau beban tarik terpusat dengan arah sejajar lembaran geotekstil.

Dalam perancangan ini diharapkan kain tersebut mampu memberikan kekuatan tarik sebesar 979 N. Pengujian metode ini menggunakan kain geotekstil panjang 150 mm dan lebar 100 mm, sesuai dengan standar yaitu ASTM D 4632.

Kain tersebut dipotong sesuai standar kemudian diletakkan pada penjepit dan ditarik dengan gaya hingga 10 kN. Apabila kain tersebut mampu menahan gaya hingga lebih dari 950 N maka telah memenuhi standar yang ditetapkan, sedangkan apabila kurang maka produk tidak digunakan, dan dievaluasi kembali proses awal yang dilakukan, termasuk juga penyetingan mesin.

b. Pemeriksaan Kekuatan Pecah dan Coblos

Pada pemeriksaan kekuatan pecah dan kekuatan coblos dilakukan dengan menggunakan dua metode, yaitu :

1) Mullen Bursting Test

Cara pengujian dengan memaksa sebuah bola tertentu menekan permukaan geotekstil sampai bahan geotekstil pecah. Dilakukan sesuai standar ASTM D 3786. Pada perancangan ini diharapkan kain

geotekstil mampu menahan gaya yang diberikan bola hingga mencapai 3000 kPa.

2) CBR Plunger Test

Dilakukan dengan cara menekan batang penetrasi CBR tegak lurus ke permukaan geotekstil yang dijepit kedua sisinya sampai bahan pecah dan batang penetrasi CBR sepanjang 3 cm menembus bahan. Dilakukan sesuai standar ASTM D 4833. Pada perancangan ini diharapkan kain geotekstil mampu menahan gaya atau beban hingga 3225 N.

c. Pemeriksaan Kekuatan Sobek

Kekuatan bahan terhadap menjalarnya robekan dalam kondisi menahan *tensile* atau gaya. Metode pengujian adalah Trapezoidal Test.

Tes ini dilakukan dengan menarik bahan geotekstil yang sudah dirobek dengan pola tertentu menggunakan alat penarik (seperti tensometer). Kekuatan robek merupakan gaya dimana robekan mulai menjalar ke seluruh lembaran, yang diharapkan pada perancangan ini sebesar 467 N. Standar yang digunakan ASTM D 4533

d. Pemeriksaan Terhadap Ketebalan

Pengujian ketebalan (*thickness*) dilakukan dibawah tekanan 2 kPa–200 kPa.

e. Pemeriksaan Terhadap Porositas Produk

Porositas produk kain geotekstil sangat berhubungan erat dengan densitas dari bahan dan massa per unit luas dari bahan serta tebal dari geotekstil.

$$n = 1 - \frac{m}{\rho \times t} \quad \dots(2.2)$$

dimana : n = porositas
 m = massa per unit luas
 ρ = densitas geotekstil
 t = tebal geotekstil

Pada perancangan produk kain geotekstil ini massa per unit luas bahan sebesar 271 g/m², densitas geotekstil sebesar 1,38×10⁶ g/m³, tebal geotekstil 2,3 mm.

$$n = 1 - \frac{271}{1,38 \times 10^6 \times 0,0023}$$
$$n = 0,9146 \times 100 \% = 91,46 \%$$

Porositas sebesar 91,46 % memenuhi standar yang ditetapkan ASTM D-4751 yang berkisar antara 50 – 95 % untuk nonwoven geotekstil.

f. Pemeriksaan Terhadap Permeabilitas

Pengujian permeabilitas menggunakan *constant head method* untuk menentukan koefisien permeabilitas (*k*), *permittivity* (*ψ*). Untuk menentukan nilai koefisien permeabilitas, terlebih dahulu menentukan nilai *permittivity*, dengan formula sebagai berikut :

$$\psi = \frac{q}{(\Delta h \times A)} \left[\frac{\eta_t}{\eta_{20}} \right] \quad \dots(2.3)$$

Dimana :

q = kuantitas aliran air yang melewati geotekstil per satuan waktu
(m³/s)

Δh = perbedaan hidrolis head yang melewati sampel (m)

A = luas aliran (m²)

η_t = viskositas dinamis pada suhu pengujian, t °C (m²/s)

η₂₀ = viskositas dinamis pada suhu 20 °C (m²/s)

ψ = permittivity (s⁻¹)

Kemudian nilai koefisien permeabilitas dapat ditentukan menggunakan nilai permittivity (ψ)

$$k = T_g \times \psi \quad \dots(2.4)$$

Dimana :

k = koefisien permeabilitas (m/s)

T_g = tebal nominal geotekstil (m)

ψ = permittivity (s⁻¹)

g. Pemeriksaan terhadap Ketahanan Bahan Kimia dan Pelapukan Tanah

Fungsi geotekstil untuk perkuatan tanah (*reinforcement*) memerlukan kualitas ketahanan yang baik terhadap bahan kimia,

karena dalam tanah terkadang mengandung bahan kimia yang dapat merusak geotekstil.

Bahan geotekstil dari serat polyester memiliki ketahanan yang baik terhadap asam maupun basa. Pengujiannya dilakukan dengan memberi variasi konsentrasi asam maupun basa pada kondisi tertentu sehingga dapat diketahui tingkat ketahanan asam maupun basanya.

Ketahanan terhadap pelapukan dalam tanah mempunyai relevansi atau hubungan dengan ketahanan terhadap bakteri. Bahan polyester mempunyai tingkat ketahanan polimer yang sangat baik terutama terhadap bakteri, jamur maupun mikroorganisme kecil lainnya. Ketahanan di dalam tanah cukup baik dalam jangka waktu yang lama.

Berbagai langkah pengendalian kualitas yang dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya penyimpangan dari standar yang ada dan menekan jumlah cacat produksi.

Kualitas produk yang dihasilkan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain :

1. Bahan baku

Bahan baku berkualitas baik menghasilkan produk yang baik.

2. Mesin dan kondisi mesin

Penggunaan mesin–mesin dan alat–alat sesuai dengan kapasitas, kemampuan dan pemakaian dalam aspek produksi akan memberikan

manfaat yang baik terhadap hasil produksi maupun ketahanan mesin tersebut.

3. Manusia

Tenaga manusia yang terdidik, terampil, berpengalaman akan meningkatkan efisiensi dan kelancaran proses produksi.

4. Lingkungan

Kondisi lingkungan kerja baik suhu udara, suara dan kelembaban secara tak langsung mempengaruhi kelancaran produksi serta kenyamanan karyawan dalam bekerja dan akhirnya pada hasil produksi. Untuk menentukan kualitas dan membuat evaluasi terhadap bahan-bahan, produk, diperlukan suatu bagian khusus yang menangani secara langsung, yakni bagian *Quality Control* (QC) agar performa produk yang dihasilkan selalu sesuai dengan standar.

BAB III

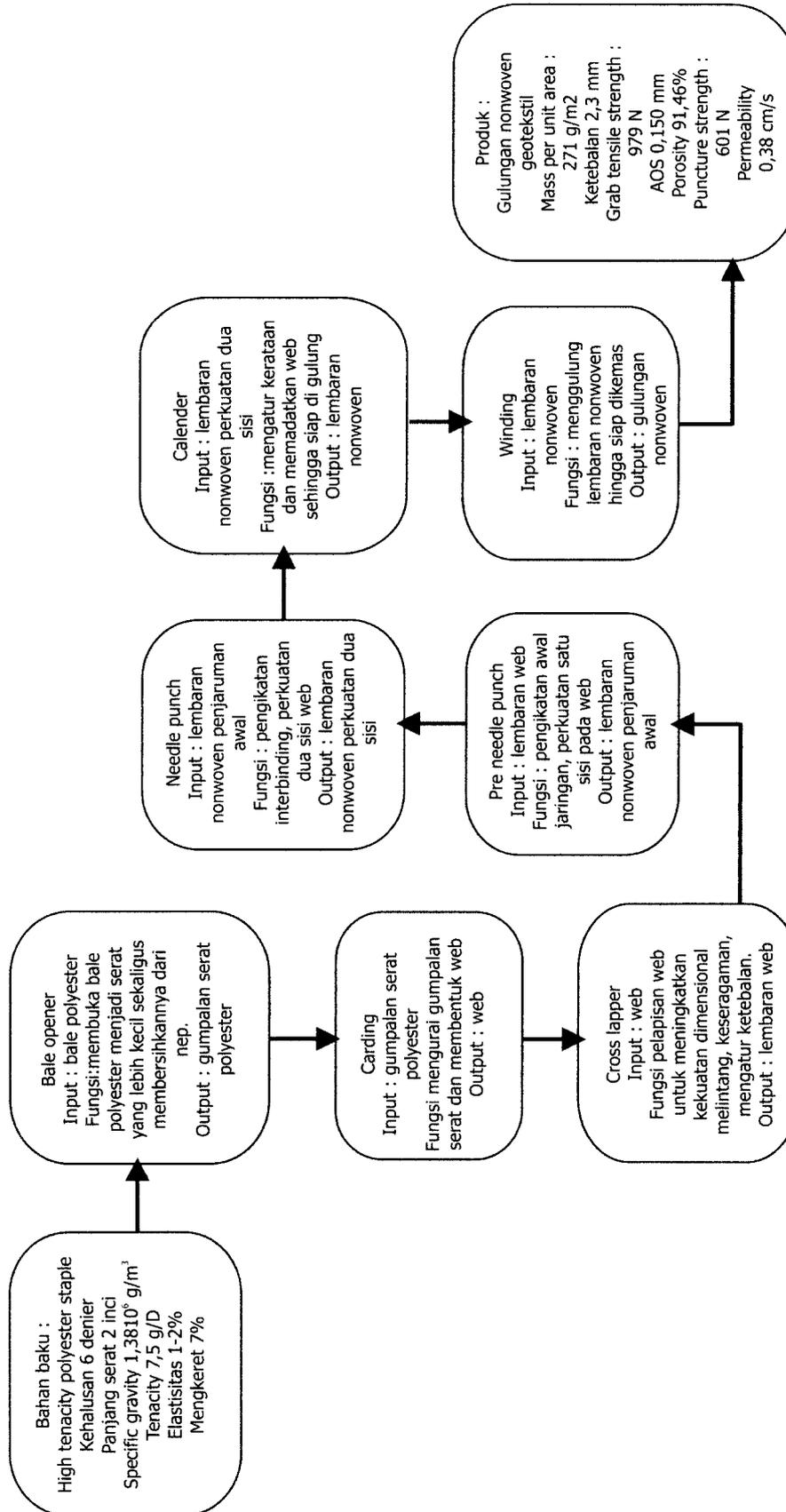
PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses Pembuatan Kain Nonwoven Geotekstil

Secara umum proses pembuatan kain nonwoven geotekstil berbahan baku polyester jenis Terylene dengan sistem *needle punch* dibagi dalam delapan tahapan. Kain nonwoven geotekstil yang terbentuk berasal dari lembaran web yang dihasilkan dari serat staple polyester. Kain tersebut memerlukan persyaratan tertentu, seperti karakteristik fisik, hidrolik, mekanis serta karakteristik ketahanan terhadap degradasi lingkungan.

Adapun beberapa tahapan proses tersebut antara lain adalah :

1. Proses persiapan bahan baku (*raw material preparation*)
2. Proses pembukaan bale (*bale opening*)
3. Proses pembuatan web (*carding*)
4. Proses pembuatan lembaran web (*cross lapping*)
5. Proses pengikatan jarum awal (*pre needle punching*)
6. Proses pengikatan jarum permanen (*needle punching*)
7. Proses calendaring
8. Proses penggulungan (*winding*)



Gambar 3.1. Diagram Kualitatif Pembuatan Nonwoven Geotekstil

3.1.1. Proses Persiapan Bahan Baku (*Raw Material Preparation*)

Bahan baku yang digunakan adalah staple polyester. Bahan baku tersebut disimpan dalam gudang (*storage*) sebagai tempat penampungan sementara.

Kondisi ruangan tempat penyimpanan bahan baku tidak banyak mempengaruhi sifat serat, karena serat polyester bersifat hidrofob yang kurang bisa menyerap air. Namun demikian kondisi ruang penyimpanan hendaknya disesuaikan dengan suhu kamar sekitar $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ Relative Humidity (RH $65\% \pm 1\%$).

Mekanisme penyimpanan dalam gudang setelah bahan baku datang disimpan selama enam hari, sehari sebelum proses dilakukan serat polyester berbentuk bale dibuka selama 24 jam untuk mengoksidasi *oil finish* yang masih terkandung dalam serat. Ini dilakukan agar tidak terbentuk nep pada web. Pada proses persiapan bahan baku dibagi menjadi dua tahap, yaitu :

- a. Tahap Pemeriksaan dan Pengecekan (*Inspection and Control*)
- b. Tahap Pembersihan (*Step Cleaner*)

3.1.1.1. Tahap Pemeriksaan dan Pengecekan

Pada tahap ini *bale* staple polyester mulai ditimbang, diperiksa ataupun dikontrol mulai dari sifat fisiknya. Berat dan kualitas serat diketahui melalui penimbangan dan pemeriksaan. Serat berkualitas jelek tidak diikutsertakan dalam proses.

Sebagian serat dalam *bale* diambil sebagai sampel diperiksa tingkat kebersihannya maupun panjang staple-nya di laboratorium *raw material*.

3.1.1.2. Tahap Pembersihan

Proses pembersihan dilakukan dalam unit *bale opener*.

3.1.2 Proses Pembukaan *Bale* (*Bale Opening*)

Serat polyester berbentuk *bale* dibuka menjadi gumpalan-gumpalan serat lebih kecil dan diuraikan untuk persiapan proses carding.

Prinsip proses pembukaan bale adalah pembukaan gumpalan-gumpalan serat dengan menyisir serat dengan melewati rol yang dilengkapi dengan sisir. Tiap sisir memiliki kerapatan berbeda untuk tiap rol yang dilewati. Kecepatan tiap rol pembuka berbeda, hal ini dimaksudkan agar terjadi proses pemisahan atau penguraian dari serat-serat tersebut. Disamping membuka serat, proses ini juga bertujuan membersihkan kotoran-kotoran lain selama proses.

3.1.3. Proses Pembuatan Web (*Carding*)

Proses pembuatan kain nonwoven sistem *needle punch* hampir sama dengan mekanisme mesin carding pada pemintalan benang. Perbedaannya pada bentuk hasil akhir mesin. Mesin carding proses nonwoven menghasilkan lembaran web, sedangkan mesin carding proses pemintalan menghasilkan sliver. Sebab pada mesin carding nonwoven terompet untuk membentuk sliver tidak digunakan sehingga langsung

mengantarkan serat sudah berbentuk lembaran web ke rol pengantar. Jenis mesin carding yang digunakan adalah *single doffer*.

Serat-serat yang disuapkan ke mesin carding terperangkap oleh silinder berkawat yang berputar. Web yang terbentuk dibawa menuju cross lapper oleh doffer menuju cross lapper.

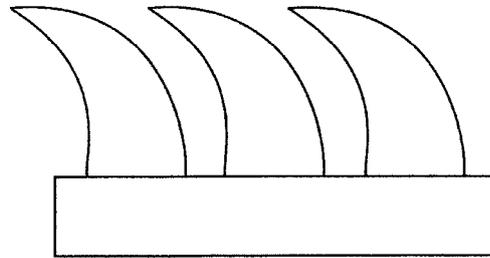
3.1.3.1. Mekanisme Mesin Carding

Gumpalan serat masuk mesin carding mengalami beberapa proses :

- Proses penguraian dengan cara penyisiran.
- Proses pembersihan serat.
- Proses pembuatan gulungan web.

Proses carding adalah melewati gumpalan serat diantara dua permukaan menyerupai parut kawat, bergerak dengan kecepatan berbeda. Maka gumpalan serat tersebut bergerak dan terurai, karena jarak antara kedua permukaan tersebut dekat, sehingga gumpalan-gumpalan serat akan membentuk lapisan serat tipis tersebar merata pada permukaan.

Mekanisme yang terjadi di dalam mesin carding terdapat rol berfungsi menyisir dan menguraikan serat yang masuk ke dalam mesin. Pada permukaan rol yang berbentuk seperti parut, terdapat jarum-jarum berfungsi menyisir dan mengurai serat yang dimasukkan ke dalam mesin carding seperti pada gambar berikut :

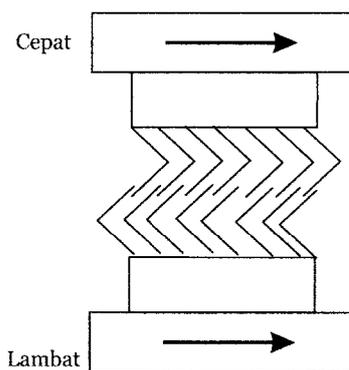


Gambar 3.2. Bentuk Jarum *Taker In*

Terdapat dua gerakan pokok pada permukaan rol dalam mesin carding, yaitu :

1. Gerakan Penguraian (*Carding Action*)
2. Gerakan Pengelupasan dan Pemindahan (*Stripping Action*)

Perbedaan kedua gerakan tersebut adalah arah gerakan jarum pada permukaan rol, arah ujung jarum yang tajam serta kecepatan perputaran rol. *Carding action* terjadi apabila arah kedua jarum pada rol berlawanan arah dan tiap rol memiliki kecepatan sedemikian rupa, sehingga bagian tajam jarum pada permukaan bergerak lebih cepat, seakan-akan terjadi tabrakan antara bagian tajam pada permukaan yang dilaluinya.



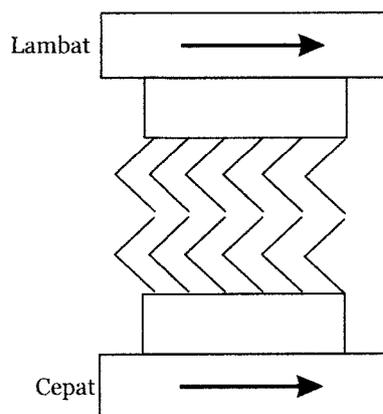
Gambar 3.3. *Carding Action*

Carding action biasa terdapat pada bagian flat yang bergerak lambat dengan silinder yang bergerak cepat, juga pada silinder dengan *doffer* bergerak lebih lambat dibandingkan dengan gerakan silinder. Namun gerakan permukaan cepat tersebut harus searah dengan miringnya ujung jarum pada permukaan sehingga proses lancar.

Stripping action berfungsi pengelupasan atau pemindahan serat masuk ke dalam mesin carding. Terjadi apabila arah jarum tajam pada kedua permukaan sama. Arah serta kecepatan kedua permukaan sedemikian rupa, sehingga bagian tajam jarum pada permukaan bergerak seakan-akan menyapu bagian tumpul jarum pada permukaan yang dilaluinya.

Gerakan pengelupasan atau pemindahan biasa terjadi antara *taker in* dengan silinder. Kecepatan permukaan rol *taker in* menyebabkan serat pada permukaan *taker in* berpindah ke permukaan silinder.

Gerakan ini juga terjadi antara *doffer* dengan *doffer comb*, merupakan bagian aktif, sehingga lapisan serat pada permukaan *doffer* terkelupas.



Gambar 3.4. *Stripping Action*

Prinsip kerja mesin carding, gumpalan atau untaian serat dari mesin *separator* dimasukkan melewati rol pengantar menuju rol penyuiap, selama melewati rol penyuiap ini serat mengalami tekanan oleh rol penyuiap yang dipasang. Kemudian serat dipukul rol *taker in* yang mempunyai permukaan berjarum, sehingga gumpalan serat mengalami pembukaan dan kotoran pada serat dapat dibersihkan oleh pisau pembersih. Serat terbawa rol pengambil kemudian diambil silinder, dengan *carding action* maka serat terurai sehingga terjadi pemisahan serat pendek dengan serat panjang dan kotoran yang masih di dalam serat dapat dibersihkan. Proses selanjutnya serat yang terbawa oleh silinder diterima oleh *doffer*, karena *doffer* mempunyai keliling putaran lebih kecil dibandingkan dengan silinder. Serat kemudian dilepas dari *doffer* oleh *doffer comb* hingga serat membentuk web dan diteruskan ke *cross lapper*.

3.1.4. Proses Pembuatan Lembaran Web (*Cross Lapping*)

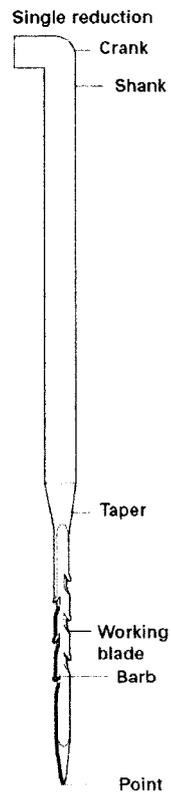
Proses ini merupakan kelanjutan dari proses pembentukan lembaran web. Setelah terbentuk lembaran web dari mesin carding, kemudian diteruskan rol pengantar menuju mesin *cross lapper*. Pada tahapan ini web mengalami pelapisan menjadi beberapa lembaran web antara 7 s.d 20 lapisan tergantung dari karakteristik produk yang diinginkan. Setelah mencapai panjang diinginkan, lembaran web masuk ke dalam *pre needle punching*.

3.1.5. Proses Pengikatan Jarum Awal (*Pre Needle Punching*)

Proses *pre needle punching* membentuk ikatan interbinding antar serat pada satu arah yaitu dari atas. Tujuan utama adalah mengacak jaringan serat pada web sehingga memberikan jalinan atau ikatan interbinding sementara yang cukup baik. Agar saat proses *needle punch* menjadi lebih mudah mengikat atau menjalin untaian serat lebih rata dan rapat sehingga menghasilkan stabilitas dimensi yang baik.

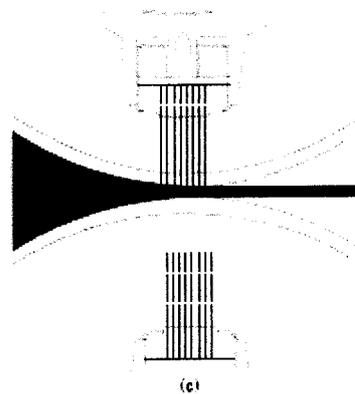
3.1.6. Proses Pengikatan Jarum Permanen (*Needle Punching*)

Sistem *needle punching* merupakan salah satu sistem pembuatan kain nonwoven secara mekanis. Prinsip proses ini memberikan ikatan *interbinding* pada web dengan untaian serat tegak lurus atau miring terhadap bidang gelombang dipertimbangkan sebagai sistem tiga dimensi dengan serat terutama yang terorientasi pada permukaan. Ikatan yang dibentuk *needle punch* mampu merangkap untaian atau lembaran web hingga 10 s.d 20 lembar dengan tebal telah ditentukan. Jarum yang digunakan pada proses *needle punch* memiliki ukuran tertentu dengan kait berjumlah 6 s.d 9 pada batang jarum. Namun menghindari kerusakan serat akibat tusukan jarum maka proses ini digunakan jarum dengan jumlah kait 6 buah dengan panjang 15 cm terbuat dari baja.



