

No: TA/TK/2018/53

**PRA RANCANGAN PABRIK KAIN NON-WOVEN
GEOTEKSTIL DENGAN KAPASITAS 18.000.000
METER/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

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



Oleh:

**Nama : Muhammad Nur Hasan
No. Mahasiswa : 14521167**

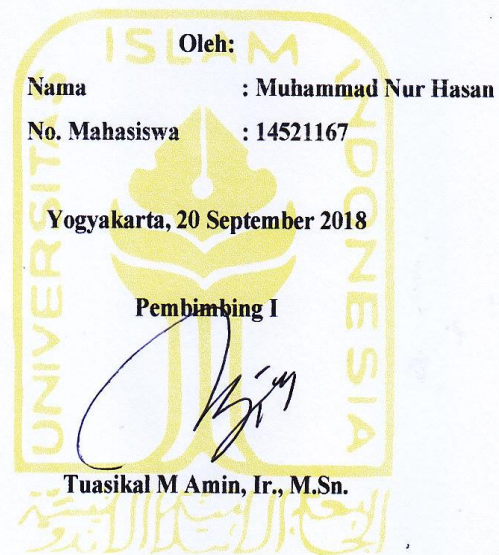
**KONSENTRASI TEKNIK TEKSTIL
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2018**

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK KAIN NON-*WOVEN* GEOTEKSTIL

DENGAN KAPASITAS 18.000.000 METER/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK



LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK KAIN NON-WOVEN GEOTEKSTIL DENGAN KAPASITAS 18.000.000 METER/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Muhammad Nur Hasan
No. Mahasiswa : 14521167

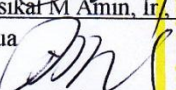
Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Kimia
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 19 September 2018

Tim Penguji


Tuasikal M Amin, Ir., M.Sn.

Ketua


Asmanto Subagyo, M.Sc.

Anggota I


Dul Malik, Ir., M.M.

Anggota II

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia




Suharno Rusdi Ir., Ph.D

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRA RANCANGAN PABRIK KAIN NON-WOVEN GEOTEKSTIL DENGAN KAPASITAS 18.000.000 METER/TAHUN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Nur Hasan

No. Mahasiswa : 14521167

Yogyakarta, 19 September 2018

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 hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

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



Muhammad Nur Hasan

Kata Pengantar

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua khususnya kepada kami sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Shalawat serta salam tak lupa kami haturkan kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW yang telah membawa kita dari zaman jahiliyah menjadi zaman yang peka dengan teknologi seperti apa yang kita rasakan saat sekarang ini.

Tugas Akhir kami yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Kain Non-*Woven* Geotekstil dengan Kapasitas 18.000.000 meter/tahun” disusun sebagai penerapan teori Teknik Tekstil yang kami pelajari selama di bangku perkuliahan dan sebagai salah satu syarat agar kami bisa mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan lancar atas bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan Hidayah dan Inayahnya.
2. Bapak dan Mamak di Rumah, yang senantiasa memberikan doa kepada saya.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Suharno Rusdi, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

5. Bapak Tuasikal M Amin, Ir., M.Sn. selaku dosen Pembimbing Tugas Akhir
6. Seluruh civitas akademika di lingkungan jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
7. Bapak dan Ibu beserta keluarga yang selalu memberikan doa, semangat dan dukungan kepada penyusun.
8. Teman-teman seperjuangan Teknik Kimia 2014 yang selalu memberikan dukungan, dorongan dan semangat
9. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu, dalam membantu penyusunan Tugas Akhir ini dengan tulus dan ikhlas.

Kami menyadari bahwa penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kami mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak. Besar harapan kami semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak dan kami selaku penyusun.

Yogyakarta, 18 September 2018

Penyusun

Daftar Isi

| | |
|---|-------------------------------------|
| LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING | ii |
| LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI..... | Error! Bookmark not defined. |
| LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL | iv |
| Kata Pengantar | v |
| Daftar Isi | vii |
| Daftar Tabel..... | xii |
| Daftar Gambar | xiv |
| Daftar Lampiran | xv |
| Abstrak..... | xvi |
| Abstrack | xvii |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Tinjauan Pustaka | 3 |
| 1.2.1 Pengertian Non- <i>Woven</i> Geotekstil..... | 5 |
| 1.2.2 Karakteristik Non- <i>Woven</i> Geotekstil Sistem <i>Needle Punch</i> | 6 |
| 1.2.3 Mekanisme Sistem <i>Needle Punch</i> | 6 |
| 1.2.4 Fungsi Geotekstil | 7 |
| 1.2.5 Karakteristik Geotekstil Untuk Perancangan..... | 9 |
| 1.2.6 Keuntungan Penggunaan Geotekstil..... | 18 |
| 1.2.7 Sifat <i>Polyester</i> | 19 |
| BAB II PERANCANGAN PRODUK..... | 22 |
| 2.1 Spesifikasi Produk | 22 |
| 2.2 Spesifikasi Bahan | 24 |
| 2.3 Pengendalian Kualitas | 26 |
| 2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku | 27 |
| 2.3.1.1 Pemeriksaan Bahan Baku di Penyimpanan..... | 28 |

| | |
|--|-----------|
| 2.3.1.2 Pemeriksaan Bahan Baku Sebelum Proses | 28 |
| 2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses | 30 |
| 2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk | 31 |
| BAB III PERANCANGAN PROSES | 38 |
| 3.1 Uraian Proses Pembuatan Kain Non- <i>Woven</i> Geotekstil..... | 38 |
| 3.1.1 Proses Persiapan Bahan Baku..... | 38 |
| 3.1.1.1 Tahap pemeriksaan Pengecekan | 39 |
| 3.1.1.2 Tahap Pembersihan | 39 |
| 3.1.2 Proses Pembukaan <i>Bale</i> | 39 |
| 3.1.3 Proses Pembukaan Web..... | 40 |
| 3.1.3.1 Mekanisme Mesin <i>Carding</i> | 40 |
| 3.1.4 Proses Pembuatan Lembar Web | 43 |
| 3.1.5 Proses Pengikatan Jarum Awal..... | 44 |
| 3.1.6 Proses Pengikatan Jarum Permanen | 44 |
| 3.1.7 Proses <i>Calender</i> | 45 |
| 3.1.8 Proses Penggulungan | 46 |
| 3.2 Spesifikasi Alat/Mesin Produk | 46 |
| 3.3 Perhitungan Proses Bahan Baku..... | 53 |
| BAB IV PERANCANGAN PABRIK | 59 |
| 4.1 Lokasi Pabrik..... | 59 |
| 4.2 Tata Letak Pabrik (<i>Layout Plant</i>)..... | 61 |
| 4.2.1 Tata Letak Alat (<i>Site Planning</i>)..... | 62 |
| 4.2.2 Tata Letak Pada Ruang Produksi..... | 64 |
| 4.2.3 Tata Letak Pada Ruang Non-Produksi..... | 68 |
| 4.3 Alir Proses dan Material..... | 69 |

| | |
|--|-----|
| 4.4 Utilitas | 70 |
| 4.4.1 Unit Penyedia Air | 70 |
| 4.4.2 Unit Penata Udara..... | 73 |
| 4.4.3 Unit Pencegah Kebakaran..... | 76 |
| 4.4.4 Unit Penyedia Listrik | 78 |
| 4.4.4.1 Listrik Penerangan | 79 |
| 4.4.4.2 Listrik Mesin Produksi..... | 89 |
| 4.4.4.3 Listrik Peralatan Laboratorium | 91 |
| 4.4.4.4 Listrik Penata Udara dan Pompa..... | 92 |
| 4.4.4.5 Listrik Kebutuhan Lain-Lain..... | 94 |
| 4.4.5 Unit Penyedia Bahan Bakar | 95 |
| 4.4.6 Unit Perawatan Mesin..... | 97 |
| 4.4.7 Unit Transportasi | 99 |
| 4.4.8 Unit Telekomunikasi..... | 99 |
| 4.5 Organisasi Perusahaan..... | 100 |
| 4.5.1 Bentuk Perusahaan..... | 100 |
| 4.5.2 Badan Usaha | 100 |
| 4.5.3 Struktur Organisasi | 102 |
| 4.5.4 Tugas dan Wewenang..... | 103 |
| 4.5.4.1 Pemegang Saham | 103 |
| 4.5.4.2 Dewan Komisaris | 104 |
| 4.5.4.3 Presiden Direktur | 105 |
| 4.5.4.4 Direktur Perusahaan | 105 |
| 4.5.4.5 Manajer Produksi | 106 |
| 4.5.4.6 Manajer Administrasi dan Keuangan..... | 107 |

| | |
|--|-----|
| 4.5.4.7 Manajer Pemasaran | 107 |
| 4.5.4.8 Kepala Departemen | 108 |
| 4.5.4.9 Supervisor | 108 |
| 4.5.4.10 Kepala Shift..... | 108 |
| 4.5.4.11 Operator..... | 109 |
| 4.5.5 Sistem Ketenagakerjaan..... | 109 |
| 4.5.5.1 Status Karyawan..... | 109 |
| 4.5.5.2 Status Pekerja | 110 |
| 4.5.5.3 Jam Kerja Karyawan | 110 |
| 4.5.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah dan Gaji Karyawan | 113 |
| 4.5.6.1 Perincian Tenaga Kerja | 113 |
| 4.5.6.2 Sistem Pengupahan | 114 |
| 4.5.6.3 Sistem Gaji Karyawan..... | 115 |
| 4.5.7 Fasilitas Karyawan..... | 115 |
| 4.6 Evaluasi Ekonomi..... | 117 |
| 4.6.1 Analisis Perencanaan | 117 |
| 4.6.2 Analisis Finansial..... | 119 |
| 4.6.2.1 Modal Investasi | 119 |
| 4.6.2.2 Modal Kerja | 125 |
| 4.6.2.3 Biaya <i>Overhead</i> | 131 |
| 4.6.2.4 Biaya Tetap (<i>Fixed Cost</i>) | 134 |
| 4.6.2.5 Biaya Tak Tetap (<i>Variable Cost</i>) | 135 |
| 4.6.2.6 Penentuan Harga Jual..... | 135 |
| 4.6.2.7 Analisis Keuntungan | 136 |
| 4.6.2.8 Analisis Kelayakan..... | 137 |

| | |
|-----------------------------|------------|
| BAB V PENUTUP | 142 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 142 |
| 5.2 Saran..... | 142 |
| Daftar Pustaka | 143 |
| Lampiran | 145 |

Daftar Tabel

| | |
|--|-----|
| Tabel 1.1 Perhitungan metode trend linear 2012 - 2016..... | 2 |
| Tabel 1.2 Rentang Nilai dari Beberapa Nilai Karakteristik Teknis Geosintetik di Pasaran menurut Exxon..... | 16 |
| Tabel 1.3 Sifat Fisika Serat Polyester | 19 |
| Tabel 1.4 Ketahanan polyester terhadap bahan kimia | 21 |
| Tabel 2.1 Spesifikasi produk kain nonwoven geotkstil | 23 |
| Tabel 2.2 Karakteristik serat-serat buatan..... | 25 |
| Tabel 2.3 Spesifikasi serat terylene secara kuantitatif | 26 |
| Tabel 2.4 standar pengujian geotekstil..... | 31 |
| Tabel 4.1 Pembagian Ruang Bahan Baku..... | 64 |
| Tabel 4.2 Pembagian ruang proses | 66 |
| Tabel 4.3 Pembagian ruang inspeksi, pengemasan dan gudang produk | 67 |
| Tabel 4.4 Pembagian ruang non produksi..... | 68 |
| Tabel 4.5 Luas tanah dan data penggunaan tanah..... | 68 |
| Tabel 4.6 Rekapitulasi kebutuhan air..... | 73 |
| Tabel 4.7 Kebutuhan AC (motor supply air fan) di ruang produksi | 75 |
| Tabel 4.8 Kebutuhan AC (window type) di ruang produksi | 75 |
| Tabel 4.9 Kebutuhan AC (window type) ruang non produksi..... | 76 |
| Tabel 4.10 Kebutuhan kipas angin..... | 76 |
| Tabel 4.11 Kebutuhan detektor asap..... | 77 |
| Tabel 4.12 Kebutuhan kran hidran..... | 78 |
| Tabel 4.13 Perencanaan kebutuhan listrik penerangan ruang produksi..... | 81 |
| Tabel 4.14 Perencanaan kebutuhan listrik penerangan ruang non produksi I..... | 84 |
| Tabel 4.15 Perencanaan kebutuhan listrik penerangan ruang non produksi I..... | 86 |
| Tabel 4.16 Kebutuhan listrik peralatan laboratorium | 92 |
| Tabel 4.17 Kebutuhan listrik lain-lain | 94 |
| Tabel 4.18 Daya keseluruhan kebutuhan listrik selama sebulan..... | 94 |
| Tabel 4.19 Kebutuhan solar untuk sarana transportasi | 96 |
| Tabel 4.20 Pengaturan jadwal kerja grup..... | 111 |
| Tabel 4.21 Jadwal pergantian shift..... | 112 |

| | |
|---|-----|
| Tabel 4.22 Biaya pembelian tanah dan bangunan..... | 120 |
| Tabel 4.23 Biaya pembelian mesin produksi | 120 |
| Tabel 4.24 Biaya pembelian peralatan utilitas | 121 |
| Tabel 4.25 Pembelian peralatan langsung..... | 122 |
| Tabel 4.26 Pembelian sarana transportasi | 122 |
| Tabel 4.27 Biaya pemasangan instalasi | 123 |
| Tabel 4.28 Biaya perlengkapan inventaris perusahaan | 123 |
| Tabel 4.29 Biaya izin perusahaan | 124 |
| Tabel 4.30 Total modal investasi | 124 |
| Tabel 4.31 Total daya listrik | 127 |
| Tabel 4.32 Biaya gaji karyawan..... | 129 |
| Tabel 4.33 Total modal kerja | 130 |
| Tabel 4.34 Perhitungan depresiasi | 131 |
| Tabel 4.35 Total biaya perawatan | 132 |
| Tabel 4.36 Total biaya overhead..... | 134 |
| Tabel 4.37 Total biaya tetap..... | 134 |
| Tabel 4.38 Total biaya tidak tetap..... | 135 |
| Tabel 4.39 Total regulated annual..... | 137 |

Daftar Gambar

| | |
|--|-----|
| Gambar 1.1 Penampang melintang dan membujur serat poliester..... | 19 |
| Gambar 2.1 Struktur kain non-woven geotekstil | 24 |
| Gambar 2.2 Struktur serat polister | 26 |
| Gambar 3.1 Bentuk jarum <i>take in</i> | 41 |
| Gambar 3.2 <i>Carding action</i> | 42 |
| Gambar 3.3 <i>Stripping action</i> | 43 |
| Gambar 3.4 Kontruksi jarum <i>needle punch</i> | 45 |
| Gambar 3.5 Proses terjadinya ikatan interbinding dalam web..... | 45 |
| Gambar 3.6 Mesin bale opener | 46 |
| Gambar 3.7 Mesin <i>carding</i> | 47 |
| Gambar 3.8 Mesin <i>cross lapper</i> | 48 |
| Gambar 3.9 Mesin <i>pre needle punch</i> | 49 |
| Gambar 3.10 Mesin <i>needle punch</i> | 50 |
| Gambar 3.11 Mesin <i>Calender</i> | 51 |
| Gambar 3.12 Mesin penggulung | 52 |
| Gambar 4.1 Letak denah pabrik | 62 |
| Gambar 4.2 Tata letak ruang bahan baku..... | 65 |
| Gambar 4.3 Tata letak ruang proses..... | 66 |
| Gambar 4.4 Tata letak ruang inspeksi dan gudang bahan baku | 67 |
| Gambar 4.5 Alur proses produksi | 70 |
| Gambar 4.6 Grafik <i>Break Even Point</i> (BEP) | 141 |

Daftar Lampiran

Abstrak

Non-Woven adalah kain yang berbentuk lembaran (web) terbuat tanpa ada proses anyaman. Kain ini terbentuk melalui proses pembentukan lap menjadi web hingga terbentuk lembaran kain. Terbuat dari bahan baku *staple fiber* yang memiliki karakteristik tertentu. Kapasitas produksi kain adalah 18.000.000 meter/tahun dengan asumsi memenuhi kebutuhan penggunaan sebanyak 5%. Pembuatan kain *non-woven* ini meliputi tahap persiapan bahan baku, proses pembukaan bale, proses pembuatan web, proses pembuatan lembaran web, proses pengikatan jarum awal, proses pengikatan jarum permanen, proses *calendering* dan proses penggulungan. Kain *non-woven* yang diproduksi diperuntukan untuk penggunaan geotekstil, yang pada umumnya banyak dimanfaatkan untuk sarana pembangunan sebagai penguatan dan penstabilan tanah.

Pabrik kain *non-woven* ini akan di dirikan di Kawasan Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan di atas tanah seluas 12500 m². Bentuk perusahaannya adalah Perseroan Terbatas (PT) yang akan beroperasi selama 24 jam/hari dengan jumlah karyawan sebanyak 90 orang. Perusahaan ini akan berdiri dengan modal awal Rp 117.970.800.500,-. Dengan perbandingan ekuitas dan pinjaman bank 30%:70%. Dengan modal sebesar itu, pabrik akan mendapat keuntungan Rp 31.812.307.012,- per tahun. Sehingga perusahaan akan mendapatkan nilai *Pay Out Time* (POT) pada tahun keempat, *Break Event Point* (BEP) 50%, *Return Of Investement* (ROI) sebesar 27%.

Kata-kata Kunci: *Non-Woven*, *Geotekstil* dan *Staple fiber*

Abstrack

Non-Woven is a sheet-shaped fabric (web) made without any woven process. This fabric is formed through the process of forming a cloth into the web until a sheet of fabric is formed. Made from *staple fiber* raw material which has certain characteristics. Fabric production capacity is 18,000,000 meters / year assuming meeting the need for use as much as 5%. The manufacture of non-woven fabrics includes the raw material preparation stage, the bale opening process, the web manufacturing process, the web sheet manufacturing process, the initial needle binding process, the permanent needle binding process, the calendering process and the winding process. *Non-woven* fabric produced is intended for *geotextile* use, which is generally used for development facilities as a strengthening and stabilization of the soil.

This non-woven fabric factory will be established in the Ogan Komering Ilir Area, South Sumatra on 12500 m² of land. The form of the company is a Limited Liability Company (PT) which will operate for 24 hours / day with a total of 90 employees. This company will stand with an initial capital of Rp. 117,970,800,500. With a comparison of equity and bank loans 30%: 70%. With that much capital, the factory will get a profit of Rp. 31,812,307,012 per year. So the company will get the Pay Out Time (POT) value in the fourth year, Break Event Point (BEP) 50%, Return on Investments (ROI) of 27%.

Key Words: *Non-Woven, Geotextile* and *Staple fiber*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini sering dijumpai banyak pembangunan infrastruktur mulai dari skala mikro sampai skala makro. Termasuk dalam program pemerintahan sekarang sedang digalakkannya pembangunan infrasturktur untuk memenuhi ketercapaian perekonomian yang dikehendaki. Utamanya adalah pembangunan jalur transportasi darat yang dimaksudkan dalam hal ini adalah pembangunan tol.

Dilihat dari struktur geografi, Indonesia memiliki struktur permukaan tanah yang beragam. Hal ini menjadi salah satu kendala ataupun kesulitan dalam pembangunan tol, sebab kekuatan dan kestabilan permukaan tanah menjadi aspek penting sebagai penunjang terbangunnya tol yang kuat dan kokoh.

Untuk menjaga kekuatan dan kestabilan permukaan tanah biasanya digunakan produk *non-woven* geotekstil. Geotekstil sendiri adalah bahan tambahan yang digunakan sebagai pelapis permukaan tanah, yang berbentuk lembaran. Biasanya bahan geotekstil didapat dari *supplier* maupun melakukan pesanan *import* dari luar negeri. Padahal kebutuhan bahan geotekstil di Indonesia cukup banyak dan dibutuhkan. Maka dari itu kami mencoba merencanakan pembuatan pabrik kain *non-woven* geotekstil dengan kapasitas 18.000.000 meter per tahun.

Tabel 1.1 Perhitungan metode *trend* linear 2012 - 2016

| Tahun | Periode (X) | Kebutuhan (Y) | X ² | XY |
|-------|-------------|---------------|----------------|------------|
| 2013 | -2 | 63723400 | 4 | -127446800 |
| 2014 | -1 | 150901000 | 1 | -150901000 |
| 2015 | 0 | 57476400 | 0 | 0 |

Lanjutan Tabel 1.1 Perhitungan metode *trend linear* 2012 – 2016

| Tahun | Periode (X) | Kebutuhan (Y) | X ² | XY |
|-------|-------------|---------------|----------------|-----------|
| 2016 | 1 | 135786600 | 1 | 135786600 |
| 2017 | 2 | 68083000 | 4 | 136166000 |
| Total | 0 | 475970400 | 10 | -6395200 |

Untuk mendapatkan nilai A dan B dihitung dengan menggunakan persamaan

berikut :

$$Y = A + BX$$

$$= 95194080 + (-639520 \times 5)$$

$$= 91996480$$

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

$$= \frac{475970400}{5}$$

$$= 95194080$$

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

$$= \frac{-6395200}{10}$$

$$= -639520$$

1.2 Tinjauan Pustaka

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

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

Geotekstil adalah jenis bahan tekstil yang digunakan pada tanah atau bahan yang berkaitan dengan teknik sipil dan digunakan bersama bahan lain untuk memperkuat struktur tanah. Berfungsi sebagai lapisan pemisah (*separation*), penyaring (*filtration*), penyalur air (*drainage*), perkuatan tanah (*reinforcement*) dan lapisan pelindung (*moisture barrier*).

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

Terdapat dua tahap dalam proses produksi geotekstil. Tahap pertama membentuk komponen dasar seperti serat dan benang sintetis. Tahap kedua adalah menggabungkan komponen tersebut menjadi satu struktur tertentu, baik sebagai kain tenunan maupun kain bukan tenunan. Adapun beberapa jenis serat diantaranya:

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

Benang sintetis dibuat dari satu atau gabungan beberapa serat sintetis. Jenis benang sintetis yang digunakan dalam konstruksi geotekstil, yakni:

1. *Monofilament yarn*: terbuat dari filamen tunggal
2. *Multifilament yarn*: terbuat dari filamen-filamen halus yang saling dikaitkan
3. *Spun/Staple yarn*: berupa staple fiber yang dijalin dan dipuntir bersama-sama.
4. *Slit film yarn*: terdiri dari serat-serat film tunggal

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

Aplikasi kain geotekstil bergantung pada kondisi tanah dan jenis proyek yang dikerjakan, sehingga tiap aplikasi memerlukan bahan dengan spesifikasi tertentu. Jenis kain geotekstil sendiri dapat digolongkan ke dalam dua golongan besar, yaitu kain *woven* geotekstil dan *non-woven* geotekstil.

1.2.1 Pengertian Non-Woven Geotekstil

Non-woven geotekstil adalah struktur tekstil terbentuk oleh ikatan antar serat dapat berupa serat pendek ataupun monofilamen, dengan cara mekanis, termal atau dengan pelarut dan kombinasi dari semuanya (Krema, 1971). Proses pengerjaannya dilakukan dengan metode tanpa tenun sehingga disebut “*non-woven*”

Produksi jaring serat terdiri dari berbagai jenis serat. Bahan utama pembuatan *non-woven* adalah serat buatan yang diperkuat secara mekanis menggunakan perekat maupun dengan jarum. Sedangkan pembentukan sebagian besar menggunakan sistem serat dasar (jaring yang digaruk) meliputi jaring-jaring serat, jaring *sandwich*, jaring isotropik, lembaran-lembaran, pengacakan dan sebagainya.

