

**PRA RANCANGAN PABRIK *NONWOVEN*
GEOTEKSTIL SISTEM *NEEDLE PUNCH* DARI
SERAT POLIESTER
KAPASITAS 4.200 TON/TAHUN**

PRA RANCANGAN PABRIK

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



Oleh :

Nama : Nurlailia Ning Triasti Putri

NIM : 18521120

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2022

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

NONWOVEN GEOTEKSTIL SISTEM *NEEDLE PUNCH* DARI SERAT POLIESTER
KAPASITAS 4.200 TON/TAHUN

PRA RANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Nurlailia Ning Triasti Putri

NIM : 18521120

Yogyakarta, September 2022

Pembimbing I

Pembimbing II



Ir., Suharno Rusdi, Ph.D.

Febrianti Nurul Hidayah, S.T., B.Sc., M.Sc.

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRA RANCANGAN PABRIK *NONWOVEN* GEOTEKSTIL SISTEM *NEEDLE PUNCH* DARI SERAT POLIESTER KAPASITAS 4.200 TON/TAHUN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nurlailia Ning Triasti Putri

NIM : 18521120

Yogyakarta, 22 September 2022

Menyatakan bahwa seluruh hasil Perancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti 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.



(Nurlailia Ning Triasti Putri)

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK *NONWOVEN* GEOTEKSTIL SISTEM
NEEDLE PUNCH DARI SERAT POLIESTER
KAPASITAS 4.200 TON/TAHUN

PRA RANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Nurlailia Ning Triasti Putri

NIM : 18521120

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 12 Oktober 2022

Tim Penguji,

Ir. Suharno Rusdi, Ph.D.
Ketua

Ir. Sukirman, M.M.
Anggota I

Ir. Agus Taufiq, M.Sc.
Anggota II



Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang tiada henti memberikan Karunia dan Nikmat-Nya, sehingga penulisan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini dapat terselesaikan. Shalawat serta salam selalu terlimpahkan kepada insan yang paling mulia Rasulullah SAW, yang menjadi utusan terakhir serta sebaik-baik tauladan bagi seluruh umat manusia. Selama proses penulisan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini tentu tidak terlepas dari motivasi dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin berterima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kesempatan dan kemudahan sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak H. Iriyanto dan Ibu Hj. Marjiem selaku Orangtua, Mba Fitri, Mas Arie, Fatih dan seluruh keluarga yang selalu memberikan dukungan moril ataupun materil, cinta serta kasih sayang kepada penulis, dan selalu memberikan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Fathul Wahid, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Rektor Universitas Islam Indonesia.
4. Ibu Dr. Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Suharno Rusdi, Ir., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing 1 Tugas Akhir yang telah dengan sabar membimbing dan memberikan pengarahan kepada penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Ibu Febrianti Nurul Hidayah, S.T., B.Sc., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah dengan sabar membimbing dan memberikan pengarahan kepada penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Ibu Lilis Kistriyani, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang menjadi rujukan dalam hamper seluruh kegiatan perkuliahan selama penulis menjadi mahasiswa di Jurusan Teknik Kimia.
8. Ibu Lucky Wahyu Nuzulia Setyaningsih, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Akademik kedua yang menjadi rujukan dalam kegiatan perkuliahan selama penulis menjadi mahasiswa di Jurusan Teknik Kimia.

9. Segenap dosen Jurusan Teknik Kimia, khususnya Konsentrasi Teknik Tekstil FTI UII yang penulis hormati. Terima kasih atas ilmu dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis.
10. Segenap laboran Jurusan Teknik Kimia, khususnya Konsentrasi Teknik Tekstil FTI UII yang penulis hormati. Terima kasih atas ilmu, pengalaman serta motivasi yang telah diberikan kepada penulis.
11. Hanifah Tsabita Tsani, Dita Isni Cahyaningrum, dan Tiara Nur Kemala Yansah, selaku manusia yang senantiasa bersedia menampung segala keluh kesah penulis selama kuliah bahkan sampai akhir penyusunan Tugas Akhir ini.
12. Devi, Andiene dan teman-teman SMA penulis yang telah memberikan motivasi sehingga penulis selesai menyusun Tugas Akhir ini.
13. Nilla Octavia Khuntari, M. Insan Naufal A., Geraldy Ramadhansyah Hartono, Fernanda Devin Prasetyo, Nadia Martha Nursyari, Prayoga Putra, Widi Mustika Wiranti, Tiara Maheswari Rahmi, Aqidatul Insani, dan Ali Reza, selaku teman penulis semasa kuliah yang telah memberikan bantuan motivasi semasa menjalani kuliah bahkan sampai akhir penyusunan Tugas Akhir ini.
14. Annisa Luthfiah Zulfa, Hervi Madadina Siswanto, Heppy Noor Afifah, M. Farid Arifani, Ramadhan Dwi Saputra, M. Ariq Megantoro dan Arbie Rafif, selaku teman Konsentrasi Teknik Tekstil angkatan 2018 yang telah kebersamai perjuangan kuliah sampai akhir penyusunan Tugas Akhir ini.
15. M. Azhar Maulana, M. Fahrianto, Faiz Hakim, dan M. Fajar Apriyanto, selaku teman penulis yang juga kebersamai penulis dalam penyusunan naskah Tugas Akhir ini.
16. Teman-teman Jurusan Teknik Kimia angkatan 2018 yang telah kebersamai perjuangan kuliah sampai akhir penyusunan Tugas Akhir ini.
17. Kakak-kakak dan adik-adik tingkat Jurusan Teknik Kimia yang telah memberi motivasi kepada penulis selama kuliah sampai akhir penyusunan Tugas Akhir ini.
18. Orang-orang yang telah menjadi sumber inspirasi atau pelajaran berharga dan membantu penulis yang tidak bisa disebutkan satu persatu, semoga mendapat imbalan yang setimpal dari Allah SWT, aamiin.

Dengan kerendahan hati penulis sangat menyadari bahwa Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan tulisan ini. Penulis berharap semoga Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Yogyakarta, 22 September 2022

Penulis



DAFTAR ISI

Cover

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
ABSTRAK	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tinjauan Pustaka	5
1.2.1 Pengertian Geotekstil	5
1.2.2 Fungsi Geotekstil	8
1.2.3 Jenis Geotekstil	10
1.2.4 Nonwoven Geotekstil Sistem Needle Punch	12
1.2.5 Mekanisme Sistem Needle Punch	13
1.2.6 Karakteristik Nonwoven Geotekstil Pada Perancangan	14
1.2.7 Sifat Poliester	24
BAB II	28
PERANCANGAN PRODUK	28
2.1 Spesifikasi Produk	28
2.2 Penggunaan Produk	29
2.3 Spesifikasi Bahan Baku	30
2.4 Pengendalian Kualitas	32
2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku	35
2.3.2 Pengendalian Kualitas Pada Proses Produksi	38
2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk	39
BAB III	43

PERANCANGAN PROSES	43
3.1 Uraian Proses	43
3.1.1 Persiapan Bahan Baku (<i>Raw Material Preparation</i>)	45
3.1.2 Pembukaan Bale (<i>Bale Opening</i>)	46
3.1.3 Pembuatan Web (<i>Carding</i>)	47
3.1.4 Pembuatan Lembaran Web (<i>Cross Lapping</i>)	49
3.1.5 Pengikatan Jarum Awal (<i>Pre Needle Punching</i>)	49
3.1.6 Pengikatan Jarum Permanen (<i>Needle Punching</i>)	50
3.1.7 Penyetrikaan (<i>Calendering</i>)	52
3.1.8 Penggulungan (<i>Winding</i>)	53
3.1.9 Pengujian Produk	54
3.1.10 Pengemasan (<i>Packing</i>)	54
3.2 Spesifikasi Alat	55
3.2.1 Mesin Proses Produksi	55
3.2.2 Mesin Pengujian	60
3.3 Perencanaan Produksi	62
3.3.1 Perhitungan Kebutuhan Bahan Baku	63
3.4 Perhitungan Kebutuhan Mesin	67
3.5 Perancangan Ruang Penyimpanan Bahan Baku	69
3.6 Perancangan Alat Transportasi Bahan	71
BAB IV	74
PERANCANGAN PABRIK	74
4.1 Lokasi Pabrik	74
4.1.1 Faktor Utama Pemilihan Lokasi Pabrik	74
4.1.2 Faktor Penunjang Pemilihan Lokasi Pabrik	76
4.2 Tata Letak Pabrik (<i>Plant Layout</i>)	80
4.2.1 Tata Letak Alat (<i>Site Planning</i>)	85
4.2.2 Tata Letak Ruang Produksi	86
4.2.3 Tata Letak Ruang Non Produksi	91
4.3 Organisasi Perusahaan	93
4.3.1 Bentuk Perusahaan	93
4.3.2 Badan Usaha	93
4.3.3 Struktur Organisasi	95

4.3.4	Tugas dan Wewenang.....	98
4.3.5	Penggolongan Jabatan, Jumlah & Gaji Karyawan.....	110
4.3.6	Fasilitas Karyawan	114
4.3.7	Keamanan, Kesehatan dan Keselamatan Kerja	116
BAB V	.....	118
UTILITAS	.....	118
5.1	Utilitas.....	118
5.1.1	Unit Pengelola Listrik.....	118
5.1.2	Unit Penata Udara	134
5.1.3	Unit Penyedia dan Pengolahan Air	139
5.1.4	Unit Penyedia Bahan Bakar.....	141
BAB VI	.....	144
EVALUASI EKONOMI	.....	144
6.1	Evaluasi Ekonomi.....	144
6.1.1	Strategi Pemasaran.....	144
6.1.2	Modal Investasi (<i>Fixed Capital</i>).....	147
6.1.3	Modal Kerja (<i>Working Capital</i>).....	153
6.1.4	Sumber Pembiayaan Modal dan Pembayaran Pajak Bank	161
6.1.5	Depresiasi.....	162
6.1.6	Biaya Tetap (<i>Fixed Cost</i>).....	163
6.1.7	Biaya Tidak Tetap (<i>Variable Cost</i>)	164
6.1.8	Biaya Produksi (<i>Manufacturing Cost</i>).....	164
6.1.9	Analisa Kelayakan Ekonomi.....	164
BAB VII	.....	173
PENUTUP	.....	173
7.1	Kesimpulan.....	173
7.2	Saran.....	174
DAFTAR PUSTAKA	.....	175
LAMPIRAN 1	.....	177
LAMPIRAN 2	.....	180

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Ekspor Produk Nonwoven >150 gsm (Badan Pusat Statistik, 2021).....	2
Tabel 1. 2 Data Impor Produk Nonwoven >150 gsm (Badan Pusat Statistik, 2021)	3
Tabel 1. 3 Perhitungan Metode Trend Linear Tahun 2017-2021	3
Tabel 1. 4 Ramalan Produksi Nonwoven Geotekstil Tahun 2022-2026	4
Tabel 1. 5 Nilai Kekakuan Geotekstil Dalam Berbagai Macam Tingkat Kemudahan Dikerjakan yang Diperlukan (Haliburton et al, 1980).....	16
Tabel 1. 6 Ketahan Poliester Terhadap Bahan Kimia (Monrief, 1979).....	25
Tabel 1. 7 Sifat Fisika Serat Poliester (Ali Demir, 1997).....	26
Tabel 4. 1 Infrastruktur KNIC (knic.co.id).....	80
Tabel 4. 2 Pembagian Ruang Bahan Baku	87
Tabel 4. 3 Pembagian Ruang Proses.....	88
Tabel 4. 4 Pembagian Ruang Inspeksi, Pengemasan dan Gudang Produk.....	90
Tabel 4. 5 Pembagian Ruang Non Produksi.....	91
Tabel 4. 6 Data Penggunaan Tanah	93
Tabel 4. 7 Kelebihan dan Kekurangan Sistem Organisasi Lini & Staf	97
Tabel 4. 8 Pembagian Shift 1 Pekan.....	109
Tabel 4. 9 Pembagian Shift 1 Bulan	109
Tabel 4. 10 Penggolongan Gaji Karyawan	112
Tabel 5. 1 Kebutuhan Listrik Penerangan Ruang Produksi.....	122
Tabel 5. 2 Kebutuhan Listrik Penerangan Ruang Non Produksi I	125
Tabel 5. 3 Kebutuhan Listrik Penerangan Ruang Non Produksi II	127
Tabel 5. 4 Kebutuhan Listrik Mesin Produksi.....	131
Tabel 5. 5 Kebutuhan Listrik Peralatan Laboratorium	132
Tabel 5. 6 Kebutuhan Listrik Penata Udara dan Pompa Air	133
Tabel 5. 7 Kebutuhan Listrik Lain-lain	134
Tabel 5. 8 Kebutuhan AC Inverter	137
Tabel 5. 9 Kebutuhan Ceiling Exhaust Fan	138
Tabel 5. 10 Kebutuhan Kipas Angin	139
Tabel 5. 11 Kebutuhan Air	141

Tabel 5. 12 Kebutuhan Bahan Bakar Sarana Transportasi	143
Tabel 6. 1 Rincian Biaya Tanah dan Bangunan.....	147
Tabel 6. 2 Rincian Biaya Instalasi dan Pemasangan	148
Tabel 6. 3 Rincian Biaya Sarana Transportasi.....	148
Tabel 6. 4 Rincian Biaya Pembelian Mesin.....	149
Tabel 6. 5 Rincian Biaya Pembelian Perlengkapan Laboratorium.....	150
Tabel 6. 6 Rincian Biaya Unit Utilitas dan Investasi Perusahaan	151
Tabel 6. 7 Rincian Biaya Perizinan dan Lain-lain	151
Tabel 6. 8 Rekapitulasi Modal Investasi (Fixed Capital)	152
Tabel 6. 9 Rincian Biaya Utilitas dan Bahan Bakar	156
Tabel 6. 10 Rincian Biaya Gaji Karyawan	157
Tabel 6. 11 Rincian Biaya Pemeliharaan.....	158
Tabel 6. 12 Rincian Biaya Kesejahteraan Karyawan	159
Tabel 6. 13 Rincian Biaya Asuransi	159
Tabel 6. 14 Rekapitulasi Modal Kerja (Working Capital)	160
Tabel 6. 15 Rekapitulasi Pembayaran Angsuran Pinjaman Bank	162
Tabel 6. 16 Rincian Biaya Depresi.....	163
Tabel 6. 17 Rincian Biaya Tetap (Fixed Cost)	163
Tabel 6. 18 Rincian Biaya Tidak Tetap (Variable Cost)	164
Tabel 6. 19 Rincian Fixed Annual.....	167
Tabel 6. 20 Rincian Regulated Annual.....	168
Tabel 6. 21 Rincian Biaya Tidak Tetap Tahunan (Variable Annual).....	168

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Kain Nonwoven Geotekstil (Geosyntetics, 2018)	28
Gambar 2. 1 Proses Pembuatan Serat Stapel PET	31
Gambar 2. 2 Tahapan Pengendalian Kualitas.....	34
Gambar 3. 1 Diagram Alir Proses Kualitatif.....	45
Gambar 3. 2 Gearing Diagram Mesin Bale Opener	47
Gambar 3. 3 Gearing Diagram Mesin Carding.....	49
Gambar 3. 4 Konstruksi Jarum (Russel, 2007).....	51
Gambar 3. 5 Skema Penjaruman (Russel, 2007)	51
Gambar 3. 6 Proses Terjadinya Ikatan Interbinding dalam Web (Russel, 2007)	52
Gambar 3. 7 Gearing Diagram Mesin Needle Punch	52
Gambar 3. 8 Gearing Diagram Mesin Calender	53
Gambar 3. 9 Gearing Diagram Mesin Winding.....	54
Gambar 3. 10 Mesin Bale Opener (es.china-nonwovens.com)	55
Gambar 3. 11 Mesin Carding (made-in-china.com).....	56
Gambar 3. 12 Mesin Cross Lapper (china-nonwovens.com)	57
Gambar 3. 13 Mesin Pre Needle Punch (t1machinery.com)	58
Gambar 3. 14 Mesin Needle Punch (t1machinery.com).....	59
Gambar 3. 15 Mesin Calender (sail-nonwovenmachinery.com).....	59
Gambar 3. 16 Mesin Winder (somatec-hameln.com).....	60
Gambar 3. 17 Alat Mullen Bursting Tester (alibaba.com)	61
Gambar 3. 18 Alat Tensometer (alibaba.com).....	62
Gambar 3. 19 Bomac Forklift (indotara.co.id)	72
Gambar 4. 1 Lokasi Karawang New Industry City (KNIC).....	78
Gambar 4. 2 Tata Ruang Karawang New Industry City (KNIC) (knic.co.id).....	79
Gambar 4. 3 Tata Letak Pabrik.....	84
Gambar 4. 4 Tata Letak Ruang Bahan Baku	87
Gambar 4. 5 Tata Letak Ruang Proses	89
Gambar 4. 6 Tata Letak Ruang Inspeksi, Pengemasan dan Gudang Produk	91
Gambar 4. 7 Struktur Organisasi	105



ABSTRAK

Geotekstil merupakan salah satu jenis geosintetik dengan bentuk lembaran yang relatif tipis dan tersusun dari serat, baik dalam bentuk benang ataupun acak. Geotekstil terbagi menjadi 2 jenis, yaitu *woven* dan *nonwoven*. Geotekstil *nonwoven* ini dibuat menggunakan sistem *needle punch* dengan menyatukan serat-serat stapel menjadi bentuk lembaran web yang kemudian diikat secara mekanis menggunakan jarum yang dipukul. Jenis serat stapel yang digunakan yaitu serat polietilen tereftalat (PET). Kapasitas produksi pada pabrik ini adalah sebesar 4.200 ton/tahun dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan impor sebanyak 20 %. Produk geotekstil *nonwoven* ini memiliki gramasi sebesar 250 gsm.

Pabrik *nonwoven* geotekstil ini akan didirikan di kawasan industri Karawang New Industry City yang terletak di Jl. Raya Trans heksa, Winajaya, Kec. Telukjambe Barat, Kab. Karawang, Jawa Barat dengan luas tanah 12.100 m². Bentuk perusahaan yang direncanakan yaitu Perseroan Terbatas (PT) dengan jumlah karyawan 190 orang. Total modal yang akan digunakan adalah Rp 195.219.915.155, dengan perbandingan sumber pendanaan dari saham dan pinjaman bank yaitu 60 % : 40 %. Keuntungan bersih yang akan didapatkan adalah sebesar Rp 50.036.681.056. Berdasarkan hasil evaluasi ekonomi, didapatkan ROI sebesar 25,63 %, POT atau pengembalian modal selama 3,9 tahun, BEP sebesar 41,9 % serta DCF sebesar 23,93 %. Berdasarkan hasil analisa kelayakan ekonomi tersebut, pra rancangan pabrik ini dapat dikatakan layak untuk didirikan.

ABSTRACT

Geotextile is a type of geosynthetic with a relatively thin sheet form and is composed of fibers, either in the form of yarn or random. Geotextiles are divided into 2 types, namely woven and nonwoven. This nonwoven geotextile is made using a needle punch system by joining staple fibers to form a web sheet which is then mechanically bonded using a punched needle. The type of staple fiber used is polyethylene terephthalate (PET) fiber. The production capacity at this factory is 4,200 tons/year with the aim of meeting the import needs of 20 %. This nonwoven geotextile product has a gramation of 250 gsm.

This nonwoven geotextile factory will be established in the Karawang New Industry City industrial area, located on Jl. Raya Trans Heksa, Winajaya, Kec. TelukjambeBarat, Kab. Karawang, West Java with a land area of 12.100 m². The planned form of the company is a Limited Liability Company (PT) with 190 employees. The total capital to be used is IDR 195.219.915.155, with a comparison of funding sources from shares and bank loans, namely 60 % : 40 %. The net profit that will be obtained is IDR 50.036.681.056. Based on the results of the economic evaluation, obtained ROI of 25,63%, POT or return on capital for 3,9 years, BEP of 41,9% and DCF of 23,93%. Based on the results of the economic feasibility analysis, the pre- design of this factory can be said to be feasible to build.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Apabila dilihat secara geografis, Indonesia adalah Negara yang memiliki jenis tanah yang beragam, yaitu seperti tanah aluvial, tanah andosol, tanah entisol, tanah grumusol, tanah humus, tanah inceptisol, tanah laterit, tanah latosol, tanah litosol, dan tanah kapur (Anonim, 2021). Setiap jenis tanah tersebut tentunya memiliki karakteristik yang berbeda-beda, sehingga membutuhkan perlakuan yang berbeda supaya dapat mendukung beban yang akan dibangun di atasnya. Suatu jenis tanah yang sama dapat membutuhkan perlakuan yang berbeda antara suatu daerah dengan daerah lainnya. Perlakuan yang akan dilakukan terhadap tanah tersebut membutuhkan perhitungan yang maksimal untuk mengurangi terjadinya kerusakan pada konstruksi yang dibangun di atasnya. Salah satu bentuk kerusakan yang terjadi yang dapat kita lihat dalam kehidupan sehari-hari yaitu adanya penurunan badan jalan yang dialami pada suatu jalan raya.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi terjadinya deformasi pada tanah yang mengakibatkan kerusakan konstruksi bangunan di atasnya yaitu dengan menggunakan geotekstil sebagai lapisan perkuatan pada permukaan tanah. Geotekstil merupakan bahan tambahan berbentuk lembaran yang biasa digunakan sebagai perkuatan pada permukaan tanah. Geotekstil adalah *geosynthetic* permeabel yang terdiri dari bahan tekstil atau kain. Geotekstil biasanya terbuat dari *polypropylene*, *polyethylene*, *polyester*, *polyamide (nylon)*, *fiberglass* dan *polyvinylidene chloride*. Selain itu, geotekstil juga didefinisikan sebagai bahan polimer yang lulus air dapat berupa rajutan, tenunan (*woven*) ataupun nir tenun (*non woven*) yang digunakan dalam pekerjaan geoteknik dan teknik sipil lainnya (Astuti, 2019).

Produk geotekstil biasa didapatkan dari distributor pabrik geotekstil yang ada di Indonesia, akan tetapi masih cukup banyak juga jumlah pemesanan impor produk geotekstil. Sedangkan di Indonesia sudah banyak konstruksi yang menggunakan perkuatan geotekstil, sehingga dapat dikatakan bahwa cukup banyak kebutuhan produk geotekstil di Indonesia. Oleh karena itu, perancangan pabrik nonwoven geotekstil ini bertujuan untuk membantu memenuhi kebutuhan geotekstil di Indonesia dengan mengurangi jumlah impor dari luar negeri.

Mengacu pada produk dari salah satu pabrik Nonwoven Geotekstil yang ada di Indonesia, yaitu Petra Nusa Elshada, Nonwoven Geotekstil memiliki ketebalan 150 – 1000 gsm (petrane.co.id). Dengan demikian dapat dikatakan bahwa Nonwoven Geotekstil termasuk ke dalam jenis produk Nonwoven >150 gsm. Berikut adalah jumlah ekspor produk Nonwoven >150 gsm oleh Indonesia pada tahun 2017 sampai tahun 2021.

Tabel 1. 1 Data Ekspor Produk Nonwoven >150 gsm (Badan Pusat Statistik, 2021)

Tahun	Jumlah Expor (Ton/Tahun)
2017	550
2018	849
2019	569
2020	682
2021	1.179

Kemudian berikut adalah jumlah impor produk Nonwoven >150 gsm masuk ke Indonesia pada tahun 2017 sampai tahun 2021.

Tabel 1. 2 Data Impor Produk Nonwoven >150 gsm (Badan Pusat Statistik, 2021)

Tahun	Jumlah Impor (Ton/Tahun)
2017	54.139
2018	47.826
2019	47.163
2020	35.067
2021	42.849

Dari data yang ditunjukkan pada tabel tersebut, dengan menggunakan metode *Trend Linear* dapat diketahui jumlah kebutuhan Nonwoven Geotekstil pada tahun 2026. Hasil yang didapatkan dari perhitungan menggunakan metode *Trend Linear* akan dijadikan sebagai acuan dalam penentuan kapasitas produksi dalam pra-rancangan pabrik Nonwoven Geotekstil. Berikut adalah data perhitungan untuk prediksi jumlah produksi Nonwoven Geotekstil dari tahun 2022 sampai tahun 2026.

Tabel 1. 3 Perhitungan Metode Trend Linear Tahun 2017-2021

Tahun	Kebutuhan (Y)	Periode (X)	X ²	XY
2017	54.139	-2	4	-108.278
2018	47.826	-1	1	-47.826
2019	47.163	0	0	0
2020	35.067	1	1	35.067
2021	42.849	2	4	85.698
Total	227.044	0	10	-35.339

Jumlah kebutuhan atau nilai Y untuk tahun 2022 hingga tahun 2026 dapat dicari dengan rumus berikut:

$$Y = A + BX$$

Untuk memperoleh nilai A dan B dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut:

$$A = \frac{Y}{n}$$

$$= \frac{227.044}{5}$$

$$= 45.408,8$$

$$B = \frac{\sum(XY)}{\sum X^2}$$

$$= \frac{-35.339}{10}$$

$$= -3.533,9$$

Berikut adalah tabel prediksi produksi Nonwoven Geotekstil dari tahun 2022 hingga tahun 2026:

Tabel 1. 4 Ramalan Produksi Nonwoven Geotekstil Tahun 2022-2026

Tahun	X	Y (ton/tahun)
2022	3	34.807,1
2023	4	45.408,8
2024	5	27.739,3
2025	6	24.205,4
2026	7	20.671,5

Keterangan :

A : Rata-rata permintaan terdahulu

B : Koefisien perubahan setiap tahun

Y : Nilai data hasil prediksi permintaan (ton/tahun)

X : Waktu tertentu yang telah diubah ke dalam bentuk kode

n : Jumlah data

Dari hasil prediksi jumlah produksi yang diperoleh pada tabel tersebut maka dapat dilihat bahwa, pada tahun 2026 Indonesia akan melakukan impor Nonwoven Geotekstil sebanyak 20.671,5 ton/tahun, atau jika dibulatkan menjadi 20.671 ton/tahun. Oleh karena itu, untuk menghindari impor secara terus menerus, maka pabrik ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan Nonwoven Geotekstil dengan asumsi 20 % dari jumlah impor. Maka, pra rancangan pabrik ini direncanakan akan didirikan dengan kapasitas 4.200 ton/tahun.

1.2 Tinjauan Pustaka

1.2.1 Pengertian Geotekstil

Geotekstil menurut bahasa berasal dari bahasa latin, yaitu *geo* dan *textere*. *Geo* dalam bahasa latin berarti tanah atau bumi, sedangkan *textere* yang merupakan asal kata “tekstil” secara harfiah memiliki arti menenun. Sehingga apabila diartikan secara luas, geotekstil berarti lembaran yang relatif tipis dan tersusun dari serat, baik dalam bentuk benang ataupun bentuk bebas. Mengacu pada ASTM D4439, geotekstil memiliki arti sebagai geosintetik permeable yang berbentuk tekstil.

Geotekstil merupakan salah satu jenis geosintetik yang berkembang sesuai dengan kegunaannya. Geosintetik termasuk salah satu produk baru karena bahan yang digunakan baru dirilis pada tahun 1960-an. Kemudian penggunaan bahan geosintetik sendiri baru dimulai pada tahun 1970-an pada berbagai proyek teknik sipil. Penggunaan geosintetik mulai meluas ke seluruh dunia

setelah diadakannya seminar geosintetik, yaitu *International Conference On The Use of Fabrics In Geotechnics* pada sekitar tahun 1977. Sesuai dengan fungsi penggunaannya, geosintetik semakin berkembang menjadi berbagai variasi dengan beberapa bentuk dasar, yaitu:

- *Geotextile*
- *Geo-linear elemen*
- *Geomembrane*
- *Geocomposite*
- *Geogrid*

(Nugroho, 2018)

Geotekstil biasa digunakan dalam aplikasi geoteknik karena memiliki fungsi penggunaan yang beragam, yaitu sebagai :

- a. Separasi (*separation*)
- b. Drainase (*drainage*)
- c. Filtrasi (*filtration*)
- d. Perkuatan (*reinforcement*)
- e. Lapisan pelindung (*moisture barrier*)

Namun secara umum, fungsi dari penggunaan geotekstil adalah menjaga kestabilan pada permukaan tanah lunak yang mengalami konsolidasi atau peningkatan kekuatan geser tanah akibat adanya beban di atas permukaan tanah tersebut sampai jangka waktu tertentu (Zaika, 2010).

Pada umumnya, geotekstil terbuat dari serat buatan, yaitu polimer sintetis. Bahan polimer sintetis memiliki sifat hidrofobik sehingga dapat tahan terhadap degradasi kimia ataupun kondisi biologis di alam. Beberapa bentuk dari polimer sintetis di antaranya adalah *polyester*, *polyamide (nylon)*, *polyvinylidene chloride*, *polyethylene*, *polypropylene*, dan *fiberglass*. Sebelum diproses

menjadi produk Nonwoven Geotekstil, bahan polimer sintetis tersebut dibentuk menjadi komponen dasar berbentuk serat-serat ataupun benang sintetis terlebih dahulu, sebelum kemudian difabrikasikan menjadi suatu produk geotekstil, baik dalam bentuk *woven* (anyam) ataupun *nonwoven* (nirtenun) (Saputra, 2018). Namun demikian, tetap ada geotekstil yang terbuat dari serat buatan seperti selulosa dan rayon. Bahkan sebagian dari produk geosintetik juga menggunakan serat alam, seperti jute dan kapas sebagai bahan campuran.

Produk geotekstil umumnya terbagi menjadi 2 jenis berdasarkan proses pembuatannya, yaitu *woven* geotekstil dan *nonwoven* geotekstil. *Nonwoven* geotekstil sendiri merupakan salah satu bentuk kain *nonwoven* yang dihasilkan dari farfikasi serat-serat *staple* ataupun filament yang kemudian akan membentuk suatu struktur web atau lembaran (Eriningsih, 2012). *Nonwoven* geotekstil juga merupakan salah satu jenis produk *nonwoven* yang dibuat dengan tujuan *end-use* mengutamakan *high durability product* atau sifat keawetan produk yang tinggi. Tahap pembuatan produk *nonwoven* terbilang cukup sederhana karena hanya terdiri dari 3 tahap utama, yaitu *web formatting*, *bonding system* kemudian *finishing treatments*. Sistem produksi untuk produk *nonwoven* ada berbagai macam, seperti :

- a. *Needle punch*
- b. *Spunbound process*
- c. *Melt Blown process*
- d. *Water jet process*

1.2.2 Fungsi Geotekstil

Setiap produk yang diproduksi pasti memiliki fungsi sesuai dengan bidangnya masing-masing, begitupun dengan geotekstil. Berikut adalah fungsi-fungsi dari produk geotekstil :

a. Pemisah atau separasi (*separator*)

Prinsip dasar dalam rekayasa geoteknik pada umumnya adalah setiap tanah dengan variasi ukuran ataupun distribusi butiran yang berbeda tidak dapat diletakkan secara bersamaan. Suatu tanah dengan butiran yang halus memiliki kekuatan yang lebih rendah dibandingkan dengan tanah yang memiliki butiran kasar. Apabila tanah dengan butiran kasar terletak di atas tanah dengan butiran halus, tanah dengan butiran kasar akan mengalami penetrasi ke dalam lapisan tanah dengan butiran halus. Hal ini akan menimbulkan gangguan yang merugikan dalam sistem tanah, seperti terganggunya system drainase, terjadi deformasi pada tanah, berkurangnya umur struktur, berkurangnya kekuatan gabungan antar system tanah, serta kemungkinan terjadi kegagalan struktur akan menjadi lebih besar. Penggunaan material pemisah (*separator*) seperti geotekstil yang diletakkan di antara dua jenis tanah yang berbeda dapat menangani gangguan-gangguan yang mungkin akan terjadi tersebut. Geotekstil sebagai lapisan pemisah (*separator*) bekerja dengan cara menjaga integritas antara dua lapisan tanah dengan karakter yang berbeda (Hardyatmo, 2008).

b. Penyaringan atau filtrasi (*filtration*)

Geotekstil sebagai penyaringan atau filtrasi bekerja dengan cara menahan butiran tanah yang terbawa oleh aliran air yang melewati lembaran geotekstil secara tegak lurus dengan arah bidang lembaran. Dengan demikian, dibutuhkan 2 faktor penting yang secara simultan harus dimiliki oleh geotekstil, yaitu nilai permeabilitas yang harus besar dan kemampuan dalam menahan

butiran tanah. Peletakkan geotekstil harus sesuai antara ukuran butiran tanah dengan ukuran lubang pori-pori geotekstil. Jenis geotekstil yang cocok untuk digunakan sebagai filter adalah *nonwoven* geotekstil yang diproduksi dengan menggunakan sistem *needle punch*. Namun demikian, nilai permeabilitas yang dimiliki oleh geotekstil tidaklah mutlak, karena tebal dari geotekstil dapat mengalami perubahan akibat adanya beban. Maka, nilai permeabilitas yang dimiliki oleh geotekstil dinyatakan dalam istilah permissivitas (*permissivity*) atau rasio permeabilitas terhadap tebal lembaran geotekstil.

c. Drainase

Dilihat dari arah bidangnya yang dapat dialiri oleh cairan, geotekstil dapat digunakan sebagai drainase. Menurut Koerner (1990), fungsi drainase pada geotekstil adalah sebagai keseimbangan dalam system geotekstil terhadap struktur tanah. Keseimbangan antar geotekstil dengan tanah tersebut dapat memungkinkan aliran yang bebas mengalir searah dengan bidangnya dalam kurun waktu yang cukup panjang. Fungsi drainase dari suatu geotekstil dapat berkurang apabila tegangan yang bekerja bertambah. Berikut adalah beberapa bentuk aplikasi geotekstil sebagai drainase searah bidang :

- Drainase pemotong (*interceptor drain*)
- Pengaliran air di bawah lapisan pondasi jalan raya
- Drainase pita vertical dan horizontal sebagai percepatan proses konsolidasi
- Pelepas tekanan air pori di dalam lereng batuan ataupun tanah
- Pelepas tekanan air pori di dalam bendungan, timbunan, dan lain-lain

Contoh geotekstil yang memiliki kemampuan untuk mengalirkan air searah dengan bidangnya adalah *nonwoven* geotekstil *resin-*

bonded dan juga *nonwoven geotekstil needle punch*. Namun di antara kedua jenis tersebut, *nonwoven geotekstil needle punch* lebih sering digunakan sebagai drainase.

d. Tulangan (*reinforcement*)

Fungsi tulangan (*reinforcement*) pada geotekstil disebut juga sebagai fungsi perkuatan, fungsi ini sama seperti istilah pada beton yang memiliki tulang atau *reinforced concrete*. Struktur tanah hanya memiliki kekuatan untuk menahan tekanan tetapi tidak dapat menahan tarikan, sehingga dibutuhkan bantuan geotekstil untuk memenuhi kelemahan tanah terhadap tarikan. Fungsi tulangan (*reinforcement*) pada geotekstil dapat memberikan daya kuat Tarik dan juga kekakuan. Apabila dilihat dari fungsi tulangan (*reinforcement*) tersebut, terdapat tiga mekanisme perkuatan, di antaranya adalah gesekan, anker, dan juga membran.

e. Proteksi (*protection*)

Geotekstil dapat digunakan sebagai pelindung lereng sungai ataupun material dasar. Geotekstil diletakkan di bawah lapisan pelindung lereng seperti rip-rap untuk memenuhi fungsi tersebut. Dengan demikian, geotekstil dapat melindungi material dasar seperti pasir, lanau, tanah gambut dan/atau material kohesif lainnya yang mudah terkena erosi. Erosi yang terjadi dapat disebabkan karena adanya aksi gelombang, kecepatan air ataupun aliran air dari dalam tanah.

1.2.3 Jenis Geotekstil

Geotekstil yang banyak digunakan ada 2 jenis, yaitu *nonwoven* (nirtenun) dan *woven* (anyam). Sesuai dengan namanya, *nonwoven* geotekstil merupakan suatu produk geotekstil yang dibuat dengan tanpa anyaman.. Sedangkan *woven* geotekstil merupakan suatu produk geotekstil yang berbentuk anyaman dan dibentuk

dengan cara dianyam/ditenun. Secara fisik, *nonwoven* geotekstil memiliki bentuk acak (tidak beraturan), sedangkan *woven* geotekstil memiliki bentuk yang lebih teratur karena adanya anyaman. Produk *nonwoven* geotekstil ataupun *woven* geotekstil biasa digunakan sebagai stabilisasi tanah, soil separator, dan juga pembagian beban (Ndale, 2019).

a. Woven Geotekstil (Geotekstil Anyam)

Woven geotekstil merupakan geotekstil yang diproduksi dengan menggabungkan dua set benang-benang parallel yang kemudian secara sistematis dijalin untuk mendapatkan suatu struktur sebidang. *Woven* geotekstil diproduksi dengan menggunakan mesin tenun khusus untuk geosintetik. Prinsip pembuatan *woven* geotekstil terbilang sederhana, meliputi benang-benang hasil dari pintalan pada proses persiapan menjadi benang lusi dan benang pakan. Kemudian secara sistematis digabungkan ke arah memanjang dan melintang.

Woven geotekstil memiliki daya kuat tarik (*tensile strength*) yang cukup tinggi, akan tetapi perubahan panjang yang dimilikinya terbatas pada pembebanan, yaitu sebesar 15%. Selain itu, *woven* geotekstil juga memiliki regangan yang kecil (Ndale, 2019). Dengan sifat-sifat tersebut, *woven* geotekstil lebih sering digunakan *separation* (lapisan pemisah) dan *reinforcement* (perkuatan). Sebagai lapisan pemisah atau separator, *woven* geotekstil berfungsi sebagai pemisah antara tanah yang lunak dengan tanah keras. Sedangkan sebagai perkuatan atau *reinforcement*, *woven* geotekstil memiliki fungsi sebagai tulangan tanah (Melle, 1999).

b. Nonwoven Geotekstil (Geotekstil Nirtenun)

Nonwoven geotekstil merupakan geotekstil yang diproduksi dengan cara menyatukan serat-serat pembentuknya tanpa menggunakan anyaman. Berbeda dengan *woven*

geotekstil, *nonwoven* geotekstil tidak diproduksi dengan menggunakan mesin tenun khusus geosintetik. *Nonwoven* geotekstil dapat diproduksi dengan 2 cara, yaitu dengan proses penjaruman (*needle punch process*) ataupun dengan proses ikatan leleh (*melt (heat) bonded*). Sesuai dengan proses pembuatannya, *nonwoven* geotekstil memiliki bentuk fisik yang acak atau tidak beraturan, berbeda dengan *woven* geotekstil yang memiliki bentuk teratur karena struktur anyaman yang terbentuk.

Nonwoven geotekstil memiliki daya Tarik (*tensile strength*) yang lebih kecil apabila dibandingkan dengan jenis *woven* geotekstil. Akan tetapi *nonwoven* geotekstil memiliki sifat permeabilitas yang baik. Dengan sifat yang dimiliki tersebut, *nonwoven* geotekstil lebih sering digunakan sebagai *filtration* (penyaring) dan sebagai *drainage* (pengalir). Kedua fungsi tersebut bekerja secara bersamaan, yaitu dengan cara menyaring butiran-butiran tanah supaya tidak terbawa oleh aliran air (Melle, 1999). Selain itu, *nonwoven* geotekstil juga banyak digunakan sebagai stabilisasi tanah dan soil separator (Ndale, 2019).

1.2.4 Nonwoven Geotekstil Sistem Needle Punch

Nonwoven geotekstil dapat diproduksi dengan berbagai system, salah satunya adalah dengan menggunakan system *needle punch*. *Nonwoven* geotekstil yang diproduksi dengan menggunakan system *needle punch* akan memiliki sifat kerembesan (*permeability*) yang baik, kekakuan serat tinggi, serta memiliki kekuatan tarik (*tensile strength*) yang baik. Pada system *needle punch*, *nonwoven* geotekstil diproduksi dengan menggunakan serat berbentuk *staple* yang kemudian diperkuat oleh jalinan acak menggunakan jarum. Sifat-sifat yang dimiliki oleh *nonwoven* geotekstil system *needle*

punch dapat terbentuk karena hal tersebut. Selain itu, supaya kain *nonwoven* geotekstil dapat digunakan pada bidang yang luas, kerapatan jarum dan kecepatan pemasukan jarum juga dapat mempengaruhi kontak antar serat *staple*.