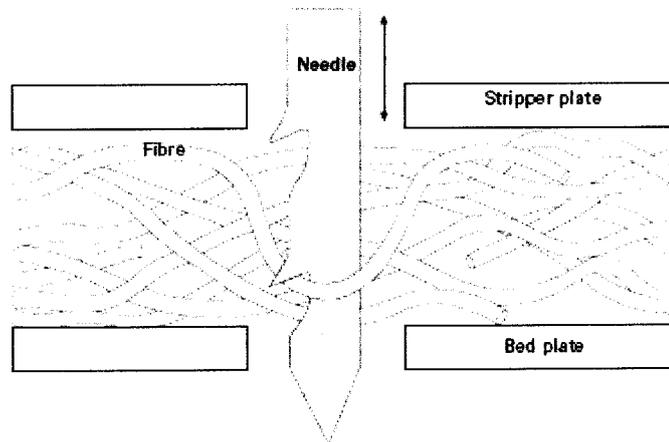
Gambar 3.5. Konstruksi Jarum (*Needle Punch*)

(Sumber : S.J Russel, *Handbook of Nonwoven*, Cambridge, 2007)



Gambar 3.6. Skema Penjaruman

(Sumber : S.J Russel, *Handbook of Nonwoven*, Cambridge, 2007)



Gambar 3.7. Proses Terjadinya Ikatan *Interbinding* Dalam Web

(Sumber : S.J Russel, *Handbook of Nonwoven*, Cambridge, 2007)

3.1.7. *Calender*

Setelah ikatan *interbinding* pada lembaran web telah terbentuk lewat proses *needle punch*, kemudian lembaran web yang masuk ke mesin *calender* agar lembaran web yang akan digulung menjadi lebih rata sehingga siap untuk digulung di mesin *winder*.

3.1.8. Proses Penggulungan (*Winding*)

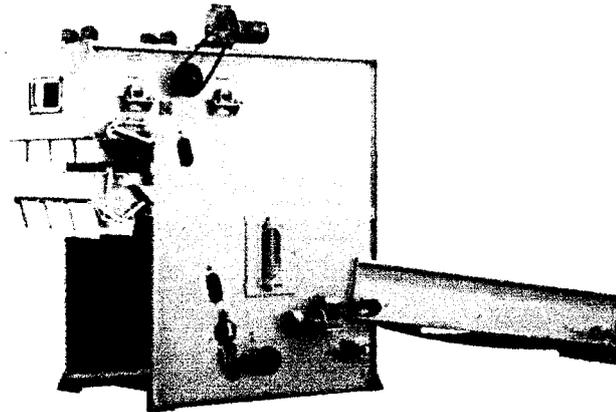
Proses *winding* dilakukan setelah urutan proses pembuatan kain nonwoven menghasilkan lembaran kain siap digulung. Tujuan utama proses *winding* adalah menggulung lembaran kain pada sebuah rol menjadi bentuk gulungan.

3.2. Spesifikasi Mesin

Pada proses pembuatan kain nonwoven sistem *needle punch* menggunakan mesin yang beroperasi otomatis sehingga tinggal memasukkan input yang diinginkan.

Jenis Mesin :

a. Mesin Bale Opener

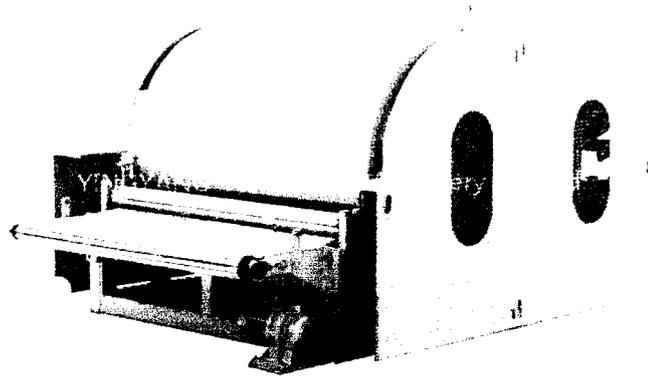


Gambar 3.8. Mesin Bale Opener

Spesifikasi Mesin :

- Merk : Yingyang Nonwoven Machinery Co, Ltd
- Buatan : China
- Kapasitas : 600 kg/jam
- Daya : 4,5 kW
- Efisiensi : 97 %
- Limbah : 3 %

b. Mesin Carding (Carding Machine)

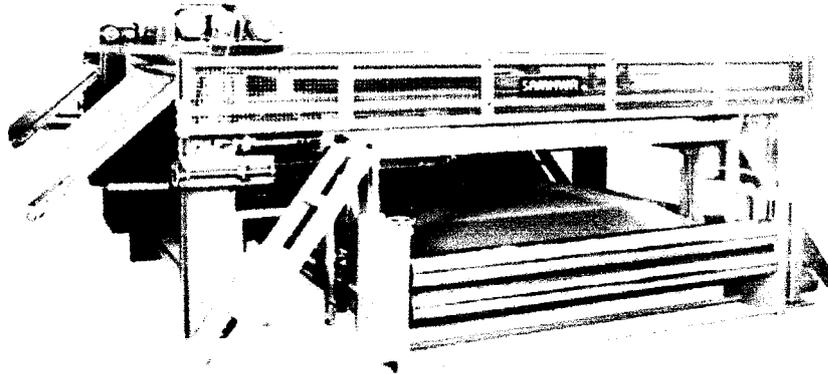


Gambar 3.9. Mesin Carding

Spesifikasi Mesin

- Merk : Yingyang Nonwoven Machinery Co, Ltd
- Buatan : China
- Daya : 11,25 kW
- Diameter doffer : 0,6 m
- Diameter silinder : 1,5 m
- Total draft : 125
- Efisiensi : 97 %
- Limbah : 3 %
- Jenis produksi : web

c. Mesin Pembuat lapisan (*Cross Lapper*)

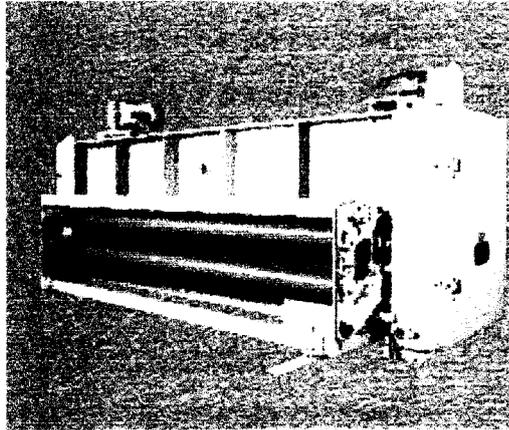


Gambar 3.10. Mesin *Cross Lapper*

Spesifikasi Umum :

- Merk : Samhwa Machinery Ltd
- Buatan : Korea Selatan
- Daya : 55,95 kW
- Efisiensi : 98 %
- Limbah : 2 %
- Jumlah lapisan : 7 lapisan
- Hasil produksi : web
- Lebar web : 4 meter

d. Mesin *Pre Needle Punching*

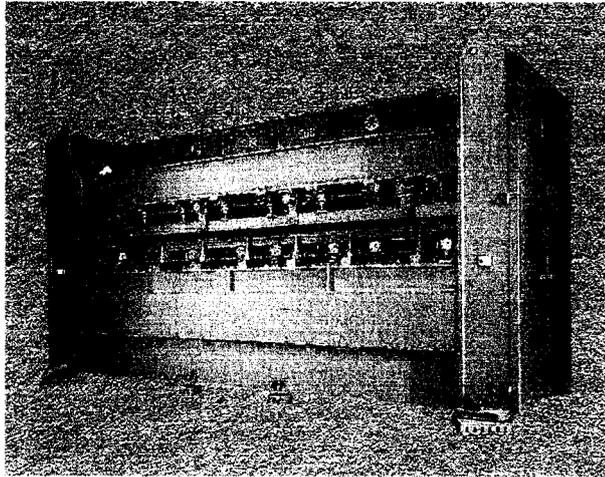


Gambar 3.11. Mesin *Pre Needle Punching*

Spesifikasi Umum :

- Merk : Shou Shyng Machinery Co, Ltd
- Buatan : Taiwan
- Daya : 41,03 kW
- Lebar kerja : 4 m
- Efisiensi : 98 %
- Limbah : 2 %
- Kec.tusukan (Stroke) : 1500 strokes/menit
- Jumlah jarum : 5000 jarum/meter lebar kerja
- Hasil Produksi : Kain geotekstil *punching* awal

e. Mesin *Needle Punch*

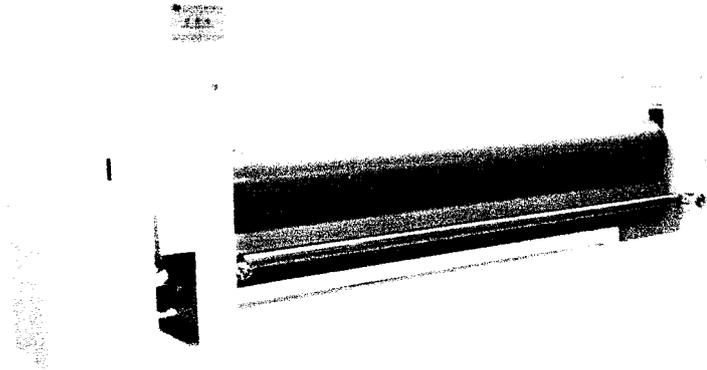


Gambar 3.12. Mesin *Needle Punching*

Spesifikasi Umum :

- Merk : Shoou Shyng Machinery Co. Ltd
- Model : Double Stroke Needle Punch Machine
- Buatan : Taiwan
- Daya : 37,3 kW
- Efisiensi : 98 %
- Limbah : 2 %
- Kecepatan tusukan : 2500 strokes/menit
- Jumlah jarum : 6900 jarum/meter lebar kerja
- Jenis produksi : Kain geotekstil *double punch*

f. Mesin Calender

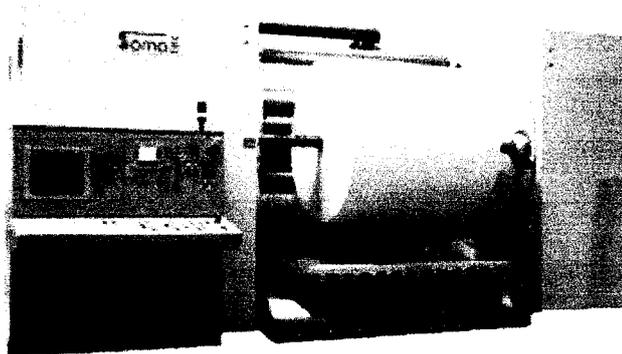


Gambar 3.13. Mesin Calender

Spesifikasi Umum :

- Merk : Yingyang Nonwoven Machinery Co, Ltd
- Buatan : China
- Daya : 40,2 kW
- Kecepatan penggulungan : 80 m/menit

g. Mesin Penggulung (*Winder Machine*)



Gambar 3.14. Mesin Winder

Spesifikasi Umum :

- Merk : Somatec
- Buatan : Jerman
- Daya : 32,6 kW
- Φ rol penggulung : 0,6 m
- Efisiensi : 99 %
- Limbah : 1 %
- Jumlah putaran : 54 rpm
- Hasil Produksi : Kain nonwoven geotekstil

3.3. Perhitungan Produksi dan Bahan Baku

Perhitungan Produksi :

Target produksi yang ditentukan pabrik geotekstil ini sebesar 12.000.000 meter/tahun, dimaksudkan untuk memenuhi permintaan pasar dan kebutuhan pembangunan jalan maupun perkuatan lereng-lereng yang akan dijadikan proyek.

$$\begin{aligned}\text{Target Produksi} &= 12.000.000 \text{ m/tahun} \\ &= 1.000.000 \text{ m/bulan} \\ &= 38.461,53 \text{ m/hari (asumsi 1 bulan = 26 hari)} \\ &= 1602,56 \text{ m/jam (asumsi 1 hari = 24 jam kerja)}\end{aligned}$$

Perhitungan Kebutuhan Mesin dan Bahan Baku yang diperlukan :

a) Mesin Bale Opening

Kapasitas bahan baku : 600 kg/jam

Jumlah putaran beater : 960 rpm

Efisiensi : 97 %

Limbah : 3 %

$$\text{Kecepatan permukaan} = 960 \times \pi \times \frac{6}{12} \times \frac{17}{24} \times \frac{17}{82} \times \frac{14}{54}$$

$$= 57,38 \text{ m/menit}$$

$$\text{Produksi/mesin} = \text{ss} \times 60 \text{ menit} \times \text{Eff}$$

$$= 57,38 \times 60 \times 0,97$$

$$= 3339,5 \text{ m/jam}$$

$$\text{Kebutuhan mesin} = \frac{1874,80 \text{ m}}{3339,5 \text{ m}}$$

$$= 0,5 \approx 1 \text{ mesin}$$

$$\text{Kebutuhan Bahan Baku} = \frac{600 \text{ kg}}{3339,5 \text{ m}} \times 1874,80 \text{ m}$$

$$= 336,8 \text{ kg/jam}$$

1 bale Polyester = 210 kg

Sehingga jumlah bahan baku berupa polyester yang dibutuhkan :

- Dalam satu jam $= \frac{336,8 \text{ kg}}{210 \text{ kg}}$
 $= 1,6 \text{ bale} \approx 2 \text{ bale}$
- Dalam satu hari $= 2 \text{ bale} \times 24 \text{ jam} = 48 \text{ bale}$
- Dalam satu bulan $= 48 \text{ bale} \times 26 \text{ hari} = 1248 \text{ bale}$
- Dalam satu tahun $= 1248 \text{ bale} \times 12 \text{ bulan} = 14976 \text{ bale}$

b) Mesin Carding

Jumlah putaran $= 100 \text{ rpm}$

Kehalusan serat $= 6 \text{ denier}$

Φ doffer $= 0,6 \text{ m}$

Efisiensi $= 97 \%$

Limbah $= 3 \%$

$$\begin{aligned} \text{SS doffer} &= 100 \text{ rpm} \times \pi \times 0,6 \text{ m} \\ &= 188,5 \text{ m/menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi/mesin} &= \text{SS} \times \text{eff} \times D \times 60 \text{ menit} \\ &= 188,5 \times 0,97 \times 6 \times 60 \\ &= 65824 \text{ m/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan bahan baku} &= 1764 \text{ m/jam} \times \frac{100}{100\% - L\%} \\ &= 1764 \text{ m/jam} \times \frac{100}{100 - 3} \\ &= 1818,56 \text{ m/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan mesin} &= \frac{\text{kebutuhan bahan baku}}{\text{produksi/mesin}} \\ &= \frac{1818,56}{65824} \\ &= 0,02 \approx 1 \text{ mesin}\end{aligned}$$

c) Mesin *Cross Lapper*

$$\text{Kecepatan web} = 30 \text{ m/menit}$$

$$\text{Efisiensi} = 98 \%$$

$$\text{Limbah} = 2 \%$$

$$\begin{aligned}\text{Produksi/mesin} &= \text{Kecepatan web} \times \text{Efisiensi} \times 60 \text{ menit} \\ &= 30 \times 0,98 \times 60 \\ &= 1764 \text{ m/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan bahan baku} &= 1702,52 \text{ m/jam} \times \frac{100}{100\% - L\%} \\ &= 1702,52 \text{ m/jam} \times \frac{100}{100 - 2} \\ &= 1737,26 \text{ m/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan mesin} &= \frac{\text{kebutuhan bahan baku}}{\text{produksi/mesin}} \\ &= \frac{1737,26}{1764} \\ &= 0,9 \approx 1 \text{ mesin}\end{aligned}$$

d) Mesin *Pre Needle Punch*

Kecepatan web = 50 m/menit

Efisiensi = 98 %

Limbah = 2 %

Kecepatan tusukan = 1500 stroke/menit

$$\begin{aligned} \text{Produksi/mesin} &= \text{Kec. tusukan} \times \text{Efisiensi} \times \frac{1}{\text{kecepatan web}} \times 60 \text{ menit} \\ &= 1500 \times 0,98 \times \frac{1}{50} \times 60 \\ &= 1764 \text{ m/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan bahan baku} &= 1668,47 \text{ m/jam} \times \frac{100}{100\% - L\%} \\ &= 1668,47 \text{ m/jam} \times \frac{100}{100 - 2} \\ &= 1702,52 \text{ m/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan mesin} &= \frac{\text{kebutuhan bahan baku}}{\text{produksi/mesin}} \\ &= \frac{1702,52}{1764} \\ &= 0,9 \approx 1 \text{ mesin} \end{aligned}$$

e) Mesin *Needle Punch*

Kecepatan web = 60 m/menit

Efisiensi = 98 %

$$\text{Limbah} = 2 \%$$

$$\text{Kecepatan tusukan} = 2500 \text{ stroke/menit}$$

$$\text{Produksi/mesin} = \text{Kec. tusukan} \times \text{Efisiensi} \times \frac{1}{\text{kecepatan web}} \times 60 \text{ menit}$$

$$= 2500 \times 0,98 \times \frac{1}{60} \times 60$$

$$= 2450 \text{ m/jam}$$

$$\text{Kebutuhan bahan baku} = 1635,10 \text{ m/jam} \times \frac{100}{100\% - L\%}$$

$$= 1635,10 \text{ m/jam} \times \frac{100}{100 - 2}$$

$$= 1668,47 \text{ m/jam}$$

$$\text{Kebutuhan mesin} = \frac{\text{kebutuhan bahan baku}}{\text{produksi/mesin}}$$

$$= \frac{1668,47}{2450}$$

$$= 0,6 \approx 1 \text{ mesin}$$

f) Mesin Calender

$$\text{Kecepatan penggulungan} = 80 \text{ m/menit}$$

$$\text{Efisiensi} = 99 \%$$

$$\text{Limbah} = 1 \%$$

$$\text{Produksi/mesin} = \text{kec. penggulungan} \times \text{Efisiensi} \times 60 \text{ menit}$$

$$= 80 \times 0,99 \times 60$$

$$= 4752 \text{ m/jam}$$

$$\text{Kebutuhan bahan baku} = 1618,75 \text{ m/jam} \times \frac{100}{100\% - L\%}$$

$$= 1618,75 \text{ m/jam} \times \frac{100}{100 - 1}$$

$$= 1635,10 \text{ m/jam}$$

$$\text{Kebutuhan mesin} = \frac{\text{kebutuhan bahan baku}}{\text{produksi/mesin}}$$

$$= \frac{1635,10}{4752}$$

$$= 0,4 \approx 1 \text{ mesin}$$

g) Mesin Winder

$$\Phi \text{ Rol penggulung} = 0,6 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah putaran rol} = 54 \text{ rpm}$$

$$\text{Efisiensi} = 99 \%$$

$$\text{Limbah} = 1 \%$$

$$\text{SS rol penggulung} = \text{jumlah putaran} \times \pi \times \Phi$$

$$= 54 \text{ rpm} \times \pi \times 0,6 \text{ m}$$

$$= 101,7 \text{ m/menit}$$

$$\text{Produksi/mesin} = \text{SS} \times \text{efisiensi} \times 60 \text{ menit}$$

$$= 101,7 \times 0,99 \times 60$$

$$= 6040,9 \text{ m/jam}$$

$$\text{Kebutuhan bahan baku} = 1602,56 \text{ m/jam} \times \frac{100}{100\% - L\%}$$

$$= 1602,56 \text{ m/jam} \times \frac{100}{100-1}$$

$$= 1618,75 \text{ m/jam}$$

$$\text{Kebutuhan mesin} = \frac{\text{kebutuhan bahan baku}}{\text{produksi/mesin}}$$

$$= \frac{1618,75}{6040,9}$$

$$= 0,26 \approx 1 \text{ mesin}$$

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1. Lokasi Pabrik

4.1.1. Perencanaan Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik mempengaruhi kedudukan pabrik dalam persaingan menentukan kelangsungan proses produksi pabrik. Sehingga penentuan yang tepat dapat membantu pabrik beroperasi dengan lancar, efektif dan efisien.

Dalam menentukan lokasi suatu pabrik perlu memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya biaya produksi dan biaya distribusi dari produk yang dihasilkan sehingga biaya-biaya ini dapat ditekan serendah mungkin. Namun hendaknya juga dapat memenuhi sasaran penjualan dalam arti dapat memberikan produk dengan jumlah, kualitas serta harga yang layak tepat waktu. Penentuan lokasi pabrik yang tepat, akan dapat memberikan :

- Pelayanan konsumen yang memuaskan.
- Mudah mendapatkan bahan baku yang cukup secara kontinu dengan harga yang sesuai.
- Mendapatkan tenaga kerja dalam jumlah yang cukup.
- Adanya pemikiran jangka panjang untuk perluasan pabrik.

Lokasi pabrik kain nonwoven geotekstil ini direncanakan berada di kawasan industri Pasuruan Industrial Estate Rembang (PIER) terletak di kecamatan Bangil, Kabupaten Pasuruan. PIER adalah pengembangan PT. SIER dengan luas lahan 500 Ha. Dihubungkan dengan jalan tol PIER dikembangkan sebagai area kutub (*growth pole*) dalam pengembangan Jawa Timur dengan sasaran utama peningkatan produksi di bidang perdagangan, industri perkebunan.

Faktor-faktor yang menjadi pertimbangan dalam penentuan lokasi pabrik yang terletak di kawasan industri PIER adalah :

a. Pengadaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan suatu pabrik, sehingga ketersediaan pasokan harus diperhatikan. Lokasi di daerah Pasuruan sangat tepat mengingat daerah tersebut dekat dengan Surabaya dimana terdapat pabrik-pabrik pembuatan polyester sehingga untuk memperoleh bahan baku lebih mudah dengan harga lebih terjangkau dibanding bila mengimpor.

b. Fasilitas Transportasi

Lokasi pabrik pembuatan kain geotekstil berada di wilayah yang termasuk jalur utama utara Pulau Jawa. Hal ini memudahkan dalam hal transportasi, tidak banyak kesulitan karena dapat dilakukan dengan transportasi darat. Selain itu lokasi tersebut dekat dengan pelabuhan dan bandara sehingga memudahkan proses pengiriman produk secara cepat, mudah dan kualitas tetap terjaga dan terjamin.

c. Tenaga Kerja

PIER merupakan kawasan yang sedang berkembang. Pendirian pabrik di daerah tersebut akan berdampak terbukanya lapangan kerja baru untuk tenaga kerja ahli maupun tidak. Hal ini berarti pengangguran dapat dikurangi.

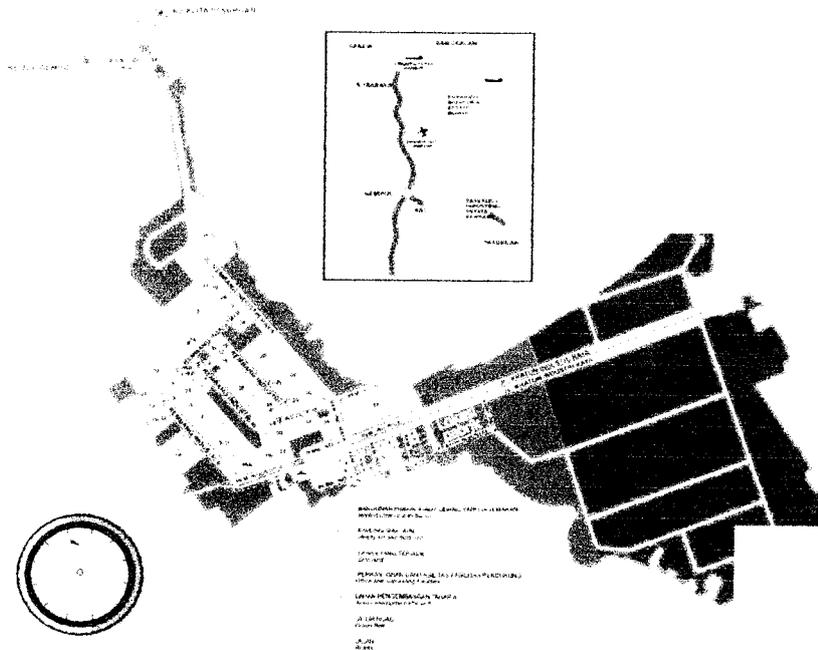
d. Lokasi Pasar (*market location*)

Wilayah Pasuruan memudahkan dalam penjualan produk karena lokasi yang berada di dekat kota Surabaya yang memiliki fasilitas bandara pelabuhan serta sarana transportasi darat yang baik. Apabila produk akan dikirim ke luar Pulau Jawa atau untuk ekspor maka dapat melalui pelabuhan dan bandara yang berada di Surabaya.

e. Faktor Lain

Pasuruan Industrial Estate Rembang (PIER) merupakan kawasan yang sedang dikembangkan oleh pemerintah kabupaten Pasuruan untuk menjadi kawasan industri. Sehingga faktor-faktor lain seperti lingkungan, keamanan, kemudahan ijin pendirian usaha telah dipersiapkan.

