

**PRA RANCANGAN PABRIK KAIN NONWOVEN SPUNBOND
DENGAN KAPASITAS 1.600 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

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



Oleh:

Nama : Putri Qurniawati

Nama : Diva Annisa Mutiara Insani

NIM : 17521161

NIM : 17521162

**KONSENTRASI TEKNIK TEKSTIL
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2021

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL
PERANCANGAN PABRIK**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Putri Qurniawati

No Mahasiswa 17521161

Nama : Diva Annisa Mutiara Insani

No. Mahasiswa 17521162

Yogyakarta, 11 Oktober 2021

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

Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagai mana mestinya.



Putri Qurniawati



Divi Annisa Mutiara Insani

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PRA RANCANGAN PABRIK KAIN NONWOVEN SPUNBOND DENGAN
KAPASITAS 1.600 TON/TAHUN**



Oleh:

Nama : Putri Qurniawati

Nama : Diva Annisa Mutiara Insani

NIM : 17521161

NIM : 17521162

Yogyakarta, 11 Oktober 2021
Pembimbing Pra Rancangan Pabrik

(Suharno Rusdi, Ir. Ph.D.)

NIP : 845210102

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**PRA RANCANGAN PABRIK KAIN NONWOVEN SPUNBOND
DENGAN KAPASITAS 1.600 TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK OLEH:

Nama : Putri Qurniawati

NIM : 17521161

Telah Dipertahankan di depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Tekstil Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 14 Oktober 2021

Tim Penguji

Tanda Tangan

Ketua : Dr. Suharno Rusdi

Penguji I : Ir. Pratikno Hidayat., M.Sc

Penguji II : Ir. Tuasikal Muhamad Amin, M.Sn



Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Dr. Suharno Rusdi

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-baiknya tauladan bagi umat manusia. Dalam proses penulisan Tugas Akhir ini, tentunya tidak terlepas dari motivasi dan bantuan dari berbagai pihak, sehingga penulis berterimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kesempatan dan kemudahan sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kedua Orangtua yang selalu memberikan dukungan moril maupun materiil, cinta serta kasih sayang kepada penulis, dan selalu memberikan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir dengan baik, Bapak Triyanto dan Ibu Tri Yatmini serta adik kesayangan penulis Ridwan Galih Saputro.
3. Bapak Fathul Wahid, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Rektor Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Suharno Rusdi, Ir. Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia sekaligus Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang dengan sabar membimbing dan memberikan pengarahan kepada penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Suparman, Ir., M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang dengan sabar membimbing dan memberikan pengarahan kepada penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Ibu Venitalitya Alethea Sari Augustia, S.T., M.Eng. , selaku Dosen Pembimbing Akademik yang menjadi rujukan dalam kegiatan perkuliahan selama penulis menjadi mahasiswa di Jurusan Teknik Kimia.
7. Segenap dosen Jurusan Teknik Kimia khususnya Konsentrasi Teknik Tekstil FTI yang penulis hormati. Terimakasih atas ilmu dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis.
8. Diva Annisa Mutiara Insani (ST), selaku patner penulis yang selalu sabar dan memberikan dukungan serta motivasi untuk berjuang bersama dalam penyusunan tugas akhir ini hingga selesai.
9. Keluarga penulis yang selalu memberikan kasih sayang, mendukung dan membantu dalam segala hal.

10. Annisa Fitri, Hikmah Muji Rahayu, Vinda Dwi, Sani N.Z, Rafika D.A, Syifa A.S, Diana P.A, Dina .S.,Desy, Istiqomah N.A, Anes.A.,Muh. Haliq .R., Ahmad F.M,Andika R.M., dan Prastowo.Y.A. selaku sahabat dan teman-teman penulis yang telah memberikan bantuan dan motivasi.
11. Orang-orang yang telah menjadi sumber inspirasi atau memberi 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 kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan tulisan ini. Penulis berharap semoga Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Yogyakarta, 11 Oktober 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
ABSTRAK.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.1.2 Kapasitas Produksi.....	2
1.2 Tinjauan Pustaka	6
1.2.1 Nonwoven.....	6
1.2.2 Spunbond	12
1.2.3 Poliester.....	15
BAB 2 PERANCANGAN PRODUK.....	19
2.1 Spesifikasi Produk.....	19
2.2 Spesifikasi Bahan baku	20
2.2.1 Chips (Poliester).....	20
2.2.2 Zat Pelumas Benang	20
2.3 Pengendalian Kualitas	21
2.3.1 Pengendalian kualitas bahan baku	21

2.3.2	Pengendalian Kualitas Proses	23
2.3.3	Pengendalian Kualitas Produk	24
BAB 3 PERANCANGAN PROSES		28
3.1	Uraian Proses Kain Nonwoven Spunbond	28
3.1.1	Proses Persiapan Bahan Baku	29
3.1.2	Proses Extrusion.....	32
3.1.3	Proses Filtering	35
3.1.4	<i>Proses Spinning</i>	36
3.1.5	Quenching air	36
3.1.6	Boiler.....	38
3.1.7	Proses Drawing dan Web Forming	38
3.1.8	<i>Proses Bonding</i>	39
3.1.9	Proses Penggulungan (<i>Winding</i>).....	41
3.2	Spesifikasi Mesin	41
3.3	Perhitungan Proses Bahan Baku	42
3.4	Perhitungan Mesin.....	42
BAB 4 PERANCANGAN PABRIK		47
4.1	Lokasi Pabrik.....	47
4.2	Tata Letak Pabrik (<i>Layout Plant</i>).....	49
4.2.1	Tata Letak Alat (<i>Site Planning</i>).....	50
4.2.2	Tata Letak Pada Ruang Produksi.....	51
4.2.3	Tata Letak Ruang Non-Produksi.....	54
4.3	Utilitas	55
4.3.1	Unit Penyedia Air	56
4.3.2	Unit Penata Udara	58
4.3.3	Unit Pencegahan Kebakaran	60
4.3.4	Unit Penyedia Listrik	62

4.3.5	Unit Penyedia Bahan Bakar	73
4.3.6	Unit Perawatan Mesin	75
4.3.7	Unit Penyedia Transportasi	77
4.3.8	Unit Penyedia Telekomunikasi	77
4.4	Organisasi Perusahaan	78
4.4.1	Bentuk Perusahaan	78
4.4.2	Badan Usaha	78
4.4.3	Struktur Organisasi	79
4.4.4	Tugas dan Wewenang	79
4.4.5	Sistem Ketenagakerjaan	83
4.4.6	Penggolongan Jabatan, Jumlah dan Gaji Karyawan	85
4.4.7	Fasilitas Karyawan	88
4.4.8	Keamanan, Kesehatan dan Keselamatan Kerja	90
4.5	Evaluasi Ekonomi	90
4.5.1	Analisis Perencanaan	90
4.5.2	Analisis Ekonomi	92
4.5.3	Analisa Kelayakan	105
BAB 5 PENUTUP		111
5.1	Kesimpulan	111
5.2	Saran	112
DAFTAR PUSTAKA		113
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Impor Kain Nonwoven Spunbond di Indonesia	2
Tabel 1.2 Data Produksi Spunbond di Indonesia	4
Tabel 1.3 Data Konsumsi Kain Nonwoven Spunbond di Indonesia.....	4
Tabel 1.4 Data Ekspor Kain Nonwoven Spunbond di Indonesia.....	5
Tabel 1.5 <i>Technical Data</i> untuk Kain Spunbond.....	15
Tabel 1.6 Karakteristik Serat Poliester	17
Tabel 2.1 Spesifikasi Kain Nonwoven Spunbond	19
Tabel 2.2 Testing method BS EN ISO 9703-2:1995.....	25
Tabel 2.3 Testing method ASTM D5729-97 (ITS 120,1).....	25
Tabel 3.1 Zona Temperatur Dalam Extruder	34
Tabel 4.1 Pembagian Ruang Bahan Baku.....	52
Tabel 4.2 Pembagian Ruang Proses	52
Tabel 4.3 Pembagian Ruang Inspeksi, Pengemasan dan Gudang Produk	54
Tabel 4.4 Pembagian Ruang Non Produksi	54
Tabel 4.5 Luas Tanah dan Data Penggunaan Tanah.....	55
Tabel 4.6 Rekapitulasi Kebutuhan Air.....	58
Tabel 4.7 Kebutuhan AC (<i>motor supply air fan</i>).....	59
Tabel 4.8 Kebutuhan AC (<i>window type</i>) di Ruang Produksi	60
Tabel 4.9 Kebutuhan AC (<i>window type</i>) di Ruang Non Produksi	60
Tabel 4.10 Kebutuhan Kipas Angin.....	60
Tabel 4.11 Kebutuhan Detektor Asap.....	61
Tabel 4.12 Kebutuhan Kran Hidran	62
Tabel 4.13 Perencanaan Kebutuhan Listrik Penerangan Ruang Produksi	64
Tabel 4.14 Perencanaan Kebutuhan Listrik Penerangan Ruang Non-Produksi I	66
Tabel 4.15 Perencanaan Kebutuhan Listrik Penerangan Ruang Non-Produksi II.....	68
Tabel 4.16 Kebutuhan Listrik Mesin Produksi	70
Tabel 4.17 Kebutuhan Listrik Peralatan Laboratorium	71
Tabel 4.18 Kebutuhan Listrik Lainnya	72
Tabel 4.19 Kebutuhan Listrik Seluruhnya Selama Sebulan.....	73
Tabel 4.20 Kebutuhan Solar untuk Sarana Transportasi.....	74
Tabel 4.21 Pembagian Shift Grup Kerja Karyawan Unit Produksi	84
Tabel 4.22 Pergantian Waktu Shift Kerja Karyawan Produksi.....	85

Tabel 4.23 Perincian Tenaga Kerja.....	86
Tabel 4.24 Rincian Upah Karyawan Berdasarkan Jabatan.....	87
Tabel 4.25 Biaya Tanah, Bangunan, Jalan dan Lingkungan.....	92
Tabel 4.26 Biaya Mesin Produksi.....	93
Tabel 4.27 Biaya Peralatan Utilitas dan Alat Penunjang.....	93
Tabel 4.28 Biaya Alat Laboratorium.....	94
Tabel 4.29 Biaya Instalasi Listrik, Air, dan Fasilitas Penunjang.....	95
Tabel 4.30 Biaya Transportasi.....	95
Tabel 4.31 Biaya Perizinan.....	96
Tabel 4.32 Rekapitulasi Modal Tetap (<i>Total Fix Capital Investment</i>).....	96
Tabel 4.33 Biaya Gaji Karyawan.....	96
Tabel 4.34 Biaya Bahan Baku.....	98
Tabel 4.35 Biaya Utilitas.....	98
Tabel 4.36 Biaya Kesejahteraan Karyawan.....	98
Tabel 4.37 Biaya Pemeliharaan Bangunan, Mesin dan Alat Lainnya.....	99
Tabel 4.38 Biaya Asuransi.....	99
Tabel 4.39 Rekapitulasi Modal Kerja (<i>Working Capital</i>).....	100
Tabel 4.40 Rincian Pembayaran Bank.....	102
Tabel 4.41 Rincian Depresiasi.....	103
Tabel 4.42 Rincian Biaya Tetap (<i>Fixed Cost</i>).....	103
Tabel 4.43 Rincian Biaya Tidak Tetap (<i>Variable Cost</i>).....	104
Tabel 4.44 Rincian Biaya Tetap Tahunan (<i>Fixed Annual</i>).....	106
Tabel 4.45 Rincian Biaya <i>Regulated Annual</i>	107
Tabel 4.46 Biaya Tidak Tetap Tahunan (<i>Variable Annual</i>).....	107
Tabel 4.47 Rekapitulasi Analisis Kelayakan.....	109

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Kebutuhan Impor Nonwoven di Indonesia.....	3
Gambar 1.2 Grafik Ekspor Nonwoven di Indonesia.....	5
Gambar 1.3 Struktur Polyester (a) Dacron, (b) Terylene.....	16
Gambar 2.1 Struktur kain nonwoven spunbond.....	20
Gambar 2.2 Chips Poliester	20
Gambar 3.1 Proses Pembuatan Kain Nonwoven Spunbond	28
Gambar 3.2 Proses Persiapan Bahan Baku	29
Gambar 3.3 Extruder.....	32
Gambar 3.4 <i>Screw</i>	33
Gambar 3.5 Skema Pelelehan Chips	35
Gambar 3.6 Ruang <i>Spinning</i>	37
Gambar 3.7 Skema Proses Drawing dan Web Forming	39
Gambar 3.8 Kondisi Selama Proses Thermal-Bonding	40
Gambar 3.9 Mesin Spunbond.....	42
Gambar 4.1 Tata Letak Pabrik	50
Gambar 4.2 Tata Letak Ruang Bahan Baku	52
Gambar 4.3Tata Letak Ruang Proses.....	53
Gambar 4.4 Tata Letak Ruang Inspeksi, Pengemasan dan Gudang Produk.....	54
Gambar 4.5 Mekanisme Rekrutmen Karyawan.....	87
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Analisa BEP dan SDP	110

ABSTRAK

Nonwoven adalah struktur yang pada umumnya terdiri dari kumpulan atau jaringan serat, yang disambung secara acak atau sistematis dengan cara mekanis, kimiawi, atau cara lain. Umumnya, jaringan nonwoven dan pembuatannya melibatkan pembentukan filamen atau serat dan penempatan filamen atau serat tersebut pada alat pengangkut (*carrier*) sedemikian rupa sehingga menyebabkan filamen atau serat tumpang tindih atau terjat. Salah satu produk tekstil yang termasuk nonwoven adalah kain spunbond. Kain nonwoven spunbond terdiri dari filamen kontinu yang dihasilkan melalui tiga tahapan proses yaitu, *integrated fiber spinning*, *web formation* dan *bonding process*. Tujuan dari pra rancangan pabrik ini adalah untuk memproduksi kain nonwoven spunbond dengan kapasitas produksi 1.600 ton/tahun untuk membantu memenuhi kebutuhan pasar. Bahan baku yang digunakan adalah chip poliester sebanyak 546.645,6 kg/tahun.

Pabrik kain nonwoven spunbond ini direncanakan akan didirikan di Jalan Raya Mangkang, Ngaliyan, Semarang, Jawa Tengah dengan luas tanah 10.000 m². Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan jumlah karyawan sebanyak 113 orang. Pabrik ini akan didirikan dengan total modal Rp 76.095.665.707 dengan perbandingan dana dari penanaman saham dan pinjaman bank adalah 50% : 50%. Dari modal tersebut, keuntungan bersih yang akan didapatkan sebesar Rp 16.027.792.237,7. Ditinjau dari evaluasi ekonominya, titik pulang pokok (BEP) yang akan dicapai sebesar 42,96%, dengan pengembalian modal (POT) bersih selama 4 tahun 7 bulan. Keuntungan yang bisa diraih setiap tahun (ROI) berdasarkan pada kecepatan pengembalian modal yang diinvestasikan setelah pajak sebesar 21,06%. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) sebesar 34,27%.

Kata kunci : nonwoven, spunbond, poliester

ABSTRACT

Nonwovens are structures made of bundles or webs of fibers that are spliced randomly or systematically by mechanical, chemical, or other means. The manufacturing process of nonwoven fabrics generally involves forming filaments or fibers and placing them on a carrier in such a way that causes the filaments to overlap or become entangled. One of the nonwoven textile products is spunbond fabric. Spunbond nonwoven fabrics consist of continuous filaments produced through a three-step process, namely, integrated fiber spinning, web formation, and bonding process. The purpose of the pre-designed factory is to produce spunbond nonwoven fabrics with a production capacity of 1,600 ton/year to help meet market needs. The raw material used is polyester chips as much as 546,645.6 kg/year.

This spunbond nonwoven fabric factory is planned to be built on Jalan Raya Mangkang, Ngaliyan, Semarang, Central Java, with a land area of 10,000 m². The form of the company is a Limited Liability Company with a total of 113 employees. This factory will be established with a total capital of Rp. 76,095,665,707 with the ratio of funds from investment in shares and bank loans of 50%: 50%. From this capital, the net profit to be obtained is IDR Rp. 16,027,792,237.07. In terms of the economic evaluation, the principal return point (BEP) to be achieved is 42.96%, with a net return on capital (POT) for 4 year and 7 months. The annual profit (ROI) is based on the speed of return on invested capital after tax of 21.06%. Discounted Cash Flow Rate (DCFR) of 34.27%.

Key words : nonwoven, spunbond, polyester

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

1.1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Dewasa ini seiring dengan perkembangan sektor industri dan pertumbuhan penduduk di Indonesia, masalah sampah menjadi tantangan yang berat untuk dihadapi. Volume sampah akan terus meningkat, pada tahun 2020 menurut data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) sampah Indonesia mencapai 67,8 ton dan menjadikan Indonesia sebagai negara penghasil sampah terbesar kedua di dunia.

Sampah yang menjadi masalah serius saat ini yaitu sampah plastik, meskipun bukan hanya sampah plastik tetapi juga pengolahan sampah organik yang tidak tepat juga bisa memicu resiko tetapi tidak separah sampah plastik. Salah satu solusi untuk mengurangi sampah plastik adalah dengan mencari alternative pengganti kantong plastik dengan *reusable bag*, menurut data mengurangi penggunaan kantong plastik dapat menurunkan konsumsi plastik hingga 14%. Bahan yang cocok untuk *reusable bag* salah satunya adalah kain nonwoven spunbond. Spunbond merupakan kain tekstil sintetis yang terbuat dari bahan *polypropylene*, *polyester* maupun bahan lainnya dengan serat panjang yang terikat dan tersusun halus namun rapat, material ini sangat ringan akan tetapi memiliki daya tahan yang kuat serta merupakan bahan yang ramah lingkungan. Biasanya spunbond didapat dari *supplier* dalam negeri maupun pesanan *import* dari luar negeri. Kain spunbond di Indonesia cukup banyak dibutuhkan dan setiap tahun meningkat kebutuhannya di mana dari data statistik pada tahun 2015 konsumsi kain spunbond sebanyak 4.884,078 ton/tahun dan pada tahun 2017 meningkat menjadi 14.728,917 ton/tahun serta pada tahun 2018 meningkat lagi menjadi 22.604,902 ton/tahun. Selain itu mengingat belum banyaknya pabrik yang memproduksi kain nonwoven spunbond di Indonesia. Maka dari itu kami mencoba merencanakan pembuatan pabrik kain nonwoven spunbond dengan kapasitas 1.600 ton per tahun.

1.1.2 Kapasitas Produksi

Untuk merancang pabrik kain nonwoven spunbond, penentuan kapasitas dilakukan dengan menggunakan cara *supply* dan *demand* sehingga terdapat beberapa hal yang harus dipertimbangkan, antara lain:

1. Penentuan kapasitas kain nonwoven spunbond di Indonesia

Kebutuhan kain nonwoven spunbond di Indonesia cenderung mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, sedangkan pabrik nonwoven di Indonesia jumlahnya masih sedikit jika dibandingkan dengan pabrik *woven*, sehingga Indonesia masih harus mengimpor kain nonwoven khususnya spunbond dari negara lain. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistika atau BPS, *supply* dan *demand* dari tahun 2015 sampai 2018 adalah sebagai berikut:

a. *Supply* (Penawaran)

- *Import*

Berdasarkan data pada Badan Pusat Statistk (2021), berikut adalah jumlah kain non- *woven* termasuk di dalamnya terdapat kain *spunbond* yang di impor untuk memenuhi permintaan dari tahun 2015 sampai tahun 2018.

Tabel 1.1 Data Impor Kain Nonwoven Spunbond di Indonesia

(Badan Pusat Statistika, 2021)

Tahun	Impor (Ton/Tahun)
2015	23.432,78
2016	29.379
2017	31.195
2018	34.998

Gambar 1.1 Grafik Kebutuhan Impor Nonwoven di Indonesia



Berdasarkan grafik diatas didapatkan regresi linier dengan persamaan yang dapat dilihat pada Gambar 1.1.

$$y = ax + b$$

$$y = 3.651,17x - 7.332.825,04$$

Dengan y sebagai jumlah kapasitas kain nonwoven spunbond yang dibutuhkan pada tahun x. Dari persamaan tersebut, kebutuhan impor kain nonwoven spunbond diproyeksikan untuk tahun 2026, sehingga diperkirakan kebutuhan impor kain nonwoven spunbond pada tahun 2026 adalah sebesar 64.445,38 ton per tahun.

- **Produksi**

Produksi kain nonwoven spunbond di Indonesia menurut data yang dikeluarkan oleh Badan Pusat Statistika (2021) untuk tahun 2015, 2017 dan 2018 setiap tahunnya mengalami peningkatan. Namun tidak ada data yang dikeluarkan oleh BPS untuk tahun 2016, sehingga data yang bisa diolah dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Data Produksi Spunbond di Indonesia

(Badan Pusat Statistika, 2021)

Tahun	Produksi (Ton)
2015	3.216,926
2017	3.659,780
2018	4.273,269

Dengan total produksi 11.149,976 ton dan diasumsikan tidak ada pabrik baru yang berdiri sampai tahun 2026, maka proyeksi “*Supply*” pada tahun 2026:

$$Supply = Produksi + Impor$$

$$Supply = (11.149,976 + 64.445,38) \text{ Ton/Tahun}$$

$$Supply = 75.595,356 \text{ Ton/Tahun}$$

b. *Demand* (Permintaan)

Menurut Sukirno (1994) permintaan terhadap barang dan jasa merupakan jumlah total permintaan konsumen terhadap barang dan jasa pada tingkat harga dan periode waktu tertentu. Permintaan timbul akibat adanya kebutuhan seseorang terhadap barang tertentu dan barang yang diminta pada umumnya berbeda-beda. Dalam konsep *demand* tersebut terdapat dua variabel yaitu variabel ekspor dan variabel konsumsi dalam negeri.

- Konsumsi

Konsumsi kain nonwoven spunbond menurut data Statistik Industri Manufaktur Bahan Baku yang dipublikasikan oleh Badan Pusat Statistik (2021) untuk tahun 2015,2017, dan 2018 mencapai total konsumsi 42.217,897 Ton. Data tersebut merupakan konsumsi atau pemakaian kain nonwoven spunbond di Indonesia pada tahun 2015,2017, dan 2018 sedangkan BPS tidak menerbitkan data tahun 2016 yang dapat dilihat pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3 Data Konsumsi Kain Nonwoven Spunbond di Indonesia

(Badan Pusat Statistik, 2021)

Tahun	Konsumsi (Ton)
2015	4.884,078
2017	14.728,917
2018	22.604,902

- Ekspor

Kain nonwoven spunbond yang diekspor menurut Badan Pusat Statistika (2021) dari tahun 2015 sampai dengan 2018 dapat dilihat pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4 Data Ekspor Kain Nonwoven Spunbond di Indonesia
(Bada Pusat Statistika, 2021)

Tahun	Ekspor (Ton)
2015	7.669,38
2016	6.028,71
2017	14.371,21
2018	15.092,08

Gambar 1.2 Grafik Ekspor Nonwoven di Indonesia



Berdasarkan grafik Gambar 1.2 didapatkan regresi linier dengan persamaan:

$$y = ax + b$$

$$y = 3.061,06x - 6.161.837,15$$

Dari persamaan tersebut, jumlah ekspor kain nonwoven spunbond pada tahun 2026 adalah sebesar 39.870,41 Ton/Tahun. Sehingga proyeksi “Demand” pada tahun 2026:

$$Demand = Konsumsi + Ekspor$$

$$Demand = 42.217,897 + 39.870,41 \text{ Ton/Tahun}$$

$$Demand = 82.088,307 \text{ Ton/Tahun}$$

c. Kapasitas Pabrik

Dari perhitungan *supply* dan *demand* yang telah didapatkan, maka peluang yang mungkin terjadi adalah:

$$Peluang = Demand - Supply$$

$$Peluang = 82.088,307 - 75.595,356 \text{ Ton/Tahun}$$

$$Peluang = 6.492,951 \text{ Ton/Tahun}$$

Didapatkan peluang kapasitas sebesar 6.492,951 Ton/Tahun. Maka, kapasitas perancangan pabrik kain nonwoven spunbond ditetapkan dengan diambil 25% dari besarnya peluang. Sehingga, kapasitas perancangan pabrik kain nonwoven spunbond sebesar 1.600 Ton/Tahun.

1.2 Tinjauan Pustaka

1.2.1 Nonwoven

Nonwoven adalah struktur yang pada umumnya terdiri dari kumpulan atau jaringan serat, yang disambung secara acak atau sistematis dengan cara mekanis, kimiawi, atau cara lain. Material nonwoven sangat terkenal dalam bidangnya, telah terkenal dalam 20 tahun terakhir ini di pasar konsumen, pasar komersial industri, dan bidang rumah sakit. Misalnya, material nonwoven menjadi semakin penting dalam tekstil dan bidangterkait, salah satu alasannya adalah karena biaya pembuatannya yang rendah untuk cakupan tertentu dibandingkan dengan biaya kain tekstil konvensional yang dibuat dengan menenun, merajut atau *felting*.

Pembuatan kain nonwoven dimulai dengan penataan serat dalam bentuk lembaran atau jaring. Serat dapat berupa serat stapel atau filamen yang diekstrusi dari butiran polimer cair. Beberapa metode yang digunakan untuk membentuk jarring (*web*), antara lain:

1. *Drylaid Carded*

Carding adalah proses mekanis yang dimulai dari bal serat. Serat ini 'dibuka' dan dicampur setelah itu dikirim ke mesin *carding* melalui transportasi udara. Mereka kemudian disisir ke dalam jaring oleh mesin *carding*, yang merupakan drum berputar atau serangkaian drum yang ditutupi oleh kawat (strip tipis dengan gigi). Konfigurasi yang tepat dari *carding* akan tergantung pada jenis serat dan berat dasar yang akan diproduksi. Jaring dapat diletakkan secara paralel, di mana sebagian besar serat diletakkan dalam arah mesin, atau dapat diacak. Jaring *carded*

yang diletakkan secara paralel menghasilkan kekuatan tarik yang baik, perpanjangan yang rendah dan kekuatan sobek yang rendah pada arah mesin dan sebaliknya untuk arah silang. Parameter mesin dan campuran serat dapat divariasikan untuk menghasilkan berbagai macam kain dengan sifat yang berbeda.

2. *Short fiber airlaid*

Dalam proses ini, serat dimasukkan ke kepala pembentuk oleh aliran udara. Kepala pembentuk memastikan campuran homogen dari semua serat. Melalui udara lagi, bagian yang terkontrol dari campuran serat meninggalkan kepala pembentuk dan diendapkan pada sabuk yang bergerak, di mana jaringan yang berorientasi acak terbentuk. Dibandingkan dengan jaring *carded*, jaring *airlaid* memiliki kepadatan yang lebih rendah, kelembutan yang lebih besar dan tidak adanya struktur laminar.

3. *Wet Laid*

Prinsip *wetlaying* mirip dengan pembuatan kertas. Perbedaannya terletak pada jumlah serat sintetis yang ada dalam nonwoven *wetlaid*. Bubur encer air dan serat diendapkan pada layar kawat bergerak, di mana air dikeringkan dan serat membentuk jaring. Jaring selanjutnya dikeringkan dengan melewatkannya pada celah antar rol hingga kering. Impregnasi dengan *binder* sering disertakan dalam tahap proses selanjutnya. Kekuatan jaring berorientasi acak agak mirip dengan kain yang berorientasi ke segala arah lainnya. Berbagai macam serat alami, mineral, sintetis dan buatan dengan panjang yang bervariasi dapat digunakan.

4. *Spun Laid*

Spunmelt adalah istilah umum yang digunakan untuk menggambarkan pembuatan web nonwoven langsung dari polimer termoplastik. Butiran polimer diekstrusi menjadi filamen melalui ekstruder. Filamen kontinu diregangkan dan didinginkan sebelum dijatuhkan pada sabuk berjalan untuk membentuk jaring yang seragam. Hasil dari proses *spunlaid* menjadi nonwoven adalah kekuatan yang meningkat dibandingkan dengan proses *carding*, karena pelemahan filamen. Kekurangan proses ini adalah pilihan bahan baku lebih terbatas. Istilah *spunbond* merupakan bagian dari proses *spunlaid* dengan menggunakan *thermal bonding* sebagai metode pengikatnya.

5. *Meltblown*

Meltblown, seperti *spunlaid*, dimulai dengan mengekstrusi polimer dengan viskositas rendah. Namun bukan mendinginkan filamen yang dilakukan ketika filamen keluar dari ekstruder, tetapi filamen dilemahkan oleh aliran udara panas

sehingga filamen dalam keadaan setengah cair. Hal ini menyebabkan filamen jauh lebih tipis, dengan kekuatan tarik rendah. Kemudian filamen dijatuhkan pada sabuk atau ban berjalan di mana mereka membentuk jaring (web).

6. *Submicron Spinning*

Meltblown -secara kasar- menghasilkan filamen dengan diameter minimum 1 mikron. Selama lebih dari satu dekade perkembangan terjadi untuk menghasilkan nonwoven dengan serat yang lebih halus. Proses ini dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi media filtrasi atau meningkatkan *barrier properties*. Meskipun produktivitas metode ini rendah dibandingkan dengan spinnmelt, metode ini penting untuk sifat unik yang dapat ditambahkan pada nonwoven.

Jaring memiliki kekuatan awal yang terbatas tepat setelah pembentukan jarring terjadi (tergantung pada mekanisme ikatannya). Oleh karena itu, web perlu dikonsolidasikan satu sama lain. Pemilihan metode konsolidasi web sangat tergantung pada sifat fungsional yang dibutuhkan serta pada jenis serat yang digunakan. Metode yang dapat digunakan untuk mengikat (*bonding*) serat antara lain:

1. *Needle Punching*

Pada awalnya teknologi *needle punching* terbatas, namun dengan kehadiran serat-serat sintetis membuat metode *needle punch* banyak dipakai untuk produksi kain nonwoven. Mekanisme prosesnya relatif sederhana, di mana serat secara kontinu masuk ke dalam mesin *carding* hingga terbentuk lembaran *web*. Kemudian mengalami perkuatan secara mekanis dengan menggunakan jarum. Prinsip sistem *needle punch* menggunakan teknik saling ikat antara lapisan serat dasar (jaringan) dengan uraian serat tegak lurus atau miring terhadap bidang gelombang yang di pertimbangkan sebagai sistem tiga dimensi dengan serat terutama yang terorientasi pada permukaan. Saling ikat dengan menggunakan sistem jarum yang terpasang pada batang memasuki jaringan tersebut dengan bolak-balik bisa menangkap untaian serat berkisar 10-20 serat dan menekannya melalui lapisan elemen jaringan.