Poses pembuatan *non-woven* geotekstil ada empat cara yaitu proses penjaruman, proses ikatan leleh, proses ikatan pintal dan proses ikatan dengan bahan perekat. Cara produksi dari geotekstil jenis *non-woven* dengan sistem penjaruman diawali dengan meletakan serat web dalam mesin pengupas yang

dilengkapi jarum khusus. Saat serat web terletak diantara plat yang ditanam dan plat mesin pengupas, maka jarum akan menembus dan mengatur kembali arah serat sehingga terjadi ikatan mekanis pada serat-serat tersebut (Koerner, 1988).

1.2.2 Karakteristik Non-Woven Geotekstil Sistem *Needle Punch*

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

1.2.3 Mekanisme Sistem *Needle Punch*

Pada awalnya teknoogi penjahitan dengan mesin pelubang jarum terbatas, namun dengan kehadiran serat-serat sintetis membuat metode *needle punch* banyak dipakai untuk produksi kain non-woven. Penggunaan *staple fibers* sebagai bahan baku pembuatan kain non-woven geotekstil ini sangat menguntungkan terutama dilihat dari proses produksi serta hasil yang dicapai.

Mekanisme proses relatif sederhana, dimana serat secara *kontinu* masuk ke dalam mesin *carding* hingga terbentuk lembaran web. Kemudian mengalami perkuatan secara mekanis dengan menggunakan jarum. Prinsip sistem *needle punch* menggunakan teknik saling ikat antara lapisan serat dasar (jaringan) dengan uraian serat tegak lurus atau miring terhadap bidang gelombang yang dipertimbangkan sebagai sistem tiga dimensi dengan serat terutama yang terorientasi pada permukaan. Saling ikat dengan menggunakan sistem jarum

terpasang pada batang yang memasuki jaringan tersebut dengan bolak-balik bisa menangkap untaian serat berkisar 10-20 serat dan menekannya melalui lapisan elemen jaringan. Elemen fungsional paling utama adalah jarum.

1.2.4 Fungsi Geotekstil

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

1. Lapisan pemisah (*separation*) dibutuhkan saat geotekstil diletakkan diantara dua jenis material berbeda. Kegunaannya untuk menghindarkan terjadinya kontaminasi dan pencampuran yang mungkin terjadi diantara kedua material tersebut. Sifat geotekstil yang perlu diperhatikan pada kondisi tersebut adalah: kekuatan terhadap pukulan, kekuatan sobek, tahan pecah, dan tembus air.
2. Lapisan penyaring (*filtration*) adalah kemampuan geotekstil untuk meloloskan air, tetapi menahan partikel tanah yang ikut terbawa aliran dari satu sisi permukaan ke sisi lainnya. Dalam beberapa kasus geotekstil juga dibutuhkan untuk meloloskan aliran tanpa rintangan, seperti dalam keadaan dimana tekanan air pori yang berlebihan tidak diijinkan. Sifat geotekstil hasil dari rancangan berdasarkan fungsi tersebut adalah *permeability* dan *Apparent Opening Size (AOS)*.
3. Penyaluran air (*drainage*) pada saluran drainase umumnya terdapat butiran kasar dan halus yang mempunyai fungsi ganda, yaitu sebagai saringan dan saluran air. Dua fungsi tersebut sulit dipadukan, karena untuk fungsi saringan berarti akan banyak lumpur atau bahan yang lain yang tersaring

sehingga akan menghalangi aliran air. Masuknya tanah ke dalam saluran drainase karena terbawa oleh air tanah yang menuju saluran air tersebut. Kemampuan geotekstil yang tembus air sekaligus mampu menyaring maka bahan ini sangat tepat berfungsi sebagai filter, yaitu menahan butiran tanah yang terbawa oleh air tanah agar tidak masuk ke saluran drainase. Sedangkan untuk drainase vertikal biasanya digunakan *geocomposite* yang terdiri dari geotekstil yang berfungsi sebagai filter dan rangka yang berfungsi sebagai saluran air. Sifat geotekstil hasil dari desain berdasarkan fungsinya adalah *transmissivity* dan harga ukuran bukan EOS.

4. Perkuataan tanah (*reinforcement*). Pada umumnya tanah tidak mampu menahan tegangan tarik, maka dibuat suatu konstruksi geotekstil agar tanah mampu menahan tegangan tarik. Sebagai contoh pembuatan lereng yang curam, dengan kemampuan geotekstil menahan tarikan dan geser karena gesekan tanah, maka bahan tersebut dapat digunakan sebagai perkuataan pada tanah. Sifat geotekstil berdasarkan fungsi tersebut adalah kuat, perpanjangan, tanah rangkak atau retak dan modulus yang dibutuhkan.
5. Pelindung air (*moisture barrier*), terjadi bila bahan tersebut diletakkan diatas aspal yang lama sebelum dihamparkan aspal yang baru. Contoh penggunaannya sebagai lapisan pemisah yang berfungsi untuk mencegah terjadinya retak refleksi pada lapisan ulang aspal.

(Suryolelono, 2000)

1.2.5 Karakteristik Geotekstil Untuk Perancangan

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

1. Karakteristik fisik, meliputi:

- a. Massa per satuan volume (*specific gravity*), didefinisikan sebagai perbandingan antara massa bahan dengan volume bahan. Menurut Robert M. Koerner dalam bukunya *Designing With Geosynthetic* nilai massa per satuan *volume polyester* yang digunakan dalam pembuatan geotestil adalah $1,22 \times 10^6$ - $1,38 \times 10^6$ g/m³. Tingkat *specific gravity* berdasarkan pada uji ASTM D 792 dan D 1505. Bahan yang mempunyai *specific gravity* kurang dari 1×10^6 g/m³ saat penggunaannya dalam air bahan hanya akan terapung.
- b. Massa per satuan luas (*mass per unit area*, adalah massa dari lembaran geotekstil per satuan luas, dengan satuan adalah g/m³. Massa per satuan luas untuk geotekstil secara umum berkisar antara 135-680 g/m² (ASTM D 5261).
- c. Ketebalan (*thickness*), yaitu jarak antara permukaan sampai bagian bawah geotesktil diukur dengan tekanan tertentu (2 kPa). Geotekstil

pada umumnya mempunyai ketebalan 10-300 mils (1 mils = 0,001 inchi) (ASTM D 5199).

- d. Kekakuan (*stiffness*), yaitu tingkat fleksibilitas dari geotekstil, *stiffness* adalah tingkat interaksi antara berat atau massa geotekstil dengan kekakuan geotekstil, ditunjukkan dengan metode uji ASTM D 1388. Satuan yang digunakan adalah mg-cm. Tingkat kekakuan geotekstil pada umumnya berkisar 1 mg-cm – 25 mg-cm, tergantung pada tingkat *soil sub grade strength*, semakin besar tingkat *soil sub grade strength* makin kecil tingkat kekakuan yang diburuhkan. (Koerner,1994)

2. Karakteristik mekanis, meliputi:

- a. Kompresibilitas (*compressibility*), pengertian kompresibilitas selalu berhubungan dengan ketebalan, dalam hal ini adalah ketebalan dari bahan geotekstil pada berbagai tekanan normal yang bekerja. Sifat tersebut penting untuk bahan geotekstil yang digunakan sebagai *transmissivity*, dimana akan berubah dengan perubahan tekanan yang dialami (ASTM D 3376).
- b. Kekuatan tarik (*tensile strength*), sifat kekuatan tarik ini penting untuk diketahui dalam penggunaan geotekstil yang memerlukan kekuatan. Tegangan (*stress*) biasanya diukur dalam satuan gaya per unit lebar (lb/m, kN/m, Kg/Cm, dsb). Sedangkan regangan (*strain*) adalah nilai deformasi dibagi dengan lebar awal. Dari hubungan tegangan-regangan akan diperoleh:

- 1) Kekuatan tarik maksimum sebagai indikasi dari kekuatan bahan (*fabric's strength*)
- 2) Regangan runtuh, biasanya diberikn dalam dua data perpanjangan maksimum.
- 3) Kekerasan (*toughness*), yaitu pada bagaian dibawah kurva regangan-tegangan.
- 4) Modulus atau kekakuan, yaitu kemiringan dari bagian awal kurva tegangan-regangan.

Untuk geotekstil pada umumnya mempunyai kekuatan tarik (*non-woven geotekstil-needle punch*), yaitu 9-180 kN/m (ASTM D 4595).

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

- 1) *Grab tensile strength*, untuk mengetahui kemampuan bahan geotekstil dalam menyebar muatan atau beban tarik terpusat dengan arah sejajar lembaran geotekstil (0,45-4,5 kN).
 - 2) *Wide Width tensile strength*, memberikan kemampuan tarik bahan dengan deformasi lateral sekecil-kecilnya. Tes ini biasanya dilakukan pada lebar lembaran 200 mm sampai 1000 mm (9-180 kN/m²)
- c. Kuat Pecah (*burst strength*), yaitu kekuatan bahan dalam menerima beban terpusat dalam arah tegak lurus lembaran geotekstil. Beban terpusat dapat berupa beban pecah (*burting load*) atau beban coblos

(*puncturing load*). Beban pecah terjadi bila geotekstil harus menerima beban terpusat pada luasan yang relatif sempit dengan arah tegak lurus lembaran geotekstil. Kemungkinan bursting dapat terjadi pada lekukan-lekukan diantara batuan atau lubang kecil. Beban coblos (*puncturing load*) adalah beban tegak lurus lembaran geotekstil pada muatan yang bersudut runcing cenderung mencoblos lembaran. Kondisi ini timbul akibat sudut-sudut yang runcing dari batuan/agregat. Kekuatan pecah dapat dicari dengan beberapa cara, antara lain :

- 1) *Mullen Burst Test*, dilakukan dengan memaksa sebuah bola tertentu menekan permukaan geotekstil sampai bahan tersebut pecah. Dengan standar ASTM D 3786, untuk non-woven geotekstil (*needle punch*) mempunyai kekuatan 350-5200 kPa.
 - 2) *California Bearing Ratio Plunger Test*, dilakukan dengan cara menekan batang penetrasi CBR tegak lurus ke permukaan geotekstil yang dijepit kedua sisinya sampai bahan pecah dan batang penetrasi CBR sepanjang 3cm menembus bahan.
- d. Kekuatan Robek (*tear strength*), adalah ketahanan bahan terhadap menjalarnya robekan dalam kondisi menahan *tensile*. *Tear strength* juga diperlukan saat bahan geotekstil menerima beban coblos (*puncture*). Sehingga kuat robek diberikan dari hasil :
- 1) *Trapezoidal Test*, tes ini dilakukan dengan menarik bahan geotekstil yang sudah dirobek dengan pola tertentu. Kekuatan

robek merupakan gaya dimana robekan mulai menjalar ke seluruh lembaran. Pengujian dengan standar ASTM D 4533. Pada geotekstil mempunyai kekuatan robek sebesar 90-1300 N.

2) *Cone Drop Test*, tes ini dilakukan dengan menjatuhkan sebuah kerucut berujung runcing tegak lurus diatas lembaran bahan geotekstil yang dijepit kedua sisinya. Tes ini untuk mendapatkan kekuatan coblos dari bahan geotekstil.

e. *Puncture Resistant*, adalah kemampuan geotekstil untuk menahan terhadap kebocoran dan diukur dengan ASTM D 4833, besar kekuatan *puncture resistant* dari non-woven geotekstil sistem *needle punch* adalah 45-450 N.

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

g. Kekuatan terhadap Geseran dan Tubrukan dengan bahan butiran (*impact test*), yaitu pengukuran untuk mengetahui besarnya tahanan geser maksimum yang dapat terjadi antara bahan geotekstil dengan tanah. *Impact resistance* yang dimiliki geotekstil berkisar antara 14-200 J.

3. Karakteristik hidrolik

Penentuan sifat hidrolik dalam penggunaan geotekstil untuk mengatasi masalah drainase, filtrasi dan yang berhubungan dengan air tanah.

Karakteristik hidrolis pada geotekstil yang perlu diketahui antara lain sebagai berikut :

- a. Porositas (*porosity*), dari sekumpulan benang sintesis dapat ditentukan melalui persamaan sebagai berikut :

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

Dimana :

n = porositas

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

ρ = densitas geotekstil (g/m^3)

t = tebal geotekstil (m)

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

- b. *Apparent Opening Size* (AOS), adalah ukuran yang menunjukkan diameter tertentu pada lubang-lubang geotekstil. Bahan geotekstil yang berfungsi sebagai filter dan struktur drainase umumnya berbentuk seperti penyaring. Permukaan geotekstil tersebut mempunyai lubang-lubang berdiameter kecil. Besar lubang bervariasi mengingat pembuatannya dilakukan dengan mesin sehingga perlu dilakukan tes khusus untuk dapat mengetahui variasi dari diameter lubang pada permukaan geotekstil tersebut. AOS dinyatakan dalam

simbol O_n , maka untuk AOS pada O_{95} artinya diameter tersebut merupakan diameter lubang yang relatif besar pada permukaan bahan geotekstil sedemikian rupa sehingga 95% dari lubang-lubang filter yang lain mempunyai diameter yang relatif kecil dari O_{95} tersebut (Koerner, 1994)

- c. Permeabilitas, adalah koefisien rembesan air tanah arah normal bidang geotekstil (tegak lurus bidang geotekstil). Atau dengan kata lain permeabilitas adalah sifat menyerap air. Sebagai standar adalah ASTM D 4491 dan nilai permeabilitas sebesar 0,0008-0,23 cm/s.
- d. Permittivitas, adalah harga koefisien arah normal bidang untuk tiap satuan tebal geotekstil. Semakin tebal bahan geotekstil maka makin kecil permeabilitasnya. Besarnya harga permittivitas relatif konstan. Nilai permittivitas geotekstil menurut standar ASTM D 4491 sebesar $0,02-2,2 \text{ sec}^{-1}$.
- e. Transmisivitas, adalah koefisien rembesan air ke arah sejajar geotekstil, untuk ketebalan tertentu dan jenis geotekstil yang digunakan. Tingkat transmisivitas dari bahan geotekstil ditentukan berdasarkan standar ASTM D 4716 yaitu $0,01 \times 10^{-3} - 2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{min.-m}$.

Tabel 1.2 Rentang Nilai dari Beberapa Nilai Karakteristik Teknis Geosintetik di
Pasaran menurut Exxon

| No | Geosynthetic | Tensile Strength (kN/m) | Maximum Extension (%) | Apparent Opening Size (AOS) (mm) | Volume Water Permeability (liters/m ² /s) | Unit Weight (g/m ²) |
|----|----------------|-------------------------------|-----------------------------|--|---|---------------------------------------|
| 1 | Geotextiles | 8-800 | | 0.05- | | 100-1300 |
| | *woven | 3- 90 | 5-35 | 2.50 | 5-2000 | 70-2000 |
| | *nonwoven | 2-120 | 20-80 | 0.01- | 20-300 | - |
| | *Knitted | 15-1800 | 12-600 | 0.35 | 60-80 | 250-1200 |
| | *stitch-bonded | | 15-30 | 0.1-1.2 | 30-80 | |
| | | | | 0.04-0.4 | | |
| 2 | Geomembrane | | | | | |
| | *nonreinforced | 10-50 | 100-500 | 0 | 0 | 300-1500 |
| | *reinforced | 20-200 | 10-30 | 0 | 0 | 600-2000 |
| 3 | Geolinier | | | | | |
| | *elements | 50-500 | 3-15 | 0 | 0 | 600-2000 |
| 4 | Geogrids | 10-200 | 3-25 | 25-27 | Very high | 150-900 |

4. Karakteristik ketahanan

Perilaku bahan geotekstil terhadap waktu selama pemakaian serta kemampuan ketahanannya terhadap degradasi lingkungan dapat diketahui dengan beberapa pengujian diantaranya: *creep test*, *long term flow*, *abrasion test*, *stress relaxation (constraint strain) test* dan *gradien rasio test*.

Beberapa sifat yang diperlukan pada bahan geotekstil agar dapat mencapai tingkat ketahanan terhadap lingkungan, diantaranya (Koerner, 1994):

- a. Ketahanan terhadap berbagai bahan kimia, pengaruh yang sering dihadapi ialah kemampuan agresi dan degradasi bahan kimia. Akan tetapi hal tersebut dapat diatasi dengan penggunaan bahan baku polyester pada bahan geotekstil. Sehingga bahan geotekstil tahan terhadap bahan kimia baik asam maupun basa.
- b. Ketahanan terhadap cahaya dan iklim. Penggunaan bahan geotekstil pada aplikasinya langsung berhubungan dengan lingkungan, baik itu iklim maupun cahaya. Maka dari itu sifat ketahanan terhadap cahaya dan iklim ini diperlukan, selain itu sinar UV pada cahaya dapat mengakibatkan degradasi bahan organik, termasuk polimer. Terdapat tiga tingkatan sinar UV, yakni:
 - 1) UV-A, menyebabkan kerusakan polimer paling parah, panjang gelombang 315 s.d 400 nm
 - 2) UV-B, menyebabkan kerusakan polimer pada tingkatan sedang, panjang gelombang 280 s.d 315 nm.
 - 3) UV-C, menyebabkan kerusakan polimer pada tingkat ringan (hanya bagian luar polimer) panjang gelombang 100 s.d 208 nm

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

polyester tahan terhadap air hujan karena struktur molekul polyester bersifat hidrofob.

- c. Ketahanan terhadap mikroorganisme, salah satu sumber habitat mikroorganisme berada di tanah. Hal ini menjadi perhatian tersendiri sebab penggunaan bahan geotekstil langsung berhubungan dengan tanah. Pengaruh mikroorganisme terhadap bahan geotekstil dapat menyebabkan degradasi pada molekul polimer.
- d. Ketahanan terhadap pelapukan dalam tanah, ketahanan terhadap bakteri relevan dengan kemampuan terhadap pelapukan dalam tanah. Sedangkan serat polyester mempunyai ketahanan yang baik terutama terhadap bakteri.

1.2.6 Keuntungan Penggunaan Geotekstil

Penggunaan Geotekstil memberikan keuntungan tersendiri, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Keuntungan dari Aspek Teknis

Geotekstil mudah melakukan penyesuaian baik terhadap permasalahan maupun penggunaannya. Sebab bahan geotekstil terbuat dari bahan sintesis yang tahan terhadap air, bahan-bahan kimia, bakteri pembusukan, maupun sinar ultraviolet, serta memiliki kekuatan tarik, kekuatan sobek, dan kekuatan robek yang baik.

2. Keuntungan dari Aspek Pekerjaan

Persiapan penggunaan geotekstil mudah dikerjakan karena geotekstil dikemas dalam bentuk rol, sehingga mudah disiapkan (dientangkan) pada

lokasi proyek dan tidak perlu menggunakan bantuan alat rakit ataupun tenaga kerja dan peralatan yang banyak.

3. Keuntungan dari Aspek Waktu

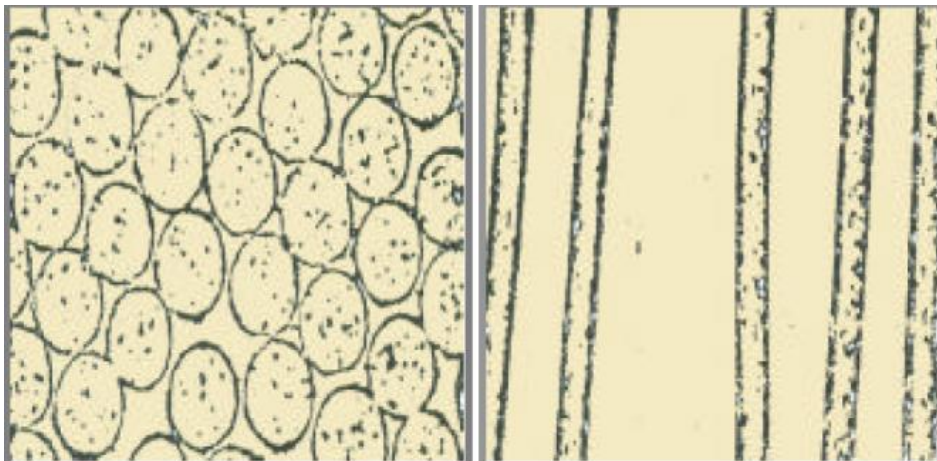
Geotekstil merupakan material perkuatan tanah yang telah jadi

4. Keuntungan dari Aspek Lingkungan

Material geotekstil tidak mempengaruhi terhadap lingkungan sekitar penggunaan. Sebab material ini dapat bertahan dan menyatu dengan permukaan tanah penggunaan.

1.2.7 Sifat Polyester

1. Sifat Fisika



Gambar 1.1 Penampang melintang dan membujur serat poliester

(P Soeprijono, 1974)

Tabel 1.3 Sifat Fisika Serat Polyester

| | |
|--------------------------------|-----------|
| <i>Tenacity</i> (N/tex) | 0.35-0.53 |
| <i>Extension at break</i> (%) | 15-30 |
| <i>Elastic modulus</i> (N/tex) | 7.9 |
| MR (%) | 0.4 |
| <i>Specific gravity</i> | 1.38 |
| Tg | 80°C |
| <i>Melting point</i> | 260°C |

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

2. Sifat Biologi

Polyester tahan terhadap serangga dan bakteri.

a. Tahan sinar

Umumnya serat tekstil akan mengalami pengurangan nilai kekuatannya bila terkena sinar matahari dalam kurun waktu yang lama, begitu pula dengan polyester. Akan tetapi polyester memiliki daya tahan sinar yang baik dibandingkan serat lain.

b. Mengkeret

Keadaan mengkeret terjadi bila benang atau kain direndam dalam air mendidih.

3. Sifat Kimia

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

Tabel 1.4 Ketahanan polyester terhadap bahan kimia

| Bahan kimia | Suhu | Konsentrasi | Waktu | Efek Kekuatan |
|--------------------|------|-------------|----------|---------------|
| Asam hidroklorit | 23°C | 18% | 3 minggu | Tidak ada |
| Asam nitrit | 23°C | 40% | 3 minggu | -6% |
| Asam sulfur | 23°C | 37% | 6 minggu | Tidak ada |
| Kaustik soda | 23°C | 10% | 3 hari | -6% |
| Natrium hipoklorit | 70°C | 2.5% | 4 hari | Tidak ada |

(RW Moncrieff, Man made fibers, London, 1975)

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

Perancangan pabrik tekstil non-*woven* geotekstil dengan bahan baku polyester jenis Terlyne menggunakan sistem *needle punch* ditargetkan dapat memenuhi permintaan pasar berupa geotekstil yang mempunyai fungsi sebagai lapisan pemisah, penyaring, dan perkuatan tanah.

2.1 Spesifikasi Produk

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

1. Karakteristik fisik, yang terdiri dari:
 - a. Massa per satuan luas
 - b. Ketebalan (*thickness*)
2. Karakteristik mekanis, terdiri dari :
 - a. *Grab tensile strength*
 - b. *Elongation at break*
 - c. *Puncture strength*
 - d. *CBR strength*
 - e. *Mullen burst*
 - f. *Trapezoidal tear*
3. Karakteristik hidrolis, meliputi:

a. *Apparent opening size*

b. Permittivitas

c. Permeabilitas

4. Karakteristik ketahanan, diantaranya :

a. *UV resistance*

Karakteristik dan sifat bahan geotekstil yang telah disebutkan, mendasari spesifikasi produk kain nonwoven geotekstil sebagai berikut :

Tabel 2.1 Spesifikasi produk kain non-woven geotekstil

| Karakteristik | Sifat | Nilai | Metode pengujian |
|---------------|------------------------------|-----------------------|------------------|
| Fisik | <i>Mass per unit area</i> | 271 g/m ² | ASTM D 5261 |
| | <i>Thickness</i> | 2.3 mm | ASTM D 5199 |
| | <i>Grab tensile strength</i> | 979 N | ASTM D 4632 |
| | <i>Grab elongation</i> | 50% | ASTM D 4632 |
| Mekanis | <i>Puncture resistance</i> | 601 N | ASTM D 4833 |
| | <i>CBR strength</i> | 3225 N | ASTM D 6241 |
| | <i>Mullen burst</i> | 3585 N | ASTM D 3786 |
| | <i>Trapezoidal tear</i> | 467 N | ASTM D 4533 |
| Hidrolik | <i>Apparent opening size</i> | 0.150 mm | ASTM D 4571 |
| | <i>Permittivity</i> | 1.5 sec ⁻¹ | ASTM D 4491 |
| | <i>Porosity</i> | 91.46% | ASTM D 4751 |
| | <i>Permeability</i> | 0.38 cm/s | ASTM D 4491 |
| Ketahanan | <i>UV resistance</i> | 70% | ASTM D 4355 |



Gambar 2.1 Struktur kain non-*woven* geotekstil

2.2 Spesifikasi Bahan

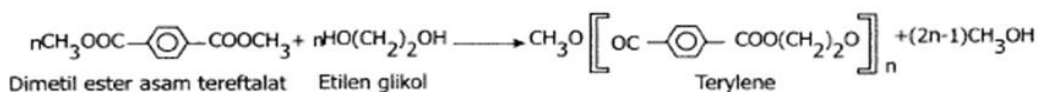
Dalam kehidupan keseharian kita sering menjumpai produk tekstil yang terbuat dari serat polyester. Mulai dari jenis *woven*, non-*woven*, bahkan knitting. Termasuk pembuatan kain non-*woven* geotekstil ini pun terbuat dari polyester. Pemilihan bahan baku polyester ini sendiri didasari pada sifat polyester itu sendiri, yang memiliki ketahanan dan kekuatan yang baik dibanding dengan serat buatan lainnya seperti polyamide dan polyetilen.