Berikut adalah peta lokasi kawasan industri PIER :



Gambar 4.1. Peta Lokasi Kawasan Industri PIER

(Sumber : www.depperin.go.id)

4.2. Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Tata letak pabrik berhubungan erat dengan segala proses perencanaan dan pengaturan letak mesin, peralatan, aliran bahan dan orang-orang yang bekerja di masing-masing unit kerja yang ada. Pengaturan semua fasilitas produksi yang baik akan diperoleh :

- Minimum transportasi dari proses pemindahan bahan
- Minimum pemakaian area tanah
- Pola aliran produksi yang terbaik
- Keseimbangan dalam lintasan perakitan (*assembly*)

- Fleksibilitas untuk menghadapi kemungkinan ekspansi dimasa mendatang

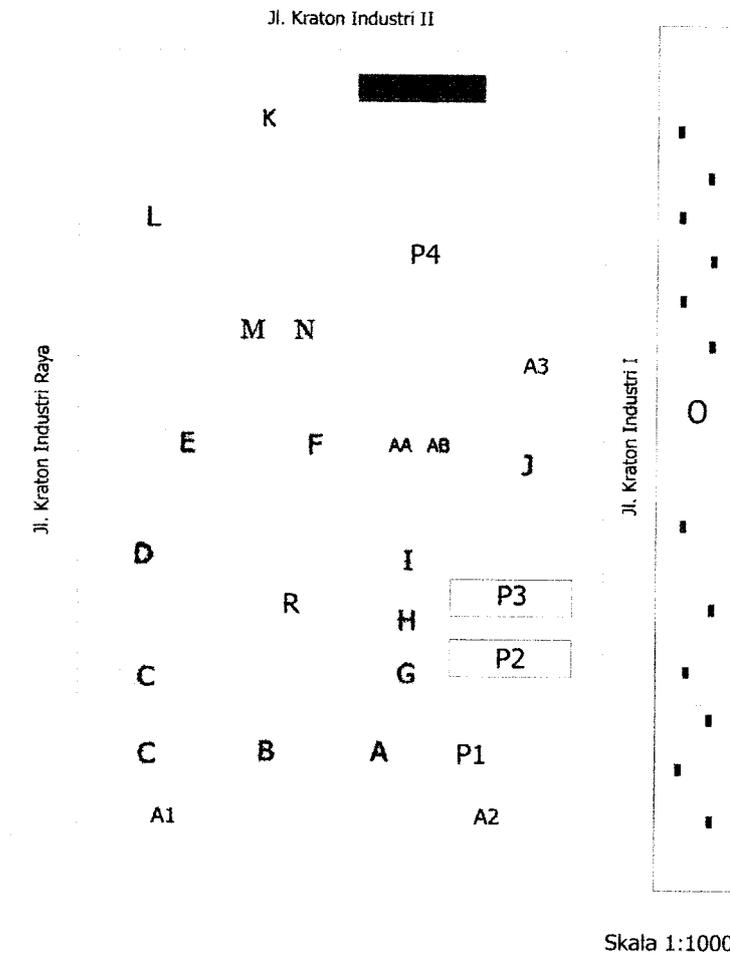
Sritomo Wignjosoebroto mendefinisikan tata letak pabrik sebagai :

“Tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik untuk menunjang kelancaran proses produksi. Pengaturan dengan memanfaatkan luas area untuk penempatan mesin, fasilitas penunjang produksi lainnya, kelancaran gerakan perpindahan material, penyimpanan material yang bersifat temporer maupun permanen.” (Wignjosoebroto, 1996)

Dalam tata letak pabrik ada dua hal yang diatur letaknya yaitu pengaturan mesin (*machine layout*) dan pengaturan departemen yang ada di pabrik. Perencanaan tata letak pabrik yang baik menentukan efisiensi dan menjaga kesuksesan kerja suatu industri. Tujuan utama dalam desain tata letak pabrik adalah untuk meminimalkan total biaya yang antara lain menyangkut elemen-elemen biaya sebagai berikut :

- Biaya untuk konstruksi dan instalasi baik untuk bangunan mesin, maupun fasilitas produksi lainnya.
- Biaya pemindahan bahan
- Biaya produksi, *maintenance*, keselamatan, biaya penyimpanan produk setengah jadi.

Selain itu pengaturan tata letak pabrik yang optimal memberikan kemudahan dalam proses supervisi dan menghadapi rencana perluasan pabrik. Di bawah ini adalah tata letak pabrik kain nonwoven geotekstil.



Gambar 4.2. Tata Letak Pabrik

Keterangan Tata Letak Pabrik

- | | | | |
|----|--------------------------|----|-------------------------------|
| A1 | : Pos satpam | I | : Kantin |
| A2 | : Pos satpam | J | : Lapangan futsal |
| A3 | : Pos satpam | K | : Ruang bahan baku |
| AA | : Ruang ganti pria | L | : Ruang proses |
| AB | : Ruang ganti wanita | M | : Ruang inspeksi & pengemasan |
| A | : Kantor utama | N | : Gudang produk |
| B | : Aula | O | : Area perluasan |
| C | : Mess karyawan | P1 | : Parkir direksi |
| D | : Masjid | P2 | : Parkir umum |
| E | : Ruang SPSI | P3 | : Parkir karyawan |
| F | : Klinik kesehatan | P4 | : Parkir truk |
| G | : Ruang cleaning service | Q | : Utilitas |
| H | : Koperasi | R | : Taman |

4.2.1 Tata Letak Alat (Site Planning)

Site Planning adalah rencana tata letak peralatan produksi di dalam bangunan pabrik guna terciptanya kelancaran atau kesinambungan dalam proses produksi. Tujuan pengaturan letak peralatan produksi adalah :

- a. Kesesuaian proses produksi dalam pabrik dengan alur proses yang ditentukan
- b. Minimalisasi proses perpindahan material (*material handling*)
- c. Mengoptimalkan penggunaan ruang
- d. Mengurangi penundaan dalam pekerjaan
- e. Pengawasan proses produksi dapat dilakukan dengan baik
- f. Menjamin keamanan, keselamatan dan kenyamanan karyawan

Penentuan *site planning* didasarkan atas hal-hal sebagai berikut :

1. Jenis Produk

Jenis produk adalah karakter yang dimiliki suatu produk ditinjau dari sifat, berat dan alat-alat pendukung yang digunakan dalam proses produksi. Sehingga dengan karakter produk tersebut kita dapat menentukan fasilitas-fasilitas pendukung kelancaran proses produksi.

2. Fasilitas Pendukung Produksi dan Karyawan

Penempatan fasilitas pendukung produksi seperti laboratorium, kantor karyawan, ruang mesin-mesin utilitas dan fasilitas untuk karyawan seperti toilet, klinik harus diperhatikan untuk memperlancar proses produksi.

3. Peta Proses (*process chart*)

Peta proses adalah alat yang penting dalam pelaksanaan studi mengenai operasi *manufacturing* dalam suatu sistem produksi. Peta proses merupakan gambar grafik yang menjelaskan setiap operasi dalam proses manufaktur.

4. *Minimum Movement*

Kelancaran produksi dapat diketahui dengan perpindahan bahan dari proses pertama ke proses selanjutnya. Untuk meningkatkan efisiensi kerja maka pergerakan bahan dari mesin satu ke mesin selanjutnya harus seminimum mungkin.

4.2.2. Tata Letak Pada Ruang Produksi

Ruang ini merupakan bagian utama dari pabrik, dalam ruang ini terdapat mesin-mesin yang digunakan untuk memproduksi kain nonwoven geotekstil yaitu mulai dari *opening fibre* hingga menjadi produk jadi yang siap dipasarkan. Ruang produksi ini terdiri dari beberapa unit ruang yaitu ruang bahan baku, ruang proses, ruang inspeksi, pengemasan & gudang produk jadi. Secara spesifik pembagian ruang produksi sebagai berikut :

a. Ruang bahan baku

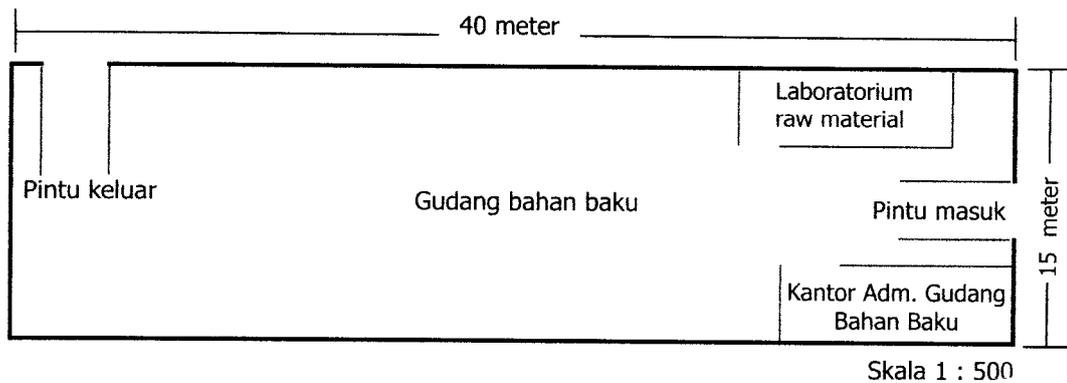
Ukuran : $40 \text{ m} \times 15 \text{ m} = 600 \text{ m}^2$

Digunakan untuk tempat penerimaan dan penyimpanan bahan baku berupa serat polyester berbentuk bale. Ruangan ini diseting pada keadaan standar untuk pengkondisian serat sebelum diproses lebih

lanjut. Terdapat laboratorium *raw material* sebagai tempat melakukan pengujian kualitas bahan baku yang diterima dari *supplier*, selain itu terdapat ruang administrasi penerimaan bahan baku.

Tabel 4.1. Pembagian Ruang Bahan Baku

Jenis Ruang	Ukuran (m)		Luas (m ²)
	Panjang	Lebar	
Kantor administrasi gudang bahan baku	5	4	20
Laboratorium raw material	10	5	50
Gudang bahan baku	35	15	525



Gambar 4.3. Tata Letak Ruang Bahan Baku

b. Ruang Proses

Ukuran : 50 m × 40 m = 2000 m²

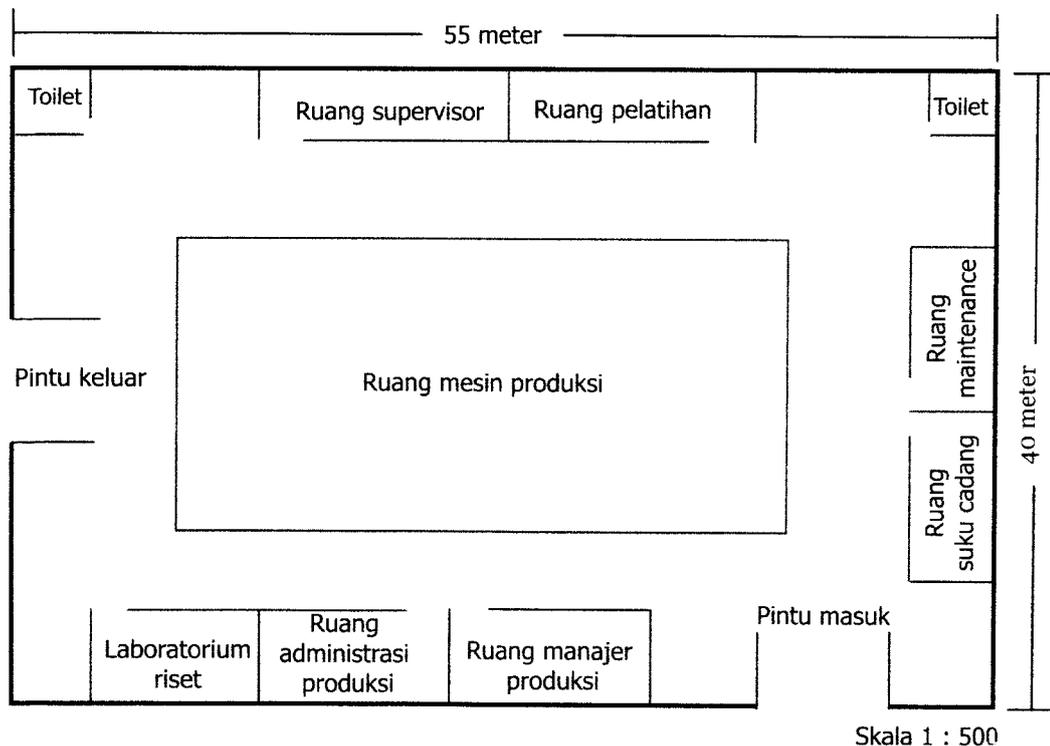
Di dalam ruang proses terdapat tujuh mesin utama yaitu *bale opener machine*, *carding machine*, *cross lapper machine*, *pre needle punch machine*, *needle punch machine*, *calender* dan *winding machine*. Mesin-mesin tersebut disusun sesuai alir proses berkelanjutan. Dilengkapi laboratorium riset pengembangan produk sebagai antisipasi kompetisi produk yang kian ketat. Selain itu terdapat ruang manajer

produksi, ruang administrasi produksi, ruang suku cadang, dll.

Pembagian dalam ruang proses sebagai berikut :

Tabel 4.2. Pembagian Ruang Proses

Jenis Ruang	Ukuran (m)		Luas (m ²)
	Panjang	Lebar	
Kantor manajer produksi	6	5	30
Kantor administrasi produksi	15	10	150
Laboratorium Riset	8	5	40
Ruang suku cadang	6	5	30
Ruang maintenance	6	5	30
Ruang pelatihan	10	5	50
Toilet I ruang produksi	4	4	16
Toilet II ruang produksi	4	4	16
Ruang mesin produksi & pendukung produksi	40	30	1200
Ruang supervisor	15	9	135



Gambar 4.4. Tata Letak Ruang Proses

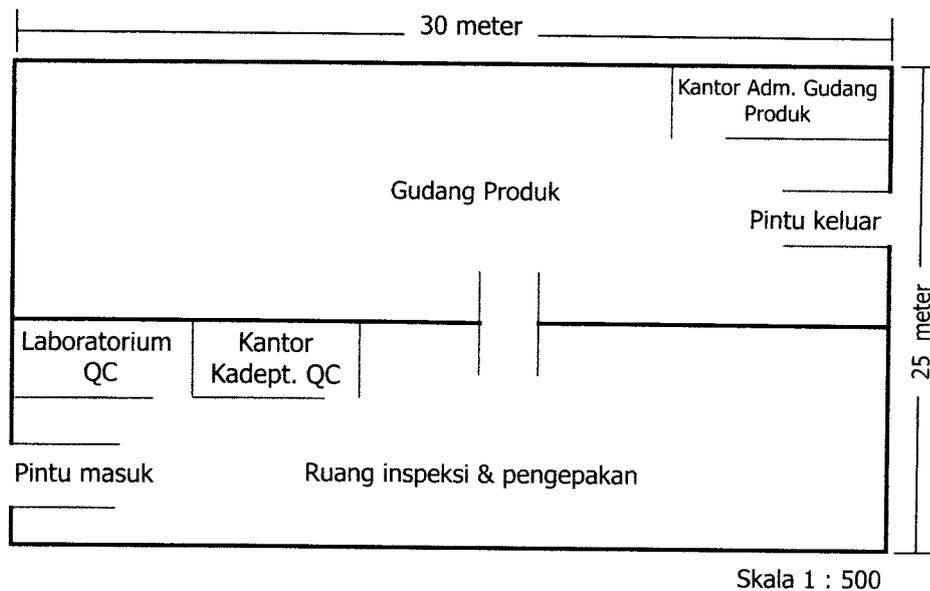
c. Ruang inspeksi, pengemasan dan gudang produk

Ukuran : 30 m × 25 m = 750 m²

Ruangan ini dilengkapi peralatan *inspecting*, kualitas produk harus diperhatikan sebelum dikirim ke gudang produk jadi. Ruang ini juga untuk pengemasan. Setelah dikemas produk disimpan dalam gudang produk yang telah diseting dalam kondisi ruang standar untuk menjaga kualitas produk.

Tabel 4.3. Pembagian Ruang Inspeksi, Pengemasan dan Gudang Produk

Jenis Ruang	Ukuran (m)		Luas (m ²)
	Panjang	Lebar	
Laboratorium QC	10	5	50
Kantor kepala departemen QC	5	4	20
Ruang administrasi gudang bahan jadi	5	4	20
Ruang pengemasan	18	15	270
Gudang bahan jadi	25	15	375



Gambar 4.5. Tata Letak Ruang Inspeksi & Gudang Produk

4.2.3. Tata Letak Pada Ruang Non Produksi

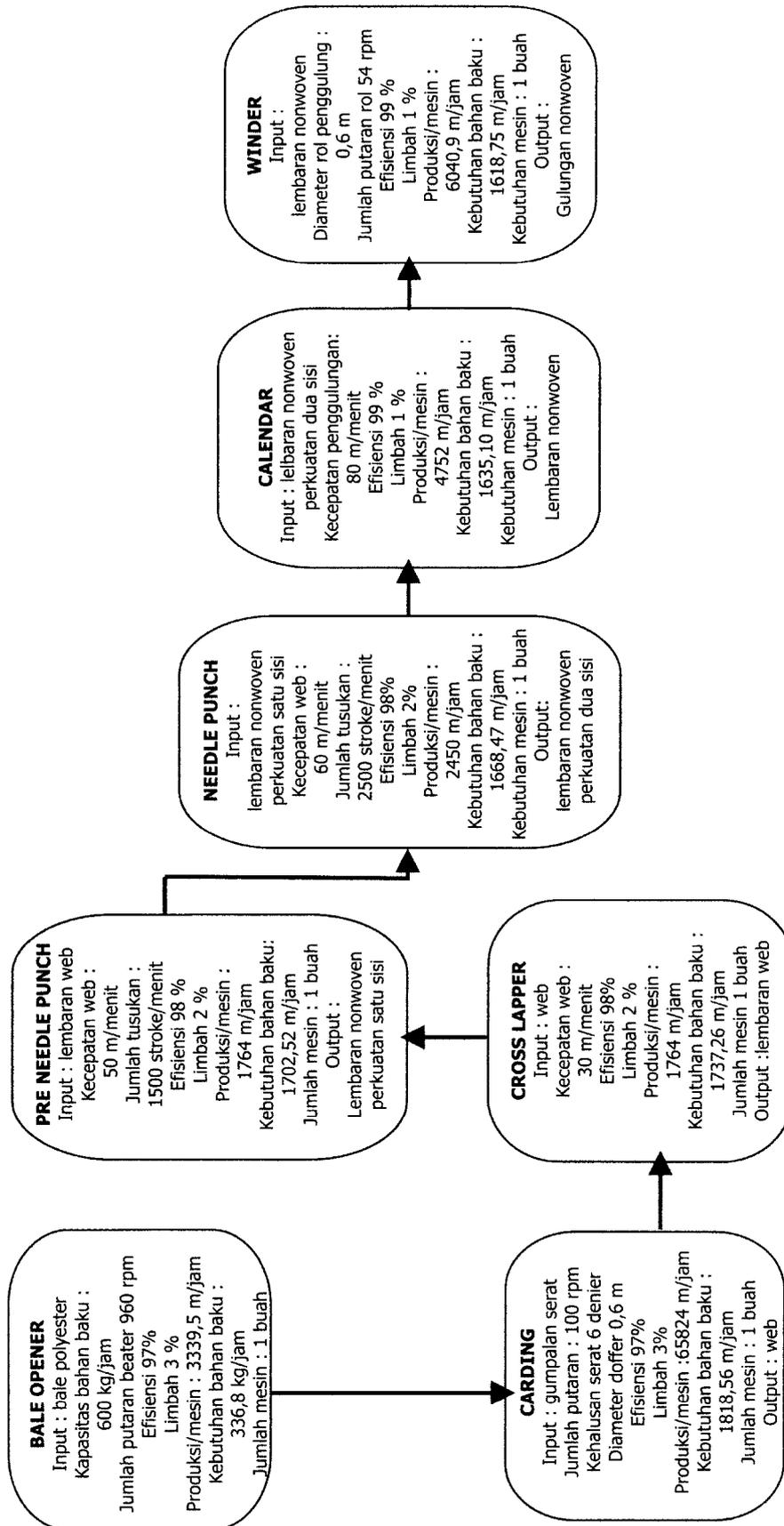
Tabel 4.4. Pembagian Ruang Non Produksi

Jenis Ruang	Ukuran (m)		Luas (m ²)
	Panjang	Lebar	
Aula umum	30	20	600
Kantor utama	40	30	1200
Parkir karyawan kantor	15	10	100
Parkir relasi/tamu	10	10	100
Ruang satpam I	5	5	25
Toilet kantor utama I	5	4	20
Toilet kantor utama II	5	4	20
Ruang satpam II	5	5	25
Ruang satpam III	5	5	25
Parkir karyawan pabrik	20	10	200
Ruang ganti & Kamar mandi pria	18	10	180
Ruang ganti & kamar mandi wanita	18	10	180
Ruang Office boy/dapur	6	5	30
Kantin	20	15	300
Koperasi	6	4	24
Ruang cleaning service	6	3	18
Masjid	15	10	150
Kamar mandi & tempat wudhu	8	5	40
Klinik kesehatan	15	6	90
Ruang SPSI	6	4	24
Mess karyawan	40	25	1000
Parkir truk/trailer	25	16	400
Lapangan futsal	25	15	375
Taman	20	10	200
Utilitas	20	17,5	350

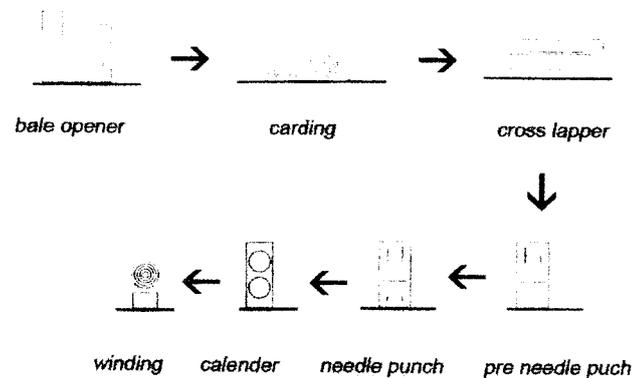
Tabel 4.5. Luas Tanah dan Data Penggunaan Tanah

Luas Tanah	Data Penggunaan Tanah
Luas bangunan	9.500 m ²
Luas jalan	2.000 m ²
Luas tanah	3.500 m ²
Total penggunaan tanah	15.000 m²

4.3. Alir Proses dan Material



Gambar 4.6. Diagram Kuantitatif Pembuatan Nonwoven Geotekstil



Gambar 4.7 Alur Proses Pembuatan Nonwoven Geotekstil

4.4. Utilitas

Unit pendukung proses, lebih dikenal dengan nama utilitas, memiliki peranan penting dalam menunjang kelancaran kegiatan operasional sebuah pabrik. Unit ini berperan dalam menunjang proses produksi lainnya yang mendukung proses produksi secara keseluruhan.