2. *Hydroentanglement*

Proses ini terdiri dari pancaran air halus yang dibentuk oleh nosel bertekanan tinggi. Pancaran air bertekanan tinggi ini akan memberikan kekuatan otonom pada *web* nonwoven. Dalam teknik pencampuran pancaran air, energi kinetik air digunakan untuk mencampurkan serat-serat terpisah dalam sebuah *web*.

3. *Thermal Bonding*

Thermal bonding mencakup berbagai teknik konsolidasi nonwoven yang melibatkan penerapan panas dan dibantu oleh tekanan. Ikatan termal bergantung pada penggunaan energi panas untuk melelehkan atau melunakkan satu atau lebih komponen *web* untuk mencapai ikatan.

Web berserat harus terdiri dari komponen termoplastik untuk mencapai ikatan antar serat. *Web* mungkin 100% termoplastik atau mengandung persentase (5 hingga 50%) serat pengikat termoplastik.

Thermal bonding dibagi lagi menjadi beberapa metode, diantaranya:

- *Hot Calendering*

Dalam kalender gulungan, *web* nonwoven dilewatkan melalui celah di antara dua rol. Untuk area bonding, jaring dilewatkan antara roller logam halus yang dipanaskan dan roller yang dilapisi dengan bahan yang dapat berubah bentuk. *Area bonding* memberikan kekuatan tertinggi dan ketebalan terendah. *Point Bonding* dicapai dengan melewatkan *web* antara roller berukir dan roller halus. Rol atas dipanaskan sementara roller bawah mungkin tidak dipanaskan tergantung pada aplikasinya. Pola berukir tersebut akan timbul di satu sisi kain nonwoven.

Temperatur gulungan harus dikontrol secara akurat hingga titik pelunakan polimer. Beban nip berkisar antara 30-300 kN/m dan waktu nip biasanya 10 ms. Karena waktu pemotongan yang relatif singkat, nonwoven berkalender panas memiliki kerapatan *web* mulai dari 25 gsm hingga 100 gsm. Kekuatan tarik meningkat dengan suhu sampai titik tertentu, tergantung pada titik pelunakan polimer. Di luar suhu optimal, polimer terdegradasi dan menghasilkan kekuatan yang lebih rendah. Kekuatan tarik meningkat dengan tekanan nip hanya pada suhu yang lebih rendah.

- *Belt Calendering*

Dalam *Belt Calendering*, *web* nonwoven dilewatkan antara *roller* yang dipanaskan dan sabuk kontinu. *Belt calendering* adalah bentuk modifikasi dari *hot roll calendering*. Dua perbedaan utama adalah waktu menggigit dan tingkat tekanan yang diterapkan. Dalam proses ini, waktu digigit adalah 1-10 detik. Tekanan yang diterapkan adalah sekitar 1/10 dari tekanan yang diterapkan dalam proses *hot calendering*. *Belt calendering* terdiri dari *roller* yang dipanaskan dan sabuk karet. Kain nonwoven diikat dengan panas dengan

menjalankannya di antara roller dan sabuk. Produk *belt calendering* jauh lebih padat dan tipis dibandingkan dengan *hot calendering*.

- *Through-air thermal bonding*

Ikatan termal melalui udara melibatkan penerapan udara panas ke permukaan kain nonwoven. Udara panas mengalir melalui lubang di pleno yang diposisikan tepat di atas nonwoven. Namun, udara tidak didorong melalui nonwoven, seperti pada oven udara panas biasa. Tekanan negatif atau hisap, menarik udara melalui apron konveyor terbuka yang menopang nonwoven saat melewati oven. Menarik udara melalui kain nonwoven memungkinkan transmisi panas yang jauh lebih cepat dan merata serta meminimalkan distorsi kain. Pengikat yang digunakan dalam ikatan termal melalui udara termasuk serat pengikat kristal, serat pengikat bikomponen, dan bubuk. Saat menggunakan serat atau bubuk pengikat kristal, pengikat meleleh seluruhnya dan membentuk tetesan cair di seluruh penampang nonwoven. Ikatan terjadi pada titik-titik ini setelah pendinginan. Produk ini lebih lembut, lebih fleksibel dan lebih dapat diperpanjang daripada bahan *hot calendering*.

- *Ultrasonic bonding*

Proses ini melibatkan penerapan gaya tekan bolak-balik dengan cepat ke area serat yang terlokalisasi di *web*. Tegangan yang diciptakan oleh gaya tekan ini diubah menjadi energi panas, yang melunakkan serat saat mereka ditekan satu sama lain. Setelah dikeluarkan dari sumber getaran ultrasonik, serat yang dilunakkan menjadi dingin, memperkuat titik ikatan. Metode ini sering digunakan untuk ikatan spot atau berpola dari bahan yang terikat secara mekanis. Tidak ada pengikat yang diperlukan ketika serat sintesis digunakan karena ini mengikat sendiri. Untuk mengikat serat alami, sejumlah serat sintesis harus dicampur dengan serat alami. Kain yang dihasilkan dengan teknik ini lembut, *breathable*, menyerap, dan kuat. Metode ikatan ini digunakan untuk membuat komposit dan laminasi berpola, seperti selimut dan jaket luar ruangan

- *Radiant-heat bonding*

Radiant-heat bonding terjadi dengan memaparkan *web* ke sumber energi radiasi dalam kisaran inframerah. Energi elektromagnetik yang terpancar dari sumbernya diserap oleh *web*, meningkatkan suhunya. Penerapan panas radiasi dikendalikan sehingga melelehkan pengikat tanpa mempengaruhi serat

pembawa. Ikatan terjadi ketika pengikat kembali memadat setelah menghilangkan sumber panas radiasi. Produk yang dibuat dengan cara ini memiliki sifat lembut, terbuka, dan menyerap dengan kekuatan rendah hingga sedang. Mereka juga dapat diaktifkan kembali dengan panas untuk digunakan dalam pembuatan komposit laminasi.

4. *Chemical/Adhesive Bonding*

Di mana *web* serat diperkuat oleh adhesi dari serat-ke-serat. Adhesi ini dapat dicapai dengan menggunakan bahan kimia yang diaplikasikan pada jaringan sebagai emulsi berair. Berbagai serat dapat digunakan untuk memproduksi nonwoven menggunakan proses ini. Polyester dan viscose adalah serat yang paling umum digunakan.

Ada 3 metode utama dalam *adhesive bonding*

- *Saturation bonding*

Dalam proses ini, web nonwoven dilewatkan melalui rendaman perekat dan karenanya sepenuhnya jenuh dengan perekat. Sepasang rol penjepit memeras kelebihan perekat sebelum jaring melewati pengering. *Saturation bonding* relatif kaku dan kuat tetapi memiliki tirai yang buruk. Nonwoven dengan metode *saturation bonding* tidak dapat ditembus udara.

- *Spray bonding*

Spray bonding memungkinkan perekat dalam jumlah terukur (gram per meter persegi) untuk disemprotkan pada permukaan *web*, baik pada satu sisi atau kedua sisi. Sifat mekanik dari bahan nonwoven ini adalah kekuatan tarik dan kekakuan dapat dikontrol dengan jumlah perekat.

- *Print bonding*

Print bonding menggunakan teknik yang sangat mirip dengan sablon – perekat digunakan sebagai pengganti pasta cetak. Dalam teknik ini, kuantitas dan area pencetakan dapat dikontrol. Melalui *Print bonding*, permeabilitas udara/cairan serta tirai dapat ditingkatkan secara signifikan.

5. *Stitch Bonding*

Dalam *stitch bonding*, web atau benang berserat disatukan dengan menjahit dengan sejumlah besar benang monofilamen atau multifilamen halus. Pada kain tenun, benang mengalami kerutan karena jalinan. Namun, dalam *stitch bonding*,

benang relatif tidak berkerut. Oleh karena itu, kain ini sering disebut sebagai *Non-crimp Fabrics* (NCF) di pasar Tekstil.

1.2.2 Spunbond

Kain nonwoven spunbond terdiri dari filamen kontinu yang dihasilkan melalui tiga tahapan proses yaitu, *integrated fiber spinning*, *web formation* dan *bonding process*. Secara umum, proses pembuatan kain nonwoven spunbond termasuk mengekstrusi bahan termoplastik melalui *spinneret* dan menarik bahan yang diekstrusi menjadi filamen dengan aliran udara berkecepatan tinggi untuk membentuk jaringan acak pada permukaan pengumpul kemudian masuk ke proses *web forming* yaitu penyusunan filament-filament dari proses spinning tadi menjadi web sebelum masuk proses *bonding*, proses *bonding* yaitu proses penyatuan ikatan antar filament-filament.

Karakteristik dan sifat utama dari kain nonwoven spunbond adalah:

- a. Struktur serat acak.
- b. Umumnya putih dengan *opacity* tinggi.
- c. Rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi dibandingkan dengan struktur nonwoven, anyaman, dan rajutan lainnya.
- d. Kekuatan sobek tinggi.
- e. Sifat isotropik planar karena pembentukan serat yang acak. Namun analisis optik dari distribusi orientasi serat menunjukkan bahwa permukaan konveyor kain, yang bersentuhan dengan sabuk konveyor lebih anisotropik daripada permukaan atas.
- f. Resistensi kerutan dan lipatan yang baik.
- g. Kapasitas retensi cairan yang tinggi karena kandungan rongga yang tinggi.
- h. Resistensi geser dalam bidang yang tinggi.
- i. *Drape ability* rendah.
- j. Kebanyakan berlapis atau tersirat dalam struktur; jumlah lapisan bertambah seiring bertambahnya bobot dasar.
- k. Berat dasar berkisar antara 5 sampai 800 g/m², tetapi biasanya 10-200 g/m².
- l. Ketebalan web berkisar antara 0,1 hingga 4,0 mm, tetapi biasanya 0,2–1,5 mm.
- m. Diameter serat berkisar dari 1 sampai 50µm, tetapi kisaran yang disukai adalah 15–35µm.

Menurut beratnya, kain nonwoven spunbond dapat dikelompokkan menjadi:

1. Spunbond 25 gr – 50 gr, merupakan jenis kain yang paling tipis. Biasanya digunakan untuk pembungkus produk atau pembungkus tas, produk wanita saat pertama kali beli. Harganya lebih murah dibandingkan dengan spunbond dengan ketebalan di atasnya.
2. Spunbond 55 gr – 75 gr, merupakan jenis kain yang banyak ditemukan dipasaran. Biasanya digunakan untuk kebutuhan promosi atau goodie bag. Tekstur dan ketebalannya yang sedang. Membuat lebih mudah dijahit dan dijadikan beragam model tas atau dikombinasikan dengan jenis kain lain.
3. Spunbond 100 gr, merupakan jenis kain yang paling tebal. Tekstur dan ketebalannya yang tinggi memungkinkan untuk membawa barang yang agak berat. Harganya lebih mahal dibandingkan dengan kedua jenis sebelumnya.

Kain nonwoven spunbond paling banyak digunakan untuk produk medis, popok dan higienis, serta geoteksti dan konstruksi. Sebuah penelitian yang lebih luas menunjukkan bahwa kain nonwoven spunbond digunakan dalam berbagai macam produk seperti:

- Pertanian: Penutup tanaman, tirai bagian dalam di rumah kaca.
- Pakaian: *Interlining*, pakaian pelindung, *backing* bordir.
- Otomotif: saat ini spunbond digunakan di seluruh mobil dalam banyak aplikasi yang berbeda. Salah satu kegunaan utama spunbond pada mobil adalah sebagai alas untuk karpet lantai mobil. Produk spunbond juga digunakan untuk bagian *trim*, *trunkliner*, interior panel pintu, dan penutup kursi.
- Konstruksi dan teknik sipil: Spunbond dalam teknik sipil digunakan sebagai, pengendalian erosi, perlindungan pembungkus rumah, stabilisasi dasar rel kereta api, perlindungan lapisan saluran dan reservoir, pencegahan retaknya aspal jalan raya dan lapangan terbang, atap (lembaran atas), dll. Sifat-sifat tertentu dari jaring spunbonded - yang bertanggung jawab untuk revolusi ini - adalah stabilitas kimia dan fisik, rasio kekuatan/biaya yang tinggi, dan strukturnya yang unik dan sangat dapat dikontrol yang dapat direkayasa untuk memberikan sifat yang diinginkan.
- Geo-sintetik: perkuatan tanah, drainase terowongan, pemisahan tanah.
- Rumah Tangga: tas, kertas kado, alas karpet, penutup debu furnitur.
- Industri: selubung kabel, pemisah baterai, filter udara dan cairan.

- Medis dan sanitasi/higienis: penggunaan spunbond sebagai *coverstock* untuk popok dan alat inkontinensia masih berkembang pesat, terutama karena struktur spunbond yang unik, yang membantu kulit pengguna tetap kering dan nyaman. Selain itu, penggunaan bahan spunbond lebih hemat biaya dibandingkan nonwoven lainnya. Spunbond sebagai *coverstock* juga banyak digunakan dalam pembalut wanita dan tampon.
- Aplikasi medis meliputi: gaun operasi sekali pakai, penutup sepatu dan kemasan yang dapat disterilkan, perangkat inkontinensia, tisu medis, gaun medis, tirai, dan kain penghalang. Sifat-sifat khusus dari spunbond yang bertanggung jawab untuk penggunaan medis adalah: *breathability*, ketahanan terhadap penetrasi cairan, struktur bebas serat, *sterilizability*, dan impermeabilitas terhadap bakteri.
- Packing: Kain spunbonded banyak digunakan sebagai bahan kemasan. Contohnya meliputi: pembungkus inti logam, kemasan medis steril, pelapis *floppy disk*, amplop berkinerja tinggi, dan produk alat tulis.

Pengaplikasian kain nonwoven berbeda-beda disesuaikan dengan karakteristik dari kain nonwoven itu sendiri. Kain nonwoven dapat direkayasa agar memiliki kombinasi karakteristik yang berbeda untuk memenuhi kebutuhan yang berbeda. Karakteristik kain nonwoven meliputi sifat penanganannya terhadap cairan seperti *wettability*, distribusi, dan daya serap, sifat kekuatan seperti kekuatan tarik dan kekuatan sobek, *softness*, sifat daya tahan (*durability*) seperti abrasi, resistensi, dan sifat estetika. Bentuk fisik kain juga mempengaruhi fungsionalitas dan estetika dari kain nonwoven. Nonwoven awalnya dibuat menjadi lembaran yang bila diletakkan di atas permukaan datar mungkin memiliki permukaan yang secara substansial planar, permukaan tanpa ciri khas atau mungkin mempunyai susunan permukaan seperti celah atau proyeksi, atau keduanya. Kain nonwoven dengan celah atau proyeksi sering disebut sebagai tiga dimensi.

Bahan polimer apapun dapat digunakan dalam proses *spunbonding*, tetapi polimer dengan berat molekul tinggi dan distribusi berat molekul tinggi seperti polipropilen, poliester dan poliamida yang umumnya digunakan untuk produksi kain nonwoven spunbond. Kain nonwoven spunbond polietilen densitas tinggi juga semakin banyak digunakan. Polipropilen isotaktik adalah polimer yang paling banyak digunakan untuk kain nonwoven spunbond. Karena *density* nya yang rendah sehingga meningkatkan jumlah produksi (serat per kilogram) dan biaya listrik yang lebih

rendah. Namun, serat polipropilen tidak dapat diwarnai dengan mudah karena tidak ada reseptor pewarna pada molekulnya. Penambahan pigmen pada lelehan polimer dapat digunakan untuk menghasilkan warna pada filamen.

Tabel 1.5 *Technical Data* untuk Kain Spunbond
(Shenzhen Lifeng ZEND Technology Co. Ltd.)

Properties	Test method	Unit	Nonwoven Fabric																
			12	15	18	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	150		
Weight	ERT 40.3— 90	G/SQ.M																	
Thickness	ERT 30.4— 89	MM		0.12	0.15	0.18	0.2	0.28	0.33	0.38	0.43	0.46	0.49	0.53	0.58	0.61	0.65	0.72	
Tensile Strength	ERT 20.2— 89	N/5 cm	MD CD	24 19	31 25	35 29	40 35	65 60	86 76	112 97	129 115	148 132	170 155	190 173	202 184	210 190	223 198	230 205	
Elongation	ERT 20.2— 89	%	MD CD	54 59	61 67	65 71	68 75	77 81	81 87	76 83	68 75	66 72	61 67	75 86	71 76	73 81	80 85	57 63	
Tear strength	ERT 70.3— 96	N	MD CD	18 20	20 22	22 25	30 30	38 43	40 52	60 68	72 80	74 85	76 88	77 90	78 90	80 94	90 98	104 110	
Air permeability	ASTM D737	Cm ³ /cm ² -5s		185	175	165	160	145	140	130	125	115	95	80	70	60	56	50	
Strike through	ERT 150,3— 90	S	<3,5																
Rewet	ERT 151,1— 96	g	<0,3																

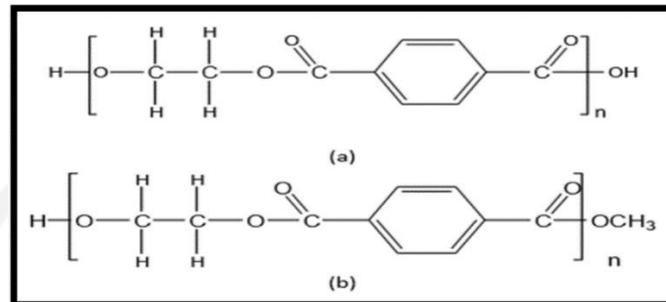
1.2.3 Poliester

Poliester merupakan salah satu jenis serat sintetik yang banyak digunakan untuk tekstil sandang maupun non sandang. Sifat poliester antara lain memiliki kekuatan yang tinggi, tahan terhadap gosokan, tahan kusut, tahan jamur, sabilitas dimensinya baik dan mudah pemeliharaannya. Poliester meleleh pada suhu 250 °C dan tidak menguning pada suhu tinggi. Poliester (*polietilena tereftalat*) mengandung gugus fungsi ester pada rantai utamanya, karena dibentuk dari *esterifikasi kondensasi* dari etilena glikol dengan asam tereftalat. Polimer poliester terdiri atas cincin-cincin benzena dan gugus -CH₂-serta -COO-.

Serat poliester mulai pertengahan abad dua puluh merupakan serat buatan yang paling banyak digunakan. Poliester dengan nama dagang Dacron dibuat dari asam tereftalat dan etilena glikol, sedangkan Terylene dibuat dari dimetil tereftalat dan etilena glikol, sruktur Dacron dan Terylene. Serat poliester dikembangkan oleh J.R Whinfied dan J.T Dicson dari calico printers association pada tahun 1939-1941. Serat ini merupakan pengembangan dari polyester yang telah ditemukan oleh Carothers. ICI di Inggris memproduksi serat polyester dengan nama trylene dan kemudian Du pont di

amerika pada tahun 1953 juga membuat serat poliester berdasarkan patent dari inggris dengan nama darcon.

Gambar 1.3 Struktur Polyester (a) Dacron, (b) Terylene



Pada pembuatan serat poliester, etilena glikol direaksikan dimetil tereftalat atau asam tereftalat yang dikenal dengan istilah PTA (*pure terphthalate acid*). Hasil reaksi berupa ester dari etilena terftalat kemudian dipolimerisasikan pada suhu tinggi sehingga terjadi reaksi polimerisasi membentuk *polietilena tereftalat*. Hasil polimerisasi di industri umumnya dibuat dalam bentuk butiran-butiran kasar yang disebut chips poliester. Chips poliester oleh industri pembuatan serat dipanaskan sampai meleleh kemudian dipintal dengan menyemprotkan lelehan poliester melalui cetakan berbentuk lubang-lubang kecil yang disebut *spinneret*. Hasil pemintalan berupa filamen-filamen poliester.

Dengan adanya gugus ester memungkinkan serat poliester akan mudah terpengaruh oleh alkali. Tetapi dalam kenyataannya serat poliester ternyata tahan alkali, tidak seperti dugaan semula. Ketahanan tersebut disebabkan oleh karena seratnya tidak menggelembung dalam air dan hanya terjadi pembasahan pada permukaan saja. Poliester tahan asam lemah meskipun pada suhu mendidih dan tahan asam kuat dingin. Poliester tahan basa lemah tetapi kurang tahan basa kuat. Poliester juga tahan terhadap zat oksidator, alkohol, keton, sabun dan zat-zat untuk pencucian kering. Selain itu juga tahan terhadap insektisida, tidak seperti serat alam.

Di antara sifat poliester yang menonjol adalah kekuatannya yang tinggi baik basah maupun kering dan modulus elastisitasnya sangat tinggi. Karena kekuatannya basah dan kering sama, maka serat poliester tidak banyak mengalami kerusakan pada proses basah. Serat poliester mempunyai kemampuan yang tinggi untuk kembali keasalnya bila gaya yang diberikan kepadanya tidak terlalu besar. Sifat lain yang penting adalah keawetan lipatannya, ini disebabkan kain polyester bersifat termoplastik. Apabila kain

poliester terlipat karena panas, misalnya panas seterika, maka lipatan ini akan tahan (masih terlihat) walaupun dilakukan pencucian. Sifat-sifat fisika serat polyester untuk lebih jelasnya adalah sebagai berikut, yaitu:

a. Kekuatan dan mulur

Terylene mempunyai kekuatan dan mulur sebesar 4 gram dan 2,5 % sampai 7,5 % bergantung pada jenisnya. Sedangkan *Dacron* mempunyai kekuatan dan mulur dari 4,0 gram/denier dan 40 % sampai 6,9 gram/denier dan 11 %.

b. Elastisitas

Poliester mempunyai elastisitas yang baik sehingga kain poliester tahan terhadap kekusutan.

c. Moisture Regain

Dalam kondisi standar, moisture regain poliester hanya 0,4%. Pada kelembaban relatif 100% moisture regainnya hanya 0,6 % - 0,8 %

d. Morfologi serat poliester

Secara umum serat poliester berbentuk silinder lurus untuk penampang memanjang dan bulat untuk penampang melintangnya.

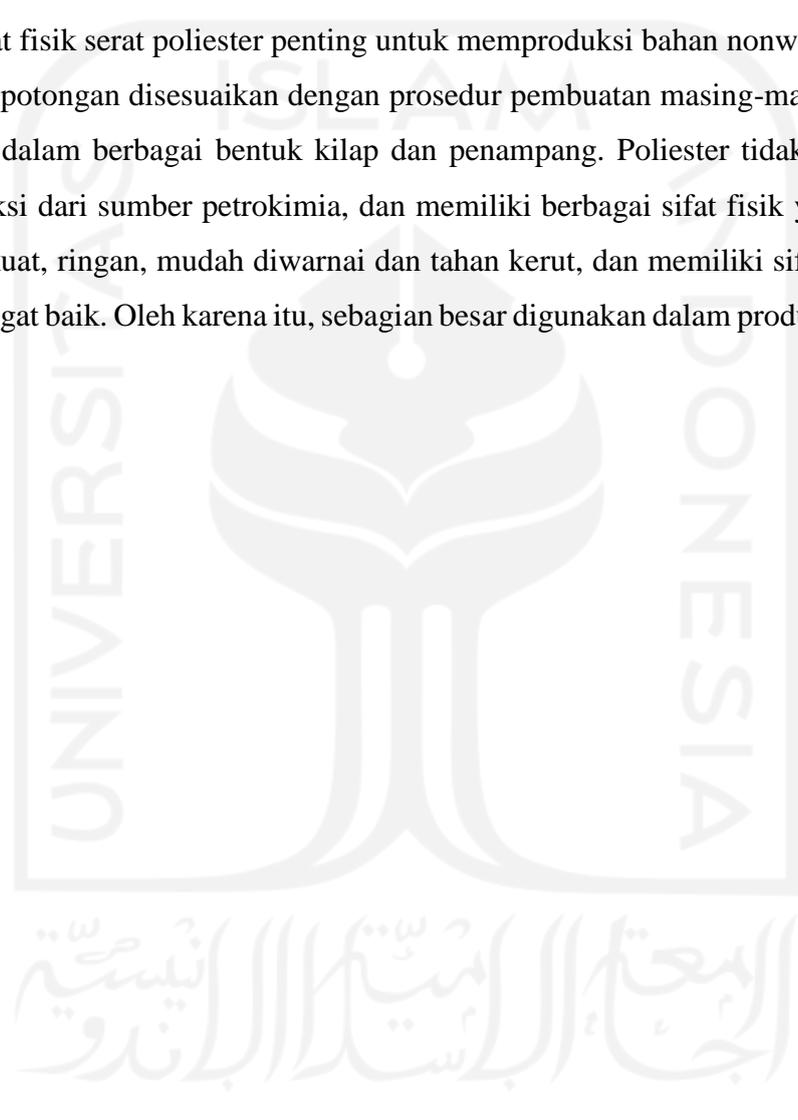
Karakteristik serat poliester disajikan pada Tabel 1.6.

Tabel 1.6 Karakteristik Serat Poliester

Daya serap	Hidrofobik, moisture regain: 0,4%
Daya celup terhadap zat warna	Dapat dicelup dengan zat warna dipersi
Efek panas	Tahan panas sampai 200°C dan meleleh pada suhu sekitar 250°C
Elastisitas	Pada penarikan 8% dapat kembali ke bentuk semula sampai 80%
Kimia	Tidak tahan terhaap alkali kuat, tahan terhaap asam larut dalam metil salisilat m-cresol
Pembakaran	Mengeluarkan asap hitam, tidak meneruskan pembakaran,

Pembakaran	meleleh dan meninggalkan bulatan hitam
	Stabil dalam pencucian setelah mengalami proses <i>heat setting</i>
Stabilitas dimensi	4,5-7 g/denier
Mulur	25% - 11%

Sifat fisik serat poliester penting untuk memproduksi bahan nonwoven. Misalnya, panjang potongan disesuaikan dengan prosedur pembuatan masing-masing. Serat juga tersedia dalam berbagai bentuk kilap dan penampang. Poliester tidak mahal, mudah diproduksi dari sumber petrokimia, dan memiliki berbagai sifat fisik yang diinginkan seperti kuat, ringan, mudah diwarnai dan tahan kerut, dan memiliki sifat keausan cuci yang sangat baik. Oleh karena itu, sebagian besar digunakan dalam produksi nonwoven.



BAB 2

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

Sifat dari produk yang dihasilkan sesuai dengan karakteristik teknik bahan kain nonwoven spunbond. Hal ini didapatkan karena pengujian dan penetapan standart kualitas produk berdasarkan standart *American Society for Testing Material* (ASTM). Adapun beberapa sifat yang dimaksud meliputi beberapa karakteristik yang meliputi:

1. Karakteristik fisik
 - a. Massa per satuan luas
 - b. *Thickness*
2. Karakteristik mekanis:
 - a. *Tensile strength*
 - b. *Elongation*
 - c. *Tear strength*
 - d. *Air permeability*

Karakteristik dan sifat bahan kain nonwoven spunbond mendasari spesifikasi produk kain spunbond sebagai berikut:

Tabel 2.1 Spesifikasi Kain Nonwoven Spunbond

Karakteristik	Sifat	Nilai	Metode pengujian
Fisik	<i>Mass per unit area</i>	70 gsm	ASTM D5261-92 & ERT 40.3—90
	<i>Thickness</i>	0.46 mm	IST 20.1 & ASTM D5729-97 ERT 30.4—89
Mekanis	<i>Tensile Strength</i>	MD: 148 N CD: 132 N	ERT 20.2—89
	<i>Elongation</i>	MD: 66 % CD: 72 %	ERT 20.2—89
	<i>Tear strength</i>	MD: 74 N CD: 85 N	ERT 70.3—96
	<i>Air permeability</i>	115 Cm ³ /cm ² /s	ASTM D737-96 & IST 90.1(01)



Gambar 2.1 Struktur kain nonwoven spunbond

2.2 Spesifikasi Bahan baku

2.2.1 Chips (Poliester)

Chips yang digunakan dalam pembuatan kain nonwoven spunbond dengan sistem *thermal bonding* ini mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

- Jenis chips : Semidull
- Grade chips : berwarna putih dan agak buram
- Intrinsic viscosity : 0.625 ± 0.015 dl/g
- -COOH : ≤ 40 meg
- Chip/gram : 25 pcs
- Moisture : ≤ 0.2 % wt
- Ash content : 0.33 ± 0.03 % wt
- Kandungan TiO : 0.35%



Gambar 2.2 Chips Poliester

2.2.2 Zat Pelumas

Zat yang digunakan berupa pelumas yang berfungsi untuk mengatasi adanya listrik statis. Pelumas yang digunakan yaitu oil TX 221 10%.

2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas pada bidang produksi yaitu sebagai teknik dan aktivitas operasional yang digunakan untuk memenuhi persyaratan kualitas (Gaspersz, 2001). Pengendalian kualitas akan menentukan kualitas produk yang dihasilkan yaitu dengan cara membandingkan kualitas produk yang dihasilkan dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

Tujuan dari pengendalian kualitas ini untuk mencapai performa yang tinggi pada produk yang dihasilkan. Pengendalian kualitas dilakukan mulai dari pemilihan bahan baku, proses produksi hingga produk siap digunakan atau dipasarkan. Jika menemui kegagalan pada produk maka ditindak lanjuti dengan mengambil langkah perbaikan terhadap produk.