Tabel 2.2 Karakteristik serat-serat buatan

| Keterangan | Polyester | Polyamide | Polypropilen | Polyetilen |
|--|---------------|---------------|---------------|-------------|
| <i>Strength</i> | <i>High</i> | <i>Medium</i> | <i>Low</i> | <i>Low</i> |
| <i>Elastic modulus</i> | <i>High</i> | <i>Medium</i> | <i>Low</i> | <i>Low</i> |
| <i>Strain at failure</i> | <i>Medium</i> | <i>Medium</i> | <i>High</i> | <i>High</i> |
| <i>Creep</i> | <i>Low</i> | <i>Medium</i> | <i>High</i> | <i>High</i> |
| <i>Unit weight</i> | <i>High</i> | <i>Medium</i> | <i>Low</i> | <i>Low</i> |
| <i>Cost</i> | <i>High</i> | <i>Medium</i> | <i>Low</i> | <i>Low</i> |
| <i>Resistance to UV light stabized</i> | <i>High</i> | <i>Medium</i> | <i>High</i> | <i>High</i> |
| <i>Unstabilized</i> | <i>High</i> | <i>Medium</i> | <i>Medium</i> | <i>Low</i> |
| <i>Alkalis</i> | <i>Low</i> | <i>High</i> | <i>High</i> | <i>High</i> |
| <i>Fungus</i> | <i>Medium</i> | <i>Medium</i> | <i>Medium</i> | <i>High</i> |
| <i>Fuel</i> | <i>Medium</i> | <i>Medium</i> | <i>Low</i> | <i>Low</i> |
| <i>Detergent</i> | <i>High</i> | <i>High</i> | <i>High</i> | <i>High</i> |

(P Dhanapal, Geotextile Applications)

Bahan baku untuk pembuatan kain *non-woven* geotekstil dengan sistem *needle punch* adalah serat polyester jenis Terylene, yang dihasilkan dari pereaksian antara dimetil ester asam tereftalat dengan etilen glikol. Reaksi yang terjadi yakni:



Karakteristik Terylene secara kualitatif dapat meliputi kekuatan tarik yang tinggi, fleksibilitas yang dinamis, mempunyai ketahanan terhadap zat kimia yang baik, *durability* terhadap mikroorganisme tinggi, tahan sinar UV, tahan panas

serta proses pembuatannya mudah dan lebih murah dibanding dengan jenis serat polyester lainnya.

Tabel 2.3 Spesifikasi serat terylene secara kuantitatif

| Karakteristik | Nilai nominal/keterangan |
|----------------------------|-------------------------------------|
| Tipe serat | <i>Staple fiber (high tenacity)</i> |
| Kehalusan serat | 4-6 denier |
| Panjang serat | 2 inci |
| <i>Specific gravity</i> | $1.38 \times 10^6 \text{ g/m}^3$ |
| <i>Tenacity</i> | 7-8 g/D |
| <i>Moisture regain</i> | 0.4-0.8 % |
| <i>Elongation at break</i> | 7.5-10.5 % |
| Elastisitas | 1-2 % |
| Mengkeret | 7 % |
| Titik leleh | 250°C |



Gambar 2.2 Struktur serat polister

2.3 Pengendalian Kualitas

Definisi pengendalian kualitas pada bidang produksi yakni sebagai teknik dan aktivitas operasional yang digunakan untuk memenuhi persyaratan kualitas

(Gaspersz, 2001). Bertujuan 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 kejanggalan pada produk maka ditindak lanjuti dengan mengambil langkah perbaikan terhadap produk.

Tahapan yang dilakukan dalam pengendalian kualitas produk kain *non-woven* geotekstil dengan sistem *needle punch* secara umum digambarkan pada diagram sebagai berikut :

Quality Control (QC) meliputi semua evaluasi dari bahan baku sampai bahan jadi siap dipasarkan. Definisi evaluasi sendiri berarti 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.

Pegendalian 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 14001.

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Unit yang bertugas mengevaluasi kualitas bahan baku adalah unit laboratorium *quality control*. Evaluasi bahan dilakukan dengan cara mengambil sampel bahan baku secara acak yang akan digunakan pada proses produksi kain *non-woven* geotekstil. Hal ini bertujuan untuk mengukur kualitas bahan, sehingga diketahui kelayakan dalam penggunaannya. Adapun tahapan-tahapan

pengendalian kualitas bahan baku dimulai dari pemeriksaan bahan baku di penyimpanan sampai pemeriksaan bahan baku sebelum proses produksi berlangsung.

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 $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ dan *relative humidity* ($\text{RH } 65\% \pm 1\%$). Penghitungan besaran suhu menggunakan termometer ruangan dan penghitungan besar RH menggunakan hygrometer.

2.3.1.2 Pemeriksaan Bahan Baku Sebelum Proses

Pemeriksaan bahan baku sebelum masuk ke dalam rangkaian proses bertujuan untuk menguji kelayakan dari bahan baku itu sendiri. Beberapa hal yang harus diperiksa, diantaranya :

1. Kandungan air dan waktu

Berat perdagangan pengiriman serat didasarkan pada berat kering ditambah jumlah kandungan air (MR) dan waktu pembuatannya. Berat nyata pengiriman akan berbeda dari berat perdagangan apabila *regain* nyata berbeda dengan *regain* yang diterima dalam perdagangan. Oleh karena itu

diperlukan analisis kuantitas kandungan air juga analisis waktu yang diperlukan untuk memberikan data yang tercatat mengenai berat.

Adapun evaluasi *regain* menggunakan sistem pengeringan dan *boil off*. Nilai kandungan air (*regain*) yang diperbolehkan untuk serat polyester mencapai 0,4%, bila melebihi maka bahan baku tidak lolos uji pemeriksaan dan akan dikembalikan.

2. Panjang *staple*

Pemeriksaan panjang *staple* dilakukan dengan cara mengukur serat secara acak agar diketahui tingkat keseragamannya, keadaan serat saat diukur yakni dalam keadaan lurus. Pengukuran lebih lanjut menggunakan diagram *clegg* untuk mengetahui panjang efektif dan presentase *staple* karena panjang *staple* berpengaruh pada pembuatan web.

3. Kekuatan dan mulur serat

Kekuatan dan mulur serat penting diperhitungkan dalam evaluasi serat sebelum proses produksi halini bertujuan untuk menghitung *tenacity* serat. Penghitung *tenacity* dilakukan setelah diketaui kehalusan serat (*denier*) tersebut.

Contoh perhitungan :

| | | |
|-------------------------------------|-----------------------------|------------|
| Panjang contoh serat (L) | = 80 mm | |
| Berat serat (W) | = 0,05 mg | |
| Panjang serat ketika ditambah beban | = 81mm | |
| Putus pada pembebanan | = 45 g | |
| Kehalusan serat (Denier) | = $9000 \times \frac{W}{L}$ |(2.1) |

$$\begin{aligned}
 &= \frac{9000 \times 0,05}{80} \\
 &= 5,625 \text{ D} = 6 \text{ D} \\
 \text{Tenacity} &= \frac{45 \text{ gram}}{6 \text{ denier}} \dots\dots\dots(2.2) \\
 &= 7,5 \text{ g/D}
 \end{aligned}$$

Standar nilai *tenacity* yang dikehendaki berkisar antara 7-8 g/D, sedangkan hasil nilai *tenacity* yang didapat adalah 7,5 g/D. Adapun standar nilai Denieri berkisar pada 4-6 Denier, dan hasil perhitungan yang didapat adalah 6 Denier. Dari hasil nilai yang didapat maka bahan dapat masuk ke proses produksi selanjutnya.

2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses

Pengendalian ini dilakukan dengan cara mengawasi proses secara langsung pada panel kontrol dan *stop motion* serta dengan cara melakukan pemeriksaan pada proses *carding*, *needle punch*, dan *winding*.

1. Pemeriksaan pada proses *carding*

Konten yang diperiksa pada proses *carding* adalah jumlah nep pada lembaran web. Hal ini untuk memastikan bahwa jumlah hitungan yang terdeteksi pada mesin *carding* sesuai dengan jumlah *real* dari nep pada web tersebut. Adapun pemeriksaan ini dilakukan pada awal, pertengahan dan akhir shift.

2. Pemeriksaan pada proses *pre needle* dan *needle punch*

Hal yang diperhatikan adalah kecepatan penusukan jarum dan kondisi jarum yang terpasang. Apabila ada kerusakan pada jarum (jarum patah) maka jarum harus segera diganti, sebab bila terjadi seperti demikian maka

mesin akan berhenti secara otomatis. Biasanya jarum jarum runcing pada batang jarum berjumlah enam buah, untuk menghindari kerusakan serat akibat penusukan secara berlebihan.

3. Pemeriksaan pada 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

Pengendalian kualitas pada produk perlu dilakukan agar hasilnya sesuai dengan spesifikasi produk yang ditetapkan. Hal ini merupakan tanggung jawab dari semua pihak yang terkait di perusahaan. Pengendalian kualitas produk dilakukan dengan cara menguji produk yang sudah jadi. Standar pengujian produk kain *non-woven* geotekstil meliputi: kekuatan tarik, kekuatan coblos, kekuatan pecah, kekuatan sobek, porositas, permeabilitas, permitivitas serta ketahanan kimia dan pelapukan tanah. Acuan dalam melakukan pemeriksaan bahan produk menggunakan standar Internasional yaitu ASTM. Tabel berikut ini menunjukkan data standar pengujian produk geotekstil:

Tabel 2.4 standar pengujian geotekstil

| Jenis pengujian | Standar pengujian |
|--|----------------------------|
| Grab tensile strength | 0.45-4.5 kN |
| Kekuatan coblos (<i>puncture strength</i>) | 45-450 N |
| Kekuatan sobek (<i>tear strength</i>) | 90-1300 N |
| Porositas | 50-95 % |
| Permeabilitas | 0.0008-0.23 cm/s |
| Permitivitas | 0.02-2.2 sec ⁻¹ |

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

1. Pemeriksaan kekuatan pecah dan coblos

Ada dua metode yang digunakan untuk memeriksa kekuatan pecah dan kekuatan coblos, yaitu :

a. *Mullen Bursting Test*

Pemeriksaan metode ini dilakukan dengan cara memaksa sebuah bola tertentu menekan permukaan geotekstil sampai bahan geotekstil pecah. Petunjuk pemeriksaan mengacu pada standart ASTM 3786. Pada perancangan ini diharapkan bahan geotekstil mampu menahan gaya yang diberikan bola hingga mencapai nilai 3000kPa.

b. *CBR Plungger Test*

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

2. Pemeriksaan kekuatan sobek

Yang dimaksud dengan kekuatan sobek adalah kekuatan bahan terhadap menjalarnya robekan dalam keadaan menahan *tensile* atau gaya. Pemeriksaan kekuatan sobek menggunakan metode Trapezoidal Test.

Trapezoidal test dilakukan dengan cara menarik bahan geotekstil yang sudah robek dengan pola tertentu menggunakan alat penarik, seperti tensometer. Standar yang digunakan dalam pemeriksaan ialah standar ASTM D 4533. Kekutan robek merupakan suatu robekan yang menjalar ke seluruh lembaran akibat adanya gaya pada lembaran, kekuatan robek yang diharapkan pada perancangan ini sebesar 467 N.

3. Pemeriksaan kekuatan Tarik

Metode yang digunakan pada pemeriksaan kekuatan tarik adalah *metode Grab Tensile Strength*. Metode ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui kemampuan bahan geotekstil dalam menyebar beban tarik terpusat dengan arah sejajar lembaran geotekstil. Pengujian dilakukan menggunakan kain geotekstil dengan panjang 150 mm dan lebar 100 mm, disesuaikan dengan standar ASTM D 4632. Harapannya bahan kain geotekstil mampu memberikan kekuatan tarik sebesar 979 N.

Pemeriksaan dilakukan dengan meletakkan kain yang sudah dipotong sesuai dengan standar pada penjepit lalu menarik kain dengan gaya hingga 10 kN. Bila kain tersebut mampu menahan gaya hingga lebih dari 950 N maka telah memenuhi standart yang ditetapkan, sebaliknya bila tidak mencapai maka produk tidak dapat digunakan dan dievaluasi kembali menuju proses awal yang dilakukan, termasuk penyetelan mesin yang digunakan.

4. Pemeriksaan terhadap ketebalan

Pemeriksaan dilakukan pada tekanan 2 kPa – 200 kPa.

5. Pemeriksaan terhadap permeabilitas

Pemeriksaan permeabilitas memakai metode *constant head* dengan tujuan menentukan koefisien permeabilitas (k), permittivity (ψ). Nilai permeabilitas didapatkan setelah menentukan nilai permittivity, menggunakan formula berikut :

$$\Psi = q/((\Delta h \times A)) [\eta_t/\eta_{20}] \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

q = kuantitas aliran air yang melewati geotekstil per satuan waktu (m^3/s)

Δh = perbedaan hidrolik head yang melewati sampel (m)

A = luas aliran (m^2)

η_t = viskositas dinamis pada suhu pengujian, t °C (m^2/s)

η_{20} = viskositas dinamis pada suhu 20 °C (m^2/s)

ψ = permittivity (s^{-1})

Selanjutnya nilai koefisien permeabilitas dapat ditentukan menggunakan nilai permittivity, yakni :

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

Dimana :

k = koefisien permeabilitas (m/s)

T_g = tebal nominal geotekstil (m)

Ψ = permittivity (s^{-1})

6. Pemeriksaan terhadap porositas produk

Porositas produk kain berkaitan dengan densitas dari bahan dan massa per unit luas dari bahan serta tebal dari bahan. Dinyatakan dalam :

$$n = 1 - \frac{m}{\rho \times t} \dots\dots\dots(2.5)$$

dimana :

n = porositas

m = massa per unit luas

ρ = densitas geotekstil

t = tebal geotekstil

Pada perancangan produk kain geotekstil ini massa per unit luas bahan sebesar 271 g/m², densitas geotekstil sebesar 1,38x10⁶ g/m³ dengan tebal geotekstil 2,3 mm. Maka :

$$n = 1 - \frac{271}{1,38 \times 10^6 \times 0,0023}$$

$$n = 0,9146 \times 100\%$$

$$n = 91,46\%$$

Berdasarkan standar ASTM D 4751, porositas sebesar 91,46% sudah memenuhi standar sehingga bisa digunakan. Adapun kisaran angka standar porositas untuk *non-woven* geotekstil yaitu 50 – 95 %.

7. Pemeriksaan terhadap ketahanan bahan kimia dan pelapukan tanah

Banyak kandungan bahan kimia yang berada didalam tanah, hal itu dapat merusak bahan geotekstil. Maka dari itu bahan geotekstil sebagai perkuatan tanah memerlukan kualitas ketahanan yang baik terhadap bahan kimia yang ada didalam tanah.

Kandungan bahan kimia yang ada dalam tanah meliputi bahan asam dan basa yang nantinya berkaitan dengan timbulnya bakteri, jamur, maupun mikroorganisme lain. Menyebabkan pelapukan dalam tanah. Pemeriksaan

terhadap ketahanan bahan kimia dilakukan dengan memberi variasi konsentrasi asam dan basa pada kondisi tertentu sehingga dapat diketahui tingkat ketahanan asam dan basanya.

Bahan geotekstil yang terbuat dari polyester mempunyai tingkat ketahanan polimer yang sangat baik terutama terhadap jamur, bakteri, maupun mikroorganisme lainnya. Oleh sebab itu bahan geotekstil mampu bertahan baik dalam tanah hingga waktu yang cukup lama.

Untuk mengetahui ada tidaknya penyimpangan dari standar yang ada dan untuk menekan cacat produksi dilakukanlah beberapa langkah pengendalian kualitas yang tersebut diatas. Beberapa faktor lain yang mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan, diantaranya :

a. Bahan baku

Kualitas bahan baku mempengaruhi produk yang dihasilkan.

b. Mesin dan kondisi mesin

Penggunaan mesin akan memberikan manfaat yang baik terhadap produk yang dihasilkan maupun ketahanan mesin tersebut. Bila mesin dan alat lain digunakan sesuai standar kemampuan, kapasitas dan pemakain dalam aspek produksi.

c. Manusia

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

d. Lingkungan

Kondisi lingkungan kerja yang meliputi suhu udara, kelembaban serta lokasi kerja itu sendiri akan mempengaruhi kenyamanan karyawan dalam bekerja pada akhirnya akan mempengaruhi kelancaran proses dan hasil produksi.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses Pembuatan Kain Non-Woven Geotekstil

Ada delapan tahapan pembuatan kain non-woven geotekstil berbahan baku polyester dengan sistem *needle punch*, yaitu :

1. Proses persiapan bahan baku
2. Proses pembukaan bale
3. Proses pembuatan web
4. Proses pembuatan lembaran web
5. Proses pengikatan jarum awal
6. Proses pengikatan jarum permanen
7. Proses *calendering*
8. Proses penggulungan

3.1.1 Proses Persiapan Bahan Baku

Serat *staple* polyester digunakan sebagai bahan baku. Agar menjaga kualitas, bahan disimpan dalam tempat penyimpanan yang telah disediakan sebagai tempat penampungan sementara. Walaupun kondisi tempat penyimpanan bahan baku tidak banyak mempengaruhi sifat serat, sebab serat polyester bersifat *hidrofob* yang kurang bisa menyerap air. Akan tetapi kondisi ruang penyimpanan harus disesuaikan agar kualitas bahan tetap terjaga, yakni dengan menyesuaikan suhu sesuai dengan suhu kamar berkisar $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ dan *Relative Humidity* (RH $65\% \pm 1\%$).

Mekanisme penyimpanan dalam gudang setelah bahan baku datang, disimpan selama 6 hari. Sehari sebelum proses dilakukan serat polyester berbentuk bale dibuka selama 24 jam untuk mengoksidasi *oil finish* yang asih terkandung dalam serat. Hal ini dilakukan agar tidak terbentuk nep pada web. Proses persiapan bahan baku sendiri dibagi menjadi dua tahap, yaitu :

1. Tahap pemeriksaan dan pengecekan
2. Tahap pembersihan

3.1.1.1 Tahap pemeriksaan Pengecekan

Tahap ini diawali dengan menimbang *bale staple* polyester, selanjutnya memeriksa sifat fisik bahan. Bertujuan untuk mengetahui berat dan kualitas serat. Serat yang tidak memenuhi standar kualitasnya tidak diikutkan dalam proses. Kualitas produk diperhatikan dari awal proses produksi, termasuk dalam persiapan bahan. Sebagian serat dalam *bale* diambil sebagai sample yang akan diperiksa. Pemeriksaan meliputi sifat fisik bahan, diperiksa di laboratorium *raw material*.

3.1.1.2 Tahap Pembersihan

Pembersihan dilakukan dalam unit *bale opener*. Bahan dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel dengan cara menguraikan bahan.

3.1.2 Proses Pembukaan *Bale*

Serat polyester yang berbentuk bale dibuka sehingga membentuk gumpalan-gumpalan serat yang lebih kecil. Kemudian diuraikan untuk dipersiapkan ke proses *carding*. Prinsip proses pembukaan bale adalah pembukaan gumpalan-gumpalan serat. Gumpalan terbentuk dengan menyisir serat, serat akan dilewatkan

pada rol yang dilengkapi dengan sisir. Tiap sisir memiliki kerapatan yang berbeda untuk setiap rol yang dilewati. Kecepatan tiap rol pembuka pun berbeda, hal ini bertujuan agar terjadi proses pemisahan atau penguraian dari serat-serat tersebut. Selain itu juga dimaksudkan agar kotoran-kotoran yang menempel pada serat terlepas, sehingga serat menjadi bersih dari kotoran.

3.1.3 Proses Pembukaan Web

Proses pembuatan web dengan metode *needle punch* pada mesin *carding* hampir sama dengan sistem pemintalan benang pada mesin *carding*, perbedaannya terletak pada bentuk hasil akhir mesin. Mesin *carding* proses pemintalan menghasilkan *silver*, sedangkan mesin *carding* pada proses nonwoven menghasilkan web. Hal ini disebabkan proses non-woven pada mesin *carding* langsung mengantarkan serat yang telah berbentuk lembaran web ke rol pengantar. Jenis mesin *carding* yang digunakan adalah *single doffer*.

3.1.3.1 Mekanisme Mesin *Carding*

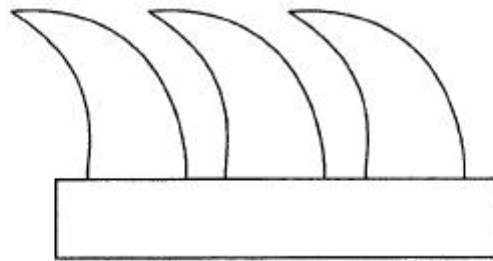
Serat-serat berbentuk gumpalan yang masuk ke mesin *carding* akan mengalami beberapa proses, yaitu :

1. Proses penguraian dengan cara penyisiran
2. Proses pembersihan serat
3. Proses pembuatan gulungan web

Proses *carding* merupakan proses dimana serat berbentuk gumpalan dilweatkan diantara dua permukaan menyerupai kawat, bergerak dengan kecepatan yang berbeda. Gumpalan serat tersebut akan bergerak dan terurai,

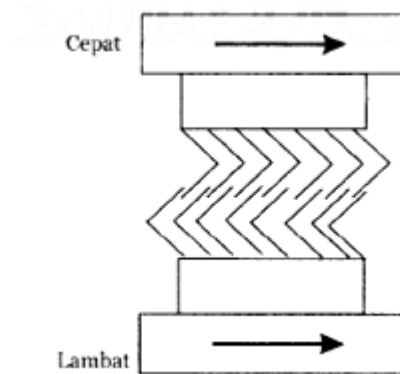
disebabkan jarak antara kedua permukaan tersebut dekat, selanjutnya terbentuk serat tipis yang tersebar merata pada permukaan.

Mesin *carding* terdiri dari rol yang berfungsi menyisir dan menguraikan serat yang masuk ke dalam mesin. Serat dapat disisir dan diuraikan karena permukaan rol berbentuk seperti parut yang mempunyai jarum-jarum. Ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 3.1 Bentuk jarum *take in*

Terdapat 2 gerakan pokok pada permukaan rol mesin *carding*, yaitu gerakan penguraian serta gerakan pengelupasan dan pemindahan. Kedua gerakan tersebut dibedakan oleh pola gerakan jarum pada permukaan rol, arah ujung jarum yang tajam dan kecepatan perputaran rol. Gerakan penguraian terjadi apabila arah kedua jarum pada rol berlawanan arah dan tiap rol memiliki kecepatan sedemikian rupa, sehingga bagian tajam jarum pada permukaan bergerak lebih cepat, seakan-akan terjadi tabrakan antara bagian tajam pada permukaan yang dilaluinya.