Agar proses produksi berjalan secara berkesinambungan, harus didukung oleh kebutuhan utilitas yang baik. Mengingat pentingnya utilitas ini, maka segala sarana dan prasarananya harus direncanakan sedemikian rupa sehingga dapat menjamin kelangsungan operasi pabrik. Unit ini menyangkut beberapa bagian penting, yaitu :

1. Unit Penyedia Air
2. Unit Penata Udara
3. Unit Pencegah Kebakaran
4. Unit Penyedia Listrik

Kapasitas : 20 liter/menit = 28.800 liter/hari

Pompa untuk menyedot air adalah jenis pompa sentrifugal, jenis ini dipilih karena memiliki beberapa keuntungan antara lain :

- Ongkos pembelian dan peralatan lebih murah.
- Bobot ringan.
- Tidak memakan tempat.
- Mudah dihubungkan dengan penggerak mula jenis apapun.
- Mudah dibersihkan, karena tidak terlalu banyak katup.
- Daya hisap tinggi.

Air merupakan salah satu unsur pokok dalam kegiatan industri. Jumlah pemakaian air tergantung dari pabrik dan jenis industri. Sebaiknya penyediaan air dikembangkan sendiri oleh industri yang bersangkutan. Kebutuhan air pada pabrik ini meliputi :

1. Air Untuk Sanitasi dan Konsumsi

Air yang digunakan untuk memasak, mandi, mencuci, dan sebagainya.

Syarat yang air layak untuk sanitasi adalah :

Tabel 4.6. Syarat Kelayakan Air Keperluan Sanitasi & Konsumsi

Jenis Syarat	Syarat Kelayakan
Syarat fisik	Warna jernih
	Tidak mempunyai rasa
	Tidak berbau
Syarat kimia	Tidak mengandung zat organik & anorganik
	Tidak beracun
	Kesadahan air rendah, pH 7
Syarat biologi	Tidak mengandung bakteri patogen

2. Air Untuk Hidran

Air yang digunakan untuk keadaan darurat seperti pemadaman kebakaran. Sumber air hidran diperoleh dari sumur bor. Asumsi air yang dibutuhkan 200 liter/hari.

3. Air Untuk Kebutuhan Lain

Air kebutuhan lain dapat digunakan untuk pencucian mobil perusahaan, penyiraman tanaman dan lain sebagainya. Sumber air untuk memenuhi kebutuhan pabrik berasal dari sumur bor karena lebih menghemat biaya dibandingkan mengambil air PDAM.

Perhitungan :

Kebutuhan air yang akan digunakan dapat diketahui dengan formula :

$$\text{Kebutuhan air} = \text{asumsi penggunaan} \times \text{jumlah pengguna} \quad \dots(4.1)$$

- Air untuk sanitasi & konsumsi

Tabel. 4.7. Penggunaan Air Untuk Sanitasi dan Konsumsi

Penggunaan air	Asumsi penggunaan (liter/orang/hari)	Σ karyawan (orang)	Kebutuhan air (liter/hari)
Bak mandi	10	236	2.360
Wudhu	3	196	588
Toilet	4	236	944
Konsumsi	5	236	1.180
Total			5.072

$$\text{Kebutuhan air sanitasi \& konsumsi satu bulan} = 5072 \times 26 \text{ hari} = 131.872$$

liter

4.4.2. Unit Penata Udara

Proses produksi membutuhkan kondisi ruangan yang mendukung sehingga perlu pengaturan kelembaban dan temperatur ruangan. Jumlah uap air di udara dapat mempengaruhi sifat bahan dan proses, untuk menjaga kondisi maka suhu dalam ruangan dipertahankan pada suhu 25 °C dan RH 65 % maka digunakan *Air Conditioner* (AC). Pada bagian proses produksi, AC sangat diperlukan untuk :

- Mendinginkan udara
- Mengontrol suhu
- Mengontrol kelembaban udara
- Mengontrol kebersihan udara

Ruangan yang memakai fasilitas AC antara lain : gudang bahan baku, gudang bahan jadi, kantor, ruang produksi, dan aula. Spesifikasi AC yang digunakan adalah :

a. Motor Suplay Air Fan

Merk : Siemen

Type : ILA 6206-2AA70-200L

Kecepatan : 975 rpm

Daya : 5,14 kW

Efisiensi : 85 %

Kapasitas maksimal : 123 m²

b. Window Type

Merk : Toshiba

Kekuatan : 2 pK

Daya : 1,5 kW

Efisiensi : 85 %

Kapasitas maksimal : 49 m²

Untuk ruangan lainnya digunakan kipas angin. Spesifikasi kipas angin yang digunakan adalah :

Merk : Maspion

Daya : 0,075 kW

Kapasitas maksimal : 36 m²

Perhitungan :

Jumlah kebutuhan alat penata udara berupa AC dan kipas angin didasarkan pada luas ruang, sehingga kebutuhan alat penata udara dapat diketahui dengan menggunakan formula

$$\text{Kebutuhan alat} = \frac{\text{luas ruang}}{\text{Kapasitas max}} \quad \dots(4.2)$$

Contoh :

$$\text{Luas ruang bahan baku} = 600 \text{ m}^2$$

$$\text{Kapasitas maksimal AC} = 123 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan AC} &= \frac{600}{123,36} \\ &= 4,8 \approx 5 \text{ buah} \end{aligned}$$

Sehingga kebutuhan alat utilitas penata udara, baik berupa AC dan kipas ditabulasi dalam tabel-tabel dibawah ini.

Tabel 4.8. Kebutuhan AC Jenis Motor Supply Air Fan di Ruang Produksi

Ruang	Luas (m ²)	Σ AC
Ruang bahan baku	600	5 buah
Ruang proses	2.000	17 buah
Ruang inspeksi & produk	750	6 buah
Total kebutuhan		28 buah

Tabel 4.9. Kebutuhan AC *Window Type* di Ruang Produksi

Ruang	Luas (m ²)	Σ AC
Ruang manajer produksi	30	1 buah
Laboratorium raw material	50	1 buah
Laboratorium riset	40	1 buah
Laboratorium QC	60	2 buah
Kantor administrasi produksi	150	3 buah
Ruang kepala departemen QC	20	1 buah
Ruang supervisor	135	3 buah
Ruang pelatihan	50	1 buah
Total kebutuhan		13 buah

Tabel 4.10. Kebutuhan AC *Window Type* Ruang Non Produksi

Ruang	Luas (m ²)	Σ AC
Kantor utama	1.500	31 buah
Aula umum	600	12 buah
Ruang SPSI	24	1 buah
Total kebutuhan		44 buah

Tabel 4.11. Kebutuhan Kipas Angin

Ruang	Luas (m ²)	Σ kipas angin
Masjid	150	5 buah
Kantin	300	9 buah
Klinik kesehatan	90	3 buah
Koperasi	24	1 buah
Mess karyawan	1.000	28 buah
Ruang satpam (3 buah)	@ 25	3 buah
Ruang office boy	30	1 buah
Ruang ganti & kamar mandi pria	180	5 buah
Ruang ganti & kamar mandi wanita	180	5 buah
Total kebutuhan		60 buah

4.4.3. Unit Pencegah Kebakaran

Antisipasi terhadap bahaya kebakaran dilakukan dengan memasang alat detektor asap dan hidran. Detektor asap ditempatkan pada ruang penyimpanan bahan baku, ruang proses produksi, ruang bahan jadi, kantor. Spesifikasi detektor yang digunakan adalah Type WSO-10NA, dengan jangkauan 50 m².

Perhitungan :

Misal : Luas ruang bahan baku 600 m².

$$\text{Jumlah titik pendetektor} = \frac{\text{luas ruangan}}{\text{jangkauan max}} \quad \dots(4.3)$$

$$= \frac{600}{50}$$

$$= 12 \text{ titik}$$

Jenis ruangan dan kebutuhan alat pendeteksi kebakaran disajikan dalam berikut :

Tabel 4.12. Kebutuhan Detektor Asap

Ruang	Luas (m ²)	Σ titik pendetektor
Ruang bahan baku	600	12 titik
Ruang proses	2.000	40 titik
Ruang inspeksi & gudang produk	750	15 titik
Aula utama	600	12 titik
Kantor utama	1.200	24 titik
Mess karyawan	1.000	20 titik
Kantin	300	6 titik
Total kebutuhan		129 titik

Selain detektor kebakaran, juga dipasang hidran sebagai digunakan sebagai sumber air untuk pemadaman kebakaran. Tiap titik hidran menjangkau 250 m². Maka kebutuhan kran hidran dapat dihitung dengan formula :

$$\text{Jumlah kran} = \frac{\text{luas ruangan}}{\text{jangkauan max}} \quad \dots(4.4)$$

Perhitungan

Luas ruang bahan baku : 600 m²

$$\begin{aligned} \text{Jumlah kran} &= \frac{600}{250} \\ &= 2,4 \approx 3 \text{ buah} \end{aligned}$$

Kebutuhan kran hidran seluruhnya ditabulasi pada tabel berikut :

Tabel 4.13. Kebutuhan Kran Hidran

Jenis ruang	Luas (m ²)	Kebutuhan kran
Ruang bahan baku	600	3 buah
Ruang proses	200	8 buah
Ruang inspeksi & gudang produk	750	3 buah
Kantor utama	1.200	5 buah
Aula umum	600	3 buah
Parkir karyawan kantor	100	1 buah
Parkir karyawan	200	1 buah
Parkir truk	400	2 buah
Kantin	300	1 buah
Mess karyawan	1.000	4 buah
Taman	200	1 buah
Utilitas	350	1 buah
Total kebutuhan kran hidran		33 buah

4.4.4. Unit Penyedia Listrik

Unit ini bertugas menyediakan listrik untuk kebutuhan pabrik, perkantoran dan ruang lainnya. Pemenuhan kebutuhan listrik harus dapat dilakukan secara kontinu. Pemenuhan listrik pada pabrik ini berasal dari dua sumber yaitu Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan generator. Agar tidak terjadi kemacetan *supply* listrik, maka instalasi listrik dirancang untuk menggunakan kedua sumber tersebut. Sehingga apabila terjadi pemadaman dari PLN maka digunakan listrik dari generator. Spesifikasi generator set yang digunakan :

Jenis : Diesel Generator Set

Merk : Caterpillar

Daya : 500 kW

Heating value : 8.700 Kcal/kg

Efisiensi : 80 %

Jam kerja : 24 jam

Generator set ini menggunakan bahan bakar solar sehingga bisa menekan biaya produksi. Kebutuhan listrik dalam pabrik ini dapat dikelompokkan menjadi :

4.4.4.1 Listrik Penerangan

Penerangan diperlukan karena memberikan kenyamanan, ketelitian dalam lingkungan kerja sehingga produktivitas meningkat. Kebutuhan listrik penerangan dapat dikelompokkan menjadi empat yaitu listrik penerangan ruang produksi, penerangan ruang non produksi I, penerangan ruang non produksi II, dan penerangan lingkungan pabrik.

a. Ruang Produksi

Penerangan di ruang produksi meliputi gudang bahan baku, ruang proses, ruang *inspecting* dan ruang gudang produk. Syarat kekuatan sinar pada industri nonwoven dan woven adalah $40 \text{ lumens/ft}^2 = 430,52 \text{ lumens/m}^2$ (Nurman, 1993)

Spesifikasi lampu yang digunakan untuk penerangan ruang produksi adalah :

- Jenis lampu : Lampu TL 40 watt
- Jumlah lumens (ϕ) : 450 lumens/watt
- Sudut sebaran sinar (ω) : 4 sr
- Jarak lampu (r) : 4 meter
- Syarat kuat penerangan : $430,52 \text{ lumens/m}^2$

Perhitungan :

$$\text{Luas ruang bahan baku} = 600 \text{ m}^2$$

$$\text{Intensitas cahaya (I)} = \frac{\text{arus cahaya (I)}}{\text{sudut sebaran lampu } (\omega)} \quad \dots(4.5)$$

$$= \frac{40 \times 450}{4}$$

$$= 4.500 \text{ cd}$$

$$\text{Kuat penerangan (E)} = \frac{\text{intensitas cahaya (I)}}{\text{tinggi lampu kuadrat } (r^2)} \quad \dots(4.6)$$

$$= \frac{4.500}{16}$$

$$= 281,25 \text{ lux}$$

$$\text{Luas penerangan (A)} = \frac{\text{arus cahaya } (\phi)}{\text{kuat terang (E)}} \quad \dots(4.7)$$

$$= \frac{18.000}{281,25}$$

$$= 64 \text{ m}^2$$

$$\text{Jumlah titik lampu} = \frac{\text{luas ruang bahan baku}}{\text{luas penerangan (A)}} \quad \dots(4.8)$$

$$= \frac{600}{64}$$

$$= 9,37 \text{ titik lampu} \approx 10 \text{ titik lampu}$$

Jumlah penerangan seluruhnya :

$$= \text{luas ruang} \times \text{syarat kuat penerangan} \quad \dots(4.9)$$

$$= 600 \text{ m}^2 \times 430,52 \text{ lumens/m}^2$$

$$= 258.312 \text{ lumens}$$

Maka tiap titik lampu membutuhkan kuat penerangan sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Kuat penerangan tiap titik lampu} &= \frac{\Sigma \text{ penerangan seluruhnya}}{\Sigma \text{ titik lampu}} \quad \dots(4.10) \\ &= \frac{258.312}{10} \\ &= 25831,2 \text{ lumens} \end{aligned}$$

Sehingga daya titik lampu sebesar :

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{penerangan tiap titik lampu}}{\text{ arus cahaya } (\phi)} \times \text{ daya lampu} \quad \dots(4.11) \\ &= \frac{25831,2 \text{ lumens}}{18.000 \text{ lumens}} \times 40 \text{ watt} \\ &= 57,40 \text{ watt} \end{aligned}$$

Apabila waktu menyala ditentukan selama 24 jam dengan rasio konsumsi 80 %, maka daya yang dipakai per hari sebesar :

$$\begin{aligned} &= 24 \text{ jam} \times 10 \text{ titik lampu} \times 57,40 \text{ watt} \times 0,8 \quad \dots(4.12) \\ &= 11.020,8 \text{ watt/jam} \\ &= 11,0208 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Pemakaian daya listrik per bulan :

$$\begin{aligned} &= 11,0208 \text{ kWh} \times 26 \text{ hari} \quad \dots(4.13) \\ &= 286,54 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Dengan perhitungan yang sama dengan contoh, perencanaan kebutuhan listrik penerangan pada ruang produksi disajikan pada tabel berikut :

**Tabel 4.14. Perencanaan Kebutuhan Listrik Penerangan
 Ruang Produksi**

Ruang	Luas (m ²)	Σ Titik Lampu	Penerangan Tiap Titik Lampu (lumens)	Kekuatan Tiap Titik Lampu (Watt)	Pemakaian/Hari (kWh)	Pemakaian/Bulan (kWh)
Ruang bahan baku	600	10	25.831,2	57,40	11,02	286,54
Ruang proses	2000	32	26.907,5	59,79	36,74	955,24
Ruang inspeksi & gudang produk	750	12	26.907,5	59,79	13,78	358,17
Jumlah Total Daya					61,54	1.599,95

b. Ruang Non Produksi I

Ruang yang ditetapkan sebagai ruang non produksi I antara lain : aula umum, kantor utama, ruang ganti mess karyawan, klinik kesehatan, utilitas. Spesifikasi lampu yang digunakan untuk penerangan ruang non produksi I :

Jenis lampu : Lampu TL 40 watt

Jumlah lumens (φ) : 450 lumens/watt

Sudut sebaran sinar (ω) : 4 sr

Jarak lampu (r) : 4 meter

Syarat kuat penerangan : 322,917 lumens/m²

Perhitungan :

$$\text{Luas aula umum} = 600 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Intensitas cahaya (I)} &= \frac{\text{arus cahaya (I)}}{\text{sudut sebaran lampu } (\omega)} \\ &= \frac{40 \times 450}{4} \\ &= 4.500 \text{ cd} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat penerangan (E)} &= \frac{\text{intensitas cahaya (I)}}{\text{kuadrat tinggi lampu } (r^2)} \\ &= \frac{4500}{16} \\ &= 281,25 \text{ lux} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas penerangan (A)} &= \frac{\text{arus cahaya } (\phi)}{\text{kuat terang (E)}} \\ &= \frac{18.000}{281,25} \\ &= 64 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah titik lampu} &= \frac{\text{luas ruang aula umum}}{\text{luas penerangan (A)}} \\ &= \frac{600}{64} \\ &= 9,37 \text{ titik lampu} \approx 10 \text{ titik lampu} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah penerangan seluruhnya} &= \text{luas ruang} \times \text{syarat kuat penerangan} \\ &= 600 \text{ m}^2 \times 430,52 \text{ lumens/m}^2 \\ &= 258.312 \text{ lumens} \end{aligned}$$

Maka tiap titik lampu membutuhkan kuat penerangan sebesar :

$$\begin{aligned}\text{Kuat penerangan tiap titik lampu} &= \frac{\Sigma \text{ penerangan seluruhnya}}{\Sigma \text{ titik lampu}} \\ &= \frac{258.312}{10} \\ &= 25831,2 \text{ lumens}\end{aligned}$$

Sehingga daya tiap titik lampu sebesar :

$$\begin{aligned}&= \frac{\text{penerangan tiap titik lampu}}{\text{arus cahaya } (\phi)} \times \text{daya lampu} \\ &= \frac{25831,2 \text{ lumens}}{18.000 \text{ lumens}} \times 40 \text{ watt} \\ &= 57,40 \text{ watt}\end{aligned}$$

Apabila waktu menyala ditentukan selama 12 jam dengan rasio konsumsi 80 %, maka daya yang dipakai per hari sebesar :

$$\begin{aligned}&= 12 \text{ jam} \times 10 \text{ titik lampu} \times 57,40 \text{ watt} \times 0,8 \\ &= 5510,4 \text{ watt/jam} \\ &= 5,5104 \text{ kWh}\end{aligned}$$

Pemakaian listrik per bulan = 5,5104 kWh × 26 hari = 143,270 kWh

Dengan perhitungan yang sama dengan contoh, perencanaan kebutuhan listrik penerangan pada ruang non-produksi I disajikan pada tabel berikut :

**Tabel 4.15. Perencanaan Kebutuhan Listrik Penerangan
 Ruang Non Produksi I**

Ruang	Luas (m ²)	∑ Titik Lampu	Penerangan Tiap Titik Lampu (lumens)	Kekuatan Tiap Titik Lampu (Watt)	Pemakaian/hari (kWh)	Pemakaian/Bulan (kWh)
Aula umum	600	10	25831,2	57,40	5,51	143,29
Kantor utama	1200	19	27190,74	60,42	9,20	239,20
Ruang ganti & kamar mandi pria	180	3	25831,2	57,40	1,65	42,98
Ruang ganti & kamar mandi wanita	180	3	25831,2	57,40	1,65	42,98
Mess karyawan	1000	16	26907,5	59,79	9,18	238,77
Klinik kesehatan	90	2	19373,4	43,05	0,83	21,50
Utilitas	350	6	25113,7	55,80	3,25	84,5
Kantin	300	5	25831,2	57,40	2,76	71,63
Masjid	150	3	21526	47,83	1,38	35,83
Total Daya					35,41	926,68

c. Ruang Produksi II

Ruang yang ditetapkan ruang non produksi II antara lain : kantin, parkir karyawan, dll. Spesifikasi lampu yang digunakan untuk penerangan ruang non produksi II :

Jenis lampu : Lampu TL 10 watt

Jumlah lumens (ϕ) : 450 lumens/watt

Sudut sebaran sinar (ω) : 4 sr

Jarak lampu (r) : 4 meter

Syarat kuat penerangan : 322,917 lumens/m²

Perhitungan :

$$\text{Luas parkir karyawan} = 100 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Intensitas cahaya (I)} &= \frac{\text{arus cahaya (I)}}{\text{sudut sebaran lampu } (\omega)} \\ &= \frac{10 \times 450}{4} \\ &= 1125 \text{ cd} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat penerangan (E)} &= \frac{\text{intensitas cahaya (I)}}{\text{kuadrat tinggi lampu } (r^2)} \\ &= \frac{1125}{16} \\ &= 70,313 \text{ lux} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas penerangan (A)} &= \frac{\text{arus cahaya } (\phi)}{\text{kuat terang (E)}} \\ &= \frac{18.000}{70,313} \\ &= 256 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah titik lampu} &= \frac{\text{luas parkir karyawan}}{\text{luas penerangan (A)}} \\ &= \frac{100}{256} \\ &= 0,3 \text{ titik lampu} \approx 1 \text{ titik lampu} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah penerangan seluruhnya} &= \text{luas ruang} \times \text{syarat kuat penerangan} \\ &= 100 \text{ m}^2 \times 430,52 \text{ lumens/m}^2 \\ &= 43052 \text{ lumens} \end{aligned}$$

Maka tiap titik lampu membutuhkan kuat penerangan sebesar :

$$\begin{aligned}\text{Kuat penerangan tiap titik lampu} &= \frac{\Sigma \text{ penerangan seluruhnya}}{\Sigma \text{ titik lampu}} \\ &= \frac{43052}{1} \\ &= 43052 \text{ lumens}\end{aligned}$$

Sehingga daya tiap titik lampu sebesar :

$$\begin{aligned}&= \frac{\text{penerangan tiap titik lampu}}{\text{arus cahaya } (\phi)} \times \text{daya lampu} \\ &= \frac{43052 \text{ lumens}}{18000 \text{ lumens}} \times 10 \text{ watt} \\ &= 23,92 \text{ watt}\end{aligned}$$

Apabila waktu menyala ditentukan selama 12 jam dengan rasio konsumsi 80 %, maka daya yang digunakan per hari sebesar :

$$\begin{aligned}&= 12 \text{ jam} \times 1 \text{ titik lampu} \times 23,92 \text{ watt} \times 0,8 \\ &= 229,632 \text{ watt/jam} \\ &= 0,229 \text{ kWh}\end{aligned}$$

$$\text{Pemakaian daya listrik per bulan} = 0,229 \text{ kWh} \times 26 \text{ hari} = 5,970 \text{ kWh}$$

Dengan perhitungan yang sama dengan contoh, perencanaan kebutuhan listrik penerangan pada ruang non-produksi II disajikan pada tabel berikut :

**Tabel 4.16. Perencanaan Kebutuhan Listrik Penerangan
 Ruang Non Produksi II**

Ruang	Luas (m ²)	Σ Titik Lampu	Penerangan Tiap Titik Lampu (lumens)	Kekuatan Tiap Titik Lampu (Watt)	Pemakaian/Hari (kWh)	Pemakaian/Bulan (kWh)
Parkir karyawan kantor	100	1	43052	23,92	0,23	5,98
Ruang satpam I	25	1	10763	5,98	0,06	1,50
Toilet kantor utama	20	1	8610,4	4,79	0,05	1,20
Ruang satpam II	25	1	10763	5,98	0,06	1,50
Ruang satpam III	25	1	10763	5,98	0,06	1,50
Parkir karyawan pabrik	200	1	86104	47,84	0,46	11,95
Ruang office boy/dapur	30	1	12915,6	71,75	0,69	17,91
koperasi	24	1	10332,48	5,74	0,06	1,43
Ruang cleaning service	18	1	7749,36	0,043	4,128×10 ⁻⁴	0,011
Kamar mandi & tempat wudhu	40	1	17220,8	9,567	0,09	0,220
Ruang SPSI	24	1	10332,48	5,74	0,06	1,43
Parkir truk	400	2	86104	47,84	0,92	23,90
Taman	200	1	86104	47,84	0,46	11,94
Total daya					3,20	80,47

d. Penerangan Lingkungan Pabrik

Spesifikasi lampu yang digunakan untuk penerangan lingkungan

luar pabrik adalah :