Quality Control (QC) meliputi semua evaluasi dari bahan baku sampai bahan jadi siap dipasarkan. Evaluasi merupakan suatu kegiatan pengambilan sampel yang diperlukan, melakukan pengujian bila ada bagian yang tidak sesuai dengan standart yang diberlakukan. Kegiatan ini dilakukan selama proses produksi berlangsung. Pengendalian kualitas ini sepenuhnya dilakukan oleh tim unit QC, tanggung jawab kualitas produk dipegang oleh semua staf dan karyawan dari mulai top manajemen sampai karyawan bawahan sesuai dengan standart ISO 9001 dan ISO 14001.

2.3.1 Pengendalian kualitas bahan baku

Untuk mengetahui dari kualitas bahan baku maka unit yang bertugas yaitu unit laboratorium *quality control*. Evaluasi bahan baku dilakukan dengan cara mengambil secara acak sampel bahan baku yang akan digunakan pada proses produksi kain nonwoven spunbond. Kegiatan ini bertujuan untuk mengukur kualitas bahan untuk diketahui kelayakan dalam penggunaannya. Tahapan dalam pengendalian bahan baku dimulai dari pemeriksaan bahan baku dalam penyimpanan sampai dengan pemeriksaan bahan baku sebelum proses produksi.

2.3.1.1 Pemeriksaan Bahan Baku di Penyimpanan

Agar kualitas bahan baku tetap terjaga, maka diperlukan pemeriksaan terhadap bahan baku di tempat penyimpanan. Bahan baku dapat terganggu atau berkurang kualitasnya bila tidak disimpan pada standar suhu dan kelembaban. Sebab suhu dan kelembaban dapat menjadi faktor menurunnya kualitas bahan baku. suhu dan kelembaban tempat penyimpanan yang ideal menyentuh nilai

21°C ± 1°C dan relative humidity (RH 65% ± 2%) per ASTM D1776. Penghitungan besaran suhu menggunakan termometer ruangan dan penghitungan besar RH menggunakan hygrometer.

2.3.1.2 Pemeriksaan Bahan Baku Sebelum Proses

Sebelum pengolahan bahan baku untuk proses produksi hal yang terpenting yang perlu di perhatikan yaitu persiapan bahan bahan baku yang di dalamnya terdapat proses pengecekan kualitas chip yang digunakan untuk yang akan diproses lebih lanjut.

Pengujian mutu chip meliputi:

a. Kadar Air dari Chip Kering

Pengujian kadar air chip kering bertujuan untuk mengetahui kadar air dalam chip kering dengan mengukur pengurangan berat hasil pengeringan dengan suhu 180°C dalam kondisi vakum. Standar untuk kadar air untuk chip (%) adalah 0.3010 %.

b. Kadar Karbosilat (COO-)

Pengujian ini di gunakan untuk mengetahui kadar COO- yang terdapat di dalam chip, prinsip kerja yang digunakan yaitu dengan melarutkan benzyl alcohol dan dititrasi dengan kalium hidroksida 0,01N dalam etanol dan menggunakan indikataor *phenol red* standar yang digunakan yaitu kadar COO- yaitu (10^{-6} eq KOH/g) adalah $37 \pm 5.0 \cdot 10^{-6}$ eq KOH/g.

c. Viskositas Spesifik

Untuk mengetahui derajat polimerisasi pada chip dengan prinsip melarutkan polimer dengan pelarut orto-klorofenol (OCP) kemudian diukur pada suhu 30°C dengan menggunakan Viscometer Ostwald standart untuk Viscositas Spesifix (poise) adalah 870 ± 5 poise.

d. Spot

Pengujian ini bermaksud untuk mengetahui banyaknya kotoran yang terdapat dalam chip dengan prinsip menimbang bintik bintik hitam yang terdapat pada permukaan chip, standar yang digunakan yaitu adalah < 0,50 %.

e. Titik Leleh (*Melting Point*)

Pengujian ini mengetahui titik leleh chip polimer yaitu dengan prinsip meletakkan contoh uji pada alat pemanas dan dipanaskan secara bertahap.

Perubahan suhu pada titik awal pelelehan dan akhir pelelehan dicatat sebagai melting point. Standar yang digunakan yaitu $260 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$

f. Kadar Dietilena Glikol (DEG)

Untuk mengetahui jumlah DEG di dalam chip. Prinsip polimer poliester dikomposisikan dengan memanaskan dalam Larutan hidrazin butanol dan hidrazida asam tereftalat. Larutan kemudian disaring, filtratnya dianalisis dengan menggunakan gas chromatografi yang menggunakan colom packed dengan 10% PEG pada diasolid E. Kadar Dietilenaglikol ditunjukkan sebagai perbandingan DEG (dietilenaglikol) ke EG (etilenaglikol). Standar yang digunakan untuk Dietilena Glikol (G.mol) yaitu $1,70 \pm 0,10 \text{ g.mol}$.

g. Derajat Kekuningan

Pengujian ini bermaksud mengetahui derajat kekuningan dan derajat kecerahan dari chip. Prinsip yang digunakan adalah dengan menguji nilai stimulus dengan menggunakan alat spektrofotometer dengan standar $2,0 \pm 0,2$.

h. Kadar Abu Chip

Pengujian ini bermaksud untuk mengetahui konsentrasi titanium oksida (TiO_2) sebagai kadar abu. Prinsipnya yaitu dengan menimbang abu chip yang telah diabukan menggunakan pembakar listrik (tanur) dengan standart untuk kadar abu adalah $0,35 \pm 0,02 \%$.

2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses

Pengendalian ini dilakukan oleh departemen proses control dengan cara mengawasi proses secara langsung pada panel kontrol dan stop motion serta dengan cara melakukan pemeriksaan pada proses *spinning*, *web forming*, *bonding* dan *winding*.

1. Pemeriksaan pada proses spinning

Pada proses spinning ini pemeriksaan dilakukan pada proses *dryer*, proses *melting*.

a. Proses *Dryer*

Pada proses ini diharapkan kandungan air dalam chips mengalami penurunan. Sehingga, chips dari proses charging atau sering disebut sebagai wet chips yang mempunyai moisture regain lebih besar dari 0.3%-0.5% akan dikeringkan hingga mencapai 0.002%-0.0004% (10-20 ppm).

b. Proses *Melting*

Pada proses ini yang diperhatikan yaitu perubahan bentuk chips dari padat menjadi lelehan chips yang terjadi pada mesin extruder dan memperhatikan suhu pada mesin extruder. Selain itu tekanan diatur 130-185 bar untuk melewati *Continous Polymer Filter* (CPF). Lelehan chip yang sudah melewati CPF dialirkan dengan *manifold* dan ditekan dengan bantuan *spinning pump* menuju *spinning pack*. Pada *spinning pack* terdapat *spinneret* yang akan mengubah lelehan polimer menjadi filament, serta pemberian *finish oil* dan *antiseptic* di *filament*. Jumlah lubang pada *spinneret* ini yang nantinya akan menjadi jumlah *filament* pada benang yang akan diproses serta kekuatan *filament* yang dihasilkan sebesar 0,9 gram/denier.

2. Pemeriksaan Proses *Web Forming*

Pemeriksaan pada web forming ini yang perlu diperhatikan yaitu kecepatan dan mesin untuk menata benang pada mesin untuk dimasukan pada proses *thermal bonding*.

3. Proses *Bonding*

Pada proses ini menggunakan *thermal bonding* (*hot calendaring*, *area bonding*) di mana yang perlu diperhatikan yaitu jumlah calender yang digunakan serta penjagaan suhu pada calendar sesuai dengan proses.

4. Proses *Winding*

Pemeriksaan terkait dengan panjang dan lebar gulungan yang dihasilkan mesin winder. Bahan yang keluar dari mesin winder harus sesuai dengan pengaturan yang ditetapkan pada mesin.

2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk

Tujuan dari pengendalian kualitas produk adalah agar produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan. Pengendalian kualitas produk dilakukan dengan cara menguji produk yang sudah jadi. Standar pengujian produk kain nonwoven untuk tas belanjaan meliputi: Massa per unit area, *thickness*, *mechanical properties* dan *air permeability*. Dalam hal ini menjadi tanggung jawab dari semua pihak yang terkait di perusahaan.

a. Massa per unit area

Pada massa per unit area kain nonwoven spunbond ini mengacu pada ASTM D5261-92 & ERT 40.3—90 mengharuskan setiap potongan sampel kain setidaknya 50,000 mm². Hasil rata-rata nilai berat kain sampel dihitung dalam g/m² dan untuk kain nonwoven spunbond yang rencanakan dibuat harus mempunyai massa per unit area 70 gsm dan koefisien variasi di nyatakan dalam persen.

b. *Thickness* (Ketebalan)

Thickness (Ketebalan) merupakan jarak antara muka dan belakang kain dan diukur sebagai jarak Antara plate reference tempat kain nonwoven dan kaki penekan parallel yang memberikan tekanan pada kain (BS EN ISO 9703-2:1995, ITS 10.1). Pada produk kain nonwoven yang dibuat mempunyai thickness sebesar 0.46 mm dengan *standart test method* IST 20.1 & ASTM D5729-97 ERT 30.4—89. Kain nonwoven spunbond dengan spesifik volume yang tinggi, contohnya *bulky fabrics* membutuhkan prosedur yang istimewa.

Tabel 2.2 Testing method BS EN ISO 9703-2:1995

		Area of presser foot plate	Area of lower reference plate	Measurement accuracy (mm)	Orientation of reference plate (kPa)	Preassure applied	Size of samples (mm ²)	Number of test samples
Normal fabric		2500 mm ²	>19,216 mm ²	+/- 1.0	Horizontal, circular	0.5	2500 mm ²	10
Bulky fabric	Maximum thickness up to 20 mm	2500 mm ²	1000 mm ²	+/- 0.1	Vertical, circular/ square	0.02	130 mmx 80 mm	Measurement time duration 10 seconds
	Maximum thickness from 70 mm- 70 mm	200 mm x 200 mm ²	300 mm x 300 mm	+/- 0.5	Horizontal, square	0.02	200 mm x mm	

Tabel 2.3 Testing method ASTM D5729-97 (ITS 120,1)

		Dimension of presser foot plate (mm)	Pressure applied (kPa)	Size of samples	Number of samples	Test duration time	Report
Thickness	Conventional tread or untreated fabrics (ASTM D5729-97)	Diameter 25.4 ± 0.02	4.14 ± 0.21	20% greater than presser foot	10	5 s	Thickness, SD, CV

c. Mechanical properties (*Tensile Strength, Elongation, Tear Strength*)

Mechanical properties dari kain nonwoven spunbond biasanya di lakukan pengujian *machine direction* (MD) dan *cross-direction* (CD). Pada pembuatan kain nonwoven ini diharapkan:

Tensile strength yaitu MD : 148 N/ 5 cm,
 CD : 132 N / 5 cm (ERT 20.2—89)

Elongation yaitu MD : 66 %
 CD : 72 % (ERT 20.2—89)

Tear strength yaitu MD : 74 N
 CD : 85 N (ERT 70.3—96)

Pada pengujian *Tensile strength* (kekuatan tarik) kain nonwoven spunbond dapat dilakukan antara metode *strip* dan *grab* dan harapan bahan kain spunbond mampu memberikan kekuatan tarik sebesar MD 148 N/5cm, CD 132 N/5 cm. Pada metode *grab*, bagian tengah melintasi lebar kain dijepit dengan *jaws* pada jarak tertentu, tepi-tepi sampel karena melampaui *jaws*. Dalam pengambilan uji standart nonwoven lebar strip kain nonwoven adalah 100 mm dan lebar penjepitan di beberapa bagian kain adalah 25 mm. Kain akan mulur pada kecepatan 100 mm/min (berdasarkan ISO standar) atau 300 mm/ min (berdasarkan ASTM standar) dan jarak pemisahan antara dua klem adalah 200 mm (ISO standart) atau 75 mm (ASTM standar). Pada kain nonwoven biasanya memberikan gaya maximum sebelum pecah. Pada pengujian *strip*, lebar penuh dari kain sampel dijepit antara dua klem. Lebar dari kain strip adalah 50 mm (ISO standar) atau antara 25 mm-50 mm (ASTM standar). Antara perenggangan dan jarak pemisah dari dua klem dalam *test strip* sama seperti pada *grab test*. Jarak pemisahan antara dua klem yaitu 200 mm (ISO standar) atau 75 mm (ASTM standar). Gaya yang

diamati untuk sampel 50 mm tentu saja tidak diamati untuk gaya pada sampel 25 mm.

Pada kekuatan sobek (*tear strength*) yang dimaksud adalah kekuatan bahan terhadap menjalarnya robekan dalam keadaan *tensile* atau gaya. Pemeriksaan kekuatan sobek menggunakan metode Trapezoidal Test. Trapezoidal test dilakukan dengan cara menarik bahan spunbond yang sudah robek dengan pola tertentu menggunakan alat penarik, seperti tensometer. Standart yang digunakan dalam pemeriksaan ialah standart ASTM D 4533. Kekuatan robek yang diharapkan yaitu minimal MD 74 N dan CD 85 N sesuai ERT 70.3-96.

d. *Air permeability*

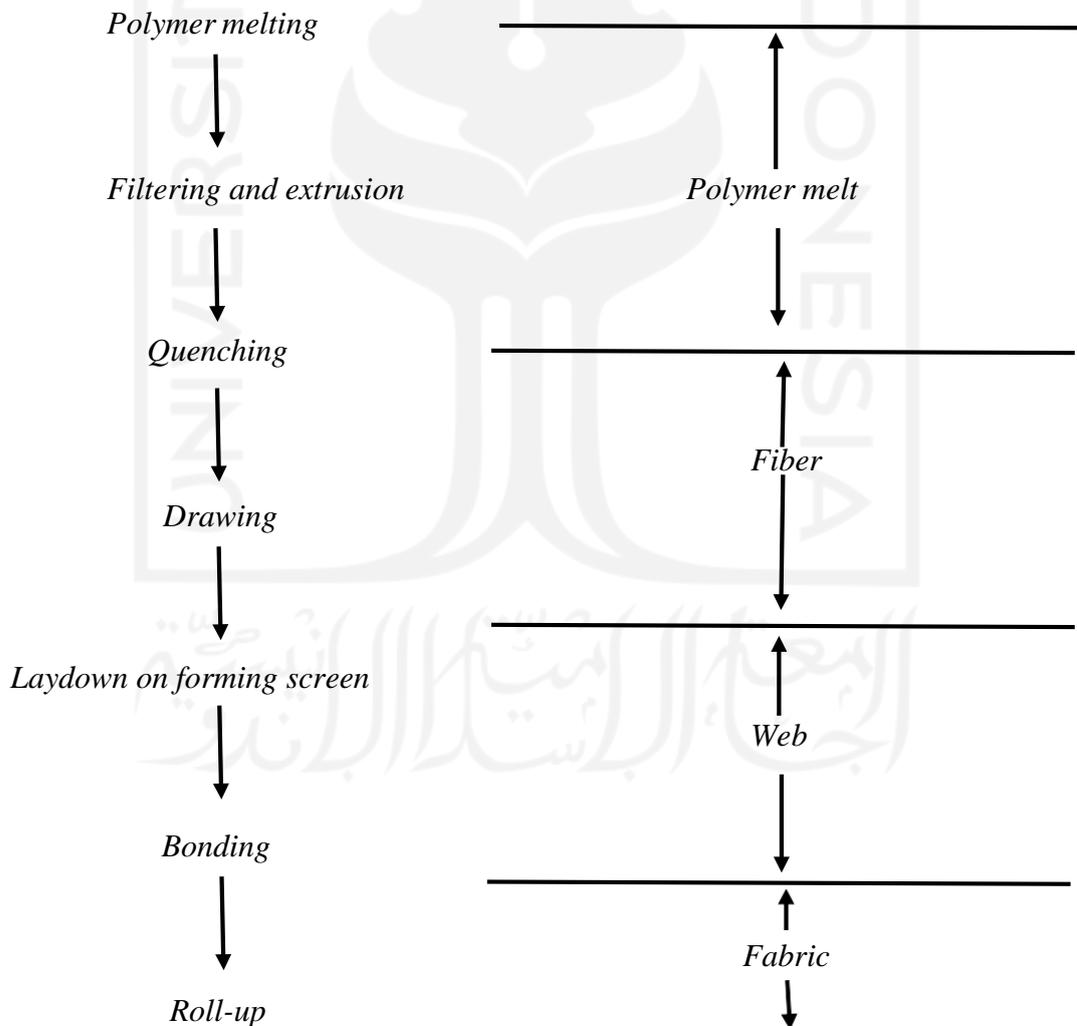
Air permeability merupakan laju aliran udara melalui bahan dibawah tekanan diferensial antara dua permukaan kain. Pada perncangan ini diharapkan *air permeability* kain nonwoven 115 Cm^3/cm^2 .sr berdasarkan ASTM D737-96 & IST 90.1(01).

BAB 3 PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses Kain Nonwoven Spunbond

Dalam pembuatan kain nonwoven spunbond berbahan baku polyester dengan system *thermal bonding* terdiri dari tujuh tahapan, yaitu:

1. Proses *Extrusion*
2. Proses *Filtering*
3. Proses *Drawing*
4. Proses *Web Forming*
5. Proses *Bonding*
6. Proses *Winding*

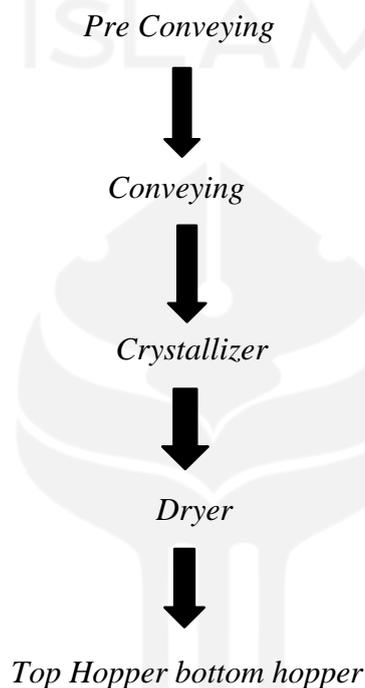


Gambar 3.1 Proses Pembuatan Kain Nonwoven Spunbond

3.1.1 Proses Persiapan Bahan Baku

Agar menjaga kualitas, bahan disimpan dalam tempat penyimpanan yang telah disediakan sebagai tempat penampungan sementara. Kondisi ruang penyimpanan harus disesuaikan agar kualitas bahan tetap terjaga, yakni dengan menyesuaikan suhu sesuai dengan suhu kamar berkisar $21^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ dan *relative humidity* (RH $65\% \pm 2\%$).

Proses persiapan bahan baku meliputi proses pengeringan (*dryer*). Dalam *dryer* menggunakan ADU (*Air Dryer Unit*) dengan hasil udara tekan yang diatur otomatis. Proses aliran chips dalam *dryer* yaitu:



Gambar 3.2 Proses Persiapan Bahan Baku

3.1.1.1 Pre Conveying dan Conveying

Proses penimbangan chips dilakukan sebelum masuk ke proses pemintalan chips yang akan di proses menjadi benang filamen terlebih dahulu diperiksa dilaboratorium. Pemeriksaan dilakukan untuk mengetahui kualitas dari chips yang harus memenuhi standar produksi yang telah ditetapkan. Pemeriksaan ini diharapkan akan memperoleh benang filament yang berkualitas dan seragam. Serta kekurangan atau cacat dari chips dapat diketahui terlebih dahulu. Selanjutnya Proses pengisian chips kedalam silo menggunakan *hous crane* yang kemudian dimasukkan kedalam *chamber* dengan kapasitas 1.8 ton. *Bag chip* biasanya mempunyai berat sekitar 1 ton. Setelah chips masuk kedalam *chamber chips* lalu ditransfer melalui *rotary valve* yang berfungsi mengatur aliran chips

menuju silo yang mempunyai kapasitas bervariasi. Di dalam silo chips akan ditampung sebelum dialirkan ke *feeder*. Kemudian chips ditransfer melewati *rotary valve* menuju feeder dengan bantuan tekanan udara. Chips ditampung dalam *feeder* yang dilengkapi dengan sensor level kemudian turun menuju *crystallizer* yang diatur oleh *rotary valve*.

3.1.1.2 *Crystallizer*

Crystallizer adalah alat yang berfungsi untuk mengurangi kadar air dalam chip, membuat *amorf* chip dan menghilangkan kotoran, debu, serta kulit ari yang menempel pada chip. Sebelum chip masuk mesin *crystallizer* chip ditampung dalam tangki yaitu *feeder*, chip yang berada dalam feeder akan turun ke *crystallizer*, dengan gaya gravitasi dan diatur debitnya oleh air lock. Adapun fungsi *crystallizer*:

a. Menurunkan kadar air

Chips yang dimasukkan ke dalam *crystallizer* masih mempunyai kadar air yang tinggi yaitu 0.3-0.5%. proses ini dilakukan agar kandungan air yang ada di chips turun.

b. Membuat chips menjadi *amorf*

Proses ini dilakukan agar chips nantinya tidak menggumpal/*blocking* dengan cara mengurangi air secara cepat dan sifat elektrostatis pada chips.

c. Membersihkan chips dan kulit arinya serta kotoran yang menempel di chips.

Pada *crystallizer* chips akan dikurangi kadar airnya karena jika kadar air terlalu banyak dalam chips akan menyebabkan chips menjadi polimer cair pada saat ditarik akan terlalu lembek dan dapat mengakibatkan filament mudah putus saat ditarik.

Pengurangan kadar air pada *crystallizer* dilakukan dengan cara menghembuskan udara panas yang sebelumnya dipanaskan oleh *heater*, setelah udara dipanaskan untuk memanaskan chips, temperatur akan berkurang yang memungkinkan chips mengandung debu. Debu pada chips dapat berasal dari pengelupasan permukaan chips yang dipanaskan menjadi berbentuk kristal maka dari itu udara disaring dalam *cyclone*, di mana debu masuk ke dalam drum *cyclone* dan udara yang sudah bersih dihisap kembali oleh *blower* kemudian

dipanaskan di heater dengan temperatur 167.8°C. Apabila tekanan udara panas lebih tinggi maka sebagian akan dibuang ke udara bebas dan sisanya akan masuk kedalam heater untuk pemanasan kembali. Udara yang telah mengalami pemanasan di heater kemudian diteruskan melewati *pulsator* sebelum masuk pada *crystallizer*. *Pulsator* merupakan alat untuk pengatur tekanan udara yang akan dihembuskan di dalam *crystallizer*. Chips akan terurai diudara dengan tujuan chip tidak mudah lengket satu dengan lainnya dan chips akan masuk kedalam pipa dryer.

3.1.1.3 Dryer

Dryer adalah suatu alat yang berfungsi untuk menurunkan kandungan air dalam chips mencapai 10 - 20ppm. Proses di dalam dryer menggunakan ADU (*Air Drying Unit*) atau udara kering yang berfungsi menjaga agar kandungan air dalam chips tetap dibawah 20 ppm. Suhu pada dryer ini dapat mencapai 165 - 170°C. Chips berada dalam *dryer* selama lebih kurang 5 jam untuk mendapatkan moisture sesuai dengan standar yaitu 20 ppm, jika standar moisture chip sudah tercapai maka chip tersebut selanjutnya dialirkan menuju top hopper dengan bantuan *conveying rotary feeder* yang memakai udara kering dari ADU, kemudian dialirkan ke *top hopper* dan *bottom hopper*.

Pada *dryer* ini juga pengambilan sampel untuk melihat kadar air dalam chip harus diperhatikan, karena jangan sampai ada udara luar yang masuk ke dalam sampel. Pengecekan *moisture* chips ini dilakukan di laboratorium. Apabila chips sudah memenuhi standar, maka chip akan dialirkan menuju Top hopper dan dilanjutkan ke *bottom hopper* untuk ditampung sebelum dilanjutkan ke ekstruder. Namun, apabila chips belum memenuhi standar, maka akan dilakukan analisa terlebih dahulu terhadap komponen komponen pendukungnya, seperti suhu pada *dryer* atau *crystallizer*.

Tangki *dryer* dilengkapi dengan sensor yang membagi dalam 4 bagian utama, yaitu:

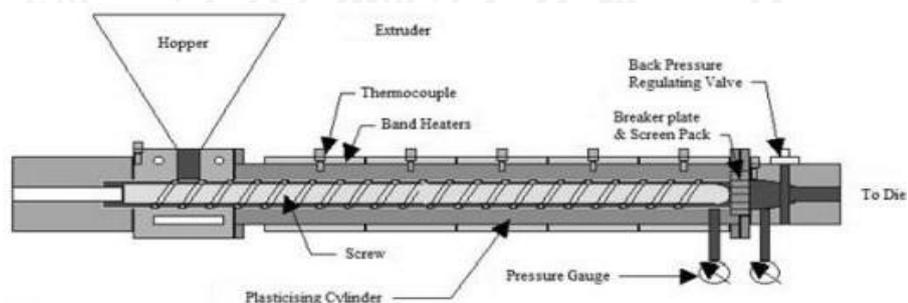
- a. LSHH : *Level Sensor High High*
- b. LSH : *Level Sensor High*
- c. LSL : *Level Sensor Low*
- d. LSLL : *Level Sensor Low Low*

3.1.1.4 *Top hopper dan Bottom hopper*

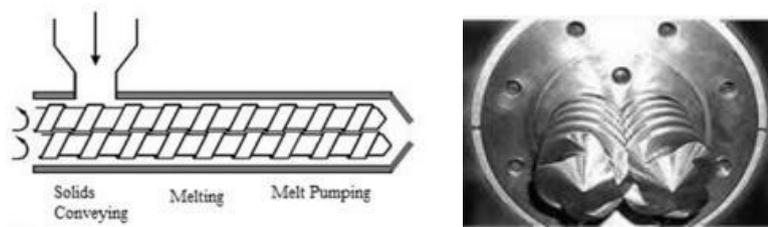
Top hopper dan *bottom hopper* merupakan tangki penampungan chips sementara sebelum chips masuk ke proses *extruder*. Chips yang sudah mengalami proses pengeringan di dalam drayer kemudian ditransfer ke dalam *top hopper*. Dengan adanya gaya gravitasi, chips turun dan masuk pada *rotary feeder* yang akan mengatur seberapa banyak chips yang akan ditransfer. Mekanisme transfer chip sama seperti proses sebelum sebelumnya yaitu "chips-udara-chips-udara-dst", hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya *blocking* di pipa. Chips di dorong dengan udara tekan (*air pressure*) yang bertekanan 2-3bar dan dengan cara *tact scub valve*, 1 dan 2 membuka dan menutup secara bergantian. Chips yang akan masuk pada tangki *top hopper* juga diatur oleh *diverte valve* yaitu suatu sensor untuk mengatur arah chips ke dalam pengisian tangki-tangki *top hopper* secara bergantian. Apabila salah satu tangki *top hopper* telah penuh maka *diverte valve* akan menutup dan di *verte valve* yang satunya akan membuka untuk mengisi tangki yang kosong. Pemindahan chips dari tangki *top hopper* menuju tangki *bottom hopper* juga dilengkapi sensor pengaturan yang letaknya di dalam pipa. Chips-chips ini nantinya akan dilelehkan untuk dibuat menjadi benang di dalam spinning proses.

3.1.2 Proses Extrusion

Proses *extrusion* merupakan tahap spinning pada pembuatan kain nonwoven spunbond meliputi tahap proses chips poliester dilebur dengan pemanasan dan aksi mekanis saat diangkat ke ekstruder. Pada tahap ini polimer poliester dicampur dengan stabilisator untuk memberikan stabilitas leleh pada polimer, aditif, master-batch warna.



Gambar 3.3 Extruder



Gambar 3.4 Screw

Ekstruder terdiri dari sekrup dalam silinder (laras logam). Sekrup membantu memandu leleh leleh secara homogen ke dalam pompa roda gigi melalui filter, biasanya menggunakan sekrup tunggal. Pengekstrusi sekrup tunggal berdiameter 600 mm mampu menghasilkan 29 metrik ton produk per jam, sedangkan pengekrusi sekrup tunggal berdiameter 20 mm yang terkecil memiliki kapasitas keluaran 5 kg/ jam.

Salah satu ujung sekrup dihubungkan melalui bantalan dorong dan kotak roda gigi ke motor penggerak yang memutar sekrup di laras. Ujung lainnya mengambang bebas di laras. Laras terhubung ke *feed throat*, sebuah “*barrel section*” terpisah, dengan lubang yang disebut *feed port*, dan terhubung ke *feed hopper*. Adaptor die biasanya dihubungkan ke ujung ekstruder. *Breaker plate* dan *screen pack* diapit di antara alat ekstrusi dan adaptor cetakan. *Breaker plate* menyediakan segel antara pengekrusi dan cetakan, mengubah gerakan rotasi lelehan (di pengekrusi) menjadi gerakan linier (untuk cetakan), dan mendukung *screen pack*. *Screen pack* menyaring lelehan, dengan demikian mencegah resin yang tidak meleleh, polimer terdegradasi, atau kontaminan lainnya dari menghasilkan cacat pada produk yang diekstrusi dan/atau merusak cetakan.

Pita pemanas listrik dan kipas yang mengelilingi laras membantu membawa ekstruder ke suhu pengoperasian selama *start-up* dan menjaga suhu barel selama pengoperasian. Tekanan pengoperasian biasanya 1-35 MPa (200-5000 psi). Jumlah polimer dalam laras sangat kecil dan karenanya mudah untuk mengubah garis dari satu polimer ke polimer lainnya.

Mekanisme extrusion:

Pelet atau butiran polimer polipropilen diumpankan ke *hopper ekstruder* melalui *feed port*, dan ke *feed throat ekstruder* dengan pengumpanan gravitasi. Pelet kemudian disuplai ke sekrup ekstruder, yang berputar di dalam pemanas. Saat pelet diangkat ke depan di sepanjang dinding panas laras antara penerbangan sekrup, polimer bergerak di sepanjang laras, meleleh karena panas dan gesekan aliran kental dan aksi mekanis antara sekrup dan laras.