1.2.5 Mekanisme Sistem Needle Punch

Mesin *nonwoven* tercipta sebagai salah satu bentuk dampak perkembangan industri tekstil yang mengikuti kebutuhan untuk menghasilkan produk yang variatif sesuai dengan kegunaannya. Mesin *nonwoven* yang di dalamnya menggunakan system ikatan mekanik adalah *needle punch*. Mesin *needle punch* pertama kali diproduksi oleh Bywater Ltd di Inggris pada tahun 1870an. Kemudian dikembangkan oleh James Hunter di Amerika Serikat pada tahun 1957, dan oleh Fahrer AG di Austria pada tahun 1960an. Fahrer (bagian dari Neumag group), Dilo dan juga Asselin merupakan beberapa pembuat mesin yang terkemuka.

Mekanisme kerja mesin *needle punch* dapat dikatakan cukup sederhana, yaitu dengan mengikat serat-serat satu sama lain di dalam mesin *carding* menjadi bentuk *carded web* atau lembaran. Kemudian serat-serat yang telah berbentuk *carded web* tersebut disuapkan dan akan diikat secara mekanis oleh jarum-jarum pada *needle board* (Eriningsih, 2012). Sesuai dengan namanya, dalam proses pengikatan antar serat, jarum dibantu oleh pemukul untuk memasukkan jarum ke dalam lapisan serat untuk menghasilkan ikatan antar serat yang kuat. Semakin banyak jarum menembus ke dalam lapisan serat, maka akan semakin padat dan kuat ikatan serat pada lembaran *nonwoven* yang dihasilkan.

Jarum-jarum yang terpasang pada *needle board* (bagian dari mesin *needle punch*) dapat mempengaruhi penetrasi dari jarum ke serat sehingga akan dihasilkan produk *nonwoven* dengan sifat yang bervariasi. Variasi produk *nonwoven* dan sifatnya tersebut didasari

oleh adanya variasi jenis dan nomor jarum yang digunakan, serta jarak antar jarum pada *needle board*, kecepatan gerakan jarum, kecepatan penyuaian serat, serta ukuran *needle board*.

1.2.6 Karakteristik Nonwoven Geotekstil Pada Perancangan

Nonwoven geotekstil banyak digunakan dalam konstruksi teknik sipil, salah satu bentuk aplikasinya yaitu penggunaan geotekstil pada beton. James H. Long dan beberapa rekannya pada tahun 1989 di USA melakukan penelitian mengenai tingkat kekuatan ikatan yang terbentuk antara beton dengan geotekstil. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan perbandingan kekuatan antara *woven* geotekstil dengan *nonwoven* geotekstil. *Nonwoven* geotekstil memiliki ikatan yang lebih kuat dengan beton. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh James H. Long (1989) dan beberapa rekannya dapat diketahui bahwa kekuatan ikatan antara *nonwoven* geotekstil dengan beton tersebut dipengaruhi oleh jarak antar serat yang membentuk *nonwoven* geotekstil, semakin renggang jarak antar seratnya maka akan ikatan yang terjadi akan semakin kuat. Sedangkan *woven* geotekstil cenderung memiliki jarak antar serat yang lebih rapat dan teratur, sehingga membutuhkan lubang buatan untuk meningkatkan kekuatan ikatan dengan beton (Long, 1989).

Penggunaan geosintetik (khususnya geotekstil) dalam perancangan dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa hal penting, seperti identifikasi fungsi relative dalam penggunaannya, identifikasi faktor-faktor yang dapat berpengaruh terhadap kinerja geotekstil, serta identifikasi sifat-sifat geotekstil yang dibutuhkan dalam aplikasinya. Selain hal tersebut di atas, dalam penggunaan geotekstil pada perancangan juga dilakukan pertimbangan berdasarkan karakteristik dengan masing-masing sifat yang

dimilikinya. Beberapa karakteristik yang setidaknya dimiliki oleh geotekstil di antaranya adalah (Hardyatmo, 2008) :

1.2.6.1 Karakteristik Fisik

Karakteristik fisik yang dimiliki oleh geotekstil meliputi :

- a. Massa per satuan luas. Massa per satuan luas dinyatakan dalam satuan gram per meter persegi (g/m^2). Apabila dilihat dari berat atau ringannya, getekstil dengan nilai massa per satuan luas yang berat biasa digunakan sebagai perkuatan atau tulangan (*reinforcement*), sedangkan geotekstil dengan nilai massa per satuan luas yang ringan biasa digunakan sebagai pemisah (*separator*). Namun apabila dilihat dari jenisnya, *woven* geotekstil biasa digunakan sebagai perkuatan atau tulangan (*reinforcement*), dan *nonwoven* geotekstil biasa digunakan sebagai pemisah atau filtrasi (*filtration*). Pengujian massa per satuan luas pada suatu geotekstil dilakukan berdasarkan standar ASTM D526. Nilai dari berat geotekstil biasanya antara 150 sampai dengan 750 g/m^2 , akan tetapi untuk beberapa tipe khusus memiliki berat mencapai 2000 g/m^2 .
- b. Berat jenis (*specific gravity*). Berat jenis adalah rasio berat volume suatu bahan yang tidak memiliki rongga terhadap volume suatu air atau disebut dengan destilasi tanpa udara pada suhu 4 °C. Menurut ASTM D792 atau D1505, yang dimaksud dengan berat jenis serat-serat bahan geotekstil yaitu berat jenis dari polimer pengisinya.
- c. Kekakuan (*stiffness*). Kekakuan atau *stiffness* menyatakan ukuran interaksi yang terjadi antara berat dan kekakuan dari geotekstil tersebut, atau yang terjadi pada saat geotekstil mengalami kelengkungan yang

diakibatkan oleh berat dari geotekstil itu sendiri. Sifat kekakuan (*stiffness*) geotekstil ini terbilang penting karena dari sifat tersebut dapat diketahui kemampuan geotekstil dalam menyesuaikan diri dengan struktur tanah pada saat diaplikasikan. Geotekstil dengan nilai kekakuan tinggi akan lebih diutamakan untuk digunakan pada struktur tanah yang lunak. Pada ASTM D1388 telah tercantum prosedur untuk pengujian kekakuan geotekstil.

Tabel 1. 5 Nilai Kekakuan Geotekstil Dalam Berbagai Macam Tingkat Kemudahan Dikerjakan yang Diperlukan (Haliburton et al, 1980)

CBR* tanah- dasar (%)	Keuntungan dalam Kemudahan Dikerjakan dari Penutup Vegetatif**	Kebutuhan Kemudahan Dikerjakan di Lapangan	Kekakuan Geotekstil Minimum*** (mg.cm)
$CBR \leq 0,5$	Buruk Baik	Sangat tinggi Tinggi	25.000 15.000
$0,5 \leq CBR \leq 1,0$	Buruk Baik	Tinggi Sedang	15.000 10.000
$1,0 \leq CBR \leq 2,0$	Buruk Baik	Sedang Rendah	10.000 5.000
$CBR \geq 2,0$	Buruk Baik	Tidak ada Tidak ada	1.000 1.000

- d. *Prosedur ASTM D1883
- e. **Sistem akar *sedang* sampai *padat* dapat memberikan keuntungan kemudahan dikerjakan, sedang tanpa atau sedikit system akar akan tidak menguntungkan.
- f. ***Prosedur ASTM D1388, menggunakan benda uji panjang 30 cm dan lebar 15 cm.
- g. Tebal. tebal geotekstil atau jarak antara bagian atas dengan bagian bawah suatu geotekstil yang diukur dengan tekanan tertentu. Pengujian tebal geotekstil dilakukan sesuai dengan prosedur yang tercantum pada standar ASTM D5199. Standar tekanan yang digunakan untuk mengukur ketebalan geotekstil adalah sebesar 2 kPa, dan dilakukan dengan ketelitian 0,025 mm.

1.2.6.2 Karakteristik mekanik

Karakteristik mekanik yang dimiliki geotekstil meliputi :

- a. Kuat Tarik (*tensile strength*). Daya kuat tarik atau biasa disebut *tensile strength* geotekstil merupakan kemampuan geotekstil dalam mendukung beban dan/atau mengalami deformasi yang disebabkan oleh beban yang diterima geotekstil. Daya kuat tarik (*tensile strength*) geotekstil digunakan berdasarkan fungsi utama dari penggunaan geotekstil, yaitu sebagai pemisah (*separator*), perkuatan (*reinforcement*), drainase ataupun filtrasi. Nilai kuat tarik geotekstil searah dengan mesin pembuat (*machine direction* atau *wrap*) biasanya lebih besar dibandingkan dengan arah melintang mesin pembuatnya (*cross machine direction* atau *weft*). Pada ASTM D4595 tercantum prosedur uji tarik melebar (*wide-width test*) geotekstil.
- b. Kuat tarik serobot (*grab tensile strength*). Merupakan gaya tarik yang mengalami mobilisasi akibat adanya beban pada geotekstil.

Merupakan tegangan tarik searah dengan bidang yang mungkin terjadi apabila agregat pada bagian atas dalam yang mengalami kontak dengan geotekstil dipaksa gerak menyamping. Kuat tarik serobot (*grab tensile strength*) juga dapat diartikan sebagai gaya tarik yang termobilisasi dalam geotekstil.

- c. Kuat tarik terkekang (*compressive tensile strength*). *Compressive tensile strength* merupakan kekuatan suatu geotekstil dalam menahan tarik pada saat material terkekang di dalam tanah pada kedua permukaannya. Pada tahun 1982, pengujian tarik terkekang ini diusulkan oleh McGown et al. dengan menggunakan geotekstil berdimensi 200 mm × 100 mm yang dijepit secara kuat di antara dua penjepit.
- d. Kemudahmampatan (*compressibility*). *Compressibility* geotekstil menyatakan perubahan tebal geotekstil yang terjadi akibat adanya tegangan normal yang bekerja pada bidang permukaan geotekstil. Apabila geotekstil digunakan untuk mengalirkan air searah dengan bidang, sifat kemudahmampatan (*compressibility*) ini sangatlah penting, karena apabila geotekstil tersebut semakin tertekan maka kemampuan geotekstil dalam mengalirkan air searah bidang akan semakin kecil.
- e. Kekuatan pelipit/jahitan. Pelipit merupakan salah satu cara yang biasa digunakan untuk menyambungkan geotekstil untuk mendapatkan keseragaman kekuatan di seluruh bagian geotekstil. Apabila kekuatan tarik geotekstil semakin tinggi maka efisiensi pelipit yang dimilikinya akan semakin rendah.
- f. Kuat lelah (*fatigue strength*). Kuat lelah atau *fatigue strength* merupakan kemampuan suatu geotekstil dalam

menahan beban secara berulang (siklik) sebelum geotekstil mengalami kegagalan. Seperti pengujian kekuatan tarik, uji kekuatan lelah juga dilakukan sampai sampel uji mencapai titik kegagalan. Pada pengujian kekuatan lelah, didapatkan nilai tegangan serta jumlah siklus beban yang berakibat terhadap kegagalan geotekstil.

- g. Kuat sobek (*tear strength*). Geotekstil jenis apapun (*woven* ataupun *nonwoven*) umumnya dapat mengalami kerobekan yang disebabkan oleh adanya gaya luar yang membentuk satu atau beberapa persilangan benang ataupun anyaman yang rusak, baik secara satu ataupun dua arah. Uji kekuatan sobek geotekstil dapat dilakukan dengan mengikuti standar ASTM D2263 (uji trapezoidal), ASTM D751 (lidah/*tongue*), ASTM D1424 (Elmendorf). Tujuan dilakukannya pengujian adalah untuk mendapatkan gaya lanjutan yang dibutuhkan untuk merobekkan sampel uji (geotekstil) yang sebelumnya telah mengalami kerobekkan. Kuat sobek atau *tear strength* dalam standar uji Elmendorf dihitung sebagai yang dikerjakan dibagi dengan dua kali panjang robekan.
- h. Kuat tumbuk (*impact strength*). Suatu geotekstil dapat mengalami kerusakan atau berlubang apabila terdapat benda lancip ataupun bergerigi jatuh di permukaannya. Resiko kerusakan tersebut bergantung pada berat dan bentuk tumbukan benda yang terjatuh, jarak ketinggian benda jatuh, tipe dan kekuatan geotekstil, serta kondisi tanah bawah (jenis, tingkat kepadatan, dan kejenuhan).
- i. Kuat tusuk (*puncture strength*). Selain tumbukan material (tumpul ataupun tajam), geotekstil juga dapat mengalami tusukan yang disebabkan oleh tonggak kayu,

bebatuan pecah, akar, dan lain-lain. Uji kekuatan tusuk geotekstil dilakukan sesuai dengan prosedur uji yang tercantum dalam ASTM D4833. Pengujian bekerja dengan mensimulasikan jatuhnya batuan lancip dari lapisan pondasi (ketika bebatuan dituangkan dari atas truk ke permukaan geotekstil pada saat pembangunan jalan).

- j. Kuat jebol (*burst strength*). Kekuatan jebol atau *burst strength* geotekstil dapat diketahui dengan dilakukan pengujian jebol yang biasa disebut juga dengan uji jebol Mullen (*Mullen burst*) seperti yang tercantum dalam ASTM D3786.
- k. Perilaku gesekan. Geotekstil dalam aplikasinya pasti akan mengalami gesekan, seperti gesekan yang terjadi antara geotekstil dengan tanah. Pengujian geser seperti pada ASTM D5321 dilakukan untuk mengetahui perilaku gesekan tersebut. Pengujian dilakukan pada kotak uji yang memiliki ukuran 90 m², sampel uji geotekstil diletakkan pada kedudukan tetap di setengah bagian benda uji dan setengah diisi tanah.
 1. Tahanan cabut (*pullout resistance*). Tahanan cabut (*pullout resistance*) atau disebut juga dengan tahanan anker ini biasanya dimiliki oleh geotekstil yang memiliki fungsi sebagai tulangan (*reinforcement*). Pengujian untuk mengetahui tahanan cabut (*pullout resistance*) geotekstil dilakukan dengan menjepit geotekstil di antara tanah dengan kepadatan tertentu, lalu dicabut secara perlahan sampai mencapai titik kegagalan. Besar tegangan normal yang diaplikasikan menentukan besar tahanan cabut suatu geotekstil.

1.2.6.3 Karakteristik hidrolis

Karakteristik hidrolis yang dimiliki geotekstil meliputi :

- a. Porositas. Porositas atau rasio volume rongga terhadap volume total suatu geotekstil menyatakan kemampuan mengalir suatu air melewati geotekstil. Beberapa geotekstil memiliki porositas yang sangat sensitive terhadap perubahan tebal geotekstil yang dapat diakibatkan oleh pengaruh gaya normal yang bekerja.
- b. Persen area terbuka (*percent open area* atau *POA*). Persen area terbuka (*percent open area*) diartikan sebagai perbandingan area terbuka total (ruang rongga di antara serat berdekatan) terhadap luasnya benda uji secara total. Nilai *POA* suatu geotekstil dapat diketahui dengan memproyeksikan sinar lampu menembus geotekstil ke dalam layar karton, yang kemudian sinar-sinar tersebut akan dihitung luasnya dan dibandingkan dengan luas total geotekstil pada layar. Pengujian ini kurang cocok untuk dilakukan pada *nonwoven* geotekstil. Nilai *POA* geotekstil *monofilament* adalah antara 0 sampai dengan 36% (Korner, 2005).
- c. Ukuran bukaan Nampak (*apparent opening size* atau *AOS*). Ukuran bukaan Nampak (*apparent opening size*) atau disebut juga dengan bukaan ekuivalen (*equivalent opening size*) menyatakan material yang dapat tinggal pada saringan dengan standar Amerika dengan ukuran tertentu. Pengujian *AOS* dilakukan sesuai dengan prosedur yang tercantum dalam ASTM D4751.

1.2.6.4 Karakteristik ketahanan (*endurance properties*)

Karakteristik ketahanan yang dimiliki geotekstil meliputi :

- a. Kerusakan saat pemasangan. Kerusakan saat pemasangan yang berupa sobekan, jebol atau bahkan terurai dapat terjadi apabila prosedur pemasangan

geotekstil dilakukan dengan buruk. Kerusakan-kerusakan yang terjadi tersebut dapat menyebabkan geotekstil kehilangan sebagian atau bahkan keseluruhan dari kekuatannya. Reduksi kekuatan geotekstil karena pengaruh buruk pada saat pemasangan dapat dikompensasikan menggunakan faktor aman, yaitu antara 1 sampai 3 (Koerner, 1990).

- b. Relaksasi. Relaksasi merupakan fenomena yang dapat terjadi pada saat material tidak mengalami reduksi namun tegangan material mengalami reduksi.
- c. Abrasi. Abrasi pada geotekstil dapat diartikan sebagai terlepasnya bagian-bagian geotekstil karena adanya gosokan dari permukaan lain. Uji tahan abrasi di dalam ASTM D1175 terdapat 6 macam uji, yaitu uji diafragma dipompa (*inflated diaphragm*), uji goyang silinder (*oscillatory cylinder*), uji kelenturan dan abrasi (*flexing and abrasion*), uji landasan putar (*rotary platform*), uji abrasi seragam (*uniform abrasion*), dan *impeller tumble test*.
- d. Sumbatan jangka panjang. Sumbatan jangka panjang ini perlu diperhatikan terutama pada geotekstil yang digunakan sebagai filtrasi. Pengujian sumbatan jangka panjang dapat dilakukan dengan cara mengambil sampel tanah di lapangan lalu meletakkannya di atas permukaan geotekstil yang telah dijepit oleh alat uji berbentuk silinder. Pengujian ini dilakukan di tinggi energy yang konstan dalam waktu tertentu.
- e. Rayapan (*creep*). Rayapan pada geotekstil dapat diartikan sebagai bertambah panjangnya suatu material geosintetik dengan beban konstan. Rayapan pada geotekstil perlu dievaluasi mengingat bahan yang

digunakan adalah polimer, sedangkan polimer termasuk salah satu bahan yang mudah mengalami rayapan. Rayapan pada geosintetik dapat terjadi karena adanya re-orientasi ikatan molekuler.

1.2.6.5 Karakteristik degradasi

Karakteristik mekanik yang dimiliki geotekstil meliputi :

- a. Temperatur. Temperatur memiliki pengaruh yang besar terhadap sifat-sifat kekuatan suatu geosintetik karena apabila temperature naik, maka kekuatan geotekstil akan mengalami penurunan. Bahan *polypropylene* akan mencari pada temperature 165°C, sedangkan *polyester* pada temperature 250°C. Atau dapat dikatakan bahan *polyester* memiliki ketahanan terhadap temperature yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan *polypropylene*.
- b. Proses penuaan (*ageing*). Penuaan suatu geosintetik diartikan sebagai berkurangnya tahanan mekanisme geosintetik dan menjadi getas karena terjadi kenaikan temperature dan radiasi ultra violet. Sensitifitas geotekstil terhadap penuaan tersebut dapat dikurangi dengan menambahkan bahan anti-oksidasi berupa karbon hitam dan juga penstabil unltra violet.
- c. Sinar ultra violet. Sinar ultra violet dapat menyebabkan degradasi sehingga geotekstil akan sangat mudah terdegradasi apabila diletakkan di udara terbuka. Degradasi tersebut dapat menyebabkan berkurangnya daya kuat tarik ataupun sifat mulur suatu geotekstil. Bahan anti oksidari dan penstabil ultra violet dapat ditambahkan pada saat proses pembuatan untuk mengantisipasi pengaruh buruk dari sinar ultra violet.
- d. Proses hidrolisis. Beberapa geosintetik dengan bahan nylon (*polyamide*) dan sebagian dari bahan *polyester*

cukup sensitive terhadap hidrolisis dalam keadaan basah. Degradasi melalui reaksi dalam benang-benang geotekstil atau disebut juga reaksi serat internal atau eksternal dapat terjadi karena hidrolisis. Geosintetik yang terbuat dari resin *polyester* akan rusak apabila dicelup dalam cairan dengan pH yang sangat tinggi ($\text{pH} > 10$) ataupun sangat rendah ($\text{pH} < 3$).

- e. Degradasi biological dan kimia. Kekuatan *woven* geotekstil dan kededapan geomembran dapat mengalami penurunan karena adanya pengaruh bahan kimia dan mikroorganisme yang terdapat di dalam tanah.
- f. Oksidasi. Semua jenis polimer yang bereaksi dengan oksigen akan menyebabkan degradasi, terutama *polyolefin* (*polypropylene* dan *polyethylene*). Kecepatan degradasi akibat dari oksidasi akan semakin tinggi apabila temperature semakin tinggi.

1.2.7 Sifat Poliester

Poliester memiliki beberapa sifat yang tergolong dalam sifat kimia, fisika dan biologi. Berikut adalah beberapa sifat yang dimiliki poliester :

1. Sifat Kimia

Bahan poliester termasuk bahan yang tahan terhadap beberapa bahan kimia, seperti asam lemah (meski dalam suhu tinggi), asam kuat dingin, basa kuat, zat oksidator, keton, alcohol, serta sabun dan zat-zat yang digunakan pada pencucian kering. Namun demikian, poliester juga lemah terhadap basa kuat. Berikut adalah tabel ketahanan poliester terhadap bahan kimia :

Tabel 1. 6 Ketahanan Poliester Terhadap Bahan Kimia (Monrief, 1979)

Bahan Kimia	Suhu	Konsentrasi	Waktu	Efek Kekuatan
Asam hidroklorit	23 °C	18%	3 minggu	Tidak ada
Asam nitrit	23 °C	40%	3 minggu	-6%
Asam sulfur	23 °C	37%	6 minggu	Tidak ada
Kaustik soda	23 °C	10%	3 hari	-6%
Natrium hipoklorit	70 °C	2,5%	4 hari	Tidak ada

Pada tabel tersebut dapat diketahui bahwa poliester memiliki ketahanan terhadap asam hipoklorit, asam sulfur, dan natrium hipoklorit. Sedangkan terhadap asam nitrit dan kaustik soda, poliester memiliki ketahanan yang lebih rendah.

2. Sifat Fisika

Sifat fisika yang dimiliki oleh poliester dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. 7 Sifat Fisika Serat Poliester (Ali Demir, 1997)

Sifat Fisik	Kondisi	Ketahanan
<i>Tenacity</i> (N/tex)	65% RH, 21 °C	0,35 – 0,53
	Wet	0,35 – 0,53
<i>Extension at break</i> (%)	65% RH, 21°C	15 – 30
	Wet	15 – 30
<i>Elastic modulus</i> (N/tex)	65% RH, 21°C	7,9
MR (%)	65% RH, 21°C	0,4
<i>Specific gravity</i>		1,38
Tg		80°C
<i>Melting point</i>		260°C

Berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui bahwa poliester memiliki sifat keuletan yang sama dalam kondisi basah ataupun dengan kelembaban 65%, yaitu sebesar 0,35-0,53 N/tex. Kemudian *extension at break* sebesar 15-30%, baik dalam kondisi basah ataupun dengan kelembaban 65%. Modulus elastisitas sebesar 7,9 N/tex pada kelembaban 65%, *moisture resistance* sebesar 0,4% pada kelembaban 65%, *specific gravity* 1,38, tg pada suhu 80°C, dan titik leleh pada suhu 260°C.

3. Biologi

Secara biologi, bahan poliester tahan terhadap bakteri, jamur dan serangga. Selain itu, apabila dibandingkan dengan serat-serat lain, poliester dapat dikatakan memiliki ketahanan terhadap sinar yang cukup baik meski dalam penyinaran yang lama.



BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

Produk yang akan dihasilkan dari prarancangan pabrik ini adalah *nonwoven* geotekstil yang diproduksi dengan menggunakan bahan baku berupa serat poliester. Serat poliester yang digunakan adalah jenis *terylene* atau biasa disebut dengan polietilen tereftalat (PET). *Nonwoven* geotekstil pada prarancangan pabrik ini diproduksi dengan menggunakan metode *needle punch*. Jenis serat yang digunakan pada pembuatan *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* ini adalah serat stapel (*staple fiber*). Hasil produk pada prarancangan pabrik ini ditujukan untuk memenuhi permintaan pasar, yang di mana produk *nonwoven* geotekstil ini dapat digunakan sebagai perkuatan tanah (*reinforcement*), lapisan pemisah (*separator*), dan/ataupun penyaring (*filtration*).



Gambar 1. 1 Kain Nonwoven Geotekstil (Geosyntetics, 2018)

Sesuai dengan tujuan *end-usenya*, *nonwoven* geotekstil memiliki beberapa sifat, sesuai dengan karakteristik yang dibutuhkan dalam perancangan. Karakteristik yang dimiliki oleh *nonwoven* geotekstil dapat

diketahui melalui pengujian yang standar dan prosedurnya telah tercantum dalam standar *American Society for Testing Material (ASTM)*. Spesifikasi produk *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* pada prarancangan pabrik telah disesuaikan dengan standar yang digunakan, yaitu sebagai berikut :

- Massa per satuan luas : 250 gsm
- *Thickness* : 2,3 mm
- *Tensile strength* : 467 N
- *Puncture strength* : 601 N
- *Burst strength* : 3585 kPa
- Porositas : 91,46 %
- *UV resistance* : 70 %

2.2 Penggunaan Produk

Produk *nonwoven* geotekstil umumnya memiliki fungsi sebagai pemisah atau separasi (*separator*), penyaringan atau filtrasi (*filtration*), drainase, tulangan atau penguat (*reinforcement*), dan proteksi (*protection*).

Sedangkan produk *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* yang akan diproduksi pada pra rancangan pabrik ini memiliki fungsi sebagai berikut :

- a. Pemisah atau separasi (*separator*)
- b. Penyaringan atau filtrasi (*filtration*)
- c. Drainase
- d. Proteksi (*protection*)

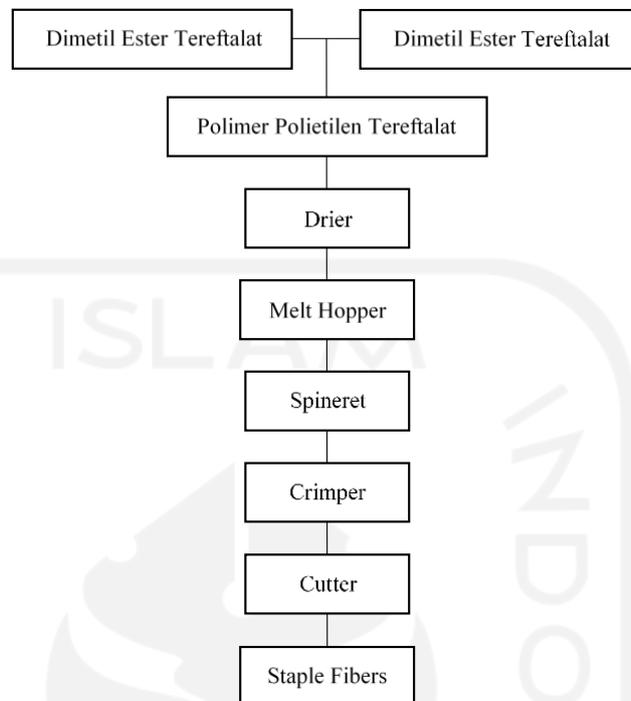
Fungsi-fungsi tersebut biasa diaplikasikan di bidang pertanian dan juga pembangunan. Pada bidang pertanian, produk *nonwoven* geotekstil ini digunakan sebagai pemisah apabila terdapat 2 jenis tanah yang berbeda di lahan pertanian. Selain itu digunakan juga sebagai proteksi pada lahan pertanian yang berada di daerah lereng untuk melindungi tanah supaya tidak terjadi longsor. Kemudian pada bidang pembangunan, produk *nonwoven* geotekstil ini biasa digunakan sebagai penyaringan atau filtrasi serta

drainase. Produk *nonwoven* geotekstil dapat digunakan sebagai penyaringan pada aliran air yang kurang bersih sehingga dapat menahan kotoran ataupun sampah yang terbawa oleh arus. Serta sebagai drainase dapat menjaga keseimbangan antara tanah dengan geotekstil sehingga memungkinkan aliran bebas mengalir searah dengan bidangnya.

2.3 Spesifikasi Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam produksi *nonwoven* geotekstil ini adalah serat poliester. Serat poliester merupakan salah satu jenis serat buatan yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Serat poliester dipilih karena memiliki kekuatan dan ketahanan yang lebih baik dibandingkan dengan serat buatan lain, seperti serat poliamida, polipropilen, ataupun serat polietilen. Kekuatan dan ketahanan merupakan sifat yang paling utama dimiliki oleh *nonwoven* geotekstil, sehingga serat poliester cocok untuk digunakan sebagai bahan baku pada prarancangan pabrik ini.

Terdapat banyak jenis serat poliester yang kerap digunakan dalam kehidupan sehari-hari, salah satunya yaitu jenis *polyethylene terephthalate* (PET) atau *terylene*. Serat poliester jenis *terylene* ini merupakan serat yang terbuat dari hasil reaksi antara dimetil ester tereftalat dengan etilen glikol. Serat PET yang digunakan adalah PET dalam bentuk *staple fiber*, atau serat pendek. Serat PET dalam bentuk *staple fiber* didapatkan dengan merekasikan dimetil ester tereftalat dan etilen glikol, kedua senyawa tersebut perlu melewati proses seperti pada diagram alir berikut :



Gambar 2. 1 Proses Pembuatan Serat Stapel PET

Dimetil ester tereftalat pertama-tama direaksikan terlebih dahulu dengan etilen glikol, sehingga menghasilkan polimer polietilen tereftalat. Setelah terbentuk polimer polietilen tereftalat atau *terylene* melewati *drier* (pengeri) untuk mengurangi kadar air di dalamnya, lalu memasuki *melt hopper* untuk membuatnya menjadi leleh sehingga akan lebih mudah memasuki *spinneret*. Pada saat melewati *spinneret*, polimer akan berbentuk *monofilament*, atau benang polimer tanpa untaian. Kemudian melewati *crimper*, lalu *cutter* sehingga dihasilkan serat PET dalam bentuk serat *staple*.

Berikut spesifikasi bahan baku (serat poliester) yang akan diproduksi menjadi produk *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* sesuai dengan *Material Safety Data Sheet (MSDS)* :

-
- Rumus Molekul : $(C_{10}H_8O_4)_n$

- Bentuk : *Solid* (padat)
- Berat Molekul (BM) : 192 g/mol
- Warna : *off-white* (putih pekat)
- Titik Leleh : 260 °C
- Densitas : 1,3 – 1,4 g/cm³
- Toxicity : *non-toxic* (tidak berbahaya)
- Autoignition Temperature: 500 °C

2.4 Pengendalian Kualitas

Semakin berkembangnya dunia industri, kualitas setiap produk menjadi salah satu hal yang paling penting untuk diperhatikan. Hal tersebut diperlukan karena seiring dengan kemajuan dunia industri, suatu produk bersaing berdasarkan kualitasnya. Oleh karena itu, diperlukan adanya pengendalian kualitas selama berlangsungnya produksi. Pengendalian kualitas menjadi hal yang sangat perlu diperhatikan untuk menjaga kualitas suatu produk supaya tetap baik, sehingga eksistensi produk di pasaran akan tetap terjaga atau bahkan meningkat.

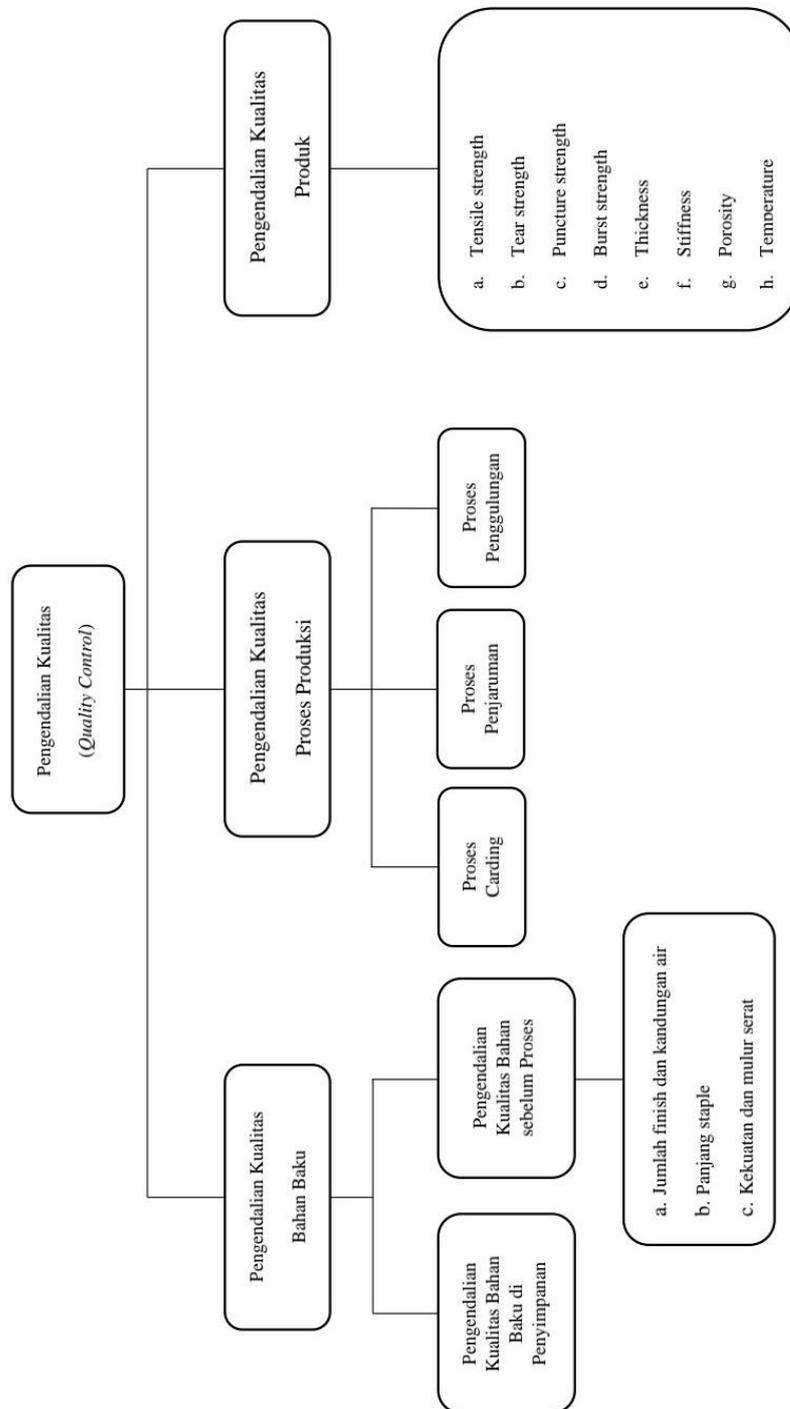
Para ahli mengartikan pengendalian kualitas secara garis besar dengan berorientasi kepada kepuasan pelanggan yang merupakan tujuan dari suatu perusahaan ataupun organisasi yang berorientasi kepada kualitas. Sofyan Assauri (2004), mengartikan pengendalian kualitas sebagai kegiatan yang dilakukan dengan tujuan untuk memastikan kebijakan dalam hal mutu atau standar apakah dapat tercermin pada hasil akhir. Atau dengan kata lain dapat diartikan sebagai suatu usaha untuk mempertahankan mutu/kualitas dan barang yang dihasilkan supaya tetap sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan menurut kebijakan pimpinan perusahaan. Sedangkan menurut Ahyari (1985), pengendalian mutu merupakan jumlah dan atribut ataupun sifat-sifat sebagaimana dideskripsikan di dalam produk bersangkutan, atau dalam arti lain pengendalian kualitas merupakan suatu aktivitas yang dilakukan dengan tujuan untuk menjaga serta mengarahkan

kualitas produk pada suatu perusahaan dapat dipertahankan sesuai dengan yang telah direncanakan.

Berdasarkan pengertian-pengertian di atas, secara umum pengendalian kualitas dapat dikatakan sebagai suatu upaya yang dilakukan oleh suatu perusahaan untuk menjaga kualitas produk agar dapat didapatkan produk yang sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan, sehingga dapat memenuhi kebutuhan pasar. Setidaknya terdapat 2 hal yang menjadi tujuan dilakukannya pengendalian kualitas, yaitu :

- a. Supaya hasil produksi dapat mencapai standar yang telah ditetapkan.
- b. Mengusahakan supaya biaya yang dikeluarkan dapat ditekan serendah mungkin (biaya inspeksi, biaya desain, dan biaya proses).

Melihat dari penjabaran mengenai definisi serta tujuan dilakukannya pengendalian kualitas selama produksi tersebut, maka dapat dikatakan bahwa tim pada unit pengendalian kualitas atau *quality control* bertanggung jawab penuh dalam proses pengendalian kualitas selama produksi berlangsung. Pada prarancangan pabrik *nonwoven* geotekstil dengan sistem *needle punch* ini, pengendalian kualitas dilakukan di sepanjang unit produksi. Tahapan pengendalian kualitas (*quality control*) yang dilakukan pada prarancangan pabrik *nonwoven* geotekstil ini dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2. 2 Tahapan Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas (*quality control*) pada prarancangan pabrik *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* ini dilakukan di sepanjang proses produksi, mulai dari pengendalian kualitas pada bahan baku sampai pada produk jadi yang siap dipasarkan. Apabila pada saat *quality control* terdapat penyimpangan, maka perlu dilakukan evaluasi dengan melakukan pengecekan ulang pada sampel produk. Evaluasi tersebut dilakukan selama proses produksi, dan apabila terjadi penyimpangan, maka pihak dari *quality control* diperbolehkan untuk memberi peringatan kepada pihak produksi ataupun pihak pemeliharaan, sesuai dengan letak terjadinya penyimpangan. Setelah dilakukan peneguran, selanjutnya dilakukan pengecekan/koreksi bersama untuk memperbaiki penyimpangan yang terjadi. Pengendalian kualitas (*quality control*) dilakukan sepenuhnya oleh tim unit *quality control* (QC), dan tanggung jawab mengenai kualitas produk dipegang secara keseluruhan oleh seluruh staf dan/atau karyawan, mulai dari *top management* sampai dengan karyawan bagian bawahan sesuai dengan standar ISO 9001 dan 14001.

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas (*quality control*) bahan baku ini dilakukan oleh unit laboratorium *quality control* pengujian bahan. Pengujian dilakukan dengan mengambil sampel bahan baku serat secara acak, lalu dilakukan pengujian sampai didapatkan hasil apakah serat tersebut layak untuk masuk ke proses produksi atau tidak. Apabila hasil menunjukkan bahwa bahan baku serat layak untuk diproduksi menjadi produk *nonwoven* geotekstil maka proses produksi dilakukan dengan menggunakan bahan baku serat tersebut. Namun apabila sampel bahan baku serat tidak lolos uji atau tidak layak untuk dilakukan produksi, maka bahan baku serat tersebut tidak akan dilanjutkan untuk masuk ke proses produksi.

Pengendalian kualitas atau *quality control* bahan baku dilakukan di bagian-bagian berikut :

2.3.1.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku di Penyimpanan

Pengendalian dilakukan dengan pemeriksaan untuk mengetahui temperatur dan tingkat kelembaban ruangan penyimpanan bahan baku. Ruangan penyimpanan dipertahankan pada temperatur 25 °C dan pada kelembaban dengan *Relative Humidity* (RH) 65% ± 1%. Temperatur ruangan diukur dengan menggunakan *thermometer* ruang, sedangkan kelembaban ruangan diukur dengan menggunakan *hygrometer*.