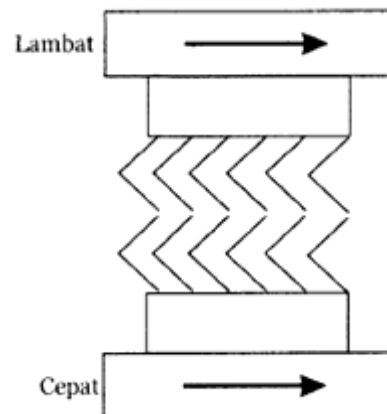


Gambar 3.2 *Carding action*

Proses penguraian biasanya terdapat pada bagian *flat* yang bergerak lambat dengan silinder yang bergerak cepat, dan juga biasa terdapat pada silinder dengan *doffer* yang bergerak lebih lambat dibandingkan dengan silinder. Akan tetapi gerakan permukaan yang cepat diimbangi dengan arah yang sama dipengaruhi oleh kemiringan jarum pada permukaan. Sehingga proses penguraian dapat berjalan dengan lancar.

Gerakan pengelupasan dan perpindahan terjadi pada saat arah jarum tajam pada kedua permukaan sama. Nantinya bagian jarum tajam pada permukaan bergerak seakan-akan menyapu bagian tumpul jarum pada permukaan yang dilaluinya. Gerakan ataupun proses ini terjadi pada kecepatan yang telah diatur sedemikian rupa.

Gerakan ini terjadi antara *taker in* dengan silinder. Kecepatan permukaan pada *rol taker in* menyebabkan serat berpindah ke permukaan silinder. Gerakan pengelupasan dan pemindahan juga terjadi antara *doffer* dengan *doffer comb*. Keduanya melakukan gerakan aktif, sehingga lapisan serat pada permukaan *doffer* terkelupas.



Gambar 3.3 Stripping action

Secara singkat dijelaskan prinsip kerja mesin *carding*, dimulai dari memasukkan serat yang berbentuk gumpalan dari separator melewati rol pengantar menuju rol penyuaap. Selama melewati rol penyuaap, serat diberikan tekanan oleh rol penyuaap lalu serat dipukul oleh rol taker in yang mempunyai permukaan berjarum, sehingga gumpalan serat mengalami pembukaan dan kotoran pada serat dapat dibersihkan oleh pisau pembersih. Selanjutnya serat dibawa rol pengambil menuju silinder dengan gerakan penguraian serat menjadi terurai hingga serat pendek dan serat panjang serta kotoran yang masih didalam serat dipisahkan. Kemudian serat yang terbawa oleh silinder diterima oleh *doffer*, karena *doffer* memiliki keliling putaran lebih kecil dibandingkan dengan silinder. Serat akan dilepas dari *doffer* oleh *doffer comb* hingga serat membentuk web dan diteruskan ke *cross lapper*

3.1.4 Proses Pembuatan Lembar Web

Proses ini merupakan lanjutan dari proses pembentukan lembaran web. Setelah serat membentuk lembaran web pada mesin *carding*, kemudian diteruskan oleh rol pengantar menuju mesin *cross lapper*. Pada proses ini web akan

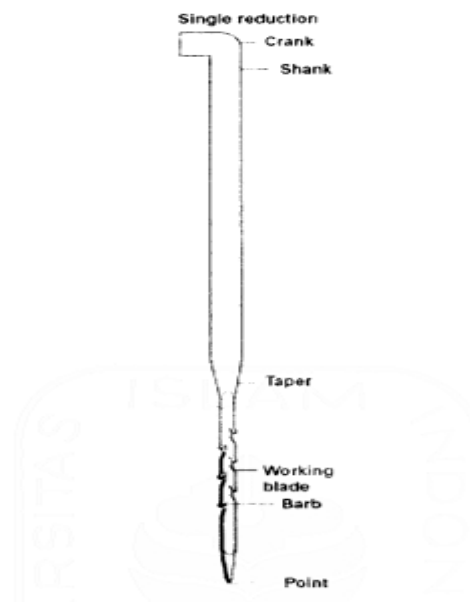
mengalami pelapisan hingga menjadi beberapa lembaran web, biasanya berkisar antara 7 sampai 20 lapisan. Hal tersebut dipengaruhi oleh karakteristik produk yang diinginkan. Setelah mencapai panjang yang diinginkan, lembaran masuk menuju proses pengikatan jarum awal.

3.1.5 Proses Pengikatan Jarum Awal

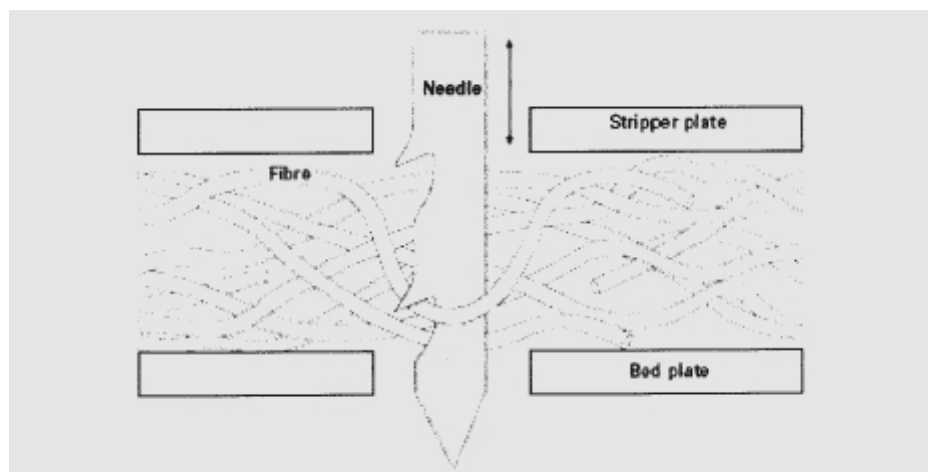
Proses pengikatan jarum awal terjadi dengan membentuk ikatan *interbonding* antara serat pada satu arah, yaitu dari arah atas. Tujuan utama proses ini adalah untuk mengacak jaringan serat pada web sehingga memberikan jalinan atau ikatan interbinding sementara yang cukup baik. Supaya nanti pada saat proses pengikatan jarum permanen menjadi lebih mudah mengikat atau menjalin untaian serat lebih rata dan rapat, sehingga menghasilkan dimensi yang baik.

3.1.6 Proses Pengikatan Jarum Permanen

Sistem ini merupakan salah satu sistem yang digunakan dalam pembuatan kain *non-woven* secara mekanis. Adapun prinsipnya yaitu memberikan ikatan *interbinding* pada web dengan untaian serat tegak lurus atau miring terhadap bidang gelombang. Mempertimbangkan sistem tiga dimensi dengan serat, terutama yang terorientasi pada permukaan. Ikatan yang dibentuk mampu merangkap atau menyatukan lembaran web sebanyak 10 sampai dengan 20 lembar dengan tebal yang telah ditentukan. Jarum yang dipakai pada proses ini memiliki ukuran tersendiri dengan kait yang berjumlah 6 sampai dengan 9 batang jarum. Namun untuk menghindari dan mengurangi kerusakan serat akibat tusukan jarum, maka proses ini menggunakan jarum dengan jumlah kait paling minim yaitu berjumlah 6 buah dengan panjang 15 cm dan terbuat dari baja.



Gambar 3.4 Kontruksi jarum *needle punch*
(S J Russel, Handbook of Nonwoven, Cambridge, 2007)



Gambar 3.5 Proses terjadinya ikatan *interbinding* dalam web
(S J Russel, Handbook of Nonwoven, Cambridge, 2007)

3.1.7 Proses *Calender*

Setelah beberapa lembaran web disatukan oleh ikatan *interbinding* pada proses pengikatan jarum permanen, kemudian lembaran web akan masuk ke

mesin *calender*. Dalam mesin *calender* lembaran web akan digulung menjadi lebih rata, sehingga siap untuk digulung di mesin winder.

3.1.8 Proses Penggulungan

Proses penggulungan dilakukan setelah semua proses pembuatan kain non-*woven* 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 Alat/Mesin Produk

Sistem yang digunakan pada proses pembuatan kain non-*woven* geotekstil dengan sistem *needle punch* beroperasi secara otomatis, sehingga hanya perlu memasukan data yang diinginkan sesuai dengan spesifikasi produk. Berikut ini beberapa mesin yang digunakan :

1. Mesin *bale opener*



Gambar 3.6 Mesin bale opener

Spesifikasi mesin:

- a. Merk : Yingyang Nonwoven Machinery Co. Ltd

- b. Buatan : China
- c. Kapasitas : 600 Kg/jam
- d. Daya : 4,5 kW
- e. Efisiensi : 97%
- f. Limbah : 3%

2. Mesin *Carding*



Gambar 3.7 Mesin *carding*

Spesifikasi mesin :

- a. Merk : Yingyang Nonwoven Machinery Co.Ltd
- b. Buatan : China
- c. Daya : 11,25 kW
- d. Diameter doffer : 0,6 m
- e. Diameter silinder : 1,5 m
- f. Total draft : 125
- g. Efisiensi : 97 %

h. Limbah : 3 %

i. Jenis produksi : web

3. Mesin pembuat lapisan (*cross lapper*)



Gambar 3.8 Mesin *cross lapper*

Spesifikasi mesin :

a. Merk : Samhwa Machinery Ltd

b. Buatan : Korea Selatan

c. Daya : 55,95 kW

d. Efisiensi : 98 %

e. Limbah : 2 %

f. Jumlah lapisan : 7 lapisan

g. Hasil produksi : web

h. Lebar web : 4 meter

4. Mesin *Pre Needle Punching*



Gambar 3.9 Mesin *pre needle punch*

Spesifikasi mesin :

- a. Merk : Shoou Shyng Machinery Co.Ltd
- b. Buatan : Taiwan
- c. Daya : 41,03 kW
- d. Efisiensi : 98 %
- e. Limbah : 2 %
- f. Lebar kerja : 4 meter
- g. Kec.tusukan (Stroke) : 1500 stroke/menit
- h. Jumlah jarum : 5000 jarum/meter lebar kerja
- i. Hasil produksi : Kain geotekstil *punching* awal

5. Mesin *Needle Punching*



Gambar 3.10 Mesin *needle punch*

Spesifikasi mesin :

- a. Merk : Shoou Shyng Machinery Co.Ltd
- b. Model : *Double Stroke Needle Punch Machine*
- c. Buatan : Taiwan
- d. Daya : 37,3 kW
- e. Efisiensi : 98 %
- f. Limbah : 2 %
- g. Kec.tusukan(stroke) : 2500 stroke/menit
- h. Jumlah jarum : 6900 jarum/meter lebar kerja
- i. Jenis produksi : Kain geotekstil *double punch*

6. Mesin *Calender*



Gambar 3.11 Mesin *Calender*

Spesifikasi mesin :

- a. Merk : Yingyang Nonwoven Machinery Co.Ltd
- b. Buatan : China
- c. Daya : 40,2 kW
- d. Kec.penggulungan : 80 meter/menit

7. Mesin Penggulung



Gambar 3.12 Mesin penggulung

Spesifikasi mesin :

- a. Merk : Somatec
- b. Buatan : Jerman
- c. Daya : 32,6 kW
- d. Efisiensi : 99%
- e. Limbah : 1%
- f. Diameter rol penggulung : 0,6 meter
- g. Jumlah putaran : 54 rpm
- h. Hasil produksi : Kain nonwoven geotesktil

3.3 Perhitungan Proses Bahan Baku

Rencana pabrik kain non-woven geotekstil menargetkan produksi sebesar 18000000 meter/tahun, dimaksudkan untuk memenuhi permintaan pasar dalam negeri dan memenuhi 5% kebutuhan dunia akan kain non-woven geotekstil.

Target produksi : 18000000 m/tahun
 : 1500000 /bulan
 : 57692 m/hari (1 bulan = 26 hari)
 : 2403 m/jam (1 hari = 24 jam)

Perhitungan kebutuhan mesin

1. Mesin *bale opening*

Kapasitas bahan baku : 600 Kg/jam

Jumlah putaran beater : 690 rpm

Efisiensi : 97 %

Limbah : 3 %

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan permukaan} &= 690 \times \pi \times \frac{6}{12} \times \frac{17}{24} \times \frac{17}{82} \times \frac{14}{54} \\ &= 45.5 \text{ m/menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi} &= \text{ss} \times 60 \text{ menit} \times \text{efisiensi} \\ &= 45.5 \times 60 \times 0.97 \\ &= 2648.1 \text{ m/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan mesin} &= \frac{\text{kebutuhan produksi}}{\text{produksi}} \\ &= \frac{2403}{2648.1} \\ &= 0.9 = 1 \text{ mesin} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan bahan baku} &= \frac{\text{kapasitas bahan baku}}{\text{produksi}} \times \text{kbutuhan produksi} \\ &= \frac{600 \text{ kg}}{2648.1 \text{ m}} \times 2403 \text{ m} \\ &= 544.5 \text{ Kg/jam} \end{aligned}$$

Asumsi 1 bale polyester = 210 Kg

Maka jumlah bahan baku yg dibutuhkan :

$$\begin{aligned} \text{Dalam satu jam} &= \frac{544.5}{210} \\ &= 2.6 = 3 \text{ bale} \end{aligned}$$

$$\text{Dalam satu hari} = 3 \text{ bale} \times 24 \text{ jam} = 72 \text{ bale}$$

$$\text{Dalam satu bulan} = 72 \text{ bale} \times 26 \text{ hari} = 1872 \text{ bale}$$

$$\text{Dalam satu tahun} = 1872 \text{ bale} \times 12 \text{ bulan} = 22464 \text{ bale}$$

2. Mesin *carding*

Jumlah putaran : 24 rpm

Kehalusan serat : 6 denier

Efisiensi : 97 %

Limbah : 3 %

Diameter doffer : 0.6 m

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan doffer} &= \text{rpm} \times \pi \times \text{diameter doffer} \\ &= 24 \times 3.14 \times 0.6 \\ &= 45.2 \text{ m/menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi} &= \text{ss} \times 60 \text{ menit} \times \text{efisiensi} \times \text{denier} \\ &= 45.2 \times 60 \times 0.97 \times 6 \\ &= 15784 \text{ m/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan bahan baku} &= \text{kebutuhan produksi} \times \frac{100}{100-\text{waste}} \\ &= 2403 \times \frac{100}{100-3} \\ &= 2475.09 \text{ m/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan mesin} &= \frac{\text{kebutuhan bahan baku}}{\text{produksi}} \\ &= \frac{2475.09}{15784} \\ &= 0.15 = 1 \text{ mesin} \end{aligned}$$

3. Mesin *cross lapper*

$$\text{Kecepatan web} = 45 \text{ m/menit}$$

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

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

$$\begin{aligned} \text{Produksi} &= \text{kecepatan web} \times 60 \text{ menit} \times \text{effisiensi} \\ &= 45 \times 60 \times 0.98 \\ &= 2646 \text{ m/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan bahan baku} &= \text{kebutuhan produksi} \times \frac{100}{100-\text{waste}} \\ &= 2403 \times \frac{100}{100-2} \\ &= 2451.06 \text{ m/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan mesin} &= \frac{\text{kebutuhan bahan baku}}{\text{produksi}} \\ &= \frac{2451.06}{2646} \\ &= 0.9 = 1 \text{ mesin} \end{aligned}$$

4. Mesin *pre needle punch*

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

$$\begin{aligned}
 \text{Kecepatan tusuk} &= 1500 \text{ stroke/menit} \\
 \text{Efisiensi} &= 98 \% \\
 \text{Limbah} &= 2 \% \\
 \text{Produksi} &= \text{kecepatan tusuk} \times \frac{1}{\text{kecepatan web}} \times 60 \text{ menit} \times \\
 &\text{efisiensi} \\
 &= 1500 \times \frac{1}{30} \times 60 \times 0.98 \\
 &= 2646 \text{ m/jam} \\
 \text{Kebutuhan bahan baku} &= \text{kebutuhan produksi} \times \frac{100}{100 - \text{waste}} \\
 &= 2403 \times \frac{100}{100 - 2} \\
 &= 2451.06 \text{ m/jam} \\
 \text{Kebutuhan mesin} &= \frac{\text{kebutuhan bahan baku}}{\text{produksi}} \\
 &= \frac{2451.06}{2646} \\
 &= 0.9 = 1 \text{ mesin}
 \end{aligned}$$

5. Mesin *needle punch*

$$\begin{aligned}
 \text{Kecepatan web} &= 55 \text{ m/menit} \\
 \text{Kecepatan tusuk} &= 2500 \text{ stroke/menit} \\
 \text{Efisiensi} &= 98 \% \\
 \text{Limbah} &= 2 \% \\
 \text{Produksi} &= \text{kecepatan tusuk} \times \frac{1}{\text{kecepatan web}} \times 60 \text{ menit} \times \\
 &\text{efisiensi} \\
 &= 2500 \times \frac{1}{55} \times 60 \times 0.98
 \end{aligned}$$

$$= 2672 \text{ m/jam}$$

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

$$= 20403 \times \frac{100}{100 - 2}$$

$$= 2451.06 \text{ m/jam}$$

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

$$= \frac{2451.06}{2672}$$

$$= 0.92 = 1 \text{ mesin}$$

6. Mesin *calender*

$$\text{Kecepatan penggulungan} = 45 \text{ m/menit}$$

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

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

$$\text{Produksi} = \text{kecepatan penggulungan} \times 60 \text{ menit} \times \text{efisiensi}$$

$$= 45 \times 60 \times 0.99$$

$$= 2673 \text{ m/jam}$$

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

$$= 2403 \times \frac{100}{100 - 1}$$

$$= 2427.27 \text{ m/jam}$$

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

$$= \frac{2427.27}{2673}$$

$$= 0.9 = 1 \text{ mesin}$$

7. Mesin *winder*

| | |
|--------------------------|---|
| Diameter rol penggulung | = 0.6 m |
| Jumlah putaran rol | = 24 rpm |
| Efisiensi | = 99 % |
| Limbah | = 1 % |
| Kecepatan rol penggulung | = jumlah putaran x diameter x π = 24 x 0.6 x 3.14 = 45.216 m/menit |
| Produksi | = kecepatan rol x 60 menit x efisiensi = 45.216 x 60 x 0.99 = 2685.8 m/jam |
| Kebutuhan bahan baku | = kebutuhan produksi x $\frac{100}{100-waste}$ = 2403 x $\frac{100}{100-1}$ = 2427.27 m/jam |
| Kebutuhan mesin | = $\frac{kebutuhan\ bahan\ baku}{produksi}$ = $\frac{2427.27}{2685.8}$ = 0.9 = 1 mesin |

BAB IV

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 operasi baik internal maupun eksternal. Pendirian pabrik *non-woven* geotekstil direncanakan bertempat di kecamatan air sugihan, kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan. Adapaun beberapa faktor penentu lokasi pabrik diantaranya :

1. Air dan limbah industri

Penentuan lokasi pabrik dengan suplai air yang cukup sangat penting bagi semua perusahaan. Sama halnya dengan pengolahan limbah industri.

Keduanya perlu diperhatikan dan menjadi pertimbangan penentuan pendirian lokasi pabrik.

2. Tenaga listrik dan bahan bakar

Kebutuhan akan sumber energi adalah sebuah keharusan yang harus dipenuhi, tanpa sumber energi proses produksi dan aktivitas pabrik tidak akan berjalan.

3. Bahan baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan produksi suatu pabrik, suplai bahan baku yang didapatkan secara kontinyu akan berpengaruh baik terhadap perkembangan dan pertumbuhan pabrik. 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 berdampak negatif pada perusahaan.

4. Lokasi pasar

Lokasi pasar berkaitan dengan biaya distribusi dan biaya lain yang terkait dengan distribusi akan meningkat seiring dengan jarak antara fasilitas produksi dengan konsumen.

5. 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.

6. Ketersediaan tenaga kerja

Pendirian pabrik di daerah tersebut akan berdampak terbukanya lapangan kerja baru untuk tenaga kerja ahli maupun tidak, sebab daerah tersebut masuk kategori daerah yang berkembang. Hal ini berarti akan berdampak pada pembangunan dan pertumbuhan ekonomi di daerah tersebut.

4.2 Tata Letak Pabrik (*Layout Plant*)

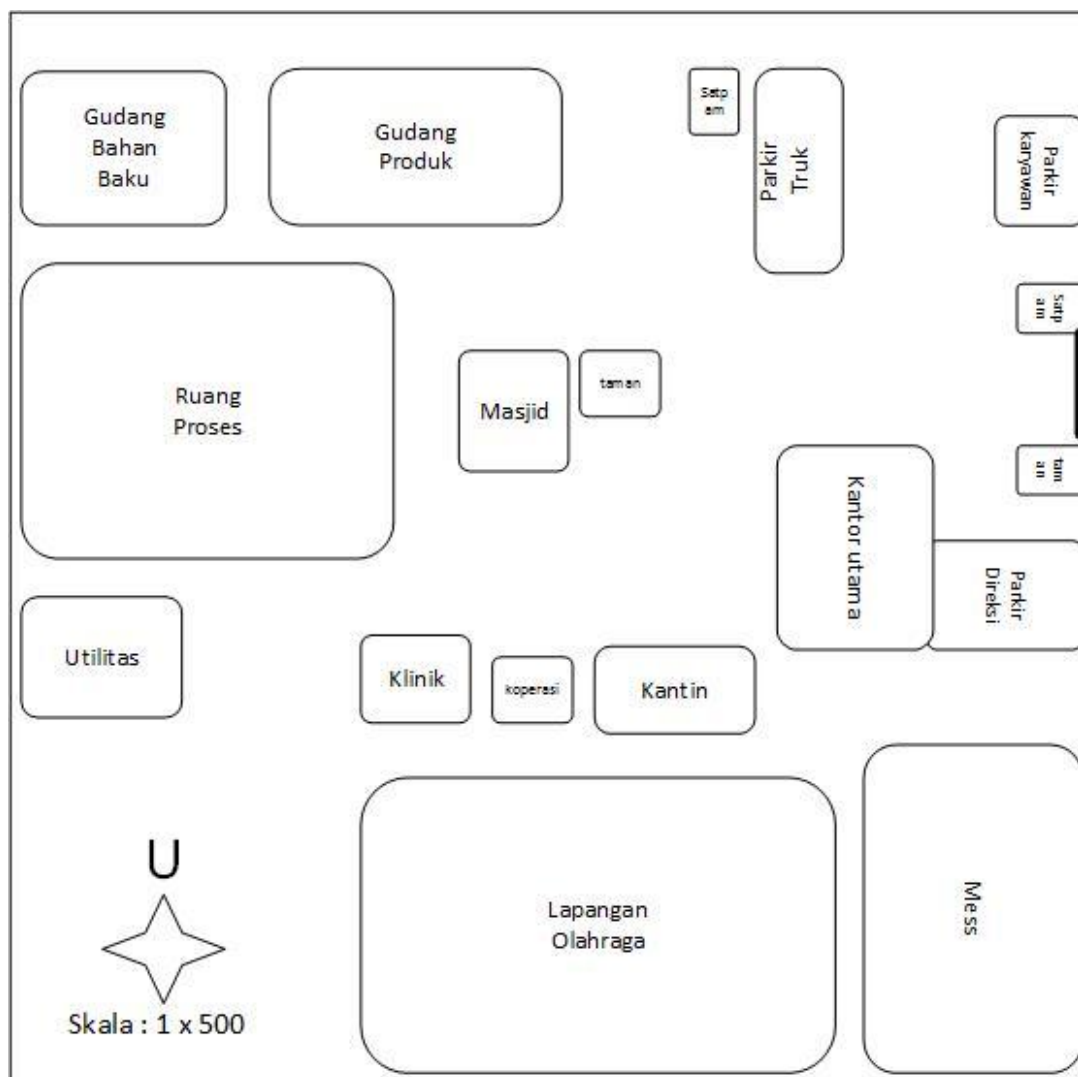
Tata letak pabrik berhubungan erat dengan segala proses perencanaan dan pengaturan letak mesin, peralatan, aliran bahan dan pekerja di masing-masing unit kerja yang ada. Beberapa hal yang dipertimbangkan untuk mendapatkan tata letak pabrik yang baik, diantaranya :

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 memberikan kemudahan dalam proses kegiatan perusahaan.