Sekrup dibagi menjadi tiga zona yaitu zona umpan, zona transisi, dan zona pengukuran:

1. Zona umpan merupakan zona untuk memanaskan pelet polimer dalam saluran ulir dalam dan membawanya ke zona transisi.
2. Zona transisi memiliki saluran kedalaman yang menurun untuk memampatkan dan menghomogenkan lelehan. Polimer leleh dibuang ke zona pengukuran.
3. Zona pengukuran berfungsi untuk menghasilkan tekanan maksimum untuk memompa polimer cair. Tekanan polimer leleh tertinggi pada titik ini dan dikendalikan oleh breaker plate dengan screen pack yang ditempatkan di dekat pelepasan sekrup. *Screen pack* dan *breaking plate* juga menyaring kotoran dan gumpalan polimer yang tidak meleleh.

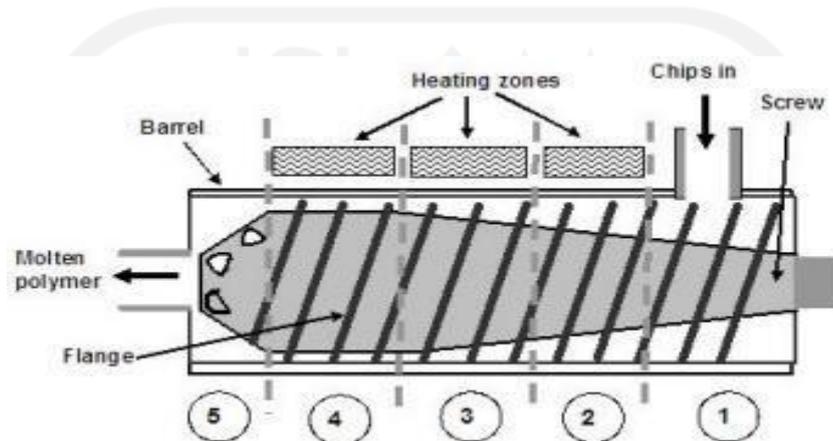
Chips yang berada di dalam tangki *top hopper* dan *bottom hopper* kemudian dialirkan menuju ekstruder untuk dilakukan pelelehan. Proses pelelehan chips di dalam ekstruder menggunakan lima unit heater dengan temperatur berkisar antara 270 °C sampai 280 °C. Di dalam ekstruder chips melewati beberapa zone 1, 2, 3, 4, 5 (daerah) yang mana panas dari daerah tersebut bervariasi sehingga chips meleleh menjadi polymer cair. Adapun pembagian zona temperature di dalam ekstruder.

Tabel 3.1 Zona Temperatur Dalam Extruder

Zona	Suhu	Proses
1	272°C	Persiapan pelelehan
2	276°C	Pelelehan <i>chips</i> menjadi polimer
3	286°C	Pelelehan <i>chips</i> menjadi polimer
4	294°C	Pemberian tekanan pada cairan polimer
5	298°C	<i>Mixing polymer</i>

Chips yang masuk ke dalam ekstruder dengan pemanasan di zona pertama lebih rendah hal ini dikeranakan untuk mengatur jalanya proses pelelehan berjalan kontinyu. Zona pertama digunakan untuk proses persiapan pelelehan, sedangkan zonaselanjutnya zona kelima berfungsi menjaga temperature melting agar tetap stabil.

Penggunaan suhu yang rendah di awal atau zona pertama kondisinya dibawah melt point. Apabila diberikan suhu yang tinggi pada zona petama akan terjadi bloking di pipa dikarenakan proses pelelehan chips harus bertahap pada zona-zona tertentu. Proses berjalannya polimer cair dari masing masing zona digerakan menggunakan screw yang digerakkan oleh motor ekstruder. Screw digunakan untuk mengaduk polimer cair dan mengkompresikannya agar dapat terdorong ke CPF. Gerakan screw yang berputar dan suhu tinggi pada bagian heater, menyebabkan screw mengalami panas.



Gambar 3.5 Skema Pelelehan Chips

3.1.3 Proses Filtering

Pada proses *filtering* ini merupakan proses kelanjutan dari proses *extrusion* yang berada pada zona pengukuran yang menggunakan alat CPF, CPF adalah alat yang berfungsi untuk menyaring polimer apabila ada kotoran yang ada dalam polymer. Filtrasi lelehan polimer penting karena polimer yang tidak difilter dapat menyebabkan masalah seperti menghalangi lubang pemintal atau membuat putusya filament (*break filament*) selain itu filtering dilakukan agar filamen dan kain berkualitas tinggi di samping produksi yang berkelanjutan dan bebas masalah. Saluran ini terdiri dari dua filter, satu sebelum *metering pump* dan lainnya di *spin block*. Polimer cair dibawa ke filter dan partikel asing seperti logam, partikel polimer padat, dan lainnya dipisahkan dari polimer cair. Kemudian dikirim ke *metering pump* yang mempunyai fungsi penting dalam laju aliran volumetrik yang tepat dari polimer cair, *metering pump* harus diisolasi di semua sisi. Lelehan polimer kemudian dipompa ke *spinning block* oleh *metering pump*. Hal yang penting dan perlu diperhatikan setelah polimer meleleh dan mencair yaitu suhu harus dipertahankan untuk perakitan die blok.

Keberadaan uap dowhterm yang berasal dari boiler membuat temperature lelehan stabil dan nantinya lelehan tersebut akan ditampung pada sebuah alat *spinning beam* untuk dialirkan ke *spin pack*. Terbentuknya filament-filament karena adanya gerakan dorongan yang dikendalikan oleh *motor pump*.

3.1.4 Proses Spinning

Dalam proses *melt spinning* ini menggunakan *Spinning block* yang terdiri dari badan *spin block*, *spin pack* dan *spinneret*. *Spin pack* adalah salah satu bagian terpenting dalam unit ekstrusi dan terdiri dari distribusi umpan polimer dan pemintal, *spin pack* biasanya dirancang untuk menahan tekanan bagian dalam 300 dan 400 °C di seluruh pelat cetakan dan suhunya harus seragam. *Spinneret* adalah satu blok logam yang memiliki ribuan lubang yang dibor di atasnya. Beberapa spinneret ditempatkan berdampingan untuk menghasilkan jaring yang lebih lebar. Desain spinneret memengaruhi kualitas web. Panjang lubang tergantung pada tekanan yang diberikan oleh *metering pump*.

Pada bagian *spin pack* terjadi pembentukan filament sesuai dengan jumlah lubang *spinneret* dan bentuk *cross section* yang diinginkan, maka jika ingin merubah settingannya hanya mengganti *spin pack* nya, lelehan dipompa ke *spin pack* di mana lelehan didorong melalui lubang *spinneret* yang sangat kecil dengan jumlah lubang yang beragam. Filament yang akan keluar untuk membentuk benang yang tidak terputus. Filament yang keluar dari lubang *spinneret* cenderung mempunyai partikel polymer yang tidak beraturan maka untuk membentuk molekul polimer yang diperlukan pendinginan berupa hembusan udara dingin (*quenching air*).

3.1.5 Quenching air

Quenching air (udara dingin) atau pendinginan pada benang dengan media udara yang telah diproses digunakan untuk membantu proses pembentukan orientasi molekul pada polymer setelah keluar dari lubang *spinneret* agar diperoleh kualitas benang yang baik. Lelehan yang keluar dari lubang *spinneret* akan ditiup dengan udara pendingin yang telah mengalami proses di *humidity unit* melalui bagian belakang, yaitu melalui screen sebagai penyaring udara yang berada pada bagian belakang chamber unit. Secara garis besar mekanisme pembentukan udara *quenching air* adalah udara bebas yang telah diproses AHU untuk disupplay dalam dumper yang telah diatur debitnya dan disaring untuk menjaga kebersihan udara yang terbawa. Udara akan melewati cooling coil untuk menurunkan kandungannya dan hisap oleh blower, untuk

diteruskan pada heater agar suhunya naik sesuai standart proses. Proses terakhir adalah penyaringan kembali dan siap dihembuskan pada filament. Ketika filamen yang dipancarkan melewati ruang pendinginan, udara dingin diireksikan ke seluruh berkas filamen untuk mendinginkan filamen cair secukupnya untuk menyebabkan pematatan.

Beberapa faktor yang mempengaruhi *quenching air*:

1. *Quantity quenching air* (Jumlah udara pendingin)
2. *Screen quenching air* (Filter udara pendingin)
3. *Flow quenching air* (Aliran udara pendingin)
4. *Temperature quenching air* (Temperatur udara pendingin)
5. *Humadity quenching air* (Kelembaban udara pendingin)

Spesifikasi dari quenching air adalah:

- Temperatur (T) : 19 ± 1 °C
- Tekanan (P) : 0.65 ± 15 Pa
- Kelembaban udara (RH) : 65 ± 5 %



Gambar 3.6 Ruang *Spinning*

Oiling, yaitu bagian yang berfungsi sebagai tempat untuk memberikan oli pada filament. Adapun fungsi dari oli adalah menyatukan dan menghaluskan benang serta untuk mengurangi elektrostatis pada saat filament ditarik. *Oiling* dapat berpengaruh terhadap proses selanjutnya di mana semakin tinggi kadar olinya dapat mengakibatkan proses pewarnaan tidak sesuai dengan yang diinginkan karena permukaannya tertutup oleh oli. Jika kadar olinya rendah dapat mengakibatkan terjadinya *slip* dan mudah putus saat proses penarikan.

3.1.6 Boiler

Boiler adalah alat yang berfungsi untuk memanaskan *dowtherm* menjadi *vapour* (uap) yang dibutuhkan untuk menjaga temperature pada *melting line*, yang mana *dowtherm* berfungsi sebagai media pemanas polimer agar tidak membeku sebelum mengalami proses pemuluran di *chamber* unit, karena *dowtherm* ini akan mencapai titik didih pada temperatur 290 °C sehingga bila dipanaskan pada temperatur dibawah 290 °C tidak akan mengalami penguapan seluruhnya, sedangkan air mendidih pada temperatur 100 °C sehingga bila temperaturnya diatas 100 °C akan menguap seluruhnya. *Downtherm* yang digunakan adalah fluida jenis *therminol VP-1*.

3.1.7 Proses Drawing dan Web Forming

Setelah filamen melalui proses pendinginan selanjutnya filamen melalui proses drawing. Filamen dilewatkan pada saluran tiup utama, yang terletak di bawah blok pemintal, terus-menerus mendinginkan filamen dengan udara yang dikondisikan. Kemudian menuju saluran tiup sekunder, yang terletak di bawah saluran tiup primer, secara terus-menerus memasok udara tambahan pada suhu kamar. Masuk ke ventilator yang beroperasi di sepanjang lebar mesin yang menghasilkan tekanan rendah, menyedot filamen bersama-sama dengan udara campuran turun dari pemintal dan ruang pendinginan. Filamen kontinu disedot melalui venturi (zona tekanan rendah kecepatan tinggi) ke ruang distribusi, tempat mengipasi (*fanning*) dan menjerat (*entangling*) yang menyebabkan filamen tertarik. Kemudian filamen yang terjerat disimpan diatas sabuk jaring penyedot yang bergerak (*moving suctioned mesh belt*) untuk membentuk jaring (*web*).

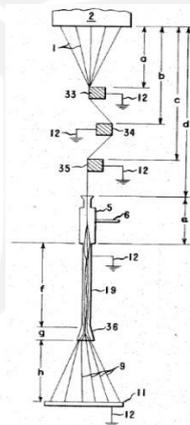
Celah venturi pada mesin memiliki efek penting pada serat yang diletakkan karena perubahan celah mengubah kecepatan udara dan profil udara secara signifikan. diamati bahwa untuk setiap bobot dasar, celah venturi yang lebih kecil menghasilkan jaring yang kurang seragam dibandingkan dengan celah yang lebih besar. dengan celah venturi yang kecil, terdapat tekanan kabin yang lebih tinggi yang memberikan asilasi dan ketidakstabilan yang lebih tinggi pada aliran serat, yang menghasilkan struktur web yang tidak seragam. dengan peningkatan celah venturi, keseragaman jaring meningkat pesat.

Agar jaring memiliki keseragaman dan menutup maksimum, filamen individu harus dipisahkan sebelum mencapai sabuk. Ini dapat dicapai dengan menginduksi muatan elektrostatik ke bundel saat berada di bawah tegangan dan sebelum deposisi.

muatan dapat diinduksi secara triboelektrik atau dengan menerapkan muatan tegangan tinggi. Terbentuknya *web* adalah hasil dari menggosok filamen terhadap permukaan yang konduktif. Muatan elektrostatik pada filamen harus minimal 30.000 esu/m^2 . Sabuk biasanya terbuat dari kawat konduktif yang diarde secara elektrik.

Orientasi filamen pada *web* dipengaruhi oleh turbulensi dalam aliran udara, yang umumnya berfungsi untuk meningkatkan pengacakan atau pemisahan filamen. Namun, bias kecil pada arah mesin biasanya disebabkan oleh beberapa arah yang diberikan oleh sabuk konveyor. Selain itu, menurut Hearle dkk. filamen yang dijatuhkan secara tegak lurus ke atas sabuk bergerak akan membentuk orientasi filamen yang ditentukan berdasarkan sifat-sifat filamen seperti kerapatan linier, kekakuan lentur dan kekakuan torsi, ketinggian titik umpan serta umpan- rasio terhadap sabuk.

Di zona tempat jaring dibuat, filamen menabrak sabuk dengan kecepatan 100 m/menit. Setelah deposisi, sabuk melepaskan filamen bergerak menuju proses *bonding*. Kecepatan sabuk tempat filamen diletakkan dan diangkut sangat penting untuk massa per satuan luas jaringan. Bergantung pada massa per satuan luas, rasio kecepatan *belt* terhadap kecepatan filamen dapat bervariasi dengan mempertimbangkan kemampuan.



Gambar 3.7 Skema Proses Drawing dan Web Forming

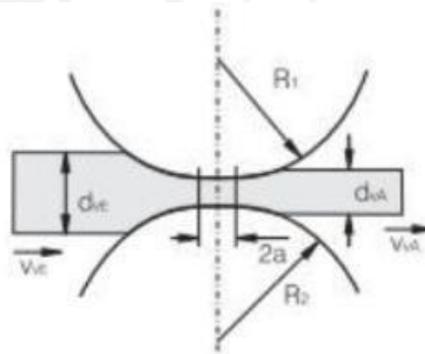
3.1.8 Proses Bonding

Dalam pembuatan kain nonwoven ini menggunakan jenis hot calendaring yaitu area bonding. Proses ini melibatkan penggunaan kalender dengan rol logam panas ditentang oleh kain wol, kapas atau gulungan komposisi khusus. Dua, tiga atau empat kalender rol dapat digunakan, tergantung pada berat jaring yang akan direkatkan dan tingkat ikatan yang diinginkan. Pada perancangan ini menggunakan tiga rol kalender.

Kombinasi pembentukan web dan proses *thermal bonding* dengan mengumpankan web yang terbentuk ke kalender di mana web dipadatkan dalam celah

rol antara dua rol yang digerakkan dan dipanaskan akan dilebur pada titik kontak dalam waktu yang sangat singkat.

Ikatan nonwoven yang dihasilkan dipotong dengan lebar akhir yang diinginkan dan digulung. Tingkat ikatan web dipengaruhi oleh sifat serat seperti kehalusan, panjang, kerutan, perilaku elastisoviskos di bawah kondisi termodinamika dan suhu pelunakan dan lelehnya, massa per unit permukaan dari web yang akan direkatkan, diameter *roller*, tekanan garis di *gap roller*, suhu, kecepatan web, jenis dan bagian ukiran pada permukaan *roller*.



Gambar 3.8 Kondisi Selama Proses Thermal-Bonding

Pada gambar tersebut R_1 , R_2 adalah radius *calendar roller*, ketebalan web pada saat masuk yaitu d_{va} dan ketebalan web saat keluar yaitu v_{ve} , kecepatan web masuk yaitu V_{va} , kecepatan web keluar yaitu $2a$ roller *flaening*.

Ketebalan web tergantung pada massa per unit area dan kepadatan web. Ketika bersentuhan dengan rol yang dipanaskan suhu yang digunakan yaitu $230-260^{\circ}\text{C}$ untuk poliester, ikatan dipadatkan dan pada saat yang sama dipanaskan terjadi perpindahan panas ke ikatan melalui konduktivitas terjadi selama waktu kontak antara rol dan jaring. Sumber panas tersebut berasal dari energy listrik.

Ikatan web melalui kalender secara langsung digabungkan dengan pembentukan web dari serat atau filamen. Jaring yang tidak terikat diumpankan ke kalender oleh konveyor pengangkut dan dililitkan dalam jumlah besar setelah pengikatan termal. Peningkatan kapasitas line dan lebar kerja lebih dari 5 cm menentukan perkembangan teknologi line dengan memperhatikan:

- Panduan web di dalam kalender.
- Konstruksi roller dengan beban celah linier konstan di atas lebar kerja.
- Suhu roller dengan keteguhan suhu $\pm 1^{\circ}\text{C}$ di atas lebarnya.
- Desain ukiran rol sesuai dengan permintaan yang dibuat pada nonwoven.

3.1.9 Proses Penggulungan (Winding)

Proses penggulungan dilakukan setelah semua proses pembuatan kain nonwoven dilalui dan menghasilkan lembaran kain. Tujuan proses ini yaitu untuk menggulung lembaran kain pada sebuah rol, sehingga menjadikan lembaran kain seperti bentuk gulungan.

3.2 Spesifikasi Mesin

Pemilihan mesin merupakan hal yang penting dan tidak dapat dilupakan dalam merancang pabrik. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan hasil produk yang efektif dan efisien. Adapun mesin-mesin yang dipakai untuk proses pembuatan kain nonwoven spunbond sebagai berikut:

1. Dryer

Merk	: Barmag
Buatan	: Germany
Tahun	: 1999
N	: 9.7 rpm
η	: 0.78
γ	: 800 Kg/m ³
V	: 0.0024 m ³

2. Merk

Merk	: RUDRAX
Buatan	: India
Kecepatan	: 15 – 150 meter/menit
Effisiensi	: 98%
Limbah	: 2 %
Kapasitas Produksi	: 225 kg/jam
Fabric Weight	: 10 – 200 g/m ²
Fabric width	: 1,6 m
kehalusan filamen	: \leq 2,3 denier
Daya	: 800 kW



Gambar 3.9 Mesin Spunbond

3.3 Perhitungan Proses Bahan Baku

Rencana pabrik kain nonwoven spunbond menargetkan produksi sebesar 1.600 ton/tahun, dimaksudkan untuk memenuhi permintaan pasar.

$$\begin{aligned}
 \text{Target produksi} &= 1.600 \text{ Ton/tahun} \\
 &= 4,638 \text{ Ton/hari} && (1 \text{ tahun} = 345 \text{ hari}) \\
 &= 0,193 \text{ Ton/jam} && (1 \text{ hari} = 24 \text{ jam})
 \end{aligned}$$

Di mana pabrik nonwoven spunbond akan memproduksi kain dengan spesifikasi,

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Kain} &= 70 \text{ g/m}^2 \\
 \text{lebar kain} &= 1,6 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Maka target produksi dalam meter,

$$\begin{aligned}
 \text{Target produksi} &= \frac{1.600 \text{ ton} \times 1.000.000 \text{ gram/ton}}{70 \text{ g/m}^2 \times 1.6 \text{ m}} = 14.285.714,29 \text{ meter/tahun} \\
 &= \frac{4,638 \text{ ton} \times 1.000.000 \text{ gram/ton}}{70 \text{ g/m}^2 \times 1.6 \text{ m}} = 41.407,867 \text{ meter/hari} \\
 &= \frac{0,193 \text{ ton} \times 1.000.000 \text{ gram/ton}}{70 \text{ g/m}^2 \times 1.6 \text{ m}} = 1.725,328 \text{ meter/jam}
 \end{aligned}$$

3.4 Perhitungan Mesin

1. Unit Dryer

Formula yang digunakan untuk menghitung nilai *throughput*

$$m = n \times \eta \times \gamma \times v \times 60$$

Keterangan:

$$m = \text{Throughput dryer (kg/jam)}$$

n = speed of air lock (rpm)

η = filling degree of the air lock

γ = Bulk density (kg/m³)

v = Air lock volume (m³)

Formula untuk menghitung daya tampung

$$N = (H \times V_1) + V_2$$

Keterangan:

N = jumlah chips dalam tangka

H = level chips (%)

V_1 = berat 0% yaitu berat antara ujung bawah tangki sampai LALL

V_2 = berat 100% yaitu berat antara LAHH-LAHH

Tangki *bottom hopper*

n = 14 rpm

η = 0,78

γ = 800 kg/m³

v = 0,0022 m³

Maka nilai *throughput* tangki *bottom hopper* adalah:

$$\begin{aligned} m &= 14 \text{ rpm} \times 0,78 \times 800 \text{ kg/m}^3 \times 0,0022 \text{ m}^3 \times 60 \text{ menit/jam} \\ &= 1.153,152 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Daya tampung tangki *bottom hopper* adalah

H = 100 %

V_1 = 1.870 kg

V_2 = 1.295 kg

$$\begin{aligned} N &= (1 \times 1.870 \text{ kg}) + 1.295 \text{ kg} \\ &= 3.165 \text{ kg} \end{aligned}$$

Tangki *Top Hopper*

n = 14 rpm

η = 0,78

γ = 800 kg/m³

v = 0,0022 m³

Maka nilai *throughput* tangki *bottom hopper* adalah:

$$m = 14 \text{ rpm} \times 0,78 \times 800 \text{ kg/m}^3 \times 0,0022 \text{ m}^3 \times 60 \text{ menit/jam}$$

$$= 1.153,152 \text{ kg/jam}$$

Daya tampung tangki *bottom hopper* adalah

$$H = 100 \%$$

$$V_1 = 1.870 \text{ kg}$$

$$V_2 = 1.394 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} N &= (1 \times 1.870 \text{ kg}) + 1.394 \text{ kg} \\ &= 3.264 \text{ kg} \end{aligned}$$

Tangki *dryer*

$$n = 9,7 \text{ rpm}$$

$$\eta = 0,78$$

$$\gamma = 800 \text{ kg/m}^3$$

$$v = 0,0024 \text{ m}^3$$

Maka nilai *throughput* tangki *dryer* adalah:

$$\begin{aligned} m &= 9,7 \text{ rpm} \times 0,78 \times 800 \text{ kg/m}^3 \times 0,0024 \text{ m}^3 \\ &= 871,603 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Waktu yang diperlukan chips berada di tangki *dryer* adalah 4 jam, maka dapat dicari daya tampungnya menggunakan formula:

$$N = t \times m$$

Di mana:

N = jumlah chips dalam *dryer* (kg)

t = resident time (jam)

m = jumlah chips yang mengalir dalam mesin per waktu (*throughput*)

sehingga:

$$t = 4 \text{ jam}$$

$$m = 871,603 \text{ kg/jam}$$

$$\begin{aligned} N &= 4 \text{ jam} \times 871,603 \text{ kg/jam} \\ &= 3.486,412 \text{ kg} \end{aligned}$$

Crystallizer Hopper

$$n = 10 \text{ rpm}$$

$$\eta = 0,78$$

$$\gamma = 800 \text{ kg/m}^3$$

$$v = 0,0024 \text{ m}^3$$

Maka nilai *throughput* tangki *crystallizer* adalah:

$$m = 10 \text{ rpm} \times 0,78 \times 800 \text{ kg/m}^3 \times 0,0024 \text{ m}^3 \times 60 \text{ menit/jam}$$

$$= 898,56 \text{ kg/jam}$$

Crystallizer

Waktu yang diperlukan chips berada di tangki *crystallizer* adalah 30 menit (0,5 jam), maka daya tampungnya adalah:

$$t = 0,5 \text{ jam}$$

$$m = 898,56 \text{ kg/jam}$$

$$N = 0,5 \text{ jam} \times 871,603 \text{ kg/jam}$$

$$= 449,28 \text{ kg}$$

Throughput dari *crystallizer* adalah

$$n = 10,3 \text{ rpm}$$

$$\eta = 0,78$$

$$\gamma = 800 \text{ kg/m}^3$$

$$v = 0,0024 \text{ m}^3$$

maka nilai *throughput* tangki *dryer* adalah:

$$m = 10,3 \text{ rpm} \times 0,78 \times 800 \text{ kg/m}^3 \times 0,0024 \text{ m}^3 \times 60 \text{ menit/jam}$$

$$= 825,52 \text{ kg/jam}$$

2. Mesin Spunbond

Kecepatan : 100 meter/menit

Effisiensi : 98%

Limbah : 2 %

Kapasitas Produksi : 225 kg/jam

$$\text{Produksi} = \text{kecepatan} \times 60 \text{ menit} \times \text{effisiensi}$$

$$= 100 \text{ m/menit} \times 60 \text{ menit} \times 0,98$$

$$= 5.880 \text{ m/jam}$$

$$\text{Kebutuhan bahan baku} = \frac{\text{kebutuhan produksi} \times 100}{100 - \text{waste}}$$

$$= 1.725,328 \times \frac{100}{100 - 2}$$

$$= 1.760,539 \text{ m/jam}$$

$$\Sigma \text{Mesin Spunbond} = \frac{\text{kebutuhan bahan baku}}{\text{produksi}}$$

$$= \frac{1.760,539 \text{ m/jam}}{5.880 \text{ m/jam}}$$

$$= 0,299 \approx 1 \text{ mesin}$$

Kebutuhan Chips:

$$= \frac{\text{kapasitas bahan baku}}{\text{produksi}} \times \text{kebutuhan prod.}$$

$$= \frac{225 \text{ kg}}{5.880 \text{ m/jam}} \times 1.725,328 \text{ m}$$

$$= 66,02 \text{ kg/jam}$$



BAB 4

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik merupakan tempat melakukan kegiatan fisik produksi. Pemilihan lokasi pabrik adalah salah satu pertimbangan yang harus diperhatikan, karena dapat mempengaruhi perkembangan pertumbuhan pabrik itu sendiri. Diharapkan pabrik yang didirikan dapat memberikan keuntungan jangka panjang dan kemungkinan untuk perluasan pabrik di masa yang akan datang.

Banyaknya keberadaan pabrik saat ini juga dapat mempengaruhi pola pemilihan lokasi pabrik. Pola trial and error tidak mungkin dilakukan karena kurang efisien baik dari sisi waktu maupun pembiayaan, sehingga kemungkinan dapat bersaing lebih kecil. Oleh karena itu, pemilihan lokasi pabrik ini harus dilakukan dan diputuskan melalui berbagai pertimbangan yang disertai fakta yang kongkrit dan lengkap.

Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam pendirian pabrik, agar dapat mendukung kelancaran operasioanl baik internal maupun eksternal. Pendirian pabrik nonwoven spunbond direncanakan bertempat di Jalan Raya Mangkang, Ngaliyan, Semarang, Jawa Tengah. Adapaun beberapa faktor penentu lokasi pabrik diantaranya:

1. Bahan baku

Lokasi pabrik yang didirikan diharapkan mampu mendapatkan bahan baku dengan mudah secara kontinyu dengan harga yang sesuai. Kita tahu bahwa setiap perusahaan yang melakukan kegiatan produksi tentu memerlukan bahan baku dalam melakukan Proses, Ketersediaan bahan baku ini tentu sangat berperan penting dalam kelancaran proses produksi. Ketiadaan bahan baku akan sangat berpengaruh terhadap perusahaan secara langsung yaitu terhentinya kegiatan proses produksi sehingga mengakibatkan kegiatan-kegiatan lainnya juga terhenti. Hal itu akan mengakibatkan kerugian besar bagi perusahaan.

Kedekatan lokasi pabrik dengan ketersediaannya bahan baku akan menanggulangi beberapa resiko. Resiko-resiko tersebut berhubungan erat dengan waktu pengiriman bahan baku, resiko keterlambatan informasi tentang bahan baku, serta resiko biaya karena jauhnya lokasi bahan baku yang dipergunakan dengan lokasi pabrik. Resiko lain yaitu resiko yang berhubungan dengan angkutan bahan baku seperti kerusakan dalam angkutan, biaya angkutan, kehilangan dalam angkutan, dan lain sebagainya. Semakin

jauh jarak lokasi pabrik dengan sumber bahan baku maka akan semakin besar resiko yang terjadi. Bahan baku perusahaan nonwoven spunbond ini mengambil dari PT. Asia Pasific Fiber.

2. Lokasi pasar

Penempatan pabrik yang dekat dengan potensi pembeli (konsumen) akan memudahkan untuk memenuhi kebutuhan konsumen dan perubahan selera konsumen. Daerah Semarang relatif dekat dengan tujuan pemasaran produk kain spunbond yaitu pabrik pembuatan tas spunbond dan masker medis yang ada di sekitar pulau Jawa, serta mempermudah proses ekspor impor karena tersedianya sarana angkutan yang cukup baik dan memadai di daerah tersebut.

3. Fasilitas transportasi

Kemudahan fasilitas transportasi sangat mendukung efektivitas dan efisiensi kegiatan kerja perusahaan. Sehingga apabila pemilihan lokasi pabrik tidak menunjukkan kelayakan ketersediaan fasilitas transportasi yang baik akan menimbulkan beberapa masalah, seperti masalah pengangkutan bahan baku dan produk jadi serta mobilitas karyawan.

4. Ketersediaan tenaga kerja

Lokasi yang memiliki tenaga kerja terampil dalam industri yang akan dijalankan sangat berpengaruh terhadap kelancaran produksi. Mendatangkan tenaga kerja dari daerah lain yang jauh juga akan meningkatkan biaya dan masalah-masalah yang berkaitan dengan administrasi ketenagakerjaan. Hal-hal yang berkaitan dengan pola pengupahan seperti biaya hidup dan hubungan industri dengan tenaga kerja setempat terutama dengan Serikat Pekerja juga merupakan faktor penting dalam menentukan ketepatan tempat tersebut.