2.3.1.2 Pengendalian Kualitas Bahan Baku Sebelum Proses Produksi

Sebelum memasuki proses produksi, bahan baku serat harus dipastikan layak untuk diproduksi menjadi produk *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch*. Adapun poin-poin penting yang harus diperhatikan sebagai tolak ukur kelayakan bahan baku serat, di antaranya :

- a. Kandungan air. Jumlah kandungan air atau *moisture regain* (MR) suatu bahan baku serat dapat mengalami akibat perjalanan pengiriman. Kandungan air dapat dilihat dari berat yang berbeda antara berat perdagangan serat dengan berat nyata pengiriman. Kandungan air atau *moisture regain* (MR) serat poliester yang baik untuk digunakan adalah 0,4%, maka apabila kurang atau lebih dari 0,4% bahan baku serat dinyatakan tidak layak produksi dan dikembalikan ke pihak distributor. Sistem yang digunakan untuk mengevaluasi *moisture regain* yaitu dengan pengeringan dan *boil off*.
- b. Panjang staple. Panjang serat staple yang akan digunakan dalam produksi *nonwoven* geotekstil sistem *needle*

punch harus diketahui panjang efektif serta resentase staple. Hal ini dikarenakan panjang staple dapat berpengaruh pada proses pembuatan web. Pengukuran panjang staple dapat dilakukan dengan menggunakan penggaris secara acak untuk mengetahui keseragaman panjangnya. Kemudian untuk pengukuran yang lebih lanjut akan dilakukan dengan menggunakan diagram Clegg.

- c. Kekuatan dan mulur serat. Kekuatan dan mulur serat merupakan hal yang penting untuk diperhitungkan dalam evaluasi bahan baku serat sebelum memasuki proses produksi, terutama proses *bale opening* yang merupakan tahap awal proses produksi. Kekuatan atau *tenacity* suatu serat dapat dihitung apabila telah didapatkan nilai denier atau kehalusan dari serat tersebut. Berikut adalah contoh perhitungan nilai denier untuk mengetahui nilai *tenacity* :

Diketahui :

$$\text{Panjang serat (L)} = 80 \text{ mm}$$

$$\text{Berat serat (W)} = 0,05 \text{ mg}$$

$$\text{Panjang serat setelah diberi beban (L}_1\text{)} = 81 \text{ mm}$$

$$\text{Putus pada pembebanan} = 45 \text{ g}$$

Maka didapatkan :

$$\begin{aligned} \text{Kehalusan serat (Denier)} &= 9000 \times \frac{W}{L} \\ &= 9000 \times \frac{0,05 \text{ mg}}{80 \text{ mm}} \end{aligned}$$

$$= 6 \text{ Den}$$

$$\text{Tenacity} = \frac{\text{Beban}}{\text{Denier}}$$

$$= \frac{45 \text{ g}}{6 \text{ Den}}$$

$$= 7,5 \text{ g/Den}$$

Tingkat kehalusan serat poliester yang dianjurkan adalah sebesar 4 sampai 6 Denier. Sehingga apabila dilihat dari contoh perhitungan tersebut, serat poliester dapat digunakan karena memiliki nilai kehalusan sebesar 6 Denier. Sedangkan untuk standar nilai *tenacity* serat poliester adalah 7 sampai 8 g/Den, sehingga apabila dilihat dari hasil contoh perhitungan tersebut (7,5 g/Den) serat poliester masih dapat digunakan.

2.3.2 Pengendalian Kualitas Pada Proses Produksi

Pengendalian kualitas (*quality control*) yang dilakukan selama proses produksi di antaranya yaitu pengawasan proses secara langsung pada panel control, serta *stop motion* dan pengawasan pada proses *carding*, *needle punch*, dan *winding*.

- a. Pemeriksaan pada proses *carding*. Pemeriksaan ini dilakukan dengan mengevaluasi jumlah nep yang terdapat pada lembaran web. Pengawasan dilakukan di awal, pertengahan, serta akhir tiap *shift*. Jumlah nep dari suatu lembaran web yang terhitung telah terdeteksi pada mesin *carding*, namun pengecekan secara manual tetap diperlukan untuk memastikan kebenaran jumlah nep yang telah terdeteksi pada mesin *carding*.
- b. Pemeriksaan pada proses *pre needle* dan *needle punch*. Pemeriksaan ini dilakukan dengan memeriksa kecepatan jarum pada penusukan serta kondisi jarum yang terpasang apakah sudah layak bekerja atau belum. Apabila terdapat jarum yang patah atau putus, maka mesin akan terhenti secara otomatis, sehingga harus dilakukan penggantian jarum. Pada batang jarum, jumlah jarum runcing berjumlah 6 buah, hal ini ditujukan untuk menghindari terjadinya kerusakan pada serat yang diakibatkan oleh penusukan yang berlebihan.

- c. Pemeriksaan pada proses *winding*. Pada proses *winding*, pemeriksaan dilakukan dengan mengamati panjang dan lebar gulungan yang dihasilkan dari mesin *winder*. Panjang dan lebar gulungan yang dihasilkan dari mesin *winder* tersebut harus sesuai dengan pengaturan yang sebelumnya telah ditetapkan pada mesin.

2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas pada produk perlu dilakukan untuk mempertahankan kualitas produk tetap sama dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan perusahaan. Mengingat kualitas produk bergantung pada bahan baku, proses produksi hingga dihasilkan produk, maka kualitas pada produk *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* ini merupakan tanggung jawab yang dipegang oleh seluruh pihak yang berada di dalam perusahaan. Atau dengan kata lain, pengendalian kualitas produk ini merupakan tanggung jawab bersama.

Pengendalian kualitas yang bertujuan untuk menjaga kualitas produk sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan, dilakukan dengan menguji produk *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* sesuai dengan sifat dan/atau karakteristik yang dimiliki. Sifat dan/atau karakteristik produk *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* pada prarancangan pabrik ini diharapkan memiliki sifat kekuatan tarik (*tensile strength*), kekuatan sobek (*tear strength*), kekuatan tusuk (*puncture strength*), kekuatan jebol (*burst strength*), dan ketahanan terhadap porositas. Selain itu, sifat khusus yang dimiliki oleh produk *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* ini adalah kekakuan (*stiffness*), ketebalan (*thickness*), serta batas ketahanan terhadap temperature. Pengujian sifat-sifat tersebut dilakukan setelah selesai produksi dengan menggunakan standar ASTM (*American Society for Testing dan Material*).

a. Pengujian Kekuatan Tarik (*Tensile Strength*)

Pengujian kekuatan tarik atau *tensile strength* pada produk *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* dilakukan dengan menggunakan standar uji ASTM D 4595. Pada standar ini prosedur pengujian yang tercantum adalah untuk pengujian kekuatan tarik melebar (*wide-width test*) geotekstil. Pengujian dilakukan dengan menggunakan sampel uji berukuran lebar 200 mm dan panjang 100 mm. Pengujian dilakukan sampai sampel uji mencapai titik kegagalan (*break point*). Terdapat beberapa nilai yang akan dihasil dari pengujian kekuatan tarik (*tensile strength*) ini, di antaranya yaitu nilai tegangan tarik maksimum (*tensile strength*), kemuluran maksimum saat mencapai kegagalan (*elongation at break*), modulus elastisitas, dan kekerasan (*thoughness*).

b. Pengujian Kekuatan Sobek (*Tear Strength*)

Pengujian kekuatan sobek atau *tear strength* dilakukan dengan menggunakan metode Trapezoidal Test, sesuai dengan prosedur yang tercantum dalam ASTM D 4533. Pengujian dilakukan dengan cara menarik sampel produk *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* yang sebelumnya telah dirobek dengan pola tertentu menggunakan alat penarik, seperti tensometer. Pada pengujian ini akan didapatkan nilai kekuatan robek dari produk. Kekuatan robek yang dimaksud merupakan gaya di mana robekan semakin melebar ke seluruh bagian lembaran produk. Sesuai dengan standar yang digunakan, kekuatan robek yang diharapkan dari produk *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* adalah sebesar 467 N.

c. Pengujian Kekuatan Tusuk (*Puncture Strength*)

Pengujian kekuatan tusuk atau *puncture strength* dilakukan sesuai dengan prosedur pengujian yang tercantum dalam standar ASTM D 4833. Pengujian dilakukan dengan cara

mengklem sampel uji di atas silinder kosong berdiameter (dalam) 45 mm, lalu ditekan dengan batang penekan berdiameter 8 mm. Nilai kekuatan tusuk diukur dengan satuan gaya. Produk *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* diharapkan mampu menahan gaya atau beban sampai sebesar 3225 N.

d. Pengujian Kekuatan Jebol (*Burst Strength*)

Pengujian kekuatan jebol yang biasa digunakan adalah uji kekuatan jebol Mullen atau *Mullen burst strength*. Sesuai dengan standar ASTM D 376, pengujian dilakukan dengan menekan sampel produk *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* secara berangsur menggunakan membran karet yang dipompa. Membrane karet tersebut digunakan untuk mendistorsi sampel uji dalam bentuk setengah bola sampai jebol. Pada produk *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* ini diharapkan produk dapat menahan gaya yang diberikan sampai sebesar 3000 kPa.

e. Pengujian Ketebalan (*Thickness*)

Pengujian ketebalan atau *thickness* dari produk *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* dilakukan sesuai dengan prosedur yang tercantum dalam standar ASTM D 5199. Pada standar tersebut disebutkan tekanan yang digunakan untuk mengukur ketebalan geotekstil adalah sebesar 2 kPa atau 0.29 psi. Adapun ketelitian yang digunakan pada pengujian yang tercantum dalam standar tersebut adalah sebesar 0,02 mm.

f. Pengujian Kekakuan (*Stiffness*)

Pengujian kekakuan atau *stiffness* dari produk *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* dilakukan sesuai dengan prosedur yang tercantum dalam standar ASTM D 1388. Pada standar tersebut, pengujian dilakukan pada suhu ruang sekitar 26 °C dengan kelembaban (RH) sekitar 65%. Pengujian dapat dilakukan secara otomatis ataupun manual.

g. Pengujian Ketahanan Terhadap Porositas

Porositas produk geotekstil menyatakan kemampuan air untuk dapat mengalir melalui geotekstil. Porositas produk *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* memiliki hubungan erat dengan densitas dan massa per unit area bahan serta tebal geotekstil. Sesuai dengan standar ASTM D 4751, nilai porositas produk *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* harus berada di antara 50 – 95 %.

h. Fire Permeability

Produk *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* memiliki batas maksimum ketahanan suhu atau temperatur. Batas ketahanan tersebut berdasarkan pada jenis serat yang digunakan. Pada prarancangan pabrik ini bahan yang digunakan adalah serat poliester, yang di mana batas suhu maksimumnya yaitu 250 °C. Atau dengan kata lain, produk *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* pada prarancangan pabrik ini akan meleleh apabila mencapai suhu 250 °C. Pengujian dilakukan dengan melakukan pembakaran pada produk, kemudian akan diamati apakah bentuk terbakar yang terjadi akan berjalan atau melebar.

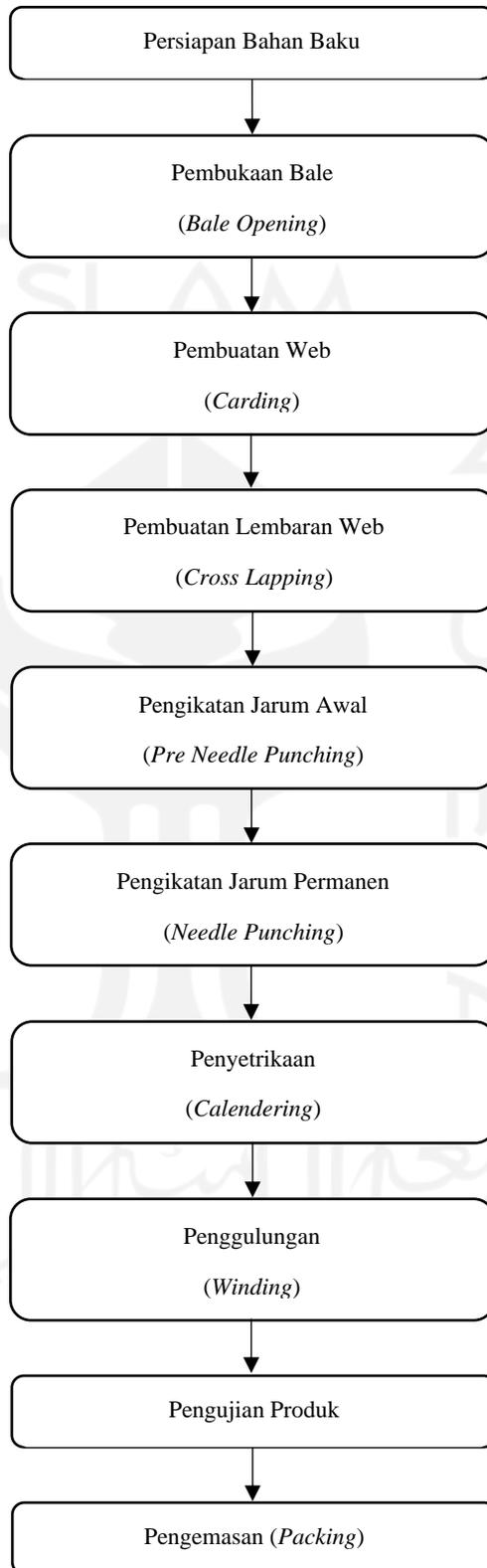
BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

Proses menurut undang-undang Nomor 20 tahun 2014, diartikan sebagai rangkaian tindakan, pembuatan, atau pengolahan yang mengubah suatu masukan menjadi keluaran. Selain itu, proses juga diartikan sebagai suatu cara, metode, serta teknik bagaimana sesungguhnya sumber-sumber (tenaga kerja, mesin, bahan dan dana) yang ada diubah dengan tujuan untuk mendapatkan suatu hasil. Kemudian produksi diartikan sebagai suatu kegiatan yang dilakukan untuk menciptakan atau menambah kegunaan barang ataupun jasa. Maka proses produksi dapat diartikan sebagai suatu kegiatan yang dilakukan untuk menciptakan suatu luaran berupa produk dengan mengolah suatu masukan atau bahan baku tertentu.

Pra-rancangan pabrik ini didesain untuk memproduksi *nonwoven* geotekstil dengan menggunakan sistem *needle punch*. Produk *nonwoven* geotekstil yang akan diproduksi pada pra-rancangan pabrik ini menggunakan bahan baku berupa serat stapel polimer jenis PET. Proses produksi *nonwoven* geotekstil dari serat stapel PET dengan sistem *needle punch* terdiri dari beberapa tahapan proses seperti dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut :



Gambar 3. 1 Diagram Alir Proses Kualitatif

3.1.1 Persiapan Bahan Baku (*Raw Material Preparation*)

Bahan baku serat stapel PET yang belum digunakan akan disimpan di dalam gudang penyimpanan bahan baku. Bahan baku serat stapel PET disimpan dalam bentuk bale. Meski bahan baku serat stapel PET hanya disimpan dalam waktu yang singkat (sementara), ruang gudang penyimpanan bahan baku tetap harus dikondisikan. Kondisi ruang gudang penyimpanan bahan baku harus disesuaikan pada suhu kamar atau sekitar $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, dan kelembaban pada $\text{RH } 65\% \pm 1\%$. Suhu dan kelembaban tersebut disesuaikan dengan sifat yang dimiliki oleh serat stapel PET.

Penyimpanan bahan baku serat stapel PET dilakukan dengan mekanisme penyimpanan selama 6 hari sejak bahan baku diterima dari produsen, lalu dikeluarkan dari gudang penyimpanan sehari sebelum dilakukan produksi. Bale serat stapel PET dikeluarkan dan dibuka selama 24 jam dengan tujuan untuk mengoksidasi *oil finish* yang masih terdapat di dalam serat stapel PET. Hal tersebut dilakukan untuk menghindari terbentuknya nep pada web.

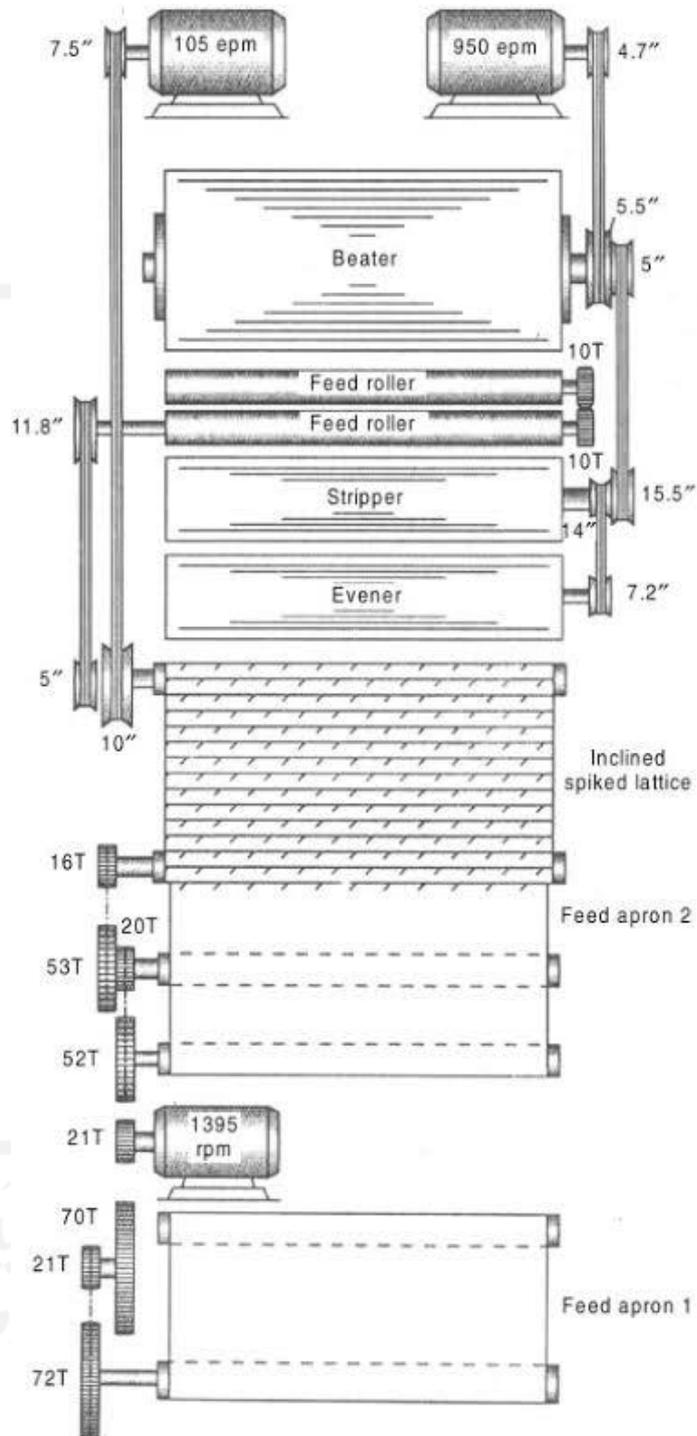
Proses persiapan bahan baku yang dilakukan pada tahap ini adalah pemeriksaan dan pengecekan (*inspection and control*) serat stapel PET. Pemeriksaan dilakukan dengan menimbang bale serat stapel PET terlebih dahulu, kemudian diperiksa sifat fisik dari serat tersebut. Lalu sebagian sampel serat akan dibawa ke laboratorium *raw material* untuk diperiksa tingkat kebersihan dan diukur panjang stapelnya. Dari penimbangan sampai diketahui hasil laboratorium tersebut akan diketahui kualitas serat stapel PET. Apabila hasil pemeriksaan dan penimbangan menunjukkan bahwa serat tersebut memiliki kualitas yang tidak bagus atau tidak sesuai dengan yang

seharusnya, maka serat stapel PET tidak dapat masuk proses produksi.

3.1.2 Pembukaan Bale (*Bale Opening*)

Proses *bale opening* atau pembukaan bale ini bertujuan untuk membuka serat dan membersihkan kotoran yang terdapat pada serat. Bale serat stapel PET dibuka sehingga menjadi gumpalan serat yang lebih kecil dan diuraikan sebelum memasuki proses *carding*. Proses *bale opening* ini memiliki prinsip pembukaan dengan penyisiran gumpalan-gumpalan serat. Penyisiran serat tersebut dilakukan dengan melewati gumpalan-gumpalan serat melewati rol yang dilengkapi sisir. Setiap rol yang dilewati memiliki sisir dengan kerapatan yang berbeda, dan juga kecepatan rol yang berbeda. Perbedaan kerapatan sisir dan kecepatan rol pembuka tersebut bertujuan supaya terjadi proses pemisahan serta penguraian serat-serat stapel PET.

Detail proses pembukaan bale (*bale opening*) dapat dilihat pada *gearing diagram* berikut :



Gambar 3. 2 Gearing Diagram Mesin Bale Opener

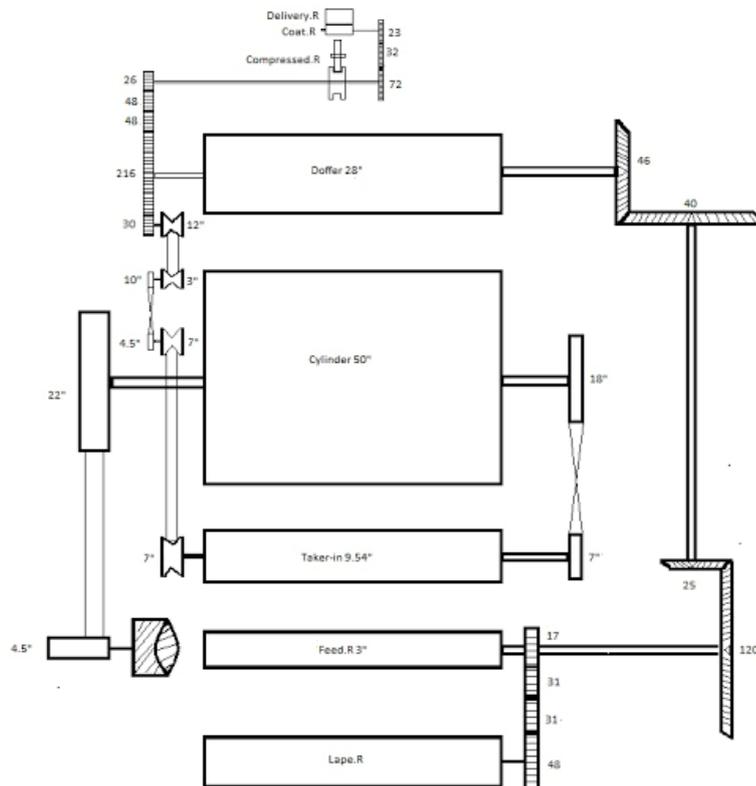
3.1.3 Pembuatan Web (Carding)

Pada proses *carding* ini, gumpalan serat akan melewati dua permukaan yang menyerupai parut kawat dan bergerak dengan

kecepatan yang berbeda. Serat-serat tersebut akan terurai dan membentuk lembaran serat tipis. Pada proses *carding* terdapat 2 gerakan pokok yang terjadi di permukaan rol, yaitu gerakan penguraian (*carding action*) dan pengelupasan/pemindahan (*stripping action*). Pada gerakan penguraian, arah tajam jarum di permukaan rol bergerak secara berlawanan, sedangkan pada gerakan pengelupasan/pemindahan arah tajam jarum bergerak ke arah yang sama. Kecepatan perputaran rol pada gerakan penguraian ataupun pengelupasan/pemindahan berbeda antara bagian atas dan bawah. Kecepatan putaran rol atas pada penguraian lebih cepat daripada bagian bawah, sedangkan pada pengelupasan/pemindahan sebaliknya.

Pada gerakan pengelupasan/pemindahan (*stripping action*), bagian tajam akan bergerak seperti menyapu bagian tumpul. Gerakan pengelupasan/pemindahan ini terjadi di antara *taker-in* dengan silinder dan di antara *doffer* dengan *doffer comb*. Di antara *taker-in* dan silinder, serat akan berpindah dari permukaan *taker-in* ke permukaan silinder. Sedangkan di antara *doffer* dan *doffer comb*, lapisan serat di permukaan *doffer* akan terkelupas.

Detail proses pembuatan web (*carding*) dengan mesin *carding* dapat dilihat pada *gearing diagram* berikut :



Gambar 3. 3 *Gearing Diagram* Mesin *Carding*

3.1.4 Pembuatan Lembaran Web (*Cross Lapping*)

Pada proses *carding* sebelumnya dihasilkan lembaran web atau lembaran serat tipis, untuk memenuhi kebutuhan ketebalan produk sesuai dengan spesifikasi maka lembaran dibuat berlapis. Pada proses *cross lapping* inilah lembaran serat tipis tersebut dilakukan pelapisan antara 7 sampai dengan 20 lapisan. Jumlah lapisan tersebut sesuai dengan karakteristik yang diinginkan pada produk *nonwoven* geotekstil ini. Setelah didapatkan ukuran tebal dan panjang yang diinginkan, lembaran web selanjutnya akan dilanjutkan ke proses *pre needle punching*.

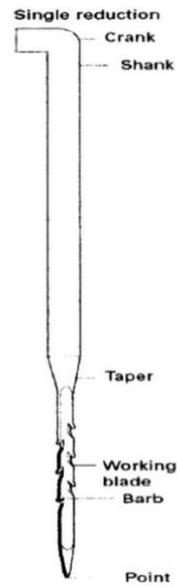
3.1.5 Pengikatan Jarum Awal (*Pre Needle Punching*)

Pada proses *pre needle punching* ini akan terbentuk suatu ikatan *interbiding* antar serat, tetapi hanya pada satu arah (atas).

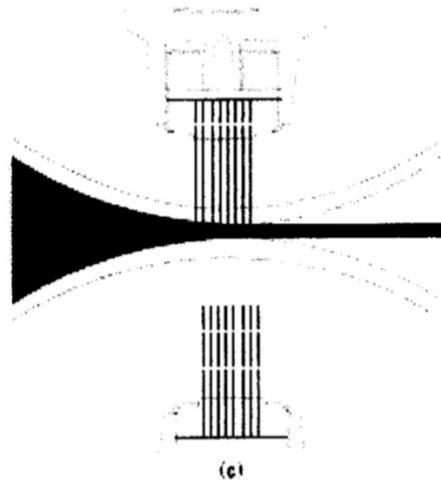
Proses *pre needle punching* ini memiliki tujuan untuk mengacak jaringan serat pada lembaran web yang dihasilkan dari proses *cross lapping*, sehingga akan terbentuk ikatan *interbiding* yang baik meski hanya untuk sementara. Ikatan *interbiding* sementara ini akan memudahkan pengikatan lanjutan pada proses *needle punching*, sehingga akan dihasilkan lembaran *nonwoven* dengan ikatan untaian serat yang lebih rata dan rapat.

3.1.6 Pengikatan Jarum Permanen (*Needle Punching*)

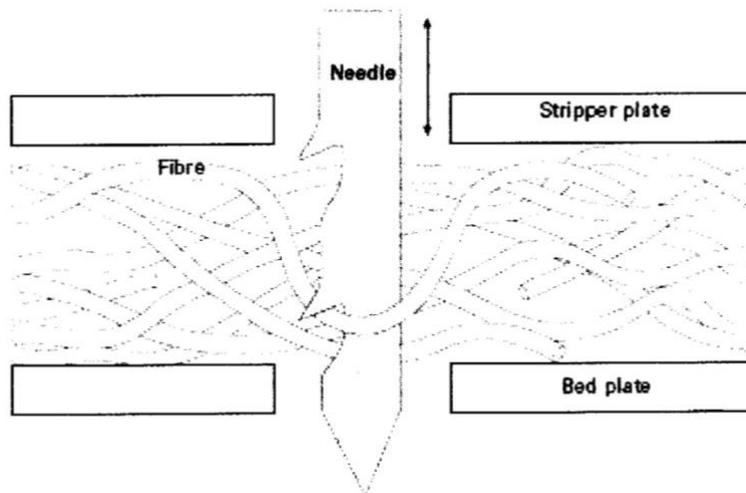
Lembaran web yang telah memiliki ikatan sementara selanjutnya memasuki proses utama dalam produksi *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch*, yaitu proses *needle punching*. Sistem *needle punching* ini termasuk salah satu jenis sistem pembuatan *nonwoven* secara mekanis. Proses pengikatan jarum permanen atau *needle punching* ini memiliki prinsip membentuk ikatan *interbiding* pada lembaran web. Ikatan ini dibentuk dengan untaian serat yang tegak lurus atau miring terhadap bidang gelombang sebagai sistem tiga dimensi dan berorientasi pada permukaan. Pada proses *needle punching* ini ikatan yang terbentuk dapat merangkap lembaran web sekitar 10 sampai dengan 20 lembar, tentunya sesuai dengan ketebalan yang telah ditentukan. Jarum yang digunakan pada proses *needle punching* ini biasanya memiliki kait berjumlah 6 sampai dengan 9 batang jarum, dengan ukuran tertentu. Pada pra rancangan pabrik *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* ini menggunakan jarum dengan jumlah kait 6 buah, dan masing-masing jarum berukuran 15 cm. Spesifikasi jarum tersebut dipilih untuk menghindari terjadinya kerusakan serat akibat tusukan jarum pada proses *needle punching* ini. Jarum yang digunakan merupakan jarum yang terbuat dari baja.



Gambar 3. 4 Konstruksi Jarum (Russel, 2007)

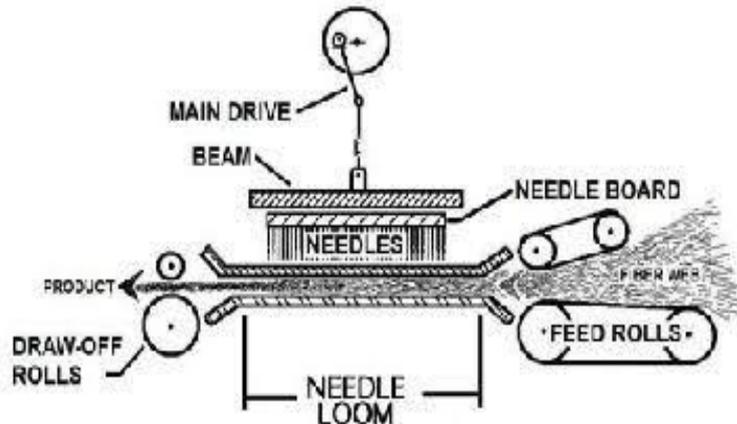


Gambar 3. 5 Skema Penjaruman (Russel, 2007)



Gambar 3. 6 Proses Terjadinya Ikatan Interbinding dalam Web (Russel, 2007)

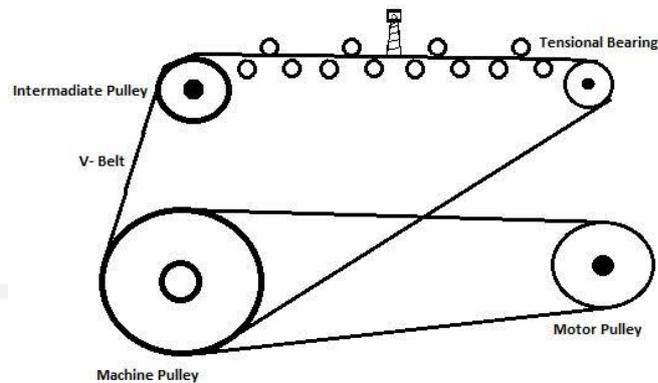
Detail proses pengikatan jarum permanen dengan mesin *needle punch* dapat dilihat pada *gearing diagram* berikut :



Gambar 3. 7 *Gearing Diagram* Mesin *Needle Punch*

3.1.7 Penyetrikaan (*Calendering*)

Lembaran web *nonwoven* geotekstil yang telah dihasilkan dari proses utama yaitu *needle punching* selanjutnya memasuki mesin *calendar*. Proses *calendar* atau penyetrikaan ini biasanya dilakukan untuk mendapatkan sifat fisik tertentu yang ingin dimiliki oleh suatu produk tekstil. Proses *calendar* biasanya digunakan untuk



Gambar 3. 9 *Gearing Diagram Mesin Winding*

3.1.9 Pengujian Produk

Sebelum gulungan *nonwoven* geotekstil dikemas, produk akan diuji terlebih dahulu untuk mengetahui kelayakan produk. Ukuran sampel yang akan diuji sesuai dengan standar ASTM masing-masing pengujian. Pengujian yang dilakukan antaranya adalah pengujian kekuatan tarik (*tensile strength*), kekuatan sobek (*tear strength*), kekuatan tusuk (*puncture strength*), kekuatan jebol (*burst strength*), ketebalan (*thickness*), kekakuan (*stiffness*), ketahanan terhadap porositas serta ketahanan terhadap temperature.

3.1.10 Pengemasan (*Packing*)

Produk *nonwoven* geotekstil yang telah lulus pengujian dan sesuai dengan spesifikasi produk, selanjutnya gulungan *nonwoven* geotekstil memasuki proses pengemasan. Pengemasan dilakukan dengan tujuan untuk melindungi produk supaya tidak terjadi kerusakan yang menyebabkan penurunan kekuatan produk. Kerusakan produk dapat terjadi dalam penyimpanan produk serta dalam pengiriman produk. Gulungan produk *nonwoven* geotekstil dikemas dengan cara diikat dengan *strapping band* untuk mempertahankan agar gulungan tidak terbuka.

3.2 Spesifikasi Alat

Alat yang digunakan pada prarancangan produk *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* ini terbagi menjadi 2, yaitu alat yang dibutuhkan untuk produksi dan untuk pengujian. Alat atau mesin yang dibutuhkan untuk proses produksi ada mesin *bale opener*, mesin *carding*, mesin *cross lapper*, mesin *pre needle punch*, mesin *needle punch*, mesin *calendar*, dan mesin *winder*. Sedangkan alat atau mesin yang dibutuhkan untuk pengujian adalah mesin UTM (*Universal Testing Machine*) dan mesin *thickness gauge*. Mesin-mesin yang akan digunakan bekerja secara otomatis, sehingga akan mempermudah proses produksi karena hanya perlu *input data* yang diinginkan.

3.2.1 Mesin Proses Produksi

a. Mesin *Bale Opener*



Gambar 3. 10 Mesin *Bale Opener* (es.china-nonwovens.com)

Spesifikasi :

- Merk : Yingyang Nonwoven Machinery Co., Ltd.
- Buatan : China
- Dimensi (lebar) : 1.100 mm & 1.600 mm

- Kapasitas : ≤ 300 kg/jam & ≤ 500 kg/jam
- Weigh pan capacity : 0,2 – 2,5 kg & 0,3 – 3,5 kg
- Installed power : 5,95 kW
- Drop frequency : 2 – 4 kali/menit
- Efisiensi : 97 %
- Limbah : 3 %

b. Mesin *Carding*



Gambar 3. 11 *Mesin Carding* (made-in-china.com)

Spesifikasi :

- Merk : Yinyang Nonwoven Machinery Co., Ltd.
- Buatan : China
- Lebar : 2.000 mm
- Kapasitas : ≤ 1.000 kg/jam
- Daya : 54,4 kW
- Diameter Doffer : 0,6 m
- Diameter silinder : 1,5 m
- Total draft : 125
- Efisiensi : 97 %
- Limbah : 3 %
- Hasil : web

c. Mesin *Cross Lapper*



Gambar 3. 12 Mesin *Cross Lapper* (china-nonwovens.com)

Gambar 1

Spesifikasi :

- Merk : Yinyang Nonwoven Machinery Co., Ltd.
- Buatan : China
- Output apron width : 2.500 – 7.600 mm
- Kecepatan lapper : ≤ 100 m/menit
- Product evenness : $CV \leq 4\%$
- Daya : 42 kW

d. Mesin *Pre Needle Punch*



Gambar 3. 13 Mesin *Pre Needle Punch* (t1machinery.com)

Spesifikasi :

- Merk : Shooou Shyng Machinery Co., Ltd.
- Buatan : Taiwan
- Daya : 41,03 kW
- Lebar kerja : 4 m
- Efisiensi : 98 %
- Limbah : 2 %
- Kecepatan tusukan : 1.500 stroke/menit
- Jumlah jarum : 5.000 jarum/meter kerja
- Hasil : Kain nonwoven geotekstil ikatan sementara

e. Mesin *Needle Punch*



Gambar 3. 14 Mesin Needle Punch (t1machinery.com)

Spesifikasi :

- Merk : Shou Shyng Machinery Co., Ltd.
- Model : Double stroke
- Buatan : Taiwan
- Daya : 37,3 kW
- Efisiensi : 98 %
- Limbah : 2 %
- Lebar kerja : 4 m
- Kecepatan tusukan : 2.500 strokes/menit
- Jumlah jarum : 6.900 jarum/meter
- Hasil : Kain geotekstil sistem *needle punch*

f. Mesin Calender



Gambar 3. 15 Mesin Calender (sail-nonwovenmachinery.com)

Spesifikasi :

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

g. Mesin Winder



Gambar 3. 16 Mesin Winder (somatec-hameln.com)

Spesifikasi :

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

3.2.2 Mesin Pengujian

a. Mullen Bursting Tester



Gambar 3. 17 Alat Mullen Bursting Tester (alibaba.com)

Spesifikasi :

- Merk : Bonnin
- Model : YG032E
- Standar : ISO 13938,1 ; ASTM D3786
- *Test range* : 2,00 – 10,00 Mpa
- *Measuring range* : *full scale* 1 % - 100 %
- *Pressure units* : kPa ; kg/cm² ; bar ; lb/m²

b. Tensometer



Gambar 3. 18 Alat Tensometer (alibaba.com)

Spesifikasi :

- Merk : Dongguan ZMA Instrument
- Model : ZMA-1009B
- Buatan : Cina
- Maksimum load : 5 ton ; 10 ton ; *optional*
- *Testing speed* : 0,001 – 500 mm/min

3.3 Perencanaan Produksi

Pada prarancangan pabrik *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* ini jumlah produksi yang ditargetkan adalah sebesar 4.200 ton per tahun. Target tersebut dapat dipenuhi dengan jumlah bahan baku dan mesin yang sesuai dengan kebutuhan produksi. Penentuan jumlah kebutuhan bahan baku dan kebutuhan mesin dilakukan dengan menggunakan data target produksi setiap jam. Target produksi setiap jamnya yaitu :

Target produksi = 4.200 ton/tahun
 = 350 ton/bulan
 = 13,46 ton/hari (asumsi 1 bulan = 26 hari kerja)
 = 0,56 ton/jam (asumsi 1 hari = 24 jam)
 ≈ 560 kg/jam

3.3.1 Perhitungan Kebutuhan Bahan Baku

Kebutuhan bahan baku yang akan ditentukan adalah kebutuhan baku utama serta kebutuhan bahan baku untuk setiap tahap produksi. Kebutuhan bahan baku utama ditentukan sesuai dengan jumlah bahan baku yang dibutuhkan pada proses *bale opening*.