Jenis lampu :Mercury 250 watt

Luas jalan : 5000 m²

Arus cahaya (φ) : 9000 lumens/250 watt

Sudut sebaran sinar : 4 sr

Jarak lampu : 5 meter

Syarat penerangan : 107,63 lumens/m²

Perhitungan :

$$\text{Luas jalan} = 5000 \text{ m}^2$$

$$\text{Intensitas cahaya (I)} = \frac{\text{arus cahaya (I)}}{\text{sudut sebaran lampu } (\omega)}$$

$$= \frac{9000}{4}$$

$$= 2250 \text{ cd}$$

$$\text{Kuat penerangan (E)} = \frac{\text{intensitas cahaya (I)}}{\text{kuadrat tinggi lampu } (r^2)}$$

$$= \frac{2250}{25}$$

$$= 90 \text{ lux}$$

$$\text{Luas penerangan (A)} = \frac{\text{arus cahaya } (\phi)}{\text{kuat terang (E)}}$$

$$= \frac{9000}{90}$$

$$= 100 \text{ m}^2$$

$$\text{Jumlah titik lampu} = \frac{\text{luas jalan}}{\text{luas penerangan (A)}}$$

$$= \frac{5000}{100}$$

$$= 50 \text{ titik lampu}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah penerangan seluruhnya} &= \text{luas jalan} \times \text{syarat kuat penerangan} \\ &= 5000 \text{ m}^2 \times 107,63 \text{ lumens/m}^2 \\ &= 538150 \text{ lumens}\end{aligned}$$

Maka tiap titik lampu membutuhkan kuat penerangan sebesar :

$$\begin{aligned}\text{Kuat penerangan tiap titik lampu} &= \frac{\Sigma \text{ penerangan seluruhnya}}{\Sigma \text{ titik lampu}} \\ &= \frac{538150}{50} \\ &= 10763 \text{ lumens}\end{aligned}$$

Sehingga daya tiap titik lampu sebesar :

$$\begin{aligned}&= \frac{\text{penerangan tiap titik lampu}}{\text{arus cahaya } (\phi)} \times \text{daya lampu} \\ &= \frac{10763 \text{ lumens}}{9000 \text{ lumens}} \times 250 \text{ watt} \\ &= 298,972 \text{ watt}\end{aligned}$$

Apabila waktu menyala ditentukan selama 12 jam dengan rasio konsumsi 80 %, maka daya yang digunakan per hari sebesar :

$$\begin{aligned}&= 12 \text{ jam} \times 50 \text{ titik lampu} \times 298,972 \text{ watt} \times 0,8 \\ &= 143,507 \text{ kWh}\end{aligned}$$

Penerangan untuk lapangan futsal menggunakan lampu dengan spesifikasi berikut:

Jenis lampu	: Mercury 250 watt
Luas lapangan	: 375 m ²
Arus cahaya (ϕ)	: 9000 lumens/250 watt

Sudut sebaran sinar : 4 sr

Jarak lampu : 5 meter

Syarat penerangan : 107,63 lumens/m²

Perhitungan :

$$\begin{aligned}\text{Intensitas cahaya (I)} &= \frac{\text{arus cahaya (I)}}{\text{sudut sebaran lampu } (\omega)} \\ &= \frac{9000}{4} \\ &= 2250 \text{ cd}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kuat penerangan (E)} &= \frac{\text{intensitas cahaya (I)}}{\text{kuadrat tinggi lampu } (r^2)} \\ &= \frac{2250}{25} \\ &= 90 \text{ lux}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas penerangan (A)} &= \frac{\text{arus cahaya } (\phi)}{\text{kuat terang (E)}} \\ &= \frac{9000}{90} \\ &= 100 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah titik lampu} &= \frac{\text{luas lapangan}}{\text{luas penerangan (A)}} \\ &= \frac{375}{100} \\ &= 3,75 \approx 4 \text{ titik lampu}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah penerangan seluruhnya} &= \text{luas lapangan} \times \text{syarat kuat penerangan} \\ &= 375 \text{ m}^2 \times 107,63 \text{ lumens/m}^2 \\ &= 403,613 \text{ lumens}\end{aligned}$$

Maka tiap titik lampu membutuhkan kuat penerangan sebesar :

$$\begin{aligned}\text{Kuat penerangan tiap titik lampu} &= \frac{\Sigma \text{ penerangan seluruhnya}}{\Sigma \text{ titik lampu}} \\ &= \frac{403,613}{4} \\ &= 100,903 \text{ lumens}\end{aligned}$$

Sehingga daya tiap titik lampu sebesar :

$$\begin{aligned}&= \frac{\text{penerangan tiap titik lampu}}{\text{arus cahaya } (\phi)} \times \text{daya lampu} \\ &= \frac{100,903 \text{ lumens}}{9000 \text{ lumens}} \times 250 \text{ watt} \\ &= 2,8 \text{ watt}\end{aligned}$$

Apabila waktu menyala ditentukan selama 12 jam dengan rasio konsumsi 80 %, maka daya yang digunakan per hari sebesar :

$$\begin{aligned}&= 12 \text{ jam} \times 4 \text{ titik lampu} \times 2,8 \text{ watt} \times 0,8 \\ &= 107,52 \text{ kWh}\end{aligned}$$

Penggunaan daya listrik per bulan :

$$= (143,507 \text{ kWh} + 107,52 \text{ kWh}) \times 26 \text{ hari} = 6526,702 \text{ kWh}$$

4.4.4.2 Listrik Mesin Produksi

Suplai tenaga listrik untuk mesin produksi berasal dari PLN dan generator apabila terjadi pemadaman listrik dari PLN. Kebutuhan listrik untuk mengoperasikan mesin setiap harinya dapat diketahui dengan formula

Pemakaian listrik dalam satu hari :

$$= \sum \text{mesin} \times \text{eff} \times \text{jam kerja} \times \text{daya} \quad \dots(4.14)$$

Perhitungan :

1. Mesin Bale Opener

Daya = 4,5 kW

Efisiensi = 97 %

Jumlah mesin = 1 buah

Jam kerja = 24 jam

Penggunaan listrik dalam satu hari adalah :

$$= \sum \text{mesin} \times \text{eff} \times \text{jam kerja} \times \text{daya}$$

$$= 2 \times 0,97 \times 24 \times 4,5$$

$$= 104,8 \text{ kWh}$$

Sehingga pemakaian listrik untuk mesin produksi ditabulasi sebagai berikut :

Tabel 4.17. Kebutuhan Listrik Mesin Produksi

Jenis Mesin	Σ mesin	Daya (kWh)
Bale opener	1	104,8
Carding	1	261,9
Cross lapper	1	1315,9
Pre needle punch	1	965
Needle punch	1	877,3
Calendar	1	955,2
Winding	1	774,6
Total daya yang dibutuhkan		5254,7

Penggunaan daya selama satu bulan :

$$= 5254,7 \text{ kWh} \times 26 \text{ hari} \quad \dots(4.15)$$

$$= 136.622,2 \text{ kWh}$$

4.4.4.3 Listrik Peralatan Laboratorium

Listrik digunakan untuk mengoperasikan peralatan untuk pengujian di laboratorium, seperti pada tabel berikut :

Tabel 4.18. Kebutuhan Listrik Peralatan Laboratorium

Jenis mesin	Σ mesin	Jam kerja	Daya mesin	Daya/hari
Tensometer	1 buah	12 jam	0,5 kW	6 kWh
Mesin uji coblos	1 buah	12 jam	0,5 kW	6 kWh
Mesin needle punch skala lab	1 buah	12 jam	3 kW	36 kWh
Digital weighing	1	12 jam	0,5 kW	6 kWh
Total				54 kWh

Penggunaan daya listrik peralatan laboratorium selama satu bulan :

$$54 \text{ kWh} \times 26 = 1404 \text{ kWh}$$

4.4.4.4 Listrik Penata Udara dan Pompa

Listrik digunakan untuk mengoperasikan penata udara seperti AC, kipas angin dan pompa. Banyak daya yang dibutuhkan untuk mengoperasikan alat penata udara dihitung menggunakan formula berikut :

$$\text{Daya yang dibutuhkan/hari} : \sum AC \times \text{eff} \times \text{waktu menyala} \times \text{daya}$$

Perhitungan :

Daya yang dibutuhkan/hari AC di ruang produksi adalah :

$$= \sum AC \times \text{eff} \times \text{waktu menyala} \times \text{daya}$$

$$= 28 \text{ buah} \times 0,85 \times 24 \text{ jam} \times 5,14 \text{ kWh}$$

$$= 2935,97 \text{ kWh}$$

Daya listrik yang dibutuhkan untuk utilitas penata udara disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.19. Kebutuhan Listrik Untuk Alat Penata Udara

Jenis Penata Udara	Kebutuhan ruang	Jumlah	Waktu kerja	Daya yang digunakan/hari
AC motor supply air fan	Ruang produksi	28 buah	24 jam	2935,97 kWh
AC window type	Ruang produksi	13 buah	24 jam	1363,13 kWh
AC window type	Ruang non produksi	38 buah	12 jam	581,40 kWh
Kipas angin		60 buah	12 jam	54 kWh
Total daya				4934,50 kWh

$$\text{Kebutuhan pompa} = \frac{\text{kebutuhan air per hari}}{\text{kapasitas pompa}} \quad \dots(4.16)$$

$$= \frac{5.072 \text{ liter}}{28.800 \text{ liter}}$$

$$= 0,18 \approx 1 \text{ pompa}$$

$$\text{Jam kerja} = \frac{\text{kebutuhan air per hari}}{\text{kapasitas pompa per jam}} \quad \dots(4.17)$$

$$= \frac{5.072 \text{ liter}}{1.200 \text{ liter}}$$

$$= 4,2 \approx 4 \text{ jam}$$

$$\text{Daya yang dibutuhkan/hari} = 4 \text{ jam} \times 1 \times 0,75 \text{ kWh} \quad \dots(4.18)$$

$$= 3 \text{ kWh}$$

Daya yang dibutuhkan untuk penata udara dan pompa per bulan adalah

$$(4934,50 \text{ kWh} + 3 \text{ kWh}) \times 26 \text{ hari} = 128.375 \text{ kWh}$$

4.4.4.5 Listrik Kebutuhan Lain-Lain

Listrik digunakan untuk mengoperasikan komputer, printer, scanner, mesin fotocopy, faks, dan kebutuhan rumah tangga lainnya.

Tabel 4.20. Kebutuhan Listrik Untuk Lain-Lain

Alat	Jumlah	Daya	Waktu kerja	Daya yang dibutuhkan/hari
Komputer	40 buah	420 watt	12 jam	201,6 kWh
Printer	40 buah	150 watt	12 jam	72 kWh
Scanner	10 buah	150 watt	12 jam	18 kWh
Mesin fotocopy	2 buah	1200 watt	8 jam	19,2 kWh
Mesin faks	4 buah	200 watt	12 jam	9,6 kWh
Total daya				320,4 kWh

Sehingga daya yang dibutuhkan selama satu bulan

$$320,4 \text{ kWh} \times 26 \text{ hari} = 8330,4 \text{ kWh}$$

Unit penyediaan listrik membutuhkan daya yang keseluruhan direkapitulasikan pada tabel dibawah.

Tabel 4.21 Daya Keseluruhan Unit Penyediaan Listrik

No.	Kebutuhan	Daya yang dibutuhkan selama satu bulan (kWh)
1	Listrik penerangan	
	a. ruang produksi	1.599,95
	b. ruang non produksi I	926,68
	c. ruang non produksi II	80,47
	d. Lingkungan sekitar	6.576,70
2.	Mesin produksi	136.622,2
3.	Alat laboratorium	1404
4.	Penata udara & pompa	128375
5.	Kebutuhan lain-lain	8.330,40
Total daya		283.915,4

4.4.5. Unit Penyedia Bahan Bakar

Bahan bakar yang dibutuhkan adalah solar untuk generator. Solar disediakan untuk memenuhi kebutuhan selama 30 hari. Penyimpanan solar menggunakan tanki dengan spesifikasi :

Bentuk : Silinder

Bahan konstruksi : Carbon steel SA-238 Grad C

Kapasitas tangki : 1,5246 m³

Ukuran :

$$\Phi = 1,248 \text{ m}$$

Tinggi = 1,248 m

Tebal = 3/8 inci

Jumlah tangki yang dibutuhkan :

$$= \frac{\text{kebutuhan solar}}{\text{kapasitas tangki}} \quad \dots(4.19)$$

$$= \frac{4,376112 \text{ m}^3}{1,5246 \text{ m}^3}$$

$$= 2,8 \approx 3 \text{ tangki}$$

Perhitungan :

1. Generator

Kebutuhan bahan bakar yang digunakan sesuai dengan spesifikasi, yaitu jenis solar dengan *heating value* 8.700 Kcal/kg, efisiensi 80 %, input generator 500 kWh dan berat jenis solar 0,870 kg / liter. Dimana 1 kWh = 860 Kcal, maka

$$\begin{aligned} \text{Input/jam} &= 500 \text{ kWh/jam} \times 860 \text{ Kcal} \quad \dots(4.20) \\ &= 430.000 \text{ Kcal} \end{aligned}$$

Jika 1 kg solar menghasilkan energi listrik (*heating value*) sebesar 8.700 Kcal.

$$\begin{aligned} \text{Input/jam} &= \frac{430.000 \text{ Kcal}}{8.700 \text{ Kcal/kg}} \quad \dots(4.21) \\ &= 49,425 \text{ kg} \end{aligned}$$

Jika berat jenis = 0,870 kg/liter, maka

$$\begin{aligned} \text{Input/jam} &= \frac{49,425 \text{ kg}}{0,870 \text{ kg/li ter}} \quad \dots(4.22) \\ &= 56,81 \text{ liter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga kebutuhan solar satu hari} &= 24 \text{ jam} \times 56,81 \text{ liter} \\ &= 1363,44 \text{ liter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan solar satu bulan} &= 26 \text{ hari} \times 1363,44 \text{ liter/hari} \\ &= 35.449,44 \text{ liter} \end{aligned}$$

2. Sarana Transportasi

Tabel 4.22. Kebutuhan Solar Untuk Sarana Transportasi

Jenis sarana	Asumsi kebutuhan @ sarana	Σ sarana	Kebutuhan
Forklift	15 liter/hari	2 buah	30 liter/hari
Bus karyawan	100 liter/hari	2 buah	200 liter/hari
Mobil kantor	50 liter/hari	5 buah	250 liter/hari
Truk	150 liter/hari	2 buah	300 liter/hari
Total			780 liter/hari

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan solar tiap bulan} &= 780 \text{ liter} \times 26 \text{ hari} \\ &= 20.280 \text{ liter} \end{aligned}$$

Total kebutuhan solar unit penyedia bahan bakar selama satu bulan :

$$35.449,44 \text{ liter} + 20.280 \text{ liter} = 55.729,44 \text{ liter}$$

4.4.6. Unit Perawatan Mesin (*Maintenance*)

Unit ini berfungsi untuk merawat seluruh peralatan pabrik yang berskala besar maupun skala kecil, serta turun mesin (*overhaul*). Kegiatan

perawatan yang dilakukan dalam suatu perusahaan dibedakan menjadi dua macam, yaitu :

1. *Preventive maintenance*

Adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi yang dapat menyebabkan kerusakan fasilitas produksi saat digunakan.

2. *Corrective maintenance*

Adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan setelah terjadinya suatu kerusakan atau kelainan pada fasilitas/peralatan sehingga tidak berfungsi baik.

Untuk menghindari terjadinya kerusakan fatal pada mesin, maka dilakukan pemeliharaan mesin. Adapun tahapan pemeliharaan dan perawatan mesin meliputi :

- Pembersihan
- Pelumasan
- Pengecekan
- Penyettingan
- Perbaikan
- Penggantian suku cadang
- Modifikasi

Perawatan dan pemeliharaan mesin dapat digolongkan menjadi :

a. Pemeliharaan Harian

Dilakukan untuk melihat fungsi setiap gerak mesin dengan tujuan mencari langsung faktor-faktor yang mungkin terjadi pada hari itu, sehingga penyebab kerusakan dapat diketahui sedini mungkin.

b. Penjadwalan Pemeliharaan

Kondisi mesin diperiksa, bagian-bagian mesin yang kendur dikencangkan, memeriksa keadaan baut dan mur yang kendur atau hilang.

c. Pemeliharaan Bongkar Pasang

Bila mesin telah beroperasi kurang lebih selama lima tahun sebaiknya diperiksa secara keseluruhan terutama pada rangkaian vital. Mengganti peralatan yang aus atau rusak sehingga mesin dapat awet dan beroperasi efisien. Metode pelumasan mesin secara selektif dan berkala penting dilakukan. Kemampuan teknik pemeliharaan yang baik diperlukan untuk menjaga performa mesin dan menghemat biaya pemeliharaan.

d. Pembersihan Mesin

Selama proses produksi berlangsung banyak debu dan kotoran yang masuk di sela-sela mesin roda gigi, komputer kontrol. Debu dan kotoran ini mengganggu kinerja mesin, dalam jangka panjang dapat

merusak mesin. Pembersihan mesin perlu dilakukan untuk menghindari kerusakan mesin.

4.4.7. Unit Transportasi

Sarana transportasi sangat menunjang kelancaran proses produksi, baik saat proses produksi maupun saat proses distribusi produk pada konsumen. Sarana transportasi yang digunakan adalah :

a. Forklift

Berfungsi mengangkut material-material berat. Kendaraan ini sangat praktis dan ekonomis karena membutuhkan seorang operator untuk mengoperasikannya dan dapat meringankan tugas karyawan. Jumlah forklift yang digunakan dua buah yaitu untuk ruang bahan baku dan ruang produk.

b. Truk

Digunakan untuk transportasi pengangkutan bahan baku dan distribusi produk kepada pihak luar pabrik seperti para pembeli. Jumlah truk yang digunakan adalah 2 buah.

c. Mobil dinas

Digunakan sebagai sarana transportasi untuk jajaran direksi.

d. Bus karyawan

Digunakan sebagai sarana transportasi karyawan untuk mengurangi tingkat keterlambatan karyawan sehingga meningkatkan produktivitas karyawan.

e. Kereta dorong

digunakan untuk memudahkan proses pengangkutan material bahan baku.

4.4.8. Unit Telekomunikasi

Untuk memerlancar kegiatan komunikasi dalam perusahaan maupun dengan pihak luar, maka diperlukan sarana yang dapat menunjang komunikasi, antara lain :

a. Airphone

Untuk komunikasi antar bagian-bagian pabrik.

b. Telepon dan faksimili

Untuk komunikasi dengan pihak luar perusahaan. Pengeluaran untuk telepon diperkirakan Rp 10.000.000/bulan.

c. Internet

Untuk memudahkan komunikasi dengan para relasi perusahaan dari luar negeri. Pengeluaran untuk internet diperkirakan Rp 2.000.000

4.5. Organisasi Perusahaan

4.5.1. Bentuk Perusahaan

a. Bentuk perusahaan : Perseroan Terbatas

b. Jenis usaha : Industri tekstil kain nonwoven geotekstil

c. Lokasi : Kawasan industri Pasuruan Industrial Estate
Rembang (PIER)

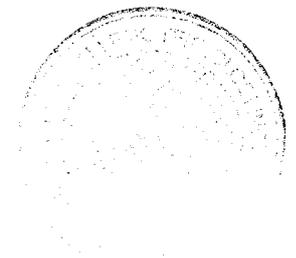
- d. Luas tanah : 15.000 m²
- e. Luas bangunan : 9.500 m²
- f. Kapasitas Produksi : 12.000.000 meter/tahun

4.5.2. Badan Usaha

Badan Usaha yang akan dibentuk dalam tugas akhir prarancangan pabrik industri tekstil kain geotekstil ini berupa Perseroan Terbatas (PT). Badan usaha jenis ini adalah suatu badan yang mempunyai kekayaan dan hak memiliki. Tanda keikutsertaan seseorang memiliki perusahaan adalah dengan memiliki saham perusahaan. Semakin banyak saham yang dimiliki, semakin besar pula andil dan kedudukannya dalam perusahaan tersebut.

Jika terjadi hutang, maka harta milik pribadi tidak dapat dipertanggungjawabkan atas hutang perusahaan, tetapi terbatas pada sahamnya saja. Dengan kata lain perseroan terbatas adalah perseroan berbentuk badan hukum. Disebut perseroan sebab modal badan hukum ini terdiri dari sero atau saham. Istilah terbatas tertuju pada tanggung jawab persero atau pemegang saham yang lingkupnya terbatas pada nilai nominal dari semua saham yang dimilikinya (*M. Sayuti, 2008*). Alasan dipilihnya Perseroan Terbatas adalah sebagai berikut :

1. Modal yang lebih besar bisa terkumpul dengan cara yang lebih mudah. Karena modal sahamnya dibagi-bagi dalam pecahan kecil, sehingga investor kecil dapat menggunakan kesempatan turut serta sebagai pemegang saham.



2. Mudah mencari modal kerja, karena dengan penjualan tersebut modal perusahaan mudah didapat.
3. Calon pembeli saham akan tertarik untuk membeli saham karena resikonya terbatas pada jumlah modal yang disetorkan. Oleh karena itu saham dari perusahaan yang memasyarakat (*go public*) itu dapat dijualbelikan di bursa saham, orang mudah menjual saham yang dibelinya.
4. Jumlah saham dapat ditambah bila dikehendaki, kecuali dapat menerbitkan saham, perseroan itu dapat pula menerbitkan obligasi yaitu surat tanda hutang yang suatu saat dapat dijual.
5. Para pemilik dan pemimpin perusahaan dipisahkan fungsinya dalam hal tanggung jawab maupun kewajibannya, untuk menghindari penyelewengan kekuasaan dalam perusahaan.
6. Bentuk PT memudahkan perusahaan dalam pemindahtanganan saham. Jika hal tersebut terjadi tidak akan berpengaruh banyak terhadap kinerja perusahaan, karena pemegang saham hanya mempunyai suara dalam Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS).

4.5.3. Struktur Organisasi

Asal kata organisasi berasal dari bahasa Yunani *organon* secara harfiah berarti alat atau instrumen. Arti tersebut menyiratkan organisasi adalah alat bantu manusia. Ketika seseorang mendirikan organisasi maka tujuan akhir bukan orang itu sendiri melainkan organisasi tempat ia dan

orang-orang yang terlibat dalam mencapai tujuan lain lebih mudah dan efektif.

Itulah sebabnya organisasi sering didefinisikan sebagai suatu wadah atau alat dimana orang-orang yang mempunyai satu misi dan visi melakukan kegiatan untuk mencapai tujuan yang diharapkan dan merupakan salah satu penunjang kemajuan perusahaan tersebut.

Definisi itu populer, namun terlalu sederhana. Definisi yang lebih komprehensif dijelaskan oleh Ahmad Sobirin :

”Organisasi adalah unit sosial/entitas sosial yang didirikan manusia untuk jangka waktu relatif lama, beranggotakan sekelompok manusia – minimal dua orang – mempunyai kegiatan terkoordinir, teratur, terstruktur dan didirikan untuk mencapai tujuan tertentu dan mempunyai identitas diri yang membedakan satu entitas dengan entitas yang lain.” (*Sobirin, 2007*)

Jika dikaitkan dengan perusahaan, maka pengertian organisasi mempunyai makna yang statis, yang membuat perusahaan hidup dan dinamis adalah karena adanya proses manajemen. Agar proses tersebut berjalan baik, maka organisasi sebagai sarannya perlu dirancang. Hasil akhir perancangan organisasi inilah yang disebut struktur organisasi. Struktur organisasi memiliki beberapa aspek, sebagai berikut :

a. Hubungan pelaporan

Hubungan pelaporan dinyatakan sebagai garis vertikal pada skema organisasi. Garis vertikal ini menunjukkan kepada siapa suatu jabatan harus melapor dan juga menggambarkan lingkup tanggung jawab setiap jabatan dalam organisasi.

b. Alokasi tugas dan tanggung jawab

Skema organisasi memberikan penjelasan mengenai tugas dan tanggung jawab setiap jabatan dalam organisasi.

c. Pengelompokan menurut fungsi

Para karyawan dalam struktur organisasi dikelompokkan menurut fungsinya masing-masing. Karyawan yang memiliki pekerjaan sama dikelompokkan pada suatu bagian organisasi dan dipimpin oleh seorang atasan.

Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang baik maka perlu diperhatikan beberapa asas yang dapat dijadikan pedoman, antara lain :

1. Perumusan tugas perusahaan harus jelas.
2. Pendelegasian wewenang.
3. Pembagian tugas kerja.
4. Kesatuan perintah dan tanggung jawab.
5. Sistem pengontrolan atas pekerjaan yang telah dilaksanakan.

4.5.4. Tugas dan Wewenang

Sistem pembagian tugas berdasarkan wewenang akan memudahkan dalam menyelesaikan tugas dan pekerjaan yang menjadi tanggung jawab setiap anggota organisasi. Deskripsi kerja (*job description*) merupakan panduan untuk mengetahui bagian mana saja yang menjadi tanggung jawab kerja anggota organisasi. Berikut adalah penjelasan mengenai tugas dan wewenang dari masing-masing anggota organisasi.

4.5.4.1. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah orang yang menyetorkan modal dengan membeli lembaran saham yang nantinya akan menjadi modal usaha dari perusahaan tersebut. Beberapa orang pemegang saham mengumpulkan modal untuk keperluan pendirian dan berjalannya perusahaan tersebut. Para pemilik saham merupakan pemilik perusahaan. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan berbentuk PT adalah RUPS. Tugas dan wewenang RUPS adalah :

- a) Mengangkat serta memberhentikan dewan komisaris dan anggota dewan komisaris.
- b) Meminta pertanggungjawaban dewan komisaris atas mandat yang telah dipercayakan oleh RUPS.
- c) Mengetahui rencana pelaksanaan kegiatan perusahaan dan menerima laporan laba rugi tahunan dari dewan komisaris.
- d) Mengangkat dan memberhentikan presiden direktur.

4.5.4.2. Dewan Komisaris

Para pemegang saham dalam melaksanakan kegiatannya diwakili oleh dewan komisaris yang diangkat oleh RUPS dalam jangka waktu tertentu. Dewan komisaris dipimpin oleh seorang presiden direktur. Dewan komisaris merupakan jabatan tertinggi di dalam struktur organisasi perusahaan. Dewan komisaris dan anggota dewan komisaris berhak memilih dan dipilih sebagai presiden direktur. Serta memilih dan mengesahkan direktur perusahaan. Tugas dan wewenang dewan komisaris adalah :

- a) Merumuskan kebijaksanaan umum perusahaan.
- b) Mengarahkan dan mengawasi perusahaan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
- c) Mengesahkan pengeluaran modal dan pembagian keuntungan atas persetujuan dari RUPS.
- d) Berhak memilih dan dipilih sebagai presiden direktur yang selanjutnya disahkan oleh RUPS.
- e) Memilih, memberhentikan, dan mengesahkan direktur perusahaan.
- f) Berhak memeriksa pembukuan, inventaris, keuangan dan lain-lain.
- g) Meminta pertanggungjawaban presiden direktur.

4.5.4.3. Presiden Direktur

Dalam melaksanakan kegiatan usahanya, para dewan komisaris diwakili presiden direktur. Presiden direktur selaku pemimpin perusahaan tertinggi yang diangkat oleh dewan komisaris dan disahkan oleh RUPS untuk jangka waktu tertentu. Tugas dan wewenang presiden direktur :

- a) Bertanggung jawab terhadap RUPS.
- b) Merumuskan kebijakan umum perusahaan dalam pelaksanaan operasional secara umum.
- c) Berhak mengajukan nama direktur perusahaan kepada dewan komisaris untuk diangkat dan disahkan.
- d) Mengarahkan dan mengawasi perusahaan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

- e) Mengesahkan pengeluaran modal dan pembagian keuntungan atas persetujuan dari RUPS.
- f) Menolak atau menyetujui rencana pelaksanaan operasional perusahaan yang diajukan oleh direktur perusahaan.
- g) Memberikan laporan pertanggungjawaban berkaitan seluruh kegiatan operasional maupun non operasional kepada dewan komisaris dengan diketahui oleh RUPS.

4.5.4.4. Direktur Perusahaan

Direktur perusahaan dipilih dan disahkan oleh dewan komisaris dan dipercaya oleh presiden direktur dan dewan komisaris untuk melaksanakan kegiatan operasional secara keseluruhan. Direktur perusahaan merupakan pelaksana dari kebijakan umum dengan mengimplementasikannya menjadi kebijakan-kebijakan strategis perusahaan. Direktur perusahaan bertugas memimpin dan mengkoordinasi pelaksanaan kebijakan strategis perusahaan oleh masing-masing bagian. Tugas dan wewenang direktur perusahaan adalah :

- a) Melaksanakan dan mengarahkan kegiatan perusahaan agar sesuai dengan keputusan dewan komisaris.
- b) Memberikan laporan pertanggungjawaban berkaitan dengan kegiatan operasional perusahaan kepada presiden direktur dan dewan komisaris.
- c) Bertanggung jawab kepada presiden direktur.
- d) Berhak mengangkat dan memberhentikan staf dibawahnya.

- e) Membawahi manajer produksi, manajer administrasi dan keuangan, manajer pemasaran dan penyimpanan.

4.5.4.5. Manajer Produksi

Manajer produksi bertanggung jawab terhadap kelancaran proses produksi. Tugas dan wewenang manajer produksi adalah :

- a) Bertanggung jawab kepada direktur perusahaan.
- b) Memimpin langsung jalannya proses produksi.
- c) Bertanggung jawab atas perencanaan dan pelaksanaan produksi.
- d) Menjabarkan proses produksi.
- e) Menerima rencana pelaksanaan kegiatan operasional secara keseluruhan dari direktur perusahaan.
- f) Mengawasi kesinambungan operasional pabrik.
- g) Merumuskan kebijakan teknik operasional pabrik.
- h) Memberikan laporan pertanggungjawaban mengenai jalannya proses produksi kepada direktur perusahaan.

4.5.4.6. Manajer Administrasi dan Keuangan.

Manajer administrasi dan keuangan bertugas mengelola bagian administrasi baik kepegawaian, perusahaan serta keuangan. Tugas dan wewenang manajer administrasi dan keuangan :

- a) Mengelola administrasi kepegawaian dan perusahaan.
- b) Melakukan perencanaan dan pengelolaan sumber daya manusia, perencanaan serta keamanan dan keselamatan kerja di seluruh pabrik.
- c) Bertanggung jawab kepada direktur perusahaan.

- d) Memberikan laporan pertanggungjawaban mengenai pengelolaan administrasi dan keuangan kepada direktur perusahaan.

4.5.4.7. Manajer Pemasaran

Manajer pemasaran bertugas melakukan terobosan-terobosan agar produk dapat laku keras di pasaran. Seorang manajer pemasaran adalah ujung tombak perusahaan untuk memasarkan produk yang dihasilkan. Tugas dan wewenang manajer pemasaran adalah :

- a) Mengelola secara tepat strategi pemasaran yang telah dirumuskan oleh direktur perusahaan serta mengimplementasikannya secara berkesinambungan.
- b) Melakukan perencanaan pemasaran secara tepat.
- c) Bertanggung jawab kepada direktur perusahaan.
- d) Memberikan laporan pertanggungjawaban mengenai pemasaran produk yang dihasilkan kepada direktur perusahaan.
- e) Bekerjasama dengan manajer administrasi dan keuangan menyusun *draft* perencanaan dan pelaksanaan produksi serta pemasaran produk.

4.5.4.8. Kepala Departemen

Kepala departemen memiliki beberapa tugas, diantaranya adalah : bertanggung jawab dalam mengawasi dan melaksanakan rencana produksi, menerjemahkan rencana atau strategi kerja kepada bawahan dan membuat laporan mengenai tugas yang telah dilaksanakannya.

4.5.4.9. Supervisor

Supervisor bertugas menjabarkan dan mengawasi pelaksanaan operasional rencana strategis kepada kepala shift. Supervisor bertanggung jawab atas mesin yang digunakan dan memantau kelancaran proses produksi. Dalam kerjanya supervisor bertanggung jawab kepada kepala departemen. Laporan hasil kerja diserahkan kepada kepala departemen.

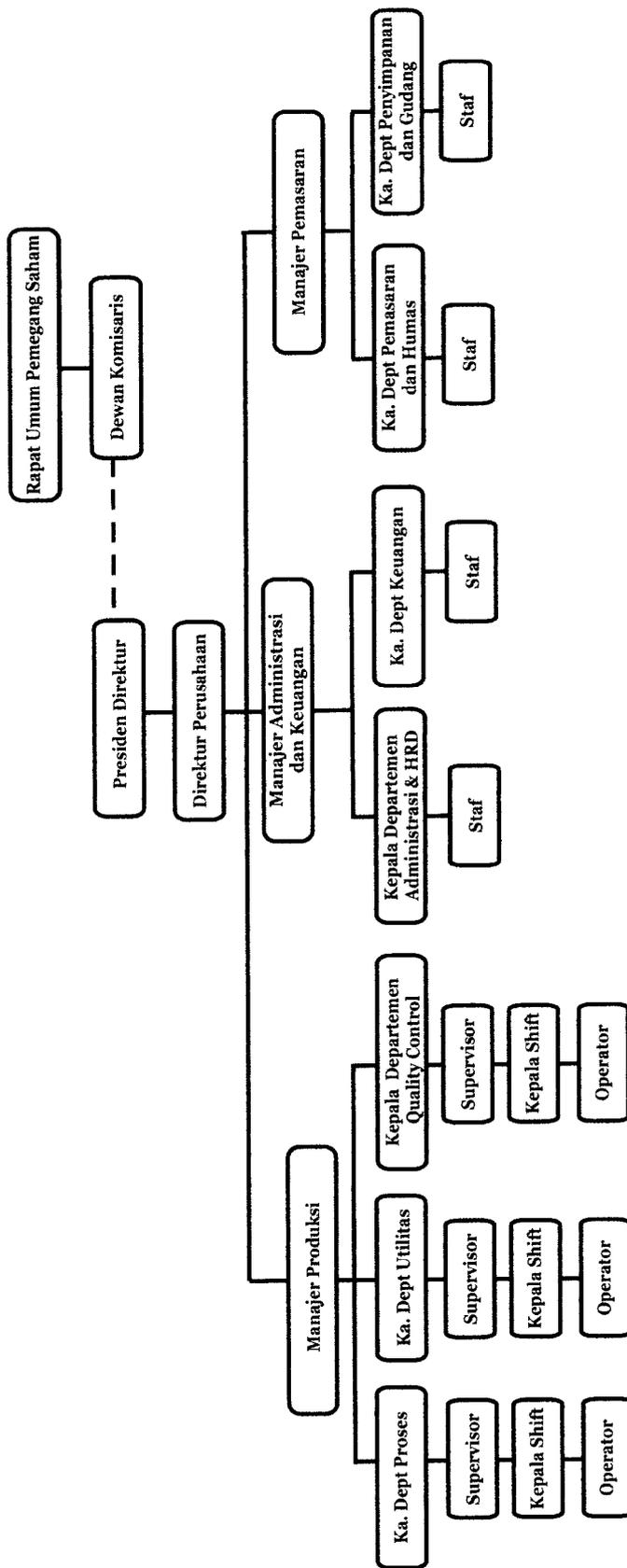
4.5.4.10. Kepala Shift

Kepala shift bertugas untuk melaksanakan dan mengawasi operasional dari rencana strategis selama shiftnya. Kepala shift mengkoordinasi dan membagi tugas kepada anggotanya. Kepala shift menerima laporan hasil kelancaran kerja anggotanya.

4.5.4.11. Operator

Operator bertugas menjalankan mesin sesuai rencana produksi yang telah ditentukan. Operator bertanggung jawab atas mesin yang dioperasikannya.

Skema struktur organisasi dalam perusahaan dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.8. Struktur Organisasi

4.5.5. Sistem Ketenagakerjaan

Salah satu faktor pendukung perkembangan perusahaan adalah jasa karyawan. Maka loyalitas dan kedisiplinan karyawan harus dijaga dan dikembangkan. Hubungan harmonis antara karyawan dan perusahaan akan meningkatkan produktivitas kerja karyawan yang pada akhirnya meningkatkan produktivitas perusahaan.

Hubungan tersebut dapat dicapai bila ada komunikasi dan pemberian fasilitas kepada karyawan secara layak. Salah satu contoh adalah sistem penggajian yang sesuai Upah Minimum Provinsi (UMP), pemberian gaji lembur dan fasilitas kesehatan yang baik sehingga kesejahteraan karyawan dapat ditingkatkan.

4.5.5.1. Status Karyawan

Untuk memberikan rasa keadilan terhadap karyawan maka dalam perusahaan mengenal adanya status karyawan. Posisi yang tinggi diberikan kepada karyawan yang mempunyai loyalitas dan jenjang pendidikan tinggi sesuai permintaan perusahaan. Ada dua macam status dalam suatu perusahaan, yaitu :

a) **Karyawan Tetap**

Karyawan tetap diangkat perusahaan dengan surat perjanjian dan harus menempuh beberapa tes, melewati masa pelatihan (*training*) serta harus mematuhi segala peraturan perusahaan.

b) Karyawan Tidak Tetap

Karyawan yang bekerja menurut perjanjian sementara atau bekerja dalam jangka waktu tertentu. Biasanya bekerja bila ada pekerjaan yang tidak bisa ditangani karyawan tetap menurut kontrak kerja yang ditandatangani.

4.5.5.2. Status Pekerja

Dalam suatu perusahaan terdapat pengelompokan kerja sesuai dengan pekerjaan yang ditangani, dan pengelompokan kerja ini ada dua macam, yaitu :

a. Pekerja Langsung

Pekerja langsung adalah tenaga kerja yang langsung menangani atau bekerja pada proses produksi, biasanya langsung berhubungan dengan alat produksi.

b. Pekerja Tidak Langsung

Pekerja tidak langsung adalah pekerja yang bekerjanya tidak langsung berhubungan dengan alat maupun proses produksi.

4.5.5.3. Jam Kerja Karyawan

Pabrik ini direncanakan beroperasi selama 24 jam dengan efisiensi kerja selama 21 jam per hari. Pembagian kerja dilakukan dengan cara shift, dalam satu hari dibagi menjadi tiga shift. Ada dua macam pembagian kerja:

1. Kelompok Kerja Shift

Kelompok kerja ini terdiri dari tenaga kerja yang secara langsung terlibat dalam proses produksi. Terdiri dari tiga shift dan tiap shift bekerja selama delapan jam per hari.

- Shift I : pukul 07.00 – 15.00
- Shift II : pukul 15.00 – 23.00
- Shift III : pukul 23.00 – 07.00

Dan jam istirahat pada tiap shift sebagai berikut :

- Shift I : pukul 10.00 – 11.00
- Shift II : pukul 18.00 – 19.00
- Shift III : pukul 02.00 – 03.00

Jadwal kerja shift dilakukan secara bergiliran berlaku bagi karyawan unit produksi pada Senin sampai Sabtu. Kegiatan produksi diliburkan pada hari Minggu dan libur hari raya. Pembagian kerja karyawan dibagi dalam tiga grup. Setiap grup bekerja sesuai dengan waktu antar shift dalam satu minggu.

Setiap shift memiliki regu kerja yang beranggotakan supervisor yang bertugas, kepala shift, operator, *office boy*, karyawan maintenance.

Pengaturan grup dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.23. Pengaturan Jadwal Kerja Grup

Shift	Hari					
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu
I	A	A	B	B	C	C
II	B	B	A	A	A	A
III	C	C	C	C	B	B

Keterangan :

- A : grup kerja I
- B : grup kerja II
- C : grup kerja III

Pergantian waktu shift dilakukan seminggu sekali, agar karyawan tidak jenuh. Untuk shift pagi jam istirahat pada pukul 09.30 – 10.00 wib. Jam istirahat pada hari Jumat ditambah satu jam untuk melaksanakan ibadah shalat Jumat pada pukul 12.00 – 13.00 wib.

Tabel 4.24. Jadwal Penggantian Shift

Minggu	SHIFT I	SHIFT II	SHIFT III
1	Pagi	Siang	Malam
2	Siang	Malam	Pagi
3	Malam	Pagi	Siang
4	Pagi	Siang	Malam

Sedangkan pembagian shift kerja untuk petugas satuan pengamanan (satpam) sebagai berikut :

- Shift I : pukul 06.00 – 14.00
- Shift II : pukul 14.00 – 22.00
- Shift III : pukul 22.00 – 06.00

2. Kelompok Kerja Non Shift

Kelompok ini tidak menangani langsung proses produksi, namun bekerja dalam manajemen serta administrasi. Waktu kerja karyawan kelompok kerja non shift dimulai pukul 08.00 – 16.00 wib.

Menggunakan sistem enam hari kerja, libur pada hari Minggu dan libur hari raya/hari besar yang ditetapkan pemerintah.

4.5.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah dan Gaji Karyawan

Pemberian gaji berdasarkan jabatan, golongan dan UMP yang berlaku pada provinsi tersebut. Tingginya golongan yang disandang seorang karyawan menentukan besarnya gaji pokok yang diterima. Karyawan mendapat kenaikan golongan secara berkala menurut masa kerja, jenjang pendidikan, dan prestasi kerja. Sedangkan jabatan yang disandang seorang karyawan ditentukan dalam struktur organisasi pada jabatan posisi karyawan tersebut. Kenaikan jabatan berdasarkan kemampuan, masa kerja dan jenjang pendidikan yang ditempuh oleh seorang karyawan.

4.5.6.1. Perincian Tenaga kerja

Berdasarkan tingkat kedudukan, gaji dan jenjang pendidikan dalam organisasi dan pengalaman kerja, tenaga kerja dapat digolongkan menjadi :

Tabel 4.25. Penggolongan Tenaga Kerja Berdasarkan Golongan, Jabatan dan Jenjang Pendidikan.

No	Jabatan	Jenjang Pendidikan	Jumlah	Gaji/Bulan (Rp)
1	Presiden Direktur	S2 – S3	1	15.000.000
2	Direktur Perusahaan	S2 – S3	1	10.000.000
3	Manajer	S2 – S3	3	7.000.000
4	Kepala Departemen	S1 – S2	7	3.000.000
5	Supervisor	S1	9	2.000.000
6	Kepala Shift	S1	3	1.300.000
7	Operator	D3	100	900.000
8	Staf administrasi dan karyawan kantor	D3 – S1	58	950.000
9	Sopir	SMU	11	900.000
10	Cleaning service	SMU	9	800.000
12	Satpam	SMU	18	900.000
13	Office boy	SMU	6	800.000
14	Dokter	S1 – S2	2	2.500.000
15	Perawat	D3 AKPER	2	900.000

4.5.6.2. Sistem Pengupahan

Upah tenaga kerja yang diterima karyawan disesuaikan dengan posisinya dalam struktur organisasi dan masa kerja di perusahaan. Upah rutin yang diterima karyawan terdiri dari :

- a. Gaji pokok
- b. Tunjangan jabatan
- c. Tunjangan kehadiran (transportasi) bagi staf non shift
- d. Tunjangan kesehatan dengan penyediaan dokter perusahaan dan rumah sakit yang telah ditunjuk oleh perusahaan bagi seluruh karyawan sesuai dengan golongannya.

Sistem pengupahan tersebut dapat dibedakan menjadi :

a. Upah Bulanan

Diberikan kepada karyawan tetap, besarnya gaji didasarkan pada pendidikan, keahlian dan posisi dalam organisasi.

b. Upah Borongan

Diberikan kepada pekerja borongan, upah yang dibayarkan tergantung pada jenis dan banyaknya pekerjaan. Biasanya dilakukan saat turun mesin (overhaul).

c. Upah Harian

Upah harian diberikan sesuai dengan jumlah hari dan jam kerja, biasanya untuk pekerja yang dibutuhkan sewaktu-waktu (insidental).

4.5.6.3. Sistem Gaji Karyawan

Selain gaji rutin yang diterima oleh karyawan, perusahaan juga memberikan gaji tambahan kepada karyawan yang lembur. Besarnya gaji lembur diatur dengan perhitungan :

a. Lembur biasa

Upah lembur perjam ditetapkan sebesar upah sebulan/173.

b. Lembur hari minggu/libur

Untuk setiap jam, gaji tambahan sebesar dua kali dari gaji per jam. Karyawan yang dipanggil untuk bekerja di luar jam kerjanya, akan diberi gaji tambahan yang besarnya dua kali dari gaji per jam.

4.5.7. Fasilitas Karyawan

Perusahaan memberikan berbagai fasilitas kepada karyawan untuk memenuhi kebutuhan karyawan selama bekerja sehingga mereka dapat bekerja dengan nyaman. Fasilitas-fasilitas tersebut adalah :

- **Kantin**

Keberadaan kantin sangat diperlukan. Selain sebagai tempat untuk makan, dapat pula digunakan sebagai tempat istirahat untuk memulihkan kondisi badan dan pikiran. Pengelolaan diserahkan kepada karyawan kantin.

- **Kesehatan**

Jaminan untuk dapat bekerja dengan kondisi yang fit bagi karyawan merupakan keharusan bagi manajemen perusahaan. Penyediaan fasilitas klinik kesehatan adalah salah satu bentuk pelaksanaan. Klinik ditangani oleh dokter dan perawat.

- **Olahraga**

Untuk menyalurkan bakat potensial karyawan dan sarana olahraga maka setiap hari minggu diadakan latihan futsal. Tidak menutup kemungkinan dapat ikut serta dalam turnamen.

- **Pakaian Kerja**

Guna menghindari kesenjangan antar karyawan, maka perusahaan memberikan dua stel pakaian kerja topi dan masker untuk digunakan selama bekerja.

- **Koperasi**
Didirikan untuk memudahkan karyawan dalam hal simpan pinjam, memenuhi kebutuhan pokok, perlengkapan rumah tangga dan kebutuhan lainnya.
- **Premi Hadir**
Adalah uang yang harus dibayarkan kepada karyawan setiap kali karyawan hadir di pabrik atau masuk kerja.
- **Bonus Prestasi**
Adalah uang intensif yang diberikan kepada karyawan yang berprestasi atau berjasa kepada perusahaan.
- **Tunjangan Hari Raya (THR)**
Diberikan setiap tahun menjelang hari raya Idul Fitri. THR yang diberikan sebesar satu kali gaji pokok.
- **Jamsostek**
Merupakan asuransi pertanggungjawaban jiwa dan kecelakaan, serta tabungan hari tua.
- **Masjid dan Kegiatan Kerohanian**
Sebagai sarana beribadah dan kegiatan rohani di lingkungan pabrik.
- **Transportasi**
Untuk memudahkan karyawan dan meningkatkan kedisiplinan kerja
- **Cuti Tahunan**
Diberikan kepada karyawan selama 12 hari kerja dalam satu tahun.

- **Cuti Masal**

Setiap tahun diberikan cuti masal untuk karyawan bertepatan dengan hari raya Idul Fitri selama 4 hari kerja.

- **Cuti Melahirkan**

Karyawan wanita yang akan melahirkan berhak cuti selama tiga bulan dan gaji tetap dibayar dengan ketentuan jarak kelahiran anak pertama dan anak kedua minimal dua tahun.

4.6. EVALUASI EKONOMI

Dalam rangka membangun *image* eksistensi pabrik sekaligus produk kain nonwoven geotekstil maka pada perancangan pabrik ini ditetapkan pelaksanaan konsep pemasaran yang optimal dan evaluasi finansial.

4.6.1. Analisis Pemasaran

Analisis pemasaran produk kain nonwoven geotekstil didasarkan pada beberapa strategi berikut :

4.6.1.1 Strategi pembelian bahan baku

Dilakukan dengan cara menjalin kerjasama dengan produsen dan penyuplai bahan baku berupa polyester staple fiber, melakukan pembelian dalam jumlah besar. Selain itu juga menjalin kerjasama dengan asosiasi industri tekstil.