Penentuan lokasi tersebut ditentukan berdasarkan berbagai macam pertimbangan, diantaranya:

- a. Letak yang strategis di Jalan Raya Mangkang, Ngaliyan, Semarang, Jawa Tengah.
- b. Mudah dijangkau dengan segala model transportasi sehingga dapat memperlancar kegiatan perusahaan
- c. Dekat dengan daerah pemasaran dan bahan Baku
- d. Tersedianya sumber listrik yang memadai
- e. Tersedianya sumber air yang memadai

- f. Tersedianya sumber telekomunikasi yang memadai
- g. Mudah mendapatkan tenaga kerja
- h. Jarak dengan pusat kota tidak terlampau jauh
- i. Memungkinkan diadakannya perluasan pabrik dikemudian hari

4.2 Tata Letak Pabrik (*Layout Plant*)

Tata letak pabrik berhubungan erat dengan segala proses perencanaan dan pengaturan letak mesin, peralatan, aliran bahan dan pekerja di masing-masing unit kerja yang ada. Beberapa hal yang dipertimbangkan untuk mendapatkan tata letak pabrik yang baik, diantaranya:

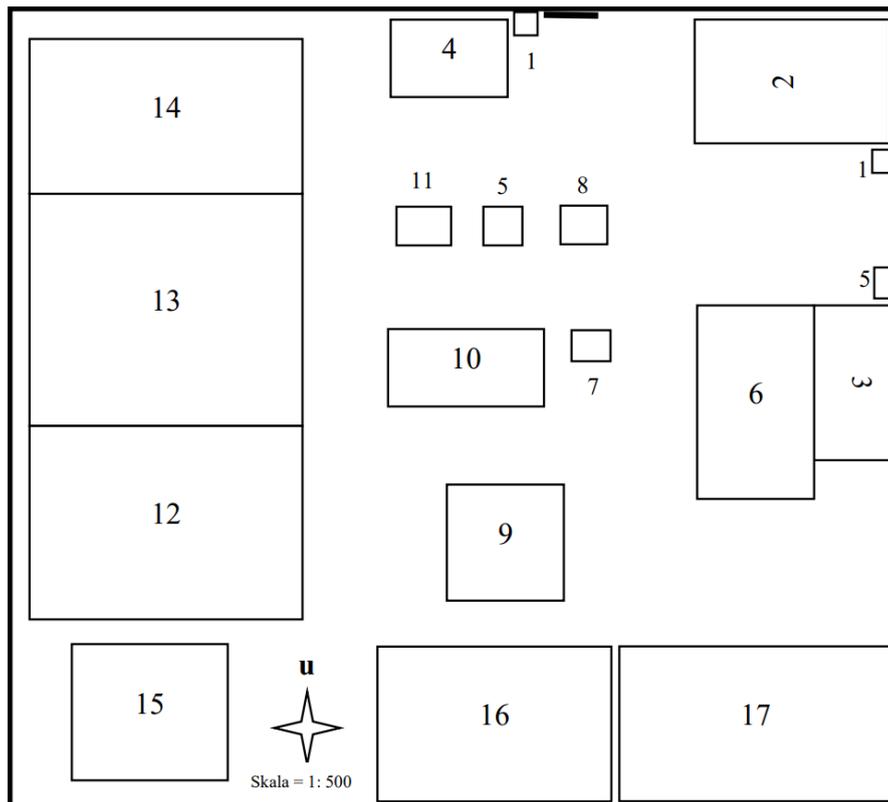
- 1) Pemberian ruang yang cukup luas pada peletakan tiap-tiap alat, agar memudahkan pemeliharaan alat.
- 2) Alat-alat disusun secara berurutan sesuai dengan fungsi masing-masing, sehingga tidak menyulitkan aliran proses.
- 3) Menyediakan alat pemadam kebakaran di setiap daerah pemicu kebakaran.
- 4) Alat kontrol ditempatkan pada posisi yang mudah diawasi oleh operator
- 5) Tersedianya area atau tanah untuk perluasan pabrik.

Pengaturan tata letak pabrik bertujuan untuk menciptakan konstruksi yang efisien, pemeliharaan yang ekonomis, operasional yang baik, dan dapat menimbulkan kesemangatan bekerja serta menjamin keselamatan kerja. Pengaturan pabrik yang optimal akan membeikan kemudahan dalam proses kegiatan perusahaan.

Pengaturan tata letak pabrik yang baik akan memberikan manfaat dalam sistem produksi, antara lain:

- a. Konstruksi yang efisien untuk mengoptimalkan proses produksi
- b. Penghematan dalam menggunakan area (Produksi, gudang, *service*)
- c. Efisien dalam proses pemindahan barang
- d. Menghindari kemacetan dalam proses produksi
- e. Peningkatan pendayagunaan pemakaian mesin, tenaga kerja dan fasilitas produksi sehingga diharapkan dapat menimbulkan kegairahan kerja dan menjamin keselamatan kerja yang tinggi

Gambar tata letak pabrik sebagai berikut:



Gambar 4.1 Tata Letak Pabrik

Keterangan gambar:

- | | | |
|--------------------|--|------------------------|
| 1. Pos Keamanan | 7. Koperasi | 13. Ruang Produksi |
| 2. Parkir Karyawan | 8. Klinik | 14. Ruang Bahan Baku |
| 3. Parkir Direksi | 9. Masjid | 15. Utilitas |
| 4. Parkir Truk | 10. Kantin | 16. Fasilitas Olahraga |
| 5. Taman | 11. Kantor K3 | 17. Mess Karyawan |
| 6. Kantor Utama | 12. Ruang Inspeksi, Pengemasan & Gudang Produk | |

4.2.1 Tata Letak Alat (Site Planning)

Site planning merupakan rencana tata letak peralatan produksi di dalam bangunan pabrik, dimaksudkan untuk memberikan kelancaran dan kesinambungan dalam proses produksi. Adapun tujuan lain diterapkannya *site planning*, diantaranya:

1. Mengatur tata letak untuk menyesuaikan dan melancarkan alur proses produksi yang telah ditentukan.
2. Mengoptimalkan penggunaan ruang.
3. Mengoptimalkan pengawasan proses produksi.
4. Meminimalisir proses perpindahan material.
5. Mengurangi penundaan proses kerja.

6. Memberikan kenyamanan, keselamatan dan keamanan pekerja.

Beberapa hal yang mendasari penentuan *site planning*, antara lain:

1) Jenis produk

Merupakan karakter yang dimiliki oleh suatu produk, didasarkan pada sifat, berat dan alat-alat pendukung yang digunakan dalam proses produksi.

2) Fasilitas pendukung produksi dan karyawan

Fasilitas pendukung produksi biasanya terdiri dari laboratorium, kantor karyawan, ruang mesin-mesin utilitas dan fasilitas untuk karyawan. Hal-hal tersebut perlu diperhatikan untuk memperlancar proses produksi.

3) Peta proses

Peta proses adalah gambar grafik yang menjelaskan setiap operasi dalam proses manufaktur. Peta proses diperlukan sebagai petunjuk pelaksanaan operasi manufaktur dalam sistem produksi.

4) Proses perpindahan produksi

Kelancaran produksi dapat diketahui dengan perpindahan bahan dari proses pertama ke proses selanjutnya. Efisiensi kerja bisa diwujudkan apabila proses perpindahan produksi dari mesin satu ke mesin lain dapat diminimalkan.

4.2.2 Tata Letak Pada Ruang Produksi

Ruang produksi merupakan bagian utama dari pabrik. Ruang produksi berisikan mesin-mesin yang digunakan untuk proses produksi, mulai dari bahan hingga menjadi produk. Ruang produksi terdiri dari beberapa unit ruang seperti ruang bahan baku, ruang proses, ruang inspeksi, ruang pengemasan dan gudang produk.

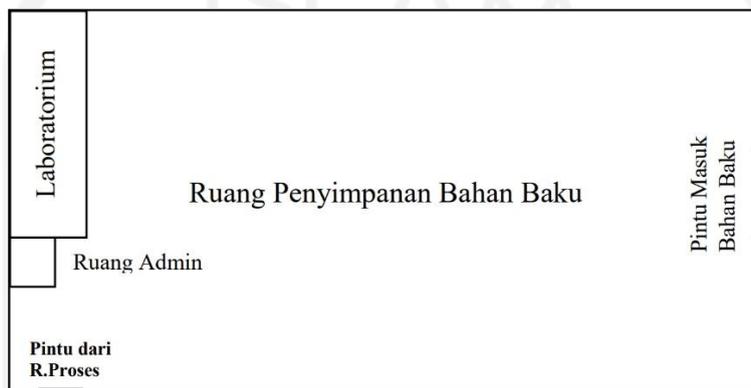
1. Ruang bahan baku

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

Ruang bahan baku digunakan sebagai tempat penerimaan dan penyimpanan bahan baku berupa chip poliester. Ruangan ini diatur dalam keadaan standar untuk pengkondisian serat sebelum diproses lebih lanjut. Ruangan ini juga memiliki laboratorium untuk menguji kualitas bahan baku, selain itu juga memiliki ruang administrasi penerimaan bahan baku.

Tabel 4.1 Pembagian Ruang Bahan Baku

Jenis Ruang	Ukuran (Panjang x Lebar)	Luas (m^2)
Ruang penyimpanan bahan baku	30 x 20	600
Laboratorium	10 x 7	70
Ruang Administrasi	5 x 4	20



Gambar 4.2 Tata Letak Ruang Bahan Baku

2. Ruang proses

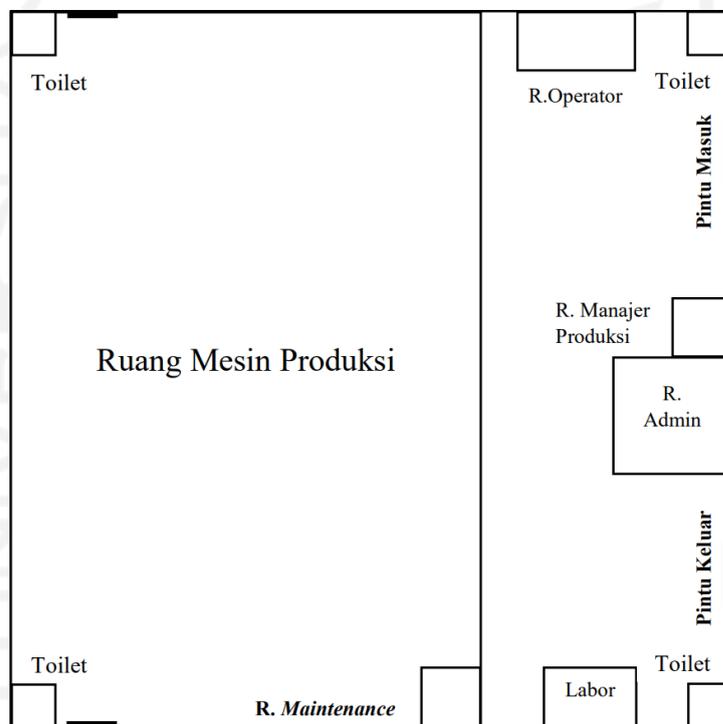
Ukuran: 30 m x 35 m = 1050 m^2

Ruang proses memiliki dua mesin utama yaitu mesin dryer dan mesin Spunbond. Mesin-mesin tersebut diatur dan disusun sesuai dengan alir proses berkelanjutan. Ruang proses juga dilengkapi dengan laboratorium riset pengembangan produk sebagai antisipasi kompetisi produk, serta dilengkapi dengan ruang manajer produksi, ruang administrasi produksi, ruang suku cadang, dan fasilitas pelengkap untuk karyawan. Adapun pembagian dalam ruang proses, yakni:

Tabel 4.2 Pembagian Ruang Proses

Jenis Ruang	Ukuran (Panjang x Lebar)	Luas (m^2)
Kantor manajer produksi	5 x 5	25
Ruang Administrasi Produksi	10 x 10	100
Ruang Operator	10 x 5	50

Jenis Ruang	Ukuran (Panjang x Lebar)	Luas (m^2)
Laboratorium riset	8 x 5	40
Ruang mesin produksi dan pendukung produksi	30 x 20	600
Ruang <i>maintenance</i>	5 x 5	25
Toilet 1 ruang produksi	4 x 4	16
Toilet 2 ruang produksi	4 x 4	16
Toilet 3 ruang produksi	4 x 4	16
Toilet 4 ruang produksi	4 x 4	16



Gambar 4.3Tata Letak Ruang Proses

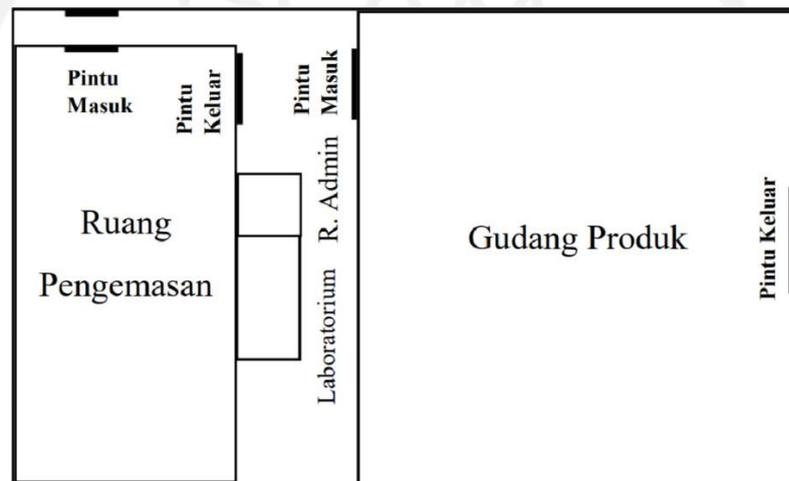
3. Ruang Inspeksi, Pengemasan dan Gudang Produk

Ukuran: 25 m x 35 m = 875 m^2

Ruang ini terdiri dari tiga unit. Unit inspeksi bertujuan mengecek dan mengevaluasi kualitas hasil produksi. Unit pengemasan, mengemas produk hasil produksi yang telah diinspeksi agar teratur dan kualitas tetap terjaga. Unit gudang produk untuk menyimpan produk yang telah dikemas, diatur dalam keadaan standar untuk menjaga dan mempertahankan kualitas produk.

Tabel 4.3 Pembagian Ruang Inspeksi, Pengemasan dan Gudang Produk

Jenis Ruang	Ukura (Panjang x Lebar)	Luas (m^2)
Laboratorium QC	10 x 5	50
Ruang Pengemasan	10 x 20	200
Ruang Administrasi	5 x 5	25
Gudang Produk	20 x 25	500



Gambar 4.4 Tata Letak Ruang Inspeksi, Pengemasan dan Gudang Produk

4.2.3 Tata Letak Ruang Non-Produksi

Tabel 4.4 Pembagian Ruang Non Produksi

Jenis Ruang	Ukuran (Panjang x Lebar)	Luas (m^2)
Kantor Utama	25 x 15	375
Kantor K3	5 x 7	35
Mess Karyawan	35 x 20	700
Masjid	15 x 15	300
Klinik	6 x 5	30
Koperasi	5 x 4	20
Kantin	20 x 10	200
Utilitas	20 x 17.5	350
Fasilitas Olahraga	30 x 20	600
Pos Keamanan 1	3 x 3	9
Pos Keamanan 2	3 x 3	9

Jenis Ruang	Ukuran (Panjang x Lebar)	Luas (m^2)
Parkir Direksi	10 x 20	200
Parkir	25 x 16	400
Parkir Truk	15 x 10	150
Taman 1	5 x 5	25
Taman 2	7 x 5	35

Tabel 4.5 Luas Tanah dan Data Penggunaan Tanah

Luas Tanah	Data Penggunaan Tanah (m^2)
Luas Bangunan	6.063
Luas Jalan	1.250
Area Perluasan	2.687
Total Penggunaan Tanah	10.000

4.3 Utilitas

Unit utilitas dikenal sebagai unit pendukung proses. Kelancaran kegiatan operasional perusahaan didukung oleh kebutuhan utilitas yang baik. Maka semua sarana dan prasarana harus direncanakan sedemikian rupa sehingga dapat menjamin kelangsungan operasi pabrik. Unit utilitas menyangkut beberapa bagian penting, diantaranya:

1. Unit penyedia air
2. Unit penata udara
3. Unit pencegah kebakaran
4. Unit penyedia listrik
5. Unit penyedia bahan bakar
6. Unit perawatan mesin
7. Unit transportasi
8. Unit telekomunikasi

4.3.1 Unit Penyedia Air

Air merupakan salah satu unsur pokok di dalam suatu kegiatan industri baik dalam jumlah besar maupun kecil yang jumlah pemakaiannya tergantung dengan kapasitas produksi dan jenis produksi. Air merupakan salah satu elemen penting di dalam perusahaan nonwoven, digunakan untuk proses produksi dan untuk non produksi. Ketersediaan air untuk pabrik ini berasal dari PDAM karena dinilai lebih efisien dibandingkan dengan membuat sumur bor yang mempunyai beberapa kekurangan seperti kualitas air kurang terjaga dan biaya pembuatannya relatif mahal. Alasan lain menggunakan air PDAM yaitu, kualitas air terjaga, kuantitas air tetap terjaga walaupun pada musin kemarau, dan menggunakan air PDAM dapat menghemat waktu dan tenaga.

Unit ini bertugas sebagai penyedia kebutuhan air perusahaan. Penggunaan air pada industri nonwoven meliputi berbagai macam keperluan. Oleh karena itu, suplai air perlu diperhatikan demi produktivitas perusahaan. Jumlah kebutuhan air yang harus disuplai oleh unit penyediaan air pada pabrik nonwoven meliputi:

1) Air untuk Produksi

Kebutuhan air untuk proses produksi pada proses quenching air dan drawing masing-masing 15.000 liter per hari, yaitu:

$$= 2 \text{ proses} \times 15.000 \text{ liter}$$

$$= 30.000 \text{ liter/hari}$$

Sedangkan untuk boiler konsumsi air sebesar 7.500 liter/hari, sehingga total kebutuhan air untuk produksi sebesar:

$$\text{Kebutuhan air} = 30.000 \text{ liter} + 7.500 \text{ liter}$$

$$= 37.500 \text{ liter/hari}$$

2) Air untuk sanitasi

Air sanitasi biasa digunakan untuk memasak, mandi, mencuci, dan sebagainya. Syarat air yang layak digunakan meliputi syarat fisik, kimia dan biologi. Syarat fisik berarti air yang digunakan tidak memiliki warna, rasa dan bau. Syarat kimia maksudnya air tidak mengandung zat organik dan anorganik, tidak beracun, serta mencapai nilai kesadahan air rendah yakni pH 7. Adapun syarat biologi air adalah tidak mengandung bakteri patogen.

Kebutuhan air untuk sanitasi diasumsikan dalam satu hari menghabiskan air sebanyak 15 liter/orang. Maka kebutuhan air sanitasi dapat dihitung:

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan air} &= \text{jumlah pegawai} \times \text{air yang dibutuhkan} \\ &= 113 \text{ orang} \times 15 \text{ liter/hari} \\ &= 1.695 \text{ liter/hari}\end{aligned}$$

3) Air kebutuhan konsumsi

Kebutuhan air untuk konsumsi, diasumsikan dalam satu hari menghabiskan air sebanyak 3 liter/orang. Maka kebutuhan air untuk konsumsi adalah:

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan air} &= \text{jumlah pegawai} \times \text{kebutuhan air konsumsi/hari} \\ &= 113 \text{ orang} \times 3 \text{ liter/hari} \\ &= 339 \text{ liter/hari}\end{aligned}$$

4) Kebutuhan air untuk masjid

Kebutuhan air untuk masjid, diasumsikan tiap waktu sholat menghabiskan 5 liter/orang tiap harinya, berarti total air yang dibutuhkan adalah 25 liter/orang tiap harinya. Diasumsikan karyawan yang mengerjakan sholat sebanyak 75% dari jumlah keseluruhan karyawan. Maka dapat dihitung air yang dibutuhkan tiap harinya:

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan air} &= 25 \text{ liter} \times 85 \text{ orang} \\ &= 2.125 \text{ liter/hari}\end{aligned}$$

5) Air Hydrant

Kebutuhan air untuk hydrant ini digunakan jika perusahaan dalam keadaan gawat darurat seperti terjadi kebakaran. Pada kondisi darurat air ini akan keluar secara otomatis dari kran-kran yang terpasang. Menurut Ir. Hartono Poerbo M.Arch, 1992 kebutuhan air hidran untuk mengantisipasi apabila terjadi kebakaran diperkirakan mencapai 15.000 liter/hari.

6) Air untuk kebutuhan lain

Air kebutuhan lain dapat digunakan untuk pencucian mobil perusahaan, penyiraman tanaman dan lain sebagainya. Diasumsikan menghabiskan air sebanyak 350 liter tiap harinya.

Dari perhitungan diatas, maka rekapitulasi kebutuhan air per hari secara keseluruhan dapat dilihat pada table 4.6.

Tabel 4.6 Rekapitulasi Kebutuhan Air

No.	Kebutuhan	Jumlah air (liter/hari)
1.	Produksi	37.500
2.	Sanitasi	1.695
3.	Konsumsi	339
4.	Masjid	2.125
5.	Hydrant	15.000
6.	Kebutuhan lainnya	84
Total		57.204

Sehingga kebutuhan air setiap tahunnya adalah

Kebutuhan air = 57.204 liter/hari x 345 hari

= 19.735.380 liter/tahun = 19.735,38 m³/ tahun

4.3.2 Unit Penata Udara

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

1. Mendinginkan udara
2. Mengontrol suhu
3. Mengontrol kelembaban udara
4. Mengontrol kebersihan udara

Ruangan yang dilengkapi dengan fasilitas AC adalah gudang bahan baku, gudang produk, ruang produksi, dan kantor. Spesifikasi AC yang digunakan:

1. Motor suplay air fan

Merk	: Siemen
Type	: ILA 6206-2AA70-200L
Kecepatan	: 975 rpm
Daya	: 5.14 kW
Efisiensi	: 85%
Kapasitas maksimal	: 123 m ²

2. Window type

Merk	: Toshiba
Kekuatan	: 2 PK
Daya	: 1.5 kW
Efisiensi	: 85%
Kapasitas maksimal	: 49 m ²

Untuk ruangan lain digunakan kipas angin, dengan spesifikasi:

3. Kipas Angin

Merk	: Maspion
Daya	: 0.075 kW
Kapasitas maksimal	: 36 m ²

Perhitungan:

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

$$\text{Kebutuhan alat} = \frac{\text{Luas Ruang}}{\text{Kapasitas Max.}}$$

Contoh:

$$\text{Luas ruang bahan baku} = 700 \text{ m}^2$$

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

$$\text{Kebutuhan AC} = \frac{700}{123} = 5,69 \approx 6 \text{ buah}$$

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

Tabel 4.7 Kebutuhan AC (*motor supply air fan*)

Ruang	Luas (m ²)	Jumlah AC
Ruang Bahan Baku	700	6 buah
Ruang Proses	1.050	9 buah
Ruang Inspeksi, Pengemasan dan Gudang Produk	875	7 buah
Utilitas	350	3 buah
Total Kebutuhan AC		25 buah

Tabel 4.8 Kebutuhan AC (window type) di Ruang Produksi

Ruang	Luas (m^2)	Jumlah AC
Laboratorium Raw Material	70	2 buah
Laboratorium Riset	40	1 buah
Laboratorium QC	50	1 buah
Kantor Administrasi Produksi	100	2 buah
Ruang Manajer Produksi	25	1 buah
Ruang Operator	50	1 buah
Total Kebutuhan AC		8 buah

Tabel 4.9 Kebutuhan AC (window type) di Ruang Non Produksi

Ruang	Luas (m^2)	Jumlah AC
Kantor Utama	375	8 buah
Kantor K3	35	1 buah
Klinik	30	1 buah
Total Kebutuhan AC		10 buah

Tabel 4.10 Kebutuhan Kipas Angin

Ruang	Luas (m^2)	Jumlah Kipas
Masjid	300	8 buah
Kantin	200	6 buah
Mess Karyawan	700	20 buah
Pos Keamanan (2 buah)	9	2 buah
Koperasi	20	1 buah
Total Kebutuhan Kipas		37 buah

4.3.3 Unit Pencegahan Kebakaran

Disebuah pabrik ada kemungkinan kebakaran terjadi yang diakibatkan oleh pemicunya. Maka untuk mengantisipasi hal tersebut dipasang alat detektor asap dan hidran. Detektor asap ditempatkan pada ruang penyimpanan bahan baku, ruang

produksi, ruang produk, dan kantor utama. Spesifikasi detektor yang digunakan adalah type WSO-10NA, dengan jangkauan $50 m^2$.

Perhitungan:

Misal luas ruangan $1.050 m^2$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah detektor} &= \frac{\text{Luas Ruang}}{\text{jangkauan Max.}} \\ &= \frac{1.000 m^2}{50 m^2} \\ &= 21 \text{ buah} \end{aligned}$$

Sehingga kebutuhan alat pendeteksi kebakaran disajikan dalam tabel dibawah ini:

Tabel 4.11 Kebutuhan Detektor Asap

Ruang	Luas (m^2)	Jumlah Detektor
Ruang Bahan Baku	700	14
Ruang Proses	1.000	21
Ruang Inspeksi dan Gudang Produk	875	18
Kantor Utama	375	8
Mess Karyawan	700	14
Utilitas	350	7
Kantin	200	4
Total Kebutuhan Detektor		86 buah

Selain detektor kebakaran, perlu adanya pemasangan hidran sebagai sumber air untuk pemadam bila terjadi kebakaran. Tiap hidran dapat menjangkau $250 m^2$. Maka kebutuhan kran hidran dapat dihitung:

Misal luas ruangan $1.050 m^2$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah kran hidran} &= \frac{\text{Luas Ruang}}{\text{jangkauan Max.}} \\ &= \frac{1.000 m^2}{250 m^2} \\ &= 4 \text{ buah} \end{aligned}$$

Jumlah kebutuhan kran hidran disajikan dalam Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Kebutuhan Kran Hidran

Ruang	Luas (m^2)	Jumlah Kran Hidran
Ruang Bahan Baku	700	3 buah
Ruang Proses	1.050	4 buah
Ruang Inspeksi dan Gudang Produk	875	3 buah
Kantor Utama	375	2 buah
Mess Karyawan	700	3 buah
Kantin	200	1 buah
Utilitas	350	1 buah
Taman	60	1 buah
Parkir	400	2 buah
Parkir Direksi	200	1 buah
Parkir Truk	150	1 buah
Total Kebutuhan Kran Hidran		22 buah

4.3.4 Unit Penyedia Listrik

Unit ini bertugas menyediakan listrik untuk kebutuhan pabrik, perkantoran dan ruang lainnya. Pemenuhan kebutuhan listrik harus dapat dilakukan secara kontinu. Pemenuhan listrik pada pabrik ini berasal dari dua sumber, yaitu Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan generator. Generator diperlukan untuk mengantisipasi apabila terjadi pemadaman listrik, sehingga supply listrik tetap stabil dapat terpenuhi.