a. *Bale Opening*

$$\text{Kapasitas bahan baku} = 500 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Jumlah putaran } \textit{beater} = 960 \text{ rpm}$$

$$\text{Efisiensi} = 97 \%$$

$$\text{Limbah} = 3 \%$$

- Kecepatan permukaan

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

$$= 3.014,4 \times 0,5 \times 0,71 \times 0,21 \times 0,26$$

$$= 58,43 \text{ kg/menit}$$

- Produksi/mesin

$$= \text{SS} \times 60 \text{ menit} \times \text{eff}$$

$$= 58,43 \text{ kg/menit} \times 60 \text{ menit} \times 0,97$$

$$= 3.400,63 \text{ kg/jam}$$

- Kebutuhan bahan baku

$$= \text{keb. bb carding} \times \frac{100}{100\% - L\%}$$

$$= 624,41 \text{ kg/jam} \times \frac{100}{100\% - 3\%}$$

$$= 624,41 \text{ kg/jam} \times 1,03$$

$$= 643,14 \text{ kg/jam}$$

Setiap 1 bale serat PET sama dengan 210 kg, sehingga jumlah bahan baku serat PET yang dibutuhkan adalah :

$$\text{- Dalam 1 jam} = \frac{643,14 \text{ kg}}{210 \text{ kg}}$$

$$= 3,06 \text{ bale}$$

$$\approx 3 \text{ bale}$$

- Dalam 1 hari = 3 bale × 24 jam
= 72 bale
- Dalam 1 bulan = 72 bale × 26 hari
= 1.872 bale
- Dalam 1 tahun = 1.872 bale × 12 bulan
= 22.464 bale

b. Carding

Jumlah putaran = 100 rpm

Kehalusan serat = 6 Denier

Ø doffer = 0,6 m

Efisiensi = 97 %

Limbah = 3 %

- SS doffer

$$= 100 \text{ rpm} \times \pi \times 0,6 \text{ m}$$

$$= 188,4 \text{ m/menit}$$

- Produksi/mesin

$$= \text{SS} \times \text{eff} \times \text{Den} \times 60 \text{ menit}$$

$$= 188,4 \frac{\text{m}}{\text{menit}} \times 0,97 \times 6 \times 60 \text{ menit}$$

$$= 65.789,28 \text{ m/jam}$$

$$\approx \frac{65.789,28}{4} = 16.447,32 \text{ kg/jam}$$

- Kebutuhan bahan baku

$$= \text{keb. bb cross lapping} \times \frac{100}{100\% - L\%}$$

$$= 606,22 \text{ kg/jam} \times \frac{100}{100\% - 3\%}$$

$$= 606,22 \text{ kg/jam} \times 1,03$$

$$= 624,41 \text{ kg/jam}$$

c. Cross Lapping

Kecepatan web = 100 m/menit

Efisiensi = 97 %

Limbah = 3 %

- Produksi/mesin

$$= \text{kec. web} \times \text{eff} \times 60 \text{ menit}$$

$$= 100 \text{ m/menit} \times 0,97 \times 60 \text{ menit}$$

$$= 5.820 \text{ m/jam}$$

$$\approx \frac{5.820}{4} = 1.456 \text{ kg/jam}$$

- Kebutuhan bahan baku

$$= \text{keb. bb pre needle punch} \times \frac{100}{100\% - L\%}$$

$$= 594,33 \text{ kg/jam} \times \frac{100}{100\% - 2\%}$$

$$= 594,33 \text{ kg/jam} \times 1,02$$

$$= 606,216 \text{ kg/jam}$$

$$\approx 606,22 \text{ kg/jam}$$

d. Pre Needle Punch

Kecepatan web = 50 m/menit
Kecepatan tusukan = 1.500 stroke/menit
Efisiensi = 98 %
Limbah = 2 %

- Produksi/mesin

$$= \text{kec. tusukan} \times \text{eff} \times \frac{1}{\text{kec. web}} \times 60 \text{ menit}$$

$$= 1.500 \frac{\text{stroke}}{\text{menit}} \times 0,98 \times \frac{1}{50 \frac{\text{m}}{\text{menit}}} \times 60 \text{ menit}$$

$$= 1.764 \text{ m/jam}$$

$$\approx \frac{1.764}{4} = 441 \text{ kg/jam}$$

- Kebutuhan bahan baku

$$= \text{keb. bb needle punch} \times \frac{100}{100\% - L\%}$$

$$= 582,68 \text{ kg/jam} \times \frac{100}{100\% - 2\%}$$

$$= 582,68 \text{ kg/jam} \times 1,02$$

$$= 594,33 \text{ kg/jam}$$

e. Needle Punch

Kecepatan web = 60 m/menit

Kecepatan tusukan = 2.500 stroke/menit

Efisiensi = 98 %

Limbah = 2 %

- Produksi/mesin

$$= \text{kec. tusukan} \times \text{eff} \times \frac{1}{\text{kec. web}} \times 60 \text{ menit}$$

$$= 2.500 \frac{\text{stroke}}{\text{menit}} \times 0,98 \times \frac{1}{60 \frac{\text{m}}{\text{menit}}} \times 60 \text{ menit}$$

$$= 2.450 \text{ m/jam}$$

$$\approx \frac{2.450}{4} = 612,5 \text{ kg/jam}$$

- Kebutuhan bahan baku

$$= \text{keb. bb calendering} \times \frac{100}{100\% - L\%}$$

$$= 571,26 \text{ kg/jam} \times \frac{100}{100\% - 2\%}$$

$$= 571,26 \text{ kg/jam} \times 1,02$$

$$= 582,68 \text{ kg/jam}$$

f. *Calendering*

Kecepatan penggulangan = 80 m/menit

Efisiensi = 99 %

Limbah = 1 %

- Produksi/mesin

$$= \text{kec. penggulangan} \times \text{eff} \times 60 \text{ menit}$$

$$= 80 \text{ m/menit} \times 0,99 \times 60 \text{ menit}$$

$$= 4.752 \text{ m/jam}$$

$$\approx \frac{4.752}{4} = 1.188 \text{ kg/jam}$$

- Kebutuhan bahan baku

$$= \text{keb. bb winding} \times \frac{100}{100\% - L\%}$$

$$= 565,6 \text{ kg/jam} \times \frac{100}{100\% - 1\%}$$

$$= 565,6 \text{ kg/jam} \times 1,01$$

$$= 571,256 \text{ kg/jam}$$

$$\approx 571,26 \text{ kg/jam}$$

g. Winding

$$\emptyset \text{ rol penggulung} = 0,6 \text{ m}$$

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

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

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

- SS rol penggulung
 $= \text{jumlah putaran} \times \pi \times \emptyset$
 $= 54 \text{ rpm} \times 3,14 \times 0,6 \text{ m}$
 $= 101,74 \text{ m/menit}$
- Produksi/mesin
 $= \text{SS} \times \text{eff} \times 60 \text{ menit}$
 $= 101,74 \times 0,99 \times 60 \text{ menit}$
 $= 6.043,36 \text{ m/jam}$
 $\approx \frac{6.043,36}{4} = 1.510,84 \text{ kg/jam}$
- Kebutuhan bahan baku
 $= \text{target produksi/jam} \times \frac{100}{100\% - L\%}$
 $= 560 \text{ kg/jam} \times \frac{100}{100\% - 1\%}$
 $= 560 \text{ kg/jam} \times 1,01$
 $= 565,6 \text{ kg/jam}$

3.4 Perhitungan Kebutuhan Mesin

Jumlah mesin untuk masing-masing tahapan proses yang dibutuhkan dalam produksi *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* dengan target produksi 21.000 ton/tahun ini adalah :

a. Mesin Bale Opener

$$\text{Kebutuhan bahan baku} = 643,14 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Produksi/mesin} = 3.400,63 \text{ kg/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan mesin} &= \frac{\text{kebutuhan bahan baku}}{\text{produksi/mesin}} \\ &= \frac{643,14 \text{ kg/jam}}{3.400,63 \text{ kg/jam}} \end{aligned}$$

$$= 0,189$$

$$\approx 1 \text{ mesin}$$

b. Mesin *Carding*

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan bahan baku} &= 624,41 \text{ kg/jam} \\ \text{Produksi/mesin} &= 16.447,32 \text{ kg/jam} \\ \text{Kebutuhan mesin} &= \frac{\text{kebutuhan bahan baku}}{\text{produksi/mesin}} \\ &= \frac{624,41 \text{ kg/jam}}{16.447,32 \text{ kg/jam}} \\ &= 0,0379 \\ &\approx 1 \text{ mesin} \end{aligned}$$

c. Mesin *Cross Lapper*

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan bahan baku} &= 606,22 \text{ kg/jam} \\ \text{Produksi/mesin} &= 1.456 \text{ kg/jam} \\ \text{Kebutuhan mesin} &= \frac{\text{kebutuhan bahan baku}}{\text{produksi/mesin}} \\ &= \frac{606,22 \text{ kg/jam}}{1.456 \text{ kg/jam}} \\ &= 0,4163 \\ &\approx 1 \text{ mesin} \end{aligned}$$

d. Mesin *Pre Needle Punch*

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan bahan baku} &= 594,33 \text{ kg/jam} \\ \text{Produksi/mesin} &= 441 \text{ kg/jam} \\ \text{Kebutuhan mesin} &= \frac{\text{kebutuhan bahan baku}}{\text{produksi/mesin}} \\ &= \frac{594,33 \text{ kg/jam}}{441 \text{ kg/jam}} \\ &= 1,34 \\ &\approx 2 \text{ mesin} \end{aligned}$$

e. Mesin *Needle Punch*

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan bahan baku} &= 582,68 \text{ kg/jam} \\ \text{Produksi/mesin} &= 612,5 \text{ kg/jam} \\ \text{Kebutuhan mesin} &= \frac{\text{kebutuhan bahan baku}}{\text{produksi/mesin}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{582,68 \text{ kg/jam}}{612,5 \text{ kg/jam}} \\
 &= 0,9513 \\
 &\approx 1 \text{ mesin}
 \end{aligned}$$

f. Mesin Calender

Kebutuhan bahan baku = 571,26 kg/jam

Produksi/mesin = 1.188 kg/jam

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

$$= \frac{571,26 \text{ kg/jam}}{1.188 \text{ kg/jam}}$$

= 0,4808

≈ 1 mesin

g. Mesin Winder

Kebutuhan bahan baku = 565,6 kg/jam

Produksi/mesin = 1.510,84 kg/jam

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

$$= \frac{565,6 \text{ kg/jam}}{1.510,84 \text{ kg/jam}}$$

= 0,3743

≈ 1 mesin

3.5 Perancangan Ruang Penyimpanan Bahan Baku

Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, bahan baku yang digunakan pada prarancangan pabrik *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* ini adalah serat stapel polietilen tereftalat (PET). Serat PET memiliki spesifikasi sifat fisika dan kimia yang di mana ruang penyimpanannya harus menyesuaikan dengan spesifikasi tersebut. Terdapat beberapa syarat khusus yang harus dipenuhi sehingga serat PET tidak mengalami kerusakan. Kerusakan pada serat PET dapat mengakibatkan 2 kemungkinan buruk, yaitu serat tidak dapat lolos seleksi sebelum masuk proses produksi, dan/atau serat lolos seleksi akan tetapi menghasilkan

produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Menurut data yang tercantum dalam *material safety data sheet* tidak terdapat syarat khusus untuk penyimpanan. Akan tetapi, terdapat bahan kimia yang harus dihindari kontak karena dapat menyebabkan dekomposisi atau bahkan merusak serat PET.

Meski tidak terdapat persyaratan khusus untuk ruang penyimpanan serat stapel PET, ruang penyimpanan bahan baku setidaknya :

- a. Memiliki suhu sebagaimana suhu ruang yang seharusnya, yaitu ± 25 °C
- b. Memiliki kelembaban udara atau *Relative Humidity* (RH) $65 \% \pm 1 \%$
- c. Ruangan tertutup supaya terhindar dari bahan kimia lain yang berbahaya sehingga dapat menyebabkan dekomposisi pada serat PET (CO, etilena glikol, aldehida, dan senyawa C, H, dan O lain yang bervariasi dalam struktur kimia)
- d. Memiliki ventilasi atau sirkulasi yang cukup karena serat stapel PET dapat mengalami dekomposisi dan menjadi debu berbahaya apabila memiliki ACGIH TLV 10 mg/m^3 dari debu total, serta OSHA PEL 15 mg/m^3 dari debu total dan 5 mg/m^3 dari debu terhirup

Apabila ditinjau dari *material safety data sheet*, serat PET diklasifikasikan sebagai bahan yang tidak berbahaya. Namun demikian, tetap memiliki potensi bahaya apabila kontak langsung dengan kulit, mata, dan pernapasan. Berikut adalah potensi bahaya yang dapat terjadi serta bentuk tindakan pertolongan pertama yang dapat dilakukan :

a. Kulit

Apabila terjadi kontak langsung, serat PET dapat menyebabkan iritasi mekanis pada kulit. Tindakan pertolongan yang dapat dilakukan jika iritasi meluas yaitu mencuci area yang terkontak dengan menggunakan sabun dan air.

b. Mata

Serat PET dapat menyebabkan iritasi mekanis di mata dan area sekitar mata apabila terjadi kontak langsung. Tindakan pertolongan yang dapat

dilakukan apabila iritasi meluas yaitu membasuh mata dengan air mengalir selama 15 menit.

c. Pernapasan

Serat PET tidak dapat terhirup langsung karena tidak berbentuk partikel halus, akan tetapi apabila terjadi proses termal atau pemanasan dapat menghasilkan asap dan uap. Asap dan uap yang dihasilkan dari proses termal tersebut dapat menyebabkan iritasi pada hidung dan tenggorokan. Tindakan pertolongan yang dapat dilakukan apabila terjadi penguapan dan iritasi meluas yaitu dengan membawa seseorang yang terkontaminasi tersebut ke ruangan terbuka sehingga mendapatkan udara yang segar.

3.6 Perancangan Alat Transportasi Bahan

Alat transportasi bahan dibutuhkan dalam suatu pabrik untuk mempermudah dan meningkatkan efektifitas pengangkutan dan perpindahan bahan selama proses produksi. Alat transportasi yang biasa digunakan untuk mengangkut bahan baku di dalam pabrik adalah *forklift*. *Forklift* merupakan salah satu klasifikasi dari *powered industrial truck*. Selain itu, *forklift* juga sering kali disebut sebagai *counterbalance-truck* yang berfungsi sebagai alat angkat dan angkut, bekerja dengan menggunakan tenaga dari mesin (*internal combustion*) atau motor listrik (*electric motor*) yang dioperasikan oleh seorang operator terlatih. *Forklift* sendiri tidak hanya dapat digunakan di dalam ruangan (*indoor*), tetapi juga dapat digunakan di luar ruangan (*outdoor*) (Boedianto, 2007). Adapun fungsi dari *forklift* adalah untuk :

- a. Mengangkat serta mengangkut material (*lift and transport materials*)
- b. Menimbun material (*stack materials*)
- c. Menarik dan/atau mendorong pesawat terbang maupun kereta gandeng yang di dalam nya terdapat material (*tow and/or push aircraft or material transport trailers*)

Menurut *The Industrial Powered Truck Association*, *powered industrial truck* diklasifikasikan menjadi beberapa kelas, yaitu :

- a. Kelas I : *electric motor rider trucks*
- b. Kelas II : *electric motor narrow aisle trucks*
- c. Kelas III : *electric motor hand trucks or hand/rider trucks*
- d. Kelas IV : *internal combustion engine trucks (solid/cushion tires)*
- e. Kelas V : *internal combustion engine trucks (pneumatic tires)*
- f. Kelas VI : *electric/internal combustion engine tractors*
- g. Kelas VII : *rough terrain forklift trucks*

Pada prarancangan pabrik *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* ini menggunakan *forklift* kelas V atau *internal combustion engine trucks (pneumatic tires)* sebagai alat transportasi dalam pabrik untuk mengangkat dan mengangkut material.

Berikut adalah spesifikasi *forklift* yang akan digunakan pada prarancangan pabrik *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* ini :



Gambar 3. 19 Bomac Forklift (indotara.co.id)

Spesifikasi :

Tipe : RD-100

Kapasitas : 10 ton

Panjang : 4,26 m
Lebar : 2,165 m
Tinggi : 2,56 m
Radius berputar : 3,9 m
Standar perpindahan : 3 m
Transmisi : Transmisi Manual, *Power Shift*



BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik merupakan tempat pelaksanaan kegiatan fisik produksi. Lokasi pabrik akan mempengaruhi kelangsungan proses produksi dan akan mempengaruhi kedudukan pabrik dalam bersaing dengan competitor. Oleh karena itu, pemilihan lokasi pabrik menjadi salah satu hal yang penting untuk diperhatikan, karena akan mempengaruhi perkembangan pabrik. Pemilihan lokasi pabrik membutuhkan beberapa pertimbangan penting yang akan berpengaruh terhadap kelangsungan pabrik dalam beroperasi, baik dari segi keuntungan jangka panjang serta kemungkinan untuk perluasan wilayah pabrik di waktu yang akan datang. Pemilihan lokasi pabrik dilakukan berdasarkan beberapa faktor, baik faktor utama seperti lokasi pasar, bahan baku, tenaga listrik & bahan bakar, serta air dan limbah industri, ataupun faktor penunjang seperti fasilitas transportasi, ketersediaan tenaga kerja & sistem pengupahan, kebijakan pemerintah, serta industri dan layanan pendukung lainnya.

4.1.1 Faktor Utama Pemilihan Lokasi Pabrik

Faktor utama menjadi faktor yang sangat penting dalam pemilihan lokasi pabrik.

a. Lokasi Pasar

Lokasi pabrik yang berdekatan dengan lokasi pasar akan memudahkan pabrik dalam mendistribusikan produk hasil produksi. Selain itu, lokasi pabrik yang berdekatan dengan lokasi pasar juga akan memudahkan konsumen dalam memenuhi kebutuhannya, sehingga akan sama-sama memberikan keuntungan baik untuk perusahaan ataupun pasar. Lokasi pabrik yang berdekatan dengan lokasi pasar juga akan menunjang biaya distribusi.

b. Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama yang dibutuhkan untuk mendukung kelangsungan produksi, sehingga ketersediaan bahan baku harus diperhatikan. Kelancaran pemasokan bahan baku akan sangat mendukung kelancaran produksi pada pabrik. Lokasi pabrik yang berdekatan dengan lokasi didapatkannya bahan baku akan menjadi nilai keuntungan bagi pabrik, karena pabrik membutuhkan bahan baku secara rutin. Apabila terdapat kendala dalam pemasokan bahan baku, maka proses produksi dapat terganggu atau bahkan terhenti. Hal tersebut dapat mengakibatkan kerugian bagi pabrik karena tidak dapat melangsungkan produksi, tidak dapat menghasilkan produk sehingga tidak dapat melakukan pemasaran dan berpengaruh pada ekonomi pabrik.

c. Tenaga Listrik & Bahan Bakar

Potensi tenaga listrik dan bahan bakar menjadi faktor utama dalam pemilihan lokasi pabrik karena proses produksi tidak akan dapat dilaksanakan apabila tidak ada tenaga listrik dan bahan bakar. Tenaga listrik dibutuhkan tidak hanya untuk menjalankan mesin-mesin produksi, tetapi juga untuk memenuhi kebutuhan pencahayaan serta sirkulasi udara dalam pabrik. Tenaga listrik yang biasa digunakan pada pabrik merupakan tenaga listrik yang telah disediakan oleh pemerintah, karena untuk meminimalisir biaya instalasi pembangkit listrik.

d. Air & Limbah Industri

Sumber air menjadi salah satu faktor utama dalam pemilihan lokasi pabrik karena air merupakan salah satu hal penting dalam kehidupan, termasuk dalam industri. Lokasi pabrik yang dekat dengan sumber air seperti sungai menjadi salah satu pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik. Selain itu, dalam proses industri pasti akan menghasilkan limbah yang

termasuk dalam golongan limbah B3. Sehingga dalam diperlukan pemilihan lokasi pabrik yang aman atau dalam arti lain tidak membahayakan lingkungan sekitar. Oleh karena itu, dibutuhkan pemilihan lokasi pabrik yang tepat dekat dengan sumber air dan juga mudah dalam pengelolaan limbah B3 supaya tidak membahayakan lingkungan sekitar.

4.1.2 Faktor Penunjang Pemilihan Lokasi Pabrik

Faktor penunjang merupakan faktor pendukung dalam pemilihan lokasi pabrik.

a. Fasilitas Transportasi

Fasilitas transportasi merupakan faktor pendukung yang berkaitan dengan proses pengangkutan bahan baku serta produk hasil produksi. Fasilitas transportasi yang tersedia, baik transportasi jalur darat, laut ataupun udara akan menjadi penentu biaya produksi pada pabrik. Selain itu, akses transportasi juga akan menentukan efektivitas serta efisiensi karyawan pabrik dalam bekerja. Pemilihan lokasi pabrik harus memperhatikan fasilitas ataupun akses transportasi karena apabila tidak memadai maka akan berdampak buruk pada pabrik. Apabila akses transportasi pabrik kurang memadai, maka akan mempersulit proses pengangkutan bahan baku dan produk jadi, serta akan mengganggu mobilitas karyawan yang bekerja pada pabrik.

b. Ketersediaan Tenaga Kerja & Sistem Pengupahan

Salah satu faktor pendukung dalam pemilihan lokasi pabrik adalah ketersediaan tenaga kerja serta sistem pengupahan. Tenaga kerja yang terampil dan memiliki keahlian khusus yang sesuai dengan yang dibutuhkan pada pabrik akan mendukung kelancaran proses produksi. Sedangkan, untuk mendatangkan tenaga kerja yang berasal dari luar daerah secara

tidak langsung dapat meningkatkan anggaran biaya yang dibutuhkan untuk pengupahan. Oleh karena itu, ketersediaan tenaga kerja dan pengupahan yang sepadan perlu diperhatikan dalam penentuan lokasi pabrik.

c. Kebijakan Pemerintah

Kebijakan pemerintah yang dimaksud pada salah satu faktor penunjang dalam pemilihan lokasi pabrik ini adalah seperti perpajakan, standarisasi perusahaan, ketenagakerjaan, serta peraturan-peraturan lain yang berkaitan dengan lingkungan, perdagangan, perindustrian, serta keuangan. Hal-hal tersebut perlu diperhatikan karena akan berdampak pada kondusifitas pabrik dalam beroperasi.

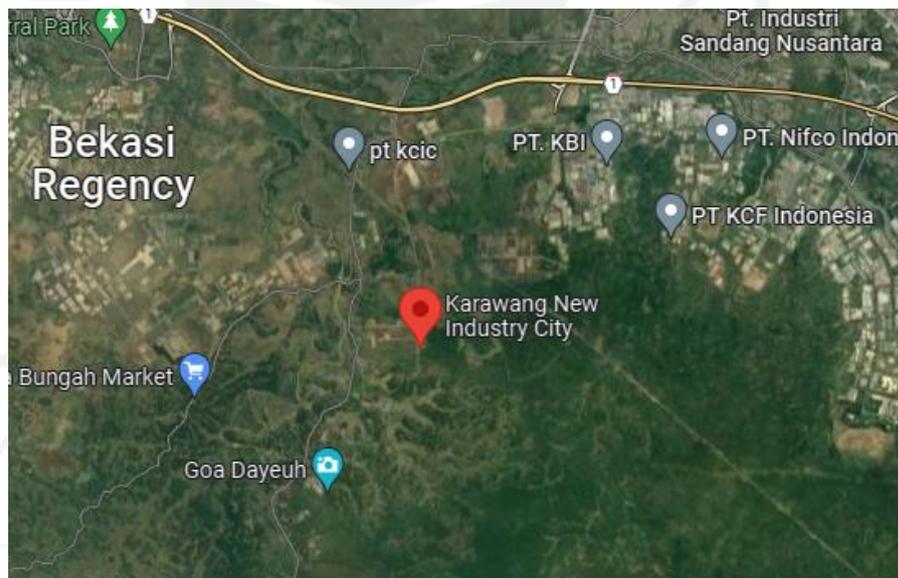
d. Industri & Layanan Pendukung

Selain 3 faktor penunjang sebelumnya, layanan pendukung seperti layanan pendidikan, telekomunikasi, layanan konsultasi, jasa perbankan serta layanan sipil juga menjadi faktor penunjang yang perlu diperhatikan dalam pemilihan lokasi pabrik.

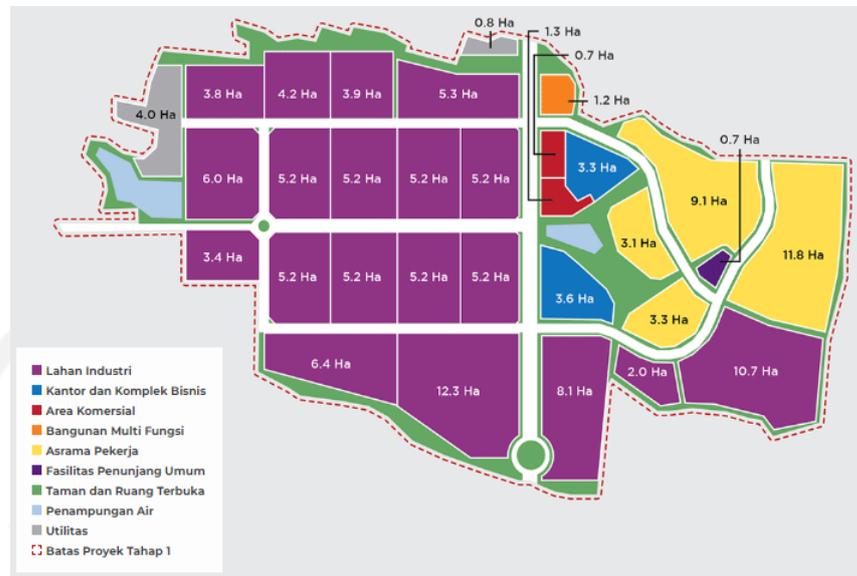
Berdasarkan faktor utama dan faktor penunjang dalam pemilihan lokasi pabrik yang telah dijabarkan tersebut, maka pada prarancangan pabrik *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* ini akan dibangun di Karawang New Industry City (KNIC) dengan pertimbangan sebagai berikut :

- a. Berlokasi di Jl. Raya Trans Heksa, Wanajaya, Kec. Telukjambe Barat, Karawang, Jawa Barat
- b. Dapat dijangkau dengan berbagai jenis transportasi karena berada di area industri yang berdekatan dengan tol Jakarta-Cikampek dan *exit* tol Karawang Barat Taman Mekar sehingga akan memperlancar segala kegiatan operasional pabrik

- c. Satu lokasi dengan industry bahan bangunan yang di mana membutuhkan geotekstil sebagai salah satu bahan perkuatan pada beton
- d. Tersedia gardu listrik, unit pengolahan air bersih, unit pengolahan air limbah, serta perumahan karyawan untuk mendukung kegiatan operasional pabrik
- e. Tenaga kerja yang sesuai dengan kriteria mudah diperoleh
- f. Berada di kawasan yang memungkinkan apabila suatu saat akan dilakukan perluasan pabrik
- g. KNIC dilengkapi dengan gardu listrik, unit pengolahan air bersih, unit pengolahan air limbah, serta perumahan karyawan untuk mendukung kegiatan operasional pabrik
- h. Satu provinsi dengan perusahaan yang memproduksi serat stapel PET yang merupakan bahan baku pembuatan *nonwoven* geotekstil, yaitu PT. Asia Pacific Fibers Tbk.



Gambar 4. 1 Lokasi Karawang New Industry City (KNIC)
(google.com)



Gambar 4. 2 Tata Ruang Karawang New Industry City (KNIC)
(knic.co.id)

Karawang New Industry City (KNIC) merupakan kawasan industri terpadu yang didirikan dengan tujuan untuk membantu meringankan perusahaan-perusahaan pelaksana industri. KNIC terbagi menjadi beberapa kawasan, yaitu kawasan industri bahan bangunan, kawasan industri khusus otomotif, kawasan industri elektronika, pusat layanan logistik, kawasan industri inovasi dan UKM, serta kawasan industri khusus makanan. *Karawang New Industry City (KNIC)* dipilih karena menyediakan beberapa fasilitas yang menjadi nilai tambah, yaitu :

- a. Produk kawasan industri sesuai dengan kebutuhan
- b. Utilitas yang dapat diandalkan sepenuhnya
- c. Kawasan perumahan dan komersial
- d. Pusat konsultasi bisnis
- e. Pusat pelayanan SDM satu pintu
- f. Layanan logistic

Selain itu, *Karawang New Industry City (KNIC)* juga memiliki infrastruktur yang baik sehingga dapat mendukung keberlangsungan operasi pabrik. Beberapa insfrastuktur yang unggul di antaranya adalah :

Tabel 4. 1 Infrastruktur KNIC (knic.co.id)

Infrastruktur	Detail
Jalan	Jalan utama dengan lebar (ROW) 38 – 45 m Jalan sekunder dengan lebar (ROW) 20 – 28 m
Instalasi Pengolahan Air Bersih – Persediaan Air Bersih	Tahap awal 50 lps = 4.320 m ³ /hari Tahap akhir = 21.500 m ³ /hari
Instalasi Pengolahan Air Limbah	Total kapasitas 5.000 m ³ /hari
Telekomunikasi dan Konektivitas Digital	Jalur telepon/telex/fax terdaftar dengan kode area Jakarta (021) Terdapat 10.000 jalur tersedia dengan tambahan 4.000 jalur Jaringan <i>fiber optic</i> yang tangguh mendukung konektivitas digital di KNIC
Pasokan Daya Listrik	Dijamin oleh PLN Premium Server
Penerangan Jalan	90 – 400 watts, 220 volts, 50 Hz Antar tiang lampu penerangan jalan (PJU) memiliki jarak 40 m
<i>Fire Hydrant</i>	<i>Fire hydrants</i> tersedia setiap 250 m sepanjang jalan <i>Fire hydrants</i> yang tersedia memiliki tekanan 1,0 – 3,0 bar
Keamanan	Pengawasan 24 jam di kawasan industri

4.2 Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Tata letak merupakan salah satu hal penting untuk diperhatikan karena berhubungan erat dengan seluruh proses perencanaan dan

pengaturan letak mesin, aliran bahan, peralatan hingga tenaga kerja yang bekerja pada masing-masing unit. Menurut Sritomo Wignjosoebroto, tata letak pabrik merupakan tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik yang dilakukan dengan tujuan untuk menunjang kelancaran proses produksi. Pengaturan tersebut dilakukan dengan memanfaatkan luas area yang tersedia untuk penempatan mesin, kelancaran gerakan perpindahan material, penyimpanan material, serta fasilitas penunjang lainnya (Wignjosoebroto, 1996).

Pengaturan tata letak pabrik yang baik akan memberikan manfaat yang tentunya akan menguntungkan bagi perusahaan. Manfaat yang didapatkan apabila pengaturan tata letak dilakukan dengan baik di antaranya adalah :

- a. Meningkatkan efisiensi pada proses pemindahan barang
- b. Meningkatkan efisiensi pola aliran produksi
- c. Meningkatkan efisiensi konstruksi sehingga proses produksi akan lebih optimal
- d. Meminimalisir penggunaan area tanah sehingga dapat menunjang dilakukannya perluasan pabrik di kemudian hari
- e. Meningkatkan pendayagunaan penggunaan mesin, tenaga kerja serta fasilitas produksi yang diharapkan dapat meningkatkan semangat kerja dan menjamin keselamatan kerja

Pengaturan tata letak dalam pembangunan pabrik sangatlah penting bagi perkembangan dan kemajuan pabrik karena akan berpengaruh pada keamanan, kelancaran produksi serta akan menentukan keberhasilan dari suatu pabrik. Oleh karena itu, sebagai upaya untuk mencapai tujuan-tujuan tersebut, maka dibutuhkan pertimbangan yang baik sebelum dilakukan pembangunan pabrik. Berikut adalah beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan dalam pembangunan pabrik :

- a. Kekuatan dan kapasitas lantai bangunan

Mesin-mesin dan peralatan yang digunakan pada suatu pabrik tentunya memiliki massa yang berat, sehingga dibutuhkan pondasi yang

kokoh sehingga mampu menopang beban berat dari mesin dan peralatan yang digunakan. Selain itu, pondasi yang kokoh juga dibutuhkan untuk mengantisipasi adanya kemungkinan buruk seperti gempa ataupun bencana alam lain yang dapat merusak bangunan pabrik.

b. Perluasan area

Setiap perusahaan tentu memiliki program jangka panjang untuk memperluas bangunan pabrik, sehingga peluang atau ketersediaan lahan untuk perluasan area pabrik perlu diperhatikan untuk mencapai program tersebut. Perluasan area pabrik biasanya dilakukan karena adanya penambahan mesin ataupun hal lain yang bersangkutan dengan keberlangsungan kerja pabrik.

c. Fleksibilitas

Fleksibilitas menjadi salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam penyusunan tata letak suatu pabrik karena dalam suatu pabrik terdapat mesin-mesin besar dan tenaga kerja yang bekerja sehingga diperlukan ruang gerak untuk mendukung kelancaran produksi.

d. Kenyamanan kerja

Kenyamanan kerja adalah hal yang sangat perlu diperhatikan sebagai pertimbangan penyusunan tata letak pabrik. Hal ini dikarenakan kenyamanan kerja akan menjadi kunci keberlangsungan produksi suatu pabrik, apabila kenyamanan kerja terpenuhi maka tenaga kerja akan merasa nyaman dan proses produksi dapat berjalan dengan lancar. Sebaliknya, apabila kenyamanan kerja kurang terpenuhi maka tenaga kerja akan merasa kurang nyaman sehingga akan berpengaruh buruk pada proses produksi. Salah satu hal yang menentukan kenyamanan kerja adalah sirkulasi udara yang sesuai.

e. Ketersediaan sarana penunjang

Sarana penunjang seperti tempat ibadah, tempat istirahat, lahan parkir, ruang makan, kamar mandi/WC, serta ruang auditorium perlu diperhatikan dalam penyusunan tata letak pabrik. Hal ini dikarenakan

beberapa sarana tersebut dapat menunjang kelancaran seluruh kegiatan pada pabrik.

f. Ketersediaan sarana keamanan

Sarana keamanan dapat dikatakan menjadi hal pokok yang perlu diperhatikan dalam penyusunan tata letak pabrik karena untuk menjamin keselamatan kerja bagi tenaga kerja serta keamanan mesin-mesin yang terdapat di dalam pabrik. Sarana keamanan yang harus diperhatikan ketersediaannya dalam pabrik yaitu seperti alat-alat pencegah kebakaran, tanda bahaya kebakaran yang akan berfungsi secara otomatis, dinding tahan api, lampu tanda bahaya, serta pintu darurat.

Tata letak pabrik secara garis besar terbagi menjadi beberapa daerah utama, di antaranya yaitu :

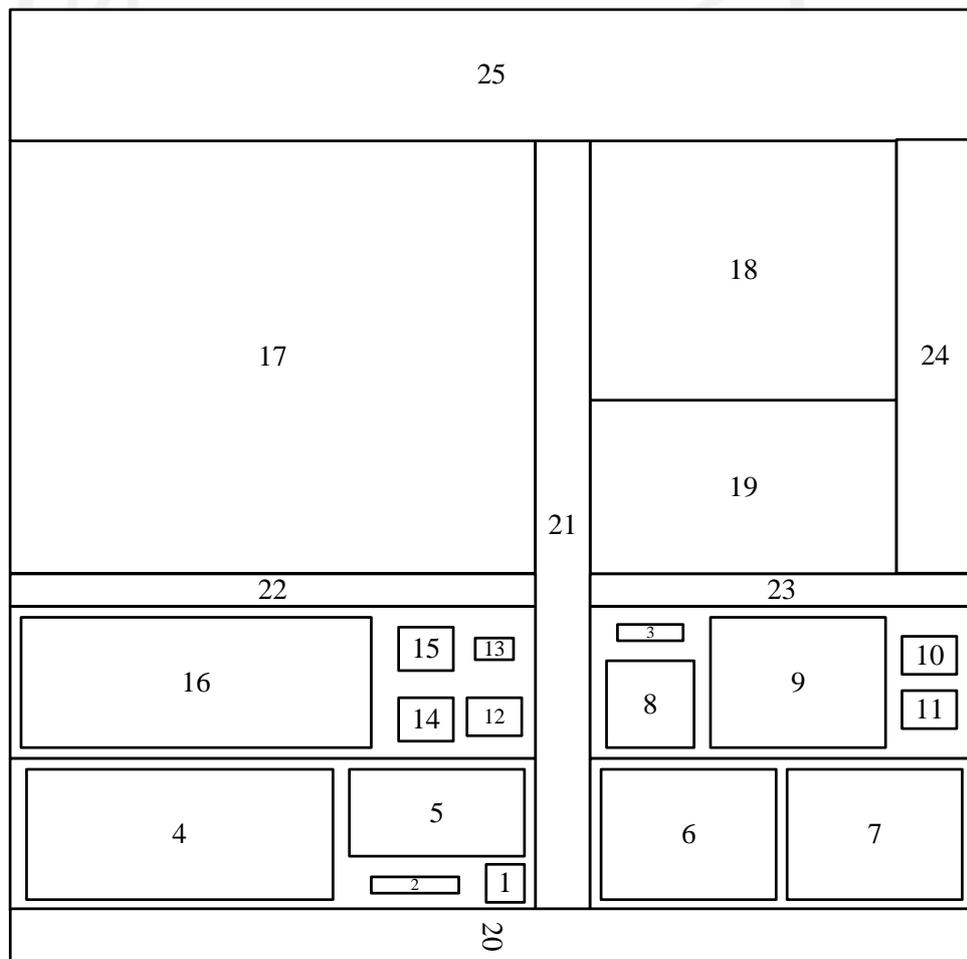
- a. Daerah administrasi/perkantoran, laboratorium dan fasilitas pendukung
Daerah yang dimaksud terdiri dari :
 - Daerah administrasi/perkantoran yang memiliki fungsi sebagai pusat kegiatan administrasi dan finansial pabrik
 - Laboratorium sebagai tempat pengecekan dan pengontrolan kualitas baik bahan baku maupun hasil produksi
 - Fasilitas pendukung yang meliputi tempat ibadah, kantin, toilet, poliklinik, dan aula
- b. Daerah proses produksi yang berisi alat-alat produksi serta hal lain yang berkaitan dengan produksi
- c. Daerah pergudangan umum, bengkel sebagai reparasi, dan garasi
- d. Daerah utilitas dan pemadam kebakaran

Berdasarkan uraian tersebut maka dapat disimpulkan bahwa tujuan dari perencanaan dan pembuatan tata letak pabrik adalah sebagai berikut :

- a. Mengatur alat-alat produksi sehingga akan tercipta fleksibilitas kerja yang baik

- b. Memanfaatkan seluruh area secara efektif dan maksimal
- c. Mengatur jarak perpindahan bahan sesedikit mungkin
- d. Mengintegrasikan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi produk
- e. Menjamin keselamatan dan kenyamanan tenaga kerja

Setelah memperhatikan faktor-faktor tersebut, maka pabrik *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* ini akan dibangun dengan perencanaan tata letak sebagai berikut :



Gambar 4. 3 Tata Letak Pabrik

Skala 1 : 1000

Keterangan :

1. Pos Keamanan

14. Klinik Kesehatan

- | | |
|-----------------------------------|------------------------------|
| 2. Taman I | 15. Ruang K3 |
| 3. Taman II | 16. Utilitas |
| 4. Kantor Utama & Aula | 17. Ruang Proses |
| 5. Parkir Direksi & Tamu | 18. Ruang Penyimpanan Produk |
| 6. Parkir Karyawan | 19. Ruang Penyimpanan Bahan |
| 7. Parkir Kendaraan Perusahaan | Baku |
| 8. Mushalla | 20. Jalan Utama |
| 9. Kantin | 21. Jalan Utama Pabrik |
| 10. Ruang <i>Office Boy</i> | 22. Jalan Sekunder Pabrik I |
| 11. Ruang <i>Cleaning Service</i> | 23. Jalan Sekunder Pabrik II |
| 12. Koperasi | 24. Area Perluasan I |
| 13. Toilet & Ruang Ganti | 25. Area Perluasan II |

4.2.1 Tata Letak Alat (*Site Planning*)

Tata letak alat atau *site planning* merupakan rencana tata letak peralatan produksi di dalam bangunan suatu pabrik yang berfungsi untuk menciptakan kelancaran dan kesinambungan dalam proses produksi. Berikut adalah tujuan dilakukannya pengaturan tata letak alat produksi (*site planning*) :

- a. Mengatur proses produksi dalam pabrik supaya sesuai dengan alur proses yang telah ditentukan
- b. Meminimalisir proses perpindahan material
- c. Mengurangi penundaan dalam proses kerja
- d. Mengoptimalkan penggunaan ruang
- e. Mengoptimalkan pengawasan proses produksi
- f. Menjamin keamanan, kenyamanan, dan keselamatan dalam bekerja

Terdapat beberapa hal yang mendasari penentuan tata letak alat atau *site planning*, di antaranya adalah :

1. Jenis produk

Jenis produk merupakan karakter yang dimiliki oleh suatu produk yang didasarkan pada sifat, berat, serta alat-alat pendukung yang digunakan selama proses produksi.

2. Fasilitas pendukung produksi dan tenaga kerja

Fasilitas pendukung produksi dan tenaga kerja seperti laboratorium, kantor karyawan, ruang utilitas, tempat ibadah, toilet, serta klinik harus diperhatikan penempatannya. Hal tersebut dilakukan untuk mendukung kelancaran proses produksi.