(Wignjoesebroto, 1996)



Gambar 4.1 Letak denah pabrik

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.

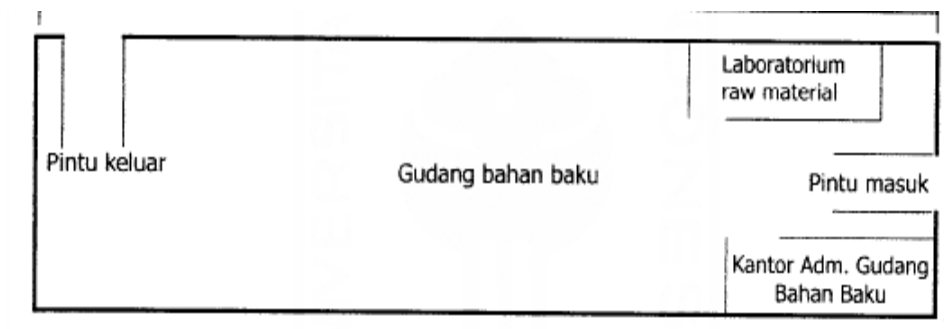
1. Ruang bahan baku

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

Ruang bahan baku digunakan sebagai tempat penerimaan dan penyimpanan bahan baku berupa serat polyester berbentuk bale. 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) |
|---------------------------------------|--------------------------|------------------------|
| Kantor administrasi gudang bahan baku | 5 x 4 | 20 |
| Laboratorium raw material | 10 x 5 | 50 |
| Gudang bahan baku | 35 x 15 | 525 |



Gambar 4.2 Tata letak ruang bahan baku

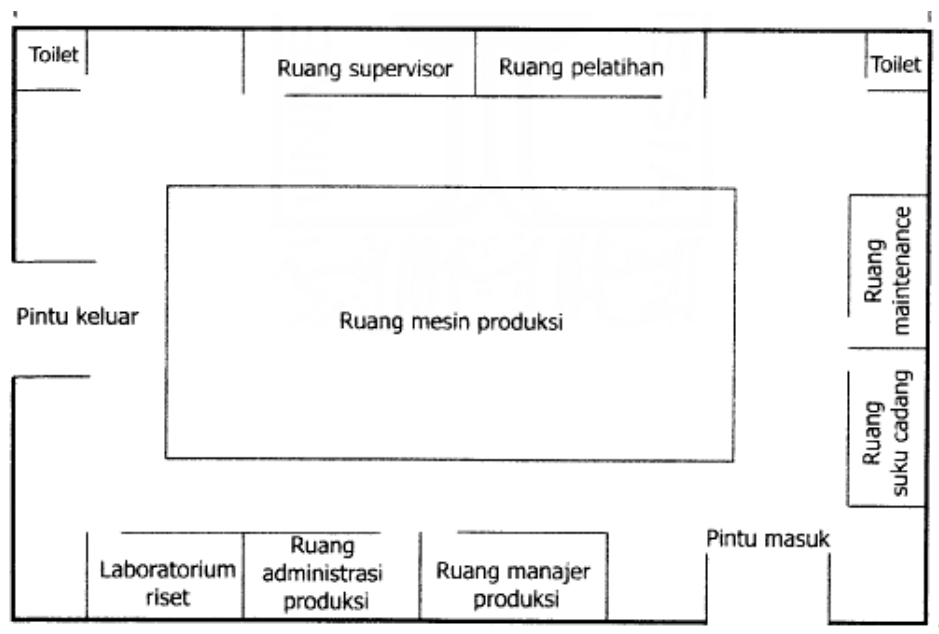
2. Ruang proses

Ukuran : 50 m x 40 m = 2000 m²

Ruang proses memiliki tujuh mesin utama yaitu mesin *bale opener*, mesin *carding*, mesin pembuat lapisan, mesin *pre needle punch*, mesin *needle punch*, mesin *calender* dan mesin penggulung. 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 | 6 x 5 | 30 |
| Kantor administrasi produksi | 15 x 10 | 150 |
| Laboratorium riset | 8 x 5 | 40 |
| Ruang suku cadang | 6 x 5 | 30 |
| Ruang maintenance | 6 x 5 | 30 |
| Ruang pelatihan | 10 x 5 | 50 |
| Toilet I ruang produksi | 4 x 4 | 16 |
| Toilet II ruang produksi | 4 x 4 | 16 |
| Ruang mesin produksi dan pendukung produksi | 40 x 30 | 1200 |
| Ruang supervisor | 15 x 9 | 135 |



Gambar 4.3 Tata letak ruang proses

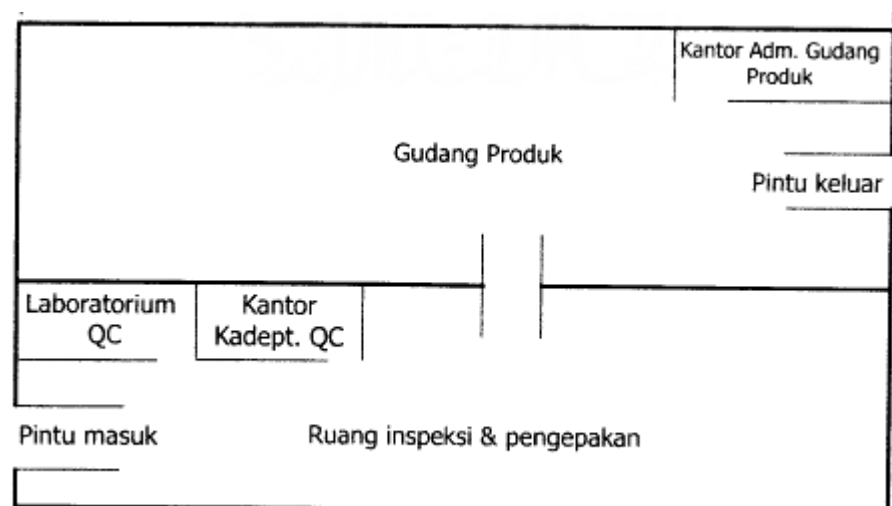
3. Ruang inspeksi, pengemasan dan gudang produk

Ukuran : 30 m x 25 m = 750 m²

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 | Ukuran (panjang x lebar) | Luas (m ²) |
|----------------------------------|--------------------------|------------------------|
| Laboratorium QC | 10 x 5 | 50 |
| Kantor kepala dept.QC | 5 x 4 | 20 |
| Ruang administrasi gudang produk | 5 x 4 | 20 |
| Ruang pengemasan | 18 x 15 | 270 |
| Gudang produk | 25 x 15 | 375 |



Gambar 4.4 Tata letak ruang inspeksi dan gudang bahan baku

4.2.3 Tata Letak Pada Ruang Non-Produksi

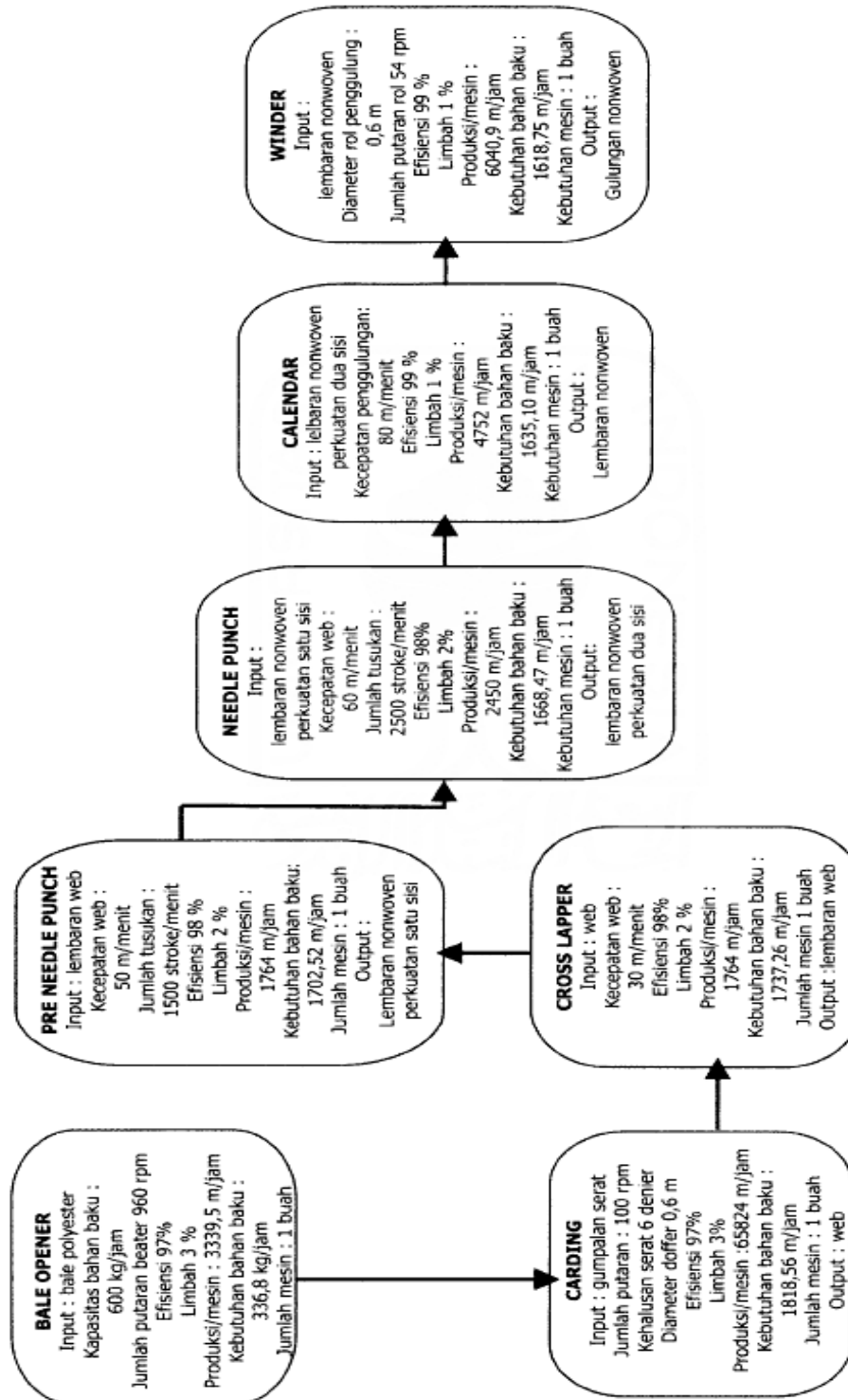
Tabel 4.4 Pembagian ruang non produksi

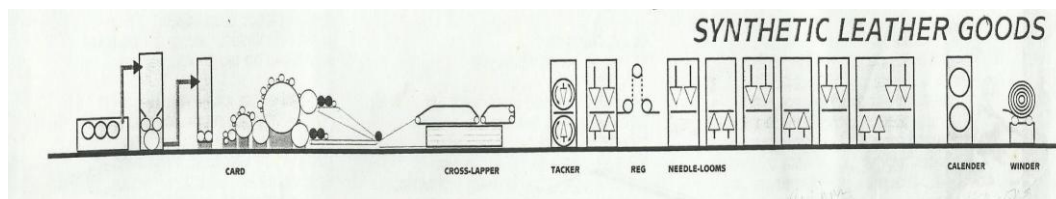
| Jenis ruang | Ukuran (panjang x lebar) | Luas (m ²) |
|--------------------|--------------------------|------------------------|
| Kantor utama | 25 x 15 | 375 |
| Mess karyawan | 40 x 25 | 1000 |
| Masjid | 15 x 15 | 300 |
| Klinik | 10 x 8 | 80 |
| Koperasi | 8 x 5 | 40 |
| Pos keamanan I | 5 x 5 | 25 |
| Pos keamanan II | 5 x 5 | 25 |
| Kantin | 20 x 10 | 200 |
| Fasilitas olahraga | 60 x 40 | 2400 |
| Parkir | 15 x 20 | 300 |
| Parkir direksi | 10 x 20 | 200 |
| Parkir truk | 25 x 16 | 400 |
| Utilitas | 20 x 17.5 | 350 |
| Taman I | 5 x 5 | 25 |
| Taman II | 7 x 5 | 35 |

Tabel 4.5 Luas tanah dan data penggunaan tanah

| Luas tanah | Data penggunaan tanah (m ²) |
|-------------------------------|---|
| Luas bangunan | 9030 |
| Luas jalan | 1220 |
| Luas tanah | 2250 |
| Total penggunaan tanah | 12500 |

4.3 Alir Proses dan Material





Gambar 4.5 Alur proses produksi

4.4 Utilitas

Unit utilitas berperan dalam menunjang berlangsungnya proses produksi secara keseluruhan. Unit ini berperan penting dalam menunjang kegiatan operasional perusahaan. Oleh sebab itu unit utilitas juga 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

4.4.1 Unit Penyedia Air

Air merupakan salah satu unsur pokok di dalam suatu kegiatan industri baik dalam skala besar maupun kecil, dimana jumlah pemakainnya tergantung pada kapasitas produksi dan jenis produksi perusahaan. Sumber air di pabrik ini berasal

dari sungai, sebab lokasi yang tidak jauh dari aliran sungai musu dan kandungan Fe yang rendah pada air sungai. Untuk memenuhi kebutuhan air tiap harinya, dibutuhkan pompa pendukung untuk menyuplai kebutuhan air. Berikut ini spesifikasi pompa yang digunakan:

1. Merk : Grundfos
2. Type : CHJ4-60
3. Daya : 5.5 kW P2
4. Kapasitas : 83 liter/menit

Kebutuhan air yang akan digunakan, meliputi :

1. 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 :

Kebutuhan air = jumlah pegawai x air yang dibutuhkan

$$= 178 \text{ orang} \times 15 \text{ liter/hari}$$

$$= 2670 \text{ liter/hari}$$

$$= 2.67 \text{ m}^3/\text{hari}$$

2. Air kebutuhan konsumsi

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

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air} &= \text{jumlah pegawai} \times \text{kebutuhan air konsumsi/hari} \\ &= 178 \text{ orang} \times 3 \text{ liter/hari} \\ &= 534 \text{ liter/hari} \\ &= 0.53 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

3. 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. Diperkirakan karyawan yang mengerjakan sholat sebanyak 75% dari jumlah keseluruhan karyawan. Maka dapat dihitung air yang dibutuhkan tiap harinya:

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air} &= 25 \text{ liter} \times 134 \text{ orang} \\ &= 3350 \text{ liter/hari} \\ &= 3.35 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

4. 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.

5. Air hidran

Menurut Ir. Hartono Poerbo M.Arch, 1992 kebutuhan air hidran untuk mengantisipasi apabila terjadi kebakaran diperkirakan mencapai 15.000 liter/hari.

Tabel 4.6 Rekapitulasi kebutuhan air

| Jenis kebutuhan | Jumlah (m ³ /hari) |
|--------------------------|-------------------------------|
| Air untuk sanitasi | 2.67 |
| Air untuk konsumsi | 0.53 |
| Air untuk masjid | 3.35 |
| Air untuk kebutuhan lain | 0.35 |
| Air untuk hidran | 15 |
| Total penggunaan air | 21.9 |

4.4.2 Unit Penata Udara

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

| | |
|--------------------|---------------------|
| 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 :

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

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

$$\text{Kebutuhan AC} = \frac{600}{123}$$

$$= 4.8 = 5 \text{ buah}$$

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) di ruang produksi

| Ruang | Luas (m ²) | Jumlah AC |
|---------------------------|------------------------|-----------|
| Ruang bahan baku | 600 | 5 buah |
| Ruang proses | 2000 | 17 buah |
| Ruang inspeksi dan produk | 750 | 6 buah |
| Total kebutuhan | | 28 buah |

Tabel 4.8 Kebutuhan AC (window type) di ruang produksi

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

Tabel 4.9 Kebutuhan AC (window type) ruang non produksi

| Ruang | Luas (m ²) | Jumlah AC |
|--------------|------------------------|-----------|
| Kantor utama | 375 | 8 buah |

Tabel 4.10 Kebutuhan kipas angin

| Ruang | Luas (m ²) | Jumlah AC |
|-----------------------|------------------------|-----------|
| Masjid | 225 | 7 buah |
| Kantin | 200 | 6 buah |
| Klinik | 80 | 2 buah |
| Mess karyawan | 1000 | 28 buah |
| Ruang satpam (2 buah) | 25 | 2 buah |
| Koperasi | 40 | 1 buah |
| Total kebutuhan | | 46 buah |

4.4.3 Unit Pencegah 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. Spesifikasi detektor yang digunakan adalah type WSO-10NA, dengan jangkauan 50 m².

Perhitungan :

Misal : luas ruang proses 2000 m²

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah detektor} &= \frac{\text{luas ruangan}}{\text{jangkauan max}} \\
 &= \frac{2000}{50} \\
 &= 40 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Jenis ruangan dan kebutuhan alat pendeteksi kebakaran disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 4.11 Kebutuhan detektor asap

| Ruang | Luas (m ²) | Jumlah detektor |
|----------------------------------|------------------------|-----------------|
| Ruang bahan baku | 600 | 12 buah |
| Ruang proses | 2000 | 40 buah |
| Ruang inspeksi dan gudang produk | 750 | 15 buah |
| Kantor | 375 | 8 buah |
| Mess karyawan | 1000 | 20 buah |
| Kantin | 200 | 4 buah |
| Total kebutuhan | | 99 buah |

Selain detektor kebakaran, perlu adanya pemasangan hidran sebagai sumber air untuk pemadam bila terjadi kebakaran. Tiap hidran dapat menjangkau 250 m².

Maka kebutuhan kran hidran dapat dihitung :

$$\text{Jumlah kran hidran} = \frac{\text{luas ruangan}}{\text{jangkauan maksimal}}$$

Perhitungan :

Luas kantor : 375 m²

$$\begin{aligned} \text{Jumlah kran hidran} &= \frac{375}{250} \\ &= 1.5 = 2 \text{ buah} \end{aligned}$$

Tabel 4.12 Kebutuhan kran hidran

| Ruang | Luas (m ²) | Jumlah kran hidran |
|----------------------------------|------------------------|--------------------|
| Ruang bahan baku | 600 | 3 buah |
| Ruang proses | 2000 | 8 buah |
| Ruang inspeksi dan gudang produk | 750 | 3 buah |
| Kantor | 375 | 2 buah |
| Mess karyawan | 1000 | 4 buah |
| Kantin | 200 | 1 buah |
| Taman | 60 | 1 buah |
| Utilitas | 350 | 1 buah |
| Parkir | 300 | 1 buah |
| Parkir direksi | 200 | 1 buah |
| Parkir truk | 400 | 2 buah |
| Total kebutuhan kran hidran | | 27 buah |

4.4.4 Unit Penyedia Listrik

Unit ini bertugas menyediakan listrik untuk kebutuhan pabrik, perkantoran dan ruang lainnya. Pemenuhan kebutuhan listrik harus dapat dilakukan secara kontinu. Pemenuhan listrik pada pabrik ini berasal dari dua sumber, yaitu perusahaan listrik negara (PLN) dan generator. Generator diperlukan untuk mengantisipasi apabila terjadi pemadaman listrik, sehingga *supply* listrik tetap stabil dapat terpenuhi. Spesifikasi set generator yang digunakan :

| | |
|---------------|------------------------|
| Jenis | = Diesel Generator Set |
| Merk | = Caterpillar |
| Daya | = 500 kW |
| Heating value | = 8700 Kcal/Kg |
| Efisiensi | = 80 % |
| Jam kerja | = 24 jam |

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

4.4.4.1 Listrik Penerangan

Penerangan diperlukan karena memberikan kenyamanan, ketelitian dalam lingkungan kerja, sehingga produktivitas meningkat. Kebutuhan listrik penerangan dapat 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 *non-woven* dan *woven* adalah $40 \text{ lumens/ft}^2 = 430.52 \text{ lumens/m}^2$.

Spesifikasi lampu yang digunakan untuk penerangan ruang produksi adalah:

- a. Jenis lampu = Lampu TL 40 watt
- b. Jenis lumens (ϕ) = 450 lumens/watt
- c. Sudut sebaran sinar (ω) = 4 sr
- d. Jarak lampu (r) = 4 meter
- e. Syarat kuat penerangan = $430.52 \text{ lumens/m}^2$

Perhitungan :

Luas ruang bahan baku = 600 m²

$$\begin{aligned} \text{Intensitas cahaya (I)} &= \frac{\text{arus cahaya}}{\text{sudut sebaran lampu}} \\ &= \frac{40 \times 450}{4} \\ &= 4500 \text{ cd} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat penerangan (E)} &= \frac{\text{intensitas cahaya}}{\text{jarak lampu kuadrat}} \\ &= \frac{4500}{16} \\ &= 281.25 \text{ lux} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas penerangan (A)} &= \frac{\text{arus cahaya}}{\text{kuat penerangan}} \\ &= \frac{18000}{281.25} \\ &= 64 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah titik lampu} &= \frac{\text{luas ruang bahan baku}}{\text{luas penerangan}} \\ &= \frac{600}{64} \\ &= 9.37 = 10 \text{ titik lampu.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah penerangan seluruhnya} &= \text{luas ruangan} \times \text{syarat kuat penerangan} \\ &= 600 \text{ m}^2 \times 430.25 \text{ lumens/m}^2 \\ &= 258312 \text{ lumens} \end{aligned}$$

Maka tiap titik lampu membutuhkan kuat penerangan sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Kuat penerangan titik lampu} &= \frac{\Sigma \text{penerangan seluruhnya}}{\Sigma \text{titik lampu}} \\ &= \frac{258.312}{10} \\ &= 25831.2 \text{ lumens} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga daya titik lampu sebesar} &= \frac{\text{penerangan tiap titik lampu}}{\text{arus cahaya}} \times \text{daya lampu} \\ &= \frac{25831.2 \text{ lumens}}{18000 \text{ lumens}} \times 40 \text{ watt} \\ &= 57.40 \text{ watt} \end{aligned}$$

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

$$= 24 \text{ jam} \times 10 \text{ titik lampu} \times 57.40 \text{ watt} \times 0.8$$

$$= 11020.80 \text{ watt/ja}$$

$$= 11.0208 \text{ kWh}$$

$$\text{Penggunaan daya listrik tiap bulan} = 11.0208 \text{ kWh} \times 30 \text{ hari}$$

$$= 330.624 \text{ kWh}$$

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 | 600 | 10 | 25831.2 | 57.40 | 11.02 | 286.54 |
| Ruang proses | 2000 | 32 | 26907.5 | 59.79 | 36.74 | 955.24 |
| Ruang inspeksi & gudang produk | 750 | 12 | 26907.5 | 59.79 | 13.78 | 358.17 |
| Jumlah total daya | | | | | | 1599.95 |

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 40 watt

Jumlah lumens (ϕ) = 450 lumens/watt

Sudut sebaran sinar (ω) = 4 sr

Jarak lampu (r) = 4 meter

Syarat kuat penerangan = 430.52 lumens/m²

Perhitungan :

Luas kantor = 375 m²

$$\begin{aligned} \text{Intesitas cahaya (I)} &= \frac{\text{arus cahaya}}{\text{sudut sebaran lampu}} \\ &= \frac{40 \times 450}{4} \\ &= 4500 \text{ cd} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat penerangan (E)} &= \frac{\text{intensitas cahaya}}{\text{kuadrat jarak lampu}} \\ &= \frac{4500}{16} \\ &= 281.25 \text{ lux} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas penerangan (A)} &= \frac{\text{arus cahaya}}{\text{kuat penerangan}} \\ &= \frac{40 \times 450}{281.25} \\ &= 64 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah titik lampu} &= \frac{\text{luas ruang kantor}}{\text{luas penerangan}} \\ &= \frac{375}{64} \\ &= 5.8 = 6 \text{ titik lampu} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total penerangan} &= \text{luas ruangan} \times \text{syarat penerangan} \\ &= 375 \text{ m}^2 \times 430.52 \text{ lumens/m}^2 \end{aligned}$$

$$=161445 \text{ lumens}$$

Maka, tiap titik lampu membutuhkan kuat penerangan sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Kuat penerangan tiap titik lampu} &= \frac{\text{total penerangan}}{\text{total titik lampu}} \\ &= \frac{161445}{6} \\ &= 26907.5 \text{ lumens} \end{aligned}$$