Kebutuhan listrik dalam pabrik ini dapat dikelompokkan menjadi:

4.3.4.1 Listrik Penerangan

Penerangan diperlukan karena memberikan kenyamanan, ketelitian dalam lingkungan kerja, sehingga produktivitas meningkat. Kebutuhan listrik penerangan dapat dibagi menjadi empat, yaitu:

1. Ruang Produksi

Penerangan di ruang produksi meliputi gudang bahan baku, ruang proses, ruang inspeksi dan gudang produk. Syarat kekuatan sinar pada industri

nonwoven dan woven adalah $40 \text{ lumens/ft}^2 = 430.52 \text{ lumens/m}^2$. Spesifikasi lampu yang digunakan untuk penerangan ruang produksi adalah:

- Jenis lampu : Lampu TL Philips RS 40 watt
- Jenis lumens (ϕ) : 450 lumens/watt
- Sudut sebaran sinar (ω) : 4 sr
- Jarak lampu (r) : 4 meter
- Syarat kuat penerangan : $430.52 \text{ lumens/m}^2$

Perhitungan:

Luas ruang bahan baku : 700 m^2

- Intensitas cahaya (I) $= \frac{\text{arus cahaya}}{\text{sudut sebaran lampu}}$
 $= \frac{40 \times 450}{4}$
 $= 4.500 \text{ cd}$
- Kuat penerangan (E) $= \frac{\text{intensitas cahaya}}{\text{jarak lampu kuadrat (r}^2\text{)}}$
 $= \frac{4500}{16}$
 $= 281,25 \text{ lux}$
- Luas penerangan (A) $= \frac{\text{arus cahaya}}{\text{kuat penerangan}}$
 $= \frac{40 \times 450}{281,25}$
 $= 64 \text{ m}^2$
- Jumlah titik lampu $= \frac{\text{luas ruang bahan baku}}{\text{luas penerangan}}$
 $= \frac{700}{64}$
 $= 10,9375 \approx 11 \text{ titik lampu}$
- Jumlah penerangan seluruhnya = luas ruangan x syarat kuat penerangan
 $= 700 \text{ m}^2 \times 430,52 \text{ lumens/m}^2$
 $= 301.364 \text{ lumens}$

Maka tiap titik lampu membutuhkan kuat penerangan sebesar:

- Kuat penerangan titik lampu $= \frac{\Sigma \text{penerangan seluruhnya}}{\Sigma \text{titik lampu}}$
 $= \frac{301.175}{11}$
 $= 27.396,73 \text{ lumens}$

Sehingga,

- Daya titik lampu = $\frac{\text{penerangan tiap titik lampu} \times \text{daya lampu}}{\text{arus cahaya}}$
 $= \frac{27.396,73}{40 \times 450} \times 40 \text{ watt}$
 $= 60,88 \text{ watt}$

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

$$= 24 \text{ jam} \times 11 \text{ titik lampu} \times 60,88 \text{ watt} \times 0.8$$

$$= 12.857,86 \text{ watt/jam}$$

$$= 12,8578 \text{ kWh}$$

$$\text{Penggunaan daya listrik tiap bulan} = 12,8578 \text{ kWh} \times 30 \text{ hari}$$

$$= 385,734 \text{ kWh}$$

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

Tabel 4.13 Perencanaan Kebutuhan Listrik Penerangan Ruang Produksi

Ruang	Luas (m ²)	Σ Titik Lampu	Penerangan (lumens)	Daya Lampu (watt)	Pemakaian /hari (KWh)	Pemakaian /bulan (KWh)
Ruang Bahan Baku	700	11	27.396,73	60,84	12,8494	385,482
Ruang Proses	1.050	17	26.590,94	59,09	19,29	578.609
Ruang Inspeksi & Gudang Produk	875	14	26.907,50	59,79	16,0727	482,182
Jumlah Total Daya						1.446,273

2. Ruang Non-Produksi I

Ruang yang termasuk dalam ruang non produksi I adalah ruang yang tidak berkaitan langsung dengan proses produksi. Spesifikasi lampu yang digunakan untuk ruang non produksi I adalah:

- Jenis lampu : Lampu TL Philips RS 30 watt
- Jenis lumens (ϕ) : 450 lumens/watt
- Sudut sebaran sinar (ω) : 4 sr
- Jarak lampu (r) : 3 meter
- Syarat kuat penerangan : 322.92 lumens/ m^2 atau 30 lumens/ ft^2

Perhitungan:

Luas kantor utama : 375 m^2

- Intensitas cahaya (I) $= \frac{\text{arus cahaya}}{\text{sudut sebaran lampu}}$
 $= \frac{30 \times 450}{4}$
 $= 3.375 \text{ cd}$
- Kuat penerangan (E) $= \frac{\text{intensitas cahaya}}{\text{jarak lampu kuadrat (r}^2\text{)}}$
 $= \frac{3.375}{9}$
 $= 375 \text{ lux}$
- Luas penerangan (A) $= \frac{\text{arus cahaya}}{\text{kuat penerangan}}$
 $= \frac{30 \times 450}{375}$
 $= 36 \text{ m}^2$
- Jumlah titik lampu $= \frac{\text{luas kantor utama}}{\text{luas penerangan}}$
 $= \frac{375}{36}$
 $= 10,4167 \approx 11 \text{ titik lampu}$
- Jumlah penerangan seluruhnya = luas ruangan x syarat kuat penerangan
 $= 375 \text{ m}^2 \times 322,92 \text{ lumens/m}^2$
 $= 121.095 \text{ lumens}$

Maka tiap titik lampu membutuhkan kuat penerangan sebesar:

- Kuat penerangan titik lampu $= \frac{\Sigma \text{penerangan seluruhnya}}{\Sigma \text{titik lampu}}$
 $= \frac{121.095}{11}$
 $= 11.008,64 \text{ lumens}$

Sehingga,

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

$$= \frac{11.008,64}{30 \times 450} \times 30 \text{ watt}$$

$$= 24,46 \text{ watt}$$

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

$$= 12 \text{ jam} \times 11 \text{ titik lampu} \times 24,46 \text{ watt} \times 0.8$$

$$= 2.582,976 \text{ watt/jam}$$

$$= 2,5829 \text{ kWh}$$

$$\text{Penggunaan daya listrik tiap bulan} = 2,5829 \text{ kWh} \times 30 \text{ hari}$$

$$= 77,487 \text{ kWh}$$

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

Tabel 4.14 Perencanaan Kebutuhan Listrik Penerangan Ruang Non-Produksi I

Ruang	Luas (m ²)	Σ Titik Lampu	Penerangan (lumens)	Daya Lampu (watt)	Pemakaian /hari (KWh)	Pemakaian /bulan (KWh)
Kantor Utama	375	11	11.008,64	24,46	2,5829	77,487
Mess Karyawan	700	20	11.302,20	25,12	4,8222	144,668
Masjid	300	9	10.764,00	23,92	2,0667	62,001
Kantin	200	6	10.764,00	23,92	1,3778	41,334
Klinik	30	1	9.687,60	21,53	0,2067	6,200
Utilitas	350	10	11.302,20	25,12	2,4115	72,345
Kantor K3	35	1	11.302,20	25,12	0,2412	7,236
Jumlah Total Daya						411,271

3. Ruang Non-Produksi II

Ruang yang dikategorikan dalam ruang non produksi II antara lain parkir, taman, pos satpam, koperasi, dan lainnya. Spesifikasi lampu yang digunakan:

- Jenis lampu : Lampu TL Philips RS 10 watt
- Jenis lumens (φ) : 450 lumens/watt

- Sudut sebaran sinar (ω) : 4 sr
- Jarak lampu (r) : 4 meter
- Syarat kuat penerangan : 322.92 lumens/ m^2 atau 30 lumens/ ft^2

Perhitungan:

Luas parkir : 300 m^2

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

$$= \frac{10 \times 450}{4}$$

$$= 1.125 \text{ cd}$$
- Kuat penerangan (E) = $\frac{\text{intensitas cahaya}}{\text{jarak lampu kuadrat (r}^2\text{)}}$

$$= \frac{1.125}{16}$$

$$= 70,31 \text{ lux}$$
- Luas penerangan (A) = $\frac{\text{arus cahaya}}{\text{kuat penerangan}}$

$$= \frac{10 \times 450}{70,31}$$

$$= 64 \text{ m}^2$$
- Jumlah titik lampu = $\frac{\text{luas parkir}}{\text{luas penerangan}}$

$$= \frac{300}{64}$$

$$= 4,687 \approx 5 \text{ titik lampu}$$
- Jumlah penerangan seluruhnya = luas ruangan x syarat kuat penerangan

$$= 300 \text{ m}^2 \times 322,92 \text{ lumens/m}^2$$

$$= 96.876 \text{ lumens}$$

Maka tiap titik lampu membutuhkan kuat penerangan sebesar:

- Kuat penerangan titik lampu = $\frac{\Sigma \text{penerangan seluruhnya}}{\Sigma \text{titik lampu}}$

$$= \frac{96.876}{5}$$

$$= 19.375,20 \text{ lumens}$$

Sehingga,

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

$$= \frac{19.375,20}{10 \times 450} \times 10 \text{ watt}$$

$$= 43,056 \text{ watt}$$

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

$$= 12 \text{ jam} \times 5 \text{ titik lampu} \times 43,056 \text{ watt} \times 0.8$$

$$= 2.066,688 \text{ watt/jam}$$

$$= 2,0667 \text{ kWh}$$

$$\text{Penggunaan daya listrik tiap bulan} = 2,0667 \text{ kWh} \times 30 \text{ hari}$$

$$= 62,001 \text{ kWh}$$

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

Tabel 4.15 Perencanaan Kebutuhan Listrik Penerangan Ruang Non-Produksi II

Ruang	Luas (m ²)	Σ Titik Lampu	Penerangan (lumens)	Daya Lampu (watt)	Pemakaian /hari (KWh)	Pemakaian /bulan (KWh)
Parkir	400	7	18.452,57	41,01	2,7559	82,677
Parkir Direksi	200	4	16.146,00	35,88	1,3778	41,334
Parkir Truk	150	3	16.146,00	35,88	1,3778	41,334
Fasilitas Olahraga	600	10	19.375,00	43,06	2,0667	62,001
Koperasi	20	1	6.458,40	14,35	0,1377	4,133
Taman I	25	1	8.073,00	17,94	0,2400	7,200
Taman II	35	1	11.302,20	25,12	0,3360	10,080
Pos Keamanan I	9	1	2.906,28	6,46	0,0620	1,860
Pos Keamanan II	9	1	2.906,28	6,46	0,0620	1,860
Jumlah Total Daya						252,479

4. Penerangan Lingkungan Pabrik

Spesifikasi lampu yang digunakan sebagai berikut:

- Jenis lampu : Lampu Philips Mercury ML 250 Watt

- Kuat penerangan (\emptyset) : 9000 lumens/Watt
- Sudut sebaran sinar (ω) : 4 sr
- jarak lampu (r) : 5 meter
- Luas Jalan : 1.250 m^2
- Syarat penerangan : 10 lumens/ $ft^2 \approx 107,64$ lumens/ m^2

Maka penentuan intensitas cahaya, kuat penerangan, dan luas penerangan dihitung dengan menggunakan formula berikut:

- Intensitas cahaya (I) $= \frac{\text{ arus cahaya}}{\text{ sudut sebaran lampu}}$
 $= \frac{9000}{4}$
 $= 2.250$ cd

- Kuat penerangan (E) $= \frac{\text{ intensitas cahaya}}{\text{ jarak lampu kuadrat (r}^2\text{)}}$
 $= \frac{2.250}{25}$
 $= 90$ lux

- Luas penerangan (A) $= \frac{\text{ arus cahaya}}{\text{ kuat penerangan}}$
 $= \frac{9000}{90}$
 $= 100$ m^2

- Jumlah titik lampu $= \frac{\text{ luas jalan}}{\text{ luas penerangan}}$
 $= \frac{1.250}{100}$
 $= 12,5 \approx 13$ titik lampu

- Jumlah penerangan seluruhnya = luas jalan x syarat kuat penerangan
 $= 1.250$ m^2 x 107,64 lumens/ m^2
 $= 134.550$ lumens

Maka tiap titik lampu membutuhkan kuat penerangan sebesar:

- Kuat penerangan titik lampu $= \frac{\Sigma \text{ penerangan seluruhnya}}{\Sigma \text{ titik lampu}}$
 $= \frac{134.550}{13}$
 $= 10.350$ lumens

Sehingga,

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

$$= \frac{10.350}{9000} \times 250 \text{ watt}$$

$$= 287,5 \text{ watt}$$

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

$$= 12 \text{ jam} \times 13 \text{ titik lampu} \times 287,5 \text{ watt} \times 0.8$$

$$= 35.880 \text{ watt/jam}$$

$$= 35,88 \text{ kWh}$$

$$\text{Penggunaan daya listrik tiap bulan} = 35,88 \text{ kWh} \times 30 \text{ hari}$$

$$= 1.076,4 \text{ kWh}$$

4.3.4.2 Listrik Mesin Produksi

Mesin produksi dioperasikan menggunakan tenaga listrik yang bersumber dari PLN dan generator bila terjadi pemadaman listrik. kebutuhan listrik untuk mesin produksi disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4.16 Kebutuhan Listrik Mesin Produksi

Mesin	Jumlah Mesin	Daya/Mesin (KWh)	Daya (KWh)
<i>Air pressure chips charing hopper</i>	1	18,7	18,7
<i>Air Pressure wet chips silo</i>	1	15,4	15,4
<i>Cryztalizer heater</i>	1	20	20
Motor Penggerak <i>blower</i>	1	11	11
<i>Drayer heater</i>	1	338	338
<i>Air pressure drayer</i>		18,7	18,7
<i>Air pressure top hopper</i>	1	13,1	13,1
<i>Air pressure bottom hopper</i>	1	13,1	13,1
<i>Spunbond Machine</i>	1	800	800
Total Kebutuhan Listrik			1.248

Apabila waktu pengoperasian mesin selama 24 jam, maka kebutuhan Listrik untuk mesin produksi selama 1 bulan adalah

$$= 1.248 \text{ KWh} \times 24 \text{ jam}$$

$$= 29.952 \text{ KW/hari} \times 30 \text{ hari}$$

$$= 898.560 \text{ KW/bulan}$$

4.3.4.3 Listrik Peralatan Laboratorium

Alat-alat yang digunakan untuk pengujian di laboratorium juga memerlukan tenaga listrik, alat-alat tersebut antara lain:

Tabel 4.17 Kebutuhan Listrik Peralatan Laboratorium

Jenis Alat	Jumlah Alat	Daya/Alat (KWh)	Daya (KWh)
<i>Automatic Viscometer</i>	1	1,0	1,0
<i>UV Lamp</i>	2	4	8,0
<i>Heating Mantle</i>	1	0,3	0,3
<i>Ash Content</i>	1	2	2
<i>Tensometer</i>	1	0,5	0,5
Alat Uji Robek	1	0,1	0,1
<i>Digital Weighting</i>	2	0,5	0,5
<i>Mullen Bursting Test</i>	1	0,12	0,12
<i>Conductivity Moisture</i>	1	0,8	0,8
Mesin Uji Coblos	1	0,5	0,5
<i>Air Permeability Instrument</i>	1	0,7	0,7
Total Kebutuhan Listrik			14,52

Apabila waktu pengoperasian alat diasumsikan 12 jam, maka kebutuhan Listrik untuk alat laboratorium selama 1 bulan adalah

$$= 14,52 \text{ KWh} \times 12 \text{ jam}$$

$$= 174,24 \text{ KW/hari} \times 30 \text{ hari}$$

$$= 5.227,2 \text{ KW/bulan}$$

4.3.4.4 Listrik Penata Udara

Listrik yang digunakan untuk mengoperasikan penata udara dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kebutuhan listrik} = \text{jumlah alat} \times \text{effisiensi} \times \text{waktu menyala} \times \text{daya}$$

Perhitungan:

1. Ruang produksi (*AC motor supply air fan*)

$$\text{Kebutuhan listrik} = \text{jumlah alat} \times \text{effisiensi} \times \text{waktu menyala} \times \text{daya}$$

$$= 25 \times 0,85 \times 24 \times 5,14 \text{ kWh}$$

$$= 2.621,4 \text{ kWh}$$

2. Ruang produksi (*AC window type*)

$$\text{Kebutuhan listrik} = \text{jumlah alat} \times \text{effisiensi} \times \text{waktu menyala} \times \text{daya}$$

$$= 8 \times 0,85 \times 24 \times 1,5 \text{ kWh}$$

$$= 244,8 \text{ kWh}$$

3. Ruang non produksi (*AC window type*)

$$\text{Kebutuhan listrik} = \text{jumlah alat} \times \text{effisiensi} \times \text{waktu menyala} \times \text{daya}$$

$$= 10 \times 0,85 \times 12 \times 1,5 \text{ kWh}$$

$$= 153 \text{ kWh}$$

4. Kipas angin

$$\text{Kebutuhan listrik} = \text{jumlah alat} \times \text{effisiensi} \times \text{waktu menyala} \times \text{daya}$$

$$= 37 \times 1 \times 12 \times 0,075 \text{ kWh}$$

$$= 33,3 \text{ kWh}$$

Total kebutuhan listrik untuk penata udara selama sebulan adalah:

$$= (2.621,4 + 244,8 + 153 + 33,3) \text{ kWh} \times 30$$

$$= 91.575 \text{ kWh}$$

4.3.4.5 Listrik Kebutuhan Lainnya

Disamping kebutuhan listrik yang telah didapatkan sebelumnya, terdapat beberapa alat yang juga memerlukan tenaga listrik, antara lain:

Tabel 4.18 Kebutuhan Listrik Lainnya

Jenis Alat	Jumlah	Daya/Alat (KWh)	Daya (KWh)
Komputer	41 buah	0,42	17,22
<i>Printer</i>	22 buah	0,15	3,3
Mesin <i>Photocopy</i>	2 buah	1,2	2,4
Mesin Faks	4 buah	0,2	0,8
Total Kebutuhan Listrik			23,72

Apabila waktu pengoperasian alat diasumsikan selama 12 jam, maka kebutuhan listrik lainnya selama 1 bulan adalah

$$= 23,72 \text{ KWh} \times 12 \text{ jam}$$

$$= 284,64 \text{ KW/hari} \times 30 \text{ hari}$$

= 8.539,2 KW/bulan

Secara keseluruhan kebutuhan listrik yang diperlukan selama satu bulan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.19 Kebutuhan Listrik Seluruhnya Selama Sebulan

No	Kebutuhan Listrik	Daya (KWh)
1.	Listrik Penerangan:	
	▪ Ruang Produksi	1.446,273
	▪ Ruang Non Produksi I	411,271
	▪ Ruang Non Produksi II	252,479
	▪ Lingkungan Pabrik	1.076,4
2.	Mesin Produksi	898,56
3.	Alat Laboratorium	5.227,2
4.	Penata Udara	91.575
5.	Kebutuhan Lainnya	8.539,2
Total Kebutuhan Listrik		1.007.087,82

4.3.5 Unit Penyedia Bahan Bakar

Bahan bakar disediakan untuk memenuhi kebutuhan generator sebagai antisipasi apabila terjadi pemadaman listrik serta untuk bahan bakar alat transportasi. Bahan bakar yang digunakan adalah solar.

Perhitungan:

1. Generator

Spesifikasi dari generator yang digunakan:

Merk : Catepillar
Jenis : Generator Diesel
Daya Output : 15.000 KW
Efisiensi : 85%
Jenis Bahan Bakar : Solar
Nilai Pembakaran : 8700 kcal/kg
Berat Jenis : 0,870 kg/l

Kebutuhan daya untuk mesin-mesin produksi dan penerangan bagian produksi terbesar:

$$= (29.952 \text{ KW} + 50,6236 \text{ KW})$$

$$= 30.002,6232 \text{ KW}$$

$$\text{Daya input Generator} = \frac{\text{Daya output generator}}{\text{Efisiensi}}$$

$$= \frac{15.000 \text{ KW}}{0,85}$$

$$= 17.647,058 \text{ KW}$$

$$\text{Daya output Generator/hari} = 17.647,058 \text{ KW} \times 860 \text{ kcl/KW}$$

$$= 15.176.469,9 \text{ Kcal}$$

$$\text{Kebutuhan bahan bakar/hari} = \frac{\text{Daya output generator}}{\text{nilai pembakaran solar}}$$

$$= \frac{15.176.469,9 \text{ kcal}}{8700 \text{ kcal/kg}}$$

$$= 1.744,422 \text{ Kg}$$

$$\text{Kebutuhan solar/hari} = \frac{\text{kebutuhan solar (kg)}}{\text{berat jenis solar}}$$

$$= \frac{1.744,422 \text{ Kg}}{0,870 \text{ kg/l}}$$

$$= 2.005,083 \text{ liter/ hari}$$

$$= 83,545 \text{ liter/jam}$$

Diperkirakan listrik dari PLN padam 5 jam tiap bulan, sehingga kebutuhan solar untuk generator cadangan per bulan adalah:

$$= 5 \text{ jam} \times 83,545 \text{ liter/jam}$$

$$= 417,725 \text{ liter/bulan} \times 12 \text{ bulan}$$

$$= 5012,7 \text{ liter / Tahun}$$

2. Sarana Transportasi

Beberapa kebutuhan bahan bakar untuk sarana transportasi adalah sebagai berikut:

Tabel 4.20 Kebutuhan Solar untuk Sarana Transportasi

Jenis Sarana	Jumlah Sarana	Asumsi Kebutuhan/Hari (liter)	Kebutuhan/Hari (liter)
Forklift	2 buah	15	30
Bus Karyawan	1 buah	50	50

Jenis Sarana	Jumlah Sarana	Asumsi Kebutuhan/Hari (liter)	Kebutuhan/Hari (liter)
Mobil Kantor	2 buah	25	50
Truk	3 buah	50	150
Total Kebutuhan Solar			280

Kebutuhan solar untuk sarana transportasi setiap bulan adalah:

$$= 280 \text{ liter/hari} \times 30 \text{ hari}$$

$$= 8.400 \text{ liter/bulan}$$

Sehingga, kebutuhan bahan bakar solar keseluruhan selama sebulan adalah:

$$= (417,725 + 8.400) \text{ liter/bulan}$$

$$= 8.817,725 \text{ liter/bulan}$$

3. Boiler

Therminol VP-1 yang dibutuhkan boiler untuk proses pemanasan pada *extrusion* adalah 2.500 liter/hari. Sehingga kebutuhan per tahunnya adalah :

$$= 250 \text{ liter} \times 345 \text{ hari}$$

$$= 862.50 \text{ liter/tahun}$$

Dimana densitas therminol VP-1 pada temperatur 280°C adalah 838 kg/m³ , sehingga 1 ton metrik therminol = 1.193 liter. Maka kebutuhan therminol dalam ton adalah :

$$= \frac{2.500}{1.193} = 2,095 \text{ ton/hari}$$

$$= 72,967 \text{ ton/tahun}$$

4.3.6 Unit Perawatan Mesin

Unit ini bertugas merawat semua peralatan pabrik, mulai dari skala kecil sampai skala besar serta turun mesin. Kegiatan perawatan yang dilakukan dalam suatu perusahaan dibedakan menjadi dua macam, yakni:

1. *Preventive maintenance*

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

2. *Corrective maintenance*

Suatu kegiatan perawatan dan pemeliharaan setelah terjadinya kerusakan dan kelainan pada fasilitas atau peralatan, sehingga mengakibatkan peralatan atau fasilitas tersebut tidak berfungsi dengan baik.

Maka dari itu, untuk menghindari terjadinya kerusakan fatal pada mesin, perlu diadakan pemeliharaan dan perawatan mesin. Adapun beberapa tahapan perawatan dan pemeliharaan mesin, yaitu:

- a. Pembersihan
- b. Pelumasan
- c. Pengecekan
- d. Penyetingan
- e. Perbaikan
- f. Penggantian suku cadang
- g. Modifikasi

Dalam memelihara dan merawat fasilitas maupun peralatan mesin, dapat digolongkan menjadi beberapa bagian, antara lain:

1) Pemeliharaan harian

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

2) Penjadwalan pemeliharaan

Kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang terjadwal secara rutin, bertujuan untuk mengecek keadaan fasilitas atau peralatan mesin. Bagian-bagian yang kendur dikencangkan, memeriksa keadaan alat yang rusak, atau hilang komponennya.

3) Pemeliharaan bongkar pasang

Bila mesin telah beroperasi kurang lebih selama 5 tahun, sebaiknya diadakan pemeriksaan secara keseluruhan terutama pada rangkaian vital. Mengganti peralatan yang aus atau rusak, sehingga mesin menjadi awet dan dapat bekerja efisien. Melakukan pelumasan secara selektif dan berkala juga penting dilakukan. Hal ini bertujuan untuk menjaga performa mesin dan menghemat biaya pemeliharaan.

4) Pembersihan mesin

Pembersihan mesin dilakukan untuk menghindari berkurangnya performa mesin dan juga untuk menghindari kerusakan mesin secara berkala. Maka dari itu penting juga melakukan pembersihan mesin.

4.3.7 Unit Penyedia Transportasi

Salah satu penunjang kelancaran proses produksi adalah transportasi. Transportasi dibutuhkan pada saat proses produksi maupun saat proses distribusi bahan baku dan produk. Sarana transportasi yang digunakan, diantaranya:

1. *Forklift*

Berfungsi mengangkat material-material berat saat proses produksi. Forklift yang digunakan sebanyak dua buah, untuk ruang bahan baku dan gudang produk.

2. Truk

Truk digunakan untuk transportasi pengangkutan bahan baku dan distribusi produk kepada konsumen.

3. Mobil Kantor

Mobil kantor termasuk aset pabrik yang digunakan untuk keperluan kantor.

4. Bus karyawan

Diadakan dengan tujuan meningkatkan produktivitas karyawan.

5. Kereta dorong

Digunakan untuk mengangkat material-material bahan maupun produk.

4.3.8 Unit Penyedia Telekomunikasi

Unit telekomunikasi diperlukan untuk memperlancar kegiatan komunikasi dalam perusahaan maupun dengan pihak luar perusahaan. Sarana telekomunikasi yang digunakan, antara lain:

1. Airphone 100

Digunakan untuk komunikasi antar bagian-bagian pabrik

2. Telepon dan Faksimili

Sebagai sarana komunikasi dengan pihak luar perusahaan. Anggaran pemakaian diperkirakan sebesar Rp.500.000,-/bulan.

3. Internet

Sebagai sarana penunjang untuk memudahkan komunikasi dengan para relasi perusahaan. Pengeluaran biaya diperkirakan sebesar Rp.1.000.000,-/bulan.

4.4 Organisasi Perusahaan

4.4.1 Bentuk Perusahaan

Rincian bentuk perusahaan yang diterapkan pada perancangan pabrik kain nonwoven spunbond ini yaitu:

1. Bentuk perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)
2. Jenis usaha : Industri tekstil kain nonwoven spunbond
3. Lokasi : Jalan Raya Mangkang, Ngaliyan, Semarang, Jawa Tengah.
4. Luas Tanah : 10.000 m²
5. Luas Bangunan : 6.063 m²
6. Kapasitas Produksi : 1.600 ton/ tahun

4.4.2 Badan Usaha

Badan usaha yang direncanakan akan dibentuk pada tugas akhir perancangan pabrik kain nonwoven spunbond ini yaitu Perseroan Terbatas (PT). badan usaha PT adalah jenis suatu badan usaha yang mempunyai kekayaan dan hak memiliki, ditandai dengan kepemilikan saham. Penetapan bentuk perusahaan Perseroan Terbatas (PT) didasarkan dengan beberapa pertimbangan sebagai berikut:

Perseroan Terbatas adalah suatu badan hukum serta memiliki kekayaan sendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi para pemegang saham sehingga dapat mengurangi terjadinya resiko sepihak.

Organisasi perusahaan dalam bentuk PT memungkinkan kemudahan dalam memperoleh modal. Hal ini dikarenakan jumlah keseluruhan saham dapat dibagi-bagi dalam pecahan kecil, sehingga dapat menarik investor dari berbagai kelas. Modal yang digunakan untuk pendirian perusahaan ini diperoleh dari penjualan saham kepada satu maupun beberapa investor serta dana dari pinjaman bank. Penggunaan dana dari hasil penjualan saham dan pinjaman bank adalah untuk menghindari dominasi pembagian laba secara sepihak kepada penanam modal, kerana dalam jangka panjang akan menghambat berkembangnya perusahaan.

4.4.3 Struktur Organisasi

Sistem organisasi digunakan agar roda perusahaan dapat bergerak secara efektif dan efisien, karena setiap komponen dalam perusahaan dapat berfungsi secara optimal. Struktur organisasi perusahaan ialah sebuah garis hierarki (bertingkat) yang mendiskripsikan komponen-komponen yang menyusun perusahaan, di mana setiap individu (sumber daya manusia) yang berada dalam lingkup perusahaan tersebut memiliki posisi dan fungsi masing-masing. Hal ini dimaksudkan agar:

1. Kinerja perusahaan dapat berjalan dengan baik dan optimal.
2. Sistem birokrasi perusahaan yang ramping dan efisien.
3. Mampu mengatasi semua permasalahan dengan tepat, cepat, dan tuntas.
4. Tidak adanya tumpang tindih kewenangan.
5. Adanya kejelasan tanggung jawab dan tugas masing-masing individu.

Dengan beberapa pertimbangan tersebut, struktur organisasi yang digunakan pada perancangan pabrik ini adalah line dan staff. Struktur organisasi tersebut dibuat sehingga unit-unit yang ada dapat melaksanakan tugas dan wewenang dan bertanggung jawab.

4.4.4 Tugas dan Wewenang

Pada system pembagian tugas berdasarkan wewenang dapat memudahkan dalam menyelesaikan tugas dan pekerjaan yang menjadi tanggung jawab setiap anggota organisasi dalam perusahaan. Berikut adalah penjelasan mengenai tugas dan wewenang dari masing-masing anggota perusahaan.

4.4.4.1 Pemegang saham

Pemegang saham terdiri dari beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan beroperasinya perusahaan. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk perseroan terbatas adalah rapat umum pemegang saham. Pada rapat umum tersebut, para pemegang saham:

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris dan Direktur Utama.
2. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

4.4.4.2 Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari para pemilik saham. Dewan Komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik perusahaan. Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi:

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahan pemasaran.
2. Mengawasi tugas-tugas direksi.
3. Membantu direksi dalam hal yang sangat penting.

4.4.4.3 Direktur Utama

Direktur Utama atau disebut juga Presiden Direktur adalah pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya atas maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab secara langsung kepada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan.

Tugas Direktur Utama yaitu:

1. Melaksanakan kebijaksanaan perusahaan dan mempertanggung jawabkan pekerjaannya pada pemegang saham di akhir masa jabatannya.
2. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan menjalin hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen dan karyawan.
3. Mengangkat dan memberhentikan Direktur Perusahaan dengan persetujuan rapat pemegang saham.
4. Merumuskan kebijakan umum perusahaan dalam pelaksanaan operasional secara umum.
5. Mengarahkan dan mengawasi perusahaan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
6. Mengesahkan pengeluaran modal dan pembagian keuntungan atas persetujuan pemegang saham.
7. Menolak atau menyetujui rencana pelaksanaan operasional perusahaan yang dijalankan oleh direktur perusahaan.
8. Memberikan laporan pertanggung jawaban berkaitan dengan keseluruhan kegiatan operasional maupun non operasional kepada dewan komisaris dan pemegang saham.

4.4.4.4 Direktur Perusahaan

Direktur perusahaan merupakan pelaksana dari kebijakan umum dengan mengimplementasikan menjadi kebijakan strategis perusahaan. Direktur perusahaan dipilih dan disahkan oleh dewan komisaris. Bertugas memimpin dan mengkoordinasi pelaksanaan kebijakan strategis perusahaan oleh masing-masing bagian. Adapun tugas dan wewenang direktur perusahaan secara rinci:

1. Bertanggung jawab kepada presiden direktur.
2. Melaksanakan dan mengarahkan kegiatan perusahaan agar sesuai dengan keputusan dewan komisaris.
3. Memberikan laporan pertanggung jawaban berkaitan dengan kegiatan operasional perusahaan kepada presiden direktur dan dewan komisaris.
4. Berhak mengangkat dan memberhentikan staff dibawahnya.

4.4.4.5 Manager Produksi

Manajer produksi bertugas menjaga kelancaran kegiatan proses produksi. Adapun rincian tugas dan wewenang manajer produksi yaitu:

1. Bertanggung jawab kepada direktur perusahaan.
2. Memimpin langsung jalannya proses produksi.
3. Bertanggung jawab atas perencanaan dan pelaksanaan proses produksi.
4. Merumuskan kebijakan teknik operasional pabrik.
5. Mengawasi kesinambungan operasional pabrik.
6. Menerima rencana pelaksanaan kegiatan operasional secara keseluruhan dari direktur perusahaan.
7. Memberikan laporan pertanggung jawaban mengenai jalannya proses produksi kepada direktur perusahaan.