3. Peta proses

Peta proses merupakan gambar grafik proses produksi yang menjelaskan setiap operasi yang dilakukan dalam proses manufaktur. Peta proses memiliki peran penting untuk operasi manufaktur dalam proses produksi.

4. Proses perpindahan produksi

Kelancaran produksi dapat dinilai dengan melihat perpindahan material dari proses pertama ke proses selanjutnya. Efisiensi kerja dapat ditingkatkan dengan meminimalisir pergerakan material dari mesin satu ke mesin selanjutnya.

4.2.2 Tata Letak Ruang Produksi

Ruang produksi merupakan bagian utama dari suatu pabrik, karena di dalamnya terdapat kegiatan utama yaitu proses produksi. Pada ruang produksi terdapat mesin-mesin yang digunakan dalam proses produksi. Ruang produksi sendiri terbagi menjadi beberapa unit di dalamnya, seperti ruang penyimpanan bahan baku, ruang proses produksi, ruang inspeksi, ruang pengemasan, dan gudang atau ruang penyimpanan produk.

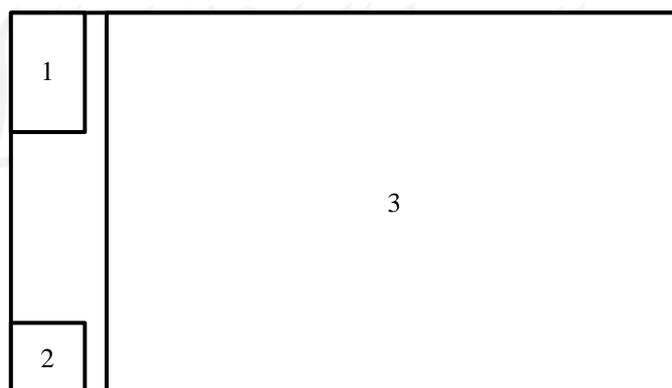
1. Ruang Penyimpanan Bahan Baku

Ukuran : $35 \text{ m} \times 20 \text{ m} = 700 \text{ m}^2$

Ruang penyimpanan bahan baku ini selain digunakan sebagai gudang penyimpanan bahan baku juga digunakan sebagai tempat penerimaan bahan baku dari supplier. Ruangan ini telah diatur sesuai dengan standar ruang penyimpanan bahan baku untuk mengkondisikan serat stapel PET setelah dalam perjalanan dan sebelum memasuki proses produksi. Di dalam ruang penyimpanan bahan baku ini terdapat laboratorium serta ruang administrasi. Laboratorium digunakan untuk menguji kualitas serat stapel PET supaya tetap sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan, dan ruang administrasi digunakan sebagai tempat administrasi penerimaan bahan baku serat stapel PET.

Tabel 4. 2 Pembagian Ruang Bahan Baku

Jenis Ruang	Ukuran (m)		Luas (m ²)
	Panjang	Lebar	
Gudang Penyimpanan	30	20	600
Laboratorium QC	6	5	30
Ruang Administrasi	5	5	25



Gambar 4. 4 Tata Letak Ruang Bahan Baku

Keterangan :

1. Laboratorium *Quality Control* Bahan Baku
2. Ruang Administrasi Gudang Bahan Baku
3. Gudang Penyimpanan Bahan Baku

2. Ruang Proses Produksi

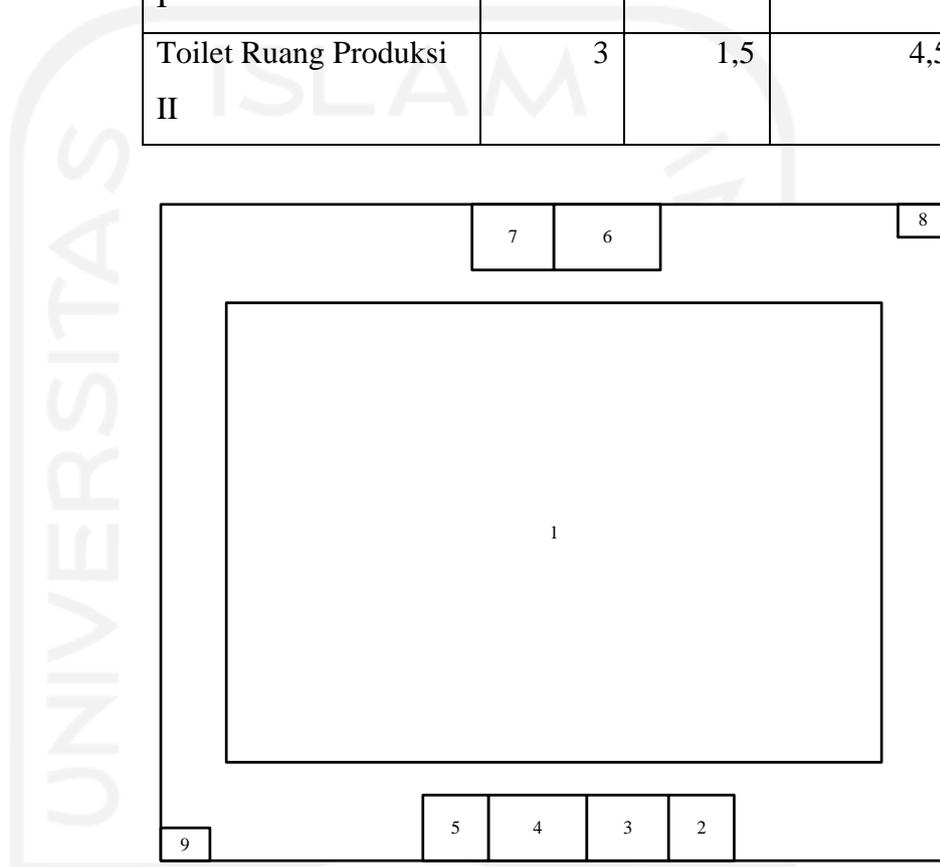
Ukuran : $50 \text{ m} \times 40 \text{ m} = 2.000 \text{ m}^2$

Pada ruang proses produksi ini terdapat mesin-mesin yang digunakan untuk produksi *nonwoven* geotekstil dengan sistem *needle punch*. Mesin-mesin yang terdapat pada ruangan ini di antaranya yaitu mesin *bale opener*, mesin *carding*, mesin *cross lapper*, mesin *pre needle punch*, mesin *needle punch*, mesin *calender*, dan mesin *winder*. Selain mesin-mesin tersebut, di dalam ruang proses produksi ini juga terdapat laboratoriu, ruang manajer produksi, ruang administrasi produksi, ruang suku cadang, serta fasilitas lain yang mendukung kelangsungan proses produksi.

Tabel 4. 3 Pembagian Ruang Proses

Jenis Ruang	Ukuran (m)		Luas (m ²)
	Panjang	Lebar	
Ruang Administrasi Produksi	5	5	25
Ruang Ka. Dept. Proses	6	5	30
Ruang <i>Supervisor</i> & Ka. Shift Proses	8	5	40
Ruang Operator	5	5	25
Laboratorium QC	8	5	40

Ruang Mesin Produksi & Pendukung Produksi	50	35	1750
Ruang <i>Maintenance</i>	6	5	30
Toilet Ruang Produksi I	3	1,5	4,5
Toilet Ruang Produksi II	3	1,5	4,5



Gambar 4. 5 Tata Letak Ruang Proses

Keterangan :

4. Ruang Produksi
5. Ruang Administrasi Proses
6. Ruang Kepala Departemen Proses
7. Ruang *Supervisor* & Kepala *Shift* Proses
8. Ruang Operator
9. Laboratorium *Quality Control* Proses
10. Ruang *Maintenance*

11. Toilet Ruang Proses I

12. Toilet Ruang Proses II

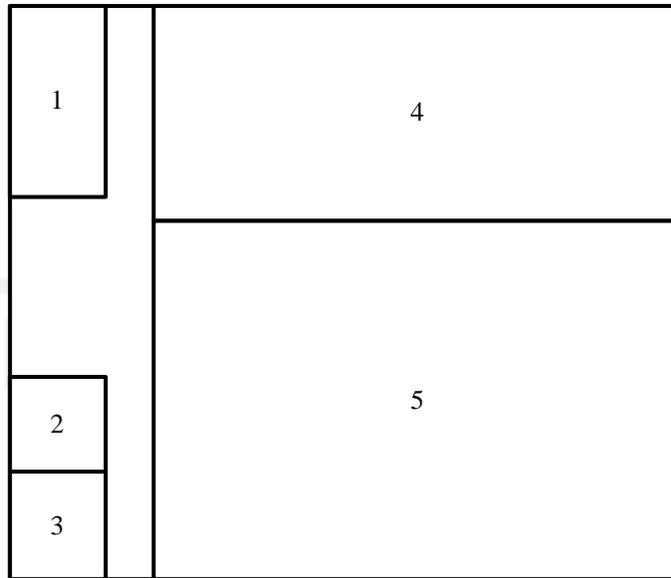
3. Ruang Inspeksi, Pengemasan dan Gudang Produk

Ukuran : $35 \text{ m} \times 30 \text{ m} = 1050 \text{ m}^2$

Ruangan ini terbagi menjadi 3 unit, yaitu unit inspeksi, unit pengemasan dan unit gudang produk. Unit inspeksi merupakan unit pengecekan dan evaluasi kualitas produk hasil produksi. Unit pengemasan digunakan sebagai tempat pengemasan produk hasil produksi yang telah lolos dari tahap inspeksi supaya kualitas produk tetap terjaga hingga ke tangan konsumen. Unit gudang produk digunakan sebagai gudang penyimpanan produk yang telah dikemas, sebelum dikirim ke konsumen, dan ruangan gudang telah diatur sedemikian rupa untuk menjaga kualitas produk.

Tabel 4. 4 Pembagian Ruang Inspeksi, Pengemasan dan Gudang Produk

Jenis Ruang	Ukuran (m)		Luas (m ²)
	Panjang	Lebar	
Laboratorium QC	5	10	50
Ruang Ka. Dept. QC	5	6	30
Ruang Administrasi	5	5	25
Gudang Produk			
Ruang Pengemasan	28	11	308
Gudang Produk	28	19	532



Gambar 4. 6 Tata Letak Ruang Inspeksi, Pengemasan dan Gudang Produk

Keterangan :

1. Laboratorium *Quality Control* Produk
2. Ruang Administrasi Gudang Produk
3. Ruang Kepala Departemen *Quality Control*
4. Ruang Pengemasan
5. Gudang Penyimpanan Produk

4.2.3 Tata Letak Ruang Non Produksi

Ruang non produksi merupakan ruang-ruang serta fasilitas lain yang juga mendukung keberlangsungan operasi pabrik. Ruang serta fasilitas yang termasuk ruang non produksi yaitu seperti kantor utama, kantor K3, ruang ibadah, klinik, koperasi, kantin dan lain sebagainya.

Tabel 4. 5 Pembagian Ruang Non Produksi

Jenis Ruang	Ukuran (m)	Luas (m ²)

	Panjang	Lebar	
Kantor Utama & Aula	35	15	525
Kantor K3	6	5	30
Musholla	10	10	100
Klinik Kesehatan	6	5	30
Koperasi	6	4	24
Kantin	25	15	375
Utilitas	40	15	600
Pos Keamanan	4	4	16
Parkir Direksi & Tamu	20	10	200
Parkir Karyawan	20	15	300
Parkir Kendaraan Perusahaan	20	15	300
Ruang <i>Cleaning Service</i>	6	4	24
Ruang <i>Office Boy</i>	6	4	24
Taman I	10	2	20
Taman II	8	1,5	12
Ruang Ganti & Toilet	6	1,5	9

Berdasarkan luas penggunaan ruang tersebut, maka pabrik *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* ini akan dibangun di atas tanah seluas 12.100 m² dengan pembagian sebagai berikut :

Tabel 4. 6 Data Penggunaan Tanah

Luas Tanah	Data Penggunaan Tanah (m ²)
Luas Bangunan	6.339
Luas Jalan	1.542
Area Perluasan	4.219
Total Penggunaan Tanah	12.100

4.3 Organisasi Perusahaan

4.3.1 Bentuk Perusahaan

Berikut adalah rincian bentuk perusahaan yang diterapkan pada prarancangan pabrik *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* ini :

- a. Jenis perusahaan : Perseroan Terbatas
- b. Jenis usaha : Industri tekstil kain *nonwoven* geotekstil
- c. Lokasi : Karawang New Industry City (KNIC)
- d. Luas tanah : 12.100 m²
- e. Luas bangunan : 6.339 m²
- f. Kapasitas produksi : 4.200 ton/tahun

4.3.2 Badan Usaha

Bentuk badan usaha yang direncanakan pada tugas akhir prarancangan pabrik tekstil kain *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* ini yaitu Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan bentuk badan usaha yang memiliki kekayaan dan hak memiliki. Kepemilikan perusahaan seseorang dapat dilihat dari

saham perusahaan yang ia miliki. Semakin banyak saham perusahaan yang dimiliki oleh orang tersebut, maka semakin besar kedudukan dan andilnya dalam perusahaan. Apabila terjadi perhutangan pada perusahaan, maka hak milik pribadi tidak dapat dipertanggungjawabkan atas perhutangan tersebut, hanya terbatas pada saham saja. Atau dengan kata lain, perseroan terbatas merupakan perseroan yang berbentuk badan hukum. Bentuk badan usaha ini dikatakan perseroan terbatas karena terbentuk dari sero, yang artinya saham. Sedangkan sebutan terbatas tertuju pada tanggung jawab persero atau pemegang saham yang memiliki lingkup terbatas dengan nominal saham yang dimilikinya (Sayuti, 2008).

Badan usaha bentuk Perseroan Terbatas (PT) dipilih dengan beberapa pertimbangan berikut :

1. Badan usaha Perseroan Terbatas (PT) memiliki kekayaan sendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi milik pemegang saham. Dengan demikian akan meminimalisir terjadinya resiko sepihak.
2. Bentuk badan usaha Perseroan Terbatas (PT) dapat memudahkan terkumpulnya modal. Hal ini dikarenakan jumlah keseluruhan saham perusahaan dibagi dalam pecahan kecil, sehingga seluruh kalangan investor bisa mendapatkan kesempatan sebagai pemegang saham perusahaan.
3. Modal pendirian perusahaan dapat diperoleh dari penjualan saham kepada investor serta dari peminjaman dana bank. Hal ini dapat menghindari adanya dominasi pembagian laba secara sepihak kepada penanam saham.
4. Pada badan usaha Perseroan Terbatas (PT) pemilik dan pemimpin perusahaan memiliki tanggung jawab dan kewajiban yang fungsinya terpisah untuk menghindari terjadinya penyalahgunaan kekuasaan dalam perusahaan.

5. Badan usaha Perseroan Terbatas (PT) akan memudahkan perusahaan dalam hal pemindahtangan saham. Apabila terjadi, pemindahtangan saham tidak akan menimbulkan pengaruh yang besar terhadap kinerja perusahaan sebab pemegang saham hanya memiliki suara dalam Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS).

4.3.3 Struktur Organisasi

Organisasi berasal dari bahasa Yunani, yaitu *organon* yang secara harfiah memiliki arti alat atau instrumen, yang secara tidak langsung menyiratkan bahwa organisasi merupakan alat bantu manusia. Organisasi juga sering diartikan sebagai alat atau wadah di mana sekumpulan orang yang memiliki satu visi dan misi melakukan kegiatan untuk mencapai suatu tujuan. Maka di dalam perusahaan, organisasi dapat dikatakan sebagai salah satu penunjang kemajuan dari suatu perusahaan tersebut. Apabila dikaitkan dengan perusahaan, organisasi memiliki arti sebagai sarana pelaksanaan proses manajemen pada suatu perusahaan yang bertujuan supaya proses tersebut dapat berjalan secara dinamis.

Struktur organisasi perusahaan diartikan sebagai sebuah garis herarki (bertingkat) yang di dalamnya mendeskripsikan komponen-komponen penyusun perusahaan. Komponen-komponen yang dimaksud adalah sumber daya manusia yang berada di dalam lingkup perusahaan, di mana memiliki posisi serta fungsi masing-masing. Struktur organisasi dalam suatu perusahaan digunakan dengan tujuan supaya roda perusahaan dapat berjalan dengan baik, efektif, dan efisien. Hal ini dikarenakan setiap komponen yang terdapat di dalam perusahaan dapat berfungsi secara optimal.

Struktur organisasi sendiri memiliki beberapa aspek, di antaranya yaitu :

- a. Hubungan pelaporan

Hubungan pelaporan pada skema organisasi dinyatakan dengan garis vertikal. Garis vertikal tersebut menunjukkan lingkup tanggung jawab setiap jabatan dalam organisasi serta kepada siapa suatu jabatan harus melapor dan/atau memberi instruksi.

b. Alokasi tugas dan tanggung jawab

Skema struktur organisasi menunjukkan penjelasan mengenai tugas dan tanggung jawab yang dipegang oleh setiap jabatan dalam organisasi.

c. Pengelompokan menurut fungsi

Seluruh karyawan dalam struktur organisasi dikelompokkan menurut fungsi masing-masing. Setiap kelompok karyawan dipimpin oleh seorang atasan.

Selain aspek-aspek tersebut, struktur organisasi dalam suatu perusahaan juga dibutuhkan dengan tujuan berikut :

- a. Kinerja perusahaan dapat berjalan dengan lancar dan optimal
- b. Sistem birokrasi perusahaan yang ramping dan efisien
- c. Mampu mengatasi setiap permasalahan dengan tepat, cepat dan tuntas
- d. Tidak adanya tumpang tindih kewenangan
- e. Adanya kejelasan tanggung jawab dan tugas masing-masing individu

Tujuan adanya sistem organisasi perusahaan tersebut dapat dicapai dengan susunan sistem organisasi yang baik. Sistem organisasi yang baik dapat disusun dengan menggunakan beberapa azas berikut :

- a. Perumusan tujuan perusahaan harus jelas
- b. Pendelegasian wewenang
- c. Pembagian tugas tenaga kerja yang jelas
- d. Kesatuan perintah dan tanggung jawab

- e. Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan
- f. Organisasi perusahaan yang fleksibel

Maka, dengan mempertimbangkan azas-azas tersebut struktur organisasi yang tepat untuk digunakan pada prarancangan pabrik *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* ini yaitu organisasi lini dan staff. Organisasi lini dan staff merupakan gabungan antara struktur organisasi garis dengan struktur organisasi fungsional dengan adanya bantuan staff. Pada struktur organisasi lini dan staff ini, pelimpahan wewenang berjalan secara vertikal dan secara keseluruhan berasal dari pimpinan ke kepala bagian yang berada di bawahnya serta ke masing-masing tenaga pengawas. Adapun kelebihan dan kekurangan dari sistem organisasi lini dan staff dapat dilihat pada tabel

Tabel 4. 7 Kelebihan dan Kekurangan Sistem Organisasi Lini & Staf

Kelebihan	Kekurangan
<ul style="list-style-type: none"> - Pembagian tugas antar kelompok lini dan kelompok staff yang jelas - Azas spesialisasi dapat dilanjutkan sesuai keahlian masing-masing bawahan - Dapat diterapkan prinsip “<i>the right man on the right place</i>” serta koordinasi pada setiap unit - Dapat diaplikasikan pada organisasi yang lebih besar 	<ul style="list-style-type: none"> - Pengabaian nasehat atau saran dari staff biasanya dilakukan oleh pemimpin lini - Pimpinan staff sering mengabaikan ide yang disampaikan oleh pemimpin lini - Memungkinkan pimpinan staff melampaui batas kewenangan

4.3.4 Tugas dan Wewenang

Sistem pembagian tugas berdasarkan wewenang dapat memudahkan penyelesaian tugas dan pekerjaan yang menjadi tanggung jawab setiap anggota organisasi. *Job description* merupakan panduan yang digunakan untuk mengetahui bagian mana saja yang menjadi tanggung jawab kerja suatu organisasi. Adapun penjelasan tugas dan wewenang masing-masing anggota organisasi adalah sebagai berikut :

4.3.4.1 Pemegang Saham

Pemegang saham adalah penyector modal dengan melakukan pembelian lembaran saham yang akan menjadi modal usaha suatu perusahaan. Beberapa pemegang saham biasanya mengumpulkan modal untuk keperluan pendirian dan keberlangsungan operasional perusahaan. Kekuasaan tertinggi pada suatu perusahaan dengan bentuk PT dalah RUPS. Berikut adalah tugas dan wewenang RUPS :

- a. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris beserta anggotanya
- b. Mengangkat dan memberhentikan Presiden Direktur
- c. Meminta pertanggungjawaban dari dewan komisaris atau mandat yang telah dipercayakan oleh RUPS
- d. Mengetahui rencana pelaksanaan kegiatan perusahaan dan menerima laporan laba rugi tahunan dari Dewan Komisaris

4.3.4.2 Dewan Komisaris

Dewan Komisaris adalah pelaksana kegiatan dari pada Pemegang Saham yang diangkat oleh RUPS dalam jangka waktu tertentu. Dewan Komisaris dipimpin oleh seorang Presiden Direktur. Dewan Komisaris bertanggung jawab terhadap pemilik perusahaan. Di dalam struktur

organisasi perusahaan, Dewan Komisaris merupakan anggota organisasi dengan jabatan tertinggi. Dewan Komisaris dan anggotanya memiliki hak untuk memilih dan dipilih sebagai Presiden Direktur, serta memilih dan mengesahkan Direktur Presiden. Berikut adalah tugas dan wewenang dari Dewan Komisaris :

- a. Merumuskan kebijakan umum perusahaan
- b. Mengarahkan serta mengawasi perusahaan sesuai dengan ketentuan yang berlaku
- c. Mengesahkan pengeluaran modal dan pembagian laba atas persetujuan RUPS
- d. Memiliki hak untuk memilih dan dipilih sebagai Presiden Direktur yang selanjutnya akan disahkan oleh RUPS
- e. Memilih, memberhentikan dan mengesahkan Direktur Perusahaan
- f. Memiliki hak untuk mengetahui dan memeriksa pembukuan, inventaris, keuangan dan lain-lain

4.3.4.3 Direktur Utama

Direktur Utama atau Presiden Direktur adalah pelaksana kegiatan usaha para Dewan Komisaris. Selaku pemimpin perusahaan tertinggi, Direktur Utama diangkat oleh Dewan Komisaris dan disahkan oleh RUPS untuk jangka waktu tertentu. Direktur Utama bertanggung jawab secara langsung terhadap Dewan Komisaris atas seluruh tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Berikut adalah tugas dan wewenang Direktur Utama :

- a. Melaksanakan kebijaksanaan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaan yang dilakukan kepada Pemegang Saham di akhir masa jabatan

- b. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan serta menjalin hubungan baik dengan pemilik saham, pimpinan, konsumen dan karyawan
- c. Mengangkat serta memberhentikan Direktur Perusahaan dengan persetujuan RUPS
- d. Merumuskan kebijakan umum perusahaan sesuai dengan ketentuan yang berlaku
- e. Mengesahkan pengeluaran modal dan pembagian laba atas persetujuan Pemegang Saham
- f. Menolak ataupun menyetujui rencana pelaksanaan operasional perusahaan yang dijalankan oleh direktur perusahaan
- g. Memberikan laporan pertanggungjawaban yang berkaitan dengan seluruh kegiatan operasional ataupun non operasional kepada Dewan Komisaris dan Pemegang Saham

4.3.4.4 Direktur Perusahaan

Direktur Perusahaan adalah pelaksana kebijakan umum dengan mengimplementasikannya menjadi kebijakan strategi dari perusahaan. Direktur Perusahaan dipilih dan disahkan oleh Dewan Komisaris serta dipercaya oleh Direktur Utama dan Dewan Komisaris sebagai pelaksana seluruh kegiatan operasional perusahaan. Direktur Perusahaan bertugas untuk memimpin dan mengkoordinasi pelaksanaan kebijakan strategis perusahaan oleh masing-masing bagian. Berikut adalah tugas dan wewenang Direktur Perusahaan :

- a. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama
- b. Melaksanakan serta mengarahkan kegiatan perusahaan supaya sesuai dengan keputusan yang telah diputuskan oleh Dewan Komisaris

- c. Memberikan laporan pertanggungjawaban terkait dengan kegiatan operasional perusahaan kepada Direktur Utama dan Dewan Komisaris
- d. Memiliki hak untuk mengangkat serta memberhentikan staff di bawahnya

4.3.4.5 Manajer Produksi

Manajer Produksi bertanggung jawab terhadap kelancaran proses produksi. Berikut adalah tugas dan wewenang Manajer Produksi :

- a. Bertanggung jawab kepada Direktur Perusahaan
- b. Memimpin jalannya produksi secara langsung
- c. Bertanggung jawab atas perencanaan serta pelaksanaan proses produksi
- d. Mengawasi kesinambungan operasional pabrik
- e. Menerima rencana pelaksanaan kegiatan operasional secara keseluruhan dari Direktur Perusahaan
- f. Merumuskan kebijakan operasional pabrik
- g. Memberikan laporan pertanggungjawaban terkait jalannya proses produksi kepada Direktur Perusahaan

4.3.4.6 Manajer Administrasi & Keuangan

Manajer Administrasi dan Keuangan bertanggung jawab untuk mengelola bagian administrasi, baik administrasi kepegawaian, perusahaan, keuangan serta pemasaran. Adapaun tugas serta wewenang Manajer Administrasi dan Keuangan adalah :

- a. Bertanggung jawab kepada Direktur Perusahaan
- b. Mengelola administrasi kepegawaian, perusahaan, dan keuangan

- c. Melakukan perencanaan dan pengelolaan sumber daya manusia serta perencanaan keamanan dan keselamatan kerja di seluruh pabrik
- d. Memberikan laporan pertanggungjawaban terkait pengelolaan administrasi dan keuangan kepada Direktur Perusahaan

4.3.4.7 Manajer Pemasaran

Manajer Pemasaran memiliki tugas dan wewenang terhadap perusahaan sebagai berikut :

- a. Bertanggung jawab kepada Direktur Perusahaan
- b. Melakukan perencanaan pemasaran secara tepat
- c. Mengelola strategi pemasaran yang telah dirumuskan oleh Direktur Perusahaan secara tepat, serta mengimplementasikannya secara berkesinambungan
- d. Bekerjasama dengan Manajer Administrasi dan Keuangan dalam menyusun *draft* perencanaan dan pelaksanaan produksi serta pemasaran produk
- e. Membuat laporan pertanggungjawaban terkait pemasaran produk yang telah dilaksanakan kepada Direktur Perusahaan

4.3.4.8 Kepala Departemen

Kepala Departemen memiliki tugas dan wewenang sebagai berikut :

- a. Bertanggung jawab kepada manajer
- b. Bertanggung jawab untuk mengawasi dan melaksanakan rencana produksi sesuai dengan tugas masing-masing departemen
- c. Menerjemahkan rencana atau strategi kerja kepada staffnya
- d. Membuat laporan pertanggungjawaban terkait tugas yang telah dilaksanakan

4.3.4.9 Supervisor

Supervisor memiliki tugas dan wewenang terhadap perusahaan sebagai berikut :

- a. Bertanggung jawab kepada Kepala Departemen
- b. Menjabarkan dan mengawasi pelaksanaan operasional rencana strategis kepada kepala staff produksi
- c. Bertanggung jawab atas mesin produksi
- d. Memantau kelancaran proses produksi
- e. Membuat laporan pertanggungjawaban terkait hasil kerja yang telah dilaksanakan kepada Kepala Departemen

4.3.4.10 Kepala Shift

Kepala Shift di dalam suatu perusahaan memiliki tugas dan wewenang sebagai berikut :

- a. Bertanggung jawab kepada *Supervisor*
- b. Melaksanakan sekaligus mengawasi operasional dari rencana strategis selama *shift*nya
- c. Mengkoordinasi serta membagi tugas kepada anggotanya
- d. Menerima laporan hasil kelancaran kerja dari anggotanya
- e. Membuat laporan pertanggungjawaban kepada *Supervisor*

4.3.4.11 Operator

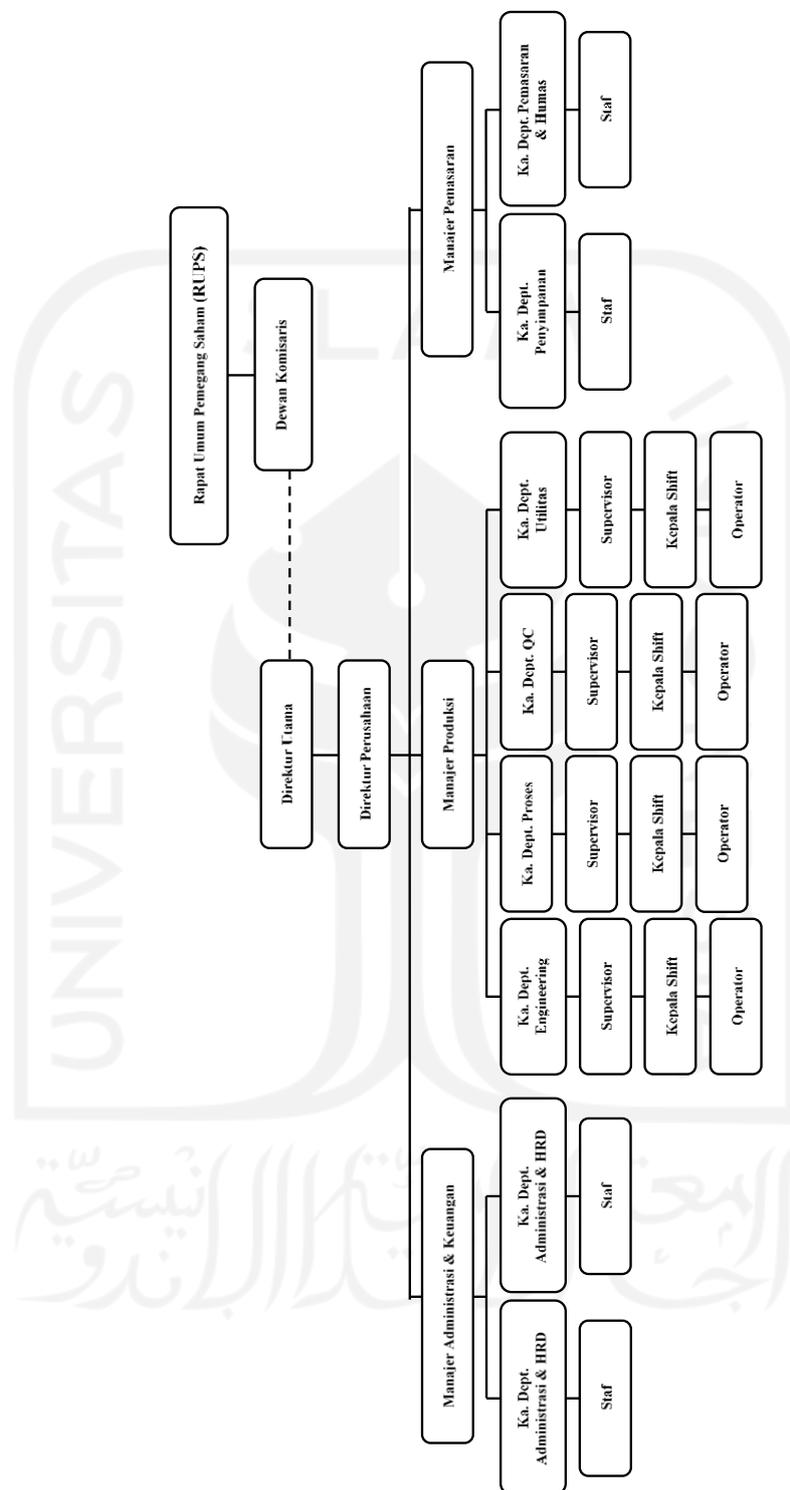
Operator adalah orang yang mengoperasikan mesin yang digunakan selama proses produksi. Tugas dan wewenang Operator adalah :

- a. Bertanggung jawab kepada Kepala *Shift*
- b. Menjalankan mesin sesuai dengan rencana produksi yang telah ditentukan sebelumnya

- c. Bertanggung jawab atas mesin yang dioperasikan
- d. Membuat laporan pertanggungjawaban pengoperasian kepada Kepala *Shift*

Berdasarkan penjabaran mengenai posisi jabatan serta tugas dan wewenang tersebut, maka dapat dilihat skema struktur organisasi yang digunakan pada prarancangan pabrik *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* berikut :





Gambar 4. 7 Struktur Organisasi

Sistem Ketenagakerjaan

Di dalam suatu perusahaan pasti dibutuhkan adanya tenaga kerja. Tenaga kerja merupakan salah satu faktor penting untuk mendukung perkembangan perusahaan karena tanpa tenaga kerja, suatu perusahaan tidak dapat berjalan sebagaimana mestinya untuk menghasilkan suatu produk. Oleh karena itu, loyalitas serta kedisiplinan tenaga kerja harus dijaga dan terus dikembangkan. Hubungan yang harmonis antara tenaga kerja dengan perusahaan akan meningkatkan produktivitas tenaga kerja sehingga akan meningkatkan produktivitas perusahaan.

Hubungan yang harmonis antara perusahaan dengan tenaga kerja dapat dicapai apabila terdapat komunikasi yang baik antar keduanya. Selain itu, pemberian fasilitas yang layak kepada karyawan juga akan meningkatkan hubungan yang harmonis antara tenaga kerja dengan perusahaan. Salah satu contohnya yaitu sistem penggajian yang sesuai dengan Upah Minimum Provinsi (UMP). Kemudian pemberian gaji lembur serta penyediaan fasilitas kesehatan yang baik juga dapat menunjang hal tersebut.

4.3.5.1 Status Karyawan

Di dalam suatu perusahaan pasti dikenal adanya status karyawan yang bertujuan untuk memberikan rasa keadilan terhadap karyawan atau tenaga kerja. Karyawan dengan loyalitas serta jenjang pendidikan tinggi sesuai dengan permintaan perusahaan akan diberi posisi yang tinggi. Terdapat 2 macam status karyawan di dalam perusahaan, yaitu :

1. Karyawan Tetap

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

2. Karyawan Tidak Tetap

Karyawan tidak tetap merupakan karyawan yang bekerja sesuai dengan perjanjian sementara atau bekerja dalam jangka waktu tertentu. Karyawan tidak tetap biasanya akan bekerja apabila terdapat pekerjaan yang tidak dapat dijalankan oleh karyawan tetap dan sesuai dengan kontrak kerja yang telah ditandatangani.

4.3.5.2 Status Pekerja

Pengelompokkan kerja sesuai dengan pekerjaan yang akan ditangani di dalam suatu perusahaan terbagi menjadi 1 macam, yaitu :

1. Pekerja Langsung

Pekerja langsung adalah pekerja yang dalam pekerjaannya akan menangani proses produksi secara langsung. Pekerja langsung biasanya bekerja langsung berhubungan dengan alat produksi.

2. Pekerja Tidak Langsung

Pekerja tidak langsung adalah pekerja yang dalam bekerjanya tidak berhubungan secara langsung dengan alat ataupun proses produksi.

4.3.5.3 Jam Kerja Karyawan

Pada prarancangan pabrik *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* ini, pabrik direncanakan akan beroperasi selama 24 jam dengan efisiensi jam kerja selama 21 jam perhari dan 3 jam untuk istirahat. Pembagian kerja dilakukan dengan menggunakan sistem *shift*, yang di mana dalam 1 hari akan ada 3 *shift* dengan masing-masing *shift* bekerja selama 8 jam termasuk istirahat 1 jam. Pembagian kerja terbagi menjadi 2 macam, yaitu :

1. Kelompok Kerja *Shift*

Kelompok kerja *shift* terdiri atas tenaga kerja yang terlibat langsung dalam proses produksi dan juga petugas satuan pengamanan (satpam). Terbagi menjadi 3 *shift* dengan setiap *shift* bekerja selama 8 jam per hari.

Berikut pembagian *shift* kerja dalam 1 hari :

- *Shift I* : pukul 08.00 – 16.00 WIB
- *Shift II* : pukul 16.00 – 24.00 WIB
- *Shift III* : pukul 24.00 – 08.00 WIB

Dengan jam istirahat untuk setiap *shift*nya sebagai berikut :

- *Shift I* : pukul 11.30 – 12.30 WIB
- *Shift II* : pukul 18.15 – 19.15 WIB
- *Shift III* : pukul 04.00 – 05.00 WIB

Jam istirahat berlaku untuk setiap hari kerja kecuali jam istirahat siang untuk hari Jum'at ditambah 30 menit untuk sholat Jum'at menjadi pukul 11.30 – 13.00 WIB.

Jadwal kerja *shift* dilakukan secara rutin bergiliran untuk karyawan yang berada di unit produksi selama hari kerja, yaitu Senin sampai Sabtu. Kegiatan produksi akan libur pada hari Minggu, hari raya, serta hari libur lainnya. Setiap *shift* mempunyai kelompok kerja yang anggotanya terdiri dari *supervisor*, kepala *shift*, operator, karyawan *maintenance* dan *office boy*. Berikut adalah pengaturan pembagian jam kerja untuk setiap kelompok dalam 1 pekan :

Tabel 4. 8 Pembagian Shift 1 Pekan

<i>Shift</i>	Hari					
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu
I	A	A	C	C	B	B
II	B	B	A	A	C	C
III	C	C	B	B	A	A

Keterangan :

A : kelompok kerja I

B : kelompok kerja II

C : kelompok kerja III

Supaya kualitas kerja karyawan tetap terjaga, dilakukan pergantian waktu *shift* setiap seminggu sekali. Berikut adalah jadwal waktu *shift* dalam 1 bulan :

Tabel 4. 9 Pembagian Shift 1 Bulan

Minggu	<i>Shift</i> I	<i>Shift</i> II	<i>Shift</i> III
1	Pagi	Siang	Malam
2	Siang	Malam	Pagi
3	Malam	Pagi	Siang
4	Pagi	Siang	Malam

Sedangkan pembagian *shift* untuk petugas satuan pengamanan (satpam) adalah :

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

2. Kelompok Kerja Non *Shift*

Kelompok kerja non *shift* terdiri atas tenaga kerja yang tidak terlibat langsung dalam proses produksi. Tenaga kerja yang tidak terlibat langsung dalam proses produksi yaitu tenaga kerja yang bekerja di bagian manajemen dan administrasi. Jam kerja untuk kelompok kerja non *shift* yaitu mulai pukul 08.00 – 16.00 WIB. Kemudian jam istirahat setiap pukul 11.30 – 12.30 WIB, kecuali hari Jum'at dengan tambahan 30 menit untuk sholat Jum'at menjadi pukul 11.30 – 13.00 WIB. Sistem hari kerja yang digunakan adalah sistem 6 hari kerja dengan libur di hari Minggu, hari raya, serta hari libur lainnya.

4.3.5 Penggolongan Jabatan, Jumlah & Gaji Karyawan

4.3.6.1 Jabatan dan Keahlian

Posisi jabatan karyawan ditentukan sesuai dengan latar belakang pendidikan yang sesuai dengan jabatan dan tanggung jawab yang akan dipegang dalam perusahaan. Pada struktur organisasi ini, dibutuhkan karyawan dengan kualifikasi jenjang pendidikan mulai dari lulusan Sekolah Menengah Atas (SMA) atau Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) sampai Doktor (S3). Jenjang pendidikan tersebut nantinya akan disesuaikan dengan posisi jabatan karyawan. Selain jenjang pendidikan, tentu dibutuhkan juga keahlian khusus yang sesuai dengan jabatan yang akan diberikan.

4.3.6.2 Perincian Jumlah Karyawan

Jumlah karyawan yang tepat dibutuhkan untuk menciptakan hasil produk yang baik dan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Jumlah karyawan ditentukan sesuai dengan jumlah unit proses yang terdapat di

dalam pabrik. Kemudian ditentukan sesuai dengan jumlah kebutuhan karyawan di setiap unit, karena setiap unit akan membutuhkan jumlah karyawan yang berbeda-beda. Oleh karena itu, harus disesuaikan supaya tidak terjadi kelebihan ataupun kekurangan karyawan.