Sehingga daya tiap titik lampu sebesar :

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{kuat penerangan tiap titik lampu}}{\text{arus cahaya}} \times \text{daya lampu} \\ &= \frac{26907.5}{18000} \times 40 \text{ watt} \\ &= 59.8 \text{ watt} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} &= 12 \text{ jam} \times 6 \text{ titik lampu} \times 59.8 \text{ watt} \times 0.8 \\ &= 3444.5 \text{ watt/jam} \\ &= 3.4445 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Pemakaian listrik perbulan sebesar = 3.4445 kWh x 30 hari

$$= 103.3 \text{ kWh}$$

Dengan perhitungan yang sama dengan diatas, didapatkan perencanaan kebutuhan listrik penerangan pada ruang non produksi I, sebagai berikut :

Tabel 4.14 Perencanaan kebutuhan listrik penerangan ruang non produksi I

| Ruang | Luas (m ²) | ∑Titik lampu | Penerangan tiap lampu (lumens) | Daya lampu (watt) | Pemakaian /hari (kWh) | Pemakaian /bulan (kWh) |
|-------------------|------------------------|--------------|--------------------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|
| Kantor | 375 | 6 | 26907.5 | 59.8 | 3.4445 | 103.3 |
| Mess karyawan | 1000 | 16 | 26907.5 | 59.8 | 9.185 | 275.55 |
| Masjid | 225 | 4 | 24216.75 | 53.8 | 2.065 | 61.95 |
| Kantin | 200 | 4 | 21256 | 47.835 | 1.836 | 55.08 |
| Klinik | 80 | 2 | 17220.8 | 38.27 | 0.734 | 22.02 |
| Utilitas | 350 | 6 | 25113.6 | 55.8 | 3.214 | 96.42 |
| Ruang olahraga | 2400 | 38 | 27190.74 | 60.42 | 22.04 | 661.2 |
| Jumlah total daya | | | | | | 1275.52 |

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 10 watt

Jumlah lumens (ϕ) = 450 lumens/watt

Sudut sebaran sinar (ω) = 4 sr

Jarak lampu (r) = 4 meter

Syarat luas penerangan = 322.9 lumens/m²

Perhitungan :

Luas parkir = 300 m²

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

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

$$= 1125 \text{ cd}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat penerangan (E)} &= \frac{\text{intensitas cahaya}}{\text{kuadrat jarak lampu}} \\ &= \frac{1125}{16} \\ &= 70.313 \text{ lux} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas penerangan (A)} &= \frac{\text{arus cahaya}}{\text{kuat penerangan}} \\ &= \frac{18000}{70.313} \\ &= 256 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah titik lampu} &= \frac{\text{luas parkir}}{\text{luas penerangan}} \\ &= \frac{300}{256} \\ &= 1.17 = 2 \text{ titik lampu} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total penerangan} &= \text{luas ruangan} \times \text{syarat penerangan} \\ &= 300 \text{ m}^2 \times 322.9 \text{ lumens/m}^2 \\ &= 96870 \text{ lumens} \end{aligned}$$

Maka, tiap titik lampu membutuhkan kuat penerangan sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Kuat penerangan tiap titik lampu} &= \frac{\text{total penerangan}}{\text{total titik lampu}} \\ &= \frac{96870}{2} \\ &= 48435 \text{ lumens} \end{aligned}$$

Sehingga daya tiap titik lampu sebesar :

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{kuat penerangan tiap titik lampu}}{\text{arus cahaya}} \times \text{daya lampu} \\ &= \frac{48435}{18000} \times 10 \text{ watt} \end{aligned}$$

$$= 26.91 \text{ watt}$$

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

$$= 12 \text{ jam} \times 2 \text{ titik lampu} \times 26.91 \text{ watt} \times 0.8$$

$$= 516.67 \text{ watt/jam}$$

$$= 0.52 \text{ kWh}$$

Pemakaian listrik perbulan sebesar :

$$= 0.52 \text{ kWh} \times 30 \text{ hari}$$

$$= 15.6 \text{ kWh}$$

Dari data diatas dapat diketahui perencanaan kebutuhan listrik penerangan pada ruang non produksi II adalah :

Tabel 4.15 Perencanaan kebutuhan listrik penerangan ruang non produksi I

| Ruang | Luas (m ²) | Σ Titik lampu | Penerangan tiap lampu (lumens) | Daya lampu (watt) | Pemakaian /hari (kWh) | Pemakaian /bulan (kWh) |
|-------------------|------------------------|----------------------|--------------------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|
| Parkir | 300 | 2 | 48435 | 26.91 | 0.52 | 15.6 |
| Parkir direksi | 200 | 1 | 64580 | 35.87 | 0.34 | 10.2 |
| Parkir truk | 400 | 2 | 64580 | 35.87 | 0.69 | 20.7 |
| Taman I | 25 | 1 | 8072.5 | 4.48 | 0,04 | 1.2 |
| Taman II | 35 | 1 | 11301.5 | 6.28 | 0.06 | 1.8 |
| Pos satpam I | 25 | 1 | 8072.5 | 4.48 | 0.04 | 1.2 |
| Pos satpam II | 25 | 1 | 8072.5 | 4.48 | 0.04 | 1.2 |
| Koperasi | 40 | 1 | 12916 | 7.2 | 0.07 | 2.1 |
| Jumlah total daya | | | | | | 54 |

4. Penerangan lingkungan pabrik

Spesifikasi lampu yang digunakan :

Jenis lampu = Mercury 250 watt

Luas jalan = 1220 m²

Arus cahaya (ϕ) = 9000 luens/watt

Sudut sebaran sinar (ω) = 4 sr

Jarak lampu (r) = 5 meter

Syarat penerangan = 107.63

Perhitungan :

Luas jalan = 1220 m²

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

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

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

$$\begin{aligned} \text{Jumlah titik lampu} &= \frac{\text{ luas jalan}}{\text{ luas penerangan}} \\ &= \frac{1220}{100} \end{aligned}$$

$$= 12.2 = 13 \text{ titik lampu}$$

Total penerangan = luas jalan x syarat penerangan

$$= 1220 \text{ m}^2 \times 107.63 \text{ lumens/m}^2$$

$$= 131308.6 \text{ lumens}$$

Maka, tiap titik lampu membutuhkan kuat penerangan sebesar :

$$\text{Kuat penerangan tiap titik lampu} = \frac{\text{total penerangan}}{\text{total titik lampu}}$$

$$= \frac{131308.6}{13}$$

$$= 10100.66 \text{ lumens}$$

Sehingga daya tiap titik lampu sebesar :

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

$$= \frac{10100.66}{9000} \times 250 \text{ watt}$$

$$= 280.57 \text{ watt}$$

Apabila waktu menyala diasumsikan selama 12 jam dengan rasio

konsumsi 80 %, maka daya yang digunakan setiap hari sebesar :

$$= 12 \text{ jam} \times 13 \text{ titik lampu} \times 280.57 \text{ watt} \times 0.8$$

$$= 35015.14 \text{ watt/jam}$$

$$= 35.02 \text{ kWh}$$

Pemakaian listrik perbulan sebesar :

$$= 35.02 \text{ kWh} \times 30 \text{ hari}$$

$$= 1050.6 \text{ kWh}$$

4.4.4.2 Listrik Mesin Produksi

Mesin produksi dinyalakan menggunakan tenaga listrik yang bersumber dari PLN dan generator vila terjadi pemadaman listrik. Kebutuhan listrik untuk mengoperasikan mesin setiap harinya dapat dihitung dengan formula :

$$\text{Kebutuhan listrik} = \text{jumlah mesin} \times \text{effisiensi} \times \text{jam kerja} \times \text{daya}$$

Perhitungan :

1. Mesin bale opener

$$\text{Daya} = 4.5 \text{ kW}$$

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

$$\text{Jumlah mesin} = 1 \text{ buah}$$

$$\text{Jam kerja} = 24 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan listrik} &= \text{jumlah mesin} \times \text{effisiensi} \times \text{jam kerja} \times \text{daya} \\ &= 1 \times 0.97 \times 24 \times 4.5 \\ &= 104.8 \text{ kWh} \end{aligned}$$

2. Mesin Carding

$$\text{Daya} = 11.25 \text{ kW}$$

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

$$\text{Jumlah mesin} = 1 \text{ buah}$$

$$\text{Jam kerja} = 24 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan listrik} &= \text{jumlah mesin} \times \text{effisiensi} \times \text{jam kerja} \times \text{daya} \\ &= 1 \times 0.97 \times 24 \times 11.25 \\ &= 261.9 \text{ kWh} \end{aligned}$$

3. Mesin pembuat lapisan (cross lapper)

| | |
|-------------------|---|
| Daya | = 55.95 kW |
| Effisiensi | = 98% |
| Jumlah mesin | = 1 buah |
| Jam kerja | = 24 jam |
| Kebutuhan listrik | = jumlah mesin x efisiensi x jam kerja x daya |
| | = 1 x 0.98 x 24 x 55.95 |
| | = 1315.9 kWh |

4. Mesin pre needle punch

| | |
|-------------------|---|
| Daya | = 41.03 kW |
| Effisiensi | = 98% |
| Jumlah mesin | = 1 buah |
| Jam kerja | = 24 jam |
| Kebutuhan listrik | = jumlah mesin x efisiensi x jam kerja x daya |
| | = 1 x 0.98 x 24 x 41.03 |
| | = 965.03 kWh |

5. Mesin needle punch

| | |
|-------------------|---|
| Daya | = 37.3 kW |
| Effisiensi | = 98% |
| Jumlah mesin | = 1 buah |
| Jam kerja | = 24 jam |
| Kebutuhan listrik | = jumlah mesin x efisiensi x jam kerja x daya |
| | = 1 x 0.98 x 24 x 37.3 |
| | = 877.3 kWh |

6. Mesin calender

| | |
|-------------------|--|
| Daya | = 40.2 kW |
| Effisiensi | = 99% |
| Jumlah mesin | = 1 buah |
| Jam kerja | = 24 jam |
| Kebutuhan listrik | = jumlah mesin x effisiensi x jam kerja x daya |
| | = 1 x 0.99 x 24 x 40.2 |
| | = 955.2 kWh |

7. Mesin penggulung

| | |
|-------------------|--|
| Daya | = 32.6 kW |
| Effisiensi | = 99% |
| Jumlah mesin | = 1 buah |
| Jam kerja | = 24 jam |
| Kebutuhan listrik | = jumlah mesin x effisiensi x jam kerja x daya |
| | = 1 x 0.99 x 24 x 32.6 |
| | = 774.6 kWh |

Total kebutuhan listrik per hari untuk mesin produksi sebesar 5254.7 kWh

Maka penggunaan listrik selama satu bulan adalah :

$$= 5254.7 \times 30 \text{ hari}$$

$$= 136622.2 \text{ kWh}$$

4.4.4.3 Listrik Peralatan Laboratorium

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

Tabel 4.16 Kebutuhan listrik peralatan laboratorium

| Jenis alat | Jumlah alat | Jam kerja | Daya alat | Daya/hari |
|--|-------------|-----------|-----------|-----------|
| Tensometer | 1 buah | 12 jam | 0.5 kW | 6 kWh |
| Mesin uji coblos | 1 buah | 12 jam | 0.5 kW | 6 kWh |
| Mesin <i>needle punch</i> skala lab | 1 buah | 12 jam | 3 kW | 36 kWh |
| Digital weighting | 1 buah | 12 jam | 0.5 kW | 6 kWh |
| Total | | | | 54 kWh |

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan listrik selama sebulan} &= 54 \text{ kWh} \times 30 \\ &= 1404 \text{ kWh} \end{aligned}$$

4.4.4.4 Listrik Penata Udara dan Pompa

Listrik yang digunakan untuk mengoperasikan penata udara dan juga pompa 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 suooly air fan)

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan listrik} &= \text{jumlah alat} \times \text{effisiensi} \times \text{waktu menyala} \times \text{daya} \\ &= 28 \times 0.85 \times 24 \times 5.14 \text{ kWh} \\ &= 2935.97 \text{ kWh} \end{aligned}$$

2. Ruang produksi (AC window type)

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan listrik} &= \text{jumlah alat} \times \text{effisiensi} \times \text{waktu menyala} \times \text{daya} \\ &= 13 \times 0.85 \times 24 \times 5.14 \text{ kWh} \\ &= 1363.13 \text{ kWh} \end{aligned}$$

3. Ruang non produksi (AC window type)

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan listrik} &= \text{jumlah alat} \times \text{effisiensi} \times \text{waktu menyala} \times \text{daya} \\
 &= 8 \times 0.85 \times 12 \times 5.14 \text{ kWh} \\
 &= 419.42 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

4. Kipas angin

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan listrik} &= \text{jumlah alat} \times \text{effisiensi} \times \text{waktu menyala} \times \text{daya} \\
 &= 46 \times 1 \times 12 \times 0.075 \text{ kWh} \\
 &= 41.4 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

5. Pompa air

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan pompa} &= \frac{\text{kebutuhan air per hari}}{\text{kapasitas pompa}} \\
 &= \frac{5150}{119520} \\
 &= 0.04 = 1 \text{ pompa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Lama penggunaan} &= \frac{\text{kebutuhan air per hari}}{\text{kapasitas pompa per jam}} \\
 &= \frac{5150}{4980} \\
 &= 1.03 = 1.5 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan listrik} &= \text{jumlah alat} \times \text{waktu menyala} \times \text{daya} \\
 &= 1 \times 1.5 \times 5.5 \\
 &= 8.25 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

Total kebutuhan listrik untuk penata udara dan pompa selama sebulan adalah:

$$\begin{aligned}
 &= (2935.97 + 1363.13 + 419.42 + 41.4 + 8.25) \text{ kWh} \times 30 \\
 &= 143045.1 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

4.4.4.5 Listrik Kebutuhan Lain-Lain

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

Tabel 4.17 Kebutuhan listrik lain-lain

| Alat | Jumlah | Daya (watt) | Waktu kerja | Total daya |
|-------------------------------------|---------|-------------|-------------|------------|
| Komputer | 40 buah | 420 | 12 jam | 201.6 kWh |
| Printer | 40 buah | 150 | 12 jam | 72 kWh |
| Scanner | 10 buah | 150 | 12 jam | 18 kWh |
| Mesin fotocopy | 2 buah | 1200 | 12 jam | 28.8 kWh |
| Mesin faks | 4 buah | 200 | 12 jam | 9.6 kWh |
| Total daya yang dibutuhkan per hari | | | | 330 kWh |

Didapat daya yang dibutuhkan selama sebulan = $330 \text{ kWh} \times 30$

$$= 9900 \text{ kWh}$$

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

Tabel 4.18 Daya keseluruhan kebutuhan listrik selama sebulan

| No | Kebutuhan | Daya (kWh) |
|---|-------------------------|------------|
| Listrik penerangan : | | |
| 1 | • Ruang produksi | 1599.95 |
| | • Ruang non produksi I | 1275.22 |
| | • Ruang non produksi II | 54 |
| | • Lingkungan sekitar | 1050.6 |
| 2 | Mesin produksi | 136622.2 |
| 3 | Alat laboratorium | 1404 |
| 4 | Penata udara dan pompa | 143045.1 |
| 5 | Kebutuhan lain-lain | 9900 |
| Total kebutuhan listrik selama satu bulan | | 294951.07 |

4.4.5 Unit Penyedia Bahan Bakar

Bahan yang dipakai adalah solar. Bahan bakar ini disediakan untuk memenuhi kebutuhan generator sebagai antisipasi apabila terjadi pemadaman listrik. Selanjutnya solar disimpan dalam tangki untuk memenuhi kebutuhan selama satu bulan. Berikut spesifikasi tangki yang digunakan :

Bentuk = silinder

Bahan konstruksi = *carbon steel SA-238 Grade C*

Kapasitas tangki = 1.5246 m³

Diameter tangki = 1.248 m

Tinggi tangki = 1.248 m

Tebal tangki = 3/8 inci

Perhitungan :

1. Generator

Kebutuhan bahan bakar sesuai dengan spesifikasi, yaitu jenis solar dengan heating value 8700 Kcal/Kg, efisiensi 80%, input generator 500 kWh dan berat jenis solar 0.870 Kg/liter. Dimana 1 kWh = 860 Kcal, maka

$$\begin{aligned} \text{Input/jam} &= 500 \text{ kWh} \times 860 \text{ Kcal} \\ &= 430000 \text{ Kcal} \end{aligned}$$

Bila 1 Kg solar menghasilkan energi listrik (heating value) sebesar 8700 Kcal, maka :

$$\begin{aligned} \text{Input/jam} &= \frac{430000 \text{ Kcal}}{8700 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}} \\ &= 49.425 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Jika berat jenis solar sebesar 0.870 Kg/liter, maka

$$\begin{aligned}\text{Input/jam} &= \frac{49.425}{0.870} \\ &= 56.81 \text{ liter}\end{aligned}$$

Sehingga kebutuhan solar per hari = 24 jam x 56.81 liter

$$= 1363.44 \text{ liter/hari}$$

Kebutuhan solar satu bulan = 30 hari x 1363.44

$$= 40903.2 \text{ liter/bulan}$$

2. Sarana transportasi

Beberapa kebutuhan bahan bakar untuk sarana transportasi adalah sebagai berikut :

Tabel 4.19 Kebutuhan solar untuk sarana transportasi

| Jenis sarana | Asumsi kebutuhan | Jumlah sarana | Kebutuhan |
|-----------------|------------------|---------------|----------------|
| Forklift | 15 liter/hari | 2 buah | 30 liter/hari |
| Bus karyawan | 50 liter/hari | 2 buah | 100liter/hari |
| Mobil kantor | 25 liter/hari | 3 buah | 75 liter/hari |
| Truk | 50 liter/hari | 4 buah | 200 liter/hari |
| Total kebutuhan | | | 405 liter/hari |

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan solar tiap bulan} &= 405 \times 30 \\ &= 12150 \text{ liter/bulan}\end{aligned}$$

Total kebutuhan solar penyedia bahan bakar selama sebulan adalah :

$$\begin{aligned}&= 40903.2 \text{ liter/bulan} + 12150 \text{ liter/bulan} \\ &= 53053.3 \text{ liter/bulan} \\ &= 53.05 \text{ m}^3/\text{bulan}\end{aligned}$$

4.4.6 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 kerusakandan 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 :

1. Pembersihan
2. Pelumasan
3. Pengecekan
4. Penyetingan
5. Perbaikan
6. Penggantian suku cadang
7. 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

4.4.7 Unit Transportasi

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

1. Forklift

Berfungsi mengangkut 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 dinas

Mobil dinas termasuk aset pabrik yang digunakan untuk sarana transportasi jajaran direksi.

4. Bus karyawan

Diadakan dengan tujuan meningkatkan produktivitas karyawan.

5. Kereta dorong

Dipakai untuk mengangkut material-material bahan maupun produk.

4.4.8 Unit Telekomunikasi

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

1. Airphone

Digunakan untuk komunikasi antar bagian-bagian pabrik

2. Telepon dan faksimili

Sebagai sarana komunikasi dengan pihak luar perusahaan. Anggaran pemakaian diperkirakan sebesar Rp.10.000.000,-/bulan

3. Internet

Sebagai sarana penunjang untuk memudahkan komunikasi dengan para relasi perusahaan. Pengeluaran biaya diperkirakan habis Rp.2.000.000,-/bulan

4.5 Organisasi Perusahaan

4.5.1 Bentuk Perusahaan

Rincian bentuk perusahaan yang diterapkan pada perancangan pabrik kain *non-woven* geotekstil ini, adalah :

1. Bentuk perusahaan : Perseroan Terbatas
2. Jenis usaha : Industri tekstil kain nonwoven geotekstil
3. Lokasi : air sugihan, kecamatan ogan komering ilir, Sumatera selatan.
4. Luas tanah : 12500 m²
5. Luas bangunan : 9030 m²
6. Kapasitas produksi : 18.000.000 meter/tahun

4.5.2 Badan Usaha

Badan usaha yang direncanakan akan dibentuk pada tugas akhir perancangan pabrik ini yaitu Perseroan Terbatas (PT). Badan usaha berupa PT adalah jenis suatu badan usaha yang mempunyai kekayaan dan hak memiliki, ditandai dengan

kepemilikan saham. Semakin banyak saham yang dimiliki maka semakin besar andil dan kedudukannya dalam perusahaan.

Bila memiliki hutang, maka harta milik pribadi tidak dapat dipertanggung jawabkan atas hutang perusahaan, tetapi terbatas pada sahamnya saja. Dapat dijelaskan bahwa perseroan terbatas adalah perseroan berbentuk badan hukum. Disebut perseroan sebab modal badan hukum ini terdiri dari sero atau saham. Sedangkan istilah terbatas tertuju pada tanggung jawab persero atau pemegang saham yang lingkupnya terbatas pada nilai nominal dari total jumlah saham yang dimiliki. Berikut beberapa alasan pemilihan bentuk badan usaha perseroan terbatas :

1. Dapat mengumpulkan modal dengan jumlah besar secara mudah. Hal ini dikarenakan jumlah keseluruhan saham dapat dibagi-bagi dalam pecahan kecil, sehingga dapat menarik investor dari berbagai kelas.
2. Modal kerja lebih mudah didapat dari hasil penjualan produk perusahaan.
3. Lebih mudah menarik calon pembeli saham karena risikonya terbatas pada jumlah modal yang disetorkan. Oleh karena itu saham dari perusahaan yang bermasyarakat dapat diperjualbelikan di bursa saham, sehingga orang mudah melakukan kegiatan jual beli saham.
4. Para pemilik dan pemimpin perusahaan dipisahkan sesuai dengan fungsi dalam hal tanggung jawab maupun kewajiban. Hal ini didasarkan agar tidak ada penyelewengan kekuasaan dalam perusahaan.

5. Bentuk perseroan terbatas dapat memudahkan perusahaan berganti kepemilikan saham. Bila hal tersebut terjadi tidak akan berpengaruh banyak terhadap kinerja perusahaan.
6. Dapat membuka peluang lapangan usaha yang lebih luas. Karena suatu perusahaan dengan sistem perseroan terbatas dapat menarik modal yang besar dari masyarakat sehingga bisa memperluas usaha.

4.5.3 Struktur Organisasi

Sistem organisasi digunakan dengan tujuan agar roda perusahaan dapat bergerak secara efektif dan efisien, karena setiap komponen dalam perusahaan berfungsi secara optimal. Oleh karena itu pemimpin perusahaan harus berupaya untuk membagi tugas dan menempatkan semua sumber daya perusahaan khususnya sumber daya manusia dalam posisi yang tepat sesuai bidang keahlian masing-masing. Hal ini dapat menjadikan individu yang terdapat dalam perusahaan tersebut memiliki gambaran jelas dan memahami komponen, fungsi, kedudukan, serta kewajiban dan haknya.

Selain itu, pemimpin perusahaan dapat mengetahui komponen mana yang memiliki kinerja, fungsi, dan peran yang tak sesuai dengan harapan perusahaan. Dengan demikian, akan lebih cepat untuk mengambil sebuah tindakan keputusan yang terbaik bagi perusahaan. Pembagian dan susuna tugas tersebut itulah yang dinamakan struktur organisai perusahaan.

Struktur organisai perusahaan ialah sebuah garis hierarki (bertingkat) yang mendeskripsikan komponen-komponen yang menyusun perusahaan, dimana

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.

4.5.4 Tugas dan Wewenang

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

4.5.4.1 Pemegang Saham

Pemegang saham adalah orang yang menyetorkan modal dengan membeli lembaran saham yang nantinya akan menjadi modal usaha dari perusahaan tersebut. Kumpulan dari beberapa pemegang saham akan membentuk suatu perusahaan. Para pemilik saham merupakan pemilik perusahaan. Maka kekuasaan tertinggi pada perusahaan berbentuk PT adalah para pemegang saham. Tugas dan wewenang pemegang saham diantaranya :

1. Mengangkat serta memberhentikan dewan komisaris dan anggota dewan komisaris.

2. Meminta pertanggung jawaban dewan komisaris atas mandat yang telah diberikan.
3. Mengetahui rencana pelaksanaan kegiatan perusahaan dan menerima laporan dari dewan komisaris.
4. Mengangkat dan memberhentikan presiden direktur perusahaan.

4.5.4.2 Dewan Komisaris

Para pemegang saham dalam melaksanakan kegiatannya diwakili oleh dewan komisaris yang diangka, dalam jangka waktu tertentu. Dewan komisaris merupakan jabatan tertinggi dalam struktur organisasi perusahaan, yang dipimpin oleh seorang presiden direktur. Dewan komisaris dan anggotanya berhak memilih dan dipilih sebagai presiden direktur perusahaan, serta memilih dan mengesahkan direktur perusahaan. Berikut tugas dan wewenang dewan komisaris :

1. Merumuskan kebijakan umum perusahaan
2. Mengarahkan dan mengawasi perusahaan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
3. Mengesahkan pengeluaran modal dan pembagian keuntungan atas persetujuan pemegang saham.
4. Berhak memilih dan dipilih sebagai presiden direktur yang selanjutnya disahkan oleh pemegang saham.
5. Memilih, mengesahkan dan memberhentikan direktur perusahaan.
6. Memeriksa pembukuan, inventaris keuangan dan lain-lain.
7. Meminta pertanggung jawaban presiden direktur.

4.5.4.3 Presiden Direktur

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

1. Bertanggung jawab terhadap pemegang saham.
2. Merumuskan kebijakan umum perusahaan dalam pelaksanaan operasional secara umum.
3. Berhak mengajukan nama direktur perusahaan kepada dewan komisaris untuk diangkat dan disahkan.
4. Mengarahkan dan mengawasi perusahaan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
5. Mengesahkan pengeluaran modal dan pembagian keuntungan atas persetujuan pemegang saham.
6. Menolak atau menyetujui rencana pelaksanaan operasional perusahaan yang dijalankan oleh direktur perusahaan.
7. Memberikan laporan pertanggung jawaban berkaitan dengan keseluruhan kegiatan operasional maupun non operasional kepada dewan komisaris dan pemegang saham.

4.5.4.4 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.

4.5.4.5 Manajer Produksi

Manajer produksi bertugas menjaga kelancaran kegiatan proses produksi.

Berikut secara rinci tugas dan wewenang manajer produksi :

1. Bertanggung jawab kepada direktur perusahaan.
2. Mimpin 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.

4.5.4.6 Manajer Administrasi dan Keuangan

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

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. Memberikan laporan pertanggung jawaban mengenai pengelolaan administrasi dan keuangan kepada direktur perusahaan.

4.5.4.7 Manajer Pemasaran

Manajer pemasaran memiliki tugas untuk melakukan terobosan-terobosan agar produk dapat terjual. Peran vital sebagai manajer pemasaran adalah memasarkan produk yang dihasilkan agar mendapatkan laba, dan kegiatan operasional perusahaan dapat berjalan dengan baik serta lancar. Tugas dan wewenang yang diemban oleh manajer perusahaan, yakni :

1. Bertanggung jawab kepada direktur perusahaan.
2. Melakukan perencanaan pemasaran secara tepat dan benar.
3. Mengelola secara tepat strategi pemasaran yang telah dirumuskan oleh direktur perusahaan serta mengimplementasikannya secara berkesinambungan.
4. Bekerjasama dengan manajer administrasi dan keuangan untuk menyusun perencanaan dan pelaksanaan produksi serta pemasaran produk.

5. Memberikan laporan pertanggung jawaban mengenai pemasaran produk yang dihasilkan kepada direktur perusahaan.

4.5.4.8 Kepala Departemen

Kepala departemen memiliki beberapa tugas dan wewenang, antara lain :

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

4.5.4.9 Supervisor

Tugas dan wewenang supervisor dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Bertanggung jawab kepada kepala departemen.
2. Menjabarkan perencanaan strategi operasional kerja kepada kepala shift.
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.

4.5.4.10 Kepala Shift

Kepala shift memiliki beberapa tugas dan wewenang, diantaranya :

1. Bertanggung jawab kepada supervisor.
2. Menerima rencana strategi kerja dari supervisor.
3. Melaksanakan dan mengawasi operasional kerja selama shiftnya.
4. Mengkoordinasi dan membagi tugas kepada anggotanya.

5. Menerima laporan hasil kerja dari anggotanya.
6. Membuat laporan pertanggung jawaban hasil kerja shiftnya.

4.5.4.11 Operator

Operator memiliki tugas menjalankan mesin sesuai rencana produksi yang telah ditentukan. Operator juga bertanggung jawab atas mesin yang dioperasikannya.

4.5.5 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:

4.5.5.1 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, yakni :

1. Karyawan tetap

Karyawan tetap disahkan dengan surat perjanjian atau surat kontrak, 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.

4.5.5.2 Status Pekerja

Dalam suatu perusahaan terdapat pengelompokan kerja sesuai dengan pekerjaan yang ditangan. Dalam hal ini dibagi menjadi dua kelompok, yaitu :

1. Pekerja langsung

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

2. Pekerja tidak langsung

Merupakan pekerja yang bekerja tidak langsung berhubungan dengan alat maupun proses produksi.

4.5.5.3 Jam Kerja Karyawan

Pabrik kain *non-woven* geotekstil direncanakan beroperasi selama 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. Dalam satu hari dibagi menjadi tiga *shift*, tiap *shift*nya bekerja selama 8 jam. Pembagian jam kerja *shift* :

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

Pembagian jam istirahat :

- a. *Shift* I : jam 10.00 – 11.00
- b. *Shift* II : jam 18.00 – 19.00
- c. *Shift* III : jam 02.00 – 03.00

Jadwal kerja *shift* dilakukan secara bergiliran, berlaku bagi karyawan unit produksi pada senin sampai sabtu. Kegiatan produksi diliburkan pada hari minggu dan libur hari raya. Pembagian kerja karyawan dibagi 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, *office boy*, dan karyawan *maintenance*.

Pengaturan grup dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.20 Pengaturan jadwal kerja grup

| Shift | Hari | | | | | |
|-----------|-------|--------|------|-------|--------|-------|
| | Senin | Selasa | Rabu | Kamis | Jum'at | Sabtu |
| Shift I | A | A | B | B | C | C |
| Shift II | B | B | A | A | A | A |
| Shift III | C | C | C | C | B | B |

Keterangan :

A : grup kerja I

B : grup kerja II

C : grup kerja III

Pergantian waktu *shift* dilakukan seminggu sekali, bertujuan agar karyawan tidak mengalami kejenuhan dalam bekerja. Untuk *shift* pagi ditetapkan waktu istirahat pada jam 09.30 – 10.00 wib. Jam istirahat pada hari jumat ditambah satu jam untuk melaksanakan ibadah sholat jumat, jam 12.00 – 13.00 wib.

Tabel 4.21 Jadwal pergantian *shift*

| Minggu | <i>Shift</i> I | <i>Shift</i> II | <i>Shift</i> III |
|---------|----------------|-----------------|------------------|
| Pertama | Pagi | Siang | Malam |
| Kedua | Siang | Malam | Pagi |
| Ketiga | Malam | Pagi | Siang |
| Keempat | Pagi | Siang | Malam |

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

a. *Shift* I : jam 06.00 – 14.00

b. *Shift* II : jam 14.00 – 22.00

c. *Shift* III : jam 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 sistem enam hari kerja, libur pada hari minggu dan hari raya atau hari besar yang telah ditetapkan pemerintah.

4.5.6 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.

4.5.6.1 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.

| No | Jabatan | Jenjang pendidikan | Jumlah | Gaji/bulan (Rupiah) |
|----|--|--------------------|--------|---------------------|
| 1 | Presiden direktur | S2 – S3 | 1 | 25.000.000 |
| 2 | Direktur perusahaan | S2 – S3 | 1 | 20.000.000 |
| 3 | Manajer | S1 – S2 | 3 | 15.000.000 |
| 4 | Kepala departemen | S1 – S2 | 7 | 10.000.000 |
| 5 | Supervisor | S1 | 9 | 7.500.000 |
| 6 | Kepala shift | S1 | 3 | 5.000.000 |
| 7 | Operator | SMA – D3 | 50 | 2.500.000 |
| 8 | Staff administrasi dan karyawan kantor | SMA – S1 | 58 | 3.500.000 |
| 9 | Sopir | SMA | 15 | 2.500.000 |
| 10 | Cleaning service | SMA | 9 | 1.800.000 |
| 11 | Satpam | SMA | 12 | 2.250.000 |
| 12 | Office boy | SMA | 6 | 1.800.000 |
| 13 | Dokter | S1 – S2 | 2 | 8.000.000 |
| 14 | Perawat | D3 Akper | 2 | 2.500.000 |

4.5.6.2 Sistem Pengupahan

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

1. Gaji pokok.
2. Tunjangan jabatan.
3. Tunjangan kehadiran (transportasi).
4. Tunjangan kesehatan. Diwujudkan dengan penyediaan dokter dan rumah sakit yang telah ditentukan oleh perusahaan bagi seluruh karyawan sesuai dengan golongannya.

Adapun sistem pengupahan karyawan dibedakan menjadi :

1. Upah bulanan

Upah bulanan diberikan kepada karyawan tetap, besarnya gaji didasarkan pada pendidikan, keahlian, dan posisi dalam struktur organisasi.

2. Upah borongan

Upah borongan diberikan kepada pekerja borongan, besaran upah yang diberikan tergantung pada jenis dan banyaknya pekerjaan.

3. Upah harian

Upah harian diberikan sesuai dengan jumlah hari dan jam kerja, diterapkan sesuai kebutuhan perusahaan.

4.5.6.3 Sistem Gaji Karyawan

Sistem gaji karyawan terdiri dari gaji atau upah tetap yang diberikan rutin tiap bulannya dan sistem gaji tambahan yang diberikan kepada karyawan yang lembur.

4.5.7 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 untuk makan, dan dapat pula 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

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

5. Koperasi

Diadakan untuk mempermudah karyawan dalam hal simpan pinjam. Selain itu juga berguna untuk memenuhi kebutuhan karyawan, mulai dari kebutuhan sehari-hari, kebutuhan rumah tangga dan kebutuhan lainnya.

6. Premi hadir

Merupakan uang yang diberikan kepada karyawan setiap kehadiran di pabrik atau kehadiran masuk kerja.

7. Bonus prestasi

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

8. Tunjangan hari raya (THR)

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

9. Jamsostek

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

10. Masjid dan kegiatan kerohanian

Sebagai sarana beribadah yang berada dilingkungan pabrik.

11. Transportasi

Sarana yang digunakan untuk memudahkan mobilitas karyawan dan meningkatkan kedisiplinan kerja karyawan.

12. Cuti tahunan

Diberikan kepada karyawan selama 12 hari kerja dalam satu tahun.

13. Cuti melahirkan

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

4.6 Evaluasi Ekonomi

Dalam rangka usaha membangun citra, eksistensi pabrik kain nonwoven geotekstil, maka pada perancangan ini ditetapkan pelaksanaan konsep pemasaran yang optimal beserta evaluasi finansialnya.

4.6.1 Analisis Perencanaan

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

1. Analisis pemasaran

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

2. Strategi lokasi

Lokasi industri harus didukung aspek kemudahan dan kenyamanan. Bila ditinjau dari lokasi dan fasilitas 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 (end user)

Distribusi tak langsung : produsen -> distributor -> pelanggan

Produsen -> perwakilan produsen -> pelanggan

4. Strategi promosi

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

5. 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.

6. Strategi proses

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

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

4.6.2 Analisis Finansial

Analisis finansial diperlukan untuk mengetahui kelayakan perencanaan pendirian suatu perusahaan. Analisis finansial perusahaan meliputi modal investasi sampai jumlah keuntungan perusahaan. Faktor-faktor yang terkait dalam analisis finansial, diantaranya :

4.6.2.1 Modal Investasi

Modal investasi adalah modal yang tertanam pada perusahaan dan digunakan untuk membangun sarana dan fasilitas perusahaan. Perincian modal investasi yang dibutuhkan adalah :

1. Biaya pengadaan tanah dan bangunan.

Tabel 4.22 Biaya pembelian tanah dan bangunan

| Jenis biaya | Harga/m ² (Rp) | Luas (m ²) | Jumlah biaya |
|-------------|---------------------------|------------------------|----------------|
| Tanah | 350.000 | 12500 | 4.375.000.000 |
| Bangunan | 700.000 | 9030 | 6.321.000.000 |
| Jalan | 250.000 | 1220 | 3.050.000.000 |
| Kontraktor | Ket : 3.9% biaya bangunan | | 246.519.000 |
| Total biaya | | | 13.992.519.000 |

2. Biaya pembelian mesin produksi

Tabel 4.23 Biaya pembelian mesin produksi

| Mesin | Jumlah | Harga/mesin (Rp) | Total harga (Rp) |
|-------------------------|--------|------------------|------------------|
| <i>Bale opener</i> | 1 | 210.000.000 | 210.000.000 |
| <i>Carding</i> | 1 | 70.000.000 | 70.000.000 |
| <i>Cross lapper</i> | 1 | 154.000.000 | 154.000.000 |
| <i>Pre needle punch</i> | 1 | 299.600.000 | 299.600.000 |
| <i>Needle punch</i> | 1 | 154.000.000 | 154.000.000 |
| <i>Calender</i> | 1 | 67.200.000 | 67.200.000 |
| <i>Winding</i> | 1 | 147.000.000 | 147.000.000 |
| <i>Packing machine</i> | 1 | 63.000.000 | 63.000.000 |
| Total Pengeluaran | | | 1.164.800.000 |

3. Biaya pembelian peralatan utilitas

Tabel 4.24 Biaya pembelian peralatan utilitas

| Mesin | Jumlah | Harga/item (Rp) | Total harga (Rp) |
|----------------------------------|--------|-----------------|------------------|
| Generator | 2 | 250.000.000 | 500.000.000 |
| Tangki solar | 3 | 50.000.000 | 150.000.000 |
| <i>Compressor</i> | 1 | 60.000.000 | 60.000.000 |
| <i>AC air fan</i> | 28 | 5.250.000 | 147.000.000 |
| <i>Ac window type</i> | 21 | 3.000.000 | 63.000.000 |
| Kipas angin | 46 | 520.000 | 23.920.000 |
| Lampu TL 40 watt | 130 | 200.000 | 26.000.000 |
| Lampu TL 10 watt | 10 | 50.000 | 500.000 |
| Lampu <i>mercury</i> 250 watt | 13 | 500.000 | 6.500.000 |
| Kran hidran | 27 | 120.000 | 3.240.000 |
| Pompa hidran | 1 | 8.300.000 | 8.300.000 |
| Pompa air | 1 | 4.900.000 | 4.900.000 |
| Kran | 35 | 30.000 | 1.050.000 |
| Detektor asap | 99 | 550.000 | 54.450.000 |
| Total biaya | | | 1.048.860.000 |

4. Pembelian peralatan laboratorium

Tabel 4.25 Pembelian peralatan langsung

| Alat lab | Jumlah | Harga/item (Rp) | Total harga (Rp) |
|-----------------------------|--------|-----------------|------------------|
| <i>Needle punch lab</i> | 1 | 52.000.000 | 52.000.000 |
| <i>Tensometer</i> | 1 | 21.500.000 | 21.500.000 |
| Alat uji coblos | 1 | 10.000.000 | 10.000.000 |
| <i>Mullen bursting test</i> | 1 | 21.000.000 | 21.000.000 |
| <i>Trapezoidal test</i> | 1 | 7.500.000 | 7.500.000 |
| Stopwatch | 3 | 60.000 | 180.000 |
| Hunter lab | 1 | 20.000.000 | 20.000.000 |
| Alat uji robek | 1 | 15.000.000 | 15.000.000 |
| <i>Weighting balance</i> | 1 | 5.750.000 | 5.750.000 |
| <i>Digital weighting</i> | 2 | 3.500.000 | 7.000.000 |
| Total biaya | | | 159.930.000 |

5. Pembelian sarana transportasi

Tabel 4.26 Pembelian sarana transportasi

| Jenis kendaraan | Jumlah | Harga satuan (Rp) | Total harga (Rp) |
|-----------------|--------|-------------------|------------------|
| Truk | 4 | 500.000.000 | 2.000.000.000 |
| Bus | 2 | 210.000.000 | 420.000.000 |
| Kijang innova | 3 | 305.150.000 | 915.450.000 |
| <i>Forklift</i> | 2 | 75.000.000 | 150.000.000 |
| Kereta dorong | 4 | 1.500.000 | 6.000.000 |
| Total biaya | | | 3.491.450.000 |

6. Biaya pemasangan instalasi

Tabel 4.27 Biaya pemasangan instalasi

| Jenis instalasi | Jumlah biaya (Rp) |
|--------------------------|-------------------|
| Instalasi listrik | 15.000.000 |
| Instalasi mesin produksi | 8.000.000 |
| Instalasi telekomunikasi | 7.000.000 |
| Instalasi alat utilitas | 10.000.000 |
| Total biaya | 40.000.000 |

7. Perlengkapan inventaris

Tabel 4.28 Biaya perlengkapan inventaris perusahaan

| Jenis perlengkapan | Jumlah biaya (Rp) |
|--------------------------------|-------------------|
| Peralatan kantor | 200.000.000 |
| Alat kantin dan dapur | 50.000.000 |
| Alat <i>cleaning service</i> | 30.000.000 |
| Seragam karyawan produksi | 30.000.000 |
| Seragam karyawan non produksi | 17.000.000 |
| Seragam satpam | 2.800.000 |
| Pelengkapan <i>maintenance</i> | 70.000.000 |
| Perlengkapan poliklinik | 35.000.000 |
| Total biaya | 434.800.000 |

8. Biaya izin perusahaan

Tabel 4.29 Biaya izin perusahaan

| Jenis kebutuhan | Jumlah biaya (Rp) |
|-----------------|-------------------|
| Notaris | 15.000.000 |
| Izin perusahaan | 20.000.000 |
| Total biaya | 35.000.000 |

9. Biaya pelatihan karyawan

Biaya yang dianggarkan untuk pelatihan karyawan sebesar Rp.75.000.000,-

10. Biaya sampel produk

Digunakan sebagai promosi produk, biaya yang dianggarkan sebesar Rp.100.000.000,-

Tabel 4.30 Total modal investasi

| Jenis biaya | Jumlah biaya (Rp) |
|-------------------------------|-------------------|
| Pembelian tanah | 13.992.519.000 |
| Pembelian mesin produksi | 1.164.800.000 |
| Pembelian peralatan utilitas | 1.048.860.000 |
| Pembelian peralatan lab | 159.930.000 |
| Pembelian sarana transportasi | 3.491.450.000 |
| Pemasangan instalasi | 40.000.000 |
| Perlengkapan inventaris | 434.800.000 |
| Izin perusahaan | 35.000.000 |
| Sampel produk dan promosi | 100.000.000 |
| Total modal investasi | 20.467.359.000 |

4.6.2.2 Modal Kerja

Merupakan modal perusahaan yang habis dalam satu kali berputar selama proses produksi dan proses putarannya dalam jangka waktu yang pendek (kurang dari satu tahun). Perincian modal kerja yang dibutuhkan adalah :

1. Biaya bahan baku

1 bale polyester = 210 Kg

1 kg serat polyester = USD 1.5

= Rp.21.000,-

Harga 1 bale polyester = 210 Kg x 21000

=Rp.4.410.000,-

Jumlah biaya bahan baku yang diperlukan selama setahun,

= kebutuhan bahan baku per tahun x harga 1 bale

= 22464 x 4410000

=Rp.76.204.800.000

2. Bahan pengemasan

a. Kebutuhan plastik kemasan

Digunakan untuk membungkus gulungan kain nonwoven geotekstil. Satu gulungan memiliki panjang 125 meter. Untuk produksi 1500000 meter selama sebulan dibutuhkan plastik sebanyak.

$$= \frac{1500000}{125}$$

=12000 kemasan/bulan

1 plastik kemasan = Rp.9000

Kebutuhan biaya = 12000 x 9000

$$= \text{Rp.}108.000.000,-$$

Kebutuhan biaya dalam satu tahun,

$$= 108000000 \times 12 \text{ bulan}$$

$$= \text{Rp.}1.296.000.000$$

b. Kebutuhan label

Digunakan untuk memberikan keterangan spesifikasi produk, terdapat satu label tiap kemasannya. Jumlah label yang diperlukan tiap bulan sebanyak 12000 lembar dimana harga label tiap lembar 1000 rupiah.

$$\text{Kebutuhan biaya} = 12000 \text{ lembar} \times 1000 \text{ rupiah}$$

$$= \text{Rp.}12.000.000,-/\text{bulan}$$

Total biaya pengemasan dalam satu bulan,

$$= \text{Rp.}108.000.000 + \text{Rp.}12.000.000$$

$$= \text{Rp.}120.000.000$$

Total biaya yang dikeluarkan tiap tahun,

$$= \text{Rp.}120.000.000 \times 12 \text{ bulan}$$

$$= \text{Rp.} 1.440.000.000,-$$

3. Biaya utilitas

a. Biaya listrik

Tabel 4.31 Total daya listrik

| No | Kebutuhan | Daya (kWh) |
|---|-------------------------|------------|
| Listrik penerangan : | | |
| 1 | • Ruang produksi | 1599.95 |
| | • Ruang non produksi I | 1275.22 |
| | • Ruang non produksi II | 54 |
| | • Lingkungan sekitar | 1050.6 |
| 2 | Mesin produksi | 136622.2 |
| 3 | Alat laboratorium | 1404 |
| 4 | Penata udara dan pompa | 143045.1 |
| 5 | Kebutuhan lain-lain | 9900 |
| Total kebutuhan listrik selama satu bulan | | 294951.07 |

Bila harga satu bulan per kWh sebesar Rp.996,-. Maka biaya untuk penyediaan listrik adalah

$$= 294951.07 \times \text{Rp.}996,-$$

$$= \text{Rp.}293.771.265,-$$

Biaya listrik dalam satu tahun,

$$= \text{Rp.}293.771.265,- \times 12 \text{ bulan}$$

$$= \text{Rp.}3.525.255.189,-$$

b. Biaya bahan bakar

Total kebutuhan solar yang diperlukan dalam satu bulan adalah 53053.3 liter. Jika harga per liter solar industri adalah Rp.7.800,-. Maka biaya yang dibutuhkan

$$= 53053.3 \times 7800$$

$$= \text{Rp.} 413.815.740,-$$

Biaya yang dikeluarkan dalam satu tahun :

$$= \text{Rp. } 413.815.740,- \times 12 \text{ bulan}$$

$$= \text{Rp. } 4.965.788.880,-$$

c. Biaya telekomunikasi

Biaya sarana telekomunikasi terdiri dari biaya internet dan telepon

$$= (\text{biaya internet} + \text{biaya telepon}) \times 12 \text{ bulan}$$

$$= (\text{Rp. } 2.000.000,- + \text{Rp. } 10.000.000,-) \times 12 \text{ bulan}$$

$$= \text{Rp. } 144.000.000$$

Rekapitulasi biaya utilitas,

Biaya listrik = Rp.3.525.255.189,-

Biaya bahan bakar = Rp.4.965.788.880,-

Biaya telekomunikasi = Rp.144.000.000

Total biaya = Rp.8.635.044.069,-

4. Biaya gaji karyawan

Tabel 4.32 Biaya gaji karyawan

| No | Jabatan | Jenjang pendidikan | Jumlah | Gaji/bulan (Rupiah) |
|----|--|--------------------|--------|---------------------|
| 1 | Presiden direktur | S2 – S3 | 1 | 25.000.000 |
| 2 | Direktur perusahaan | S2 – S3 | 1 | 20.000.000 |
| 3 | Manajer | S1 – S2 | 3 | 15.000.000 |
| 4 | Kepala departemen | S1 – S2 | 7 | 10.000.000 |
| 5 | Supervisor | S1 | 9 | 7.500.000 |
| 6 | Kepala shift | S1 | 3 | 5.000.000 |
| 7 | Operator | SMA – D3 | 50 | 2.500.000 |
| 8 | Staff administrasi dan karyawan kantor | SMA – S1 | 58 | 3.500.000 |
| 9 | Sopir | SMA | 15 | 2.500.000 |
| 10 | <i>Cleaning service</i> | SMA | 9 | 1.800.000 |
| 11 | Satpam | SMA | 12 | 2.250.000 |
| 12 | <i>Office boy</i> | SMA | 6 | 1.800.000 |
| 13 | Dokter | S1 – S2 | 2 | 8.000.000 |
| 14 | Perawat | D3 Akper | 2 | 2.500.000 |

Dari tabel tersebut dapat diketahui, pengeluaran gaji karyawan tiap bulan sebesar Rp.683.000.000,-

Biaya pengeluaran gaji karyawan dalam satu tahun,

$$= 12 \text{ bulan} \times \text{Rp.683.000.000,-}$$

$$= \text{Rp.8.196.000.000,-}$$

5. Biaya pajak

Tanah dan bangunan = Rp. 13.992.519.000

Kendaraan = Rp. 3.491.450.000,-

Total = Rp.17.483.969.000,-

Pajak 1% dari nilai aset = 1% x Rp.17.483.969.000,-

= Rp.174.839.000

6. Biaya makan

Biaya makan per tahun = 178 orang x 360 hari x Rp.30.000,-

= Rp.1.922.400.000,-

7. Biaya tak terduga

= 1% (biaya bahan baku + gaji karyawan + biaya utilitas)

= 1% (Rp.76.204.800.000 + Rp.8.196.000.000,-

+ Rp.8.635.044.069,-)

= Rp.930.358.440,-

Rekapitulasi modal kerja

Tabel 4.33 Total modal kerja

| No | Jenis modal kerja | Jumlah biaya (Rp) |
|----|-------------------|-------------------|
| 1 | Biaya bahan baku | 76.204.800.000 |
| 2 | Biaya pengemasan | 1.440.000.000 |
| 3 | Biaya utilitas | 8.635.044.069 |
| 4 | Gaji karyawan | 8.196.000.000 |
| 5 | Pajak | 174.839.000 |
| 6 | Biaya makan | 1.922.400.000 |
| 7 | Biaya tak terduga | 930.358.440 |
| | Total modal kerja | 97.503.441.510 |

4.6.2.3 Biaya *Overhead*

Biaya *overhead* adalah biaya semua yang diperlukan untuk memperlancar produksi dan penjualan selama periode tertentu. Berikut yang tergolong dalam biaya *overhead*, antara lain :

1. Penyusutan (depresiasi)

Bila depresiasi dihitung berdasarkan asumsi bahwa penurunan nilai suatu properti, karena waktu dan pemakaian. Nilai depresiasi ditentukan dengan rumus,

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

Keterangan:

D : depresiasi tiap tahun

P : nilai awal depreasi

S : nilai sisa aset

N : umur dari aset

Hasil perhitungan depreasi dituangkan dalam tabel berikut

Tabel 4.34 Perhitungan depresiasi

| Aset | Lama (tahun) | Tarif (%) | Harga (Rp) | Depresiasi (Rp) |
|-------------------|-----------------|-----------|---------------|-----------------|
| Bangunan | 20 | 20 | 6.321.000.000 | 252.840.000 |
| Mesin produksi | 10 | 10 | 1.164.800.000 | 104.832.000 |
| Alat transportasi | 10 | 10 | 3.491.000.000 | 314.190.000 |
| Alat utilitas | 10 | 10 | 1.048.860.000 | 94.397.400 |
| Alat lab | 10 | 10 | 159.930.000 | 14.393.700 |
| Inventaris kantor | 5 | 10 | 434.800.000 | 78.264.000 |
| Jumlah depresiasi | | | | 858.917.100 |

2. Perawatan

Biaya perawatan diasumsikan sebesar 1.5% per tahun dari harga masing-masing item pada modal investasi.

Tabel 4.35 Total biaya perawatan

| Perawatan | Harga (Rp) | Biaya (Rp) |
|-----------------------|---------------|-------------|
| Bangunan | 6.321.000.000 | 94.815.000 |
| Mesin produksi | 1.164.800.000 | 17.472.000 |
| Peralatan lab | 159.930.000 | 2.398.950 |
| Sarana transportasi | 3.491.000.000 | 52.365.000 |
| Inventaris kantor | 434.800.000 | 6.552.000 |
| Peralatan utilitas | 1.048.860.000 | 15.732.900 |
| Instalasi | 40.000.000 | 600.000 |
| Total biaya perawatan | | 189.932.950 |

3. Asuransi

Asuransi diperlukan sebagai langkah antisipasi terhadap resiko kecelakaan yang menyebabkan kerusakan sehingga dapat meminimalkan kerugian akibat *human erorr*.

Tabel 4.37. biaya asuransi dengan asumsi premi 5%/tahun

| Jenis item | Harga (Rp) | Premi (Rp) |
|---------------------|----------------|---------------|
| Jalan dan bangunan | 10.696.000.000 | 534.800.000 |
| Mesin produksi | 1.164.800.000 | 58.240.000 |
| Peralatan utilitas | 1.048.860.000 | 52.443.000 |
| Karyawan | 8.196.000.000 | 409.800.000 |
| Sarana transportasi | 3.491.000.000 | 174.550.000 |
| Instalasi | 40.000.000 | 2.000.000 |
| Alat lab | 159.930.000 | 7.996.500 |
| Total premi | | 1.239.829.500 |

4. Pinjaman bank

Pinjaman bank adalah jumlah uang yang menjadi kompensasi atas pinjaman pada periode tertentu. Pembayaran dilakukan dengan jumlah yang sama setiap akhir periode. Besar uang yang harus dibayar tiap periode ditentukan dengan rumus :

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

Keterangan:

A : besarnya uang yang dibayar tiap periode

P : total pinjaman

I : suku bunga per tahun

n : lama pinjaman

Modal terdiri dari pinjaman bank dan penjualan saham. Adapun presentase antara modal pinjaman dan modal dari hasil penjualan saham adalah 30 % dan 70 %.

$$\begin{aligned} \text{Total pinjaman (P)} &= 30\% (\text{modal investasi} + \text{modal kerja}) \\ &= 30\% (20.467.359.000 + 97.503.441.510) \\ &= \text{Rp.}35.391.240.153 \end{aligned}$$

$$\text{Suku bunga/tahun} = 10\%$$

$$\text{Lama pinjaman} = 10 \text{ tahun}$$

Pinjaman pokok yang harus dibayar :

$$\begin{aligned} A &= P \times \frac{I(1+I)^n}{(1+I)^{n-1}} \\ &= \text{Rp.}35.391.240.153 \times \frac{0.1(1+I)^{10}}{(1+0.1)^{10-1}} \end{aligned}$$

$$= \text{Rp.}35.391.240.153 \times \frac{0.260}{1.594}$$

$$= \text{Rp.}5.662.598.424,-$$

Tabel 4.36 Total biaya *overhead*

| No | Jenis <i>Overhead</i> | Biaya (Rp) |
|----|-----------------------------|---------------|
| 1 | Depresiasi | 858.917.100 |
| 2 | Perawatan | 189.932.950 |
| 3 | Asuransi | 1.239.829.500 |
| 4 | Pinjaman | 5.662.598.424 |
| | Total biaya <i>overhead</i> | 7.951.277.974 |

4.6.2.4 Biaya Tetap (*Fixed Cost*)

Biaya tetap merupakan biaya yang secara keseluruhan tetap konstan tanpa memandang perubahan tingkat aktivitas. Akan tetapi ada kemungkinan biaya ini berubah tiap tahunnya.

Tabel 4.37 Total biaya tetap

| No | Jenis biaya | Harga (Rp) |
|----|--------------------|----------------|
| 1 | Gaji karyawan | 8.196.000.000 |
| 2 | Pelatihan karyawan | 75.000.000 |
| 3 | Promosi | 100.000.000 |
| 4 | Pajak | 174.839.000 |
| 5 | Makan | 1.922.400.000 |
| 6 | Depresiasi | 858.917.100 |
| 7 | Perawatan | 189.932.950 |
| 8 | Asuransi | 1.239.829.500 |
| 9 | Pinjaman bank | 5.662.598.424 |
| | Total biaya tetap | 18.419.516.970 |

4.6.2.5 Biaya Tak Tetap (*Variable Cost*)

Biaya tidak tetap merupakan biaya yang berubah secara keseluruhan menurut perbandingan yang searah dengan perubahan tingkat aktivitas.

Tabel 4.38 Total biaya tidak tetap

| No | Jenis biaya | Harga |
|----|-------------------------|----------------|
| 1 | Bahan baku | 76.204.800.000 |
| 2 | Pengemasan produk | 1.440.000.000 |
| 3 | Utilitas | 8.635.044.069 |
| | Total biaya tidak tetap | 86.279.844.070 |

4.6.2.6 Penentuan Harga Jual

Dari total biaya tetap dan biaya tidak tetap, dapat diketahui harga jual produk, dengan perhitungan berikut :

Produksi/tahun : 18.000.000 meter

$$\text{Biaya tetap/meter} = \frac{\text{total biaya tetap}}{\text{produksi/tahun}}$$

$$= \frac{18.419.516.970}{18.000.000}$$

$$= \text{Rp.1023,-}$$

$$\text{Biaya tidak tetap/meter} = \frac{\text{total biaya tidak tetap}}{\text{produksi/tahun}}$$

$$= \frac{86.279.844.070}{18.000.000}$$

$$= \text{Rp.4793,-}$$

$$\text{Harga pokok/meter} = \text{biaya tetap/meter} + \text{biaya tidak tetap/meter}$$

$$= \text{Rp.1023} + \text{Rp.4793}$$

$$= \text{Rp.5.816,-}$$

$$\begin{aligned}\text{Keuntungan} &= 20\% \times \text{harga pokok/meter} \\ &= 20\% \times \text{Rp.5.816} \\ &= \text{Rp.1.163,-}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Harga pokok dan keuntungan} &= \text{harga pokok/meter} + \text{keuntungan} \\ &= \text{Rp.5.816} + \text{Rp.1.163} \\ &= \text{Rp.6.979,-}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pajak penjualan} &= 10\% \times \text{harga pokok dan keuntungan} \\ &= 10\% \times \text{Rp.6.979,-} \\ &= \text{Rp.698,-}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Harga jual} &= \text{harga pokok dan keuntungan} + \text{pajak penjualan} \\ &= \text{Rp.6.979} + \text{Rp.698} \\ &= \text{Rp.7.677,-/meter}\end{aligned}$$

4.6.2.7 Analisis Keuntungan

$$\begin{aligned}\text{Total biaya produksi} &= \text{total biaya tetap} + \text{total biaya tidak tetap} \\ &= 18.419.516.970 + 86.279.844.070 \\ &= \text{Rp.104.699.361.040}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total penjualan} &= \text{harga jual} \times \text{kapasitas produksi} \\ &= \text{Rp.7.677} \times 18.000.000 \\ &= \text{Rp.138.186.000.000,-}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Keuntungan produksi} &= \text{total penjualan} - \text{total biaya produksi} \\ &= \text{Rp.138.186.000.000,-} - \text{Rp.104.699.361.040} \\ &= \text{Rp.33.486.638.960,-}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pajak keuntungan} &= 5\% \times \text{keuntungan produksi} \\ &= 5\% \times \text{Rp.33.486.638.960,-} \\ &= \text{Rp.1.674.331.948,-} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Keuntungan bersih} &= \text{keuntungan produksi} - \text{pajak keuntungan} \\ &= \text{Rp.33.486.638.960} - \text{Rp.1.674.331.948} \\ &= \text{Rp.31.812.307.012} \end{aligned}$$

4.6.2.8 Analisis Kelayakan

1. *Regulated annual* (Ra)

Regulated annual adalah biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan secara rutin per tahun. Biaya tersebut terdiri dari :

Tabel 4.39 Total regulated annual

| No | Jenis regulated annual | Jumlah (Rp) |
|----|----------------------------|----------------|
| 1 | Gaji karyawan | 8.196.000.000 |
| 2 | Kesejahteraan karyawan : | 3.065.000.000 |
| | • Makan | 1.922.400.000 |
| | • Seragam | 49.800.000 |
| | • premi | 409.800.000 |
| | • THR | 683.000.000 |
| 3 | Pemeliharaan dan perbaikan | 189.932.950 |
| 4 | Promosi | 100.000.000 |
| | Total regulated annual | 11.551.000.000 |

2. *Sales annual* (Sa)

$$\begin{aligned} &= \text{kapasitas produksi/tahun} \times \text{harga jual} \\ &= 18.000.000 \times 7677 \\ &= \text{Rp.138.186.000.000} \end{aligned}$$

3. Return of investment (ROI)

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

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

$$\begin{aligned} \text{ROI sebelum pajak} &= \frac{\text{keuntungan sebelum pajak}}{\text{modal investasi} + \text{modal kerja}} \times 100\% \\ &= \frac{33.486.638.960}{20.467.359.000 + 97.503.441.510} \times 100\% \\ &= 28\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ROI sesudah pajak} &= \frac{\text{keuntungan sesudah pajak}}{\text{modal investasi} + \text{modal kerja}} \times 100\% \\ &= \frac{31.812.307.012}{20.467.359.000 + 97.503.441.510} \times 100\% \\ &= 27\% \end{aligned}$$

4. Shut down point (SDP)

Shut down point adalah presentase yang menyatakan tingkat resiko terhadap pabrik. Dimaksudkan untuk menyatakan kondisi perusahaan ketika mengalami kerugian yang biasanya disebabkan karena biaya operasional pabrik yang membengkak.

$$\begin{aligned} \text{SDP} &= \frac{0,3 Ra}{Sa - Vc - 0,7 Ra} \\ &= \frac{0,3 \times (11.551.000.000)}{138.186.000.000 - 86.279.844.070 - (0,7 \times 11.551.000.000)} \times 100\% \\ &= 8\% \end{aligned}$$

Kapasitas Produksi pada saat SDP

$$= 8\% \times 18.000.000 \text{ meter/tahun}$$

$$= 1.440.000 \text{ meter/tahun}$$

Penjualan Pada SDP

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

$$= 1.440.000 \text{ meter/tahun} \times \text{Rp } 7.677$$

$$= \text{Rp } 11.054.880.000$$

5. Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

$$\text{Umur Pabrik} = 10 \text{ tahun}$$

$$\text{Depresiasi} = \text{Rp.} 858.917.100$$

$$\text{Cash Flow} = \text{Rp.} 32.671.221.112$$

$$\text{Variable Cost} = \text{Rp.} 86.279.844.070$$

$$\text{Fixed Cost} = \text{Rp.} 18.419.516.970$$

DCSR dihitung dengan cara trial & error

$$R = S$$

$$R = (VC+FC) \cdot [(1+i)^n]$$

$$R = \{[(1+i)^{(n-1)}] + [(1+i)^{(n-2)}] + [(1+i)^{(n-3)}] + \dots + [(1+i)^{(n-n)}] + (1+i) + 1\} \cdot CF + \{SV+WCI\}$$

DCSR diketahui,

$$R = (VC + FC) \times ((1+i)^{10})$$

$$= \text{Rp. } 1.935.533.698.695$$

$$S = ((1+i)^{n-1} + \dots + (1+i)^{n-10}) \times \text{Cash Flow} + (VC + \text{Depresiasi})$$

$$= \text{Rp. } 1.773.869.321.923,76$$

$$i = 0.3887$$

6. Biaya Zakat

$$\begin{aligned}
 \text{Zakat} &= 2.5\% \times \text{Keuntungan Perusahaan} \\
 &= 2.5\% \times \text{Rp.31.812.307.012} \\
 &= \text{Rp. Rp. 795.307.675}
 \end{aligned}$$

7. *Pay out time* (POT)

Pay out time adalah waktu pengembalian modal yang didasarkan pada keuntungan yang dicapai. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui lama investasi yang dikeluarkan akan kembali, dengan menyertakan modal investasi dan modal kerja.

$$\begin{aligned}
 \text{POT} &= \frac{\text{modal investasi} + \text{modal kerja}}{\text{keuntungan bersih}} \\
 &= \frac{20.467.359.000 + 97.503.441.510}{31.812.307.012} \\
 &= 3.7 \text{ tahun} = 4 \text{ tahun}
 \end{aligned}$$

8. *Break even point* (BEP)

Break even point (BEP) adalah titik impas (suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapat keuntungan ataupun menderita kerugian). Dengan adanya BEP, perusahaan akan dapat menentukan tingkatan harga jual dan jumlah unit minimum yang dijual, serta target pencapaian unit penjualan.

Presentase BEP,

$$\begin{aligned}
 &= \frac{F_c + 0,3 R_a}{R_a - V_c - 0,7 R_a} \times 100\% \\
 &= \frac{18.419.516.970 + (0,3 \times 11.551.000.000)}{138.186.000.000 - 86.279.844.070 - (0,7 \times 11.551.000.000)} \times 100\%
 \end{aligned}$$

$$= 50\%$$

Banyaknya produksi saat mencapai BEP adalah

$$= \text{presentase BEP} \times \text{kapasitas produksi}$$

$$= 50\% \times 18.000.000$$

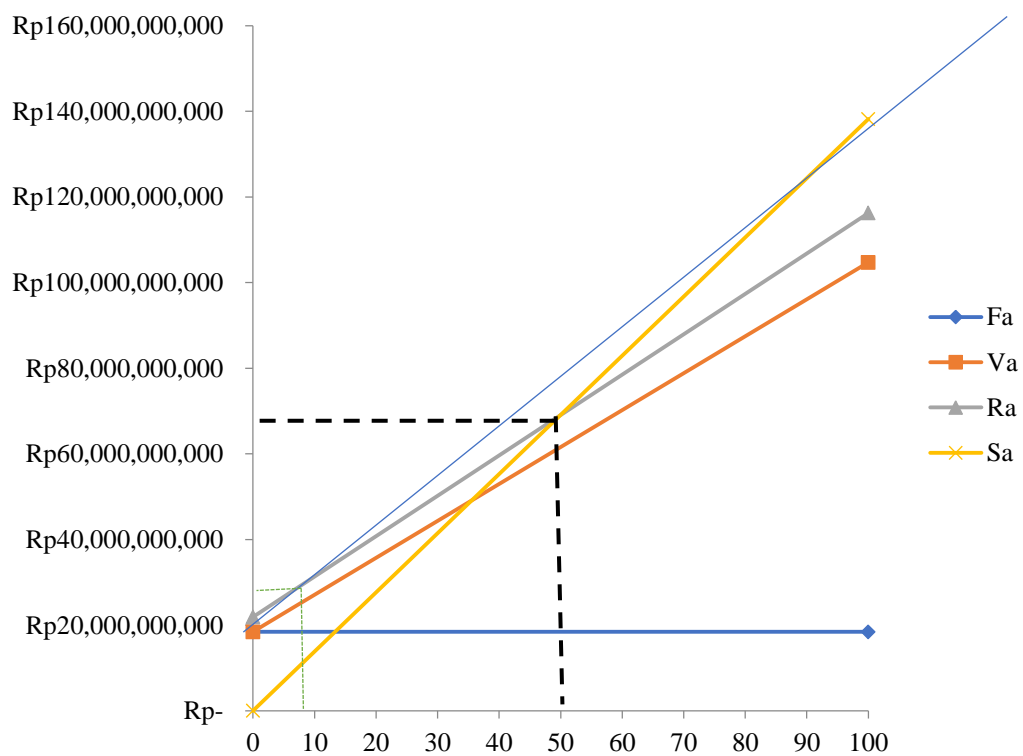
$$= 9.000.000 \text{ meter/tahun}$$

Harga jual saat mencapai BEP

$$= \text{banyaknya produksi saat BEP} \times \text{harga jual}$$

$$= 9.000.000 \text{ meter/tahun} \times \text{Rp.7.677,-/meter}$$

$$= \text{Rp.69.093.000.000 per tahun}$$



Gambar 4.6 Grafik Analisa Ekonomi

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Perancangan pabrik kain nonwoven geotekstil kapasitas 18.000.000 meter/tahun sistem needle punch, dapat digolongkan layak dengan resiko rendah karena berdasarkan tinjauan proses, kondisi operasi, sifat-sifat bahan baku dan produk, serta lokasi pabrik. Maka pabrik ini tergolong pabrik beresiko rendah. Berdasarkan hasil analisis ekonomi yang didapat,

1. Keuntungan yang diperoleh setelah pajak ialah Rp.31.812.307.012
2. Return On Investment (ROI) setelah pajak sebesar 28%
3. Pay Out Time (POT) setelah pajak selama 4 tahun.
4. Break Event Point (BEP) pada 50% dan Shut Down Point (SDP) pada 8%.

Maka perancangan pabrik kain nonwoven geotekstil bisa dikatakan layak.

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. Memahami sifat dan fungsi produk yang akan dihasilkan. Sehingga dapat meramalkan persaingan pasar ke depan.

Daftar Pustaka

- Chellamani, P & Karthikeyan, S.”*Mechanical Processing Of Man Made Fibers* ”,
The South India Textile Research Association. Coimbalore.1998.
- Demir, Ali & Behery, Mohammed, Hasan.”*Synthetic Filament Yarn : Texturing
Technology*”. Prentice Hall Inc. New Jersey. 1997.
- Enie, Herlison. “*Pengantar Teknologi Tekstil*”. Direktorat Pendidikan Menengah
Kejuruan. Jakarta. 1981.
- Garrison, H, Ray. “*Akuntansi Manajemen*”. Business Publication Inc. Texas.
1982.
- Gasperz, Vincent. “*Total Quality Management*”. PT Gramedia Pustaka Utama.
Jakarta. 2001.
- Krema, Radko. “*Manual of Nonwoven*”. Manchester Textile Trade Press.
Manchester. 1988.
- Koerner, Robert. “*Contruction and Geotechnical Methods In Foundation
Engineering*”. Mc Graw Hill Book. Singapore. 1988.
- _____. “*Designing With Geosynthetic 3rd Edition*”. Prentice Hall.
Upper Saddle River. New Jersey. 1994.
- Moerdoko, Wibowo, dkk. “*Evaluasi Tekstil Bagian Fisika*”. Institut Teknologi
Tekstil. Bandung. 1973.
- Monrieff, RW. “*Man Made Fibers*”. Newness-Butterworth. London. 1979.
- Puspitasari, Dyah & Anggriani, Sulistiyo. “*Pengaruh Penggunaan Geotekstil
Terhadap Parameter Geser Tanah Gambut*”. Tugas Akhir. Universitas
Islam Indonesia. Yogyakarta. 2002.

- Rigby, David. *“Technical Textile and Nonwoven : World Market Forecast To 2010”*. www.fiber2fashion.com/industry-article. Diakses 20 Mei 2018.
- Russel, S, J. *“Handbook Of Nonwoven”*. Woodhead Publishing Limited. Cambridge. 2007.
- Sayuti, M. *“Analisis Kelayakan Pabrik”*. Graha Ilmu. Yogyakarta. 2008.
- Sobirin, Ahmad. *“Budaya Organisasi : Pengertian, Mkana dan Aplikasinya Dalam Kehidupan Organisasi”*. UPP STIM YKPN. Yogyakarta. 2007.
- Soeprijono, P. *“Kalkulasi Biaya Tekstil”*. Institut Teknologi Tekstil. Bandung. 1977.
- Soeprijono, P. *“Serat-Serat Tekstil”*. Institut Teknologi Tekstil. Bandung. 1974.
- Suryolelono, Kabul, Basah. *“Geosintetik Geoteknik”*. Penerbit Nafiri. Yogyakarta. 2000.
- Van sant voort, Gerard. *”Geotextile and Geomembrane In Civil Engineering Revised Edition”*. AA Balkema. Rotterdam. 1994.

Lampiran

Gambar Struktur Organisasi