4.6.1.2 Strategi lokasi

Lokasi industri harus didukung aspek kemudahan dan kenyamanan. Jika ditinjau dari lokasi yang terletak di Pasuruan sangat sesuai. Hal ini disebabkan kawasan industri Pasuruan adalah kawasan yang berkembang, dekat dengan Surabaya, dimana sebagian produsen polyester beroperasi.

4.6.1.3 Distribusi produk

Distribusi produk dilakukan dengan dua metode yaitu

Distribusi langsung : produsen → *end users*

Distribusi tidak langsung : produsen → distributor → pelanggan

: produsen → perwakilan produsen → pelanggan

4.6.1.4 Strategi promosi

Strategi promosi yang digunakan adalah aktif mengikuti pameran yang berkaitan dengan geotekstil. Promosi lewat internet dan pemberian sampel produk kepada mitra perusahaan yang potensial.

4.6.1.5 Strategi sumber daya manusia

Upaya peningkatan sumber daya manusia dilakukan dengan cara mengadakan pelatihan secara berkala kepada karyawan sesuai bidang yang ditanganinya. Proses rekrutmen diutamakan calon yang memiliki pengetahuan di bidang tekstil, khususnya nonwoven.

4.6.1.6 Strategi proses

Perancangan pabrik nonwoven geotekstil dengan sistem informasi manajemen (SIM) terpadu, antara manajemen marketing, unit produksi dan distributor. Sistem ini dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

- a. *Order agreement* adalah tahap pemesanan oleh pelanggan. Dilakukan oleh bagian marketing ataupun distributor atas permintaan konsumen.
- b. *Production*, dikonfirmasi apakah permintaan konsumen dapat dipenuhi
- c. *Administration*, penyangkut segala keperluan surat-menyurat dan perijinan yang menyangkut produk.
- d. *Sale*, penyerahan dan penjualan produk kain nonwoven geotekstil langsung kepada konsumen atau melalui perantara.

4.6.2. Analisis Finansial

Dalam perencanaan pendirian suatu perusahaan diperlukan analisis finansial untuk mengetahui kelayakan pra rancangan pabrik nonwoven geotekstil, maka dibuat rincian analisis keuangan perusahaan mulai dari modal investasi sampai jumlah keuntungan yang akan diterima perusahaan. Faktor-faktor yang ditinjau adalah :

- Return on investment
- Break even point
- Shut down point
- Pay out time

Asumsi nilai tukar dolar terhadap rupiah : 1 USD sama dengan Rp 9.500,-

4.6.2.1 Modal Investasi

Modal investasi adalah modal yang tertanam pada perusahaan dan digunakan sebagai sarana perusahaan dalam melakukan kegiatan. Perincian modal investasi yang dibutuhkan dalam pendirian pabrik geotekstil ini adalah sebagai berikut :

- a. Biaya pembelian tanah, bangunan, dan pembuatan jalan sekitar perusahaan, disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 4.26. Biaya Pembelian Tanah

Jenis biaya	Biaya @	Keterangan	Jumlah biaya (Rp)
Pembelian tanah	Rp 1.000.000/m ²	Luas 15.000 m ²	15.000.000.000
Bangunan	Rp 700.000/m ²	Luas 9.500 m ²	6.650.000.000
Kontraktor		3,9 % dari biaya bangunan	259.350.000
Jalan	Rp 200.000/m ²	Luas 2000 m ²	400.000.000
Total biaya			22.309.350.000

- b. Biaya pembelian mesin produksi

Tabel 4.27. Biaya Pembelian Mesin Produksi

Mesin	Jumlah	Harga/mesin (USD)	Total harga (USD)
Bale opener	1	300.000	300.000
Carding	1	298.000	298.000
Cross lapper	1	325.000	325.000
Pre needle punch	1	300.000	300.000
Needle punch	1	335.000	335.000
Calendar	1	264.000	264.000
Winding	1	375.000	375.000
Packing machine	1	220.000	220.000
Total biaya			2.417.000
			22.961.500.000

c. Biaya Pembelian Peralatan Utilitas

Tabel 4.28. Biaya Pembelian Peralatan Utilitas

Mesin	Jumlah	Harga/item (Rp)	Total harga (Rp)
Generator	2	140.000.000	280.000.000
Tangki solar	3	75.000.000	225.000.000
Compressor	1	65.000.000	65.000.000
AC Air fan	28	4.350.000	121.800.000
AC window	51	2.575.000	131.325.000
Kipas angin	60	400.000	24.000.000
Lampu TL 40 watt	144	30.000	4.320.000
Lampu TL 10 watt	14	26.000	366.000
Lampu mercury 250 watt	54	300.000	16.200.000
Kran hidran	33	80.000	2.640.000
Pompa hidran	1	7.000.000	7.000.000
Pompa air	1	3.000.000	3.000.000
Kran	35	16.000	560.000
Detektor asap	139	423.000	58.374.000
Total			939.585.000

d. Pembelian peralatan laboratorium

Tabel 4.29. Pembelian Peralatan Laboratorium

Alat laboratorium	Jumlah	Harga/mesin (Rp)	Total harga (Rp)
Needle punch lab	1	520.000.000	520.000.000
Tensometer	1	215.000.000	215.000.000
Alat uji coblos	1	80.000.000	80.000.000
Mullen brusting test	1	200.000.000	200.000.000
Trapezoidal test	1	50.000.000	50.000.000
Stopwatch	3	60.000	180.000
Hunter lab	1	200.000.000	200.000.000
Alat uji robek	1	150.000.000	150.000.000
Weighing balance	1	15.000.000	15.000.000
Digital weighing	2	5.000.000	10.000.000
Total			1.440.180.000

e. Pembelian sarana transportasi

Tabel 4.30. Pembelian Sarana Transportasi

Jenis Kendaraan	Jumlah	Harga satuan (Rp)	Total harga (Rp)
Toyota Heavy truck	2	143.500.000	287.000.000
Bus	1	792.000.000	792.000.000
Kijang Innova	5	210.550.000	1.052.750.000
Forklift	2	300.000.000	600.000.000
Kereta dorong	4	300.000	1.200.000
Total			2.732.950.000

f. Biaya pemasangan instalasi

Tabel 4.31. Biaya Pemasangan Instalasi

Jenis instalasi	Jumlah biaya (Rp)
Instalasi listrik	100.000.000
Instalasi mesin produksi	634.600.000
Instalasi telepon & telekomunikasi	15.000.000
Instalasi alat utilitas	65.000.000
Total	814.600.000

g. Perlengkapan inventaris

Tabel 4.32. Biaya Pembelian Perlengkapan Inventaris

Jenis perlengkapan	Jumlah biaya (Rp)
Peralatan kantor	200.000.000
Alat kantin & dapur	20.000.000
Alat cleaning service	15.000.000
Perlengkapan satpam	3.750.000
Seragam karyawan produksi	29.400.000
Seragam karyawan non produksi	16.320.000
Seragam satpam	3.600.000
Perlengkapan maintenance	40.000.000
Total	328.070.000

h. Biaya ijin perusahaan

Biaya yang dikeluarkan untuk mengurus segala sesuatu yang berhubungan dengan pendirian perusahaan.

Tabel 4.33. Biaya Ijin Perusahaan

Jenis kebutuhan	Jumlah biaya (Rp)
Notaris	50.000.000
Ijin perusahaan	80.000.000
Total biaya	130.000.000

i. Biaya pelatihan karyawan

Untuk meningkatkan produktivitas dan kemampuan karyawan maka perusahaan mengadakan sejumlah pelatihan. Anggaran untuk pelatihan tersebut sebesar Rp 50.000.000,-

j. Biaya sampel produk

Perusahaan mengadakan promosi produk pada konsumen yang dilakukan oleh bagian marketing. Untuk keperluan penawaran tersebut, perusahaan membeli sampel produk dari Taiwan. Dengan target perusahaan mendapatkan order dari konsumen setelah pabrik selesai didirikan. Biaya yang ditetapkan sebesar Rp 400.000.000,- yang digunakan untuk pembelian sampel dan biaya promosi. Sehingga total modal investasi yang dibutuhkan sebesar :

Tabel 4.34. Total Modal Inventasi

Jenis biaya	Besarnya biaya (Rp)
Pembelian tanah	22.309.350.000
Pembelian mesin produksi	22.961.500.000
Pembelian peralatan utilitas	939.585.000
Pembelian peralatan laboratorium	1.440.180.000
Pembelian sarana transportasi	2.732.950.000
Pemasangan instalasi	814.600.000
Perlengkapan inventaris	328.070.000
Ijin perusahaan	130.000.000
Pelatihan karyawan	50.000.000
Sampel produk & promosi	400.000.000
Total	52.106.235.000

4.6.2.2 Modal Kerja

Adalah modal perusahaan yang habis dalam satu kali berputar selama proses produksi dan proses perputarannya dalam jangka waktu yang pendek (umumnya kurang dari satu tahun). Perincian modal kerja yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

a. Biaya bahan baku

$$1 \text{ bale Polyester} = 210 \text{ kg}$$

$$1 \text{ kg serat polyester} = \text{USD } 1,8$$

$$= \text{Rp } 16.920$$

$$\text{Harga 1 bale polyester} = 210 \text{ kg} \times \text{Rp } 16.920 \quad \dots(4.23)$$

$$= \text{Rp } 3.553.200$$

Jumlah bahan baku berupa polyester yang dibutuhkan :

$$\begin{aligned} \blacksquare \text{ Dalam satu jam} &= \frac{336,8 \text{ kg}}{210 \text{ kg}} \quad \dots(4.24) \end{aligned}$$

$$= 2 \text{ bale}$$

- Dalam satu hari = 2 bale × 24 jam = 48 bale
- Dalam satu bulan = 48 bale × 26 hari = 1248 bale

Biaya kebutuhan bahan baku per bulan :

$$1248 \text{ bale} \times \text{Rp } 3.553.200 = \text{Rp } 4.434.393.600$$

Sehingga biaya bahan baku dalam satu tahun :

$$\text{Rp } 4.434.393.600 \times 12 \text{ bulan} = \text{Rp } \mathbf{53.212.723.200}$$

b. Bahan pengemasan

Bahan pembantu untuk pengemasan berupa plastik kemasan dan label.

- Kebutuhan plastik kemasan,

Digunakan untuk membungkus gulungan kain nonwoven. Satu gulungan nonwoven memiliki panjang 125 meter. Untuk memproduksi kain geotekstil 1.000.000 meter selama satu bulan dibutuhkan plastik sebanyak :

$$= \frac{1.000.000 \text{ meter/bulan}}{125 \text{ meter/packing}} \quad \dots(4.25)$$

$$= 8.000 \text{ kemasan/bulan}$$

$$1 \text{ plastik kemasan} = \text{Rp. } 9.000$$

$$\text{Biaya yang dibutuhkan} = \text{Rp } 9.000 \times 8.000$$

$$= \text{Rp } 72.000.000$$

- **Kebutuhan Label**

Label ditempatkan pada bungkus kain packing bertujuan mempermudah mengetahui jenis dan spesifikasi kain geotekstil yang terdapat didalamnya. Jumlah label yang dibutuhkan sebanyak 8000 lembar/bulan.

Dimana 1 lembar label seharga Rp 1.000,- maka biaya yang diperlukan untuk membeli label adalah :

$$= \text{Rp } 1.000 \times 8.000$$

$$= \text{Rp } 8.000.000$$

Total biaya pengemasan selama satu bulan adalah :

$$\text{Plastik kemasan} = \text{Rp } 72.000.000$$

$$\text{Kebutuhan label} = \frac{\text{Rp } 8.000.000 +}{\text{Rp } 80.000.000}$$

Dalam satu tahun biaya pengemasan adalah :

$$= \text{Rp } 80.000.000 \times 12 \text{ bulan}$$

$$= \text{Rp } 160.000.000$$

c. Biaya utilitas, terdiri dari :

1. Biaya listrik

Tabel 4.35. Total Daya Listrik

No.	Kebutuhan	Daya yang dibutuhkan selama satu bulan (kWh)
1	Listrik penerangan	
	a. ruang produksi	1.599,95
	b. ruang non produksi I	926,68
	c. ruang non produksi II	80,47
	d. Lingkungan sekitar	6.576,70
2.	Mesin produksi	136.622,2
3.	Alat laboratorium	1404
4.	Penata udara & pompa	128.375
5.	Kebutuhan lain-lain	8.330,40
Total daya		283.915,4

Apabila harga 1 kWh = Rp 595 maka biaya untuk penyediaan listrik adalah :

$$283.915,4 \text{ kWh} \times \text{Rp } 595 = \text{Rp } 168.929.663 \quad \dots(2.26)$$

Dalam satu tahun biaya yang dibutuhkan :

$$\text{Rp } 168.929.663 \times 12 \text{ bulan} = \text{Rp } 2.027.155.956$$

2. Biaya bahan bakar

Total kebutuhan solar unit penyediaan bahan bakar selama satu bulan adalah 55.729,44 liter. Apabila harga 1 liter solar industri = Rp 7.537 maka biaya yang dibutuhkan untuk penyediaan solar :

$$55.729,44 \text{ liter} \times \text{Rp } 7.537 = \text{Rp } 420.032.789$$

Biaya satu tahun adalah :

$$\text{Rp } 420.032.789 \times 12 \text{ bulan} = \text{Rp } 5.040.393.468$$

3. Biaya sarana telekomunikasi, terdiri dari biaya telepon dan internet

Biaya sarana telekomunikasi dalam satu tahun :

$$= (\text{biaya telepon} + \text{biaya internet}) \times 12 \quad \dots(4.27)$$

$$= (\text{Rp } 10.000.000 + \text{Rp } 2.000.000) \times 12$$

$$= \text{Rp } 144.000.000$$

Rekapitulasi biaya utilitas adalah

1. Biaya listrik	= Rp 2.027.155.956
2. Biaya bahan bakar	= Rp 5.040.393.468
3. Biaya sarana telekomunikasi	= <u>Rp 144.000.000</u> + Rp 7.211.549.424

d. Biaya gaji karyawan

Pengeluaran untuk gaji karyawan dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 4.36. Perincian Gaji Karyawan

No	Jabatan	Σ	Gaji tiap karyawan/Bulan (Rp)	Gaji/bulan (Rp)
1.	Direktur Perusahaan	1	15.000.000	15.000.000
2.	Manajer	3	10.000.000	30.000.000
3.	Kepala Departemen	7	5.000.000	35.000.000
4.	Supervisor	9	2.500.000	22.500.000
5.	Kepala Shift	3	1.500.000	4.500.000
6.	Operator	100	900.000	90.000.000
7.	Staf administrasi dan karyawan kantor	58	1.000.000	58.000.000
8.	Sopir	11	900.000	9.900.000
9.	Cleaning service	9	800.000	7.200.000
10.	Satpam	18	900.000	16.200.000
12.	Office boy	6	800.000	4.800.000
13.	Dokter	2	2.500.000	5.000.000
14.	Perawat	2	950.000	1.900.000
Total pengeluaran untuk gaji karyawan				300.000.000

Pengeluaran untuk gaji karyawan dalam satu tahun

$$\text{Rp } 300.000.000 \times 12 \text{ bulan} = \text{Rp } \mathbf{3.600.000.000}$$

e. Biaya pajak

$$\text{Tanah \& bangunan} = \text{Rp } 22.309.350.000$$

$$\text{Kendaraan inventaris} = \text{Rp } \underline{2.732.950.000} +$$

$$\text{Jumlah} \quad \quad \quad \text{Rp } 25.042.300.000$$

$$\begin{aligned} \text{Pajak 1 \% dari nilai aset} &= 1 \% \times \text{Rp } 25.042.300.000 \\ &= \text{Rp } \mathbf{250.423.000} \end{aligned}$$

f. Biaya makan

$$\begin{aligned} \text{Biaya makan per tahun} &= 236 \text{ orang} \times \text{Rp } 10.000 \times 312 \text{ hari} \\ &= \text{Rp } \mathbf{736.320.000} \end{aligned}$$

g. Biaya tak terduga

$$= 1\% (\text{biaya bahan baku} + \text{gaji karyawan} + \text{biaya utilitas})$$

$$= 1\% \times \left(\begin{array}{l} \text{Rp } 53.212.723.200 + \text{Rp } 3.600.000.000 \\ + \text{Rp } 7.211.549.424 \end{array} \right)$$

$$= \text{Rp } \mathbf{640.272.726}$$

Rekapitulasi modal kerja adalah :

Tabel 4.37. Total Modal Kerja

No.	Jenis modal kerja	Jumlah biaya (Rp)
1.	Biaya bahan baku	53.212.723.200
2.	Biaya pengemasan	160.000.000
3.	Biaya utilitas	7.211.549.956
4.	Gaji karyawan	3.600.000.000
5.	Pajak	250.423.000
6.	Biaya makan	736.320.000
7.	Biaya tak terduga	640.272.726
Total modal kerja		65.811.288.882

4.6.2.3 Biaya Overhead

Biaya overhead adalah biaya semua yang diperlukan untuk memperlancar produksi dan penjualan selama periode tertentu. Berikut yang termasuk biaya overhead, yaitu :

a. Penyusutan (Depresiasi)

Nilai depresiasi dihitung berdasarkan asumsi bahwa penurunan nilai suatu properti (mesin, peralatan, perlengkapan dan gedung) karena waktu dan pemakaian. Pada perancangan ini nilai depresiasi ditentukan dengan menggunakan formula :

$$D = \frac{P - S}{N} \quad \dots(4.28)$$

Dimana :

D : depresiasi tiap tahun

P : nilai awal depresiasi

S : nilai sisa aset

N : umur dari aset

Hasil perhitungan depresiasi pada perancangan ini dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.38. Perhitungan Depresiasi

Harta	Lama (tahun)	Tarif (%)	Harga (Rp)	Depresiasi (Rp)
Bangunan	20	20 %	6.650.000.000	266.000.000
Mesin produksi	10	10 %	22.961.500.000	2.066.535.000
Alat transportasi	10	10 %	2.732.950.000	245.965.500
Peralatan utilitas	10	10 %	939.585.000	85.562.650
Peralatan laboratorium	10	10 %	1.440.180.000	129.616.200
Perlengkapan inventaris	5	10 %	328.070.000	59.052.600
Jumlah depresiasi				2.852.731.950

b. Perawatan

Biaya perawatan besarnya 1,5% per tahun dari harga masing-masing pada modal investasi. Biaya yang dikeluarkan sebesar :

Tabel 4.39. Total Biaya Perawatan

Perawatan	Harga/item (Rp)	Biaya (Rp)
Bangunan	6.650.000.000	99.750.000
Mesin produksi	22.961.500.000	344.422.500
Peralatan laboratorium	1.440.180.000	21.602.700
Sarana transportasi	2.732.950.000	40.994.250
Peralatan utilitas	939.585.000	14.093.775
Inventaris	328.070.000	4.771.050
Instalasi	814.600.000	12.219.000
Total biaya perawatan		537.803.275

c. Asuransi

Pabrik ini dijamin dengan jasa asuransi sebagai langkah antisipasi terhadap resiko kecelakaan yang menyebabkan kerusakan sehingga dapat

meminimalkan kerugian akibat *human error*. Rincian biaya asuransi disajikan pada tabel berikut :

Tabel 4.40. Biaya Asuransi

Item	Harga (Rp)
Bangunan	6.650.000.000
Mesin produksi	22.961.500.000
Harga total pertanggung	29.611.500.000
Premi 0,321 % per tahun	94.756.800

d. Jaminan keselamatan kerja

Biaya untuk jaminan keselamatan kerja ditetapkan sebesar 6 % dari keseluruhan gaji karyawan per tahun sehingga besar biaya yang ditanggung adalah

$$= 6 \% \times \text{Rp } 3.600.000.000 \quad \dots(4.29)$$

$$= \text{Rp } 216.000.000$$

e. Tunjangan Sosial

Biaya untuk tunjangan sosial sebesar 5 % dari keseluruhan gaji karyawan per tahun sehingga besar biaya yang ditanggung adalah

$$= 5 \% \times \text{Rp } 3.600.000.000 \quad \dots(4.30)$$

$$= \text{Rp } 180.000.000$$

f. Pinjaman bank

Adalah jumlah uang yang menjadi kompensasi yang atas pinjaman pada periode tertentu. Pembayaran dilakukan dengan membayar pokok pinjaman dan bunga dengan jumlah yang sama setiap akhir. Besar uang yang harus dibayar setiap periode ditentukan dengan formula :

$$A = P \times \frac{I(1+I)^n}{(1+I)^n - 1} \quad \dots(4.31)$$

Dimana, A = besarnya uang yang dibayar setiap periode
 P = total pinjaman
 I = suku bunga/tahun
 n = lama pinjaman

Modal yang dibutuhkan berasal dari pinjaman bank dan penjualan saham. Adapun prosentase antara modal pinjaman dan modal dari hasil penjualan saham adalah 40 % untuk modal pinjaman dan 60 % untuk modal dari hasil penjualan saham

$$\begin{aligned} \text{Total pinjaman (P)} &= 40\% \times (\text{modal investasi} + \text{modal kerja}) \\ &= 40\% \times (\text{Rp } 52.106.235.000 + \text{Rp } 65.811.288.882) \\ &= \text{Rp } 47.167.009.553 \end{aligned}$$

Suku bunga/tahun (I) = 10 %

Lama pinjaman (n) = 10 tahun

Pinjaman pokok yang harus dibayar adalah:

$$\begin{aligned} A &= \text{Rp } 47.167.009.5533 \times \frac{0,1(1+0,1)^{10}}{(1+0,1)^{10} - 1} \\ &= \text{Rp } 47.167.009.553 \times \frac{0,260}{1,594} \\ &= \text{Rp } 7.688.222.557 \end{aligned}$$

Total biaya overhead direkapitulasi pada tabel dibawah ini

Tabel 4.41. Total Biaya Overhead

No.	Jenis overhead	Biaya (Rp)
1.	Depresiasi	2.852.731.950
2.	Perawatan	537.803.275
3.	Asuransi	94.756.800
4.	Keselamatan kerja	216.000.000
5.	Tunjangan sosial	180.000.000
6.	Pinjaman	7.688.222.557
Total biaya overhead		11.569.514.582

4.6.2.4 Biaya Tetap (*Fixed Cost*)

Adalah biaya yang secara totalitas tetap konstan tanpa memandang perubahan tingkat aktivitas. Namun biaya ini dimungkinkan berubah setiap tahunnya. Rincian *fixed cost* disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 4.42. Total Fixed Cost

Item biaya	Jumlah (Rp)
Gaji karyawan	3.600.000.000
Pelatihan karyawan	50.000.000
Promosi	400.000.000
Pajak	250.423.000
Makan	736.320.000
Depresiasi	2.852.731.950
Perawatan	537.803.275
Asuransi	94.756.800
Keselamatan kerja	216.000.000
Tunjangan sosial	180.000.000
Pinjaman bank	7.688.222.557
Total <i>fixed cost</i>	16.606.257.582

4.6.2.5 Biaya tidak tetap (*Variable Cost*)

Biaya yang berubah secara totalitas menurut perbandingan yang searah dengan perubahan tingkat aktivitas. Rincian total biaya tidak tetap untuk kapasitas produksi 100% seperti pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.43. Total Variable Cost

Item biaya	Jumlah (Rp)
Bahan baku serat polyester	53.212.723.200
Pengemasan produk	160.000.000
Utilitas	7.211.549.424
Total <i>variable cost</i>	60.584.272.624

4.6.2.6 Penentuan Harga Jual

Dari perhitungan *fixed cost* dan *variable cost* diatas dapat dilakukan perhitungan harga jual per meter yaitu :