4.3.6.3 Penggolongan Gaji

Gaji yang diberikan kepada karyawan disesuaikan dengan posisi jabatannya di dalam struktur organisasi dan masa kerja karyawan di perusahaan. Sistem penggajian di perusahaan ini digolongkan menjadi 3 macam, yaitu :

a. Gaji Bulanan

Gaji bulanan adalah gaji atau upah pokok yang diberikan kepada karyawan tetap. Jumlah nominal gaji bulanan yang diberikan sesuai dengan peraturan dan keputusan perusahaan.

b. Gaji Harian

Gaji harian adalah gaji atau upah yang diberikan kepada karyawan tidak tetap. Jumlah nominal gaji harian juga diberikan sesuai dengan peraturan dan keputusan perusahaan.

c. Gaji Lembur

Gaji lembur adalah gaji atau upah yang diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi atau di luar jam kerja yang seharusnya. Biasanya karyawan akan bekerja melebihi jam kerja apabila ada pekerjaan yang membutuhkan tenaga dan waktu lebih untuk menyelesaikannya. Jumlah nominal gaji lembur yang diberikan juga sesuai dengan peraturan dan keputusan perusahaan.

Berdasarkan penjelasan penggolongan jabatan, jumlah dan gaji karyawan tersebut, berikut adalah tabel rincian penggolongan yang akan digunakan pada prarancangan pabrik *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* ini :

Tabel 4. 10 Penggolongan Gaji Karyawan

No.	Jabatan	Jenjang Pendidikan	Jumlah	Gaji/Bulan (Rp)
1.	Direktur Utama	S2 – S3	1	48.000.000
2.	Direktur Perusahaan	S2 – S3	1	28.800.000
3.	Sekretaris	S1 – S2	1	14.400.000
4.	Manajer Produksi	S1 – S2	1	14.400.000
5.	Manajer Administrasi dan Keuangan	S1 – S2	1	14.400.000
6.	Manajer Keuangan	S1 – S2	1	14.400.000
7.	Kepala Dept. <i>Engineering</i>	S1 – S2	1	11.520.000
8.	Kepala Dept. Utilitas	S1 – S2	1	11.520.000
9.	Kepala Dept. Proses	S1 – S2	1	11.520.000
10.	Kepala Dept. <i>Quality Control</i>	S1 – S2	1	11.520.000
11.	Kepala Dept. Administrasi	S1 – S2	1	11.520.000

12.	Kepala Keuangan	Dept.	S1 – S2	1	11.520.000
13.	Kepala Pemasaran Humas	Dept. dan	S1 – S2	1	11.520.000
14.	Kepala Penyimpanan Gudang	Dept. dan	S1 – S2	1	11.520.000
15.	<i>Supervisor</i>		S1	4	9.120.000
16.	Kepala <i>Shift</i>		S1	12	7.200.000
17.	Laboran		D3 – S1	6	5.760.000
18.	Operator		D3	96	5.760.000
19.	Staff		D3 – S1	21	5.760.000
20.	Perawat		D3 – S1	6	5.520.000
21.	Satpam		Pelatihan Satpam Gada Pratama	6	5.040.000
22.	Sopir		SMA/SMK	10	5.040.000
23.	<i>Office Boy</i>		SMP – SMA/SMK	6	4.800.000
24.	<i>Cleaning Service</i>		SMP – SMA/SMK	9	4.800.000
Total				190	285.360.000

4.3.6 Fasilitas Karyawan

Kesejahteraan karyawan perlu diperhatikan guna mempertahankan kualitas kerja karyawan. Pada prarancangan pabrik ini, perusahaan menyediakan fasilitas pendukung kesejahteraan karyawan. Fasilitas-fasilitas tersebut adalah :

a. Tunjangan

Terdapat 4 macam tunjangan yang diberikan oleh perusahaan, yaitu :

- Tunjangan gaji pokok, merupakan tunjangan yang diberikan kepada karyawan sesuai dengan golongan karyawan yang bersangkutan
- Tunjangan jabatan, merupakan tunjangan yang diberikan kepada karyawan sesuai dengan jabatan karyawan yang bersangkutan
- Tunjangan lembur, merupakan tunjangan yang diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar jam kerja dan sesuai dengan jumlah jam kerjanya
- Tunjangan Hari Raya (THR), merupakan tunjangan yang diberikan kepada seluruh karyawan setiap menjelang hari raya Idul Fitri senilai gaji pokok 1 bulan

b. Premi Hadir

Premi hadir merupakan uang yang dibayarkan kepada setiap karyawan berdasarkan kehadirannya di pabrik.

c. Bonus Prestasi

Bonus prestasi merupakan uang yang dibayarkan oleh perusahaan kepada karyawan yang berprestasi atau berjasa kepada perusahaan.

d. Hak Cuti

Terdapat 4 macam cuti yang diberikan oleh perusahaan, yaitu :

- Cuti tahunan, merupakan masa cuti yang diberikan kepada seluruh karyawan selama 12 hari kerja dalam satu tahun.
- Cuti massal, merupakan cuti yang diberikan kepada karyawan pada hari raya Idul Fitri selama 4 hari kerja.
- Cuti sakit, merupakan cuti yang diberikan kepada karyawan yang sedang sakit, dengan syarat memberikan Surat Keterangan Dokter.
- Cuti melahirkan, merupakan cuti yang diberikan kepada karyawan wanita yang akan melahirkan. Masa cuti yang diberikan adalah selama 3 bulan, serta gaji yang seharusnya tetap akan dibayarkan dengan ketentuan jarak kelahiran anak pertama dan kedua minimal 2 tahun.

e. Kesehatan

Perusahaan memberikan jaminan kesehatan karyawan supaya tetap dalam kondisi yang sehat. Bentuk-bentuk jaminan kesehatan yang diberikan yaitu :

- Klinik kesehatan, merupakan fasilitas kesehatan yang tersedia di dalam perusahaan untuk memberikan pelayanan kesehatan dengan tenaga kesehatan. Pelayanan dasar yang disediakan pada klinik kesehatan yaitu pelayanan dasar oleh perawat karena di komplek KNIC telah disediakan fasilitas kesehatan dengan pelayanan yang lengkap.
- Jamsostek, merupakan jaminan yang diberikan oleh perusahaan kepada karyawan apabila terjadi kecelakaan kerja serta jaminan hari tua.

f. Pakaian Kerja

Perusahaan memberikan pakaian kerja lengkap dengan atribut pendukung keamanan dan keselamatan karyawan. Pakaian yang diberikan yaitu 2 *set* pakaian yang dapat digunakan bergantian oleh karyawan. Sedangkan atribut keselamatan yang diberikan

yaitu sepatu dan helm *safety*, masker, kacamata, *earplug*, serta sarung tangan tahan api.

g. Sarana Ibadah

Perusahaan menyediakan musholla untuk karyawan yang bekerja di saat jam sholat sehingga saat jam istirahat dapat melaksanakan sholat di area pabrik.

h. Kantin

Penyediaan kantin di area pabrik berguna untuk memenuhi kebutuhan makan karyawan di tengah jam istirahat kerja supaya tidak perlu ke luar area pabrik untuk mencari makan. Kantin tidak hanya digunakan sebagai tempat makan, tetapi juga dapat dijadikan sebagai tempat istirahat dengan bercengkrama bersama karyawan lain saat jam istirahat kerja.

i. Koperasi

Perusahaan menyediakan koperasi dengan tujuan untuk memudahkan karyawan dalam memenuhi kebutuhan pokok sampai dengan hal simpan pinjam.

4.3.7 Keamanan, Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Keamanan, kesehatan dan keselamatan kerja karyawan adalah tanggung jawab perusahaan yang harus sangat diperhatikan karena menyangkut kesejahteraan karyawan. Oleh karena itu, perusahaan memberikan fasilitas Alat Pelindung Diri (APD) yang dapat digunakan oleh karyawan dalam bekerja. APD yang disediakan oleh perusahaan di antaranya yaitu :

1. Masker, digunakan oleh seluruh karyawan yang berada di seluruh area baik produksi ataupun non produksi, terutama area dengan intensitas debu yang tinggi.
2. *Ear plug*, digunakan oleh karyawan yang berada di area dengan tingkat kebisingan yang tinggi.

3. *Safety shoes*, digunakan oleh karyawan yang berada di departemen *engineering* dan proses.
4. Sarung tangan, digunakan oleh karyawan yang berada di bagian *engineering*, proses dan *quality control*.
5. Helmet, digunakan sebagai pelindung kepala dari runtuhnya material berat dan beresiko.
6. Topi, digunakan sebagai identitas karyawan serta untuk menjaga kerapian rambut.

Alat Pelindung Diri (APD) yang wajib digunakan oleh setiap karyawan dapat ditentukan dengan melakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Melakukan pengecekan dan penilaian tingkat bahaya lokasi kerja terlebih dahulu
2. Merekomendasikan alat pelindung diri (APD) yang sesuai dengan lokasi kerja
3. Melakukan *job safety analysis* (JSA) secara berkala

Kecelakaan kerja sering kali terjadi akibat adanya *human error* oleh karyawan bagian produksi. Apabila terjadi kecelakaan kerja, maka korban kecelakaan kerja dapat langsung dibawa ke klinik pabrik untuk mendapatkan pertolongan pertama. Kemudian jika korban kecelakaan mengalami cedera yang cukup berat, maka akan dibawa ke fasilitas kesehatan KNIC atau rumah sakit lain yang menyediakan pelayanan dengan BPJS. Adapun jaminan kesehatan yang akan diberikan oleh perusahaan, yaitu Jaminan Kematian (JK), Jaminan Kesehatan Kerja (JKK), Jaminan Hari Tua (JHT) dan Jaminan Pensiun (JP).

BAB V

UTILITAS

5.1 Utilitas

Utilitas merupakan sarana penunjang untuk mendukung kelancaran pada proses produksi suatu pabrik. Utilitas mempunyai peran penting untuk menunjang kelancaran kegiatan operasional baik kegiatan produksi atau non produksi pabrik. Sarana pembantu atau utilitas ini terdiri dari bahan baku dan bahan pendukung supaya proses produksi dapat berjalan sesuai dengan target yang ingin dicapai. Penyediaan utilitas pada prarancangan pabrik *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* ini meliputi unit pengelola listrik, unit penata udara, unit penyedia dan pengolahan air, unit penyedia bahan bakar dan unit pengolahan limbah.

5.1.1 Unit Pengelola Listrik

Sesuai dengan namanya, unit pengelola listrik memiliki tugas untuk mengelola listrik yang dibutuhkan perusahaan, baik untuk area produksi, perkantoran sampai area non produksi lainnya seperti pos satpam. Kebutuhan listrik pada suatu pabrik harus dipenuhi secara kontinyu untuk kelangsungan kegiatan operasional pabrik. Pada prarancangan pabrik ini, listrik yang dikelola didapatkan dari sumber listrik yang telah disediakan oleh KNIC. Di area industri KNIC, pasokan listrik telah dijamin oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN) Premium Service.

Meski telah disediakan pasokan listrik, tidak memungkinkan untuk tidak terjadi pemadaman listrik. Oleh karena itu, supaya operasional pabrik masih tetap dapat berjalan dibutuhkan sumber listrik lain apabila terjadi pemadaman listrik. Pada prarancangan pabrik ini, sumber listrik lain yang digunakan yaitu *generator*. Berikut adalah spesifikasi *generator set* yang akan digunakan pada prarancangan pabrik ini :

- Jenis : Generator Diesel
- Merk : Caterpillar
- *Heating value* : 8.700 Kcal/Kg
- Daya output : 500 kW
- Efisiensi : 85 %
- Jam kerja : 24 jam
- Bahan bakar : solar
- Jumlah generator : 2 buah

Kebutuhan listrik pada pabrik dibagi menjadi beberapa kelompok, yaitu listrik penerangan, listrik mesin produksi, listrik peralatan laboratorium, listrik pompa dan penata udara serta listrik untuk kebutuhan lain-lain.

5.1.1.1 Listrik Penerangan

Setiap kegiatan operasional pabrik membutuhkan cahaya sebagai penerangan guna meningkatkan rasa nyaman dalam bekerja. Selain memberikan rasa nyaman, penerangan juga membuat karyawan menjadi lebih teliti dalam bekerja sehingga produktivitas akan meningkat. Penerangan pada pabrik sebagian besar menggunakan sumber dari lampu, terutama di malam hari. Kebutuhan listrik untuk penerangan sendiri dibagi menjadi 4 kelompok, yaitu listrik penerangan ruang produksi, listrik penerangan ruang non produksi I, listrik penerangan ruang non produksi II dan listrik penerangan lingkungan pabrik.

1) Listrik Penerangan Ruang Produksi

Ruangan produksi yang dimaksud meliputi ruang bahan baku, ruang proses, ruang inspeksi dan ruang penyimpanan produk. Syarat kekuatan sinar atau cahaya pada industri tekstil *woven* dan *nonwoven* adalah 40 lumens/ft² atau 430,52 lumens/m². Berikut adalah

spesifikasi lampu yang digunakan sebagai sumber penerangan pada ruang produksi :

- Merk : Philips
- Tipe : TL-D 36W/54-765
- Daya listrik : 36 watt
- Jumlah lumens : 450 lumens/watt
- Sudut sebaran sinar (ω) : 4 sr
- Jarak lampu : 4 meter
- Syarat penerangan : 430,52 lumens/m²
- Arus cahaya : 16.200 lumens

Perhitungan :

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

$$\begin{aligned} \text{Intensitas cahaya (I)} &= \frac{\text{ arus cahaya (I)}}{\text{ sudut sebaran sinar } (\omega)} \\ &= \frac{36 \text{ W} \times 450 \text{ lumens/W}}{4 \text{ sr}} \\ &= 4.050 \text{ cd} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat penerangan (E)} &= \frac{\text{ intensitas cahaya (I)}}{\text{ tinggi lampu kuadrat } (r^2)} \\ &= \frac{4.050 \text{ cd}}{16 \text{ m}} \\ &= 253,13 \text{ lux} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas penerangan (A)} &= \frac{\text{ arus cahaya (I)}}{\text{ kuat penerangan (E)}} \\ &= \frac{16.200 \text{ lumens}}{253,13 \text{ lux}} \\ &= 64 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumah titik lampu} &= \frac{\text{ luas ruangan}}{\text{ luas penerangan (A)}} \\ &= \frac{600 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2} \end{aligned}$$

$$= 9,375 \text{ titik}$$

$$\approx 10 \text{ titik}$$

Jumlah penerangan total

$$= \text{luas ruangan} \times \text{syarat kuat penerangan}$$

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

$$= 258.312 \text{ lumens}$$

Kuat penerangan tiap lampu

$$= \frac{\text{jumlah penerangan total}}{\text{jumlah titik lampu}}$$

$$= \frac{258.312 \text{ lumens}}{10 \text{ titik}}$$

$$= 25.831,2 \text{ lumens}$$

Daya titik lampu

$$= \frac{\text{penerangan tiap titik lampu}}{\text{arus cahaya}} \times \text{daya lampu}$$

$$= \frac{25.831,2 \text{ lumens}}{16.200 \text{ lumens}} \times 36 \text{ watt}$$

$$= 57,40 \text{ watt}$$

Apabila waktu lampu menyala adalah 24 jam dengan rasio konsumsi 80 %, maka daya pakai dalam 24 jam tersebut sebesar :

$$= 24 \text{ jam} \times 10 \text{ titik lampu} \times 57,40 \text{ watt} \times 0,8$$

$$= 11.021,31 \text{ watt/hari}$$

$$= 11,02 \text{ kWh}$$

Maka pemakaian daya listrik per bulan sebesar :

$$= 11,02 \text{ kWh} \times 26 \text{ hari}$$

= 286,55 kWh

Kemudian dengan menggunakan perhitungan yang sama, perencanaan kebutuhan listrik untuk penerangan pada ruang produksi disajikan pada tabel berikut :

Tabel 5. 1 Kebutuhan Listrik Penerangan Ruang Produksi

Jenis Ruang	Luas (m ²)	∑ Titik Lampu	Daya Tiap Titik Lampu (watt)	Pemakaian/hari (kWh)	Pemakaian/bulan (kWh)
Ruang Penyimpanan Bahan Baku	600	10	57,40	11,02	286,55
Laboratorium QC	30	1	28,70	0,55	14,33
Ruang Administrasi	25	1	23,92	0,46	11,94
Ruang Ka. Dept Proses	30	1	28,70	0,55	14,33
Ruang Administrasi	25	1	23,92	0,46	11,94
Ruang Operator	25	1	23,92	0,46	11,94
Laboratorium QC	40	1	38,27	0,74	19,10
Ruang Mesin Produksi & Pendukung Produksi	1.750	28	59,79	32,15	835,78
Ruang <i>Maintenance</i>	30	1	28,70	0,55	14,33
Ruang Supervisor & Ka. Shift	40	1	38,27	0,74	19,10
Toilet Ruang Produksi I	4,5	1	4,30	0,08	2,15
Toilet Ruang Produksi II	4,5	1	4,30	0,08	2,15
Ruang Ka. Dept QC	30	1	28,70	0,55	14,33
Laboratorium QC	50	1	47,84	0,92	23,88
Ruang Administrasi Gudang Produk	25	1	23,92	0,46	11,94
Ruang Pengemasan	308	5	58,93	5,66	147,01
Gudang Produk Jadi	532	7	72,71	9,77	254,08
Total Daya					1.694,97

2) Listrik Penerangan Ruang Non Produksi I

Ruang yang termasuk dalam kelompok ruang non produksi I di antaranya yaitu kantor utama, ruang utilitas, klinik kesehatan, kantin, dan lain-lain. Berikut adalah spesifikasi lampu yang digunakan sebagai sumber penerangan pada ruang non produksi I :

- Merk : Philips
- Tipe : TL-D 10W/54-765
- Daya listrik : 10 watt
- Jumlah lumens : 450 lumens/watt
- Sudut sebaran sinar (ω) : 4 sr
- Jarak lampu : 4 meter
- Syarat penerangan : 322,92 lumens/m²

Perhitungan :

$$\text{Luas ruang kantin} = 375 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Intensitas cahaya (I)} &= \frac{\text{arus cahaya (l)}}{\text{sudut sebaran sinar } (\omega)} \\ &= \frac{10 \text{ W} \times 450 \text{ lumens/W}}{4 \text{ sr}} \\ &= 1.125 \text{ cd} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat penerangan (E)} &= \frac{\text{intensitas cahaya (I)}}{\text{tinggi lampu kuadrat (r}^2\text{)}} \\ &= \frac{1.125 \text{ cd}}{16 \text{ m}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 70,31 \text{ lux} \\ \text{Luas penerangan (A)} &= \frac{\text{arus cahaya (l)}}{\text{kuat penerangan (E)}} \\ &= \frac{4.500 \text{ lumens}}{70,31 \text{ lux}} \\ &= 64 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumah titik lampu} &= \frac{\text{luas ruangan}}{\text{luas penerangan (A)}} \\ &= \frac{375 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2} \\ &= 5,86 \\ &\approx 6 \text{ titik} \end{aligned}$$

Jumlah penerangan total

$$\begin{aligned} &= \text{luas ruangan} \times \text{syarat kuat penerangan} \\ &= 375 \text{ m}^2 \times 322,92 \text{ lumens/m}^2 \\ &= 121.095 \text{ lumens} \end{aligned}$$

Kuat penerangan tiap lampu

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{jumlah penerangan total}}{\text{jumlah titik lampu}} \\ &= \frac{121.095 \text{ lumens}}{6 \text{ titik}} \\ &= 20.182,5 \text{ lumens} \end{aligned}$$

Daya titik lampu

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{penerangan tiap titik lampu}}{\text{arus cahaya}} \times \text{daya lampu} \\ &= \frac{20.182,5 \text{ lumens}}{16.200 \text{ lumens}} \times 10 \text{ watt} \\ &= 44,85 \text{ watt} \end{aligned}$$

Apabila waktu lampu menyala adalah 12 jam dengan rasio konsumsi 80 %, maka daya pakai dalam 12 jam tersebut sebesar :

$$\begin{aligned} &= 12 \text{ jam} \times 6 \text{ titik lampu} \times 44,85 \text{ watt} \times 0,8 \\ &= 2.583,36 \text{ watt/hari} \\ &= 2,58 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Maka pemakaian daya listrik per bulan sebesar :

$$\begin{aligned} &= 2,58 \text{ kWh} \times 26 \text{ hari} \\ &= 67,17 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Kemudian dengan menggunakan perhitungan yang sama, perencanaan kebutuhan listrik untuk penerangan pada ruang non produksi I disajikan pada tabel berikut :

Tabel 5. 2 Kebutuhan Listrik Penerangan Ruang Non Produksi I

Ruang	Luas Ruang (m ²)	∑ Titik Lampu	Daya Tiap Titik Lampu (watt)	Pemakaian/hari (kWh)	Pemakaian/bulan (kWh)
Kantor Utama & Aula	525	10	37,67	3,62	94,03
Kantin	375	6	44,85	2,58	67,17
Utilitas	600	10	43,06	4,14	107,47
Parkir Direksi & Tamu	200	4	35,88	1,38	35,82
Parkir Karyawan	300	3	71,77	2,07	53,74
Parkir Kendaraan Perusahaan	300	6	35,88	2,07	53,74
Total Daya					411,96

3) Listrik Penerangan Ruang Non Produksi II

Ruang yang termasuk dalam kelompok ruang non produksi II di antaranya yaitu toilet, ruang satpam, parkiran dan lain-lain. Berikut adalah spesifikasi lampu yang digunakan sebagai sumber penerangan pada ruang non produksi II :

- Merk : Philips
- Tipe : LED Bulb 10W E27
65000K
- Daya listrik : 10 watt
- Jumlah lumens : 450 lumens/watt
- Sudut sebaran sinar (ω) : 4 sr
- Jarak lampu : 4 meter
- Syarat penerangan : 322,92 lumens/m²

Perhitungan :

Luas ruang satpam = 9 m²

$$\begin{aligned}
 \text{Intensitas cahaya (I)} &= \frac{\text{arus cahaya (I)}}{\text{sudut sebaran sinar } (\omega)} \\
 &= \frac{36 \text{ W} \times 450 \text{ lumens/W}}{4 \text{ sr}} \\
 &= 1.125 \text{ cd}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kuat penerangan (E)} &= \frac{\text{intensitas cahaya (I)}}{\text{tinggi lampu kuadrat } (r^2)} \\
 &= \frac{1.125 \text{ cd}}{16 \text{ m}} \\
 &= 70,31 \text{ lux}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas penerangan (A)} &= \frac{\text{arus cahaya (I)}}{\text{kuat penerangan (E)}} \\
 &= \frac{4.500 \text{ lumens}}{70,31 \text{ lux}} \\
 &= 64 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumah titik lampu} &= \frac{\text{luas ruangan}}{\text{luas penerangan (A)}} \\
 &= \frac{9 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2} \\
 &= 0,14 \text{ titik} \\
 &\approx 1 \text{ titik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah penerangan total} &= \text{luas ruangan} \times \text{syarat kuat penerangan} \\
 &= 9 \text{ m}^2 \times 322,92 \text{ lumens/m}^2 \\
 &= 2.906,25 \text{ lumens}
 \end{aligned}$$

Kuat penerangan tiap lampu

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{jumlah penerangan total}}{\text{jumlah titik lampu}} \\
 &= \frac{2.906,25 \text{ lumens}}{1} \\
 &= 2.906,25 \text{ lumens}
 \end{aligned}$$

Daya titik lampu

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{penerangan tiap titik lampu}}{\text{arus cahaya}} \times \text{daya lampu} \\
 &= \frac{2.906,25 \text{ lumens}}{4.500 \text{ lumens}} \times 10 \text{ watt} \\
 &= 6,46 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

Apabila waktu lampu menyala adalah 12 jam dengan rasio konsumsi 80 %, maka daya pakai dalam 12 jam tersebut sebesar :

$$\begin{aligned}
 &= 12 \text{ jam} \times 1 \text{ titik lampu} \times 6,46 \text{ watt} \times 0,8 \\
 &= 62 \text{ watt/hari} \\
 &= 0,06 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

Maka pemakaian daya listrik per bulan sebesar :

$$\begin{aligned}
 &= 0,06 \text{ kWh} \times 26 \text{ hari} \\
 &= 1,61 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

Kemudian dengan menggunakan perhitungan yang sama, perencanaan kebutuhan listrik untuk penerangan pada ruang non produksi II disajikan pada tabel berikut :

Tabel 5. 3 Kebutuhan Listrik Penerangan Ruang Non Produksi II

Ruang	Luas Ruang (m ²)	∑ Titik Lampu	Daya Tiap Titik Lampu (watt)	Pemakaian/hari (kWh)	Pemakaian/bulan (kWh)
Kantor K3	30	1	21,53	0,20	5,37
Musholla	100	2	35,88	0,69	17,91
Klinik Kesehatan	30	1	21,53	0,20	5,37
Koperasi	24	1	17,22	0,17	4,30
Pos Satpam	9	1	6,46	0,06	1,61
Ruang <i>Cleaning Services</i>	24	1	17,22	0,17	4,30
Ruang <i>Office Boy</i>	24	1	17,22	0,17	4,30
Taman I	20	1	14,35	0,14	3,60
Taman II	12	1	8,61	0,08	2,15
Ruang Ganti & Toilet	9	1	6,46	0,06	1,61
Total Daya					34,57

4) Listrik Penerangan Lingkungan Pabrik

Penerangan lingkungan pabrik yang dimaksud adalah penerangan yang terdapat pada taman, parkir dan penerangan jalan. Berikut adalah spesifikasi lampu yang digunakan sebagai sumber penerangan pada lingkungan pabrik ini :

- Merk : Philips
- Tipe : HPL-N 250W E40
- Daya listrik : 250 watt
- Jumlah lumens : 12.700 lumens/250W
- Sudut sebaran sinar (ω) : 4 sr
- Jarak lampu : 5 meter
- Syarat penerangan : 107,63 lumens/m²

Perhitungan :

Luas jalan = 1.542 m²

$$\begin{aligned} \text{Intensitas cahaya (I)} &= \frac{\text{arus cahaya (l)}}{\text{sudut sebaran sinar } (\omega)} \\ &= \frac{36 \text{ W} \times 450 \text{ lumens/W}}{4 \text{ sr}} \\ &= 793.750 \text{ lumens} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat penerangan (E)} &= \frac{\text{intensitas cahaya (I)}}{\text{tinggi lampu kuadrat (r}^2\text{)}} \\ &= \frac{793.750 \text{ lumens}}{25 \text{ m}} \\ &= 31.750 \text{ lux} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas penerangan (A)} &= \frac{\text{arus cahaya (l)}}{\text{kuat penerangan (E)}} \\ &= \frac{3.175.000 \text{ lumens}}{31.750 \text{ lumens}} \\ &= 100 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumah titik lampu} &= \frac{\text{luas ruangan}}{\text{luas penerangan (A)}} \\ &= \frac{1.542 \text{ m}^2}{100 \text{ m}^2} \\ &= 15,42 \text{ titik} \\ &\approx 16 \text{ titik} \end{aligned}$$

Jumlah penerangan total

$$\begin{aligned}
&= \text{luas ruangan} \times \text{syarat kuat penerangan} \\
&= 1.542 \text{ m}^2 \times 107,63 \text{ lumens/m}^2 \\
&= 165.965 \text{ lumens}
\end{aligned}$$

Kuat penerangan tiap lampu

$$\begin{aligned}
&= \frac{\text{jumlah penerangan total}}{\text{jumlah titik lampu}} \\
&= \frac{165.965 \text{ lumens}}{16} \\
&= 10.372,8 \text{ lumens}
\end{aligned}$$

Daya titik lampu

$$\begin{aligned}
&= \frac{\text{penerangan tiap titik lampu}}{\text{arus cahaya}} \times \text{daya lampu} \\
&= \frac{10.372,8 \text{ lumens}}{3.175.000 \text{ lumens}} \times 250 \text{ watt} \\
&= 0,82 \text{ watt}
\end{aligned}$$

Apabila waktu lampu menyala adalah 12 jam dengan rasio konsumsi 80 %, maka daya pakai dalam 12 jam tersebut sebesar :

$$\begin{aligned}
&= 12 \text{ jam} \times 16 \text{ titik lampu} \times 0,82 \text{ watt} \times 0,8 \\
&= 125,45 \text{ watt/hari} \\
&= 0,13 \text{ kWh}
\end{aligned}$$

Maka pemakaian daya listrik per bulan sebesar :

$$\begin{aligned}
&= 0,13 \text{ kWh} \times 26 \text{ hari} \\
&= 3,76 \text{ kWh}
\end{aligned}$$

5.1.1.2 Listrik Mesin Produksi

Seluruh mesin yang digunakan pada prarancangan pabrik ini menggunakan tenaga listrik sehingga dibutuhkan listrik untuk menjalankan proses produksi. Jumlah kebutuhan daya listrik untuk mengoperasikan mesin produksi setiap harinya dapat diketahui dengan menghitungnya menggunakan rumus berikut :

Penggunaan listrik dalam 1 hari

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

Perhitungan :

Mesin Bale Opener

Daya : 5,95 kW

Efisiensi : 97 %

Jumlah mesin : 1 buah

Jam kerja : 24 jam

Penggunaan listrik dalam 1 hari

$$\begin{aligned} &= \sum \text{mesin} \times \text{eff} \times \text{jam kerja} \times \text{daya} \\ &= 1 \text{ buah} \times 0,97 \times 24 \text{ jam} \times 5,95 \text{ kW} \\ &= 138,52 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Jumlah kebutuhan daya listrik tersebut adalah jumlah kebutuhan dalam satu hari, maka kebutuhan listrik mesin produksi dalam satu bulan sebesar :

Penggunaan listrik per bulan

$$\begin{aligned} &= \sum \text{penggunaan per hari} \times 26 \text{ hari} \\ &= 138,52 \text{ kWh} \times 26 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$= 3.601,42 \text{ kWh}$$

Perhitungan kebutuhan listrik untuk seluruh mesin produksi dengan menggunakan perhitungan tersebut disajikan pada tabel berikut :

Tabel 5. 4 Kebutuhan Listrik Mesin Produksi

Jenis Mesin	∑ Mesin	Efisiensi	Jam Kerja (jam)	Daya (kWh)	Pemakaian/hari (kWh)	Pemakaian/bulan (kWh)
Bale Opener	1	0,97	24	5,95	138,52	3.601,42
Carding	1	0,97	24	54,40	1.266,43	32.927,23
Cross Lapper	1	0,98	24	42	987,84	25.683,84
Pre Needle Punch	2	0,98	24	42,03	1.977,09	51.404,37
Needle Punch	1	0,98	24	37,30	877,30	22.809,70
Calender	1	0,97	24	40,20	935,86	24.332,26
Winder	1	0,98	24	32,60	766,75	19.935,55
Total Daya						180.694,40

5.1.1.3 Listrik Peralatan Laboratorium

Selain dibutuhkan untuk mengoperasikan mesin produksi, daya listrik juga dibutuhkan untuk mengoperasikan alat-alat pengujian di laboratorium. Penggunaan daya listrik untuk peralatan laboratorium dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

Penggunaan listrik dalam 1 hari

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

Perhitungan :

Mesin timbangan digital

Daya : 0,5 kW

Jam kerja : 12 jam

Jumlah mesin : 1 buah

Penggunaan listrik dalam 1 hari

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

$$= 1 \text{ buah} \times 12 \text{ jam} \times 0,5 \text{ kW}$$

$$= 6 \text{ kWh}$$

Penggunaan listrik dalam 1 bulan

$$= \sum \text{penggunaan per hari} \times 26 \text{ hari}$$

$$= 6 \text{ kWh} \times 26 \text{ hari}$$

$$= 156 \text{ kWh}$$

Penggunaan listrik untuk peralatan yang terdapat di dalam laboratorium disajikan pada tabel berikut :

Tabel 5. 5 Kebutuhan Listrik Peralatan Laboratorium

Jenis Mesin	Σ Mesin (buah)	Jam Kerja (jam)	Daya (kWh)	Pemakaian/hari (kWh)	Pemakaian/bulan (kWh)
Tensometer	1	12	0,75	6	234
Mesin Uji Coblos	1	12	0,50	6	156
Neraca Digital	3	12	0,50	18	468
Total					858

5.1.1.4 Listrik Penata Udara & Pompa Air

Pada penata udara dan pompa ini, listrik digunakan untuk mengoperasikan AC, *exhaust fan* serta pompa air.

Jumlah daya listrik yang dibutuhkan untuk mengoperasikan alat penata udara dan pompa air dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

Penggunaan listrik dalam 1 hari

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

Perhitungan :

AC klinik kesehatan

Daya : 720 watt

Efisiensi : 97 %

Jumlah AC : 2 buah

Jam kerja : 24 jam

Penggunaan listrik dalam 1 hari

$$\begin{aligned} &= \sum \text{alat} \times \text{eff} \times \text{jam kerja} \times \text{daya} \\ &= 2 \text{ buah} \times 0,97 \times 24 \text{ jam} \times 720 \text{ watt} \\ &= 33.523,20 \text{ watt/hari} \\ &= 33,52 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Penggunaan listrik dalam 1 bulan

$$\begin{aligned} &= \sum \text{penggunaan per hari} \times 26 \text{ hari} \\ &= 33,52 \text{ kWh} \times 26 \text{ hari} \\ &= 871,60 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Penggunaan listrik untuk mengoperasikan penata udara dan pompa air disajikan pada tabel berikut :

Tabel 5. 6 Kebutuhan Listrik Penata Udara dan Pompa Air

Jenis Alat	\sum Alat (buah)	Jam Kerja (jam)	Daya (watt)	Pemakaian/hari (kWh)	Pemakaian/bulan (kWh)
<i>Air Conditioner</i>	59	12	720	494,47	12.856,15
<i>Exhaust fan</i>	392	24	30	276,60	7.191,48
Kipas angin	32	12	46	17,31	450,08
Pompa air	1	1	30.000	29.100	756.600
Total					777.097,70

5.1.1.5 Listrik Kebutuhan Lain-lain

Selain untuk penerangan, pengoperasian mesin produksi, peralatan laboratorium dan penata udara & pompa, tenaga listrik juga dibutuhkan untuk mengoperasikan alat-alat kecil yang terdapat di kantor utama, koperasi ataupun ruang inspeksi. Alat-alat yang dimaksud yaitu seperti komputer, *printer* dan lain-lain. Jumlah kebutuhan daya listrik tersebut dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

Penggunaan listrik dalam 1 hari

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

Perhitungan :

Komputer di laboratorium

Daya : 420 watt

Jam kerja : 12 jam

Jumlah komputer : 3 buah

Penggunaan listrik dalam 1 hari

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

$$= 3 \text{ buah} \times 12 \text{ jam} \times 420 \text{ watt}$$

$$= 15.120 \text{ watt/jam}$$

$$= 15,12 \text{ kWh}$$

Penggunaan listrik dalam 1 bulan

$$= \sum \text{penggunaan per hari} \times 26 \text{ hari}$$

$$= 15,12 \text{ kWh} \times 26 \text{ hari}$$

$$= 393 \text{ kWh}$$

Penggunaan listrik untuk kebutuhan lain-lain disajikan pada tabel berikut :

Tabel 5. 7 Kebutuhan Listrik Lain-lain

Alat	Jumlah (buah)	Daya (watt)	Jam Kerja (jam)	Pemakaian/hari (kWh)	Pemakaian/bulan (kWh)
Komputer	42	420	12	211.68	5.503.68
Printer	21	150	12	37.80	982.80
Total					7.058.48

5.1.2 Unit Penata Udara

Salah satu faktor pendukung kelancaran produksi yaitu kondisi ruangan dengan kelembaban dan temperatur yang sesuai dengan yang seharusnya. Suhu panas yang dihasilkan oleh mesin

produksi selama proses produksi berlangsung dapat mempengaruhi temperatur dan kelembaban ruangan. Oleh karena itu, untuk mempertahankan ruangan supaya tetap berada pada kelembaban dengan RH ± 65 % dan temperatur ruangan ± 25 °C maka dibutuhkan alat pendingin ruangan. Selain itu, berikut adalah keuntungan dari penggunaan alat pendingin ruangan :

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

Alat pendingin ruangan yang digunakan pada prarancangan pabrik ini terdapat 2 macam, yaitu *air conditioner (AC)* dan *exhaust fan*.

a. *Air Conditioner (AC)*

Jenis *air conditioner (AC)* yang digunakan pada prarancangan pabrik ini adalah *AC inverter*. Jenis *AC inverter* dipilih karena memiliki beberapa kelebihan, yaitu :

- Ramah lingkungan
- Hemat biaya listrik
- Tidak bising
- Lebih tahan lama
- Proses pendinginan atau pemanasan lebih cepat

Berikut adalah spesifikasi *AC inverter* yang akan digunakan pada prarancangan pabrik ini :

- Merk : Sharp
- Tipe : AH – X10ZY AC Split 1 Pk Inverter
- Daya Listrik : 720 Watt
- Kapasitas : 9.000 BTU/h ≈ 18 m²
- Efisiensi : 97%

b. *Exhaust Fan*

Exhaust fan atau yang biasa disebut dengan blower merupakan alat penyalur udara sehingga udara di dalam ruangan tetap terjaga kebersihan, kelembaban serta suhunya. Jenis *exhaust fan* yang akan digunakan pada prarancangan pabrik ini adalah *ceiling exhaust fan* atau *exhaust fan* yang di pasang di langit-langit/atap ruangan. *Exhaust fan* plafon dipilih dengan mempertimbangkan posisi peletakan dan efektivitasnya. Berikut adalah spesifikasi *ceiling exhaust fan* yang akan digunakan pada prarancangan pabrik ini :

- Merk : SEKAI
- Tipe : Exhaust Fan MVF 1091
- Daya Listrik : 30 watt
- Kecepatan : 1.600 rpm/min
- Kapasitas : 10 m²
- Ukuran : 10 inch
- Motor Temp. : 73K (SNI)

c. Kipas Angin

Selain *air conditioner (AC)* dan *exhaust fan*, pada prarancangan pabrik ini juga dibutuhkan kipas angin sebagai alat pengatur udara. Kipas angin digunakan pada ruangan yang terbuka seperti kantin, musholla dan pos keamanan. Spesifikasi kipas angin yang akan digunakan pada prarancangan pabrik ini yaitu :

- Merk : Cosmos
- Tipe : Wall Fan 16-WFO
- Daya Listrik : 46 watt
- Ukuran bilah : 16 inch
- Kapasitas : 16 m²

Jumlah penggunaan *AC inverter*, *ceiling exhaust fan* dan kipas angina disesuaikan dengan luas ruangan. Jumlah penggunaan *AC inverter*, *ceiling exhaust fan* dan kipas angin dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$\text{Kebutuhan alat} = \frac{\text{luas rusng}}{\text{kapasitas maksimal}}$$

Contoh :

$$\text{Luas ruang klinik kesehatan} = 30 \text{ m}^2$$

$$\text{Kapasitas maksimal AC} = 18 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan AC} &= \frac{30 \text{ m}^2}{18 \text{ m}^2} \\ &= 1,67 \text{ buah} \\ &\approx 2 \text{ buah} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan rumus perhitungan tersebut, dapat diketahui jumlah kebutuhan penggunaan *AC inverter* dan *ceiling exhaust fan* pada tabel-tabel berikut :

a.) *AC Inverter*

Tabel 5. 8 Kebutuhan AC Inverter

Ruang	Luas (m ²)	Kebutuhan AC (buah)
Kantor Utama & Aula	525	30
Koperasi	24	2
Klinik Kesehatan	30	2
Ruang K3	30	2
Laboratorium QC Bahan Baku	30	2
Laboratorium QC Proses	40	3
Laboratorium QC Produk	50	3
Ruang Administrasi Gudang Bahan Baku	25	2
Ruang Administrasi Produksi	25	2
Ruang Administrasi Gudang Produk	25	2

Ruang Kepala Departemen Proses	30	2
Ruang <i>Supervisor & Kepala Shift</i> Proses	40	3
Ruang Operator	25	2
Ruang Kepala Departemen <i>Quality Control</i>	30	2
Total		59

b.) *Ceiling Exhaust Fan*

Tabel 5. 9 Kebutuhan Ceiling Exhaust Fan

Ruang	Luas (m ²)	Kebutuhan <i>Exhaust Fan</i> (buah)
Ruang <i>Cleaning Service</i>	24	3
Ruang <i>Office Boy</i>	24	3
Utilitas	600	60
Ruang Produksi	1.750	175
Ruang <i>Maintenance</i>	30	3
Ruang Pengemasan	308	31
Ruang Penyimpanan Produk	532	54
Ruang Penyimpanan Bahan Baku	600	60
Toilet Ruang Proses I	4,5	1
Toilet Ruang Proses II	4,5	1
Ruang Ganti & Toilet	9	1
Total		392

c.) Kipas Angin

Tabel 5. 10 Kebutuhan Kipas Angin

Ruang	Luas (m ²)	Kebutuhan Kipas Angin (buah)
Pos Keamanan	16	1
Musholla	100	7
Kantin	375	24
Total		32

5.1.3 Unit Penyedia dan Pengolahan Air

Air merupakan salah satu hal penting yang harus tersedia dan tercukupi dalam kegiatan industri pada suatu pabrik. Air yang dibutuhkan pada prarancangan pabrik ini yaitu air untuk sanitasi dan konsumsi, air untuk *hydrant* serta air untuk kebutuhan lain-lain. Suatu pabrik pada umumnya memenuhi kebutuhan air untuk seluruh kegiatan operasional pabrik menggunakan air sumur, air danau, air sungai ataupun air laut sebagai sumber air. Pada prarancangan pabrik ini, kebutuhan air dipenuhi dengan menggunakan air sumur.

Pengambilan air sumur pada prarancangan pabrik ini dilakukan dengan menggunakan pompa jenis sentrifugal. Pompa jenis ini dipilih karena terdapat beberapa kelebihan, yaitu :

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

Berikut adalah spesifikasi pompa sentrifugal yang digunakan pada prarancangan pabrik ini :

- Jenis : *Water Jet Pump*
- Merk : Torishima Pump
- Penggerak : Motor 30 kW
- Pompa : Sentrifugal
- Tipe : 80X65-250
- Kapasitas : $56 \text{ m}^3/\text{jam} \approx 56.000 \text{ liter/jam}$
- Jumlah : 1

Kemudian, berikut adalah pembagian penggunaan air sesuai dengan kebutuhan pabrik :

a. Air Kebutuhan Sanitasi dan Konsumsi

Air kebutuhan sanitasi dan konsumsi merupakan air yang digunakan untuk memasak, mencuci, mandi dan lain sebagainya. Adapun syarat air layak untuk dapat digunakan sebagai pemenuh kebutuhan sanitasi dan konsumsi, yaitu :

1. Syarat fisika, meliputi :

- Suhu di bawah suhu udara
- Tidak berasa
- Jernih, tidak berwarna

- Tidak berbau

2. Syarat kimia, meliputi :

- Tidak beracun
- Tidak mengandung zat organik & anorganik
- Kesadahan air rendah (pH 7)

3. Syarat biologi, meliputi :

- Tidak mengandung bakteri patogen

b. Air *Hydrant*

Air untuk *hydrant* digunakan dalam keadaan darurat seperti sebagai pemadam api apabila terjadi kebakaran.

c. Air Kebutuhan Lain

Air kebutuhan lain dapat digunakan untuk penyiraman tanaman di area pabrik, pencucian kendaraan pabrik, dan lain sebagainya.

Kebutuhan air tersebut dapat diketahui dengan melakukan perhitungan menggunakan rumus berikut :

$$\text{Kebutuhan air} = \text{asumsi penggunaan air} \times \text{jumlah pengguna air}$$

Berikut adalah rekapitulasi kebutuhan air berdasarkan perhitungan menggunakan rumus tersebut :

Tabel 5. 11 Kebutuhan Air

No.	Penggunaan Air	Asumsi Penggunaan (liter/hari)	Jumlah Pemakai (orang atau unit)	Kebutuhan Air (liter/hari)
1.	Sanitasi	25	190	4.750
2.	Konsumsi	5	190	950
3.	Hydrant	15.000	1	15.000
4.	Taman	100	2	200
5.	Galon	2	190	380
Total				21.280

Perhitungan tersebut adalah perhitungan kebutuhan air dalam 1 hari.

Sedangkan jumlah hari kerja dalam 1 bulan pada prarancangan pabrik ini adalah 6 hari. Sehingga dalam 1 bulan pabrik membutuhkan air kurang lebih sebanyak :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air/bulan} &= 21.280 \text{ liter} \times 26 \text{ hari} \\ &= 553.280 \text{ liter/bulan} \end{aligned}$$

5.1.4 Unit Penyedia Bahan Bakar

Bahan bakar dibutuhkan untuk menjalankan generator dan sarana transportasi perusahaan. Jenis bahan bakar minyak yang digunakan pada prarancangan pabrik ini adalah solar. Bahan bakar

solar tersebut disediakan oleh perusahaan untuk memenuhi kebutuhan selama 1 bulan. Persediaan solar disimpan di dalam tangki dengan spesifikasi :

Perhitungan :

a. Generator

Bahan bakar yang dibutuhkan sesuai dengan spesifikasi jenis solar yaitu dengan *heating value* 8.700 kcal/kg, efisiensi 80 %, input generator 500 kWh serta berat jenis solar 0,870 kg/liter.

Maka kebutuhan bahan bakar untuk generator adalah :

Daya input generator

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{daya output generator}}{\text{efisiensi}} \\
 &= \frac{500 \text{ kW}}{0,85} \\
 &= 588,24 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Daya output generator per hari

$$\begin{aligned}
 &= \text{daya input generator} \times 860 \text{ kcal/kW} \\
 &= 588,24 \text{ kW} \times 860 \text{ kcal/kW} \\
 &= 505.882,40 \text{ kcal}
 \end{aligned}$$

Kebutuhan bahan bakar (dalam kg) per hari

$$\begin{aligned}
 &= \frac{505.882,40 \text{ kcal}}{8.700 \text{ kcal/kg}} \\
 &= \frac{505.882,4 \text{ kcal}}{8.700 \text{ kcal/kg}} \\
 &= 58,15 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Kebutuhan bahan bakar per hari

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{kebutuhan solar (kg)}}{\text{berat jenis solar}} \\
 &= \frac{58,15 \text{ kg}}{0,87 \text{ kg/l}} \\
 &= 66,84 \text{ liter/hari} \\
 &\approx 2,78 \text{ liter/jam}
 \end{aligned}$$

Listrik dari PLN diperkirakan akan padam selama 5 jam setiap bulan, sehingga jumlah kebutuhan bahan bakar solar sebagai cadangan setiap bulan adalah :

$$= 5 \text{ jam} \times 2,78 \text{ liter/jam}$$

$$= 13,92 \text{ liter/bulan}$$

Atau dalam satu tahun dibutuhkan cadangan bahan bakar untuk generator sebanyak 167,09 liter per tahun.

b. Sarana Transportasi

Asumsi kebutuhan bahan bakar untuk sarana transportasi per hari dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5. 12 Kebutuhan Bahan Bakar Sarana Transportasi

Jenis Sarana	Jumlah Sarana (buah)	Asumsi Kebutuhan/hari (liter)	Kebutuhan/hari (liter)
Forklift	2	15	30
Mobil Kantor	2	25	50
Total			80

Maka, untuk kebutuhan bahan bakar sarana transportasi selama 1 bulan yaitu

$$= 80 \text{ liter} \times 26 \text{ hari}$$

$$= 1.737,74 \text{ liter/bulan}$$

Sedangkan dalam 1 tahun dibutuhkan sebanyak,

$$= 1.737,74 \text{ liter} \times 12 \text{ bulan}$$

$$= 20.852,86 \text{ liter/tahun}$$

BAB VI

EVALUASI EKONOMI

6.1 Evaluasi Ekonomi

Evaluasi ekonomi merupakan suatu tindakan atau program yang dilakukan dengan tujuan untuk membandingkan antara biaya dan konsekuensi atau luaran. Selain itu, tujuan adanya evaluasi ekonomi adalah untuk mengetahui adanya keuntungan atau kerugian dari suatu perusahaan. Evaluasi ekonomi dapat dilakukan dengan melaksanakan beberapa langkah konsep strategi pemasaran yang maksimal serta dengan memberikan pelayanan yang baik kepada konsumen.

6.1.1 Strategi Pemasaran

Strategi pemasaran dilakukan dengan tujuan untuk memasarkan suatu produk sehingga dapat mencapai sasaran pemasaran yang sesuai. Strategi pemasaran merupakan suatu alat fundamental yang direncanakan untuk mencapai per

Analisa pemasaran produk *nonwoven* sistem *needle punch* ini dilakukan berdasarkan beberapa strategi, di antaranya adalah :

a.) Strategi Pembelian Bahan Baku

Bentuk strategi pembelian bahan baku yang akan dilakukan pada prarancangan pabrik ini yaitu dengan cara menjalin kerja sama dengan produsen dan penyuplai bahan baku, yaitu serat stapel PET.

b.) Strategi Lokasi

Untuk penentuan strategi lokasi pabrik yang akan dilakukan pada prarancangan pabrik ini yaitu dapat dilihat dari kemudahan akses, kenyamanan dan letak strategis pabrik. Oleh sebab itu, prarancangan pabrik *nonwoven* geotekstil sistem

needle punch ini direncanakan akan didirikan di kawasan industri Karawang New Industry City.

c.) Strategi Distribusi Produk

Pada strategi distribusi produk Filamen ini diterapkan dua proses yaitu :

1. Distribusi Langsung

Kegiatan perusahaan yang menjual produk langsung kepada *end-users* merupakan pengertian dari distribusi langsung. Distribusi langsung yang dilakukan perusahaan biasanya memberikan pelayanan pemesanan melewati surat (*e-mail*), telepon, media sosial dan melewati cabang-cabang internal perusahaan. Hal ini berkaitan dengan kekuatan penjualan yang bertumpu pada pemberian informasi mengenai kelebihan produk kepada konsumen dan calon konsumen.

2. Distribusi Tidak Langsung

Perantara antara penjual dan calon pembeli merupakan pengertian dari distribusi tidak langsung. Perantara ini dapat dilakukan oleh distributor maupun oleh perwakilan perusahaan. Hubungan komunikasi antara perusahaan ataupun perwakilan perusahaan mutlak dengan distributor pada jalur ini diperlukan untuk mengingat keluhan dari konsumen secara tidak langsung diberikan kepada perusahaan dengan melalui distributor ataupun perwakilan perusahaan.

d.) Strategi Promosi

Strategi promosi yang digunakan pada perusahaan *nonwoven* geotekstil ini dapat berupa kombinasi *personal selling* yang berarti terdapat komunikasi bertatap muka secara langsung antara calon pelanggan dan penjual, promosi yang dilakukan melalui *website* perusahaan yang sewaktu-waktu bisa diakses

oleh konsumen. Strategi promosi yang dilakukan secara langsung yaitu dengan cara memberikan sampel produk konsumen melewati mitra pabrik.

e.) Strategi Sumber Daya Manusia

SDM merupakan roda perusahaan dalam menjalankan pabrik maka diperlukan strategi penataan sumber daya manusia yang profesional mutlak. Supaya dapat menunjang profesionalisme pada pabrik *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* ini, maka pabrik akan menyelenggarakan pelatihan kepada karyawan pabrik sesuai dengan skill masing-masing yang dibutuhkan. Hal tersebut dimaksudkan agar strategi ini dapat mendorong nilai-nilai karyawan dan menjadi sumber keunggulan bersaing dengan kompetitor.

f.) Strategi Proses

Pabrik ini menggunakan sistem informasi manajemen (SIM) terpadu. Sistem yang dilakukan dapat memudahkan koordinasi antara manajemen, marketing, distributor, dan unit produksi. Pada sistem informasi manajemen ini dilakukan dengan menggunakan metode sebagai berikut :

- 1) Pertama, terdapat tahap pemesanan dimana konsumen atau pelanggan yang dilakukan oleh marketing atau distributor besar maupun kelompok perancangan produk dari perusahaan yang mempunyai merek dagang benang.
- 2) Kedua, terdapat tahap pelaksanaan produksi terhadap order yang datang.
- 3) Ketiga, terdapat tahap administrasi (*administration*) dimana pada tahap ini segala urusan surat dan perizinan yang menyangkut produk benang, akan diproseskan dan diselesaikan.

6.1.2 Modal Investasi (*Fixed Capital*)

Modal investasi yang diperlukan pada perancangan pabrik *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* ini sebesar Rp 57.004.942.000 dengan rincian sebagai berikut :

1. Tanah dan bangunan

Biaya tanah dan bangunan yang dianggarkan telah disesuaikan dengan harga tanah dan biaya pembangunan di daerah Karawang. Berikut adalah rincian anggaran biaya tanah dan bangunan :

Harga tanah : Rp 2.100.000 /m²

Luas tanah : 12.100 m²

Biaya pembelian tanah

= luas tanah × harga tanah

= 12.100 m² × Rp 2.100.000/m²

= Rp 25.410.000.000

Rincian seluruh anggaran biaya tanah dan bangunan disajikan pada tabel 6.1 berikut :

Tabel 6. 1 Rincian Biaya Tanah dan Bangunan

No.	Keterangan	Luas (m ²)	Harga/m ² (Rp)	Total Harga (Rp)
1	Tanah	12.100	2.100.000	25.410.000.000
2	Bangunan	6.339	4.000.000	25.356.000.000
3	Jalan/Lingkungan	1.542	145.000	223.590.000
Total				50.989.590.000

2. Biaya Instalasi dan Pemasangan

Tabel 6. 2 Rincian Biaya Instalasi dan Pemasangan

No.	Jenis Instalasi	Jumlah Biaya (Rp)
1	Instalasi Listrik	2.192.000
2	Instalasi Mesin Produksi	8.000.000
3	Instalasi Telekomunikasi	7.000.000
4	Instalasi Alat Utilitas	20.000.000
Total		37.192.000

3. Biaya Sarana Transportasi

Biaya sarana transportasi disesuaikan dengan harga pembelian saat ini. Jenis mobil perusahaan yang akan digunakan pada pabrik ini yaitu kijang innova, yang di mana menggunakan bahan bakar minyak jenis solar. Berikut adalah rincian anggaran biaya sarana transportasi :

Jumlah mobil perusahaan : 2 buah

Harga mobil perusahaan : Rp 339.750.000

Biaya pembelian mobil perusahaan

$$= \text{jumlah mobil} \times \text{harga mobil}$$

$$= 2 \text{ buah} \times \text{Rp } 339.750.000$$

$$= \text{Rp } 679.500.000$$

Rincian seluruh anggaran biaya sarana transportasi disajikan pada tabel 6.3 berikut :

Tabel 6. 3 Rincian Biaya Sarana Transportasi

No.	Jenis Transportasi	Jumlah (buah)	Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
1	Mobil Perusahaan	2	339.750.000	679.500.000

2	<i>Forklift</i>	2	98.600.000	197.200.000
Total				876.700.000

4. Rincian Pembelian Mesin

Anggaran biaya penyediaan kebutuhan mesin pada pabrik ini disesuaikan dengan harga mesin di pasaran. Berikut adalah rincian biaya anggaran pembelian mesin :

Jumlah mesin *bale opener* : 1 buah

Harga mesin *bale opener* : Rp 151.644.000

Biaya pembelian mesin *bale opener*

= jumlah mesin × harga mesin

= 1 buah × Rp 151.644.000

= Rp 151.644.000

Rincian seluruh anggaran biaya pembelian mesin disajikan pada tabel 6.4 berikut :

Tabel 6. 4 Rincian Biaya Pembelian Mesin

No	Mesin	Jumlah (buah)	Harga @mesin (Rp)	Total Harga (Rp)
1	<i>Bale Opener</i>	1	151.644.000	151.644.000
2	<i>Carding</i>	1	788.546.000	788.546.000
3	<i>Cross Lapper</i>	1	454.931.000	454.931.000
4	<i>Pre Needle Punch</i>	2	758.217.000	1.516.434.000
5	<i>Needle Punch</i>	1	758.217.000	758.217.000
6	<i>Calender</i>	1	138.000.000	138.000.000
7	<i>Winder</i>	1	75.822.000	75.822.000
Total				3.883.594.000

5. Biaya Pembelian Peralatan Laboratorium

Anggaran biaya penyediaan peralatan laboratorium pada pabrik ini disesuaikan dengan harga alat di pasaran. Berikut

adalah rincian biaya anggaran pembelian peralatan laboratorium

:

Jumlah alat tensometer : 1 buah

Harga alat tensometer : Rp 151.629.000

Biaya pembelian tensometer

= jumlah alat × harga alat

= 1 buah × Rp 151.629.000

= Rp 151.629.000

Rincian seluruh anggaran biaya pembelian peralatan laboratorium disajikan pada tabel 6.5 berikut :

Tabel 6. 5 Rincian Biaya Pembelian Perlengkapan Laboratorium

No	Alat Laboratorium	Jumlah (buah)	Harga @alat (Rp)	Total Harga (Rp)
1	Tensometer	1	151.629.000	151.629.000
2	<i>Mullen Bursting Tester</i>	1	133.000.000	133.000.000
3	Neraca Analitik	3	1.800.000	5.400.000
Total				290.029.000

6. Biaya Unit Utilitas dan Investasi Perusahaan

Anggaran biaya penyediaan peralatan laboratorium pada pabrik ini disesuaikan dengan harga alat di pasaran. Berikut adalah rincian biaya anggaran pembelian peralatan laboratorium :

Jumlah kipas angin : 32 buah

Harga kipas angin : Rp 281.000

Biaya pembelian tensometer

= jumlah kipas angin × harga kipas angin

= 32 buah × Rp 281.000

= Rp 8.992.000

Rincian seluruh anggaran biaya pembelian unit utilitas dan investasi perusahaan disajikan pada tabel 6.6 berikut :

Tabel 6. 6 Rincian Biaya Unit Utilitas dan Investasi Perusahaan

No.	Keterangan	Jumlah (buah)	Harga @item (Rp)	Total Harga (Rp)
1	Kipas Angin	32	281.000	8.992.000
2	<i>AC Inverter</i>	59	3.519.000	207.621.000
3	<i>Exhaust Fan</i>	392	164.500	64.484.000
4	Detektor Asap	10	550.000	5.500.000
5	Kran <i>Hydrant</i>	6	120.000	720.000
6	Pompa <i>Hydrant</i>	1	8.300.000	8.300.000
7	Generator	2	145.000.000	290.000.000
8	Lampu TL 36 Watt	65	21.900	1.423.500
9	Lampu TL 10 Watt	39	16.500	643.500
10	Lampu LED 10 Watt	11	33.000	363.000
11	Komputer	42	2.000.000	84.000.000
12	Printer	21	990.000	20.790.000
14	Peralatan Dapur	1	2.000.000	2.000.000
15	Peralatan <i>Cleaning</i>	1	1.500.000	1.500.000
16	Peralatan Poliklinik	1	10.000.000	10.000.000
17	Perlengkapan Satpam	1	1.500.000	1.500.000
TOTAL				707.837.000

7. Biaya perizinan dan lain-lain

Tabel 6. 7 Rincian Biaya Perizinan dan Lain-lain

No.	Jenis Kebutuhan	Jumlah Biaya (Rp)
1	Notaris, NPWP, dan PKP	10.000.000
2	Perizinan dan Badan Hukum	30.000.000
Total		40.000.000

8. Biaya pelatihan karyawan

Biaya pelatihan karyawan merupakan biaya yang dianggarkan untuk memberikan pelatihan kepada karyawan supaya karyawan memiliki skill yang baik sesuai dengan yang dibutuhkan. Besar biaya pelatihan yang dianggarkan adalah sebesar Rp 80.000.000,-

9. Biaya sampel produk

Biaya sampel produk adalah biaya yang akan digunakan untuk mempromosikan produk. Biaya sampel produk yang dianggarkan adalah sebesar Rp 100.000.000,-

Rekapitulasi modal investasi (*fixed capital*) disajikan pada tabel 6.8 berikut.

Tabel 6. 8 Rekapitulasi Modal Investasi (*Fixed Capital*)

No.	Jenis Biaya	Jumlah Biaya (Rp)
1	Tanah dan Bangunan	50.989.590.000
2	Mesin Produksi	3.883.594.000
3	Peralatan Utilitas	707.837.000
4	Peralatan Laboratorium	290.029.000
5	Pemasangan Instalasi	37.192.000
6	Transportasi	876.700.000
7	Biaya Izin Perusahaan	40.000.000
8	Biaya Pelatihan Karyawan	80.000.000
9	Biaya Sampel Produk	100.000.000
Total		57.004.942.000

6.1.3 Modal Kerja (*Working Capital*)

Modal yang digunakan untuk pabrik agar dapat berjalan normal merupakan modal kerja. Pada perancangan pabrik ini, modal kerja yang ditetapkan ialah modal kerja selama 1 tahun masa produksi. Hal ini ditetapkan dari *letter of credit* setelah mendapatkan produk. Berikut adalah rincian modal kerja yang dibutuhkan.

1. Biaya Bahan Baku

Bahan baku yang dibutuhkan untuk memenuhi produksi dalam sehari adalah sebanyak 643,14 kg. Maka rincian biaya yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan bahan baku tersebut adalah sebagai berikut :

Harga 1 kg serat stapel PET = Rp 8.000

Dengan asumsi dalam 1 tahun terdapat 300 hari kerja, maka kebutuhan serat dalam 1 tahun sebesar

$$\begin{aligned} &= (643,14 \text{ kg} \times 24 \text{ jam}) \times 300 \text{ hari} \\ &= 15.435,36 \text{ kg} \times 300 \text{ hari} \\ &= 4.630.608 \text{ kg/tahun} \end{aligned}$$

Maka biaya yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan bahan baku dalam 1 tahun adalah sebesar

$$\begin{aligned} &= 4.630.608 \times \text{Rp } 8.000 \\ &= \text{Rp } 37.044.864.000 \end{aligned}$$

2. Biaya Pengemasan

a. Plastik kemasan

Produk dalam bentuk roll dikemas menggunakan plastik untuk melindungi produk supaya tetap memiliki karakter yang dimiliki. Setiap 1 roll kain *nonwoven* geotekstil memiliki panjang 100 m dengan lebar 4 m, atau 400 m². Sedangkan kain *nonwoven* geotekstil ini memiliki gramasi 250 gsm, atau setiap 1 m² kain memiliki berat 250 g. Sehingga 1 roll memiliki berat,

$$= 250 \text{ g} \times 400 \text{ m}^2$$

$$= 100.000 \text{ g}$$

$$\approx 100 \text{ kg}$$

$$\text{Produksi dalam 1 hari} = 13,46 \text{ ton}$$

$$\approx 13.460 \text{ kg}$$

$$\text{Jumlah roll dalam 1 hari} = \frac{13.460 \text{ kg}}{100 \text{ kg}}$$

$$= 134,6 \text{ roll}$$

$$\approx 135 \text{ roll}$$

Maka dapat dikatakan kebutuhan plastik kemasan dalam sehari adalah sebanyak 135 pcs.

$$\text{Harga 1 pcs plastik kemasan} = \text{Rp } 9.000$$

Biaya plastik kemasan dalam 1 hari

$$= \text{Rp } 9.000 \times 135 \text{ roll}$$

$$= \text{Rp } 1.215.000$$

Biaya plastik kemasan dalam 1 tahun

$$= \text{Rp } 1.215.000 \times 300 \text{ hari}$$

$$= \text{Rp } 364.500.000$$

b. Label

Label digunakan untuk memberikan identitas atau merk pada produk di pasar. Label diberikan di 2 sisi di setiap roll kain, maka dalam 1 hari dibutuhkan label sebanyak

$$= 135 \text{ roll} \times 1 \text{ label}$$

$$= 135 \text{ label/hari}$$

$$\text{Harga label per pcs} = \text{Rp } 1.000$$

Biaya label dalam 1 hari

$$= \text{Rp } 1.000 \times 135 \text{ label}$$

$$= \text{Rp } 135.000$$

Biaya label dalam 1 tahun

$$= \text{Rp } 135.000 \times 300 \text{ hari}$$

$$= \text{Rp } 40.500.000$$

Maka, kebutuhan biaya pengemasan dalam 1 tahun yaitu :

$$\begin{aligned}
&= \text{biaya plastik kemasan/tahun} + \text{biaya label/tahun} \\
&= \text{Rp } 364.500.000 + \text{Rp } 40.500.000 \\
&= \text{Rp } 405.000.000
\end{aligned}$$

3. Biaya Pengiriman

Biaya pengiriman diasumsikan sebesar Rp 7.000/kg, maka besar biaya pengiriman dalam 1 tahun yaitu sebesar :

$$\begin{aligned}
&= 0,5 \times \text{produksi/tahun} \times \text{berat per roll} \times \text{biaya pengiriman} \\
&= \text{Rp } 14.175.000.000
\end{aligned}$$

4. Biaya Utilitas dan Bahan Bakar

Biaya kebutuhan utilitas dan bahan bakar dihitung berdasarkan jumlah kebutuhan serta tarif yang harus dibayarkan. Sebagai contoh, penggunaan bahan bakar solar yang akan dibutuhkan pada pabrik ini sebanyak 24.960 liter per tahun, sedangkan tarif bahan bakar solar sebesar Rp 6.800 per liter. Maka rincian kebutuhan serta biaya yang harus dianggarkan yaitu :

Jumlah *forklift* : 2 buah

Asumsi kebutuhan : 15 liter/hari

Kebutuhan bahan bakar *forklift* per hari

$$\begin{aligned}
&= \text{jumlah } \textit{forklift} \times \text{asumsi kebutuhan per hari} \\
&= 2 \text{ buah} \times 15 \text{ liter/hari} \\
&= 30 \text{ liter/hari}
\end{aligned}$$

Jumlah mobil : 2 buah

Asumsi kebutuhan : 25 liter/hari

Kebutuhan bahan bakar mobil per hari

$$\begin{aligned}
&= \text{jumlah kijang innova} \times \text{asumsi kebutuhan per hari} \\
&= 2 \text{ buah} \times 25 \text{ liter/hari} \\
&= 50 \text{ liter/hari}
\end{aligned}$$

Total kebutuhan bahan bakar sarana transportasi

$$\begin{aligned}
&= \text{kebutuhan bahan bakar } \textit{forklift} + \text{kebutuhan bahan bakar mobil} \\
&= 30 \text{ liter} + 50 \text{ liter}
\end{aligned}$$

= 80 liter/hari

Kebutuhan bahan bakar sarana transportasi per bulan

= total kebutuhan bahan bakar × 26 hari

= 80 liter × 26 hari

= 2.080 liter per bulan

Kebutuhan bahan bakar sarana transportasi per tahun

= total kebutuhan bahan bakar per bulan × 12 bulan

= 2.080 liter × 12 bulan

= 24.960 liter per tahun

Harga solar per liter : Rp 6.800

Biaya bahan bakar sarana transportasi

= total kebutuhan bahan bakar per tahun × harga solar/liter

= 24.960 liter × Rp 6.800

= Rp 169.728.000

Rincian seluruh anggaran biaya utilitas dan bahan bakar disajikan pada tabel 6.9 berikut :

Tabel 6. 9 Rincian Biaya Utilitas dan Bahan Bakar

No.	Keterangan	Kebutuhan/ tahun	Satuan	Harga/ satuan (Rp)	Total (Rp)
1	Listrik PLN	11.923.485	kWh	1.467	17.491.752.202
2	Air PDAM	6.520.800	liter	500	3.260.400.000
3	Air Galon	6.000	galon	5.000	30.000.000
4	Solar	24.960	Liter	6.800	169.728.000
Total					20.951.880.495

5. Gaji Karyawan

Rincian gaji karyawan per bulan disajikan pada tabel 6.10 berikut :

Tabel 6. 10 Rincian Biaya Gaji Karyawan

No	Jabatan	Jenjang Pendidikan	Jumlah	Gaji/bulan (Rp)	Total gaji/bulan (Rp)
1	Direktur Utama	S2-S3	1	48.000.000	48.000.000
2	Direktur Perusahaan	S2-S3	1	28.800.000	28.800.000
3	Sekretaris	S1-S2	1	14.400.000	14.400.000
4	Manajer Administrasi & Keuangan	S1-S2	1	14.400.000	14.400.000
5	Manajer Produksi	S1-S2	1	14.400.000	14.400.000
6	Manajer Pemasaran	S1-S2	1	14.400.000	14.400.000
7	Kepala Dept. Administrasi & HRD	S1-S2	1	11.520.000	11.520.000
8	Kepala Dept. Keuangan	S1-S2	1	11.520.000	11.520.000
9	Kepala Dept. <i>Engineering</i>	S1-S2	1	11.520.000	11.520.000
10	Kepala Dept. Proses	S1-S2	1	11.520.000	11.520.000
11	Kepala Dept. <i>Quality Control</i>	S1-S2	1	11.520.000	11.520.000
12	Kepala Dept. Utilitas	S1-S2	1	11.520.000	11.520.000
13	Kepala Dept. Penyimpanan	S1-S2	1	11.520.000	11.520.000
14	Kepala Dept. Pemasaran & Humas	S1-S3	1	11.520.000	11.520.000
15	<i>Supervisor</i>	S1	4	9.120.000	36.480.000
16	Kepala <i>Shift</i>	S1	12	7.200.000	86.400.000

17	Laboran	D3 - S1	6	5.760.000	34.560.000
18	Operator	D3 - S1	96	5.760.000	552.960.000
19	Staff	D3 - S1	21	5.760.000	120.960.000
20	Perawat	D3 - S1	6	5.520.000	33.120.000
21	Satpam	Pelatihan Satpam	6	5.040.000	30.240.000
22	Sopir	SMA/SMK	10	5.040.000	50.400.000
23	Office boy	SMP - SMA/SMK	6	4.800.000	28.800.000
24	Cleaning service	SMP - SMA/SMK	9	4.800.000	43.200.000
Total					1.242.880.000

Maka, anggaran biaya yang dibutuhkan untuk gaji karyawan dalam 1 tahun yaitu sebesar :

$$\begin{aligned}
 &= \text{biaya/bulan} \times 12 \text{ bulan} \\
 &= \text{Rp } 1.242.880.000 \times 12 \text{ bulan} \\
 &= \text{Rp } 14.914.560.000
 \end{aligned}$$

6. Biaya Pemeliharaan

Biaya pemeliharaan yang dianggarkan pada pabrik ini diambil sebesar 2 % dari biaya pembelian aset. Berikut adalah rincian biaya pemeliharaan yang dianggarkan :

Harga pembelian mesin produksi : Rp 3.887.222.000

Biaya pemeliharaan mesin produksi

$$\begin{aligned}
 &= 2 \% \times \text{Rp } 3.887.222.000 \\
 &= \text{Rp } 77.744.440
 \end{aligned}$$

Rincian seluruh anggaran biaya pemeliharaan aset perusahaan disajikan pada tabel 6.11 berikut :

Tabel 6. 11 Rincian Biaya Pemeliharaan

No.	Aset	%	Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
1	Bangunan	2	25.579.590.000	511.591.800

2	Mesin Produksi	2	3.883.594.000	77.671.880
3	Instalasi	2	37.192.000	743.840
4	Peralatan Utilitas	2	707.837.000	14.156.740
Total				604.164.260

7. Kesejahteraan Karyawan

Tabel 6. 12 Rincian Biaya Kesejahteraan Karyawan

No.	Kebutuhan	Jumlah Karyawan	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
1	Seragam	190	135.000	24.700.000
2	Premi Hadir	190	800.000	45.600.000.000
3	Uang Makan	190	50.000	2.850.000.000
4	THR	1.242.880.000		
Total				49.717.580.000

8. Biaya Asuransi

Tabel 6. 13 Rincian Biaya Asuransi

No.	Aset	%	Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
1	Bangunan	1	25.579.590.000	255.795.900
2	Karyawan	2	1.242.880.000	24.857.600
3	Mesin Produksi	1	3.883.594.000	38.835.940
4	Transportasi	1	876.700.000	8.767.000
5	Peralatan Utilitas	1	707.837.000	7.078.370
Total				335.334.810

9. Biaya Lain-lain

Biaya lain yang termasuk dalam modal kerja yaitu :

a) Pajak dan retribusi

Harga tanah dan bangunan perusahaan (NJOP)

$$= \text{Rp } 50.989.590.000$$

Nilai jual kena pajak (NJKP)

$$= 20 \% \times \text{NJOP}$$

$$= 20 \% \times \text{Rp } 50.989.590.000$$

$$= \text{Rp } 10.197.918.000$$

Pajak bumi bangunan (PBB)

$$= 0,5 \% \times \text{NJKP}$$

$$= 0,5 \% \times \text{Rp } 10.197.918.000$$

$$= \text{Rp } 50.989.590$$

b) Biaya telekomunikasi

Biaya telekomunikasi & internet dalam 1 bulan

$$= \text{Rp } 1.300.000$$

Biaya telekomunikasi & internet dalam 1 tahun

$$= \text{Rp } 1.300.000 \times 12$$

$$= \text{Rp } 15.600.000$$

Rekapitulasi modal kerja (*working capital*) disajikan pada tabel 6.14 berikut.

Tabel 6. 14 Rekapitulasi Modal Kerja (*Working Capital*)

No.	Jenis Biaya	Jumlah Biaya (Rp)
1	Gaji Karyawan	14.914.560.000
2	Bahan Baku	37.044.864.000
3	Utilitas	20.951.880.495
4	Kesejahteraan Karyawan	49.717.580.000
5	Pemeliharaan	604.164.260
6	Asuransi	335.334.810
7	Pajak Dan Retribusi	50.989.590

8	Biaya Telekomunikasi	15.600.000
9	Biaya Pengemasan	405.000.000
10	Biaya Pengiriman	14.175.000.000
Total		138.214.973.155

6.1.4 Sumber Pembiayaan Modal dan Pembayaran Pajak Bank

Sumber pembiayaan modal dan pembayaran pajak bank ini diperoleh dari 60 % modal investasi (penjualan saham) dan 40% dari pinjaman bank dengan bunga sebesar 10% (biaya administrasi 2% dari nilai kredit). Berikut adalah rincian perhitungan sumber pembiayaan.

Total *capital investment*

= total modal investasi + modal kerja

= Rp 57.004.942.000 + Rp 138.214.973.155

= Rp 195.219.915.155

Total pinjaman bank (P)

= 40 % × total *capital investment*

= 40 % × Rp 195.219.915.155

= RP 78.087.966.062

Pinjaman bank dibayarkan dengan jumlah yang sama setiap akhir periode. Nilai yang harus dibayarkan untuk setiap periode dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

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

Keterangan :

A : besar uang yang harus dibayar setiap periode

P : total pinjaman

I : suku bunga per tahun

N : lama pinjaman

Pinjaman akan dilunasi dalam jangka waktu 10 tahun dengan jumlah suku bunga per tahun sebesar 10 %. Maka, besar uang yang harus dibayarkan setiap periode dapat diketahui dengan perhitungan berikut :

Pinjaman pokok yang harus dibayar

$$\begin{aligned}
 A &= P \times \frac{I(1+I)^n}{(1+I)^n - 1} \\
 &= \text{Rp } 78.087.966.062 \times \frac{0,2593}{1,5937} \\
 &= \text{Rp } 12.708.456.872
 \end{aligned}$$

Rekapitulasi pembayaran angsuran pinjaman bank tercantum pada tabel 6.15 berikut :

Tabel 6. 15 Rekapitulasi Pembayaran Angsuran Pinjaman Bank

Tahun	P.Awal	Bunga	P.Akhir	P.Pokok	P.Akhir Tahun
1	78.087.966.062	6.247.037.285	84.335.003.347	6.461.419.587	12.708.456.872
2	71.626.546.475	5.730.123.718	77.356.670.193	6.978.333.154	12.708.456.872
3	64.648.213.320	5.171.857.066	69.820.070.386	7.536.599.807	12.708.456.872
4	57.111.613.514	4.568.929.081	61.680.542.595	8.139.527.791	12.708.456.872
5	48.972.085.722	3.917.766.858	52.889.852.580	8.790.690.015	12.708.456.872

6.1.5 Depresiasi

Depresiasi adalah biaya yang timbul dikarenakan usia mesin, peralatan, perlengkapan dan Gedung yang dapat menurunkan nilai investasi sebuah perusahaan. Pabrik ini juga mengalami sebuah depresiasi. Sebuah nilai depresiasi dapat dihitung berdasarkan asumsi dari berkurangnya nilai suatu aset yang berlangsung secara linear. Rumus untuk menghitung nilai depresiasi adalah :

$$D = \frac{P-S}{N}$$

Dimana :

D = Depresiasi

P = Nilai awal dari aset

S = Nilai akhir dari asset

N = Umur

Besarnya pengaruh nilai penyusutan itu dapat ditentukan dari umur barang sejak dibeli sampai dengan lama pemakaian. Rincian biaya depresi disajikan pada tabel 6.16 berikut :

Tabel 6. 16 Rincian Biaya Depresi

No.	Aset	P (Rp)	Sisa Nilai (%)	S (Rp)	N (Tahun)	D (Rp)
1	Bangunan	25.356.000.000	20	5.071.200.000	20	1.014.240.000
2	Mesin Produksi	3.883.594.000	10	388.359.400	10	38.835.940
3	Transportasi	876.700.000	10	87.670.000	5	4.383.500
4	Alat Penunjang	707.837.000	10	70.783.700	10	7.078.370
5	Instalasi	37.192.000	10	3.719.200	10	371.920
Total						1.064.909.730

6.1.6 Biaya Tetap (*Fixed Cost*)

Fixed cost atau biaya tetap merupakan biaya yang besarnya tetap atau tidak berubah dalam jangka waktu tertentu, berapapun jumlah penjualan atau produksi perusahaan.

Tabel 6. 17 Rincian Biaya Tetap (*Fixed Cost*)

No.	Keterangan	Jumlah (Rp)
1	Gaji karyawan	14.914.560.000
2	Biaya pemeliharaan	604.164.260
3	Asuransi	335.334.810
4	Pajak	50.989.590
5	Promosi	100.000.000

6	Kesejahteraan karyawan	49.717.580.000
7	Biaya depresiasi	1.064.909.730
8	Komunikasi dan internet	15.600.000
Total		66.803.138.390

6.1.7 Biaya Tidak Tetap (*Variable Cost*)

Biaya yang besarnya memiliki kecenderungan akan berubah sesuai besarnya produksi dan semja aktifitas perusahaan ialah pengertian dari *variable cost* atau biaya tetap. *Variable cost* terdiri dari :

Tabel 6. 18 Rincian Biaya Tidak Tetap (*Variable Cost*)

No.	Keterangan	Jumlah (Rp)
1	Biaya bahan baku	37.044.864.000
2	Biaya utilitas	20.951.880.495
3	Biaya pengemasan	405.000.000
4	Biaya Pengiriman	14.175.000.000
Total		72.576.744.495

6.1.8 Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)

Biaya produksi (*manufacturing cost*)

= biaya tetap + biaya tidak tetap

= Rp 66.803.138.390 + Rp 72.576.744.495

= Rp 139.379.882.885

6.1.9 Analisa Kelayakan Ekonomi

Salah satu parameter terpenting dalam suatu pabrik yang berfungsi untuk menentukan keuntungan jika didirikan atau tidak

yakni analisa ekonomi. Suatu pabrik dapat dikatakan layak atau tidak untuk didirikan secara ekonomi diperlukan parameter analisa ekonomi. Parameter kelayakan antara lain yaitu ROI (*Percent Return of Investmen*), POT (*Pay Out Time*), BEP (*Break Event Point*), SDP (*Shut Down Point*), dan diperlukan juga perhitungan bahan baku dan produk yang dihitung pada bab sebelumnya. Selain itu, diperlukan juga analisa biaya untuk beroperasi, utilitas, jumlah gaji karyawan dan pengadaan lahan untuk pabrik. Fungsi dari analisa ekonomi ialah untuk mengetahui apakah pabrik ini dapat menguntungkan atau tidak, serta layak atau tidak jika didirikan.

Berdasarkan perhitungan pada point sebelumnya, didapatkan

data :

Biaya tetap (<i>fixed cost</i>)	= Rp 66.803.138.390
Biaya tidak tetap (<i>variable cost</i>)	= Rp 72.576.744.495
Biaya produksi (<i>manufacturing cost</i>)	= Rp 139.379.882.885
Jumlah produksi per tahun	= 40.500 roll
Keuntungan pabrik	= 28 %

Maka,

- Biaya tetap (*fixed cost*) per roll

$$= \frac{\text{biaya tetap (fixed cost)}}{\text{jumlah produksi per tahun}}$$

$$= \frac{\text{Rp 66.803.138.390}}{40.500 \text{ roll}}$$

$$= \text{Rp 1.649.460 /roll}$$

- Biaya tidak tetap (*variable cost*) per tahun

$$= \frac{\text{biaya tidak tetap (variable cost)}}{\text{jumlah produksi per tahun}}$$

$$= \frac{\text{Rp 72.576.744.495}}{40.500 \text{ roll}}$$

$$= \text{Rp 1.792.018 /roll}$$

- Biaya produksi per roll

$$= \frac{\text{biaya tetap (fixed cost) per roll}}{\text{biaya tidak tetap (variable cost) per tahun}}$$

$$= \frac{\text{Rp 1.649.460}}{\text{Rp 1.792.018}}$$

$$= \text{Rp } 3.441.479$$

- Keuntungan per roll

$$= \text{biaya produksi per roll} \times 28\%$$

$$= \text{Rp } 3.441.479 \times 28\%$$

$$= \text{Rp } 963.614$$

- Harga penjualan per roll sebelum pajak

$$= \text{biaya produksi per roll} + \text{keuntungan per roll}$$

$$= \text{Rp } 3.441.479 + \text{Rp } 963.614$$

$$= \text{Rp } 4.405.093$$

- Pajak penjualan per roll

$$= \text{harga penjualan per roll sebelum pajak} \times 11\%$$

$$= \text{Rp } 4.405.093 \times 11\%$$

$$= \text{Rp } 484.560$$

- Harga penjualan per roll setelah pajak

$$= \text{harga penjualan sebelum pajak} + \text{pajak penjualan}$$

$$= \text{Rp } 4.405.093 + \text{Rp } 484.560$$

$$= \text{Rp } 4.889.653$$

- Biaya produksi per tahun

$$= \text{jumlah produksi per tahun} \times \text{biaya produksi per roll}$$

$$= 40.500 \text{ roll} \times \text{Rp } 3.441.479$$

$$= \text{Rp } 139.379.882.885$$

- Pendapatan per tahun

$$= \text{jumlah produksi per tahun} \times (\text{harga penjualan} + \text{pajak})$$

$$= 40.500 \text{ roll} \times \text{Rp } 4.889.653$$

$$= \text{Rp } 198.030.937.603$$

- Keuntungan per tahun

$$= \text{pendapatan per tahun} - \text{biaya produksi per tahun}$$

$$= \text{Rp } 198.030.937.603 - \text{Rp } 139.379.882.885$$

$$= \text{Rp } 58.651.054.718$$

- Pajak keuntungan

$$= \text{keuntungan per tahun} \times 12,5 \%$$

- = Rp 58.651.054.718 × 12,5 %
- = Rp 7.331.381.840
- Keuntungan setelah pajak
 - = keuntungan per tahun - pajak keuntungan
 - = Rp 58.651.054.718 - Rp 7.331.381.840
 - = Rp 51.319.672.878
- Zakat
 - = keuntungan setelah pajak × 2,5 %
 - = Rp 51.319.672.878 × 2,5 %
 - = Rp 1.282.991.822
- Keuntungan bersih
 - = keuntungan setelah pajak - zakat
 - = Rp 51.319.672.878 - Rp 1.282.991.822
 - = Rp 50.036.681.056

6.1.9.1 Biaya Tetap Tahunan/*Fixed Annual* (Fa)

Biaya tetap yang dikeluarkan pertahun oleh perusahaan atau *fixed annual* dirincikan pada tabel 6.19 berikut :

Tabel 6. 19 Rincian *Fixed Annual*

No.	Keterangan	Jumlah (Rp)
1	Depresiasi	1.064.909.730
2	Pajak dan retribusi	50.989.590
3	Angsuran bank	12.708.456.872
4	Komunikasi dan internet	15.600.000
TOTAL		13.839.956.192

6.1.9.2 *Regulated Annual* (Ra)

Biaya rutin per tahun yang harus dikeluarkan perusahaan merupakan pengertian dari *regulated annual*. Biaya-biaya tersebut adalah :

Tabel 6. 20 Rincian *Regulated Annual*

No.	Keterangan	Jumlah (Rp)
1	Promosi	100.000.000
2	Gaji karyawan	14.914.560.000
3	Pemeliharaan	604.164.260
4	Kesejahteraan karyawan	49.717.580.000
TOTAL		65.336.304.260

6.1.9.3 Harga Jual Tahunan (*Sales Annual*)

$$\begin{aligned}
 \text{Sales annual} &= \text{kapasitas produksi/tahun} \times \text{harga jual} \\
 &= 40.500 \text{ roll} \times \text{Rp } 4.889.653 \\
 &= \text{Rp } 198.030.937.603
 \end{aligned}$$

6.1.9.4 Biaya Tidak Tetap Tahunan (*Variable Annual*)

Tabel 6. 21 Rincian Biaya Tidak Tetap Tahunan (*Variable Annual*)

No.	Keterangan	Jumlah (Rp)
1	Biaya bahan baku	37.044.864.000
2	Biaya utilitas	20.951.880.495
3	Biaya pengemasan	405.000.000
4	Biaya Pengiriman	14.175.000.000
Total		72.576.744.495

6.1.9.5 *Shut Down Point* (SDP)

Untuk mengetahui kondisi sebuah perusahaan saat mengalami kerugian yang biasanya disebabkan oleh biaya operasional pabrik yang terlalu besar merupakan arti dari

shut down point. Standar SDP ini dapat ditentukan dari formula sebagai berikut :

Shut down point (SDP)

$$= \frac{0,3 \times Ra}{Sa - Va - (0,7 \times Ra)} \times 100 \%$$

$$= \frac{0,3 \times 65.336.304.260}{198.030.937.603 - 72.576.744.495 - (0,7 \times 5.336.304.260)} \times 100 \%$$

$$= 24,59 \%$$

Kapasitas produksi pada saat SDP

$$= \text{SDP} \times \text{kapasitas produksi}$$

$$= 24,59 \% \times 40.500 \text{ roll}$$

$$= 9.958 \text{ roll}$$

Penjualan pada saat SDP

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

$$= 9.958 \text{ roll} \times \text{Rp } 4.889.653$$

$$= \text{Rp } 48.690.946.744$$

6.1.9.6 Return Of Investment (ROI)

Return of investasi atau disebut ROI merupakan perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahunnya, dan didasarkan pada kecepatan pengambilan modal tetap pada investasi keseluruhan perusahaan.

ROI sebelum pajak (kotor)

$$= \frac{\text{keuntungan per tahun}}{\text{total capital investment}} \times 100 \%$$

$$= \frac{58.651.054.718}{195.219.915.155} \times 100 \%$$

$$= 30,04 \%$$

ROI setelah pajak (bersih)

$$= \frac{\text{keuntungan bersih}}{\text{total capital investment}} \times 100 \%$$

$$= \frac{50.036.681.056}{195.219.915.155} \times 100 \%$$

$$= 25,63 \%$$

6.1.9.7 Pay Out Time (POT)

Pay out time adalah waktu pengembalian modal yang didapatkan dari hasil keuntungan yang didapatkan. Pada perhitungan waktu pengembalian ini menyertakan juga modal investasi dan modal kerja. Dari data-data dibawah, ditentukan bahwa waktu pengembalian modal sebagai berikut :

POT sebelum pajak (kotor)

$$= \frac{\text{total capital investment}}{\text{keuntungan per tahun}}$$

$$= \frac{195.219.915.155}{58.651.054.718}$$

$$= 3,3 \text{ tahun}$$

POT setelah pajak (bersih)

$$= \frac{\text{total capital investment}}{\text{keuntungan bersih}}$$

$$= \frac{195.219.915.155}{50.036.681.056}$$

$$= 3,9 \text{ tahun}$$

6.1.9.8 Break Event Point (BEP)

Analisa *break event point* atau disebut BEP merupakan kondisi dimana perusahaan tidak untung dan tidak rugi. BEP ini ditentukan dari formula berikut :

$$\% \text{ BEP} = \frac{f_c}{S_a - v_c} \times 100 \%$$

Keterangan :

BEP : *Break Even Point*

Fc : *Fixed Cost*

Sa : *Sales Annual*

Ra : *Regulated Annual*

Vc : *Variabel Cost*

% BEP

$$= \frac{F_a + 0,3 R_a}{S_a - V_a - 0,7 R_a} \times 100 \%$$

$$= \frac{13.839.956.192 + 0,3 (65.336.304.260)}{198.030.937.603 - 72.576.744.495 - 0,7 (65.336.304.260)} \times 100 \%$$

$$= \frac{33.440.847.470}{79.718.780.126} \times 100 \%$$

$$= 41,9 \%$$

Banyaknya produksi saat mencapai BEP

$$= \% \text{ BEP} \times \text{kapasitas produksi}$$

$$= 41,9 \% \times 40.500 \text{ roll}$$

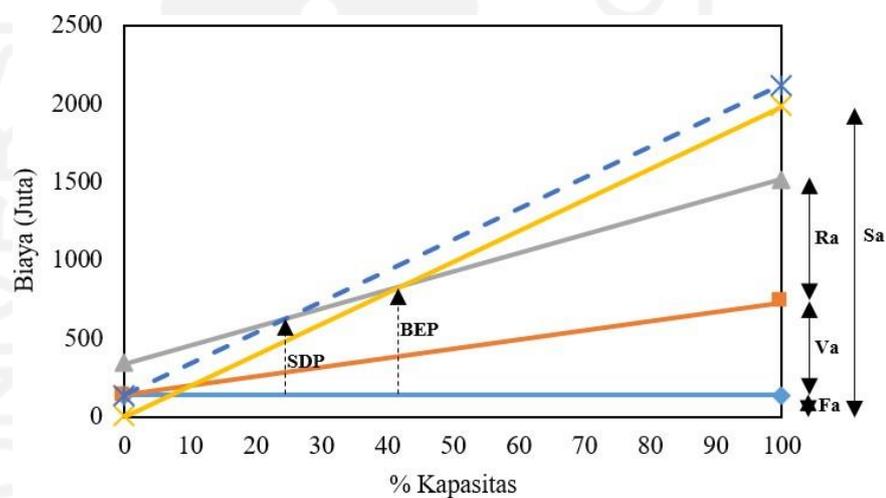
$$= 19.989 \text{ roll}$$

Harga jual saat mencapai BEP

$$= \text{jumlah produk saat mencapai BEP} \times \text{harga jual}$$

$$= 19.989 \text{ roll} \times \text{Rp } 4.889.653$$

$$= \text{Rp } 83.071.045.095$$



Gambar 6. 1 Grafik Analisa Ekonomi

6.1.9.9 Discount Cash Flow (DCF)

Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan *Discount cash flow* atau bisa disebut DCF adalah suatu perkiraan keuntungan yang dapat diperoleh setiap tahunnya dengan didasarkan oleh jumlah investasi yang tidak akan Kembali setiap tahunnya selama umur ekonomi. Laju bunga maksimal pabrik atau proyek agar dapat membayar suatu pinjaman beserta pinjaman kepada bank sampai umur pabrik merupakan pengertian dari *Rated of return based on discounted cash flow*.

Umur pabrik (n) = 10 tahun
Fixed capital investment = Rp 57.004.942.000
Working capital = Rp 138.214.973.155
Salvage value = Rp 1.064.909.730

Finance

= 2 % × (*fixed capital investment* + *working capital*)
= 2 % × (Rp 57.004.942.000 + Rp 138.214.973.155)
= Rp 3.904.398.303

Cash flow

= keuntungan bersih + *salvage value* + *finance*
= 50.036.681.056 + 1.064.909.730 + 3.904.398.303
= Rp 55.005.989.089

Discounted cash rate dihitung dengan cara *trial & error*

R = S

R = (FC + WC)(1 + i)ⁿ

S : [(FC + WC)(1 + i)ⁿ] - SV - WC

Dari perhitungan *trial & error* diperoleh hasil

R = Rp 1.668.597.510.903

S = Rp 1.668.597.510.903

i = 0,2393

error = R - S

= Rp 1.668.597.510.903 - Rp 1.668.597.510.903

= 0

interest (i) = 23,93 %

BAB VII

PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa Pra Rancangan Pabrik *Nonwoven* Geotekstil Sistem *Needle Punch* yang ditinjau secara teknis ataupun ekonomi ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan pertimbangan terhadap ketersediaan bahan baku, fasilitas pendukung, pemasaran hingga kebutuhan area pendirian, pabrik *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* ini direncanakan akan didirikan di kawasan industri Karawang New Industry City yang beralamatkan di Jl. Raya Trans Heksa, Wanajaya, Kec. Telukjambe Barat, Karawang, Jawa Barat dengan luas tanah 12.100 m².
2. Jumlah produksi ditargetkan sebanyak 4.200 ton/tahun atau sebanyak 40.500 roll, dengan kebutuhan bahan baku serat stapel polietilen tereftalat sebanyak 4.630.608 kg/tahun.
3. Berdasarkan hasil perhitungan pada analisa kelayakan ekonomi, dapat diketahui bahwa :
 - a. Jumlah modal yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* sebesar Rp 195.219.915.155 dengan rincian modal investasi sebesar Rp 57.004.942.000 dan modal kerja sebesar Rp 138.214.973.155.
 - b. Keuntungan setelah pajak didapatkan sebesar Rp 51.319.672.878 dan keuntungan bersih sebesar Rp 50.036.681.056 yang didapatkan dari keuntungan setelah pajak dikurangi jumlah zakat sebesar Rp 1.282.991.822.
 - c. *Shut down point* (SDP) sebesar 24,59 % dengan kapasitas produksi pada saat SDP sebanyak 9.958 roll dan harga jual pada saat SDP sebesar Rp 48.690.946.744.

- d. *Return of investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 30,04 % dan setelah pajak sebesar 25,63 %.
- e. *Pay out time* (POT) sebelum pajak selama 3,3 tahun dan setelah pajak selama 3,9 tahun.
- f. Presentase BEP sebesar 41,9 % dengan jumlah produksi pada saat mencapai BEP sebanyak 19.989 roll, dan harga jual saat mencapai BEP sebesar Rp 83.071.045.095.
- g. *Discount cash flow* (DCF) sebesar 23,93 % dengan nilai *finance* sebesar Rp 3.904.398.303 dan *cash flow* sebesar Rp 55.005.989.089.

7.2 Saran

Terdapat konsep-konsep dasar yang perlu dipahami dalam merancang dan merencanakan pendirian suatu pabrik, di antaranya yaitu :

1. Melakukan tinjauan secara langsung ke suatu pabrik supaya dapat mengerti dan memahami konsep dari pendirian suatu pabrik, mulai dari persiapan dan proses produksi hingga sarana prasarana penunjang.
2. Memperhatikan optimasi penentuan alat proses, alat penunjang serta bahan baku supaya keuntungan yang diperoleh akan lebih optimal.
3. Seiring dengan banyaknya pembangunan, produk *nonwoven* geotekstil di Indonesia akan semakin banyak dibutuhkan, sehingga pabrik ini diharapkan dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan pasar di masa yang akan mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali Demir, M. B. (1997). *Synthetic Filament Yarn : Texturing Tehcnology*. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Anonim. (2021). *Jenis Tanah*. Retrieved Februari 04, 2022, from pertanian.uma.ac.id: <https://pertanian.uma.ac.id/jenis-tanah/>
- Astuti, Y. K. (2019, Juni 22). Efektivitas Penambahan Media Geotekstil Pada Saringan Pasir Lambat Terhadap Penyisihan Parameter Kekeruhan Jumlah COLI dan COD. *Jurnal Teknosains*, 8, 114-121. Retrieved from <https://jurnal.ugm.ac.id/teknosains/index>
- Boedianto, Y. (2007). *Perancangan Sistem Pengangkat Pada Forklift*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma, Fakultas Sains dan Teknologi, Jurusan Teknik Mesin, Program Studi Teknik Mesin.
- Didiet Adhitya Melle, P. J. (1999). *Pemakaian Geotekstil Sebagai Perkuatan Tanah Lunak Pada Badan Jalan*. Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, Teknik Sipil, Yogyakarta.
- Geosyntetics. (2018). *Non-woven Needle-punched*. Retrieved Juni 24, 2022, from Geosintetika.: <https://geosintetika.moscow/category/geotextile/non-woven-needle-punched>
- Hardyatmo, H. C. (2008). *Geosintetik untuk Rekayasa Jalan Raya : Aplikasi dan Perancangan* (Vol. 1). Gajah Mada University Press.
- James H. Long, S. L. (1989). Bond Strength between Geotextiles and Concrete. *Geotextiles and Geomembranes*, 8(2), 113-132.
- Jodie Saputra, L. F. (2018). Uji Lentur dan Tarik Pada Beton dengan Geotextile. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, 7(2), 129 - 135.
- Monrief, R. (1979). *Man Made Fibers*. London: Newness-Butterworth.

- Ndale, F. X. (2019, Oktober). Penggunaan geotextil Sebagai Bahan Bangunan. *Jurnal Teknik Universitas Flores*, 13, 64 - 73.
- Nugroho, M. F. (2018). *Perencanaan Perbaikan Tanah Dasar dan Perkuatan Stabilitas Timbunan Jalan Tol Terbanggi Besar-Pematang Panggang STA 46+900 s.d STA 51+100*. Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Teknik Sipil, Surabaya.
- Rifaida Eriningsih, S. (2012, Juni). Peningkatan Kualitas Produk Non Woven Melalui Pengembangan Mesin Needle Punch (Improving Quality of Non Woven Products Through Development of Needle Punch Machine. *Arena Tekstil*, 27(1), 15-24.
- Sayuti, M. (2008). *Analisis Kelayakan Pabrik*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Wignjosoebroto, S. (1996). *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan bahan Edisi 3*. Jakarta: PT Guna Widya.
- Yulvi Zaika, B. A. (2010). Penggunaan Geotekstil Sebagai Alternatif Perbaikan Tanah Terhadap Penurunan Pondasi Dangkal. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 4, 91 - 98.

LAMPIRAN 1

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Nurlailia Ning Triasti Putri
No. MHS : 18521120

2. Nama Mahasiswa : -
No. MHS : -

Judul Prarancangan : PRARANCANGAN PABRIK NONWOVEN GEOTEKSTIL
SISTEM NEEDLE PUNCH DARI SERAT POLIESTER
KAPASITAS 4.200 TON/TAHUN

Mulai Masa Bimbingan : 6 Desember 2021

Batas Akhir Bimbingan : 2 Desember 2022

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	05 Desember 2021	Perkenalan dan diskusi judul prarancangan pabrik	
2.	23 Desember 2022	Penentuan judul pra-rancangan pabrik dan pembuatan draft naskah	
3.	31 Januari 2022	Diskusi mengenai kapasitas dan latar belakang penentuan kapasitas	
4.	02 Februari 2022	Penentuan kapasitas	
5.	05 Februari 2022	Diskusi mengenai luaran 1	
6.	13 Juni 2022	Diskusi mengenai luaran 1 & 2	
7.	09 September 2022	Diskusi mengenai progres bab 1 sampai dengan bab 4	
8.	12 September 2022	Diskusi mengenai bab 5	
9.	22 Sept. 2022	Konsultasi naskah final	

Dosen Pembimbing 1


Suharno Rusdi, Ir., Ph.D.

1. Nama Mahasiswa : Nurlailia Ning Triasti Putri
 No. MHS : 18521120
2. Nama Mahasiswa :-
 No. MHS :-

Judul Prarancangan : PRARANCANGAN PABRIK NONWOVEN GEOTEKSTIL
 SISTEM NEEDLE PUNCH DARI SERAT POLIESTER
 KAPASITAS 4.200 TON/TAHUN

Mulai Masa Bimbingan : 6 Desember 2021

Batas Akhir Bimbingan : 2 Desember 2022

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	05 Desember 2021	Perkenalan dan diskusi judul prarancangan pabrik	Fih
2.	23 Desember 2021	Diskusi sistem/metode yang akan digunakan pada prarancangan pabrik	Fih
3.	29 Desember 2021	Diskusi data <i>supply-demand</i> untuk penentuan kapasitas	Fih
4.	02 Januari 2022	Diskusi data ekspor-impor dan penentuan kapasitas	Fih
5.	06 Januari 2022	Konfirmasi judul prarancangan pabrik	Fih
6.	04 Februari 2022	Diskusi hasil luaran 1 dan perbaikan	Fih
7.	10 Juni 2022	Diskusi dan perbaikan luaran 2	Fih
8.	13 Juni 2022	Diskusi hasil perbaikan luaran 2, hasil luaran 3, dan perbaikan luaran 3	Fih
9.	11 Juli 2022	Diskusi hasil perbaikan luaran 3 dan perbaikan luaran 4 sampai 6	Fih
10.	14 Juli 2022	Diskusi hasil perbaikan luaran 3 sampai 6	Fih
11.	10 Agustus 2022	Diskusi luaran 7 sampai 10	Fih
12.	06 September 2022	Diskusi dan perbaikan luaran 11 atau bab 4 mengenai utilitas	Fih
13.	12 September 2022	Diskusi bab 5 dan hasil perbaikan bab 4	Fih

14.	15 September 2022	Diskusi bab 6	Fih
15.	22 September 2022	Konsultasi naskah final	Fih

Dosen Pembimbing 2



Febrianti Nurul Hidayah, S.T., B.Sc., M.Sc

LAMPIRAN 2



PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PERBAIKAN SKRIPSI YANG DISARANKAN PADA WAKTU UJIAN PENDADARAN

ANGGOTA PENGUJI 1

NAMA : Ir. Sukirman, M.M.

MAHASISWA YANG DIUJI

NAMA MAHASISWA : Nurlailia Ning Triasti Putri

NOMOR MAHASISWA : 18521120

Saran/Komentar :

*Perbaiki bab 1 - pengantar bab 1
perbaiki diagram tabel 1.5*

Perancangan Produk – Penggunaan Produk?

Jawab :

Produk *nonwoven* geotekstil umumnya memiliki fungsi sebagai pemisah atau separasi (*separator*), penyaringan atau filtrasi (*filtration*), drainase, tulangan atau penguat (*reinforcement*), dan proteksi (*protection*).

Sedangkan produk *nonwoven* geotekstil sistem *needle punch* yang akan diproduksi pada pra rancangan pabrik ini memiliki fungsi sebagai berikut :

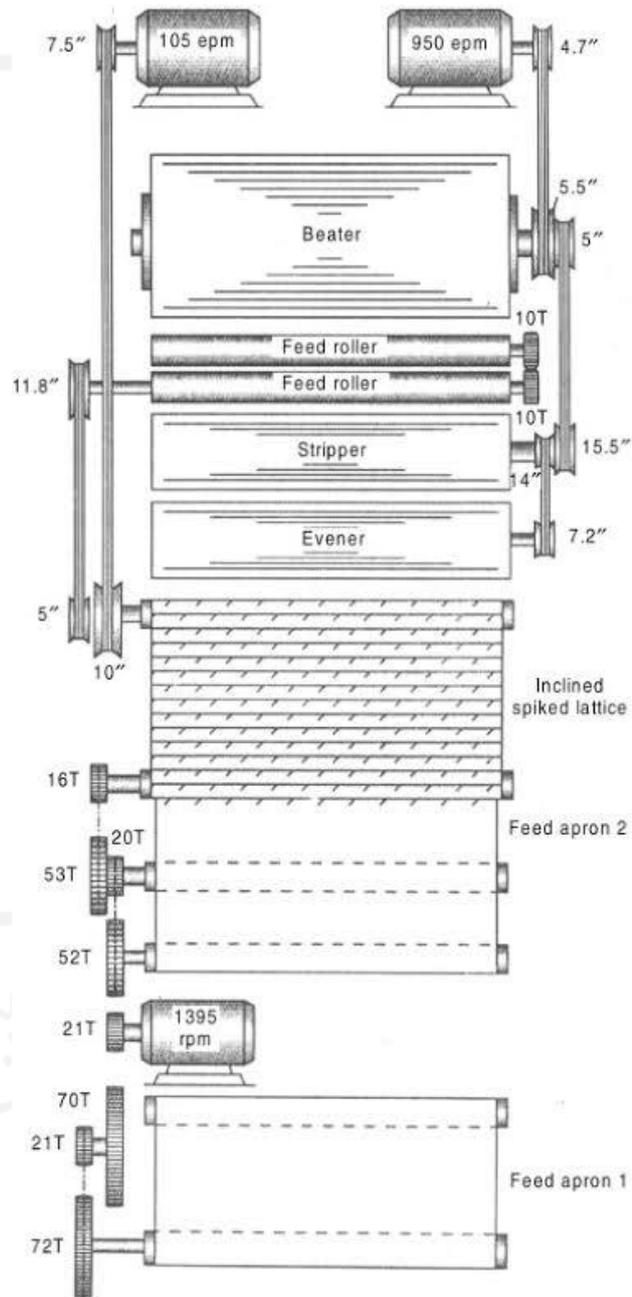
- e. Pemisah atau separasi (*separator*)
- f. Penyaringan atau filtrasi (*filtration*)
- g. Drainase
- h. Proteksi (*protection*)

Fungsi-fungsi tersebut biasa diaplikasikan di bidang pertanian dan juga pembangunan. Pada bidang pertanian, produk *nonwoven* geotekstil ini digunakan sebagai pemisah apabila terdapat 2 jenis tanah yang berbeda di lahan pertanian. Selain itu digunakan juga sebagai proteksi pada lahan pertanian yang berada di daerah lereng untuk melindungi tanah supaya tidak terjadi longsor. Kemudian pada bidang pembangunan, produk *nonwoven* geotekstil ini biasa digunakan sebagai penyaringan atau filtrasi serta drainase. Produk *nonwoven* geotekstil dapat digunakan sebagai penyaringan pada aliran air yang kurang bersih sehingga dapat menahan kotoran ataupun sampah yang terbawa oleh arus. Serta sebagai drainase dapat menjaga keseimbangan antara tanah dengan geotekstil sehingga memungkinkan aliran bebas mengalir searah dengan bidangnya.

Gearing Diagram Tahapan Proses

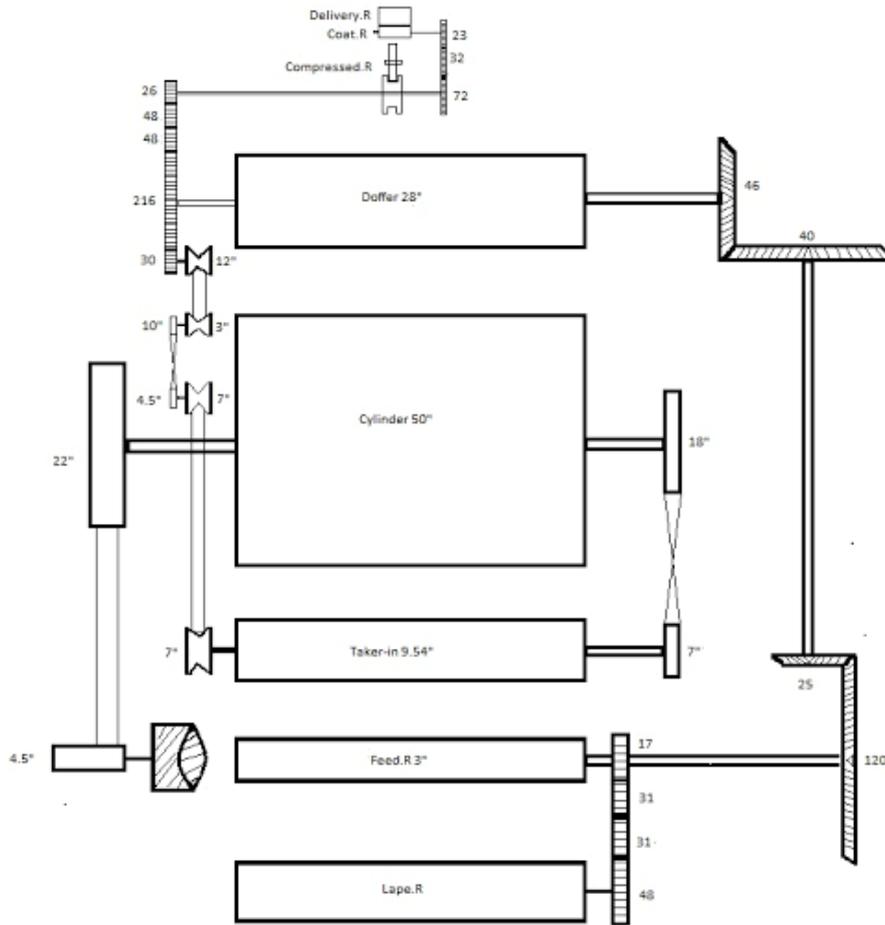
Jawab :

a. Bale Opening



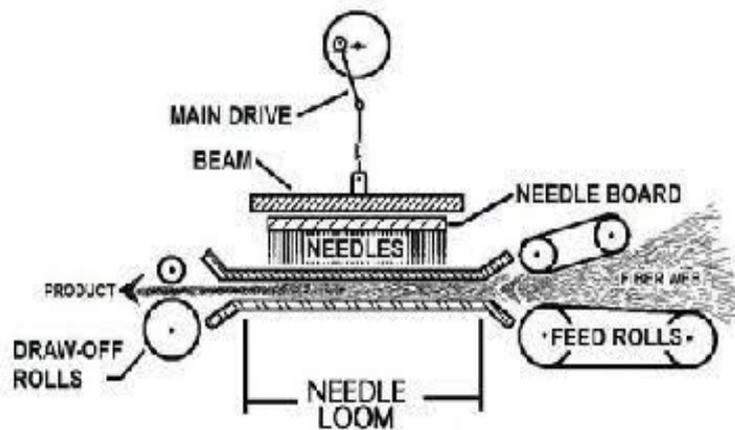
Gambar 1 Gearing Diagram Mesin Bale Opener

b. Carding



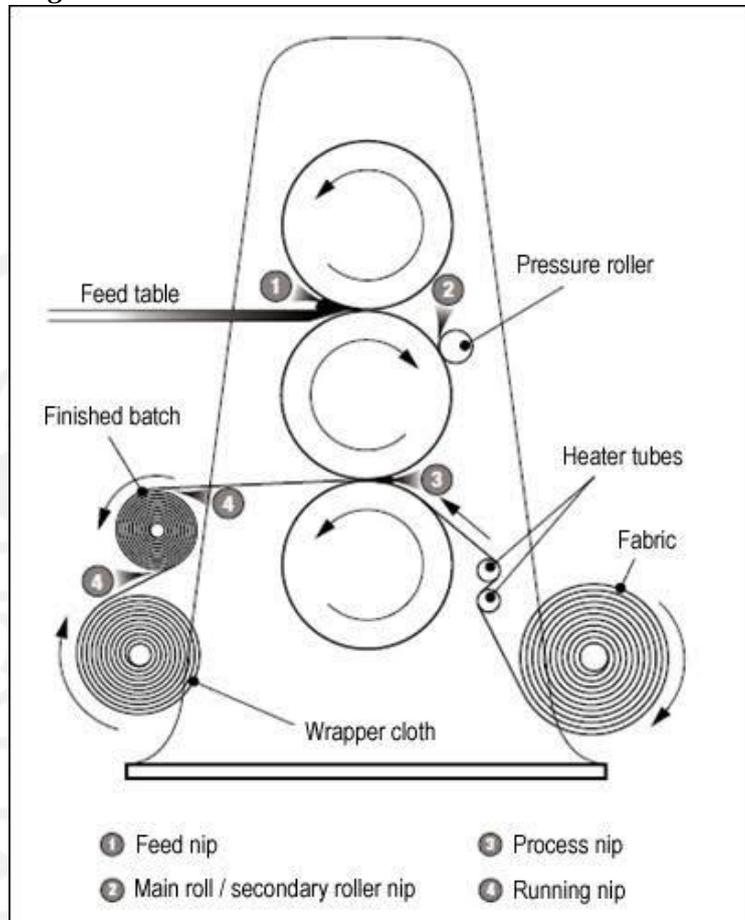
Gambar 2 Gearing Diagram Mesin Carding

c. Needle Punch



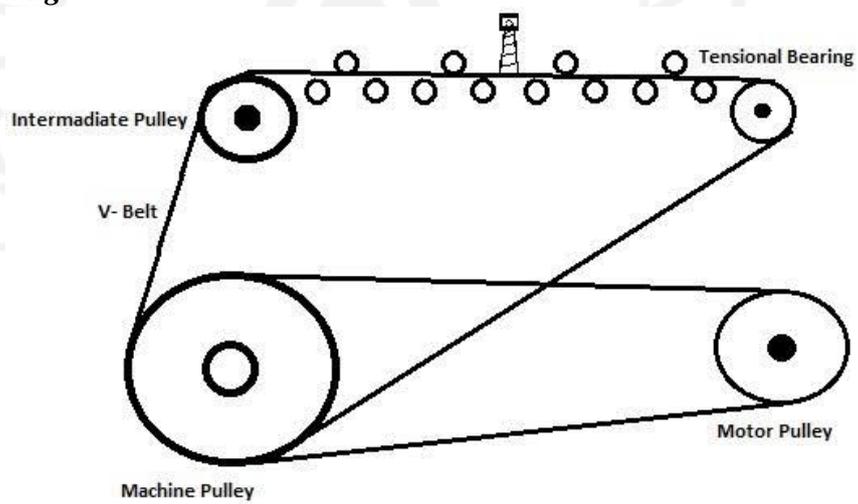
Gambar 3 Gearing Diagram Mesin Needle Punch

d. *Calendaring*



Gambar 4 *Gearing Diagram Mesin Calender*

e. *Winding*



Gambar 5 *Gearing Diagram Mesin Winding*



PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

**PERBAIKAN SKRIPSI YANG DISARANKAN
PADA WAKTU UJIAN PENDAHULUAN**

ANGGOTA PENGUJI 2

NAMA : Ir. Agus Taufiq, M.Sc.

MAHASISWA YANG DIUJI

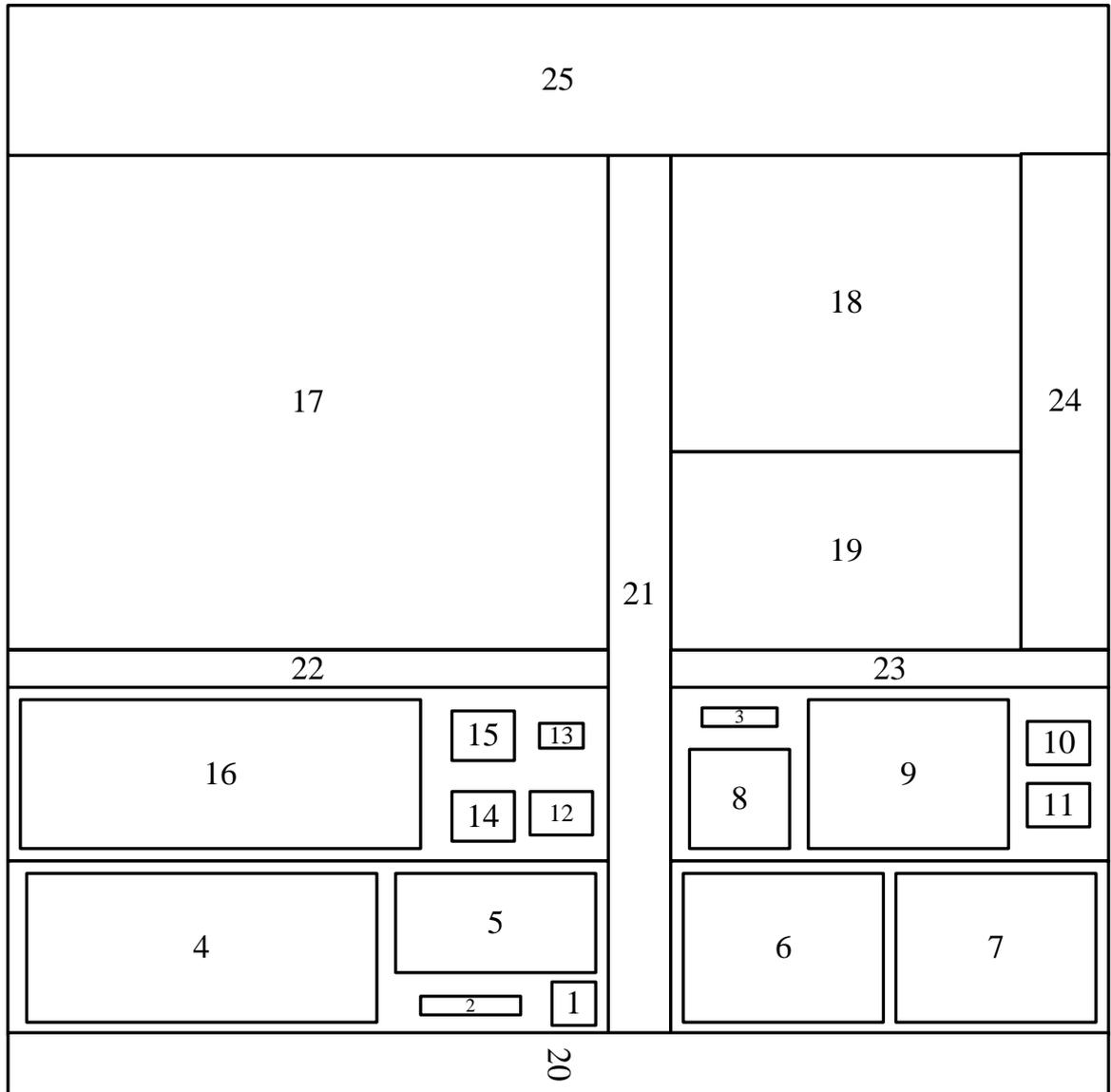
NAMA MAHASISWA : Nurlailia Ning Triasti Putri

NOMOR MAHASISWA : 18521120

Saran/Komentar :

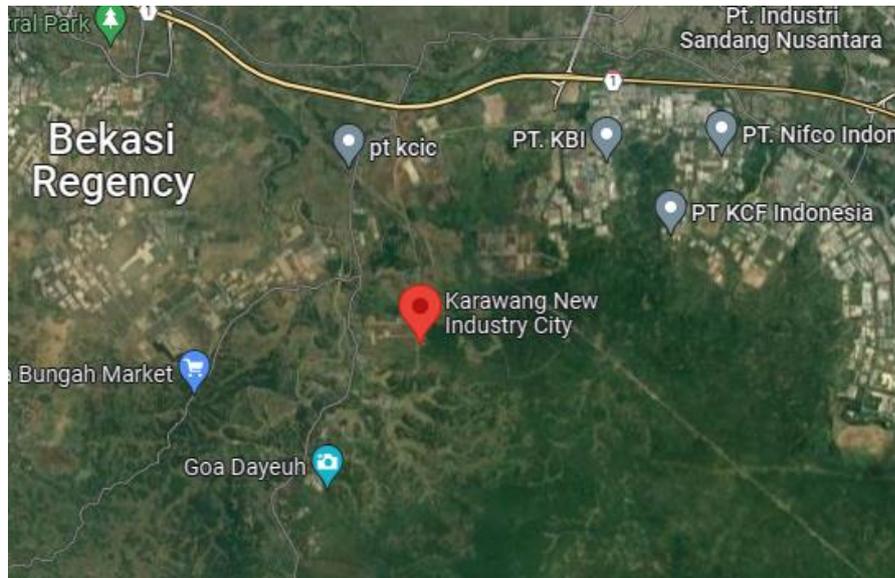
- Pada Lay out Perbaikan → Angkan pd gambar kurang sesuai font nya.
- Gambar demah lola^{lola} perbaikan agar diberi sumber data / gambar / foto dari mana? kapan diambil?

Layout Pabrik – Font Angka Pada Gambar Kurang Besar



Gambar 6 Tata Letak Pabrik

Gambar Denah Lokasi Calon Pabrik Agar Diberi Sumber Data/Gambar/Foto dari Mana? Kapan Diambil?



Gambar 7 Lokasi Pabrik (google.com/maps)

Gambar diambil pada tanggal 28 Agustus 2022, pukul 09.43 WIB.