4.4.4.6 Manajer Administrasi

Manajer administrasi bertugas mengelola bagian administrasi baik kepegawaian, perusahaan, keuangan serta pemasaran. Adapun penjabaran mengenai tugas dan wewenang manajer administrasi yaitu:

1. Bertanggung jawab kepada direktur perusahaan.
2. Mengelola administrasi kepegawaian dan perusahaan.
3. Melakukan perencanaan dan pengelolaan sumber daya manusia, serta perencanaan keamanan dan keselamatan kerja di seluruh pabrik.

4. Melakukan perencanaan dalam melakukan terobosan-terobosan agar produk dapat terjual
5. Mengelola secara tepat strategi pemasaran yang telah dirumuskan oleh direktur perusahaan serta mengimplemetasikannya secara berkesinambungan.
6. Memberikan laporan pertanggung jawaban mengenai pengelolaan administrasi, keuangan dan pemasaran kepada direktur perusahaan.

4.4.4.7 Kepala Departemen

Tugas dan wewenang dari kepala departemen yaitu:

1. Bertanggung jawab kepada manajer.
2. Bertanggung jawab mengawasi dan melaksanakan sesuai tugas masing-masing departemennya.
3. Menerjemahkan rencana atau strategi kerja kepada staffnya.
4. Membuat laporan pertanggung jawaban mengenai tugas yang telah dilaksanakan.

4.4.4.8 Supervisor

Tugas dan wewenang supervisor dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Bertanggung jawab kepada kepala departemen.
2. Menjabarkan perencanaan strategi operasional kerja kepada staff produksi.
3. Mengawasi pelaksanaan operasional kerja.
4. Memantau kelancaran proses produksi dan bertanggung jawab atas mesin produksi yang digunakan.
5. Membuat laporan pertanggung jawaban mengenai hasil kerja.

4.4.4.9 Staff Produksi

Staff Produksi memiliki tugas menjalankan produksi sesuai rencana produksi yang telah ditentukan. Dan melaporkan pertanggung jawaban hasil produksi kepada supervisor.

4.4.4.10 Staff Utilitas

Bertugas mengatur dan mengawasi proses yang berkaitan dengan utilitas pabrik, meliputi kebutuhan air, listrik dan bahan bakar. Bertanggung jawab memberikan laporan kepada manajer produksi.

4.4.4.11 Staff PPIC

Staff PPIC bertugas memonitoring memastikan berjalannya rencana proses produksi sesuai dengan pesanan dari bagian pemasaran dan menyusun perencanaan produksi sesuai pesanan konsumen. Menyusun rencana pengadaan bahan atas dasar *forecast* dari pemasaran. Bertanggung jawab memberikan laporan kepada manajer produksi.

4.4.4.12 Laboran

Laboran bertugas melakukan pengujian kain hasil produksi.

4.4.4.13 Maintenance

Maintenance bertugas mengawasi dan memperbaiki jika terjadi kerusakan mesin dan berkoordinasi dengan kepala bidang.

4.4.5 Sistem Ketenagakerjaan

Karyawan merupakan salah satu faktor penunjang kemajuan perusahaan. Maka loyalitas dan kedisiplinan karyawan perlu dijaga dan dikembangkan. Hubungan yang baik dan harmonis antar karyawan dan perusahaan akan meningkatkan produktivitas kerja karyawan, sehingga dapat meningkatkan produktivitas perusahaan. Hubungan tersebut dapat tercipta bila ada komunikasi yang baik serta pemberian fasilitas kepada karyawan secara layak. Mulai dari sistem penggajian hingga penyediaan fasilitas pendukung lainnya. Berikut beberapa hal yang berkaitan dengan ketenaga kerjaan:

4.4.5.1 Status Karyawan

Dalam upaya memberikan kenyamanan dan keadilan terhadap karyawan, maka dalam perusahaan mengenal adanya status karyawan. Posisi yang tinggi diberikan kepada karyawan yang mempunyai loyalitas dan jejang pendidikan tinggi sesuai permintaan perusahaan. Ada dua status dalam suatu perusahaan, yaitu:

1. Karyawan tetap

Karyawan tetap merupakan karyawan yang diangkat serta diberhentikan oleh direksi melalui surat keputusan (SK) yang sebelumnya harus menempuh beberapa tes, masa pelatihan juga harus mematuhi segala peraturan dan perjanjian perusahaan.

2. Karyawan tidak tetap

Karyawan tidak tetap maksudnya adalah karyawan yang bekerja menurut

perjanjian sementara atau bekerja dalam jangka waktu tertentu.

4.4.5.2 Jam Kerja Karyawan

Pabrik kain nonwoven spunbond direncanakan beroperasi 24 jam, dengan efisiensi kerja selama 21 jam tiap harinya. Pembagian kerja dilakukan dengan cara *shift*, dibagi menjadi tiga *shift* tiap harinya. Ada dua macam pembagian kerja, yaitu:

1. Kelompok kerja *shift*

Kelompok kerja *shift* terdiri dari pekerja langsung yaitu pekerja yang langsung menangani produksi biasanya berhubungan langsung dengan alat produksi. Dalam satu hari dibagi menjadi tiga *shift*, tiap *shift* bekerja selama 8 jam. Pembagian kerja *shift*:

- a. *Shift* I : 07.00-15.00
- b. *Shift* II : 15.00-23.00
- c. *Shift* III : 23.00 -07.00

Pembagian jam istirahat:

- a. *Shift* I : 12.00 – 13.00
- b. *Shift* II : 18.00 -19.00
- c. *Shift* III : 04.00 – 05.00

Jadwal kerja *shift* dilakukan secara bergiliran, berlaku bagi karyawan unit produksi. Kegiatan produksi diliburkan pada libur hari raya. Pembagian kerja karyawan dibagi menjadi tiga grup. Setiap grup bekerja sesuai dengan waktu antar *shift* dalam satu minggu. Setiap *shift* memiliki regu kerja yang beranggotakan supervisor yang bertugas, kepala shift, operator, dan karyawan maintenance. Pengaturan grup dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.21 Pembagian Shift Grup Kerja Karyawan Unit Produksi

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

Keterangan:

A : grup kerja I

B : grup kerja II

C : grup kerja III

Pergantian waktu *shift* dilakukan seminggu sekali yang bertujuan agar karyawan tidak mengalami kejenuhan dalam bekerja. Untuk *shift* pagi ditetapkan waktu istirahat pada pukul 12.00 – 13.00 WIB, jam istirahat pada hari jumat ditambah satu jam untuk melaksanakan ibadah sholat jumat dari pukul 11.30-12.30 WIB.

Tabel 4.22 Pergantian Waktu Shift Kerja Karyawan Produksi

Minggu	Grup kerja I	Grup kerja II	Grup kerja III
Pertama	Pagi	Siang	Malam
Kedua	Siang	Malam	Pagi
Ketiga	Malam	Pagi	Siang
Keempat	Pagi	Siang	Malam

Sedangkan untuk pembagian *shift* kerja untuk petugas keamanan (satpam) adalah sebagai berikut:

- a. *Shift* I : 06.00-14.00
 - b. *Shift* II : 14.00-22.00
 - c. *Shift* III : 22.00-06.00
2. Kelompok kerja non *shift*

Kelompok ini terdiri dari pekerja tidak langsung yang bekerja dalam manajemen serta administrasi dan lainnya. Waktu kerja karyawan kelompok ini dimulai dari jam 08.00 – 16.00 WIB, dengan waktu istirahat selama satu jam dari jam 12.00-13.00 menggunakan system enam hari kerja, libur pada hari minggu dan hari besar yang telah ditetapkan pemerintah.

4.4.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah dan Gaji Karyawan

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

berlaku. Kenaikan jabatan dapat berdasarkan kemampuan, masa kerja dan jenjang pendidikan yang ditempuh oleh seorang karyawan.

4.4.6.1 Perincian Tenaga Kerja

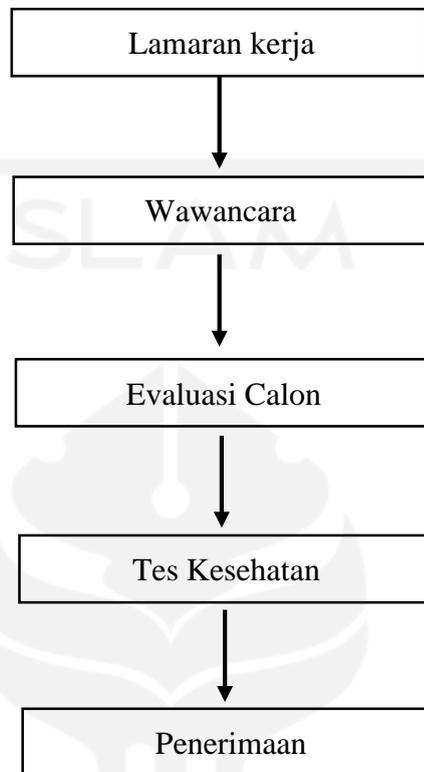
Berdasarkan tingkat kedudukan, gaji, dan jenjang pendidikan dalam organisasi serta pengalaman kerja, maka tenaga kerja dapat digolongkan menjadi penggolongan tenaga kerja berdasarkan golongan, jabatan dan jenjang Pendidikan.

Tabel 4.23 Perincian Tenaga Kerja

No	Jabatan	Jenjang Pendidikan	Jumlah
1	Presiden Direktur	S2-S3	1
2	Direktur Perusahaan	S2-S3	1
3	Sekretaris Direktur Perusahaan	S1	1
4	Manajer	S1-S2	2
5	Kepala departemen	S1-S2	6
6	Supervisor	S1	3
7	Staff Produksi	SMA-D3	30
8	Staff Utilitas	SMA-D3	9
9	Staff <i>PPIC</i>	SMA-D3	3
10	Staff administrasi dan karyawan kantor	SMA-S1	20
11	Laboran	D3 Teknik Tekstil/ SMK	6
12	Sopir	SMA	5
13	<i>Cleaning service</i>	SMA	8
14	Satpam	Pelatihan Satpam	12
15	<i>Office boy</i>	SMA	3
16	Perawat	D3 Akper	3

4.4.6.2 Rekuirtmen Karyawan

Untuk meningkatkan kestabilan produksi, perusahaan memperkerjakan karyawan yang berpendidikan disesuaikan dengan jabatan. Oleh karena itu perusahaan melakukan rekuirtmen karyawan dengan mekanisme berikut:



Gambar 4.5 Mekanisme Rekrutmen Karyawan

Setelah proses rekuirtmen selesai, maka dapat digolongkan sesuai keahlian masing-masing karyawan.

4.4.6.3 Sistem Upah Karyawan

System upah karyawan pada perusahaan ini berbeda-beda tergantung pada kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Pembagian upah karyawan dilakukan pada setiap tanggal 1 perbulan. Untuk UMR Kabupaten Semarang sebesar Rp. 1.800.000,-.

Tabel 4.24 Rincian Upah Karyawan Berdasarkan Jabatan

No	Jabatan	Jenjang Pendidikan	Jumlah	Gaji/bulan (Rupiah)
1	Presiden Direktur	S2-S3	1	30.000.000
2	Direktur Perusahaan	S2-S3	1	20.000.000

No	Jabatan	Jenjang Pendidikan	Jumlah	Gaji/bulan (Rupiah)
3	Sekretaris Direktur Perusahaan	S1	1	4.000.000
4	Manajer	S1-S2	2	15.000.000
5	Kepala departemen	S1-S2	6	10.000.000
6	Supervisor	S1	3	7.000.000
7	Staff Produksi	SMA-D3	30	3.300.000
8	Staff Utilitas	SMA-D3	9	3.300.000
9	Staff PPIC	SMA-D3	3	3.300.000
10	Staff administrasi dan karyawan kantor	SMA-S1	20	3.500.000
11	Laboran	D3 Teknik Tekstil/ SMK	6	3.500.000
12	Sopir	SMA	5	2.800.000
13	Cleaning service	SMA	8	2.800.000
14	Satpam	Pelatihan Satpam	12	3.000.000
15	Office boy	SMA	3	2.800.000
16	Perawat	D3 Akper	3	3.500.000

4.4.7 Fasilitas Karyawan

Perusahaan memberikan berbagai fasilitas kepada karyawan untuk memenuhi kebutuhan karyawan selama bekerja. Dengan tujuan memberikan kenyamanan sehingga karyawan dapat bekerja secara optimal. Beberapa fasilitas yang diberikan, antara lain:

1. Kantin

Keberadaan kantin diperlukan sebagai tempat makan, dan dapat digunakan sebagai tempat istirahat karyawan.

2. Kesehatan

Jaminan untuk dapat bekerja dengan kondisi optimal bagi karyawan merupakan kewajiban yang dipenuhi oleh manajemen perusahaan. Penyediaan fasilitas klinik

kesehatan adalah salah satu bentuk perhatian manajemen perusahaan terhadap karyawan.

3. Olahraga

Untuk menyalurkan bakat potensial karyawan dan untuk menghilangkan rasa penat dalam bekerja, maka diperlukan fasilitas olahraga bagi karyawan.

4. Pakaian kerja

Untuk mengurangi kesenjangan antar karyawan, maka perusahaan memberikan seragam atau pakaian kerja yang digunakan pada saat bekerja.

5. Koperasi

Dalam mempermudah karyawan dalam hal simpan-pinjam. Selain itu dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan karyawan, mulai dari kebutuhan sehari-hari, kebutuhan rumah tangga dan lainnya.

6. Bonus prestasi

Merupakan uang intensif yang diberikan kepada karyawan yang berprestasi atau berjasa kepada perusahaan.

7. Tunjangan hari raya (THR)

Diberikan setiap tahun menjelang hari raya idul fitri. Besaran yang diberikan adalah jumlah satu kali gaji pokok.

8. Jamsostek

Merupakan asuransi pertanggung jiwa kesehatan dan kecelakaan, serta tabungan hari tua.

9. Masjid dan kegiatan kerohanian

Sebagai sarana beribadah yang beraa dilingkungan pabrik.

10. Transportasi

Sarana yang digunakan untuk mempermudah mobilitas karyawan dan meningkatkan keisiplinana kerja karyawan.

11. Cuti tahunan

Diberikan kepada karyawan selama 12 hari kerja dalam satu tahun.

12. Cuti melahirkan

Karyawan wanita yang akan melahirkan iberikan hak cuti selama tiga bujlan. Pemberian gaji tetap dilakukan ddengan ketentuan jarak kelahiran anak pertama dan kedua minimal dua tahun.

4.4.8 Keamanan, Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Untuk mencegah kecelakaan di lantai produksi perusahaan menyediakan alat Perlindungan diri (APD) untuk para karyawan, antara lain:

1. *Ear Plug*, untuk lkasi penentuan yang memiliki tingkat kebisingan tinggi.
2. Masker, digunakan oleh seluruh karyawan yang berada di lantai produksi khususnya dengan intensitas debu yang tinggi.
3. Sarung tangan, digunakan oleh karyawan yang menangani mesin dengan efek panas.
4. *Safety shoes*, digunakan oleh karyawan khusus perbaikan mesin (*maintenance*).
5. Topi, untuk identitas karyawan dan menjaga kerapian rambut.
6. Helmet, alat pelindung diri untuk melindungi bagian kepala dari runtuh material berat dan beresiko.

Untuk menentukan alat pelindung diri (APD) yang wajib digunakan oleh setiap karyawan dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

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

Human error sering mengakibatkan terjadinya kecelakaan kerja oleh karyawan bagian produksi. Tindakan yang dapat dilakukan dengan membawa korban kecelakaan kerja ke klinik untuk mendapatkan penanganan yang tepat. Untuk kecelakaan dengan luka parah akan dirujuk ke rumah sakit yang menyediakan BPJS. Adapun jaminan kesehatan yang akan diberikan oleh pabrik yang sedang dirancang sebagai berikut: Jaminan Kematian (JK), Jaminan Kesehatan Kerja (JKK), Jaminan Hari Tua (JHT), dan Jaminan Pensiun (JP).

4.5 Evaluasi Ekonomi

Untuk usaha membangun citra, eksistensi pabrik kain nonwoven spunbond, maka pada perancangan ini ditetapkan pelaksanaan konsep pemasaran yang optimal beserta evaluasi ekonominya.

4.5.1 Analisis Perencanaan

Analisis pemasaran produk kain nonwoven spunbond didasarkan pada strategi berikut:

1. Analisis Pemasaran

Dilakukan dengan cara menjalin kerjasama dengan produsen dan penyuplai bahan baku berupa chips poliester, melakukan pembelian dalam jumlah besar. Selain itu menjalin kerjasama dengan asosiasi industri tekstil.

2. Strategi Lokasi

Lokasi industri harus didukung aspek kemudahan dan kenyamanan. Bila ditinjau dari lokasi yang diberikan, hal ini cukup diperhitungkan agar tercipta kinerja yang produktif dan optimal.

3. Distribusi Produk

Distribusi produk dilakukan dengan dua metode, yaitu:

Distribusi langsung : Produsen → konsumen

Distribusi tak langsung : Produsen → distributor → pelanggan

Produsen → perwakilan produsen → pelanggan

4. Strategi sumber daya manusia

Upaya peningkatan sumber daya manusia dilakukan dengan cara mengadakan pelatihan secara berkala kepada karyawan sesuai dengan bidang yang digelutinya. Proses rekrutmen mengutamakan calon yang memiliki pengetahuan dibidang tekstil, khususnya nonwoven spunbond.

5. Strategi Promosi

Strategi promosi yang digunakan adalah dengan aktif mengikuti pameran yang berkaitan dengan kain nonwoven spunbond, promosi lewat internet dan memberikan sampel produk kepada mitra perusahaan yang potensial selain itu bekerjasama dengan perusahaan yang memproduksi produk dengan menggunakan kain spunbond.

6. Strategi Proses

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

- a. *Order agreement*, merupakan tahap pemesanan oleh pelanggan. Dilakukan oleh bagian marketing atau distributor berdasarkan permintaan pelanggan.
- b. *Production*, menginformasi apakah permintaan konsumen dapat terpenuhi.
- c. *Administration*, menyangkut segala keperluan surat menyurat serta perizinan.
- d. *Sale*, penyerahan dan penjualan produk kepada pelanggan.

4.5.2 Analisis Ekonomi

Evaluasi ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui kelayakan perencanaan pendirian suatu perusahaan. Sebab di dalamnya mencakup perhitungan yang penting sebagai analisis yang datanya diambil menurut kondisi pabrik yang ada. Hal ini dibuat antara lain untuk pertimbangan bagaimana sebaiknya pabrik dijalankan, agar nantinya dalam proses produksi bisa sesuai dengan prosedur yang direncanakan. Selain itu juga sebagai acuan dalam peningkatan dan pengembangan perusahaan yang mana akan menghasilkan produk yang sesuai dengan permintaan konsumen, serta menjaga kualitas namun dengan biaya produksi yang seoptimal mungkin. Untuk mengetahui kelayakan pendirian suatu pabrik perlu melakukan perhitungan evaluasi ekonomi.

Perhitungan evaluasi ekonomi meliputi:

1. Modal (*Capital Investment*) yang meliputi Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*) dan Modal Kerja (*Working Capital Investment*)
2. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*) yang meliputi Biaya Produksi Langsung (*Direct Manufacturing Cost*), Biaya Produksi Tidak Langsung (*Indirect Manufacturing Cost*), dan Biaya Tetap (*Fixed Manufacturing Cost*).
3. Analisa Kelayakan Ekonomi meliputi *Present Return Of Investmen* (ROI), *Pay Out Time* (POT), *Break Event Point* (BEP) dan *Shut Down Point* (SDP)

4.5.2.1 Modal (Capital investment)

1. Modal Tetap (*Fixed capital investment*)

- a. Tanah dan Bangunan

Tabel 4.25 Biaya Tanah, Bangunan, Jalan dan Lingkungan

No	Keterangan	Luas (m ²)	Harga/ m ² (Rp)	Total Harga (Rp)
1	Tanah	10.000	800.000	8.000.000.000
2	Bangunan	6.063	2.100.000	12.732.300.000
3	Jalan / Lingkungan	1.250	200.000	250.000.000
TOTAL				20.982.300.000

b. Mesin Produksi

Tabel 4.26 Biaya Mesin Produksi

No	Mesin	Jumlah	Harga/ mesin (Rp)	Total harga (Rp)
1	<i>Air Pressure Chips Charging Hopper</i>	1	150.000.000	150.000.000
2	<i>Air Presssure Wet Chips Silo</i>	1	200.000.000	200.000.000
3	<i>Crystallizer Heater</i>	1	105.000.000	105.000.000
4	Motor Penggerak Blower	1	80.000.000	80.000.000
5	<i>Dryer Heater</i>	1	100.000.000	100.000.000
6	<i>Air Pressure Dryer</i>	1	80.000.000	80.000.000
7	<i>Air Pressure Top Hopper</i>	1	75.000.000	75.000.000
8	<i>Air Pressure Bottom Hopper</i>	1	75.000.000	75.000.000
9	<i>Spunbond Machine</i>	1	12.211.015.000	12.211.015.000
TOTAL				13.076.015.000

c. Peralatan Utilitas dan Alat Penunjang

Tabel 4.27 Biaya Peralatan Utilitas dan Alat Penunjang

No	Keterangan	Jumlah	Harga/item (Rp)	Total Harga (Rp)
1	Boiler	1	350.000.000	350.000.000
2	Kipas Angin	37	520.000	19.240.000
3	AC (<i>window type</i>)	18	3000.000	54.000.000
4	AC (<i>motor supply air fan</i>)	25	5.250.000	131.250.000
5	Detektor asap	86	550.000	47.300.000
6	Kran Hidran	22	120.000	2.640.000
7	Pompa Hidran	1	8.300.000	8.300.000
8	Generator	1	286.000.000	286.000.000

No	Keterangan	Jumlah	Harga/item (Rp)	Total Harga (Rp)
9	Lampu TL 40 watt	42	25.000	1.050.000
10	Lampu TL 30 Watt	58	21.000	1.218.000
11	Lampu TL 10 watt	29	20.000	580.000
12	Lampu <i>Philips Mercury ML 250 Watt</i>	13	105.000	1.365.000
13	Komputer	41	2.000.000	82.000.000
14	Mesin Printer	22	680.000	14.960.000
15	Mesin fotocopy dan tinta	2	3.330.000	6.660.000
16	Mesin <i>Faks</i>	4	2.653.000	10.612.000
17	Peralatan Kantor	1	20.000.000	20.000.000
18	Peralatan Dapur	1	2.000.000	2.000.000
19	Peralatan <i>Cleaning</i>	1	1.500.000	1.500.000
20	Peralatan Poliklinik	1	10.000.000	10.000.000
21	Perlengkapan Satpam	1	1.500.000	1.500.000
TOTAL				1.051.175.000

d. Peralatan Laboratorium

Tabel 4.28 Biaya Alat Laboratorium

No	Alat Laboratorium	Jumlah	Harga/item (Rp)	Total Harga (Rp)
1	<i>Automatic viscometer</i>	1	3.750.000	3.750.000
2	<i>Heating mantele</i>	1	5.050.000	5.050.000
3	<i>UV lamp</i>	2	2.000.300	4.000.600
4	<i>Hunter Lab</i>	1	20.000.000	20.000.000
5	<i>Conductivity Moisture</i>	1	21.500.000	21.500.000
6	<i>Ash content</i>	1	35.000.000	35.000.000
7	pH meter	2	3.300.000	6.600.000
8	<i>Stopwatch</i>	3	30.000	90.000
9	<i>Tensometer</i>	1	21.500.000	21.500.000

No	Alat Laboratorium	Jumlah	Harga/item (Rp)	Total Harga (Rp)
10	Alat uji robek	1	7.500.000	7.500.000
11	<i>Weighting balance</i>	1	5.750.000	5.750.000
12	<i>Digital weighting</i>	2	3.500.000	7.000.000
13	<i>Mullen bursting test</i>	1	21.000.000	21.000.000
14	Alat uji coblos	1	10.000.000	10.000.000
15	<i>Air Permeability Instrument</i>	1	36.500.000	36.500.000
TOTAL				205.240.600

e. Pemasangan Instalasi

Tabel 4.29 Biaya Instalasi Listrik, Air, dan Fasilitas Penunjang

No	Jenis Instalasi	Jumlah biaya (Rp)
1.	Instalasi Listrik	183.023.000
2.	Instalasi Mesin Produksi	10.000.000
3.	Instalasi telekomunikasi	7.000.000
4.	Instalasi alat utilitas	15.000.000
TOTAL		215.023.000

f. Transportasi

Tabel 4.30 Biaya Transportasi

No	Keterangan	jumlah	Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
1	Truk	3	300.000.000	900.000.000
2	Bus	1	350.000.000	350.000.000
3	Kijang innova	2	321.000.000	642.000.000
4	Forklift	2	85.000.000	170.000.000
5	Kereta dorong	8	2.100.000	16.800.000
TOTAL				2.078.800.000

g. Biaya Izin Perusahaan

Tabel 4.31 Biaya Perizinan

No	Jenis kebutuhan	Jumlah biaya (Rp)
1	Notaris, NPWP, dan PKP	6.000.000
2	Perizinan dan badan hukum	20.000.000
Total Biaya		26.000.000

h. Biaya Pelatihan Karyawan

Biaya yang dianggarkan untuk pelatihan karyawan sebesar Rp. 25.000.000,-

i. Biaya Sampel Produk

Biaya yang dianggarkan untuk promosi produk sebesar Rp. 30.000.000,-

Tabel 4.32 Rekapitulasi Modal Tetap (*Total Fix Capital Investment*)

No	Jenis biaya	Jumlah biaya (Rp)
1.	Tanah dan bangunan	20.982.300.000
2.	Mesin produksi	13.076.015.000
3.	Peralatan utilitas	1.052.175.000
4.	Peralatan laboratorium	205.240.000
5.	Pemasangan instalasi	215.023.000
6.	Transportasi	2.077.800.000
7.	Biaya izin perusahaan	26.000.000
8.	Biaya pelatihan karyawan	25.000.000
9.	Biaya sampel produk	30.000.000
Total modal investasi		37.690.553.600

2. Modal kerja (*Working Capital Investment*)

a. Gaji karyawan

Tabel 4.33 Biaya Gaji Karyawan

No	Jabatan	Jenjang Pendidikan	Jumlah	Gaji/bulan (Rupiah)	Total gaji/bulan (Rupiah)
----	---------	--------------------	--------	---------------------	---------------------------

No	Jabatan	Jenjang Pendidikan	Jumlah	Gaji/bulan (Rupiah)	Total gaji/bulan (Rupiah)
1	Presiden Direktur	S2-S3	1	30.000.000	30.000.000
2	Direktur Perusahaan	S2-S3	1	20.000.000	20.000.000
3	Sekretaris Direktur	S1	1	4.000.000	4.000.000
4	Manajer	S1-S2	2	15.000.000	30.000.000
5	Kepala Departemen	S1-S2	6	10.000.000	60.000.000
6	Supervisor	S1	3	7.000.000	21.000.000
7	Staff Produksi	SMA-D3	30	3.300.000	99.000.000
8	Staff Utilitas	SMA-D3	9	3.300.000	29.700.000
9	Staff PPIC	SMA-D3	3	3.300.000	9.900.000
10	Staff adminitrasi dan karyawan kantor	SMA-S1	20	3.500.000	70.000.000
11	Laboran	D3 Teknik Tekstil	6	3.500.000	21.000.000
12	Sopir	SMA	5	2.800.000	14.000.000
13	Cleaning service	SMA	8	2.800.000	22.400.000
14	Satpam	Pelatihan Satpam	12	3.000.000	36.000.000
15	Office boy	SMA	3	2.800.000	8.400.000
16	Perawat	D3 Akper	3	3.500.000	10.500.000
TOTAL					485.900.000

Dari table tersebut dapat diketahui, pengeluaran gaji karyawan tiap bulan sebesar Rp. 485.900.000,-

Biaya pengeluaran gaji karyawan dalam satu tahun,

= 12 bulan x Rp. 485.900.000,-

= Rp. 5.830.800.000,-

b. Bahan baku

Tabel 4.34 Biaya Bahan Baku

No	Bahan baku	Kebutuhan (kg/hari)	Hari kerja (hari)	Harga satuan per kg (Rupiah)	Total (Rupiah)
1	Chips	1584.48	345	12.000	6.559.747.200
2	Chips cadangan	158.448	345	12.000	655.974.720
TOTAL					7.215.721.920

c. Utilitas

Tabel 4.35 Biaya Utilitas

No	Keterangan	Kebutuhan/th	Satuan	Harga/satuan (Rupiah)	Total (Rupiah)
1	Listik PLN	11.581.509,93	Kwh	1.467	16.990.075.067
2	Air PDAM	19.735,38	m ³	10.000	197.353.800
3	Solar	101.613,7	Liter	9.400	955.159.380
4	Therminol VP-1	722,967	Ton	2.000.000	1.455.934.000
TOTAL					19.588.522.247

d. Kesejahteraan karyawan

Tabel 4.36 Biaya Kesejahteraan Karyawan

No	Kebutuhan	Jumlah Karyawan	Harga Satuan (Rupiah)	Total (Rupiah)
1	Seragam	113	70.000	7.910.000
2	THR			485.900.000
TOTAL				493.810.000

e. Pemeliharaan

Tabel 4.37 Biaya Pemeliharaan Bangunan, Mesin dan Alat Lainnya

No	Asset	%	Harga (Rupiah)	Total (Rupiah)
1	Bangunan	2	12.732.300.000	254.646.000
No	Asset	%	Harga (Rupiah)	Total (Rupiah)
2	Mesin Produksi	2	13.076.015.000	216.520.300
3	Alat Transportasi	2	2.077.800.000	41.556.000
4	Instalasi	2	215.023.000	4.300.460
5	Peralatan Utilitas	2	1.051.175.000	21.023.500
TOTAL				583.046.260

f. Asuransi

Tabel 4.38 Biaya Asuransi

No	Asset	%	Harga (Rupiah)	Total (Rupiah)
1	Bangunan	1	12.732.300.000	127.323.000
2	Karyawan	2	5.830.800.000	116.616.000
3	Mesin Produksi	1	13.076.015.000	130.760.150
4	Transportasi	1	2.077.800.000	20.778.000
5	Peralatan Utilitas	1	1.051.175.000	10.511.750
TOTAL				405.988.900

g. Pajak dan Retribusi

Nilai Jual Objek Pajak (NJOP) merupakan harga tanah dan bangunan perusahaan yaitu, Rp. 20.982.300.000,-

$$\begin{aligned} \text{Nilai Jual Kena Pajak (NJKP)} &= 20\% \times \text{NJOP} \\ &= 20\% \times \text{Rp. } 20.982.300.000 \\ &= \text{Rp. } 4.196.460.000,- \end{aligned}$$

Maka,

$$\begin{aligned} \text{Pajak Bumi Bangunan (PBB)} &= 0,5\% \times \text{NJKP} \\ &= 0,5\% \times \text{Rp. } 4.196.460.000 \\ &= \text{Rp. } 20.982.300,- \end{aligned}$$

h. Biaya Telekomunikasi

Biaya komunikasi dan internet perbulan Rp. 1.500.000

Total biaya komunikasi dan internet = Rp. 1.500.000,- x 12 bulan
= Rp. 18.000.000,-

i. Biaya Pengemasan Dan Pelabelan

Produksi pertahun 14.285.714,29 meter.