Produksi/tahun : 12.000.000 meter

$$\text{Fixed cost/meter} = \frac{\text{total fixed cost}}{\text{produksi/tahun}} \quad \dots(4.32)$$

$$= \frac{\text{Rp } 16.606.257.582}{12.000.000 \text{ m}}$$

$$= \text{Rp } 1.384$$

$$\text{Variable cost/meter} = \frac{\text{total variable cost}}{\text{produksi/tahun}} \quad \dots(4.33)$$

$$= \frac{\text{Rp } 60.584.272.624}{12.000.000 \text{ m}}$$

$$= \text{Rp } 5.049$$

$$\text{Harga pokok/meter} = \text{fixed cost/meter} + \text{variable cost/meter} \quad \dots(4.34)$$

$$= \text{Rp } 1.384 + \text{Rp } 5.049$$

$$= \text{Rp } 6.433$$

$$\text{Keuntungan} = 20 \% \times \text{harga pokok/meter} \quad \dots(4.35)$$

$$= 20 \% \times \text{Rp } 6.433$$

$$= \text{Rp } 1.286,6$$

$$\begin{aligned}\text{Harga pokok + keuntungan} &= \text{harga pokok/meter} + \text{keuntungan} \\ &= \text{Rp } 6.433 + \text{Rp } 1.286,6 \\ &= \text{Rp } 7.719\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pajak penjualan} &= 10 \% \times (\text{harga pokok} + \text{keuntungan}) \quad \dots(4.36) \\ &= 10 \% \times \text{Rp } 7.719 \\ &= \text{Rp } 771,9\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Harga jual} &= (\text{harga pokok} + \text{keuntungan}) + \text{pajak penjualan} \\ &= \text{Rp } 7.719 + \text{Rp } 771,9 \\ &= \text{Rp } 8490,9\end{aligned}$$

4.6.2.7. Analisis Keuntungan

$$\begin{aligned}\text{Total biaya produksi} &= \text{total fixed cost} + \text{total variable cost} \quad \dots(4.37) \\ &= \text{Rp } 16.606.257.582 + \text{Rp } 60.584.272.624 \\ &= \text{Rp } 77.190.530.206\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total penjualan} &= \text{harga jual} \times \text{kapasitas produksi} \quad \dots(4.38) \\ &= \text{Rp } 8.490,9 \times 12.000.000 \text{ meter} \\ &= \text{Rp } 101.890.800.000\end{aligned}$$

$$\text{Keuntungan produksi} = \text{total penjualan} - \text{total biaya produksi} \quad \dots(4.39)$$

$$= \text{Rp } 101.890.800.000 - \text{Rp } 77.190.530.206$$

$$= \text{Rp } 24.700.269.794$$

$$\text{Pajak keuntungan} = 5\% \times \text{keuntungan produksi} \quad \dots(4.40)$$

$$= 5\% \times \text{Rp } 24.700.269.794$$

$$= \text{Rp } 1.235.013.490$$

$$\text{Keuntungan bersih} = \text{keuntungan produksi} - \text{pajak keuntungan} \quad \dots(4.41)$$

$$= \text{Rp } 24.700.269.794 - \text{Rp } 1.235.013.490$$

$$= \text{Rp } 23.465.256.304$$

4.6.3. Analisis Kelayakan

4.6.3.1 *Return Of Investment* (ROI)

Return of Investment adalah perkiraan keuntungan yang dapat diperoleh setiap tahunnya berdasarkan pada kecepatan pengembalian modal tetap yang diinvestasikan. Besar ROI dapat dihitung dengan formula.

$$\text{ROI} = \frac{\text{keuntungan}}{\text{modal investasi}} \times 100\% \quad \dots(4.42)$$

$$\text{ROI sebelum pajak} = \frac{\text{keuntungan sebelum pajak}}{\text{modal investasi}} \times 100\%$$

$$= \frac{\text{Rp } 24.700.269.794}{\text{Rp } 52.106.235.000} \times 100\%$$

$$= 47\%$$

$$\begin{aligned}
 \text{ROI sesudah pajak} &= \frac{\text{keuntungan sesudah pajak}}{\text{modal investasi}} \times 100\% \\
 &= \frac{\text{Rp } 23.465.256.304}{\text{Rp } 52.106.235.000} \times 100\% \\
 &= 45 \%
 \end{aligned}$$

4.6.3.2. Break Even Point (BEP)

Break Even Point (BEP) adalah titik impas (suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapat keuntungan ataupun menderita kerugian). Dengan BEP perusahaan akan dapat melakukan berapa tingkat harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum, serta berapa harga dan unit penjualan yang harus dicapai agar mendapat keuntungan.

Perhitungan BEP:

$$\text{Fixed cost} = \text{Rp } 16.606.257.582$$

$$\text{Variabel cost/meter(VCP)} = \text{Rp } 5.049$$

$$\text{Harga jual kain/meter (P)} = \text{Rp } 8.490,9$$

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang kain pada BEP} &= \frac{\text{fixed cost}}{P - \text{VCP}} \times 1 \text{ meter} && \dots(4.43) \\
 &= \frac{\text{Rp } 16.606.257.582}{\text{Rp } 8.490,9 - \text{Rp } 5.049} \times 1 \text{ meter} \\
 &= 4.824.300 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Persentase BEP} &= \frac{\text{panjang kain pada BEP}}{\text{produksi total/tahun}} \times 100\% && \dots(4.44) \\ &= \frac{4.824.300 \text{ meter}}{12.000.000 \text{ meter}} \times 100\% \\ &= 40,20 \%\end{aligned}$$

Biaya produksi agar mencapai titik BEP dalam 1 tahun produksi :

$$\begin{aligned}&= \text{VCP} + \frac{\text{FC}}{\text{total produksi/tahun}} && \dots(4.45) \\ &= \text{Rp } 5.049 + \frac{\text{Rp } 16.606.257.582}{12.000.000 \text{ meter}} \\ &= \text{Rp } 6.432,85 \\ &= \text{Rp } 6.432,85 \times 12.000.000 \text{ meter} \\ &= \mathbf{\text{Rp } 77.194.200.000}\end{aligned}$$

Harga jual ketika mencapai BEP :

$$\begin{aligned}&= \text{panjang kain pada BEP} \times \text{Harga jual kain per meter} \\ &= 4.824.300 \text{ meter} \times \text{Rp } 8.409,9 \\ &= \mathbf{\text{Rp } 43.133.586.243}\end{aligned}$$

4.6.3.3. *Shut Down Point (SDP)*

Shut down point adalah persentase yang menyatakan tingkat resiko terhadap pabrik misalnya kegagalan produksi, kebakaran dan lain-lain sehingga aktivitas produksi harus dihentikan.

Perhitungan SDP:

Gaji karyawan	=	Rp 3.600.000.000
Perawatan	=	Rp 537.803.275
Asuransi	=	Rp 94.756.800
Keselamatan kerja	=	Rp 216.000.000
Tunjangan sosial	=	Rp 180.000.000
Pinjaman	=	<u>Rp 7.688.222.557 +</u>
<i>Total Regulated Cost</i>		Rp 12.316.782.632

$$\begin{aligned}
 \text{Penjualan maksimum (Sa)} &= \text{Kapasitas produksi/tahun} \times \text{harga jual} \\
 &= 12.000.000 \text{ meter} \times \text{Rp } 8.409,9 \\
 &= \mathbf{\text{Rp } 101.890.800.000}
 \end{aligned}$$

$$\text{Variabel cost (VC)} = \text{Rp } 60.584.272.624$$

$$\text{SDP} = \left(\frac{0,3 \text{ RC}}{\text{Sa} - \text{VC} - 0,7 \text{ RC}} \right) \times 100\% \quad \dots(4.46)$$

$$\left(\frac{0,3 \times 12.316.782.632}{101.890.800.000 - 60.584.272.624 - (0,7 \times 12.316.782.632)} \right) \times 100\%$$

$$= \left(\frac{3.695.034.790}{32.684.779.534} \right) \times 100\%$$

$$= 11 \%$$

Kapasitas produksi saat SDP

$$= 11 \% \times 12.000.000 \text{ meter}$$

$$= 1.356.608 \text{ meter}$$

Penjualan kain saat SDP

$$= \text{kapasitas produksi saat SDP} \times \text{harga jual}$$

$$= 1.356.608 \text{ meter} \times \text{Rp } 8.409,9$$

$$= \text{Rp } 12.875.426.245$$

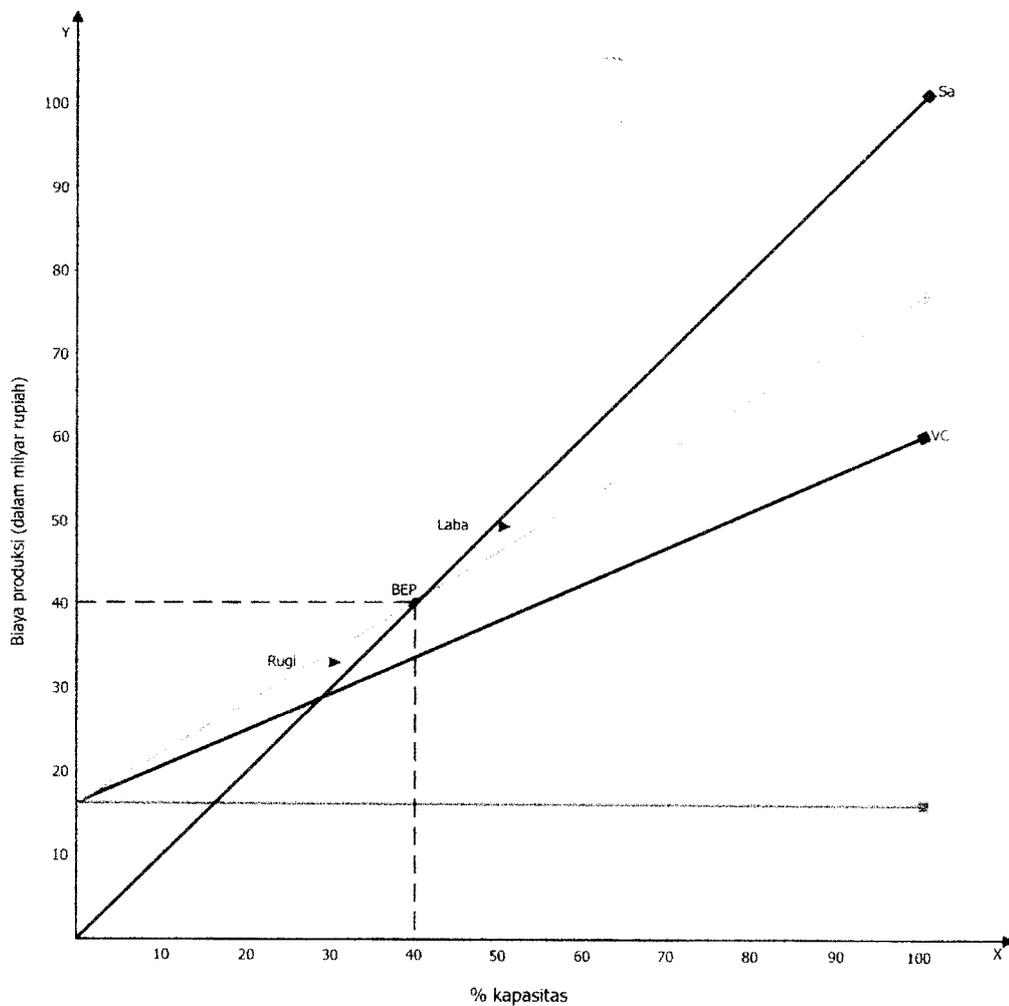
4.6.3.4 *Pay Out Time* (POT)

Pay Out Time (POT) adalah pengembalian modal yang didasarkan pada keuntungan yang dicapai. Perhitungan waktu pengembalian tersebut tidak mengikuti modal kerja perusahaan, akan tetapi investasinya saja, dengan demikian dapat diketahui waktu pengembalian modal tersebut. Nilai POT dapat diketahui dengan formula :

$$\text{POT} = \frac{\text{modal investasi}}{\text{keuntungan/tahun}} \quad \dots(4.47)$$

$$\text{POT} = \frac{\text{Rp } 52.106.235.000}{\text{Rp } 23.465.256.304}$$

$$= 2,2 \text{ tahun}$$



Grafik 4.1 Hubungan Antara Kapasitas Dengan Biaya Produksi

Keterangan :

Fixed cost (FC)	= Rp 16.606.257.582
Variable cost (VC)	= Rp 60.584.272.624
Penjualan maksimum (Sa)	= Rp 101.890.800.000
Total biaya produksi saat BEP (TBP)	= Rp 77.194.200.000
Break even point (BEP)	= 40;20 %

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pra rancangan pabrik yang dilakukan, pabrik ini berproduksi untuk kapasitas 12.000.000 meter kain geotekstil setiap tahunnya. Produksi optimum dapat dicapai dengan melakukan efisiensi dan efektivitas mesin dan pegawai. Dari perhitungan analisis ekonomi, diperoleh :

- Harga jual per meter kain : Rp 8.490,9
- ROI sebelum pajak : 47 %
- ROI sesudah pajak : 45 %
- Harga jual saat BEP : Rp 43.133.586.243
- Persentase BEP : 40,20 %
- Shut Down Point (SDP) : 11 %
- Pay Out Time (POT) : 2,2 tahun
- Modal Investasi : Rp 52.106.235.000
- Keuntungan bersih/tahun : Rp 23.465.256.304

Setelah dipertimbangkan dari berbagai faktor terutama dalam kemudahan mendapatkan bahan baku, karyawan, iklim, pemasaran, dan setelah dilakukan analisis ekonomi, maka dapat disimpulkan pabrik geotekstil tersebut layak didirikan di daerah Bangil, Pasuruan, Jawa Timur.

DAFTAR PUSTAKA

- Chellamani, P & Karthikeyan, S. "*Mechanical Processing Of Man Made Fibers*". The South India Textile Research Association. Coimbalore.1988.
- Demir, Ali & Behery, Mohamed, Hassan. "*Synthetic Filament Yarn :Texturing Technology*". Prentice Hall Inc. New Jersey. 1997.
- Enie, Herlison. "*Pengantar Teknologi Tekstil*". Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan. Jakarta. 1981
- Garrison, H, Ray. "*Akuntansi Manajemen*". Business Publication Inc. Texas. 1982.
- Gasperz, Vincent. "*Total Quality Management*". PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 2001
- Krema, Radko. "*Manual of Nonwoven*". Manchester Textile Trade Press. Manchester. 1986.
- Koerner, Robert. "*Constructions and Geotechnical Methods In Foundation Engineering*". Mc Graw Hill Book. Singapore. 1988.
- _____. "*Designing With Geosynthetic 3rd Edition*". Prentice Hall. Upper Saddle River. New Jersey. 1994.
- Moerdoko, Wibowo, dkk. "*Evaluasi Tekstil Bagian Fisika*". Institut Teknologi Tekstil. Bandung. 1973.
- Monrieff, RW. "*Man Made Fibers*". Newness-Butterworth. London. 1979.
- Nurman. "*Diktat Pra-Rancangan Pabrik Tekstil I*". Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Jogjakarta.
- _____. "*Diktat Pra-Rancangan Pabrik Tekstil II*". Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Jogjakarta.
- _____. "*Diktat Utilitas Teknik Tekstil*". Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Jogjakarta.
- Puspitasari, Dyah & Anggriani, Sulisty. "*Pengaruh Penggunaan Geoekstil Terhadap Parameter Geser Tanah Gambut*". Tugas Akhir. Tidak diterbitkan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. 2002.

Rigby, David. *"Technical Textile and Nonwoven : World Market Forecast To 2010"*.
www.fiber2fashion.com/industry-article. diakses 4 April 2008

Russel, S, J. *"Handbook Of Nonwoven"*. Woodhead Publishing Limited. Cambridge. 2007.

Sayuti, M. *"Analisis Kelayakan Pabrik"*. Graha Ilmu. Jogjakarta. 2008.

Sobirin, Ahmad. *"Budaya Organisasi: Pengertian, Makna dan Aplikasinya Dalam Kehidupan Organisasi"*. UPP STIM YKPN. Jogjakarta. 2007

Soeprijono, P. *"Kalkulasi Biaya Tekstil"*. Institut Teknologi Tekstil. Bandung. 1977

_____ *"Serat-Serat Tekstil"*. Institut Teknologi Tekstil. Bandung. 1974.

Sugiharto, N & Watanabe, Shigeru. *"Teknologi Tekstil"*. PT Pradnya Paramita. Jakarta. 1990

Suryolelono, Kabul, Basah. *"Geosintetik Geoteknik"*. Penerbit Nafiri. Jogjakarta. 2000.

Van sant voort, Gerard. *"Geotextile and Geomembrane In Civil Engineering Revised Edition"*. AA Balkema. Rotterdam. 1994.

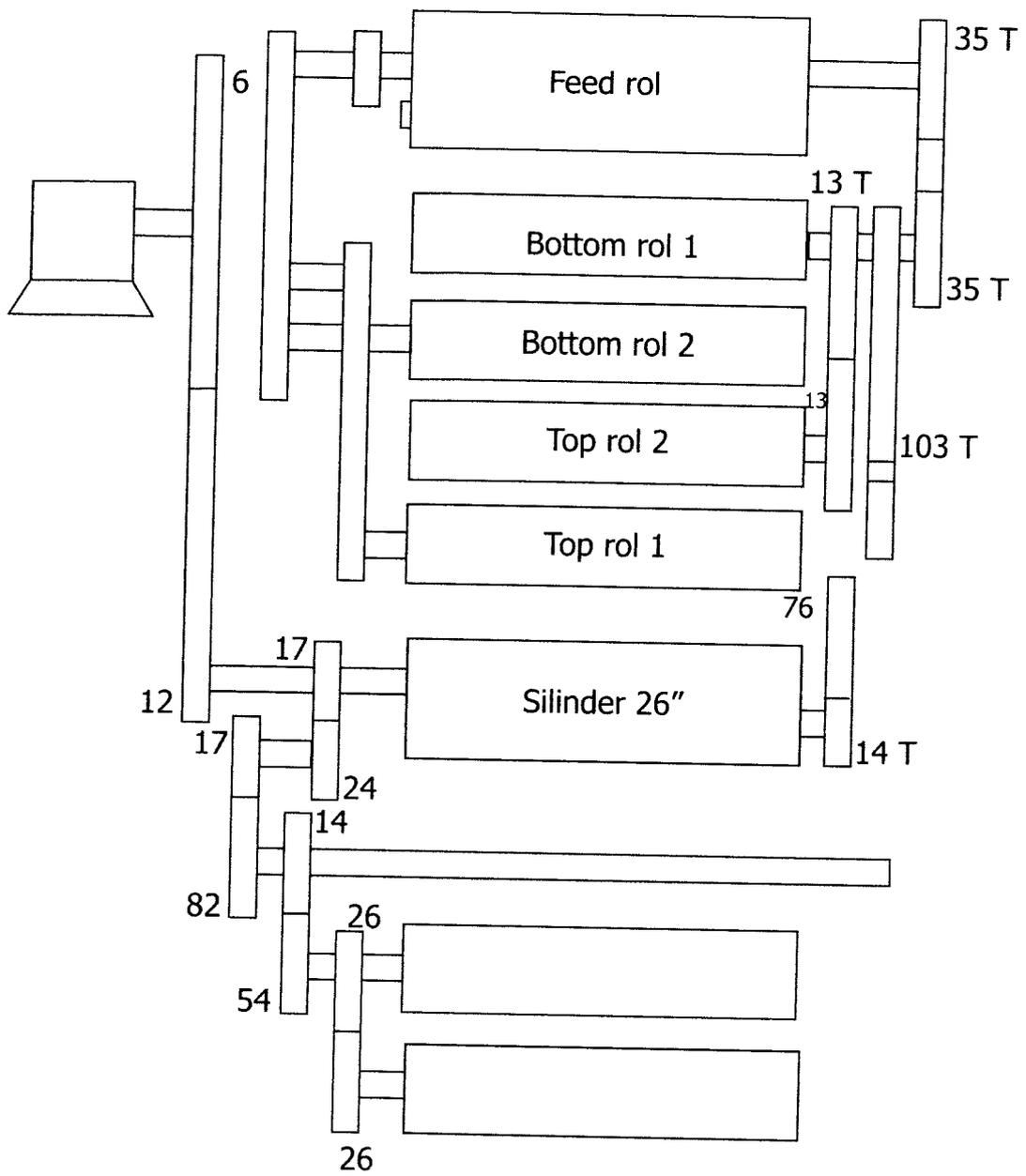
Wignjosuebrotto, Sritomo. *"Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan Edisi 3"*. PT Guna Widya. Jakarta. 1996.

www.allproduct.com diakses 12 Mei 2008.

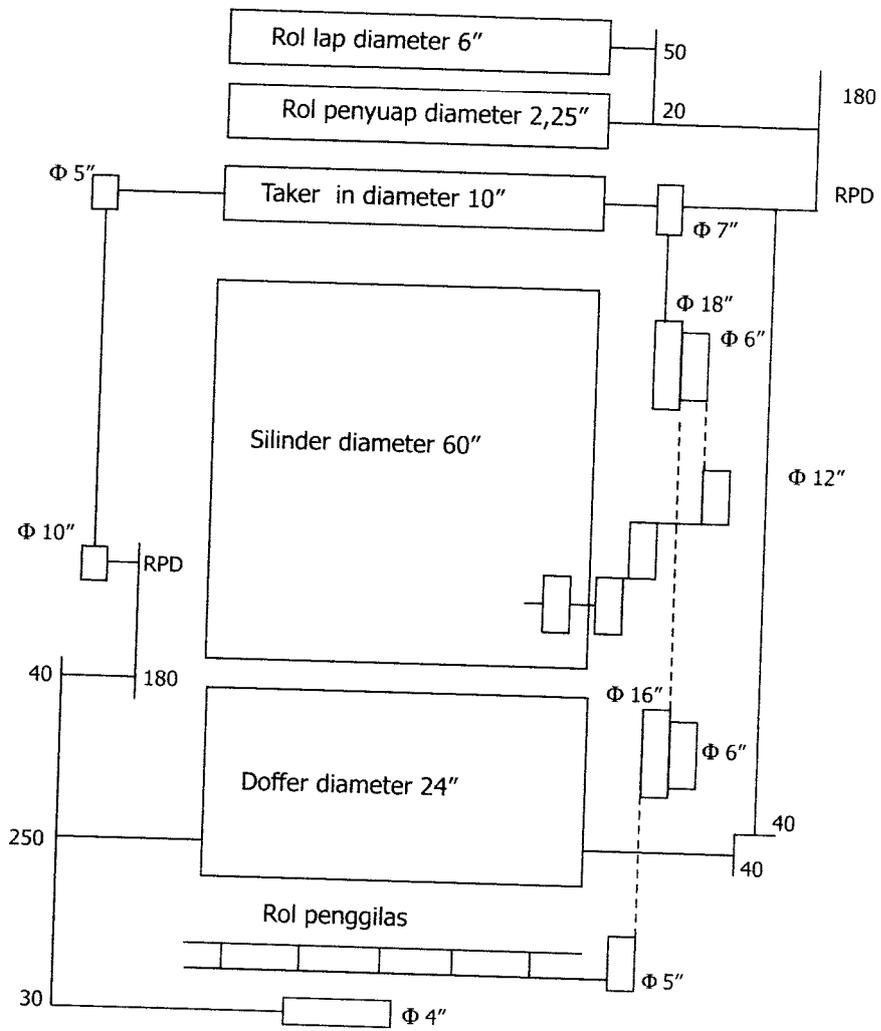
www.geotextile.com. diakses 4 April 2008.

www.depperin.go.id diakses 7 Mei 2008

www.pln.co.id diakses 7 Mei 2008.



Gearing Diagram Mesin Bale Opener



Gearing Diagram Mesin Carding