Kapasitas 1 kali *packing* 100 meter

Kebutuhan *packing* = $\frac{14.285.714,29}{100}$
= 142.857 pack

Diasumsikan bahan pembungkus + label Rp.10.000

Maka biaya Pembungkus = 142.857 x Rp. 10.000
= Rp. 1.428.570.000,-

j. Pengiriman

Berat dari kain nonwoven spunbond yaitu 70 gsm, untuk 1 roll dengan panjang 100 meter dan lebar 1,6 meter maka dapat diketahui bahwa 1 roll kain nonwoven spunbond memiliki berat 11,2 kg. Di mana pengiriman 50% menggunakan truk perusahaan untuk wilayah Jogja, Solo dan sekitarnya sedangkan 50% pengiriman menggunakan jasa kargo dengan biaya pengiriman kargo dari Semarang ke Surabaya, Jakarta, dan sekitarnya yaitu Rp. 3.500 per kg. sehingga besarnya biaya pengiriman pertahun adalah

= (0.5) produksi pertahun x berat per roll x biaya pengiriman
= (0.5) 142.857 roll /tahun x 11,2 kg/roll x Rp.3.500 /kg
= Rp. 2.799.997.200,-

Tabel 4.39 Rekapitulasi Modal Kerja (*Working Capital*)

No	Keterangan	Total (Rp)
1	Gaji Karyawan	5.830.800.000
2	Bahan Baku	7.235.395.200
3	Utilitas	19.588.522.247
4	Kesejahteraan Karyawan	493.810.000

No	Keterangan	Total (Rp)
5	Pemeliharaan	583.046.260
6	Asuransi	405.988.900
7	Pajak dan Retribusi	20.982.300
8	Biaya Telekomunikasi	18.000.000
9	Biaya Pengemasan dan Pelabelan	1.428.570.000
No	Keterangan	Total (Rp)
10	Biaya Pengiriman	2.799.997.200
TOTAL		38.405.112.107

$$\begin{aligned}
\text{Total Capital Investment} &= \text{Total Modal Tetap (Fixed Capital Investment)} \\
&\quad + \text{Total Modal Kerja (Working Capital)} \\
&= \text{Rp. 37.690.553.600} + \text{Rp. 38.405.112.107} \\
&= \text{Rp. 76.095.665.707,-}
\end{aligned}$$

3. Sumber Pembiayaan

Sumber pembiayaan perancangan pabrik kain nonwoven Spunbond ini diperoleh dari 50% modal sendiri dan 50% modal pinjaman dari bank dengan suku bunga 12% per tahun. Pembayaran pinjaman bank adalah jumlah uang yang menjadi kompensasi atas pinjaman pada periode tertentu. Pembayaran dilakukan dengan cara membayar pokok pinjaman dan bunga dengan jumlah yang sama pada setiap akhir.

Di mana total pinjaman bank sebagai berikut:

$$= 50\% \times \text{total capital investment}$$

$$= 50\% \times \text{Rp. 76.095.665.707}$$

$$= \text{Rp. 38.047.832.854,-}$$

Cara membayar pinjaman kepada bank dapat menggunakan konsep ekuivalen, di mana setiap akhir tahun perusahaan akan mengembalikan pembayaran dengan jumlah yang sama besar dengan pinjaman. Untuk menentukan nilai akhir tahun yang sama dapat dilakukan dengan formulasi dibawah ini.

$$A = P \left[\frac{i(1+i)^m}{(1+i)^m - 1} \right]$$

Diketahui:

Jumlah pinjaman (P) = Rp. 38.047.832.854

Suku bunga (i) = 12%

Lama angsuran (m) = 10 tahun

Maka nilai tahunan (A) adalah:

$$A = P \left[\frac{i(1+i)^m}{(1+i)^m - 1} \right]$$

$$A = \text{Rp. } 38.047.832.854 \left[\frac{12\%(1+12\%)^{10}}{(1+12\%)^{10} - 1} \right]$$
$$= \text{Rp. } 6.733.863.896,-$$

Dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 0.1 Rincian Pembayaran Bank

Tahun	P. Awal (Rp)	Bunga (Rp)	P. Akhir (Rp)	P. Pokok (Rp)	P. Akhir Tahun (Rp)
1	38.047.832.854	4.565.739.942	42.613.572.796	2.168.123.953	6.733.863.896
2	35.879.708.900	4.305.565.068	40.185.273.968	2.428.298.828	6.733.863.896
3	33.451.410.073	4.014.169.209	37.465.579.281	2.719.694.687	6.733.863.896
4	30.731.715.386	3.687.805.846	34.419.521.232	3.046.058.049	6.733.863.896
5	27.685.657.336	3.322.278.880	31.007.936.217	3.411.585.015	6.733.863.896
6	24.274.072.321	2.912.888.679	27.186.960.999	3.820.975.217	6.733.863.896
7	20.453.097.104	2.454.371.652	22.907.468.756	4.279.492.243	6.733.863.896
8	16.173.604.861	1.940.832.583	18.114.437.444	4.793.031.312	6.733.863.896
9	11.380.573.548	1.365.668.826	12.746.242.374	5.368.195.070	6.733.863.896
10	6.012.378.478	721.485.417	6.733.863.896	6.012.378.478	6.733.863.896

4. Depresiasi (Penyusutan)

Depresiasi didefinisikan sebagai penurunan nilai dari suatu asset karena faktor waktu dan faktor pemakaian.

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

Keterangan:

D = besarnya nilai depresiasi

P = Nilai awal Depresiasi

S = Nilai sisa Depresiasi

N = Umur ekonomi asset

Besarnya pengaruh nilai penyusutan ditentukan berdasarkan umur barang sejak pembelian hingga lama pemakaian.

Tabel 0.2 Rincian Depresiasi

No	Asset	P (Rupiah)	Sisa Nilai (%)	S (Rupiah)	N (Th)	D (Rupiah)
1	Bangunan	12.732.300.000	20	2.546.460.000	20	509.292.000
2	Mesin Produksi	13.076.015.000	10	1.307.601.500	10	1.176.841.350
3	Transportasi	2.077.800.000	10	207.780.000	5	374.004.000
4	Alat Penunjang	1.051.175.000	10	105.117.500	10	94.605.750
5	Instalasi	215.023.000	10	21.502.300	10	19.352.070
TOTAL						2.174.095.170

5. Biaya Tetap (*Fixed Cost*)

Fixed Cost adalah biaya besarnya mempunyai kecenderungan tetap atau tidak berubah dalam produksi.

Tabel 0.3 Rincian Biaya Tetap (*Fixed Cost*)

No	Keterangan	Jumlah (Rupiah)
1	Gaji Karyawan	5.830.800.000
2	Biaya Pemeliharaan	538.046.260
3	Asuransi	405.988.900
4	Pajak	20.982.300
5	Promosi	30.000.000
6	Kesejahteraan Karyawan	493.810.000
7	Biaya Depresiasi	2.174.095.170
8	Komunikasi dan Internet	18.000.000
TOTAL		9.556.722.630

6. Biaya Tidak Tetap (*Variable Cost*)

Variable Cost adalah biaya yang besarnya mempunyai kecenderungan untuk berubah atau tidak tetap sesuai atau sebanding dengan volume atau besarnya produksi dan segala aktivitas perusahaan.

Tabel 0.4 Rincian Biaya Tidak Tetap (*Variable Cost*)

No	Keterangan	Jumlah (Rupiah)
1	Biaya Bahan Baku	7.215.721.920
2	Biaya Utilitas	19.588.522.247
3	Biaya Pembungkus	1.428.570.000
4	Biaya Pengiriman	2.799.997.200
TOTAL		31.032.811.367

7. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)

$$\begin{aligned}
 &= \text{Biaya tetap (Fixed Cost)} + \text{Biaya Tidak Tetap (Variable Cost)} \\
 &= \text{Rp. } 9.556.722.630 + \text{Rp. } 31.032.811.367 \\
 &= \text{Rp. } \mathbf{40.589.533.997,-}
 \end{aligned}$$

4.5.2.2 Analisa Ekonomi

Dari perhitungan dan analisa di atas diperoleh data-data sebagai berikut:

- Biaya Tetap (*Fixed Cost*) = Rp. 9.556.722.630
- Biaya Tidak Tetap (*Variable Cost*) = Rp. 31.032.811.367
- Produksi Pertahun = 14.285.714,29 meter
- Keuntungan Pabrik = 40%

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Tetap (Fixed Cost) per meter} &= \frac{\text{Rp. } 9.556.722.630}{14.285.714,29} \\
 &= \text{Rp. } \mathbf{668,97 \text{ per meter}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Tidak Tetap (Variable Cost) per meter} &= \frac{\text{Rp. } 31.032.811.367}{14.285.714,29} \\
 &= \text{Rp. } \mathbf{2.172,30 \text{ per meter}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Produksi per meter} &= \text{Rp. } 669 + \text{Rp. } 2.172 \\
 &= \text{Rp. } \mathbf{2.841,27}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Keuntungan per meter} &= \text{Rp. } 2.841,27 \times 40\% \\
 &= \text{Rp. } \mathbf{1.136,51}
 \end{aligned}$$

$$\text{Harga penjualan produk permeter sebelum pajak} = \text{Rp. } 2.841 + \text{Rp. } 1.136$$

	= Rp. 3.977,77
Pajak penjualan permeter	= Rp. 3.977,77 x 10%
	= Rp.397,78
Harga penjualan produk permeter setelah pajak	= Rp. 3.978+ Rp. 397,78
	= Rp. 4.375,55
Biaya produksi pertahun	= 14.285.714,29 meter x Rp. 2.841
	= Rp. 40.589.533.997
Pendapatan pertahun	= 14.285.714,29 meter x Rp. 4.375,55
	= Rp.62.507.882.355,38
Keuntungan pertahun	= Rp. 62.507.882.355,38 – Rp. 40.589.533.977
	= Rp. 21.918.348.358,38
Pajak keuntungan	= Rp. 21.918.348.358,38 x 25%
	= Rp. 5.479.587.089,60
Keuntungan setelah pajak	= Rp. 21.918.348.358,38 – Rp. 5.479.587.089,60
	= Rp. 16.438.761.268,79
Zakat	= Rp. 16.438.761.268,79 x 2,5%
	= Rp. 410.969.031,72
Keuntungan bersih	= Rp. 16.438.761.268,79 – Rp. 410.969.031,72
	= Rp. 16.027.792.237,07

4.5.3 Analisa Kelayakan

4.5.3.1 Percent Return of Investment (ROI)

Return of investment merupakan keuntungan yang dapat dicapai setiap tahun berdasarkan pada kecepatan pengembalian modal yang diinvestasikan.

$$\text{ROI} = \frac{\text{Keuntungan pertahun}}{\text{total capital investment}} \times 100\%$$

$$\text{ROI sebelum pajak} = \frac{\text{Keuntungan sebelum pajak}}{\text{total capital investment}} \times 100\%$$

$$= \frac{\text{Rp.21.918.348.358,38}}{\text{Rp.76.095.665.707}} \times 100\%$$

$$= 28,8 \%$$

ROI bersih

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

$$= \frac{\text{Rp.16.027.792.237,07}}{\text{Rp.76.095.665.707}} \times 100\%$$

$$= 21,06 \%$$

4.5.3.2 Pay Out Time (POT)

Pay Out Time adalah pengembalian modal yang didasarkan pada keuntungan yang telah dicapai. Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dikeluarkan akan dapat kembali. Perhitungan waktu pengembalian tersebut menyertakan modal investasi dan modal kerja, dengan demikian dapat diketahui waktu pengembalian modal tersebut.

Besarnya POT dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{POT} = \frac{\text{total capital investment}}{\text{keuntungan pertahun}}$$

$$\text{POT sebelum pajak} = \frac{\text{total capital investment}}{\text{keuntungan pertahun}}$$

$$= \frac{\text{Rp.76.095.665.707}}{\text{Rp.21.918.348.358,38}}$$

$$= 3,16 \text{ tahun}$$

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

$$= \frac{\text{Rp.76.095.665.707}}{\text{Rp.16.027.792.237,07}}$$

$$= 4,75 \text{ tahun}$$

4.5.3.3 Break Even Point (BEP)

Break even point adalah titik yang menunjukkan jumlah biaya produksi sama dengan biaya pendapatan. Analisis *Break Even Point* dimaksudkan untuk menyatakan kondisi perusahaan tidak untung dan tidak rugi.

1. Biaya Tetap Tahunan (*Fixed Annual*)

Tabel 0.5 Rincian Biaya Tetap Tahunan (*Fixed Annual*)

No	Keterangan	Jumlah (Rupiah)
1	Depresiasi	2.174.095.170

No	Keterangan	Jumlah (Rupiah)
2	Pajak dan Retribusi	20.982.300
3	Asuransi	405.988.900
4	Angsuran Bank	6.733.863.896
5	Komunikasi dan Internet	18.000.000
TOTAL		9.352.930.266

2. Biaya Regulated Annual

Tabel 0.6 Rincian Biaya Regulated Annual

No	Keterangan	Jumlah (Rupiah)
1	Promosi	30.000.000
2	Gaji Karyawan	5.830.800.000
3	Pemeliharaan	583.046.260
4	Kesejahteraan Karyawan	493.810.000
TOTAL		6.937.656.260

3. Harga Jual Tahunan (Sales Annual)

$$\begin{aligned}
 \text{Sales Annual} &= \text{Kapasitas Produksi per tahun} \times \text{Harga Jual} \\
 &= 14.285.714,29 \text{ meter per tahun} \times \text{Rp. } 4.375,55 \\
 &= \mathbf{Rp. 62.507.882.355,38}
 \end{aligned}$$

4. Biaya Tidak Tetap Tahunan (Variable Annual)

Tabel 0.7 Biaya Tidak Tetap Tahunan (Variable Annual)

No	Keterangan	Jumlah (Rupiah)
1	Biaya Bahan Baku	7.215.721.920
2	Biaya Utilitas	19.588.522.247
3	Biaya Pembungkus	1.428.570.000
4	Biaya Pengiriman	2.799.997.200
TOTAL		31.032.811.367

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

$$= \frac{\text{Rp.}9.352.930.266 + (0,3 \times \text{Rp.}6.937.656.260)}{\text{Rp.}62.507.882.355,38 - \text{Rp.}31.032.811.367 - (0,7 \times \text{Rp.}6.937.656.260)} \times 100\%$$

$$= 42,956\% \approx 43\%$$

Jumlah produksi saat BEP = % BEP x kapasitas produksi
 = 43% x 14.285.714,29 meter/tahun
 = 6.136.514,213 meter

Harga jual saat BEP = jumlah produk saat BEP x Harga Jual
 = 6.136.514,213 x Rp. 4.375,55
 = Rp. 26.850.635.586,36

4.5.3.4 *Shut Down Point (SDP)*

Analisa *Shut down Point* dimaksudkan untuk menyatakan kondisi perusahaan ketika mengalami kerugian yang biasanya disebutkan dengan biaya operasional pabrik yang terlalu besar. SDP ditentukan dengan formula sebagai berikut:

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

$$= \frac{(0,3 \times \text{Rp.}6.937.656.260)}{\text{Rp.}62.507.882.355,38 - \text{Rp.}31.032.811.367 - (0,7 \times \text{Rp.}6.937.656.260)} \times 100\%$$

$$= 7,82\%$$

Produksi saat SDP = SDP x Kapasitas Produksi
 = 7,82 % x 14.285.714,29 meter/tahun
 = 1.116.989.84 meter/tahun

Harga jual saat SDP = Produksi saat SDP x harga jual/ meter
 = 1.116.989.84 x Rp. 4.375,55
 = Rp. 4.887.443.927,43

4.5.3.5 *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)*

Discounted Cash Flow Rate adalah salah satu metode untuk menghitung prospek pertumbuhan suatu instrument investasi dalam beberapa waktu kedepan. Konsep DCFR ini didasarkan pada pemikiran bahwa, jika anda menginvestasikan sejumlah dana, maka dana tersebut akan tumbuh sebesar sekian kali lipat setelah beberapa waktu tertentu.

Umur pabrik = 10 tahun
Fixed Capital Investment = Rp. 37.690.553.600
Working Capital = Rp. 38.405.112.107

Salvage Value

=Rp. 2.174.095.170



Cash Flow (Annual profit+depresiasi+finance) = Rp. 25.614.356.842,52

Discounted cash flow rate (I) dihitung dengan cara *trial and error*

$$(FC + WC) \times (1+i)^n = C \sum_{N=0}^{n-1} (1+i)^n + WC + SV$$

Hasil *trial & error* diperoleh:

R = Rp. 1.449.475.004.104,33

S = Rp. 1.449.475.004.104,33

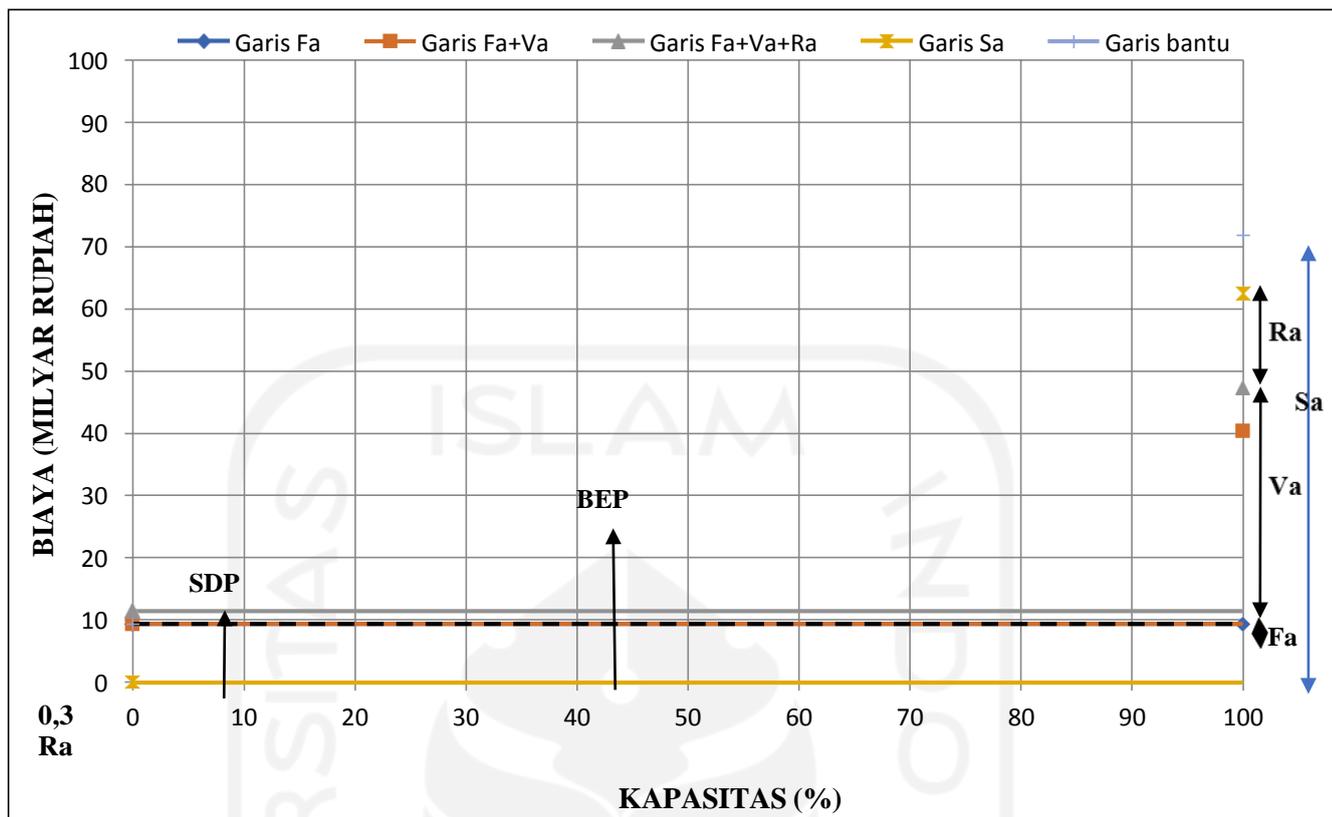
i = 0,342718835

error = 0,000

interest (I) = 34,27 %

Tabel 0.8 Rekapitulasi Analisis Kelayakan

No	Keterangan	Nilai	Satuan	Kapasitas (Meter)	Harga Jual/M (Rp)	Jumlah Produksi (Meter)	Harga Penjualan (Rp)
1	ROI Sebelum Pajak	28,8	%	14.285.714,29	4.375,55	-	-
2	ROI Bersih	21,06	%			-	-
3	POT Sebelum Pajak	3,16	Tahun			-	-
4	POT Bersih	4,75	Tahun			-	-
5	BEP	42,96	%			6.136.514,213	26.850.635.586,36
6	SDP	7,82	%			1.116.989,84	4.887.443.927,43
7	DCFR	34,27	%			-	-



Gambar 0.1 Grafik Hubungan Analisa BEP dan SDP

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa Pra Rancangan Pabrik Kain Spunbond yang ditinjau secara teknis maupun ekonomi, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan pertimbangan terhadap ketersediaan bahan baku, fasilitas pendukung, daerah pemasaran dan kebutuhan area pendirian itu sendiri, maka pabrik nonwoven kain spunbond ini direncanakan akan didirikan di Jalan Raya Mangkang, Ngaliyan, Semarang, Jawa Tengah dengan luas tanah 10.000 m².
2. Target produksi kain per tahunnya 1.600 ton, dengan kebutuhan bahan baku untuk chip poliester sebanyak 546.645,6 kg/tahun.
3. Berdasarkan hasil perhitungan dalam analisis ekonomi maka dapat diketahui bahwa:
 - a. Jumlah modal yang diperlukan untuk mendirikan pabrik kain nonwoven spunbond ini sebesar Rp. 76.095.665.707 dengan perincian total modal tetap sebesar Rp 37.690.553.600 dan total modal kerja sebesar Rp. 38.405.112.107.
 - b. Keuntungan setelah pajak sebesar Rp. 16.438.761.268,79 dan keuntungan bersih sebesar Rp. 16.027.792.237,07 yang didapat dari keuntungan setelah pajak dikurangi dengan besar zakat yang harus ditunaikan sebesar Rp. 410.969.031,72.
 - c. *Return Of Investment* (ROI) bersih sebesar 21,06%.
 - d. *Pay Out Time* (POT) bersih selama 4,75 tahun.
 - e. *Break Even Point* (BEP) bersih sebesar 42,96% dengan jumlah produk saat BEP sebanyak 6.136.514,213 meter per tahun dan harga jual saat BEP sebesar Rp. 26.850.635.586,36
 - f. *Shut Down Point* (SDP) sebesar 7,82 % dengan jumlah produksi saat SDP sebanyak 1.116.989.84 meter per tahun dan harga jual saat SDP sebesar Rp. 4.887.443.927,43.
 - g. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) sebesar 34,27%. Dari analisis ekonomi dan data pendukung di atas dapat dikatakan bahwa pabrik nonwoven kain spunbond ini layak untuk didirikan.

5.2 Saran

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam merancang dan merencanakan pembangunan suatu pabrik, diantaranya:

1. Melakukan tinjauan langsung ke suatu pabrik agar dapat mengerti serta memahami konsep pendirian pabrik, mulai dari proses produksi hingga kelengkapan sarana prasarana penunjang.
2. Perancangan pabrik tekstil tidak terlepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik-pabrik tekstil yang lebih ramah lingkungan.
3. Pabrik nonwoven di Indonesia jumlahnya masih sangat sedikit dibandingkan dengan pabrik woven, sehingga diharapkan pabrik ini dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan pasar di masa mendatang yang akan terus meningkat.



DAFTAR PUSTAKA

- Albrecht, Wilhelm dkk (eds.). 2003. *Nonwoven Fabric*. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH&Co. KGaA
- Burton, Sr. (1996). *High Strength Fine Spunbond Fiber and Fabric*. U.S. Patent 5,547,746
- Crower, Clifford dkk. 1993. *Nonwoven Bonding Technique*. U.S Patent. 1-3
- Grieshbach, Henry L. dkk. 1996. *Method For Making Shaped Nonwoven Fabric*. U.S. Patent 5,575,874
- Jeon, Han-Yong (eds.). 2016. *Non-Woven Fabrics*. Incheon: ExLi4EvA
- Katsuta, Hiroo dkk. 2020. *Spunbond Nonwoven Fabric*. U.S Patent 0240061 AI
- Lim, Hosun. 2010. *A Review of Spun Bond Process*. *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*, 6(3): 1-13
- Mel'nik, I.A., Tsebrenko, MV. 2008. *Features of Spinning*. *Fibre Chemistry*, 40 (5):415-419
- Midha, Vinay Kumar dan Arjun Dakuri. 2017. *Spunbonding Technology And Fabric Properties*. *Journal of textile engineering & fashion technology*, 1(4):126-133.
- Peksen, M dkk. 2014. *Optimisation Of Machine Components In Thermal Fusion Bonding Process Of Porous Fibrous Media: Material Optimization For Improve Product Capacity And Energy Efficiency*. *Journal Of Process Mechanical Engineering*. 0(0) 1-10
- Roy, P.K. dkk. 2011. *Thermal Bonded Non-Woven-Overview*. *Technical Textiles Journal*, 12(2):1-15
- Ruffo, Angelo P. dkk. 1977. *Nonwoven Fabric*. U.S. Patent 4,018,646
- Russel, S. J. 2007. *Handbook Of Nonwoven*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited
- Salvado, Rita dkk. 2006. *Relationship Between Fibrous Structure And Spunbond Process*. *Textile Research Journal*, 76(11): 805-812
- Silva, Edmir. 2010. *The Spunbond Process*. PhD FPS – NCSU: TT 504.601

Standart Test Method For Air Permeability of Textile Fabrics ASTM D737-96

Sub Direktorat Statistik Industri Besar dan Sedang. 2017. *Statistik Industri Manufaktur Bahan Baku 2015*. Jakarta: Badan Pusat Statistik

Sub Direktorat Statistik Industri Besar dan Sedang. 2017. *Statistik Industri Manufaktur Produksi 2015*. Jakarta: Badan Pusat Statistik

Sub Direktorat Statistik Industri Besar dan Sedang. 2019. *Statistik Industri Manufaktur Bahan Baku 2017*. Jakarta: Badan Pusat Statistik

Sub Direktorat Statistik Industri Besar dan Sedang. 2019. *Statistik Industri Manufaktur Produksi 2017*. Jakarta: Badan Pusat Statistik

Sub Direktorat Statistik Industri Besar dan Sedang. 2020. *Statistik Industri Manufaktur Bahan Baku 2018*. Jakarta: Badan Pusat Statistik

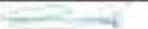
Sub Direktorat Statistik Industri Besar dan Sedang. 2020. *Statistik Industri Manufaktur Produksi 2018*. Jakarta: Badan Pusat Statistik



LAMPIRAN

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Putri Qurniawati
No. MHS : 17521161
2. Nama Mahasiswa : Diva Annisa Mutiara Inesani
No. MHS : 17521162
- Judul Prarancangan *) : PRA RANCANGAN PABRIK NONWOVEN SPUNBOND
DENGAN KAPASITAS 1.600 TON/TAHUN
- Mulai Masa Bimbingan : 9 November 2020
- Batas Akhir Bimbingan : 5 November 2021

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	18 Januari	Konsultasi penentuan kapasitas pabrik	
2.	26 Januari	Konsultasi data untuk perhitungan kapasitas pabrik	
3.	30 Januari	Konsultasi data kapasitas pabrik	
4.	15 Februari	Pengiriman BAB I untuk dikoreksi	
5.	17 Februari	Pemberitahuan revisi BAB I	
6.	8 April	Konsultasi mengenai pengendalian proses	
7.	18 Juni	Pengiriman BAB II untuk dikoreksi	
8.	21 Juni	Konsultasi mengenai perhitungan kapasitas produksi	
9.	1 Juli	Konsultasi mengenai lokasi pabrik	
10.	23 Juli	Pengiriman BAB I-III	
11.	28 Juli	Konsultasi mengenai kapasitas pabrik	
12.	3 Agustus	Konsultasi revisi	
13.	27 September	Konsultasi proses bahan baku	
14.	06 Oktober	Pemberitahuan revisi BAB I	
15.	07 oktober	Konsultasi revisi BAB I	
16.	09 Oktober	Pengiriman revisi dan naskah lengkap TA	
17.	11 Oktober	Persetujuan draft Tugas Akhir	

Disetujui Draft Penulisan:
Yogyakarta, 11 Oktober 2021
Pembimbing,



Dr. Suharno Rusdi

- *) **Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok**
- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
 - Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy