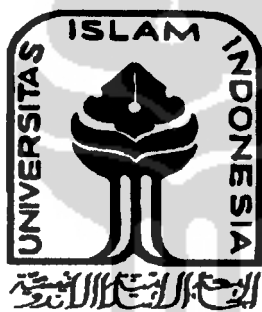


**PRA RANCANGAN PABRIK BENANG FILAMENT
NYLON 6 DENGAN KAPASITAS PRODUKSI
1.230 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

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



Oleh :

Nama : Yonitha Betha Bellerina

No. Mhs : 03521018

**KONSENTRASI TEKNIK TEKSTIL
JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2007**

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PRA RANCANGAN PABRIK BENANG FILAMENT
NYLON 6 DENGAN KAPASITAS PRODUKSI
1.230 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR



Oleh :
Nama : Yonitha Betha Bellerina
No. Mhs. : 03521018

Jogyakarta, 11 Juni 2007
Menyetujui,
Pembimbing



Ir. H. Suparman

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**PRA RANCANGAN PABRIK BENANG FILAMENT NYLON 6 DENGAN
KAPASITAS PRODUKSI
1.230 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : Yonitha Betha Bellerina

No. Mhs. : 03521018

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

Jogjakarta, 11 Juni 2007

Tim Penguji,

Ir. H. Suparman
Ketua

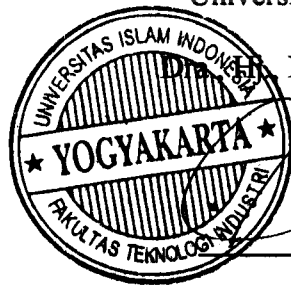
Ir. Sukirman MM.
Anggota I

Ir. H. Dulmalik MM.
Anggota II



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

 Kamariah Anwar MS.



Kata Pengantar

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT dan Rasulullah SAW atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya. Tanpa-Nya, saya tidak akan mampu menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Pra Rancangan Pabrik Benang Filament Nylon 6 dengan Kapasitas 1.230 Ton/tahun". Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana, yang harus dipenuhi oleh tiap mahasiswa jurusan Teknik Kimia bidang studi Teknik Tekstil, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

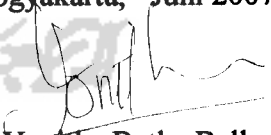
Dalam penulisan laporan ini, saya memperoleh bimbingan, petunjuk, bantuan dan dorongan dari banyak pihak. Oleh karena itu saya haturkan banyak terima kasih kepada :

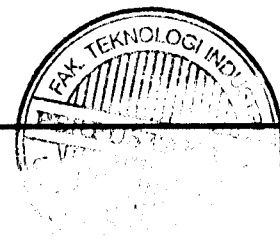
1. Ir. H. Suparman., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
2. Pimpinan dan seluruh staff FTI-UII.
3. Pimpinan dan staff karyawan PT. Indonesia Toray Synthetics Tangerang, khususnya Departemen Nylon Filament Yarn.
4. Dan semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Saya sadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran konstruktif sekiranya dapat diberikan untuk laporan ini. Semoga laporan ini bermanfaat bagi semuanya.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Juni 2007


Yonitha Betherina
No. Mhs. : 03521018



Daftar Isi

LEMBAR JUDUL TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR KEASLIAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
ABSTRACT.....	xv
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tinjauan Pustaka.....	7
BAB II. PERANCANGAN PRODUK	
2.1. Spesifikasi Produk.....	17
2.2. Spesifikasi Bahan baku.....	22
2.3. Pengendalian Kualitas.....	24
2.3.1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku.....	25
2.3.1.1. Analisis Chip.....	25
2.3.1.2. Analisis Oli Pelumas.....	26
2.3.1.3. Analisis Paper Tube.....	30
2.3.1.4. Analisis Box.....	31
2.3.2. Pengendalian Proses.....	32
2.3.3. Pengendalian Kualitas Produk.....	35

BAB III. PERANCANGAN PROSES

3.1. Uraian Proses.....	40
3.1.1. Proses Persiapan.....	43
3.1.2. Proses Pengeringan (<i>Drying</i>).....	43
3.1.3. Proses Pelehan (<i>Melting</i>).....	46
3.1.4. Proses Pemintalan (<i>Spinning</i>).....	48
3.1.4.1. Proses Pembentukan Filament (<i>Shaping</i>).....	48
3.1.4.2. Proses Pendinginan (<i>Quenching</i>).....	52
3.1.4.3. Proses Penyemprotan Oli (<i>Oiling</i>).....	54
3.1.4.4. Proses Penarikan (<i>Drawing</i>).....	55
3.1.5. Proses Penggulungan (<i>Winding</i>).....	57
3.1.6. <i>Boiler</i>	60
3.2. Spesifikasi Mesin dan Desain Proses.....	60
3.2.1. Spesifikasi Mesin.....	60
3.2.2. Desain Proses.....	62
3.3. Perancangan Produksi.....	63

BAB IV. PERANCANGAN PABRIK

4.1. Lokasi Pabrik.....	71
4.2. Tata Letak Pabrik.....	71
4.3. Tata Letak Mesin.....	73
4.3.1. Tata Letak Ruang Produksi.....	74
4.3.2. Ruang Pendukung dan Kantor Utama.....	77
4.3.3. Perawatan Mesin (<i>Maintenace</i>).....	80
4.4. Utilitas.....	82
4.4.1. Unit Penyediaan Listrik dan Bahan Bakar Generator.....	82
4.4.1.1. Penyediaan Tenaga Listrik Untuk Produksi Oleh Generator.....	83
4.4.1.2. Unit Penyedia Bahan Bakar Generator.....	97
4.4.1.3. Penyediaan Tenaga Listrik Oleh PLN.....	101

4.4.2. Unit Penyediaan Air.....	115
4.4.2.1. Air Sanitasi (<i>Raw Water</i>).....	117
4.4.2.2. Air Kebutuhan Untuk Proses.....	119
4.4.2.3. <i>Hydrant</i> dan Pemborosan.....	124
4.4.3. Unit <i>Steam</i>	126
4.4.3.1. <i>Steam</i> pada <i>Melting Line</i>	127
4.4.3.2. <i>Steam Melting Cleaner (Burn Out)</i>	127
4.4.4. <i>Air Handling Unit</i> (AHU) dan AC.....	128
4.4.4.1. <i>Air Handling</i> untuk Produksi.....	128
4.4.4.2. <i>Air Conditioner</i> (AC).....	129
4.4.5. <i>Air Pressure</i>	131
4.4.6. Unit Pengolahan Limbah.....	133
4.4.6.1. Pengertian Limbah Cair.....	133
4.4.6.2. Karakteristik Limbah Cair.....	134
4.4.6.3. Parameter Kualitas Limbah Cair.....	139
4.4.6.4. Alur Proses Pengolahan Limbah.....	142
4.5. Bentuk Perusahaan, Struktur Organisasi, Wewenang dan Tanggung Jawab.....	144
4.5.1. Bentuk Perusahaan.....	144
4.5.2. Tugas dan Wewenang.....	146
4.5.3. Sistem Kepegawaian.....	153
4.5.4. Status Karyawan.....	154
4.5.5. Jam Kerja Karyawan.....	155
4.5.6. Jumlah Karyawan, Sistem Gaji dan Jenjang Pendidikan.....	157
4.5.6.1. Perincian Tenaga Kerja.....	158
4.5.6.2. Perincian Sistem Gaji.....	159
4.5.6.3. Rincian Sistem Kerja Lembur.....	160
4.5.7. Fasilitas Karyawan.....	161
4.5.8. K3 (Keamanan dan Keselamatan Kerja).....	161

4.6. Evaluasi Ekonomi.....	162
4.6.1. Analisa Marketing.....	162
4.6.2. Analisa SWOT.....	162
4.6.3. Analisa Daur Hidup.....	164
4.6.4. Strategi Pemasaran.....	164
4.6.4.1. Strategi Pembelian Bahan Baku.....	164
4.6.4.2. Strategi Lokasi.....	166
4.6.4.3. Strategi Distribusi Produk.....	167
4.6.4.4. Strategi Promosi.....	167
4.6.4.5. Strategi Sumber Daya Manusia.....	168
4.6.5. Analisa Finansial.....	168
4.6.5.1. Modal Investasi.....	170
4.6.5.2. Modal Kerja.....	170
4.6.5.3. <i>Fixed Cost</i>	171
4.6.5.4. <i>Variable Cost</i>	171
4.6.5.5. Perhitungan Harga Jual/kg.....	172
4.6.6. Analisa Kelayakan.....	173
4.6.6.1. <i>Sales Price (Sa)</i>	173
4.6.6.2. <i>Regulated Expense (Ra)</i>	174
4.6.6.3. <i>Variable Expense (Va)</i>	175
4.6.6.4. <i>Fixed Expense (Fa)</i>	175
4.6.7. Analisa Break Even Point (BEP).....	176
4.6.8. Analisa Keuntungan.....	177
4.6.9. Shut Down Point (SDP).....	178
4.6.9.1. Return of Investment (ROI).....	179
4.6.9.2. Pay Out Time (POT).....	179
4.6.10. Grafik BEP.....	180

BAB V. PENUTUP

5.1. Simpulan.....182
5.2. Saran.....183

DAFTAR PUSTAKA.....185

LAMPIRAN



Daftar Tabel

Tabel 1.1. Impor benang filament nylon.....	3
Tabel 1.2. Kapasitas produksi benang filament nylon.....	3
Tabel 1.3. Penghitungan rumus mencari kapasitas produksi benang filament nylon dengan metode trend linier.....	4
Tabel 1.4. Hasil perhitungan trend linier kebutuhan benang filament nylon di Indonesia.....	5
Tabel 2.1. Spesifikasi produk filament nylon 6 menurut SNI-08-0558-2006.....	18
Tabel 2.2. Spesifikasi chip bahan baku.....	22
Tabel 2.3. Problem dan tindakan pada proses pemintalan benang filament nylon.....	34
Tabel 3.1. Desain proses pemintalan benang filament nylon 6.....	62
Tabel 4.1. Jenis dan ukuran ruang pendukung.....	77
Tabel 4.2. Jenis dan ukuran ruang di kantor utama.....	80
Tabel 4.3. Kebutuhan listrik mesin produksi.....	84
Tabel 4.4. Kebutuhan listrik untuk mesin penunjang produksi.....	87
Tabel 4.5. Kebutuhan listrik penerangan ruang produksi.....	90
Tabel 4.6. Jadwal pengujian benang tiap mesin.....	91
Tabel 4.7. Kebutuhan listrik alat uji.....	91
Tabel 4.8. Kebutuhan listrik pompa pengolahan limbah.....	92
Tabel 4.9. Kebutuhan listrik penerangan di ruang non produksi I.....	103
Tabel 4.10. Kebutuhan listrik penerangan di ruang non produksi II.....	105
Tabel 4.11. Kebutuhan listrik untuk pendingin.....	109
Tabel 4.12. Kebutuhan listrik yang disediakan oleh generator cadangan.....	113
Tabel 4.13. Rekapitulasi kebutuhan solar per tahun.....	115
Tabel 4.14. Rekapitulasi kebutuhan air per tahun.....	126
Tabel 4.15. Kebutuhan AC di ruang non produksi.....	131
Tabel 4.16. Standar effluent berdasarkan baku mutu limbah cair untuk tekstil.....	141

Tabel 4.17. Jadwal kerja karyawan shift.....	156
Tabel 4.18. Penggolongan jenjang jabatan dan gaji berdasarkan jenjang pendidikan.....	158
Tabel 4.19. Rekapitulasi modal investasi.....	170
Tabel 4.20. Rekapitulasi modal kerja.....	170
Tabel 4.21. Rekapitulasi fixed cost.....	171
Tabel 4.22. Rekapitulasi variable cost.....	171



Daftar Gambar

Gambar 1.1. Struktur amida pada nylon.....	8
Gambar 1.3. Struktur kimia dari caprolactam.....	9
Gambar 1.3. Reaksi pembukaan cincin caprolactam.....	9
Gambar 1.4. Flow process OSP machine.....	12
Gambar 2.1. Bentuk polimer dalam filament nylon setelah diproses drawing.....	20
Gambar 2.2. Bentuk penampang lintang benang filament nylon 40-13-21Y4.....	21
Gambar 2.3. Chip nylon 6.....	23
Gambar 2.4. Paper tube.....	24
Gambar 2.5. Struktur spinneret filter.....	25
Gambar 3.1. Bagan alir proses pemintalan benang filament nylon.....	41
Gambar 3.2. Drying flow process.....	44
Gambar 3.3. Mesin rotary vacuum dryer.....	46
Gambar 3.4. Mesin ekstruder.....	47
Gambar 3.5. Spinning flow process.....	48
Gambar 3.6. Urutan rakitan pack dan spinneret.....	49
Gambar 3.7. Pack dan spinneret.....	50
Gambar 3.8. Quenching chamber.....	53
Gambar 3.9. Oil tank dan oil sprayer.....	55
Gambar 3.10. Spinning process.....	57
Gambar 3.11. Winding process.....	58
Gambar 3.12. Mesin winder.....	59
Gambar 4.1. Tata letak bangunan pabrik.....	73
Gambar 4.2. Tata letak mesin produksi.....	75
Gambar 4.3. Data kuantitas tiap tahapan proses pemintalan.....	76
Gambar 4.4. Lay out kantor utama.....	79
Gambar 4.5. Alur proses pengolahan air limbah.....	144

Gambar 4.6. Struktur organisasi..... 148
Gambar 4.7. Grafik BEP..... 181



ABSTARCT

The spinning factory of nylon filament yarn is planned to be built in Jatake, a sector in industrial area of Tangerang, with production capacity 1.230 tons in every year. This plan needs around 14.000 m² of land, and 8.492 m² of building. This is a continues spinning process, so it requires full day operation and 345 days in a year to reach the production target.

Nylon filament yarn is one of the synthetic yarn that has high evenness, tenacity and elongation among the other synthetic yarn, so each process inside the system will be controlled to produce yarn with good quality named above. This mill will use One Step Process (OSP) of spinning system to produce yarn with 40-13-21Y4 as the yarn number, and use 1.408.500,864 Of nylon 6 chip as the main material.

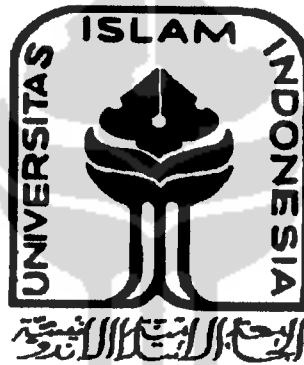
The total capital of this factory is Rp.55.229.649.120,-, which is 55 % from the bank loan and the rest 45 % from own capital. From several calculation and analyze of Break Even Point (BEP), it can be concluded that the BEP of this factory is 57,15 %, SDP 18,8 %, ROI 28,5 % and the overall capital will be back after 3 years, 3 months and 22 days of operation.



**PRA RANCANGAN PABRIK BENANG FILAMENT
NYLON 6 DENGAN KAPASITAS PRODUKSI
1.230 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

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



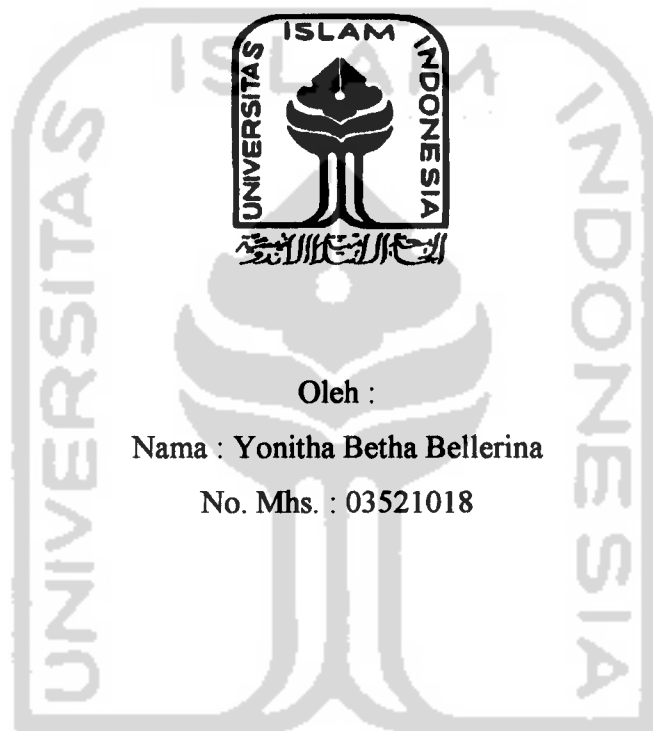
Oleh :
Nama : Yonitha Betha Bellerina
No. Mhs : 03521018

**KONSENTRASI TEKNOLOGI TEKSTIL
JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2007**

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PRA RANCANGAN PABRIK BENANG FILAMENT
NYLON 6 DENGAN KAPASITAS PRODUKSI
1.230 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR



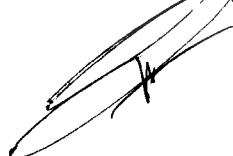
Oleh :

Nama : Yonitha Betha Bellerina

No. Mhs. : 03521018

Jogyakarta, 11 Juni 2007

**Menyetujui,
Pembimbing**



Ir. H. Suparman

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL TUGAS AKHIR PRA RANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

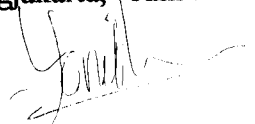
Nama : Yonitha Betha Bellerina

No. Mhs. : 03521018

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

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

Jogjakarta, Juni 2007



Yonitha Betha Bellerina

No. Mhs. : 03521018

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perubahan kondisi perekonomian saat ini mengakibatkan dampak besar pada industri di Indonesia. Antara lain kenaikan tarif dasar listrik, kenaikan BBM, kenaikan pajak serta faktor lain yang membuat industri-industri tersebut harus berjuang keras agar tetap bertahan, tidak terkecuali untuk industri tekstil. Persaingan antar industri tekstil menjadi salah satu alasan agar industri tekstil untuk mempertahankan kualitas produknya sehingga tetap memiliki pasarnya sendiri.

Jumlah penduduk yang terus meningkat juga berdampak dalam keberadaan industri tekstil, karena hal tersebut meningkatkan kebutuhan primer penduduk akan sandang. Sandang dengan kualitas baik akan selalu diminati oleh manusia, seperti sandang yang dibuat dari serat alam yang memberikan kenyamanan saat digunakan. Rasa nyaman itu antara lain bahan dari serat alam dapat menyerap keringat dan terasa menyejukkan. Namun serat alam tersebut tidak lagi dapat memenuhi kebutuhan serat secara keseluruhan, sehingga perlu dikembangkan serat buatan agar dapat memenuhi sisa dari kebutuhan serat tersebut.

Salah satu serat sintetis yang ada adalah nylon. Produksi nylon berupa *Nylon Filament Yarn* (NFY) dan *Nylon Staple Fiber* (NSF). Filament nylon banyak digunakan untuk pakaian wanita, *stocking*, kain ban dan bahan anti air. Sedangkan untuk staple nylon digunakan antara lain untuk bahan pembuatan karpet dan bahan

pelapis. Pemakaian nylon di Indonesia mencapai rata-rata 1.490.212 kg per tahun, baik untuk sandang, non-sandang, maupun untuk kebutuhan industri. Pemakaian nylon terus bertambah seiring dengan meningkatnya kebutuhan sandang. Filament nylon paling banyak digunakan untuk kebutuhan sandang karena memiliki kehalusan, kekuatan serta *handling* yang baik.

Teknologi dalam memproduksi filament nylon telah berkembang pesat, antara lain adalah ditemukannya pemintalan leleh sistem *One Step Process* (OSP) yang hemat energi, waktu dan uang. Pemintalan filament nylon dengan sistem OSP adalah proses pemintalan secara berkelanjutan pada satu mesin tanpa memerlukan mesin lain untuk proses penyempurnaan, dengan chip caprolactam sebagai bahan baku dan filament nylon sebagai produk akhir.

Bahan baku yang digunakan untuk memproduksi filament nylon adalah chip caprolactam. Chip tersebut dapat langsung dapat dibeli dari industri penyuplai bahan-bahan kimia, ataupun langsung dari proses polimerisasi sebelum proses pemintalan. Bahan baku yang dipilih adalah bahan baku siap pakai yang dibeli dari BASF Indonesia.

Ditinjau dari nilai ekspor dan impornya yang terus naik di tiap tahun, produk ini memiliki prospek yang cukup baik, hal ini (Tabel 1.1.). Industri filament nylon ini perlu diperluas untuk memenuhi target ekspor dan untuk mengurangi kebutuhan impor, sehingga dapat meningkatkan devisa negara. Selain itu dengan didirikannya pabrik ini diharapkan dapat mengurangi jumlah pengangguran.

Tabel 1.1. Impor benang filament nylon

Tahun	Kuantitas Impor (Kg)
2000	4.702.979
2001	5.024.840
2002	2.702.694
2003	2.507.839
2004	3.010.507

Kapasitas produksi tiap tahun untuk benang filament nylon adalah sebagai berikut :

Tabel 1.2. Kapasitas produksi benang filament nylon

Tahun	Kapasitas Produksi (Kg)
2000	4.274.684
2001	4.625.415
2002	7.418.261
2003	8.212.681
2004	6.647.307

Sumber : Badan Pusat Statistik Yogyakarta

Apabila perkembangannya diasumsikan dengan metode trend linier, dengan syarat kondisi pasar stabil, maka kapasitas produksi filament nylon dapat diprediksikan sebagai berikut :

Tabel 1.3. Penghitungan rumus mencari kapasitas produksi benang filament nylon dengan metode trend linier

Tahun (n)	X	Y	X ²	XY
2000	-2	4274684	4	-8549368
2001	-1	4625415	1	-4625415
2002	0	7418261	0	0
2003	1	8212681	1	8212681
2004	2	6647307	4	13294614
5	0	31178348	10	8332512

$$Y = A + B (X)$$

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

$$= \frac{31178348}{5}$$

$$= 6.235.669,6$$

$$B = \frac{\sum xy}{\sum x^2}$$

$$= \frac{8332512}{10}$$

$$= 833.251,2$$

$$Y = 6.235.669,6 + 833.251,2 X$$

**Tabel 1.4. Hasil perhitungan trend linier
kebutuhan benang filament nylon di indonesia**

Tahun	n	Y
2005	3	8735423,2
2006	4	9568674,4
2007	5	10401925,6
2008	6	11235176,8
2009	7	12068428
2010	8	12901679,2
2011	9	86118069,6
2012	10	95686744

Dari hasil perhitungan diatas, maka ramalan kapasitas produksi benang filament nylon dalam negeri dari 2007 sampai dengan 2012 cenderung meningkat dari tahun ke tahun. Besarnya kapasitas produksi pada benang filament nylon pada tahun 2012 diperkirakan mencapai 95.686.744 kg/tahun.

Sehingga kapasitas rencana produksi dapat ditentukan.

$$\begin{aligned} \text{Selisih nilai produksi tahun 2007 - 2012} &= 95.686.744 - 10.401.925,6 \\ &= 85.284.818,4 \text{ kg/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka kapasitas yang dipakai} &= 1,44 \% \times 85.284.818,4 \text{ kg} = 1.228.101,385 \text{ kg} \\ &\approx 1.230 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Perkiraan tersebut merupakan kapasitas total untuk berbagai jenis dan nomor filament nylon. Filament nylon memiliki banyak variasi produk, antara lain variasi dalam jenis, penomoran, derajat putih, jumlah helai dalam filament, dan lainnya. Variasi tersebut menghasilkan perbedaan dalam penggunaan akhirnya. Sebagai contoh filament nylon 6 dengan nomor besar (sistem penomoran langsung) digunakan sebagai pembuatan jaring ikan, monofilament nylon digunakan sebagai



benang pakan dalam pertenunan, filament nylon 6 yang halus banyak digunakan dalam pakaian wanita (karena sifat fisik dasar filament nylon adalah halus yang mirip dengan sutera dan good handling), dan penggunaan lainnya.

Variasi tersebut juga memberikan pasar yang berbeda untuk tiap produk filament nylon. Produksi filament nylon relatif tidak sebanyak filament sintetis lainnya, karena filament nylon memiliki target penggunaan yang sangat spesifik, hal ini dipengaruhi oleh karakter masing-masing jenis filament nylon. Namun apabila diakumulasikan dari keseluruhan pemakaian filament nylon, maka akan menghasilkan nilai produksi yang cukup besar.

Pemakaian filament nylon terus meningkat di dalam negeri, sehingga harus mengimpor dari beberapa negara agar kebutuhan tersebut dapat terpenuhi. Hal ini ditunjukkan oleh kapasitas impor filament nylon di Indonesia yang cenderung semakin meningkat di tiap tahunnya.

Sektor tekstil sebagai salah satu sektor non-migas telah memberikan kontribusi yang cukup besar untuk perekonomian Indonesia. Ditinjau dari diberlakukannya sistem non-kuota untuk industri tekstil sejak bulan April 2005, industri tekstil tetap dapat bertahan dan menjadi andalan dalam menambah devisa negara, serta membantu dalam mengurangi jumlah pengangguran.

Perekonomian Indonesia pada tahun 2007 diperkirakan akan meningkat sebesar 6,3 %, dengan merealisasikan enam dari delapan syarat yang diajukan oleh Dewan Gubernur Bank Indonesia. Salah satu dari delapan syarat tersebut adalah restrukturisasi mesin-mesin tekstil. Apabila penggunaan mesin-mesin tekstil dapat

lebih dioptimalkan, maka diharapkan dapat membantu meningkatkan perekonomian dalam negeri.

Cara pengoptimalan mesin tersebut adalah dengan memperbarui teknologi pada mesin, melakukan kontrol dan perawatan berkala untuk menjaga efisiensi mesin. Cara-cara ini ditargetkan dapat meningkatkan efisiensi dan mutu produk, sehingga produktivitas pabrik-pabrik tekstil meningkat. Pemintalan sistem OSP adalah salah satu teknologi dalam pemintalan serat sintetis yang dapat digunakan untuk mengoptimalkan produksi filament nylon 6.

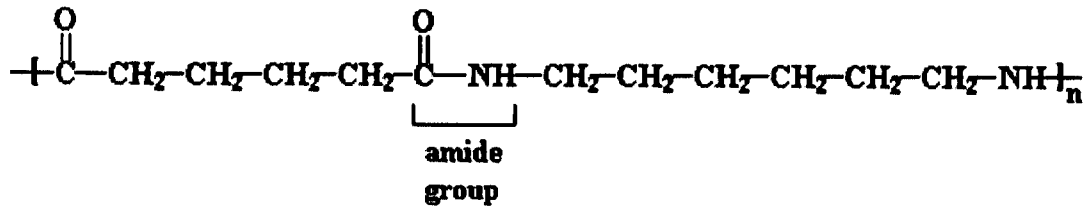
Uraian di atas dijadikan pedoman dalam menentukan latar belakang pengambilan judul : ” **PRA RANCANGAN PABRIK BENANG FILAMENT NYLON 6 DENGAN KAPASITAS 1.230 TON / TAHUN (PRE DESIGN OF NYLON 6 FILAMENT YARN MANUFACTURE WITH 1.230 TON/YEAR CAPACITY)** ”.

1.2. Tinjauan Pustaka

Nylon adalah polimer sintetis yang ditemukan oleh Wallace Carothers di E. I. du Pont de Nemours chemical company (Du Pont) of Wilmington, Delaware, USA pada tanggal 28 Februari 1935, dengan produk pertama berupa bulu sikat gigi, kemudian *stocking* wanita. Saat ini nylon banyak digunakan dalam pembuatan kain-kain sintetis dan material keteknikan.

Nylon termasuk dalam golongan poliamida, karena terdapat ikatan amida di dalam rantai utama Nylon. Ikatan amida ini sangat polar, dan dapat berikatan dengan monomer-monomer amida lain melalui ikatan hidrogen. Rantai utama

nylon yang simetris menyebabkan nylon memiliki kristalinitas yang tinggi (bersifat kristalin), dan menghasilkan serat dengan kekuatan yang baik.

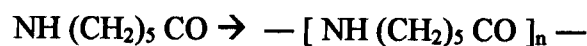


Gambar 1.1. Struktur amida pada nylon

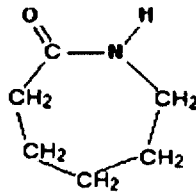
Pada dasarnya terdapat dua macam metode yang biasa digunakan untuk pembuatan nylon, yaitu :

- 1) Mereaksikan molekul yang mengandung gugus asam (-COOH) pada kedua ujungnya, dengan molekul yang mengandung gugus amina (NH₂) pada kedua ujungnya. Sebagai contoh adalah pembuatan Nylon 66, yang terbuat dari Hexamethylenediamine dengan asam adipat.
- 2) Melakukan proses polimerisasi pada senyawa yang mengandung gugus amina pada salah satu ujungnya dan mengandung gugus asam pada ujung lainnya. Sebagai contoh adalah proses polimerisasi pembukaan cincin caprolactam untuk menghasilkan Nylon 6.

Nylon 6 diperoleh dari reaksi polimerisasi pembukaan cincin caprolactam, dengan unit pengulang berupa [C₆H₁₁ON]_n.



Reaksi Polimerisasi pembukaan cincin caprolactam



Gambar 1.2. Struktur kimia dari caprolactam



Gambar 1.3. Reaksi pembukaan cincin caprolactam

Selama proses polimerisasi caprolactam, ikatan peptida pada tiap caprolactam akan terbuka, aktif grup pada tiap akhir ikatan akan membentuk dua ikatan baru sebagai monomer, dan menjadi rantai utama polimer (*polymer backbone*).

Serat nylon dibagi menjadi dua macam, yaitu Nylon *staple* (serat nylon yang dipotong dalam ukuran pendek), dan serat Nylon filament (biasanya berupa benang yang kontinyu, yaitu Nylon Filament Yarn).

Serat Nylon juga diklasifikasikan berdasarkan derajat orientasi yang terjadi selama proses pemintalan leleh, yaitu :

- 1) *Low Oriented Yarn* (LOY), benang yang dipintal pada kecepatan antara 500–1.500 m/mnt.
- 2) *Medium Oriented Yarn* (MOY), benang yang dipintal pada kecepatan antara 1.500–2.500 m/mnt.
- 3) *Partially Oriented Yarn* (POY), benang yang dipintal pada kecepatan antara 2.500–4.000 m/mnt.

- 4) *Highly Oriented Yarn* (HOY), benang yang dipintal pada kecepatan antara 4.000–6.000 m/mnt.
- 5) *Fully Oriented Yarn* (FOY), benang yang dipintal pada kecepatan di atas 6.000 m/mnt.

Terdapat tiga sistem pemintalan serat, yaitu pemintalan basah (*Wet Spinning*), pemintalan kering (*Dry Spinning*), dan pemintalan leleh (*Melt Spinning*). Ketiga cara tersebut pada dasarnya sama, yaitu terdiri dari 3 (tiga) tingkat, pelelehan bahan baku, penyemprotan hasil lelehan melalui spinneret untuk membentuk filamen dan pemadatan filamen dengan cara pendinginan.

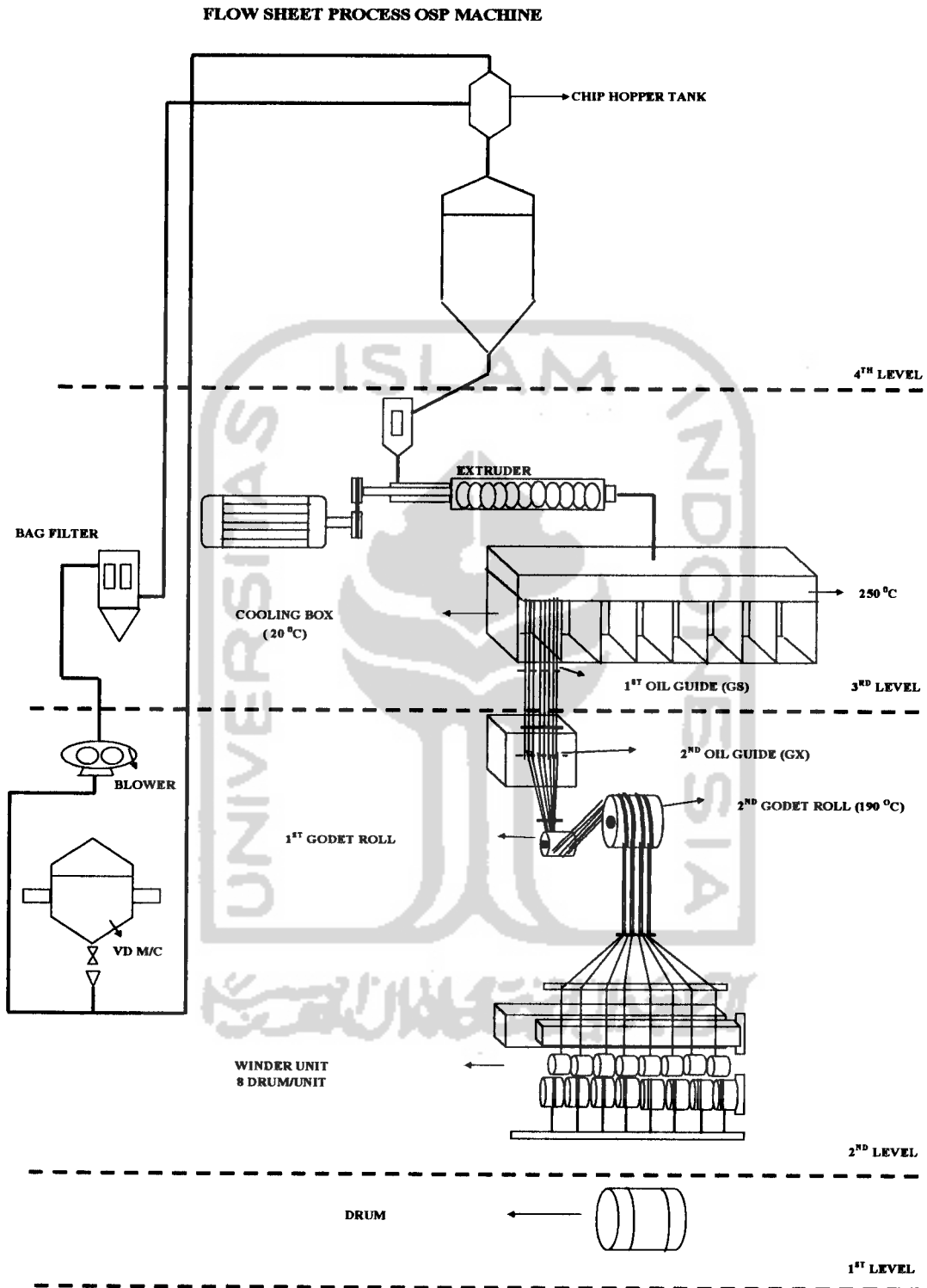
Nylon dipintal menggunakan proses pemintalan leleh, dan pemintalan ini lebih menguntungkan dari sistem pemintalan yang lain (pemintalan basah dan kering), karena sistem pemintalan leleh tidak memerlukan pelarut dan tidak membahayakan (tidak menimbulkan racun).

Prinsip pemintalan nylon adalah melelehkan chip polimer (*melting*), meneruskan lelehan tersebut ke spinneret, mendinginkan filament yang terbentuk (*quenching*), melumasi permukaan filament dengan oli (*oiling*), kemudian menggulung filament pada drum (*winding*). Untuk penyempurnaan kualitas dari filament, dilakukan proses peregangan (*drafting*).

Pada sistem pemintalan One Step Process (OSP), peregangan (*drafting*) dilakukan setelah filament didinginkan. Mekanisme dari proses peregangan adalah dengan melewati filament pada *godet roll* yang pertama dan kedua, di mana kecepatan putaran pada *godet roll* kedua lebih cepat daripada *godet roll* yang pertama. Untuk menstabilkan filament yang telah diregangkan, filament kemudian

dipanaskan pada *godet roll* kedua ($T = 190^{\circ}\text{C}$), sehingga sama dengan proses *heat setting* (Gambar 2.4.).

Prinsip dari pemberian peregangan pada nylon adalah sama dengan pemberian tarikan atau *stretching*. Saat filament diproses peregangan, beberapa bagian dari filament akan menjadi lebih tipis dan akan menyisakan bagian yang relatif lebih tebal. Dengan pemberian penarikan 3–5 kali dari panjang mulanya, seluruh bagian dari filament akan menjadi tipis. Proses penarikan filament nylon berfungsi menaikkan kekuatannya, karena sebelum penarikan rantai–rantai polimer dalam filament masih bersifat amorf (belum tersusun dengan baik), sehingga setelah diproses penarikan rantai–rantai tersebut menjadi tersusun baik dan kristalinitasnya meningkat. Kenaikan derajat kristalinitas pada filament akan meningkatkan kekuatan dan ketidakrataan filament.



Gambar 2.4. Flow process OSP machine

Pemintalan leleh dapat menggunakan spinneret dengan berbagai macam bentuk *cross-section*, seperti lingkaran, trilobal, pentagonal, octagonal dan lainnya. Serat atau filament dengan *cross-section* trilobal biasanya memiliki kilau dan kecerahan lebih tinggi dibandingkan dengan yang berbentuk lingkaran. Bentuk *cross-section* spinneret juga berpengaruh pada sifat nylon, jika berupa lingkaran akan mengarah pada kekuatan, sedangkan sifat multilobal akan cenderung pada sifat *bulkiness*.

Pada proses pemintalan nylon, biasanya menggunakan oli sebagai pelumas untuk menurunkan daya gesek filament yang timbul sepanjang proses pemintalan akibat melewati beberapa pengantar dan *traverse*.

Pemberian oli pada filament dilakukan sebanyak dua kali, yaitu setelah pendinginan dan sebelum proses peregangan. Untuk menstabilkan filament yang telah diproses peregangan, filament dipanaskan di *godet roll* kedua (proses *heat setting*). Selesai proses *stretching* dan *oiling*, filament kemudian digulung pada *paper tube*.

Produk yang saya rancang adalah benang filament nylon 6 dengan bahan baku berupa chip (hasil polimerisasi) caprolactam tipe *bright* dan diproses dengan mesin pemintalan leleh sistem *One Step Process* (OSP). Pada industri tekstil, benang filament nylon umumnya digunakan sebagai benang lusi, benang pakan, dan benang rajut, dengan mempertimbangkan karakteristik tiga aspek produk, yaitu produk inti, produk aktual, dan produk formal.

1. Produk inti

Produk inti merupakan manfaat inti yang ditampilkan oleh suatu produk dalam memenuhi kebutuhan serta keinginan konsumen. Sehingga produk inti bukan

hanya seperangkat atribut kimia dan fisika, tetapi lebih ditekankan pada manfaat produk yang dimilikinya. Produk benang ini buat mempunyai beberapa karakteristik, antara lain adalah keliatan, mulur, tingkat ketidakrataan dan *handling*.

2). Produk Aktual

Produk aktual adalah produk yang merupakan penampilan atau perwujudan dari produk inti maupun perluasan produknya. Seperti benang filament nylon dalam pra-rancangan pabrik ini memiliki standar keliatan (*tenacity*) $\geq 4,0$ g/Denier, mulur (*elongation*) $47,0 \pm 20$ %, dan tingkat ketidakrataan $\leq 0,7$ %.

Benang filament nylon (NFY) banyak digunakan dalam pembuatan stocking, pakaian dalam wanita, jaring ikan serta untuk kain ban. Kekuatan dan elastisitas filament nylon 6 yang lebih baik jika dibandingkan dengan poliester dan rayon. Kain yang dibuat dari benang filament nylon 6 dengan penampang lintang trilobal (Antron) memiliki sifat dan pegangan seperti sutera, yang tidak dapat dimiliki oleh serat sintetis yang lainnya.

3). Produk Formal

Produk formal adalah produk yang diperluas, mencakup berbagai manfaat tambahan yang dapat dinikmati oleh konsumen dari produk inti yang dibelinya. Perkembangan selanjutnya adalah merupakan usaha bagaimana caranya untuk memperbesar produksi dengan biaya sekecil-kecilnya.

Dengan memperbaiki konstruksi, menambah peralatan dan mempertinggi kecepatan, maka produksi dapat ditingkatkan. Dalam perancangan ini, pemintalan filament dengan sistem OSP menghasilkan delapan gulungan *paper*

hanya seperangkat atribut kimia dan fisika, tetapi lebih ditekankan pada manfaat produk yang dimilikinya. Produk benang ini mempunyai beberapa karakteristik, antara lain adalah keliatan, mulur, tingkat ketidakrataan dan *handling*.

2). Produk Aktual

Produk aktual adalah produk yang merupakan penampilan atau perwujudan dari produk inti maupun perluasan produknya. Seperti benang filament nylon dalam pra-rancangan pabrik ini memiliki standar keliatan (*tenacity*) $\geq 4,0$ g/Denier, mulur (*elongation*) $47,0 \pm 20$ %, dan tingkat ketidakrataan $\leq 0,7$ %.

Benang filament nylon (NFY) banyak digunakan dalam pembuatan stocking, pakaian dalam wanita, jaring ikan serta untuk kain ban. Kekuatan dan elastisitas filament nylon 6 yang lebih baik jika dibandingkan dengan poliester dan rayon. Kain yang dibuat dari benang filament nylon 6 dengan penampang lintang trilobal (Antron) memiliki sifat dan pegangan seperti sutera, yang tidak dapat dimiliki oleh serat sintetis yang lainnya.

3). Produk Formal

Produk formal adalah produk yang diperluas, mencakup berbagai manfaat tambahan yang dapat dinikmati oleh konsumen dari produk inti yang dibelinya. Perkembangan selanjutnya adalah merupakan usaha bagaimana caranya untuk memperbesar produksi dengan biaya sekecil-kecilnya.

Dengan memperbaiki konstruksi, menambah peralatan dan mempertinggi kecepatan, maka produksi dapat ditingkatkan. Dalam perancangan ini, pemintalan filament dengan sistem OSP menghasilkan 16 gulungan *paper tube* dalam sekali *doffing*, sehingga kecepatan produksi menjadi relatif lebih cepat.

Mesin-mesin yang diperlukan dalam proses pemintalan OSP ini adalah mesin *vacuum dryer*, *extruder*, mesin pintal dan mesin penggulung benang. Sedangkan mesin tambahan untuk membantu proses antara lain adalah mesin pendingin (untuk menjaga % RH ruang pemintalan) dan *heater*.

Selain dari faktor pemakaian teknologi, kualitas filament nylon harus senantiasa dikontrol dengan menjalankan *setting* proses pemintalan yang tepat. Kualitas utama dari benang filament nylon adalah *tenacity*, kehalusan dan *elongation* yang tinggi. Kualitas-kualitas tersebut harus sesuai standar kualitas yang telah diakui (seperti standar SNI), agar dapat memenuhi keinginan pelanggan dan tentu saja memiliki daya saing tinggi terhadap di antara produk sesamanya.

Pabrik ini direncanakan akan didirikan di daerah industri Tangerang. Dipilihnya Tangerang sebagai lokasi pendirian pabrik adalah karena beberapa faktor, di antaranya adalah :

- 1) Dekat dengan perusahaan-perusahaan hilir yang menggunakan benang filament nylon sebagai bahan bakunya, baik di daerah Tangerang sendiri hingga Bandung.
- 2) Dekat dengan lokasi pabrik penyuplai bahan baku, antara lain PT. Indonesia Toray Synthetics Tangerang dan PT. BASF Indonesia sebagai penyuplai chip, PT. Bahana Karsa sebagai penyuplai oli pelumas dan PT. Sonoco Indonesia Bogor sebagai penyuplai *paper tube*.
- 3) Dekat dengan jalan bebas hambatan, bandara Soekarno-Hatta dan pelabuhan Tanjung Priok, sehingga mudah dalam penyaluran dan pendistribusian bahan baku serta produk.

- 4) Harga tanah yang masih relatif murah dan masih banyak lahan kosong disekitarnya yang nantinya dapat digunakan untuk ekspansi pabrik.
- 5) UMR yang masih relatif murah dibandingkan dengan daerah-daerah lain, karena biaya hidup cukup rendah.
- 6) Tersedianya Sumber Daya Manusia yang ahli di bidang tekstil.
- 7) Dekat dengan Sungai Cisadane, sehingga mudah dalam mendapatkan air.
- 8) Peraturan atau kebijaksanaan Pemerintah daerah sangat mendukung iklim investasi.



BAB II

PERANCANGAN PRODUK

Spinning merupakan istilah umum dalam proses pemintalan benang, baik yang dibuat dari serat alam, semi sintetik dan sintetik. Proses pemintalan pada pra rancangan ini adalah proses pemintalan benang filament nylon 6, dengan pemintalan leleh (*melt spinning*) sistem *One Step Process* (OSP).

Perancangan produk ditargetkan untuk memproduksi benang filament nylon 6 dengan bahan baku berupa chip. Perhitungan produksi ditentukan untuk nomor benang 40 Denier. Dasar perhitungan ini dimaksudkan untuk menghitung kebutuhan bahan baku, kebutuhan mesin, produk yang dihasilkan dan faktor penunjang lainnya.

2.1. Spesifikasi Produk

Benang filament nylon yang diproduksi bernomor 40-13-21Y4, maksud penomoran tersebut adalah :

- 40 : menunjukkan denier benang
- 13 : menunjukkan jumlah helai filament dalam benang
- 2 : menunjukkan jenis oli pelumas yang digunakan, yaitu oli dengan konsentrasi 13 %
- 1 : menunjukkan tipe warna filament, yaitu *bright*
- Y : menunjukkan penampang lintang filament yang berbentuk trilobal

- 4 : menunjukkan bahwa benang ini diproses dengan sistem OSP

Benang filament nylon yang dihasilkan diharapkan dapat memenuhi standar kualitas SNI, namun diutamakan dapat memenuhi standar kepuasan pelanggan.

Spesifikasi filament nylon yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1. Spesifikasi produk filament nylon 6 menurut SNI 08-0558-2006

Kualitas	Spesifikasi	Satuan	Toleransi
Nomor benang	40	Denier	± 4%
Tingkat ketidakrataan	≤ 0,7	%	+ 10%
Keliatan (<i>Tenacity</i>)	≥ 4,0	Gram/Denier	- 5%
Mulur (<i>Elongation</i>)	47,0	%	± 20%
<i>Oil Pick Up</i> (OPU)	0,5-1	%	-
Titik leleh	220	°C	-
Berat jenis	1,12	Gram/ml	-
<i>Cross-section</i>	Trilobal (Y)	-	-
Jumlah filament	13	Helai	-

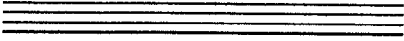
Nomor benang

Nomor benang filament nylon yang dirancang adalah 40 Denier, dengan target pemakaian untuk bahan baku pembuatan kain rajut untuk sandang yang sangat halus.

Tingkat Ketidakrataan

Standar tingkat ketidakrataan untuk filament nylon 6 berdasarkan SNI 08-0558-2006 adalah $\leq 0,7\%$. Kualitas ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu :

- Kondisi spinneret yang digunakan saat proses pemintalan. Apabila masih terdapat sisa-sisa atau kerak polimer yang mendingin pada lubang spinneret, akan merubah bentuk lubang spinneret, sehingga filament yang terbentuk tidak sempurna penampang lintangnya, yang selanjutnya berpengaruh pada ketidakrataan filament.
- *Setting* pada alat pengatur kecepatan udara pendingin, karena alat ini berfungsi mendinginkan filament yang keluar dari spinneret. Apabila kecepatan *chimney* terlalu rendah atau terlalu tinggi maka proses pengeringan kandungan air dalam filament tidak terkontrol dengan baik. Posisi proses pendinginan tegak lurus terhadap jalannya filament, sehingga dimungkinkan posisi filament bergeser apabila kecepatan pendingin terlalu tinggi yang selanjutnya berakibat filament memadat dalam kondisi tidak lurus. Faktor ini berpengaruh pada nilai ketidakrataan filament karena proses peregangan yang tidak homogen ketika proses pemberian regangan dilakukan.
- Proses penarikan (*drawing*) yang diberikan pada filament. Proses ini berfungsi meningkatkan derajat kristalinitas filament, yaitu dengan menarik filament sehingga sifat amorfnya berkurang dan menjadi lebih kristalin. Sifat polimer yang kristalin akan meningkatkan ketidakrataan dan keliatan filament.



nylon polymer molecules aligned
in a crystal after cold drawing

Gambar 2.1. Bentuk polimer dalam filament nylon setelah diproses drawing

Keliatan (Tenacity)

Tenacity adalah kekuatan tarik benang. Standar kualitas untuk keliatan filament nylon menurut SNI adalah $\geq 4,0$ gram/Denier. Sifat ini dipengaruhi oleh proses penarikan pada filament saat proses *drawing*, karena sifat polimer yang menjadi kristalin setelah proses drawing dapat meningkatkan *tenacity* filament.

Mulur (Elongation)

Mulur adalah sifat kecenderungan material untuk berdeformasi akibat diberikan gaya. Berdasarkan SNI 08-0558-2006, standar *elongation* untuk filament nylon adalah $47,0 \pm 20$ %. Pada filament nylon, sifat ini dipengaruhi laju polimer sebelum memasuki spinneret, apabila laju polimer terlalu tinggi maka homogenitas polimer kurang sempurna sehingga filament yang terbentuk tidak menunjukkan tingkat viskositas polimer yang ditargetkan dan selanjutnya berpengaruh pada tingkat elastisitas filament.

Oil Pick Up (OPU)

Oil pick up menunjukkan kandungan minyak dalam benang yang diberikan saat proses pemintalan, gunanya untuk melumasi benang untuk mengurangi terjadinya listrik statis dan friksi akibat gesekan antara benang dengan rol-rol pengantar (*guide*)

selama proses pemintalan. Selain itu, pemberian oli juga berfungsi melancarkan jalannya benang pada proses selanjutnya (seperti *weaving* atau *knitting*). Standar OPU untuk benang filament nylon adalah 0,5-1 %.

Titik leleh

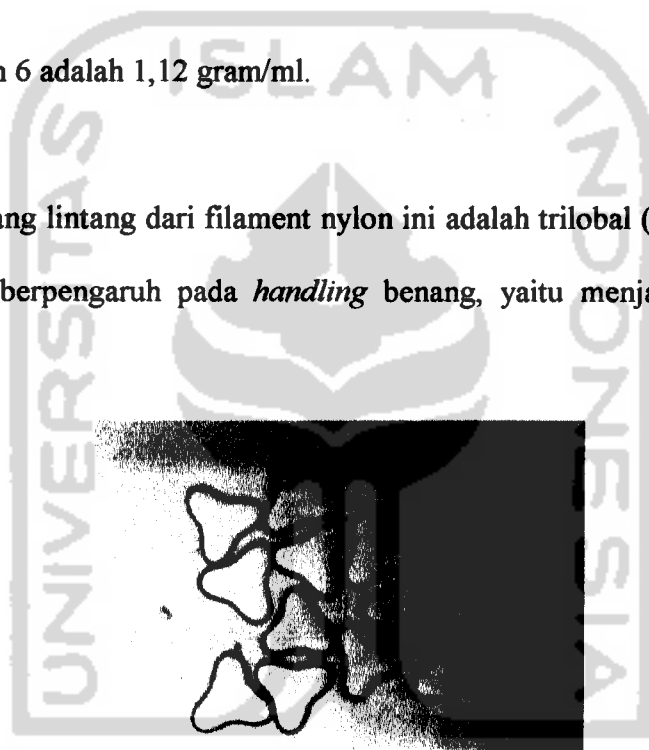
Titik leleh nylon 6 adalah 220 °C.

Berat jenis

Berat jenis nylon 6 adalah 1,12 gram/ml.

Cross-section

Bentuk penampang lintang dari filament nylon ini adalah trilobal (Y), dimana bentuk penampang ini berpengaruh pada *handling* benang, yaitu menjadi seperti benang sutera (*silklike*).



Gambar 2.2. Bentuk penampang lintang benang filament nylon 40-13-21Y4

Jumlah helai filament

Jumlah helai filament nylon dalam prarancangan benang ini adalah 13 helai. Nomor untuk tiap helai filament adalah 3,077 Denier.

2.2. Spesifikasi Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam pemintalan filament nylon adalah chip butiran padat hasil polimerisasi caprolactam yang ditambah dengan Titanium dioksida (TiO_2) untuk meningkatkan derajat putih polimernya.. Chip ini disuplai dari PT. Indonesia Toray Syntetics dan PT. BASF Indonesia.

Spesifikasi bahan baku :

Tabel 2.2. Spesifikasi chip bahan baku

Kualitas		Spesifikasi	Satuan
Tipe		<i>Bright</i>	-
<i>Moisture Content</i>		0,03	%
Derajat polimerisasi		15000-20000	-
Titik Leleh		230-233	°C
Kandungan TiO_2		0,300	%
Viskositas		2,550-2,6000	Pa.detik
Color	L*	80,0~90,0	-
	a*	-3,0~0,0	-
	b*	1,0~4,0	-
Diameter		1,60-2,20	mm
Panjang		1,90-2,30	mm

prarancangan ini, oli pelumas benang disuplai oleh PT. Bahana Karsa Jakarta.

2) *Paper tube*.

Paper tube digunakan sebagai tempat untuk menggulung filament. *Paper tube* diperoleh dari PT. Sonoco Indonesia, dengan dimensi sebagai berikut :

- Tinggi : 150 mm
- Diameter dalam : 110 mm
- Diameter luar : 122 mm



Gambar 2.4. Paper tube

3) *Filter sand*

Pasir ini digunakan untuk menyaring *impurities* dari polimer, dan diletakkan dalam rangkaian *pack* bersamaan dengan spinneret. Spesifikasi pasir penyaring yang dipakai adalah ukuran filter mesh 46, yang menunjukkan ukuran pasir yang cukup kasar, semakin kecil nomor benang (sistem penomoran langsung), maka pasir penyaring yang digunakan menjadi semakin kasar, begitu juga sebaliknya.

2.3. Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas merupakan aktifitas keteknikan dan manajemen, dimana aktifitas tersebut diukur berdasarkan ciri-ciri kualitas produk, lalu dibandingkan dengan spesifikasi standar, dan dilakukan perbaikan jika terdapat perbedaan di antara keduanya.

Pengendalian proses ditargetkan untuk memproduksi benang filament nylon 6 dengan bahan baku chip tipe T-100 dengan perhitungan produksi pada nomor benang 40 Denier. Dasar perhitungan ini untuk menghitung kebutuhan bahan baku, kebutuhan mesin, produk yang dihasilkan dan faktor penunjang lainnya.

Kualitas merupakan faktor penting untuk memelihara hubungan dengan konsumen, baik konsumen pada tingkat *end-user* maupun distributor. Oleh karena itu, kualitas pada pra rancangan pabrik pemitalan benang filament nylon dikontrol mulai dari bahan baku, proses hingga produk akhir.

Pengendalian kualitas dalam pabrik, dilakukan dalam beberapa aspek, yang dikenal sebagai 5 M, yaitu :

- 1) *Material* (Bahan baku)
- 2) *Machine* (Mesin)
- 3) *Man* (SDM)
- 4) *Management*
- 5) *Method* (petunjuk)

Kelima aspek tersebut saling terkait satu sama lain, sehingga harus selalu diselaraskan, karena jika terjadi kekurangan pada salah satu aspek akan berpengaruh pada kualitas produk akhirnya, baik secara langsung maupun tidak langsung.



Gambar 2.5. Struktur spinneret filter

Keterangan :

1. *Pack holder*
2. *Spinneret*
3. *Alumunium gasket*
4. *ss 325 x 325 mesh screen*
5. *Gasket*
6. *Threded pack*
7. *Fine sand*
8. *Coarser sand*
9. *Coarser sand*
10. *Coarsest sand*
11. *ss 16 x 16 mesh screen*
12. *Alumunium gasket*
13. *Pack assembly nut*

2.3.1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Kualitas produk akhir salah satunya dipengaruhi oleh kualitas bahan baku. Oleh karena itu, perlu dilakukan serangkaian pengujian atau analisis terhadap bahan baku yang akan digunakan pada proses. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kesesuaian kualitas bahan baku dengan standar yang ada.

Pada proses pemintalan benang filament nylon, bahan baku utama yang digunakan adalah chip, sedangkan bahan baku pembantunya antara lain adalah oli pelumas, *filter sand* dan *paper tube*.

2.3.1.1. Analisis Chip

Chip yang digunakan harus sesuai dengan standar, sehingga harus diuji viskositas, besar kandungan Titanium dioksida dan *moisture content*.

1) Uji viskositas

Uji ini menggunakan alat Automatic Viscometer. Tujuannya untuk mengukur viskositas pada sampel chip untuk dibandingkan dengan spesifikasi standar, yang bertujuan agar filament tidak mudah putus dan cukup elastis pada saat penggunaannya di proses selanjutnya

2) Uji kandungan Titanium dioksida

Dilakukan dengan melelehkan chip lalu diuji dengan alat spektrofotometer, dan akan menghasilkan nilai L^* , a^* dan b^* .

Tinggi rendahnya TiO_2 akan berpengaruh pada warna Chip. Jika

TiO_2 tinggi maka nilai b^* turun dan sebaliknya, jika TiO_2 tinggi

maka nilai L^* naik dan sebaliknya. Besarnya kandungan TiO_2 berpengaruh pada derajat putih chip, chip akan semakin tinggi derajat putihnya jika kadar TiO_2 -nya tinggi, dan sebaliknya.

3) Uji *Moisture Content*

Tujuan analisis *moisture content* untuk mengetahui banyaknya kandungan air yang terdapat di dalam sample. Apabila kandungan air di dalam chip terlalu tinggi, akan menyebabkan filament menjadi mudah putus saat dipintal, sehingga kandungan air dalam chip harus dihilangkan semaksimal mungkin.

2.3.1.2. Analisis Oli Pelumas

Tujuan analisis oli dilakukan untuk mengetahui warna penampakan, kandungan air, kekentalan oli, kehilangan material *volatile*, stabilitas emulsi oli, konsentrasi oli, *specific gravity* oli, *refractive index* terhadap oli, pertumbuhan bakteri di dalam emulsi oli serta untuk mengetahui OPU (*Oil Pick Up*). Hasil analisis ini dihubungkan dengan kualitas dan pengaruhnya terhadap proses. Analisis oli meliputi beberapa bagian analisis, antara lain sebagai berikut :

1) Uji Kenampakan

Tujuan analisis ini untuk mengetahui warna penampakan yang dilakukan secara visual dari *spin finish oil* atau *conning oil*. Dengan ketentuan warna sebagai berikut :

- *Clear* : bening, jernih serta transparan

- *Yellowish* : kekuning-kuningan
- *Brownish* : kecoklat-coklatan

2) Uji *Moisture Content*

Tujuan analisis ini untuk mengetahui banyaknya kandungan air yang terdapat di dalam oil. Dengan menggunakan zat kimia Karl Fisher Anolit/katolit, *Silica Gel* dan *Molecula Sieve*.

Cara pengujian adalah dengan memasukkan sampel oli ke dalam alat uji, lalu kandungan air di dalam oli akan diuapkan dan dihitung oleh alat uji. Besarnya kandungan air akan muncul saat seluruh kandungan air telah menguap.

3) Uji Viskositas Oli

Tujuan analisis ini untuk mengetahui kekentalan oli sebagai friksi gaya yang ada pada oli. Gaya friksi ini berpengaruh saat terjadi gesekan pada tepi lapisan oli dengan tepi lapisan lain. Secara matematika viskositas dapat didefinisikan dengan persamaan sebagai

berikut :
$$\eta = \frac{F}{S}$$

Dimana :

η = *Viscosity of Oil*

F = *Shear Stress*

S = *Shear Rate*

4) Uji *Loss on Heating at 130 °C for Volatile Matter*

Tujuan analisis ini untuk mengetahui berat *conning oil* atau *spin finish oil* yang hilang karena pemanasan pada temperatur 130 °C selama 2

jam. Dapat dihitung persentase berat yang hilang dengan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ BH} = \frac{A - B}{C} \times 100 \%$$

Dimana :

%BH = Persentase berat yang hilang karena pemanasan

A = Berat beker berisi sample sebelum dipanaskan (gram)

B = Berat beker berisi sample setelah dipanaskan (gram)

C = Berat sampel (gram)

5) Uji Stabilitas Emulsi Oli

Tujuan analisis ini untuk mengetahui pengendapan oli di dalam emulsi oli 10 % selama 24 jam. Zat kimia yang digunakan berupa air destilasi.

6) Uji Konsentrasi Emulsi Oli

Tujuan analisis ini untuk mengetahui konsentrasi sebenarnya dari larutan oli yang dibuat dengan cara mencampur *spin finish oil* dalam air sesuai dengan konsentrasi yang dibutuhkan, dalam hal ini konsentrasi oli yang diperlukan adalah 13 %. Zat kimia yang digunakan berupa air destilasi.

7) Uji *Oil Specific Gravity*

Tujuan analisis ini untuk mengetahui rasio antara densitas oli dengan densitas air pada temperature acuan yang sama. Sehingga dengan demikian dapat diperkirakan konsentrasi dan kemurnian oli tersebut.

8) Uji *Refractive Index* Terhadap Oli

Tujuan analisis ini untuk mengetahui kemurnian oli dari indeks bias oli itu sendiri.

9) Uji Pertumbuhan Bakteri di Dalam Emulsi Oli

Tujuan analisis ini untuk mengetahui pertumbuhan bakteri di dalam emulsi oli. Sebab pertumbuhan bakteri dapat mengakibatkan gumpalan pada emulsi oli sehingga dapat mengakibatkan filament putus pada saat proses.

10) Uji *Oil Pick Up* (OPU)

Tujuan analisis ini untuk mengetahui persentase kandungan oil sebagai pelumas benang. Benang harus dilumasi untuk menghindari adanya listrik statis, juga untuk mengikat filament benang selama proses. Zat kimia yang digunakan: CCl₄, n-Hexane dan Silica Gel.

Analisis OPU terbagi menjadi dua, yaitu :

- Dengan Cara Manual

$$\% \text{ OPU} = \frac{B - A}{C} \times 100 \%$$

Dimana :

%OPU = Persentase kandungan OPU

A = Berat beker kosong (gram)

B = Berat beker yang berisi residu (gram)

C = Berat Sampel (gram)

- Dengan Menggunakan DFA (Duratech Finish Analyzer)

$$C = r \times A^2 \times qA + p$$

2.3.1.3. Analisis *Paper Tube*

Paper tube digunakan sebagai tempat penggulung benang hasil proses pemintalan. Tujuan analisis ini untuk mengetahui diameter (dalam dan luar), panjang, gaya tekan dan berat *paper tube*. Sehingga dapat dipastikan bahwa *paper tube* tersebut memenuhi standart pengoperasian dan menghasilkan gulungan dengan berat dan bentuk sesuai standar. Analisis *paper tube* antara lain :

1) Uji Diameter

Tujuan analisis ini untuk mengetahui diameter dalam dan luar *paper tube*.

2) Uji Panjang

Tujuan analisis ini untuk mengetahui panjang *paper tube*.

3) Uji Gaya Tekan

Tujuan analisis ini untuk mengetahui kekuatan *paper tube* terhadap gaya tekan (*Compressive Strength*). *Compressive strength* merupakan gaya tekan yang sengaja diberikan untuk menguji kekuatan *paper tube*.

4) Uji Berat

Tujuan analisis ini untuk mengetahui berat *paper tube*, hubungannya dengan untuk mengetahui berat bersih benang.

2.3.1.4. Analisis Box

Tujuan analisis *box* (kotak kemasan) untuk mengetahui ukuran, berat *box*, *bursting strength* (kekuatan meledak) untuk *corrugated box* (struktur kotak), lapisan dari *corrugated box* serta gaya tekan dan kerusakan cetakan pada *box*, sehingga kelayakan *box* untuk pengemas produk dapat diketahui.

Dalam hal ini pembagian analisis *box* meliputi :

1) Uji Ukuran *Box*

Tujuan analisis ini untuk mengetahui ukuran *box* yang (meliputi panjang, lebar dan tinggi dari *box*), sehingga dapat diketahui kapasitas dan jumlah gulungan benang yang dapat dimuat.

2) Uji Berat *Box*

Tujuan analisis ini untuk mengetahui berat *box*, karena diperlukan untuk menghitung berat bersih dari gulungan benang di tiap *box*, dan hubungannya terhadap pengepakan dan penumpukan *box*.

3) Uji *Bursting Strength*

Tujuan analisis ini untuk mengetahui kekuatan lapisan *box* hingga ke bagian dalamnya, karena pengaruhnya pada pengemasan gulungan benang, penyimpanan dan pengiriman benang.

4) Uji *Ply Corrugated Box* (Struktur Lapisan Kotak)

Tujuan analisis ini untuk mengetahui jumlah lapisan (*ply*) dari struktur kotak (*corrugated box*). Jumlah lapisan dari *box* berpengaruh secara langsung terhadap kekuatan *box*.

5) Uji *Compressive Strength*

Tujuan analisis ini untuk mengetahui besar gaya tekan yang dapat ditahan oleh *box*, hubungannya dengan kemampuan *box* dalam menahan beban saat pengangkutan dan penyimpanan produk akhir.

6) Uji Kerusakan *Printing*

Tujuan analisis ini untuk mengetahui adanya kerusakan cetakan pada *corrugated box*. Kualitas cetakan sangatlah penting karena cetakan tersebut menunjukkan spesifikasi dari benang.

2.3.2. Pengendalian Proses

Pengendalian proses merupakan langkah yang diambil agar proses yang dijalankan sesuai dengan *Standart Operation Condition (SOC)*. Proses di industri diinginkan bekerja secara optimum, sehingga perlu beberapa syarat seperti :

- Keamanan terjamin
- Spesifikasi produk terjamin
- Lingkungan terpelihara
- Kebutuhan operasi terpenuhi
- Ekonomis

Syarat-syarat tersebut dapat dicapai dengan 3 hal, yaitu :

- Menekan pengaruh gangguan dari luar.
- Memastikan stabilitas proses.
- Mengoptimalkan performa mesin.

Proses dikendalikan dengan membaca nilai yang ada pada parameter, lalu membandingkannya dengan SOC, apabila terdapat ketidaksesuaian di antara

keduanya, maka dilakukan koreksi pada kesalahan tersebut dengan mengatur kembali *setting* pada parameter.

Pada prarancangan pabrik pemintalan benang filament nylon ini, pengendalian proses yang dilakukan sebagai berikut :

1) Kontrol pada parameter.

- *Extruder* : Cek temperatur dari zona 1 hingga 5
- *Monomer* : Cek kecepatan udara
- *Spin pump* : Cek *melt pressure*, *melt temperature* dan *pack pressure*
- *Pack* : Cek kondisi spinneret dan filter *sand*
- *Heater* : Cek temperatur
- *Quenching* : Cek kecepatan udara dan kondisi kasa filter
- *Drawing* : Cek kecepatan *godet roll* dan temperatur *godet roll* kedua (sebagai fungsi proses *heat setting*)
- *Winding* : Cek kecepatan penggulangan, RPM rol penggulang dan tegangan benang saat penggulangan.

2) Kontrol pada jalur benang (*yarn path*)

Jalannya benang filament pada proses pemintalan ini harus selalu dikontrol. Jalannya benang adalah sebagai berikut :

1st Oli sprayer → *pig tail* → *2nd oli sprayer* → *traverse guide* → *1st godet roll* → *2nd godet roll* → *pig tail* → *winder guide* → *traverse guide* → *bobbin chuck*

Dengan melakukan serangkaian kontrol pada proses, tetap tidak dapat menghilangkan kemungkinan terjadinya kesalahan, baik berupa kualitas benang yang abnormal maupun kesalahan pada proses. Tindakan perbaikan mutlak dilakukan agar kesalahan tersebut dapat diperbaiki.

Tabel 2.3. Problem dan tindakan pada proses pemintalan

NO	ABNORMALITAS	MASALAH	TINDAKAN
1.	Denier	<i>Spin Pump</i> bocor	Ganti <i>spin pump</i>
		Salah setting <i>spin pump</i> rpm	Cek setting <i>spin pump</i> rpm
		Salah tipe <i>spin pump</i> atau <i>pack</i>	Cek tipe <i>spin pump</i> atau <i>pack</i>
		<i>Pack</i> bocor	Ganti <i>pack</i>
		<i>Flying filament</i>	<i>Wiping</i>
		<i>Small filament</i>	Cek spinneret
		<i>Stray filament</i>	Kontrol <i>flying filament</i>
2.	Elongation & Tenacity	Kasa filter kotor	Ganti/membersihkan kasa filter
		<i>Cooling Air flow</i> tinggi atau rendah	<i>Adjust dumper</i>
		Usia kasa filter	Ganti kasa filter
		Kondisi <i>Pack</i>	Cek kondisi <i>pack</i>
		Usia <i>Pack</i>	Ganti <i>pack</i>
		<i>Yarn path</i>	<i>Adjust</i> atau ganti <i>pig tail guide</i>
3.	Tingkat Ketidakrataan	Kasa filter kotor	Ganti/membersihkan kasa filter
		Usia kasa filter	Ganti kasa filter

		<i>Air flow</i> fluktuatif	Ganti/membersihkan kasa filter
		Turbulensi filament	<i>Adjust dumper</i>
		<i>Yarn path</i>	Cek semua pengantar
		<i>Chamber</i> bocor	Perbaiki <i>chamber</i>
		<i>Quenching air</i> (T & RH)	Perbaiki dari utilitas
4.	<i>Oil Pick Up</i>	<i>Nozzle</i> tersumbat	Ganti/membersihkan <i>nozzle</i>
		<i>Nozzle</i> bocor	Ganti <i>nozzle</i>
		<i>Flying</i> filament	<i>Wiping</i>
		<i>Stray</i> filament	Kontrol <i>flying</i> filament
		Benang keluar dari <i>nozzle</i>	Kontrol <i>yarn path</i> dan cek <i>nozzle</i>
		Oli pick up low/high	Cek rpm <i>spin finish oli</i>
5.	Penampang Lintang	Spinneret tersumbat	Ganti <i>pack</i>

(Sumber: PT Mutu Gading Tekstil)

2.3.3. Pengendalian Kualitas Produk

Kualitas produk akhir ditentukan oleh banyak faktor, mulai dari seleksi bahan baku, pengendalian proses hingga operator pengawas jalannya proses. Kesalahan pada faktor-faktor tersebut akan menurunkan kualitas produk dan akan berpengaruh pada berkurangnya kepercayaan pelanggan akan produk tersebut. Oleh karena itu, kualitas produk harus dijaga agar tetap sesuai dengan standar produksi.

Pengendalian kualitas produk dilakukan dengan mengambil sampel produk dan diuji kualitasnya.

1) Tingkat ketidakrataan

Pengujian dengan *Uster Tester* ini bertujuan untuk mengetahui ketidakrataan permukaan dari benang (*surface thickness uniformity*), dan untuk mengetahui adanya variasi massa sepanjang benang. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat ketidakrataan benang. Hasil dari pengujian ini adalah nilai dalam bentuk prosentase yang disertai dengan *chart*. Standar kualitas tingkat ketidakrataan benang filament nylon adalah $\leq 0,7\%$, dengan toleransi $+10\%$.

Cara pengujian tingkat ketidakrataan benang adalah dengan melewati benang yang telah dihilangkan puntirannya pada sensor pendeteksi ketidakrataan benang yang terdapat pada alat uji. Sensor tersebut akan mendeteksi persentase ketidakrataan benang pada panjang tertentu.

2) *Tenacity* dan *Elongation*

Pengujian *tenacity* dan *elongation* dilakukan pada satu alat yang sama, yaitu *Yarn Strength Tester*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik dan mulur benang. Standar *tenacity* benang filament nylon adalah $\geq 4,0$ gram/Denier, dengan toleransi -5% , sedangkan untuk *elongation* memiliki standar $47,0\%$, dengan toleransi $\pm 20\%$.

3) Denier

Nomor benang filament nylon 6 diukur dengan membagi antara panjang dengan beratnya. Sebelum ditimbang beratnya, filament harus dikeringkan dahulu untuk menghilangkan kandungan air dan oli di dalamnya, sehingga merupakan berat murni filament tanpa adanya

kandungan air dan oli. Untuk mengetahui denier, maka benang direeling 90x kemudian ditimbang dengan menggunakan *analytical balance* dan dikonversikan dengan berat nyata benang dikalikan 100. Standar untuk denier benang ini adalah 40 Denier, dengan toleransi $\pm 4 \%$

4) *Oil Pick Up (OPU)*

Pengujian OPU dilakukan dengan alat DFA (Duratech Finish Analyzer), yang bertujuan untuk mengetahui persentase kandungan oli sebagai pelumas benang. Benang harus dilumasi untuk menghindari terjadinya listrik statis akibat gesekan selama proses, juga untuk mengikat filament benang selama proses, dan untuk memperlancar jalannya benang di proses *knitting* ataupun *weaving*. Standar OPU untuk benang filament nylon adalah 0,5-1 %.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

Proses produksi merupakan tahapan proses dalam mengolah bahan baku menjadi produk akhir, dengan tujuan meningkatkan nilai dan fungsi bahan baku. Proses produksi mencakup pemilihan dan persiapan baku, persiapan alat, penentuan setting variabel proses dan pelaksanaan proses itu sendiri. Produk akhir dari suatu proses diharapkan sesuai standar, baik standar pabrik maupun standar nasional. Oleh karena itu dilakukan pengendalian kualitas yang dimulai sejak awal hingga akhir proses, tujuannya adalah agar produk tersebut dapat memenuhi keinginan konsumen.

Proses pemintalan merupakan proses pembuatan benang dari serat dengan cara diberi puntiran untuk menyatukan antar serat. Serat tersebut dapat berupa serat pendek (*staple*) atau serat panjang –serat *continuous*– (*filament*), dan dibuat baik dari serat alam (*natural fiber*), serat buatan (*synthetic fiber*) atau serat setengah buatan (*semi-synthetic fiber*).

Pemintalan leleh adalah salah satu proses untuk memproduksi benang. Prinsip dari pemintalan ini adalah melelehkan chip polimer, kemudian dilewatkan pada spinneret dan dipadatkan dengan cara pendinginan melalui udara *cross-current* dari *quenching chimney*, terakhir adalah menggulung benang pada *paper tube*. Prinsip ini digunakan untuk memproduksi serat nylon, olefin, polyester, saran dan sulfur.

Pada pra-rancangan pabrik ini, dipilih pemintalan benang filament nylon 6 (Denier 40-13-21Y4) dengan pemintalan leleh. Nylon merupakan serat buatan golongan poliamida, karena memiliki gugus amida pada rantai utamanya. Polimer nylon dibuat dengan melakukan proses polimerisasi pada senyawa yang mengandung gugus amina pada salah satu ujungnya dan mengandung gugus asam pada ujung lainnya. Sebagai contoh adalah proses polimerisasi pembukaan cincin caprolactam untuk menghasilkan Nylon 6.

Pemintalan filament nylon 6 hadir dengan proses dan teknologi lebih baru, seperti proses pemintalan leleh dengan sistem *One Step Process* (OSP), yaitu proses pemintalan yang langsung menghasilkan filament nylon siap pakai tanpa membutuhkan proses penyempurnaan lain seperti pemberian *twist* dan *draft*. Sistem OSP ini dapat mengurangi penggunaan energi dan waktu dalam proses produksinya.

Prinsip dasar dari proses pemintalan leleh untuk benang filament nylon adalah sebagai berikut :

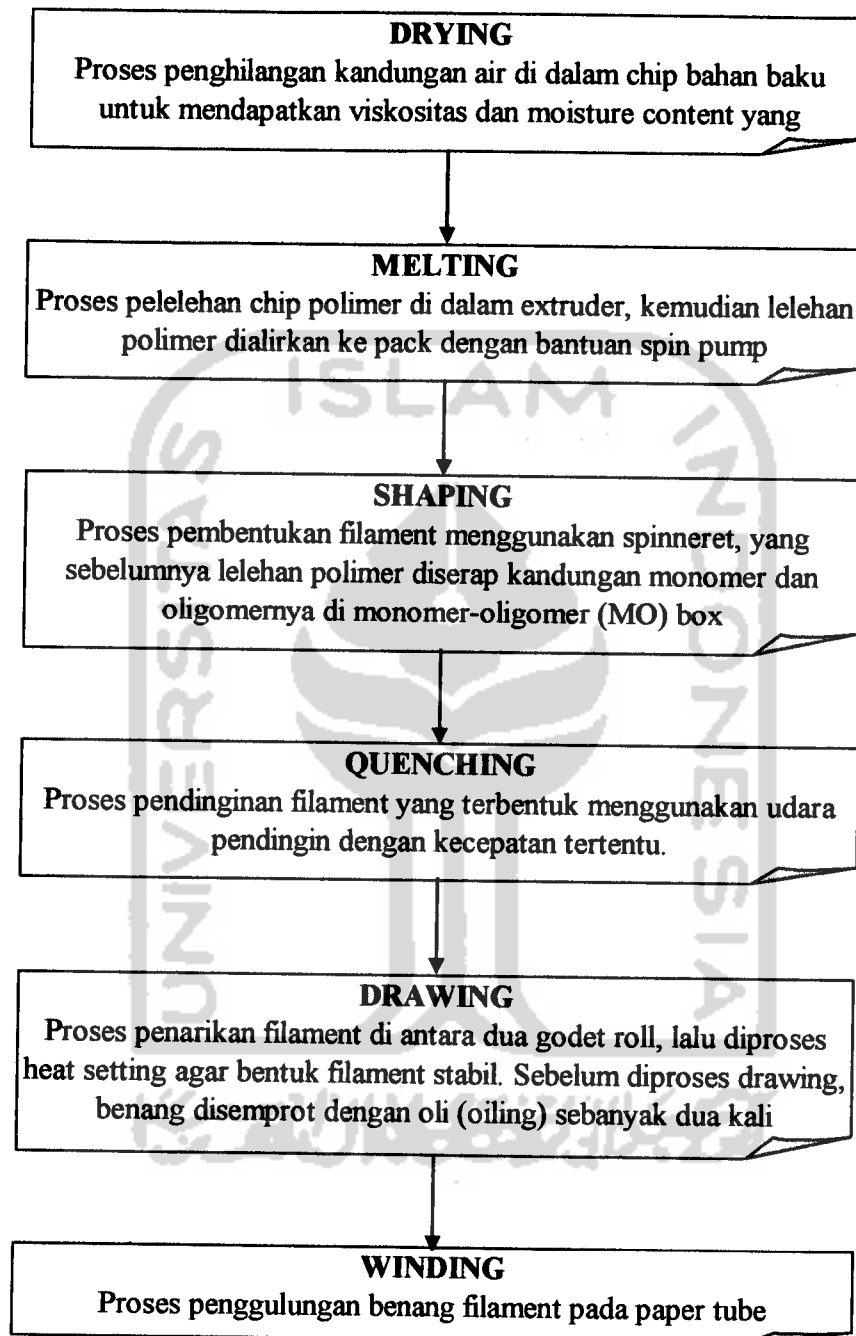
- a) Pengeringan chip (*Drying*) untuk mengurangi kadar air dalam chip dengan mesin *vacuum dryer*.
- b) Melelehkan chip (*melting*) dalam ekstruder.
- c) Pembentukan filament di dalam pack.
- d) Pembentukan orientasi molekul polimer yang keluar dari spinneret dengan udara dingin (*Quenching air*).
- e) Pelumasan (*Oiling*), penarikan (*Drawing*) dan penggulungan (*Winding*).

Kelima tahapan tersebut perlu jaminan bahwa benang yang dihasilkan cukup rata, kuat, elastis dan sifat-sifat fisik atau kimia yang dapat diterima secara komersial dan juga ekonomis.

3.1. Uraian Proses

Pada prarancangan pabrik tekstil ini, chip bahan baku akan dipintal dengan pemintalan leleh sistem *One Step Process* (OSP) untuk mendapatkan benang filament nylon. Urutan proses secara lebih jelas dapat dilihat pada bagan alir berikut ini :





Gambar 3.1. Bagan alir proses pemintalan benang filament nylon



Proses penyeleksian chip bahan baku antara lain uji viskositas, besar kandungan Titanium dioksida dan *moisture content*. Pengujian ini dilakukan agar bahan baku yang akan diproses sesuai standar dan tidak menyebabkan kecacatan pada produk akhir.

Tahap awal proses pemintalan adalah chip dihilangkan kandungan airnya di mesin pengering (*vacuum dryer*) dengan temperatur 120 °C lama waktu \pm 15 jam. Setelah diperoleh *moisture content* dan viskositas yang diinginkan, chip ditransfer ke ekstruder melalui *chute feed*. Chip dilelehkan di dalam ekstruder pada temperatur 220-250 °C, lelehan tersebut kemudian dialirkan ke *gear pump* untuk dipompa agar menyebar ke semua spinneret. Sebelum masuk ke dalam spinneret, lelehan polimer dihilangkan kandungan monomer dan oligomernya oleh alat monomer-oligomer (MO) *box*. Setelah kandungan monomer dan oligomer dihilangkan, lelehan polimer kemudian dilewatkan spinneret untuk dibentuk menjadi filament. Filament yang terbentuk dipadatkan dengan menyemprotkan udara dingin dari *quenching chimney* pada filament dan menyemprotkan oli pelumas untuk mengurangi friksi yang terjadi selama jalannya benang (*yarn path*). Agar kekuatan dan mulur filament naik, filament diproses *drawing* (dengan melewati filament pada dua *godet roll* yang kecepatannya berbeda), filament lalu distabilkan dengan proses *heat setting* (dipanaskan pada *godet roll* kedua pada temperatur \pm 190 °C). Tahap akhir dari proses pemintalan ini adalah Tahap akhir dari pemintalan benang ini adalah filament digulung di *paper tube* menggunakan mesin *winder*.

Proses pengujian kualitas produk dilakukan setelah benang digulung dalam *paper tube*, yang meliputi pengujian Denier benang, *cross section* benang, tingkat ketidakrataan permukaan benang (*unevenness*) serta kekuatan tarik (*tenacity*), persentase mulur (*elongation*) dan persentase *oil pick up* (OPU). Pengujian kualitas ini untuk mengontrol kualitas produk agar dapat memenuhi kepuasan konsumen. Berikut adalah uraian dari rangkaian proses pemintalan di atas.

3.1.1. Proses Persiapan

Proses ini tujuannya untuk mempersiapkan chip bahan baku yang akan disuapkan ke mesin *vacuum dryer*. Tahapan proses ini antara lain adalah :

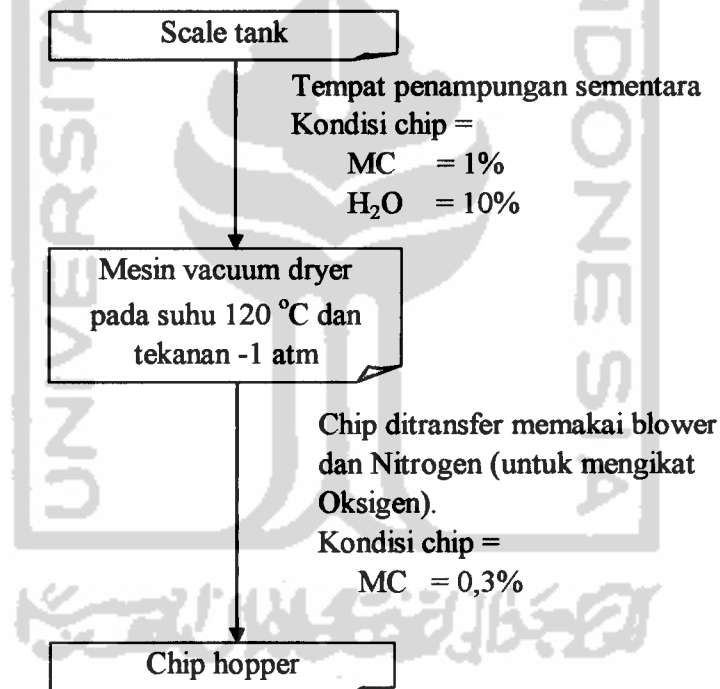
- 1) Penghilangkan kandungan air dalam chip agar diperoleh chip yang benar-benar kering, yang memiliki viskositas dan *moisture content* sesuai standar.
- 2) Pengujian kualitas chip, seperti viskositas, *moisture content* dan kandungan TiO_2 . Pengujian ini dilakukan sebelum chip disuapkan ke chip *hopper*.
- 3) Penimbangan kebutuhan bahan baku yang dibutuhkan selama proses.

3.1.2. Proses Pengeringan (Drying)

Proses ini berfungsi mengurangi kadar air di dalam chips (agar diperoleh viskositas dan *moisture content* yang tepat) serta untuk menghindari hidrolisa saat proses pelelehan (*melting*) yang dapat mengakibatkan putusya rantai molekul atau

berkurangnya kualitas filament yang dihasilkan. Chip harus benar-benar kering agar tidak melekat satu sama lain dan tidak membentuk gumpalan, sehingga dapat menyumbat proses pengeringan chip.

Proses ini menggunakan mesin *vacuum dryer* yang menerapkan prinsip pemutaran (*rotary*), pemanasan (*heating*) dan penghampaan udara (*vacuum*) di dalam tangki untuk mengeringkan chip. Bagan alir ini menggambarkan jalannya chip bahan baku mulai dari masuknya chip hingga mencapai chip *hopper tank*.



Gambar 3.2. Drying flow process

Lamanya proses pengeringan chip ini adalah kurang lebih 15 jam, yang mencakup tahap pemanasan, pendinginan dan terakhir adalah pengeringan. Tahap

pemanasan memakan waktu kira-kira 6 jam, dimana udara di dalam tangki chip dryer dihampakan hingga mencapai tekanan -1 atm. Tahap selanjutnya adalah pengeringan selama 4 jam 25 menit pada temperatur 120 °C. Tahap terakhir adalah pendinginan selama 5 jam, dengan menurunkan temperatur dalam tangki hingga 60 °C. Keseluruhan proses pada mesin *vacuum dryer* ini dilakukan secara pemutaran tangki (*rotary*) dengan kecepatan putaran 4 rpm.

Setelah diproses *drying*, chip yang siap pakai ditransfer ke chip *hopper* untuk menjadi bahan baku proses pemintalan. Mesin *vacuum dryer* terletak di lantai dasar untuk memudahkan proses pemasukan chip ke dalam alat tersebut, sedangkan tangki chip *hopper* terletak di lantai tiga, mengingat mekanisme pemintalan ini yang memerlukan bantuan gaya gravitasi untuk menjalankan filament dari atas (mulai dari spinneret) ke bawah (hingga ke mesin *winder*). Chip memerlukan tenaga pendorong untuk dapat mencapai tanki chip *hopper*, tenaga pendorong tersebut diperoleh dari angin *cyclone* yang dialiri dengan nitrogen. Selain sebagai tenaga pendorong nitrogen juga berfungsi mengikat oksigen dari udara bebas. Kandungan dari udara bebas adalah sebagai berikut :

Kandungan Nitrogen : 79 %

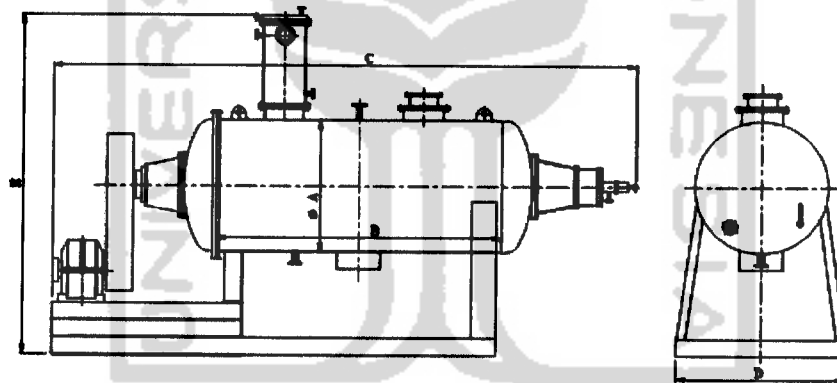
Kandungan Oksigen : 21 %

Kandungan Air : 1 %

Kandungan air pada udara bebas akan mencair pada temperatur 4 °C dan kandungan oksigennya akan mencair pada temperatur -40 °C, sehingga pada kondisi ini chip benar-benar bersih dan kering. Apabila masih terdapat oksigen dalam udara

bebas tersebut, maka pada saat dipanaskan dalam ekstruder akan terjadinya perubahan warna chip akibat reaksi oksidasi (antara chip dengan oksigen), dimana perubahan warna chip akan berpengaruh pada warna filamennya.

Chip yang ditransfer ke chip *hopper* harus bebas dari debu agar tidak menurunkan derajat polimerisasi filament yang dipintal, oleh karena itu debu harus dipisahkan chip bahan baku. Cara pemisahan chip dengan debu adalah dengan menggunakan *blower*. *Blower* akan menghisap udara dari *cyclone* dan menghisap debu yang masih tercampur dengan chip, debu yang terhisap akan masuk ke dalam *bag filter* dan terpisahkan dari chip, sehingga chip yang masuk ke dalam chip *hopper* sudah bersih dengan sempurna.



Gambar 3.3. Mesin rotary vacuum dryer

3.1.3. Proses Pelelehan (Melting)

Chip output dari proses *drying* merupakan input untuk proses *spinning*, yang akan dilelehkan di dalam ekstruder. Extruder merupakan mesin untuk melelehkan chip

dan mentransferkannya menuju *spin beam*. Pelelehan chip dilakukan dengan memanaskan chip dalam lima zona pada temperatur sebagai berikut :

- Zona 1 = 220 °C, disebut juga sebagai daerah pengumpanan chip (*Feed zone*), dimana pada zona ini chip mulai dipanaskan dan masih berbentuk butiran kristal.
- Zona 2 dan 3 = 235 °C, yaitu zona di saat chip telah meleleh dan mulai ditekan oleh *screw extruder* dengan tekanan 14 Mpa (*Compressing zone*).
- Zona 4 dan 5 = 247 °C, yaitu zona dimana chip telah meleleh sempurna menjadi lelehan polimer dan siap untuk ditransfer ke *spin beam* (*Melting zone*).

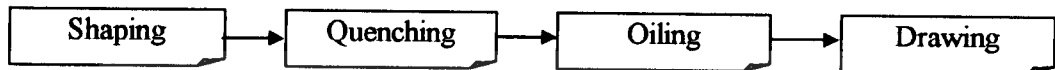
Lelehan polimer kemudian dipompa menuju *spin beam* oleh *gear pump*, dan lelehan tersebut harus dijaga temperaturnya agar stabil dengan melapisi alat dengan pemanas pada temperatur 247-250 °C. Dengan menggunakan pipa manifold, lelehan polimer akan mencapai tiap *spin pack* yang ada pada unit *spinning*.



Gambar 3.4. Mesin extruder

3.1.4. Proses Pemintalan (*Spinning*)

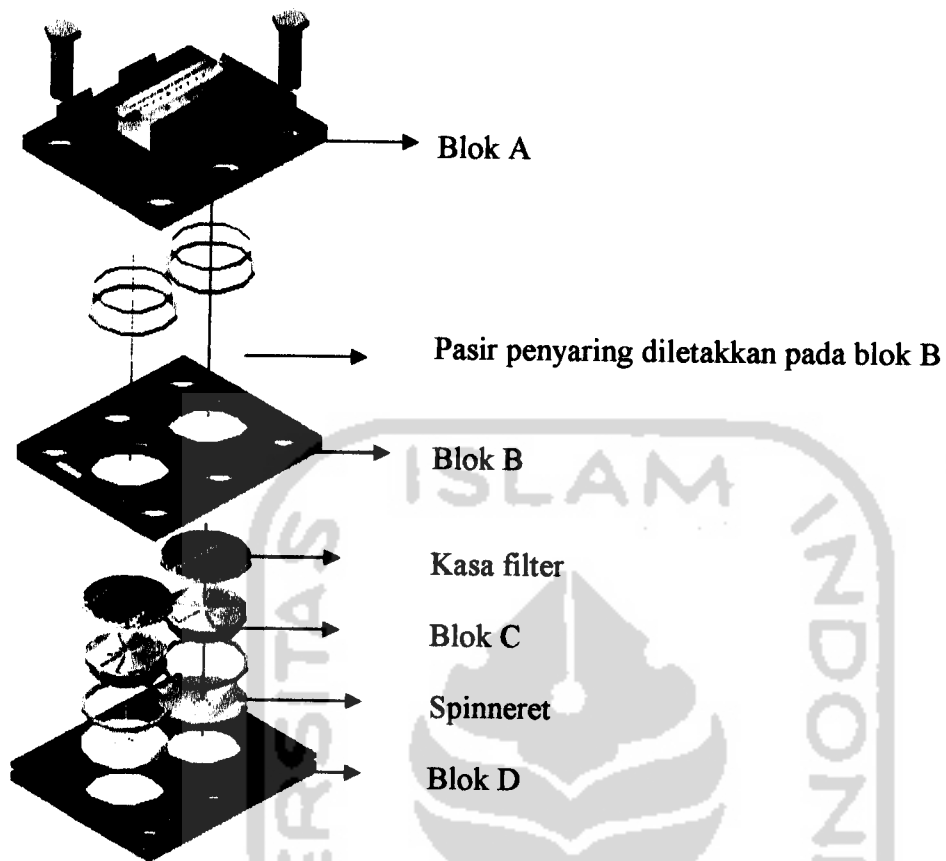
Proses pemintalan merupakan proses untuk mengubah lelehan polimer dari ekstruder menjadi benang filament dan siap digulung oleh mesin *winder*. Pada bagian ini meliputi empat tahap proses seperti pada diagram alir di bawah ini :



Gambar 3.5. Spinning flow process

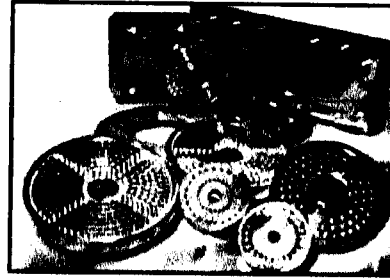
3.1.4.1. Proses Pembentukan Filament (*Shaping*)

Lelehan polimer yang ditransfer menuju *spin beam* oleh *gear pump*, yang kemudian polimer masuk ke dalam *spin pack*, selanjutnya polimer terbentuk menjadi filament setelah keluar dari spinneret. *Spin pack* merupakan rangkaian alat yang secara garis besar terdiri dari kasa penyaring, pasir penyaring dan spinneret. Fungsi utama dari *spin pack* adalah membentuk filament dari lelehan polimer, dimana sebelum proses pembentukan lelehan polimer akan disaring dari *impurities* baik berupa debu maupun logam. Urutan alat dalam *pack assembly* adalah sebagai berikut :



Gambar 3.6. Urutan rakitan pack dan spinneret

Temperatur *spin pack* dijaga stabil pada 250 °C, agar temperatur lelehan polimer (*melt temperature*) juga stabil dan dapat mengalir dengan kecepatan (*flow rate*) konstan. Panas pada proses ini berasal dari uap jenuh hasil pemanasan pada boiler, dimana air merupakan media cair yang dipanaskan oleh *boiler* untuk memanaskan unit pelelehan.



Gambar 3.7. Pack dan spinneret

Spinneret yang digunakan dalam produksi serat sintetik pada dasarnya berbentuk seperti *shower*, yang memiliki beberapa atau bahkan ratusan lubang. Lubang tersebut sangat kecil dan sangat sensitif terhadap korosi dan *impurities*, sehingga cairan polimer yang akan melewati lubang-lubang spinneret tersebut harus disaring oleh pasir dan kasa penyaring. Ukuran pasir penyaring disesuaikan dengan nomor benang yang diinginkan, semakin halus benang maka pasir yang digunakan semakin kasar, sedangkan jika benang semakin kasar maka pasir yang dipakai harus semakin halus. Spinneret harus terbuat dari logam yang tahan terhadap korosi dan harus dijaga dengan baik, agar dapat mencegah terjadinya kerak akibat masih menempelnya sisa-sisa polimer.

Spinneret yang digunakan pada pemintalan ini memiliki diameter 85 mm dengan lubang berbentuk Y yang berjumlah 13 lubang, dan dari spinneret ini akan dihasilkan filament dengan penampang lintang berbentuk trilobal. Spinneret dapat digunakan selama 30 hari pada awal pemakaiannya, namun

pada pemakaian selanjutnya dapat berkurang menjadi 21 hari, hal ini dipengaruhi oleh kemampuan spinneret dalam menahan laju polimer. Laju polimer secara terus-menerus akan mengakibatkan pengikisan pada lubang spinneret, sehingga akan memperbesar diameter pada tiap lubangnya, yang selanjutnya akan berpengaruh pada tingkat ketidakrataan filament yang dihasilkan. Oleh karena itu, spinneret perlu digerinda (diproses *lapping*) agar diameter spinneret dapat kembali seperti semula.

Kelayakan spinneret dapat ditentukan dari % dare spinneret tersebut, dimana % dare dapat dihitung dengan formula sebagai berikut :

$$\% \text{ dare} = \frac{D1 - D2}{D2} \times 100\%$$

Keterangan :

D1 : % dare spinneret sesudah proses pemintalan

D2 : % dare spinneret sebelum proses pemintalan

Spinneret masih layak pakai apabila % dare-nya $\leq 6\%$, apabila telah melebihi 6 % maka spinneret harus diproses *lapping* agar % dare-nya kembali menjadi nol dan spinneret dapat dipergunakan lagi. Rata-rata spinneret dapat dipakai hingga 5-7 kali proses, dimana proses *lapping* dapat mengurangi ketebalan spinneret dan akan berkurang keefektifannya, sehingga spinneret cadangan yang layak pakai harus selalu tersedia sebagai pengganti spinneret yang sudah tidak layak.

Filament yang terbentuk masih memiliki kandungan monomer dan oligomer, dan keduanya harus dihilangkan dengan cara melewati filament pada monomer-oligomer box (MO box), dimana MO box merupakan media perantara untuk menghisap kandungan monomer dan oligomer dalam filament. Derajat polimerisasi filament berpengaruh pada sifat *tenacity* dan *elongation*, yaitu keduanya akan meningkat seiring dengan meningkatnya derajat polimerisasi filament.

3.1.4.2. Proses Pendinginan (*Quenching*)

Quenching air (Udara Pendingin) digunakan untuk membantu pembentukan orientasi molekul polimer setelah keluar dari spinneret. Filament yang terbentuk harus didinginkan dengan menyemprotkan udara dingin dari *quenching chamber* dengan arah tegak lurus terhadap filament, dimana udara pendingin tersebut telah mengalami proses di *air humidity* dengan melewati kasa penyaring udara yang berada di bagian belakang *quenching chamber* unit.

Posisi proses pendinginan tegak lurus terhadap jalannya filament, sehingga dimungkinkan posisi filament bergeser apabila kecepatan pendingin terlalu tinggi yang selanjutnya berakibat filament memadat dalam kondisi tidak lurus. Faktor ini berpengaruh pada nilai kerataan filament karena proses peregangan yang tidak homogen ketika proses pemberian regangan dilakukan.

Beberapa faktor pada unit *quenching air* perlu dikontrol karena pengaruhnya terhadap kualitas benang adalah sebagai berikut :

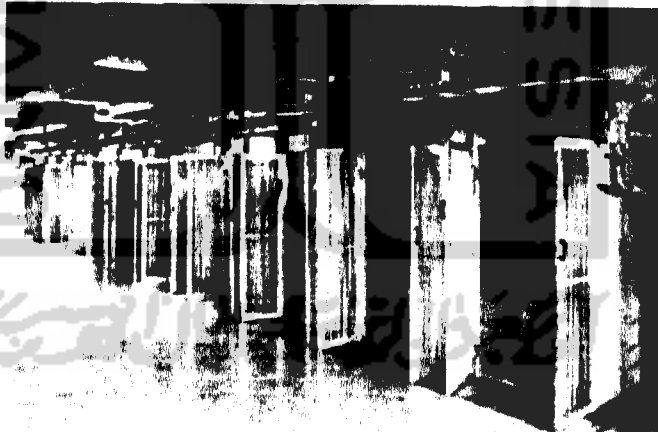
1. *Quenching Air Quantity* (Jumlah udara pendingin)
2. *Quenching Air Screen* (Kasa udara pendingin)
3. *Quenching Air Flow* (Aliran udara pendingin)
4. *Quenching Air Temperature* (Temperatur udara pendingin)
5. *Quenching Air Humidity* (Kelembabab udara pendingin)

Setting pada proses pendinginan juga berpengaruh terhadap kualitas benang, oleh karena itu kondisi proses perlu disetting seperti berikut ini :

Temperatur : 19 ± 1 °C

Tekanan : 650 ± 15 MPa

Kelembaban Udara (RH) : 65 ± 2 %



Gambar 3.8. Quenching chamber

3.1.4.3. Proses Penyemprotan Oli (*Oiling*)

Filament yang telah memadat perlu diberi oli pelumas untuk memudahkan jalannya selama proses pemintalan berlangsung. Penyemprotan oli dilakukan sebanyak dua kali, yaitu setelah proses pendinginan (*quenching*) dan sebelum proses penarikan (*drawing*). Oli ditempatkan pada oil tank yang terletak di bawah *quenching chamber*. Oli dari oil tank dialirkan menuju sprayer menggunakan selang-selang untuk dapat mencapai ke seluruh *sprayer*, lalu oli disemprotkan ke filament dengan frekuensi dan kecepatan tertentu.

Kegunaan penyemprotan oli pada filament adalah sebagai berikut :

- 1) Mengurangi koefisien friksi antara serat dengan permukaan metal selama proses/ memperkecil friksi antara benang.
- 2) Menghilangkan efek elektrostatis atau memberikan sifat anti statis untuk mengatasi terjadinya elektrostatis selama proses.
- 3) Melumasi benang.
- 4) Menggabungkan filament
- 5) Memberikan keseimbangan kohesi, sebab apabila terlalu banyak pelumasan akan menyebabkan slip.
- 6) Memberikan *oxidation resistance* sehingga apabila disimpan tidak mengalami kerusakan warna (*discolouration*) dan tumbuhnya bakteri.
- 7) Memberikan sifat *corrosion resistance*, sebab benang selalu bersinggungan dengan metal bagian mesin selama proses.



Gambar 3.9. Oil tank dan oil sprayer

3.1.4.4. Proses Penarikan (*Drawing*)

Filament nylon memiliki keistimewaan dalam kekuatan dan mulur, yaitu apabila filament nylon ditarik maka filament akan mulur untuk sementara waktu, dan apabila ditarik lebih kuat maka filament menjadi lebih kuat dan akan menolak penarikan yang berikutnya. Saat filament nylon ditarik akan menyebabkan filament menjadi cukup kuat, sehingga sesuai apabila dijadikan bahan pembuat kain tekstil dan tali.

Selain berpengaruh pada mulur filament, proses penarikan ini juga berpengaruh pada kekuatan filament, karena polimer dalam filament menjadi terorientasi dengan lebih baik setelah diregangkan (kristalinitas polimer meningkat). Perubahan rantai-rantai polimer yang menjadi lebih teratur (kristalin) memberikan pengaruh pada peningkatan kekuatan filament,

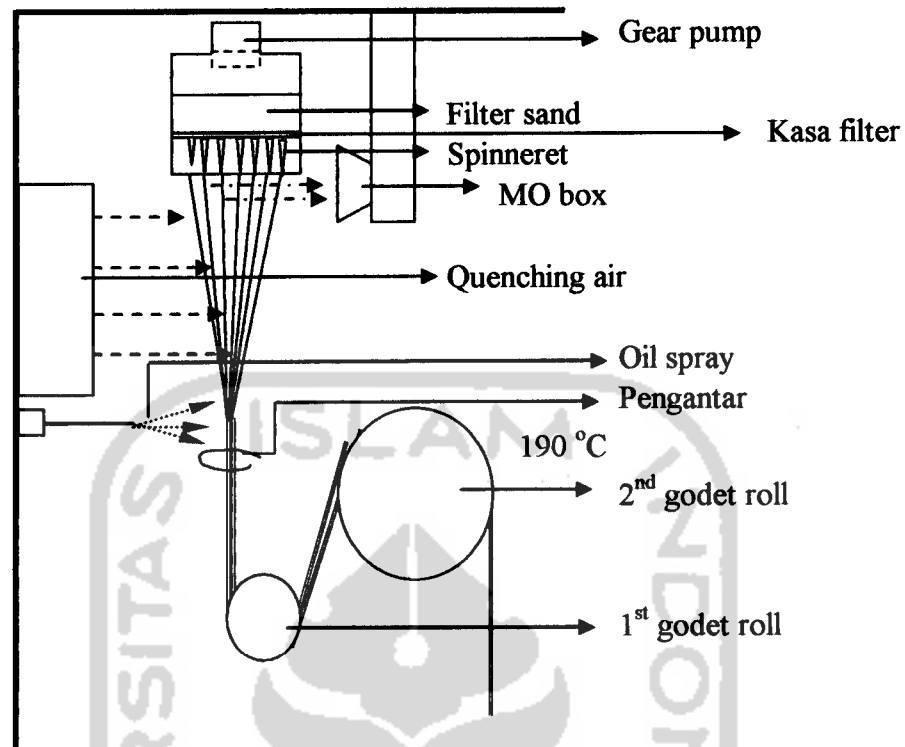
sehingga kemampuan filament dalam menahan putus akibat penarikan menjadi meningkat.

Untuk mendapatkan kekuatan dan mulur yang baik, filament nylon harus diberi regangan dengan draw ratio antara 3-5. Peregangan dilakukan dengan melewati filament pada sepasang roll yang berputar pada kecepatan yang berbeda, dimana roll kedua lebih cepat dari roll yang pertama. Perbandingan kecepatan antara kedua roll tersebut disesuaikan dengan besarnya draw ratio yang terbaik untuk filament nylon tersebut.

Perubahan struktur filament akibat peregangan perlu distabilkan agar filament dapat kembali terorientasi dengan baik. Penstabilan tersebut dapat ditempuh dengan proses *heat setting*, yaitu menstabilkan filament dengan cara pemanasan pada roll kedua (temperatur roll sebesar 190 °C).

Proses peregangan ini menghasilkan filament dengan kekuatan dan mulur yang lebih tinggi, serta filament yang lebih halus karena diameter filament relatif mengecil setelah diregangkan.

Urutan proses yang terjadi selama proses pemintalan dapat digambarkan pada *flow process* di bawah ini (Gambar 3.10).



Gambar 3.10. Spinning process

3.1.5. Proses Penggulungan (*Winding*)

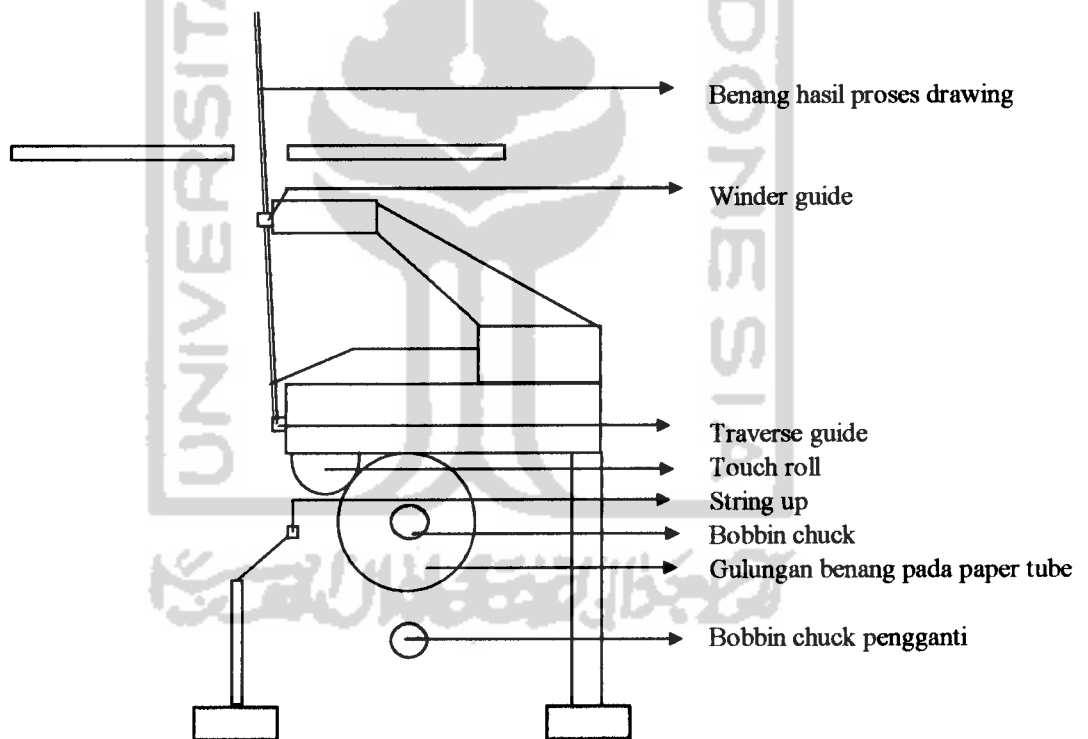
Benang filament nylon pada prarancangan ini digulung pada kecepatan 4000 meter/menit, sehingga termasuk pada golongan *Partially Oriented Yarn* (POY). Proses penggulungan tidak banyak berpengaruh pada kualitas produk, karena proses ini hanya mengantarkan benang agar dapat tergulung teratur pada *paper tube* dengan bantuan *traverse guide*.

Penggulungan benang dilakukan dengan prinsip penggulungan pasif, yaitu penggulungan yang menggunakan alat pengantar benang untuk mengantarkan benang

ke kanan dan kiri sepanjang *paper tube*, sehingga benang dapat tergulung merata. Pada mesin winder pada prarancangan ini, alat pengantar benang yang digunakan adalah *traverse guide*, dimana alat ini selain berfungsi mengantarkan benang (hasil proses *drawing*) ke *paper tube*, juga berfungsi mengatur sudut gulungan.

Tegangan permukaan pada gulungan benang harus dikontrol agar tetap konstan, yaitu dengan menurunkan kecepatan penggulungan apabila diameter benang yang tergulung semakin besar.

Proses penggulungan dapat digambarkan pada Gambar 3.11. di bawah ini.



Gambar 3.11. Flow proses penggulungan

Keterangan :

1. *Winder guide*, yaitu alat untuk menjaga tegangan benang, dimana di sekitar guide terdapat *yarn break sensor* yang berfungsi mendeteksi adanya benang yang putus.
2. *Traverse guide*, yaitu alat yang berfungsi sebagai pengantar benang untuk membentuk gulungan dan sudut gulungan.
3. *Tuoch roll*, yaitu alat yang berfungsi menekan benang agar tetap berhimpit dengan *chuck*, sehingga benang tidak melayang.
4. *Chuck*, yaitu alat untuk menempatkan *paper tube*.
5. *String up*, yaitu bagian yang memiliki sensor untuk menggerakkan *chuck* apabila benang sudah selesai agar diganti dengan bobbin *chuck* pengganti.

Visualisasi mesin *winder* disajikan pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12. Mesin winder

3.1.6. Boiler

Boiler merupakan alat yang berfungsi untuk memanaskan air menjadi *vapour* (uap) yang dibutuhkan untuk menjaga temperatur pada *melting line*. Air berfungsi sebagai media pemanas polimer agar tidak membeku sebelum mengalami proses pendinginan di *quenching chamber* unit.

Air digunakan sebagai media cair untuk menghasilkan uap jenuh, dimana uap tersebut digunakan untuk menjaga temperatur *melting line* agar tidak terjadi pengkristalan polimer. *Boiler* ini menggunakan bahan bakar *Ignition Diesel Oil* (IDO) sebagai pengganti solar.

3.2. Spesifikasi Mesin dan Desain Proses

3.2.1. Spesifikasi Mesin

Pemilihan mesin produksi merupakan hal penting hubungannya dalam menjaga efektifitas proses dan produk yang dihasilkan. Mesin-mesin yang digunakan dalam prarancangan ini telah memenuhi kriteria dan prinsip proses pemintalan yang diuraikan sebelumnya, dan umumnya juga digunakan oleh pabrik-pabrik tekstil dengan produk yang serupa (yaitu pabrik benang filament nylon dengan sistem pemintalan leleh sistem *One Step Process*).

Mesin yang digunakan dalam prarancangan pabrik benang filament nylon ini adalah :

1) Mesin *Vacuum Dryer*

Merk / Tipe : H L E *Rotary Vacuum Paddle Dryer* / HLD-20

Volume (Gross) : 20.000 liter

Volume saat proses : 18.000 liter

2) Mesin Extruder

Merk / tipe : Chonglee / JK-81 (Beijing)

Diameter extruder : 85 mm

Kecepatan *screw* : 20-70 rpm

Jumlah *heater* : 5

3) Mesin *Spinning*

Merk / Tipe : Chonglee / BKV-446B (Beijing)

Diameter spinneret : 85 mm

Air Supply RH : $19 \pm 1 \%$

Air Supply Temperatur: $65 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$

4) Mesin *Winder*

Merk / Tipe : Chonglee / BWA-60T (Beijing)

Kecepatan penggulungan : 2500-5500 meter/menit

Panjang *spindle* : 1200 mm

Kapasitas *paper tube* : 16

5) Mesin *Boiler*

Merk : Deltatherm

Buatan : India

Kapasitas : 15 m^3

Daya : 42 kW

3.2.2. Desain Proses

Perhitungan desain proses pra rancangan pabrik pemintalan benang filament nylon ini dimaksudkan untuk mendukung analisa produksi pada tiap-tiap mesin. Selengkapnya desain proses pemintalan benang filament nylon disajikan pada tabel berikut :

Tabel 3.1. Desain proses pemintalan benang filament nylon 6

NO	KETERANGAN	SPESIFIKASI
1.	<i>Vacuum Drying Process</i>	
	• Jumlah mesin <i>vacuum dryer</i>	2
	• Penguapan H ₂ O dalam chip	10 %
	• Temperatur Pemanasan	120 °C
	• Temperatur Pendinginan	60 °C
	• Kecepatan putar tangki	4 rpm
	• Tekanan di dalam tangki	-1 atm
2.	<i>Melting Process</i>	
	• Jumlah ekstruder	1
	• Temperatur maksimum	250 °C
	• Temperatur <i>heater I</i>	220 °C
	• Temperatur <i>heater II</i>	235 °C
	• Temperatur <i>heater III</i>	235 °C
	• Temperatur <i>heater IV</i>	247 °C
	• Temperatur <i>heater V</i>	247 °C
3.	<i>Filament Shaping Process</i>	
	• Jumlah Spinneret	16
	• Diameter spinneret	85 mm

	• Temperatur <i>steam seal</i>	220 °C
	• Kapasitas <i>spin pump</i>	2,4 cc/rotation
	- Jumlah <i>spin pump</i>	16
	- Kecepatan <i>spin pump</i>	6,6138 rpm
4.	<i>Quenching Process</i>	
	• Temperatur	(19+1) °C
	• Air humidity	(65+5) %RH
	• Air speed	40 meter/menit
5.	<i>Drawing Process</i>	
	• 1 st peripheral godet roll speed	1000 meter/menit
	• 2 nd peripheral godet roll speed	4000 meter/menit
	• Stretch rate	4%
	• Temperatur heat setting	190 °C
6.	<i>Winding Process</i>	
	• Jumlah mesin winder	9
	• Helical angle	12°
	• Doffing time	422 menit
	• Winding Speed	4000 m/min
	• Jumlah Spindel tiap unit mesin winder	16

3.3. Perancangan Produksi

Berdasarkan data dari Balai Pusat Statistik Yogyakarta, besarnya produksi untuk benang filament nylon dari tahun 2005-2012 dapat ditentukan dengan metode trend linier. Produksi pabrik benang filament nylon ini direncanakan sebagai berikut :

Target produksi = 1230 ton/tahun
= 1.230.000 kg/tahun
= 3.565,2174 kg/hari
= 148,5507 kg/jam

Kapasitas produksi tersebut diambil 1,44 % dari selisih produksi benang filament nylon pada tahun 2012 dengan tahun 2007. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan yang seimbang antara kapasitas produksi dengan kapasitas mesin agar total produksi yang telah ditentukan dapat dicapai.

Kapasitas produksi = 1230 ton / tahun
Nomor benang = 40 Denier
Berat benang/paper tube = 7500 gram

Hal yang dijadikan sebagai acuan dalam menentukan produksi, adalah dalam satu tahun terdapat 345 hari kerja, dan 20 hari libur untuk proses perawatan mesin dan alat produksi.

Dari kebutuhan bahan baku ini, maka dapat diketahui jumlah mesin dan waktu kerja mesin yang dipakai untuk produksi setiap jamnya :

1) Mesin *Take-up (Winder)*

Data produksi sebagai berikut :

Kecepatan penggulungan : 4000 m/mnt
Jumlah spindel : 16 spindel
Efisiensi : 99%

Limbah : 1%

Produksi/jam dapat dihitung dengan formula sebagai berikut :

$$\text{Kapasitas prod /jam/posisi} = \frac{\text{No Benang} \times \text{kec. mc take - up} \times \Sigma \text{spindel} \times 60 \text{ mnt} \times \text{eff}}{\text{pj. benang} \times 1000 \text{ kg}}$$

$$= \frac{40 \text{ g} \times 4000 \text{ m / mnt} \times 16 \times 60 \text{ mnt / jam} \times 0,99}{9000 \text{ m} \times 1000 \text{ g / kg}}$$

$$= 16,896 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Kebutuhan bahan baku} = \text{kebutuhan prod/jam} \times \frac{100}{100 - L}$$

$$= 148,5507 \text{ kg/jam} \times \frac{100}{100 - 1}$$

$$= 150,0512 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Jumlah mesin Winder} = \frac{\text{kebutuhan bahan baku / jam}}{\text{kapasitas produksi max / jam}}$$

$$= \frac{150,0512 \text{ kg / jam}}{16,896 \text{ kg / jam}}$$

$$= 8,8809 \approx 9 \text{ mesin}$$

$$\text{Doff time} = \frac{\text{berat poy / bobin} \times \text{pjpg benang}}{\text{kec. mc take - up} \times \text{No benang}}$$

$$= \frac{7500 \text{ gram} \times 9000 \text{ m}}{4000 \text{ m / mnt} \times 40 \text{ gram}}$$

$$= 421,875 \text{ menit}$$

2) Mesin *Drawing*

Data produksi sebagai berikut :

Kecepatan : 4000 meter/menit

Jumlah spindel : 16 spindel

Efisiensi : 99%

Limbah : 1%

Draw ratio : 4

1st roll speed : 1000 meter/menit

2nd roll speed : 4000 meter/menit

Produksi/jam dapat dihitung dengan formula sebagai berikut :

$$\text{Produksi/spindel/jam} = \frac{\text{No benang} \times \text{kec. me sin drawing} \times \Sigma \text{spindel} \times 60 \text{ mnt} \times \text{eff}}{\text{pj. benang} \times 1000 \text{ kg}}$$

$$= \frac{40 \text{ gram} \times 4000 \text{ m / mnt} \times 16 \times 60 \text{ mnt / jam} \times 0,99}{9000 \text{ m} \times 1000 \text{ gram / kg}}$$

$$= 16,896 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Kebutuhan bahan baku} = \text{kebutuhan prod/jam} \times \frac{100}{100 - L}$$

$$= 150,0512 \text{ kg/jam} \times \frac{100}{100 - 1}$$

$$= 151,5669 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Jumlah mesin } \textit{Drawing} = \frac{\text{kebutuhan bahan baku / jam}}{\text{kapasitas produksi max / jam}}$$

$$= \frac{151,5669 \text{ kg / jam}}{16,896 \text{ kg / jam}}$$

$$= 8,9706 \approx 9 \text{ mesin}$$

$$\text{Denier proses Melting} = 4 \times 40$$

$$= 160 \text{ Denier}$$

3) Proses Melting dan Drying

Data produksi sebagai berikut :

$$\text{Denier proses Melting} : 160 \text{ Denier}$$

$$\rho \text{ polimer} : 1,12 \text{ gram/cm}^3$$

$$\text{Kapasitas spin pump} : 2,4 \text{ cc/put} \approx 0,000024 \text{ liter/rotation}$$

$$\varnothing \text{ spinneret} : 0,085 \text{ m}$$

$$\pi/4 : 0,785$$

$$\text{Penguapan H}_2\text{O} : 10 \%$$

Dapat dihitung produksi/jam dengan menggunakan formula sebagai berikut :

- Unit Melting**

$$\text{Speed spin pump} = \frac{\text{kec take-up} \times \text{No pol}}{\text{kapasitas spin pump} \times 9000 \times \rho \text{ poli}}$$

$$= \frac{1000 \text{ m / mnt} \times 160 \text{ g}}{2,4 \text{ cc / put} \times 9000 \text{ m} \times 1,12 \text{ gram / cm}^3}$$

$$= 6,6138 \text{ rpm} \approx 6,62 \text{ rpm}$$

$$\begin{aligned} \text{Percepatan Filament} &= \frac{\text{prod Melt} / \text{Spindel}}{\rho \text{ polimer} \times \frac{\pi}{4} \times \phi \text{ spinneret} \times 1000 \text{ g / kg}} \\ &= \frac{17,7778 \text{ gram / mnt}}{1,12 \text{ gr / m}^3 \times 0,785 \times 0,085 \text{ m} \times 1000 \text{ g / kg}} \\ &= 0,2379 \text{ m}^2/\text{mnt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Stress Tension} &= \frac{\text{kekua tan filament}}{\frac{\pi}{4} \times \phi \text{ spinneret}} \\ &= \frac{4 \text{ gram / denier}}{0,785 \times 0,085 \text{ m}} \\ &= 59,9475 \text{ gram/denier} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kap. SpinBeam/jam} &= \frac{\text{Speed spin Pump} \times \rho \text{ Poli} \times \text{Kap. Spin Pump} \times \Sigma \text{ End} \times 60}{1000 \text{ Kg}} \\ &= \frac{6,6138 \text{ rpm} \times 1,12 \text{ gram / cm}^3 \times 2,4 \text{ cc / rot} \times 16 \times 60}{1000 \text{ Kg}} \\ &= 17,0667 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan bahan baku} &= \text{kebutuhan prod/jam} \times \frac{100}{100 - L} \\ &= 151,5669 \text{ kg/jam} \times \frac{100}{100 - 1} \\ &= 153,0979 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah mesin} &= \frac{\text{kebutuhan produksi kg / jam}}{\text{kap. spin beam} \times \Sigma \text{posisi mc drawing}} \end{aligned}$$

$$= \frac{153,0979 \text{ kg / jam}}{17,0667 \times 8,9706}$$

$$= 0,9999 \text{ mesin} \approx 1 \text{ mesin}$$

$$\text{Produksi/Spindel/menit} = \frac{\text{kec.mc.drawing} \times \text{DenierMelting} \times 60 \text{ mnt / jam}}{\text{Pjg benang} \times 1000 \text{ kg}}$$

$$= \frac{1000 \text{ m / mnt} \times 160 \text{ gram}}{9000 \text{ m}}$$

$$= 17,7778 \text{ gram/menit}$$

$$= 1,0667 \text{ kg/jam}$$

• Unit *Vacuum Dryer*

$$\text{Kebutuhan Bahan Baku} = \text{Kebutuhan Produksi} \times \frac{\% \text{ max}}{(100 - \text{penguapan } H_2O)}$$

$$= 153,0979 \times \frac{100}{(100 - 10)}$$

$$= 170,1088 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Kebutuhan Mesin} = \frac{\text{Kebutuhan bahan baku}}{\text{kapasitas spinning beam}}$$

$$= \frac{170,1088 \text{ kg/jam}}{153,0979 \text{ kg / jam}}$$

$$= 1,1111 \text{ mesin} \approx 2 \text{ mesin}$$

$$\text{Kebutuhan emulsi oli/jam} = \text{Speed spin pump} \times \text{kap. spin pump} \times \text{hari} \times \Sigma \text{posisi}$$

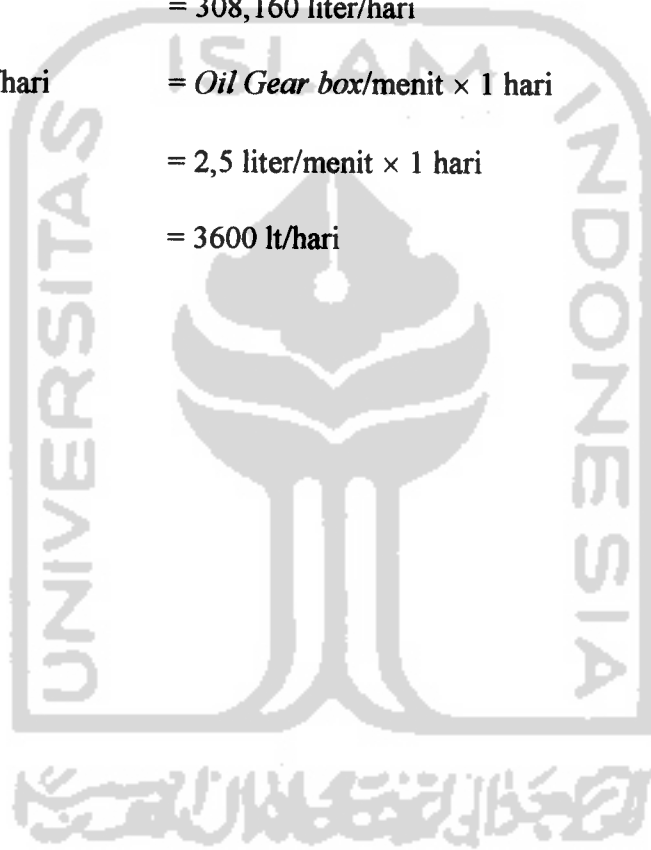
$$\begin{aligned} &= 6,6138 \text{ rpm} \times 0,000024 \text{ liter/rot} \times 1.440 \text{ menit/hari} \times \\ &6,3757 \\ &= 1,4573 \text{ liter/hari} \end{aligned}$$

Oli pendingin ekstruder/hari = Oli pendingin ekstruder per menit \times 1 hari

$$\begin{aligned} &= 214 \text{ liter/menit} \times 1440 \text{ menit} \\ &= 308,160 \text{ liter/hari} \end{aligned}$$

Oil Gear box/hari

$$\begin{aligned} &= \text{Oil Gear box/menit} \times 1 \text{ hari} \\ &= 2,5 \text{ liter/menit} \times 1 \text{ hari} \\ &= 3600 \text{ lt/hari} \end{aligned}$$



BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1. Lokasi Pabrik

Lokasi penentuan pabrik benang filament nylon ini dipilih dengan pertimbangan efektifitas dan efisiensi secara makro dalam jangka panjang, dimana pabrik ini direncanakan berdiri di kawasan industri Tangerang, di daerah Jatake, dengan target agar efektifitas produksi dapat terwujud.

Penentuan lokasi pabrik ini juga didasarkan pada beberapa faktor sebagai berikut :

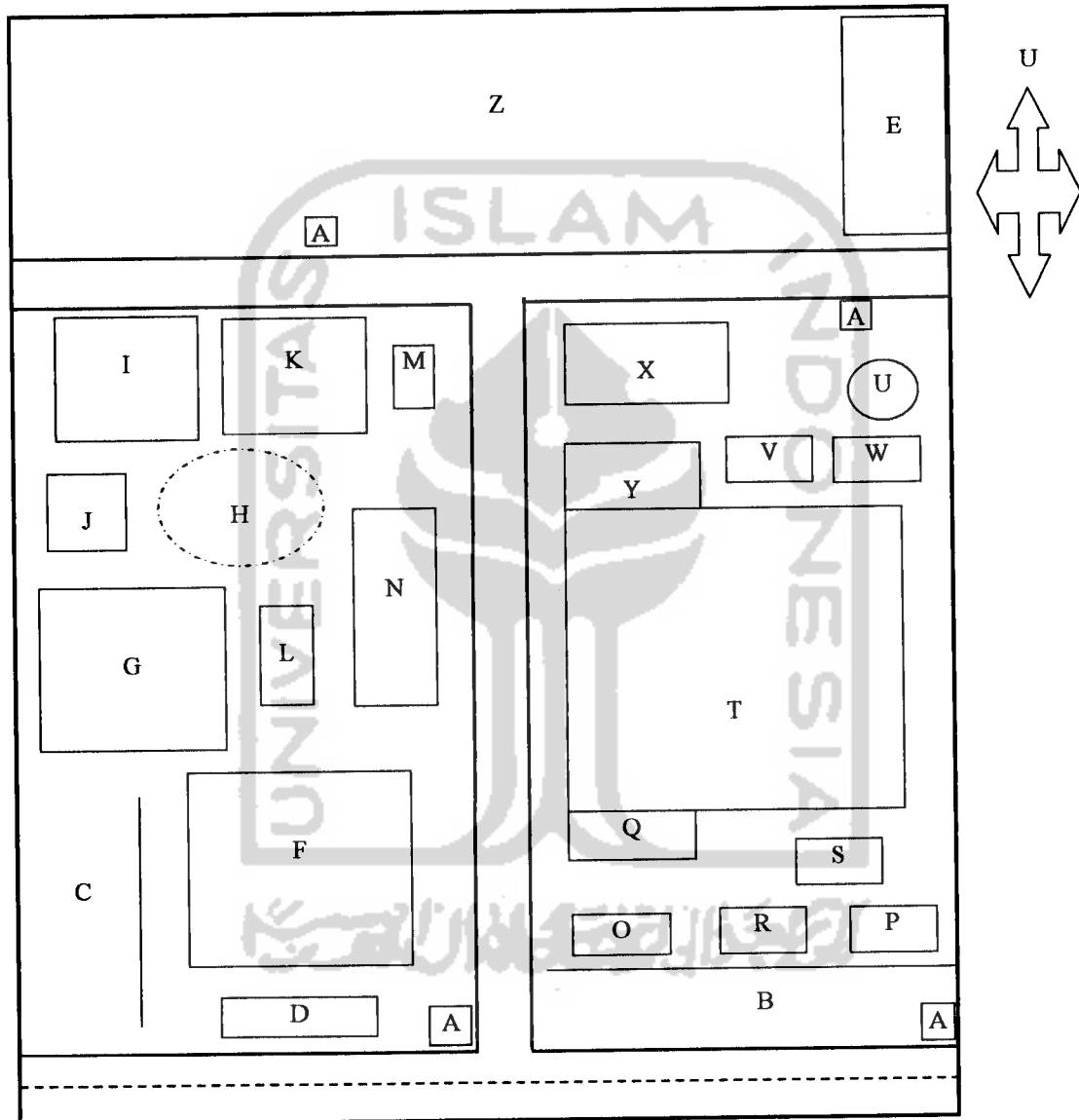
- Kemudahan pelayanan pada konsumen karena lokasi pabrik yang dekat dengan mitra pabrik.
- Kemudahan untuk memperoleh bahan baku karena adanya kemudahan transportasi dan jarak
- Kemudahan memperoleh tenaga kerja dalam jumlah yang cukup, karena merupakan kawasan industri.
- Dimungkinkan untuk perluasan pabrik dalam jangka panjang.

4.2. Tata Letak Pabrik

Lay out pabrik ditata sedemikian rupa dengan target dapat mendukung kelancaran proses produksi. Pengaturan ini dirancang berdasarkan segi operasional,

perawatan, keamanan, dan konstruksi sistem kerja yang dapat mendukung efektifitas waktu dan keselamatan sistem kerja antar unit.

Gambaran rinci tata letak pabrik dapat dilihat pada Gambar 4.1. di bawah ini.



Skala 1 :900

Gambar 4.1. Tata letak bangunan pabrik

Keterangan :

A : Pos satpam	O : <i>Utility</i>
B : Parkir motor karyawan	P : <i>Maintenance</i>
C : Parkir mobil anggota direksi	Q : Gudang bahan baku
D : Parkir mobil umum	R : Panel listrik
E : Parkir bus dan truk	S : <i>AC control</i>
F : Kantor utama	T : Ruang produksi
G : Aula umum	U : Tanki bahan bakar
H : Taman	V : Generator
I : Kantin	W : Unit pengolahan air
J : Koperasi karyawan	X : Unit pengolahan limbah
K : Masjid	Y : Gudang <i>inspecting, packing</i> dan penyimpanan produk
L : Klinik	Z : <i>Future expansion</i>
M : <i>Cleing service</i>	
N : Kantor <i>quality control</i>	

4.3. Tata Letak Mesin (*Site Planning*)

Perencanaan tata letak mesin produksi pada perancangan pabrik benang filament nylon ini diatur untuk mendukung kelancaran dan kesinambungan proses produksi. Pertimbangan tata letak mesin ini didasarkan pada beberapa faktor sebagai berikut :

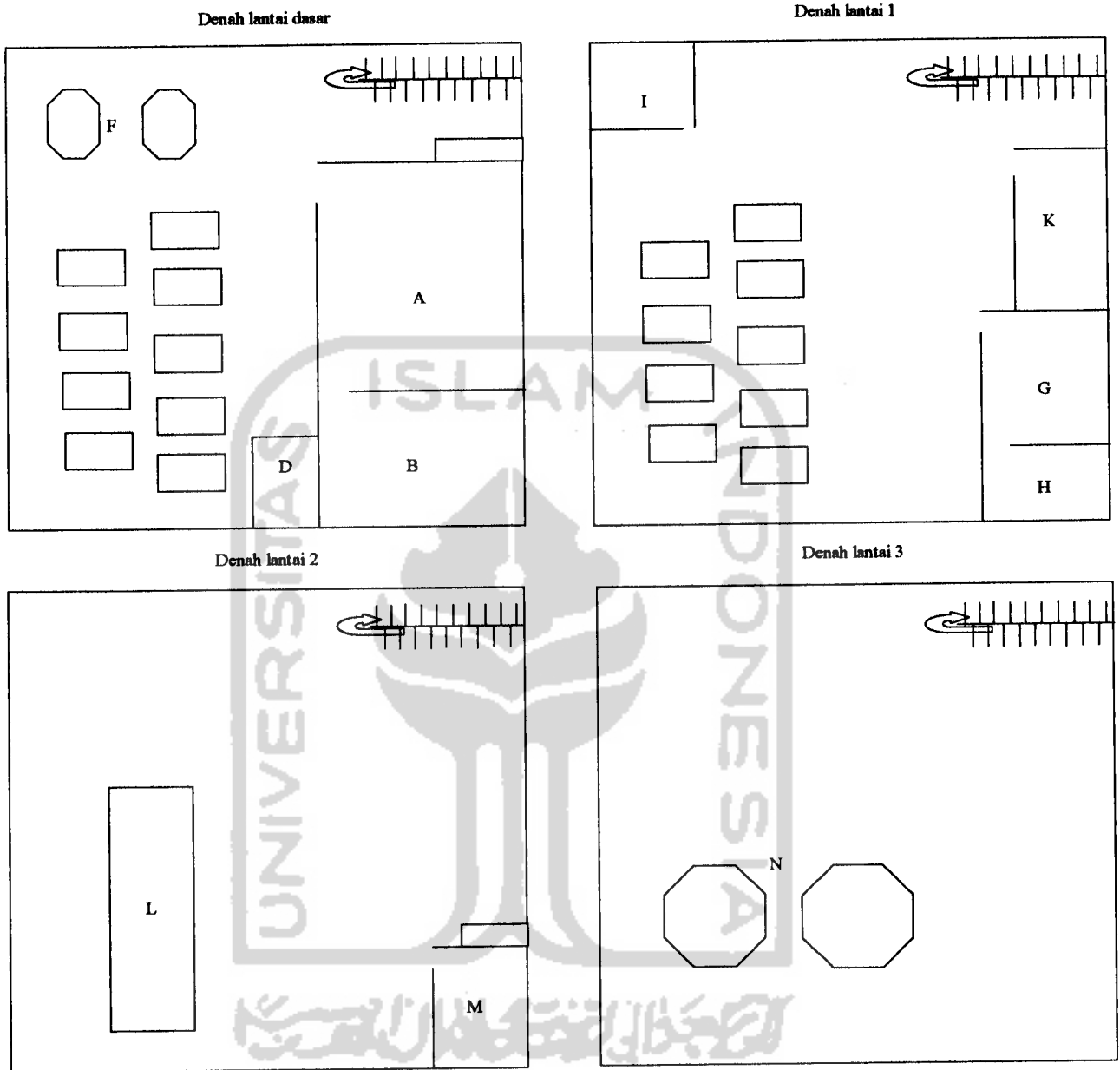
- a) Jenis produk.
- b) Tatanan fasilitas produksi dan sistem kerja oleh karyawan.
- c) Ketentuan *flow process*.
- d) *Minimum movement* baik alat proses maupun sistem operasional karyawan.

4.3.2. Tata Letak Ruang Produksi

Tata letak mesin di ruang produksi pabrik benang filament nylon ini disusun sedemikian rupa dimulai dari alur jalannya bahan baku sampai produk yang disesuaikan dengan flow process. Di dalam ruang produksi ini diatur 5 mesin utama yaitu mesin *vacuum dryer*, *extruder*, *spinner*, *winder* dan *boiler*.

Bangunan untuk produksi merupakan bangunan empat lantai, dengan lantai teratas tanpa atap untuk meletakkan chip *hopper*. Penentuan penggunaan bangunan empat lantai sebagai bangunan produksi didasarkan oleh faktor alur benang yang membutuhkan bantuan gaya gravitasi selama proses untuk menghantarkan benang mulai dari proses pelelehan chip (*melting*), penarikan (*drawing*) hingga proses penggulungan (*winding*).

Tata letak mesin produksi dapat dilihat secara rinci pada Gambar 4.2. berikut ini :



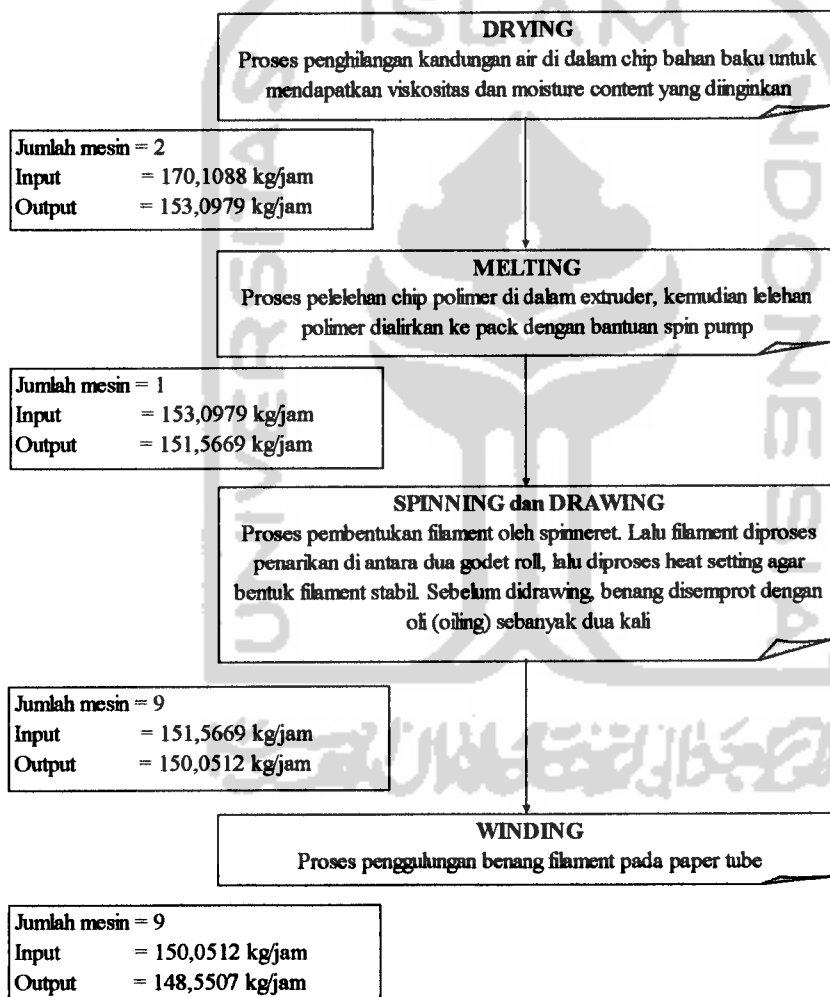
Gambar 4.2. Tata letak mesin produksi

Keterangan

A : Kantor ruang produksi
 B : Ruang rapat

C : Toilet
 D : Mushalla

- E : Mesin *winder*
- F : Mesin *vacuum dryer*
- G : Ruang perakitan *pack*
- H : Ruang *salt bath*
- I : Ruang boiler dan *Dowtherm*
- J : Mesin *melting* dan *quenching*
- K : Ruang *spare part*
- L : Mesin *extruder*
- M : Ruang persiapan *spin oil*
- N : Chip *hopper*



Gambar 4.3. Data kuantitas tiap tahapan proses pemintalan

4.3.1. Ruang Pendukung dan Kantor Utama

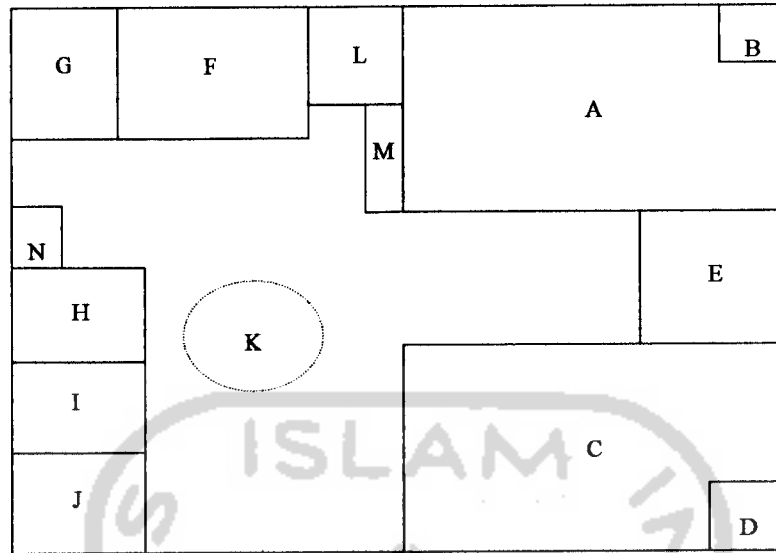
Selain kebutuhan ruang untuk produksi, perancangan pabrik benang filament nylon ini tentu membutuhkan berbagai ruangan pendukung sebagai fasilitas pembantu dalam kelancaran proses produksi. Rincian ruang pendukung beserta ukurannya disajikan pada Tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1. Jenis dan ukuran ruang pendukung

RUANG	PANJANG(m)	LEBAR(m)	LUAS (m ²)
Kantor utama	25	24	600
Parkir mobil direksi	4	22,5	90
Parkir mobil umum	24	6,6	160
Parkir motor	3	80	240
Aula umum	21	20	420
Masjid	12	15	180
Klinik	5	16	80
Taman	Diameter = 14,5		165
Koperasi	10	6	60
Kantin	14	15,7	220
Utilitas	5	12	60
Unit pengolahan air	9	20	180
Generator	5	12	60
Gudang bahan baku	6	15	90
Gudang produk, <i>inspecting</i> dan <i>packaging</i>	10	13	130
Unit pengolahan limbah	20	9	180

Cleaning service	5	12	60
Maintenance	5	12	60
Panel listrik	5	12	60
<i>AC control</i>	5	12	60
Kantor QC	10	24	240
Kantor produksi	20	13	260
Ruang rapat	13,5	13	175
Mushola	7	5	35
Toilet I	4	15	60
Toilet II	5	10	50
Suku cadang	12	7,5	90
Ruang perakitan <i>pack</i>	10	9	90
Ruang <i>salt bath</i>	6,5	9	60
Ruang persiapan spin oli	10	7	70
Ruang <i>boiler</i>	12	20	240
Parkir truk dan bus	20	16	320
Tangki bahan bakar	Diameter = 8,4		55,5
Satpam I	6	4	24
Satpam II	4	3	12
Satpam III	4	3	12
Satpam IV	4	3	12
Satpam V	4	3	12

Ruang kantor merupakan tempat berlangsungnya proses administrasi sebagai sentral kegiatan non produksi. *Lay out* dari ruang kantor utama disajikan pada gambar dibawah ini:



Gambar 4.4. Lay out kantor utama

Keterangan

- | | |
|--|---------------------------|
| A : Ruang bagian personalia | G : Ruang Komisaris |
| B : Ruang manajer personalia | H : Ruang general manajer |
| C : Ruang bagian keuangan dan pemasaran | I : Ruang direktur umum |
| D : Ruang manajer keuangan dan pemasaran | J : Ruang tamu |
| E : Ruang rapat I | K : <i>Show room</i> |
| F : Ruang rapat II | L : Mushalla |
| | M : Toilet |
| | N : dapur |

Tabel 4.2. Jenis dan ukuran ruang di kantor utama

RUANG	PANJANG(m)	LEBAR(m)	LUAS (m²)
Bagian personalia	20	7	140
Manajer personalia	3	2,5	7,5
Bagian keuangan dan pemasaran	20	7	140
Manajer keuangan dan pemasaran	3	2,5	7,5
Ruang rapat 1	6	5	30
Ruang rapat II	7,6	5	38
Komisaris	4,2	5	21
General manajer	4	4,5	18
Direktur umum	4	4	16
Ruang tamu	4	4	16
<i>Show room</i>	Diameter = 7		40
Mushalla	4	4,5	18
Toilet	2	6	12
Dapur	2	3	6

4.3.3. Perawatan Mesin (*Maintenance*)

Target produksi secara kualitas dan kuantitas akan dapat dipenuhi jika mesin produksi yang digunakan bekerja secara baik dan optimal, oleh karena itu perawatan mesin perlu dilakukan secara rutin. Perawatan mesin merupakan suatu usaha untuk memelihara, merawat, dan memperbaiki mesin produksi guna menjaga agar mesin tersebut tetap beroperasi dengan baik, optimal dan tahan lama. Perawatan mesin

dilakukan secara rutin pada mesin untuk menghindari kerusakan mesin-mesin produksi yang ada sebagai akibat dari kerja mesin yang terus menerus.

Perawatan mesin juga dilakukan apabila ada mesin yang mengalami kerusakan atau tidak dapat beroperasi, dimana mesin lain akan bekerja menggantikan kerja mesin yang tidak beroperasi yaitu dengan bekerja lebih keras, sehingga target produksi dapat tetap tercapai.

Perawatan mesin produksi dilakukan oleh bagian perawatan (*maintenance*), perawatan yang dilakukan terhadap mesin produksi meliputi dua langkah utama sebagai berikut :

a) Servis berkala

Servis berkala dilakukan pada setiap mesin secara rutin sesuai dengan jadwal untuk menghindari dan mengurangi kemungkinan terjadinya kerusakan pada mesin.

b) Perbaikan dan penggantian *spare part* yang rusak

Perbaikan dan penggantian *spare part* dilakukan apabila ada kerusakan pada mesin dan tidak ditentukan oleh jadwal. Langkah perawatan ini meliputi pergantian dan penggantian *spare part* yang rusak atau aus, penggantian oli, pembersihan mesin dari oli, minyak maupun sisa-sisa polimer (kerak).

4.4. Utilitas

Pada prarancangan pabrik benang filament nylon ini dilengkapi dengan utilitas yang memadai dan diatur agar dapat menopang kelancaran proses produksi. Unit pendukung yang dimaksud antara lain adalah :

- 1) Unit penyediaan listrik dan bahan bakar generator
- 2) Unit penyediaan air
- 3) Unit *steam*
- 4) Unit *air handling* dan AC
- 5) Unit *air pressure*
- 6) Unit pengolahan limbah

4.4.1. Unit Penyediaan Listrik dan Bahan Bakar Generator

Tugas dari unit penyedia listrik adalah menyediakan tenaga listrik yang dibutuhkan oleh pabrik, baik untuk proses produksi maupun perkantoran dan ruangan-ruangan lainnya. Pada pra rancangan ini terdapat dua sumber listrik, yaitu listrik dari PLN yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik pabrik selain untuk keperluan produksi.

Sedangkan kebutuhan listrik untuk keperluan produksi, termasuk penerangan ruang produksi, alat-alat perkantoran, laboratorium QC dan pompa air menggunakan Generator Set.

4.4.1.1. Penyediaan Tenaga Listrik Untuk Produksi oleh Generator

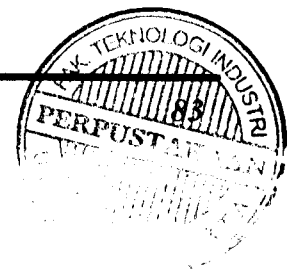
Tenaga listrik untuk kebutuhan produksi pada prarancangan pabrik pemintalan benang filament nylon ini menggunakan generator set bertenaga diesel. Kebutuhan listrik yang disuplai oleh gen-set mencakup untuk kebutuhan produksi, penerangan di ruang produksi, peralatan lab, komputer di kantor utama dan kantor QC, ruang produksi dan pompa air untuk produksi.

Spesifikasi Diesel Generator Set dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Jenis : Thomson Diesel PG-10
- Buatan : Inggris
- Tahun : 2002
- Bahan bakar : Solar
- Kapasitas : 80 MWH
- Jumlah : 2 unit
- Jam kerja : 24 jam

Listrik dari Gen-set ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik pada :

- Mesin produksi
- Alat penunjang produksi
- Penerangan ruang produksi
- Peralatan laboratorium



- Pengolahan limbah
- Ruang kantor utama, ruang *quality control* dan ruang produksi
- Pompa air

1) Kebutuhan listrik mesin produksi.

Pemakaian tenaga listrik dalam satu hari diperhitungkan dengan formula berikut :

$$\text{Keb. Listrik} = \text{daya} \times \text{jumlah mesin} \times \text{jam kerja} \quad \dots(4.1)$$

Kebutuhan tenaga listrik untuk mesin produksi meliputi :

Tabel 4.3. Kebutuhan listrik mesin produksi

No	Mesin produksi	Jml mesin	Daya/mesin (kW)	Daya/jam (kW)	Daya/hari (kWh)	Daya/tahun (kWh)
1	Vacuum dryer	2	55,95	111,90	2.685,60	926.532,00
2	Extruder	1	33,57	33,57	805,68	277.959,60
3	Spinning	9	630	5.670,00	136.080,00	46.947.600,00
4	Winder	9	16,13	145,17	3.484,08	1.202.007,60
5	Compressor I	1	477,42	477,42	11.458,08	3.953.037,60
6	Compressor II	1	418	418,00	10.032,00	3.461.040,00
7	Compressor III	1	261	261,00	6.264,00	2.161.080,00
8	Boiler	1	42	42,00	1.008,00	347.760,00
Total				7159,06	171.817,44	59.277.016,80

Pehitungan daya terpakai mesin untuk tiap tahun didasarkan pada pemakaian untuk 24 jam selam 345 hari.

a) Mesin *vacuum dryer*

$$\text{Daya/mesin} = 55,95 \text{ kW}$$

$$\text{Jumlah mesin} = 2$$

$$\begin{aligned}\text{Daya/bulan} &= \text{Daya} \times \text{jumlah} \times \text{jam kerja} \times \text{hari} \\ &= 55,95 \times 2 \times 24 \times 345 \\ &= 926.532 \text{ kWh}\end{aligned}$$

b) Mesin Extruder

$$\text{Daya/mesin} = 33,57 \text{ kW}$$

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

$$\begin{aligned}\text{Pemakaian/bulan} &= \text{Daya} \times \text{jumlah} \times \text{jam kerja} \times \text{hari} \\ &= 33,57 \times 1 \times 24 \times 345 \\ &= 277.959,60 \text{ kWh}\end{aligned}$$

c) Mesin *Spinning*

$$\text{Daya/mesin} = 630 \text{ kW}$$

$$\text{Jumlah mesin} = 9$$

$$\begin{aligned}\text{Pemakaian/bulan} &= \text{Daya} \times \text{jumlah} \times \text{jam kerja} \times \text{hari} \\ &= 630 \times 9 \times 24 \times 345 \\ &= 46.947.600 \text{ kWh}\end{aligned}$$

d) Mesin *Winder*

$$\text{Daya/mesin} = 16,13 \text{ kw}$$

$$\text{Jumlah mesin} = 9$$

$$\text{Pemakaian/bulan} = \text{Daya} \times \text{jumlah} \times \text{jam kerja} \times \text{hari}$$

$$= 16,13 \times 9 \times 24 \times 345$$

$$= 1.202.007,6 \text{ kWh}$$

e) *Compressor 1 (Low Pressure)*

Daya mesin = 477,42 kW

Jumlah mesin = 1 buah

Pemakaian/bulan = Daya \times Jumlah \times Jam kerja \times hari

$$= 477,42 \text{ kW} \times 1 \times 24 \text{ jam} \times 345$$

$$= 3.953.037,6 \text{ kWh}$$

f) *Compressor 2 (High Pressure)*

Daya mesin = 418 kW

Jumlah mesin = 1 buah

Pemakaian/bulan = Daya \times Jumlah \times Jam kerja \times hari

$$= 418 \text{ kW} \times 1 \times 24 \text{ jam} \times 345$$

$$= 3.461.040 \text{ kWh}$$

g) *Compressor 3 (Very High Pressure)*

Daya mesin = 261 kW

Jumlah mesin = 1 buah

Pemakaian/tahun = Daya \times Jumlah \times Jam kerja \times hari

$$= 261 \text{ kW} \times 1 \times 24 \text{ jam} \times 345$$

$$= 2.161.080 \text{ kWh}$$

h) Boiler

Daya mesin = 42 kW

Jumlah mesin = 1 buah

Pemakaian/tahun = Daya × jumlah × jam kerja × hari

= 42 kW × 1 × 24 × 345

= 347.760 kWh

2) Kebutuhan Listrik Mesin Penunjang Produksi

Tabel 4.4. Kebutuhan listrik untuk mesin penunjang produksi

No	Mesin produksi	Jml mesin	Daya/mesin (kW)	Jam kerja	Daya/jam (kW)	Daya/hari (kWh)	Daya/tahun (kWh)
1	Salt bath	2	2,23	24	4,46	107,04	36.928,80
2	Furnace	2	19	24	38	912,00	314.640,00
Total					42,46	1.019,04	351.568,80

a) Salt bath

Daya mesin = 2,23 kW

Jumlah mesin = 2 buah

Pemakaian/tahun = Daya × Jumlah × Jam kerja × hari

= 2,23 kW × 2 × 24 jam × 345

= 39.928,8 kWh

b) *Furnace*

Daya mesin = 19 kW

Jumlah mesin = 2 buah

Pemakaian/tahun = Daya × jumlah × jam kerja × hari

= 19 kW × 2 × 24 × 345

= 314.640 kWh

3) **Listrik Penerangan Ruang Produksi**

Kebutuhan tenaga listrik untuk penerangan ruang produksi meliputi ruang gudang bahan baku, ruang proses, ruang *inspecting* dan ruang produk.

Spesifikasi penggunaan lampu diruang produksi sebagai berikut :

- Jenis lampu : lampu TL 40 watt starting day light
- Kekuatan penerangan (Φ): 450 Lumens/W
- Sudut sebaran penerangan (ω) : 1 sr
- Tinggi lampu (r) : 4 meter
- Syarat penerangan : 40 lumens/ft² atau 430,52 lumens/m²
- Waktu menyala : 24 jam/hari
- Syarat penerangan : 40 lumens/ft² (430,52 lumens/m²)

Penentuan intensitas cahaya, kuat penerangan, luas penerangan dan jumlah stitik lampu dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Intensitas Cahaya} &= \frac{\Phi \times \text{jenis lampu}}{\omega} \quad \dots(4.2) \\ &= \frac{450 \times 40}{1} \\ &= 18.000 \text{ cd} \end{aligned}$$

$$\text{Kuat penerangan} = \frac{I}{r^2} \quad \dots(4.3)$$

$$= \frac{18.000}{16}$$

$$= 1125 \text{ luxs}$$

$$\text{Luas Penerangan} = \frac{I}{E} \quad \dots(4.4)$$

$$= \frac{18.000}{1125}$$

$$= 16 \text{ m}^2$$

$$\text{Jumlah titik lampu} = \frac{\text{Luas ruang}}{\text{Luas penerangan}} \quad \dots(4.5)$$

Jumlah penerangan keseluruhan pada tiap ruangan ditentukan dengan rumus

$$\text{berikut} = \text{Luas ruangan} \times \text{syarat kuat penerangan} \quad \dots(4.6)$$

Kuat penerangan tiap titik lampu ditentukan dengan rumus berikut :

$$= \frac{\text{Jumlah penerangan keseluruhan}}{\text{Jumlah titik lampu}} \quad \dots(4.7)$$

Kekuatan (daya) tiap titik lampu ditentukan dengan rumus berikut :

$$= \frac{\text{Penerangan tiap titik lampu}}{\text{Arus cahaya}} \quad \dots(4.8)$$

$$\Sigma \text{ listrik/tahun} = \text{Daya} \times \text{Jam kerja} \times \text{Titik lampu} \times 345 \text{ hari...}(4.9)$$

Hasil perhitungan kuat penerangan dan daya listrik yang dibutuhkan di ruang produksi disajikan pada Tabel 4.5. berikut :

Tabel 4.5. Kebutuhan listrik penerangan ruang produksi

Ruang	Luas (m ²)	Jumlah Lampu	Jml Penerangan Total (Lumens)	Kuat penerangan tiap titik lampu (Lumens)	Kekuatan tiap titik lampu (Watt)	Daya/tahun (kWh)
Raw Material	90	6	38.746,80	6.457,80	574,03	1.987
Proses	5800	363	2.497.016,00	6.878,83	611,45	120.226
Produk, Inspecting & Packing	130	9	55.967,60	6.218,62	552,77	2.981
Total =	6020	378	-	-	-	125.194

4) Kebutuhan listrik untuk alat uji

Pemakaian alat uji laboratorium disesuaikan dengan sampel yang akan diuji. Kualitas chip diuji dengan alat Karl Fischer Coulometer, *automatic viscometer*, *spektrofotometer* dan oven. Pengujian kualitas chip dilakukan setiap 5 hari sekali, dengan pertimbangan datangnya chip dari supplier, kapasitas mesin *vacuum dryer* dan *chip hopper*.

Sedangkan kualitas benang filament diuji dengan alat *yarn strength tester*, *analitical balance*, DFA (Duratech Finish Analyzer) dan *uster tester*. Jadwal pengujian benang filament hasil mesin winder dilakukan setiap 5 hari sekali, dengan jadwal pengujian sebagai berikut :

Tabel 4.6. Jadwal pengujian benang tiap mesin

Mesin	Hari pengujian				
	1	2	3	4	5
1	♦				
2		♦			
3			♦		
4				♦	
5					♦
6	♦				
7		♦			
8			♦		
9				♦	

Tabel 4.7. Kebutuhan listrik alat uji (LAMPIRAN A)

No	Alat uji	Jumlah	Daya	Jam kerja/hari	Daya/jam (kW)	Daya/hari (kWh)	Daya/tahun (kWh)
1	Karl Fischer Coulomete	1	0,5	1,25	0,5	0,625	21,56
2	Automatic Viscometer	1	3,5	0,417	3,5	1,458	352,19
3	Spektrofotometer	1	0,5	0,167	0,5	0,083	5,75
4	Oven	1	2	0,5	2	1	69
5	Yarn Strenght tester	1	0,6	1,067	0,6	0,64	220,8
6	DFA	1	3,5	1,233	3,5	4,32	1489,25
7	<i>Analitical Balance</i>	1	0,2	1,067	0,2	0,213	73,6
8	<i>Uster Tester</i>	1	3,5	2,667	3,5	9,333	3220
Total					14,3	17,670	5.452,15

5) Kebutuhan listrik untuk pengolahan limbah

Luas kolam penampungan limbah untuk masing-masing proses adalah 30 m³, yaitu dengan panjang 4 meter; lebar 3 meter dan kedalaman 2,5 meter.

Tabel 4.8. Kebutuhan listrik pompa pengolahan limbah

No	Alat pengolah limbah	Jumlah	Daya (kW)	Jam kerja	Daya/jam (kW)	Daya/hari (kWh)	Daya/tahun (kWh)
1	Pompa Equalisasi	2	1,5	24	3	72	24.840
2	Pompa Netralisasi	1	1,5	24	1,5	36	12.420
3	Pompa An aerob	1	1,2	24	1,2	29	9.936
4	Pompa Pengendapan	1	1,5	24	1,5	36	12.420
5	Pompa Pengendapan	1	11	24	11	264	91.080
6	Pompa Pengendapan	1	10	24	10	240	82.800
Total					28,2	676,8	233.496

- Pompa Equalisasi

- Daya = 1,5 kW

- Merk = Ebara

- Buatan = Jepang

- Kapasitas = 20 m³/jam

- Jumlah pompa = 2 buah

- Pemakaian listrik/tahun = Daya × Jumlah × Jam kerja × hari

$$= 1,5 \text{ kW} \times 2 \times 24 \times 345$$

$$= 24.840 \text{ kWh}$$

- Pompa Mixer Penetralan

- Daya = 1,5 kW

- Merk = Hanna

- Buatan = Jepang

- Jumlah pompa = 1 buah

- Pemakaian listrik/tahun = Daya × Jumlah × Jam kerja × hari

$$= 1,5 \text{ kW} \times 1 \times 24 \times 345$$

$$= 12.420 \text{ kWh}$$

• Pompa Mixer AnAerob

- Daya = 1,2 kW

- Merk = Hanna

- Buatan = Jepang

- Jumlah pompa = 1 buah

- Pemakaian listrik/tahun = Daya × Jumlah × Jam kerja × hari

$$= 1,2 \text{ kW} \times 1 \times 24 \times 345$$

$$= 9.936 \text{ kWh}$$

• Pompa Pengendapan

- Daya = 1,5 kW

- Merk = Hanna

- Buatan = Jepang

- Jumlah pompa = 1 buah

- Pemakaian listrik/tahun = Daya × Jumlahs × Jam kerja × hari

$$= 1,5 \text{ kW} \times 1 \times 24 \times 345$$

$$= 12.420 \text{ kWh}$$

- **Pompa Pengendapan Pengembalian Lumpur**

- Daya = 11 kW

- Jumlah pompa = 1 buah

- Pemakaian listrik/tahun = Daya Mesin \times Jml pompa \times Jam kerja \times hari

$$= 11 \text{ kW} \times 1 \times 24 \times 345$$

$$= 91.080 \text{ kWh}$$

- **Pompa Pengendapan Akhir**

- Daya = 10 kW

- Merk = Ebara

- Buatan = Jepang

- Kapasitas = 60 m³/jam

- Jumlah pompa = 1 buah

- Pemakaian listrik/tahun = Daya Mesin \times Jml pompa \times Jam kerja \times hari

$$= 10 \text{ kW} \times 1 \times 24 \times 345$$

$$= 82.800 \text{ kWh}$$

6) Listrik Komputer di Ruang Kantor Utama dan Quality Control

a. Kantor Utama

- Jumlah komputer : 23
- Daya : 0,36 kW
- Jam kerja : 7 jam
- Pemakaian listrik = $23 \times 0,36 \text{ kW}$
= 8,28 kW/jam
= 57,96 kWh/hari
= 19.996,2 kWh/tahun

b. Ruang *Quality Control*

- Jumlah komputer : 5
- Daya : 0,36 kW
- Jam kerja : 24 jam
- Pemakaian listrik = $5 \times 0,36 \text{ kW}$
= 1,8 kW/jam

= 43,2 kWh/hari

= 14.904 kWh/tahun

c. Ruang Produksi serta gudang produk, *inspecting* dan *packing*

- Jumlah komputer : 5
- Daya : 0,36 kW
- Jam kerja : 24 jam
- Pemakaian listrik = $5 \times 0,36 \text{ kW}$

$$= 1,80 \text{ kW/jam}$$

$$= 43,2 \text{ kWh/hari}$$

$$= 14.904 \text{ kWh/tahun}$$

7) Listrik Pompa Air

- Jumlah pompa : 1
- Daya : 7,5 kW
- Jam Kerja : 1 jam

- Pemakaian listrik = $1 \times 7,5 \text{ kW}$

$$= 7,5 \text{ kW/jam}$$

$$= 7,5 \text{ kWh/hari}$$

$$= 2.588 \text{ kWh/tahun}$$

Total kebutuhan listrik generator per tahun

$$= (59.277.016,8 + 351.568,8 + 125.193,60 + 5.452,15 + 233.496 + 49.804,2 + 2.588) \text{ kWh}$$

$$= 60.044.684,8 \text{ kWh/tahun}$$

$$= 174.042,57 \text{ kWh/hari}$$

4.4.1.2. Unit Penyedia Bahan Bakar Generator

Pabrik ini menggunakan solar sebagai bahan bakar generator. Persediaan solar ditetapkan untuk memenuhi kebutuhan selama 345 hari (1 tahun).

Spesifikasi dari unit penyediaan bahan bakar yang digunakan :

- Jenis : tangki bahan bakar
- Bentuk : silinder
- Kapasitas tangki : 58,1886 m³
- Jumlah : 2 unit
- Ukuran : diameter = 8,4 m
tinggi = 1,05 m
tebal = 3/8 inchi
- Bahan konstruksi : Carbon Steel SA-238 grad C

Seluruh kebutuhan listrik untuk mesin produksi, mesin penunjang produksi, penerangan ruang produksi, alat uji, pengolahan limbah, komputer

untuk kantor utama dan kantor QC serta untuk pompa air, direncanakan disuplai oleh gen-set. Untuk menjaga suplai tenaga listrik, maka pemanfaatan daya listrik hanya 80 % dari keseluruhan daya listrik yang tersedia, sehingga penggunaan daya listrik generator yang adalah :

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Generator} &= \frac{\text{total kebutuhan listrik per hari}}{\% \text{ pemanfaatan daya listrik}} \quad \dots(4.5) \\ &= \frac{174.042,57 \text{ kWh/hari}}{0,8} \\ &= 217.553,2167 \text{ kWh/hari} \\ &= 9.064,7174 \text{ kW/jam} \end{aligned}$$

Sehingga kebutuhan selama 1 tahun sebesar :

$$\begin{aligned} &= 174.042,57 \text{ kWh/hari} \times 345 \text{ hari} \\ &= 60.716.319,7778 \text{ kWh/tahun} \end{aligned}$$

Karena efisiensi generator yang digunakan sebesar 90%, maka input generator dapat diperhitungkan menggunakan formula sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Input} &= \frac{\text{Total Kebutuhan Listrik/hari}}{\text{Efisiensi}} \quad \dots(4.9) \\ &= \frac{174.042,57 \text{ kWh/hari}}{0,9} \\ &= 193.380,6370 \text{ kWh/hari} \end{aligned}$$

Kebutuhan bahan bakar yang digunakan sesuai dengan ketentuan spesifikasi generator. Jenis solar yang digunakan dengan spesifikasi sebagai berikut :

- *Heating value* : 112.727,3 Kcal/kg
- Berat jenis solar : 0,87 kg/liter

Apabila 1 kWh = 860 Kcal, maka :

$$\begin{aligned} \text{Input/jam} &= 9.064,7174 \text{ kWh} \times 860 \text{ Kcal} \\ &= 7.795.656,9306 \text{ kCal} \end{aligned}$$

Apabila dalam kg solar, solar menghasilkan energi listrik sebesar 112.727,3 Kcal/kg, maka besarnya input sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Input/jam} &= \frac{7.795.656,9306 \text{ Kcal}}{112.727,3 \text{ kCal/kg}} \quad \dots(4.10) \\ &= 69,1550 \text{ kg} \end{aligned}$$

Jika berat jenis solar sebesar = 0,87 kg/liter, maka besarnya input menjadi :

$$\begin{aligned} \text{Input/jam} &= \frac{69,1550 \text{ kg}}{0,87 \text{ kg/liter}} \quad \dots(4.11) \\ &= 79,4885 \text{ liter/jam} \end{aligned}$$

Sehingga kebutuhan solar per hari yang harus dipenuhi sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Untuk kebutuhan 1 hari} &= 24 \text{ jam/hari} \times 79,4885 \text{ liter/jam} \\ &= 1.907,7243 \text{ liter/hari} \end{aligned}$$

maka kebutuhan solar per tahun sebesar :

$$\begin{aligned} &= 345 \text{ hari/tahun} \times 1.907,7243 \text{ liter/hari} \\ &= 658.164,8697 \text{ liter/tahun} \end{aligned}$$

1) Biaya kebutuhan solar untuk *forklift*

Kebutuhan solar untuk *forklift* setiap hari diasumsikan sebesar 10 liter/hari, maka biaya yang dibutuhkan untuk 2 forklif sebesar :

$$= 2 \times 10 \text{ liter/hari}$$

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

$$= 6.900 \text{ liter/tahun}$$

2) Kebutuhan solar untuk mobil perusahaan

Kebutuhan solar diasumsikan 30 liter/hari, maka untuk 2 mobil perusahaan kebutuhan bahan bakar/hari sebesar :

$$= 2 \times 30 \text{ liter/hari}$$

$$= 60 \text{ liter/hari}$$

$$= 20.700 \text{ liter/bulan}$$

Maka total pemakaian solar untuk generator utama per tahun sebesar :

$$= \text{Solar generator} + \text{Solar } \textit{forklift} + \text{Solar transportasi}$$

$$= 658.164,8697 \text{ liter} + 6.900 \text{ liter} + 20.700 \text{ liter}$$

$$= 686.397,5365 \text{ liter/tahun}$$

Jika biaya solar per liter sebesar Rp. 7.095,- maka total biaya bahan bakar solar per tahun sebesar :

$$= 686.397,5365 \text{ liter} \times \text{Rp. } 7.095,-$$

$$= \text{Rp. } 4.869.990.521,-$$

4.4.1.3. Penyediaan Tenaga Listrik oleh PLN

Power yang dipakai pada pra rancangan pabrik pemintalan benang filament nylon ini bersumber dari PLN dengan jalur *High Voltage Power*. Daya yang disuplai dari PLN adalah sebesar 10 MW dengan beda potensial sebesar 20 KV.

Listrik dari PLN digunakan untuk beberapa kebutuhan sebagai berikut :

- 1) Listrik untuk penerangan ruang non produksi dan penerangan jalan pabrik.
- 2) Listrik untuk AC dan kipas angin.
- 3) Listrik untuk komputer.
- 4) Listrik untuk kebutuhan lain.

Jika diperkirakan dalam 1 tahun terjadi listrik padam sebanyak 36 kali, dan dalam 1 kali pemadaman terjadi selama 5 jam, maka total pemakaian listrik per bulan dikurangi 180 jam. Untuk mengantisipasi hal tersebut, diperlukan listrik cadangan yang berasal dari generator set. Spesifikasi generator set yang dipakai sebagai penyuplai listrik cadangan adalah sebagai berikut :

- Merk/Tipe : Mercedes / MTU, 44 LA
- Tahun : 1997
- Bahan bakar : Solar
- Kapasitas : 600 kW
- Jumlah : 1
- Effisiensi : 80%

1) Listrik penerangan ruang non produksi

Ruang non-produksi diklasifikasikan menjadi dua sebagai berikut :

- a. Ruang yang ditetapkan termasuk dalam klasifikasi ruang non-produksi pertama antara lain : kantor utama, aula umum, ruang utilitas, ruang *maintenance*, kantor produksi, kantor *Quality Control* dan ruang rapat.

Spesifikasi jenis lampu yang digunakan sebagai berikut :

- Jenis lampu : lampu TL 40 watt
- Kekuatan penerangan (Φ) : 450 Lumens /W
- Sudut sebaran penerangan (ω) : 1 sr
- Tinggi lampu (r) : 4 meter
- Waktu Menyala : 12 jam
- Syarat penerangan : 30 lumens/ft² (322.89 lumens/m²)

Penentuan kuat penerangan hitung dengan formula sebagai berikut :

$$\text{Kuat penerangan} = \text{luas (m}^2\text{)} \times \text{syarat penerangan (lms/m}^2\text{)}$$

Intensitas cahaya, kuat penerangan dan luas penerangan dapat dihitung menggunakan formula berikut :

$$\begin{aligned} \text{Intesitas cahaya (I)} &= \frac{450 \times 40}{1} \\ &= 18.000 \text{ cd} \end{aligned}$$

$$\text{Kuat penerangan (E)} = \frac{18.000}{16}$$

$$= 1125 \text{ lux}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas penerangan (A)} &= \frac{18.000}{1125} \\ &= 16 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Jika diperkirakan listrik mati dalam 1 tahun selama 180 jam maka total listrik per bulan :

$$\Sigma \text{ listrik/tahun} = (\Sigma \text{ listrik/tahun}) - (\Sigma \text{ listrik/jam} \times 180 \text{ jam}) \dots(4.12)$$

Dengan menggunakan formula yang sama, maka rincian hasil perhitungan jumlah titik lampu, lumens, kekuatan tiap titik lampu dan daya yang diperlukan setiap lampu di ruang non-produksi klasifikasi pertama dapat diketahui dari Tabel 4.9. sebagai berikut :

Tabel 4.9. Kebutuhan listrik penerangan di ruang non produksi I

Ruang	Luas (m ²)	Jumlah Lampu	Jml Penerangan Total (Lumens)	Kuat penerangan tiap titik lampu (Lumens)	Kekuatan tiap titik lampu (Watt)	Daya/jam (kW)	Daya/tahun (kWh)
Kantor Utama	600	38	193.734,00	5.098,26	453,18	1,52	6019,2
Aula Umum	420	27	135.613,80	5.022,73	446,47	1,08	4276,8
Utilitas	60	4	19.373,40	4.843,35	430,52	0,16	633,6
Maintenance	60	4	19.373,40	4.843,35	430,52	0,16	633,6
Kantor Produksi	260	17	83.951,40	4.938,32	438,96	0,68	2692,8
Ruang Rapat	175	11	56.505,75	5.136,89	456,61	0,44	1742,4
Suku Cadang	90	6	29.060,10	4.843,35	430,52	0,24	950,4
Total	1665	107				4,28	16948,8

Sehingga kebutuhan listriknya per tahun menjadi :

$$= 16.948 \text{ kWh} - (4,28 \text{ kWh} \times 180)$$

$$= 16.178,4 \text{ kWh}$$

- b. Ruang yang ditetapkan termasuk dalam klasifikasi ruang non-produksi kedua meliputi ruang parkir direksi dan umum, masjid, klinik, taman, koperasi, kantin, unit pengolahan air, generator, unit pengolahan limbah, *cleaning service*, panel listrik, AC control, mushola, toilet I-II, parkir motor, parkir truk dan bus, tangki bahan bakar serta satpam I-V.

Spesifikasi jenis lampu yang digunakan sebagai berikut :

- Jenis lampu : lampu TL 20 watt
- Kekuatan penerangan (Φ) : 450 Lumens/W
- Sudut sebaran penerangan (ω) : 1 sr
- Tinggi lampu (r) : 4. meter
- Waktu Menyala : 12 jam
- Syarat penerangan : 20 lumens/ft² (215,26 lumens/m²)

Intensitas cahaya, kuat penerangan dan luas penerangan dapat dihitung menggunakan formula yang sama diperoleh :

$$\begin{aligned} \text{Intensitas cahaya (I)} &= \frac{450 \times 20}{1} \\ &= 9000 \text{ cd} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat penerangan (E)} &= \frac{9000}{16} \\ &= 562,5 \text{ lux} \end{aligned}$$

$$\text{Luas penerangan (A)} = \frac{9000}{562,5}$$

$$= 16 \text{ m}^2$$

Dengan menggunakan formula yang sama, maka hasil perhitungan jumlah titik lampu, lumens, kuat penerangan tiap titik lampu dan daya yang dibutuhkan di ruang non produksi klarifikasi kedua dapat dilihat pada Tabel 4.10. berikut :

Tabel 4.10. Kebutuhan listrik penerangan ruang non produksi II

ruang	luas (m ²)	Jumlah Lampu	Jml Penerangan Total (Lumens)	Kuat penerangan tiap titik lampu (Lumens)	Kekuatan tiap titik lampu (Watt)	Daya/jam (kW)	Daya/tahun (kWh)
Parkir mobil direksi	90	6	19.373,40	3.228,90	143,51	0,12	475,2
Parkir mobil umum	160	10	34.441,60	3.444,16	153,07	0,2	792
Parkir motor	240	15	51.662,40	3.444,16	153,07	0,3	1188
Masjid	180	12	38.746,80	3.228,90	143,51	0,24	950,4
Klinik	80	5	17.220,80	3.444,16	153,07	0,1	396
Taman	165	11	35.517,90	3.228,90	143,51	0,22	871,2
Koperasi	60	4	12.915,60	3.228,90	143,51	0,08	316,8
Kantin	220	14	47.357,20	3.382,66	150,34	0,28	1108,8
Unit pengolahan air	60	4	12.915,60	3.228,90	143,51	0,08	316,8
Generator	60	4	12.915,60	3.228,90	143,51	0,08	316,8
Unit pengolahan limbah	180	4	38.746,80	9.686,70	430,52	0,08	316,8
Cleaning service	60	4	12.915,60	3.228,90	143,51	0,08	316,8
Panel listrik	60	4	12.915,60	3.228,90	143,51	0,08	316,8
AC control	60	4	12.915,60	3.228,90	143,51	0,08	316,8
Kantor QC	240	15	51.662,40	3.444,16	153,07	0,3	1188
Mushalla	35	3	7.534,10	2.511,37	111,62	0,06	237,6
Toilet I	60	4	12.915,60	3.228,90	143,51	0,08	316,8
Toilet II	50	4	10.763,00	2.690,75	119,59	0,08	316,8
Parkir truk dan bus	320	20	68.883,20	3.444,16	153,07	0,4	1584
Tangki bahan bakar	55,5	4	11.946,93	2.986,73	132,74	0,08	316,8
Satpam I	24	2	5.166,24	2.583,12	114,81	0,04	158,4
Satpam II	12	1	2.583,12	2.583,12	114,81	0,02	79,2
Satpam III	12	1	2.583,12	2.583,12	114,81	0,02	79,2
Satpam IV	12	1	2.583,12	2.583,12	114,81	0,02	79,2
Satpam V	12	1	2.583,12	2.583,12	114,81	0,02	79,2
Total	2507,5	157				3,14	12434,4

Sehingga kebutuhan listriknya menjadi :

$$= 12.434,4 \text{ kWh} - (3,14 \text{ kWh} \times 180)$$

$$= 11.869,2 \text{ kWh}$$

c. Untuk penerangan jalan di lingkungan pabrik

Spesifikasi jenis lampu yang digunakan sebagai berikut :

- Jenis lampu : Mercury 250 watt
- Kekuatan penerangan (Φ) : 9000 Lumens
- Sudut sebaran penerangan (ω) : 2 sr
- Tinggi lampu (r) : 7 meter
- Luas jalan keseluruhan : 1260 m²
- Syarat penerangan : 10 lumens/ft² (107,63 lumens/m²)

Intensitas cahaya, kuat penerangan dan luas penerangan untuk jalan di lingkungan pabrik dapat dihitung menggunakan formula yang sama, sehingga diperoleh hasil sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Intensitas cahaya (I)} &= \frac{9000}{2} \\ &= 4500 \text{ cd} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat penerangan (E)} &= \frac{4500}{49} \\ &= 91,84 \text{ lux} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas penerangan (A)} &= \frac{9000}{91,84} \\ &= 98 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah titik lampu} &= \frac{1260 \text{ m}^2}{98 \text{ m}^2} \\ &= 12,86 \approx 13 \text{ Lampu} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah penerangan seluruhnya} &= 1.260 \text{ m}^2 \times 107,63 \text{ lumens/m}^2 \\ &= 135.613,8 \text{ lumens} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat penerangan tiap titik lampu} &= \frac{135.613,8}{13} \\ &= 10.431,8307 \text{ lumens} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kekuatan (daya) tiap titik lampu} &= \frac{10.431,8307}{450} \times 250 \\ &= 5.795,4615 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Tenaga listrik yang dibutuhkan pada tiap jamnya sebesar :

$$= \frac{\text{Daya lampu} \times \text{Titik lampu}}{1000}$$

$$= \frac{250 \text{ Watt} \times 13 \text{ Titik lampu}}{1000}$$

$$= 3,25 \text{ kWh} \times 12$$

$$= 39 \text{ kWh/hari} \times 345$$

$$= 13.455 \text{ kWh/tahun}$$

Maka tenaga listrik yang dibutuhkan per tahun :

$$= (13.455 \text{ kWh/tahun}) - (3,25 \text{ kW} \times 180 \text{ jam})$$

$$= 12.870 \text{ kWh/tahun}$$

Pemakaian listrik penerangan ruang non produksi dan jalan pabrik/tahun sebesar :

$$= 16.178,4 \text{ kWh} + 11.869,2 \text{ kWh} + 12.870 \text{ kWh}$$

$$= 40.917,6 \text{ kWh}$$

2) Listrik untuk AC dan Kipas Angin

Perhitungan kebutuhan listrik untuk AC dan kipas angin pada perancangan ini dibagi berdasarkan jenis ruangnya, yaitu sebagai berikut :

a. Kebutuhan listrik AC di ruang produksi

Jumlah kebutuhan AC di ruang produksi, gudang bahan baku dan gudang produk (termasuk ruang *inspecting* dan *packing*) adalah sebanyak 61 buah (LAMPIRAN B), menggunakan AC jenis *Motor Supply Air Fan* dengan daya 5,14 kW. Perhitungan kebutuhan listrik untuk AC per bulan dihitung menggunakan formula sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan listrik} &= \text{Jumlah AC} \times \text{Daya listrik AC} && \dots(4.13) \\ &= 61 \text{ buah} \times 5,14 \text{ kW} \\ &= 313,54 \text{ kWh} \times 24 \\ &= 7.524,96 \text{ kWh/hari} \times 345 \end{aligned}$$



$$= 2.596.111,2 \text{ kWh/tahun}$$

Maka total pemakaian listrik per tahun yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan listrik} &= (2.596.111,2) - (313,54 \text{ kW} \times 180) \\ &= 2.539.674 \text{ kWh} \end{aligned}$$

b. Kebutuhan listrik AC dan kipas angin di ruang non-produksi

Tabel 4.11. Tabel kebutuhan listrik untuk pendingin

No	Jenis AC	Jumlah	Daya (kW)	Pemakaian/har	Daya/jam (kW)	Daya/tahun (kWh)
1	Motor suplay air fan	14	5,14	7	71,96	160830,6
2	AC window	16	1,5	7	24	53640,0
3	Kipas angin	14	0,25	7	3,5	7822,5
Total					99,46	222293,1

- Motor suplay air fan

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan listrik} &= \text{Jumlah} \times \text{Daya} \\ &= 14 \text{ buah} \times 5,14 \text{ kW} \\ &= 71,96 \text{ kWh} \times 7 \\ &= 503,72 \text{ kWh/hari} \times 345 \\ &= 173.783,4 \text{ kWh/tahun} \\ \text{Kebutuhan listrik} &= (173.783,4) - (71,96 \text{ kW} \times 180) \\ &= 160.830,6 \text{ kWh} \end{aligned}$$

- AC Window

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan listrik} &= \text{Jumlah} \times \text{Daya} \\ &= 16 \text{ buah} \times 1,5 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$= 24 \text{ kWh} \times 7$$

$$= 168 \text{ kWh/hari} \times 345$$

$$= 57.960 \text{ kWh/tahun}$$

Kebutuhan listrik = $(57.960) - (24 \text{ kW} \times 180)$

$$= 53.640 \text{ kWh}$$

- Kipas angin

Kebutuhan listrik = Jumlah \times Daya

$$= 14 \text{ buah} \times 0,25 \text{ kW}$$

$$= 3,5 \text{ kWh} \times 7$$

$$= 24,5 \text{ kWh/hari} \times 345$$

$$= 8.452,5 \text{ kWh/tahun}$$

Kebutuhan listrik = $(8.452,5) - (3,5 \text{ kW} \times 180)$

$$= 7.822,5 \text{ kWh}$$

Sehingga total pemakaian listrik AC per tahun menjadi :

$$= (2.539.674 + 160.830,6 + 53.640 + 7.822,5) \text{ kWh}$$

$$= 2.761.967,1 \text{ kWh}$$

3) Listrik untuk Komputer Ruang *Maintenance*

Spesifikasi komputer yang digunakan di ruang *maintenance* adalah

sebagai berikut :

- Processor : Athlon 64 3000+

- RAM : Kingston DDR2
- VGA : Gigabyte GF7100 GS 128 MB
- Operation system : Windows XP dan Linux
- Daya : 360 watt
- Waktu Menyala : 24 jam

Kebutuhan listrik untuk komputer di ruang *maintenance* per jam sebesar :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{360 \text{ watt} \times 1 \text{ buah}}{1000} \\
 &= 0,36 \text{ kWh} \times 24 \\
 &= 8,64 \text{ kWh/hari} \times 345 \\
 &= 2.980,8 \text{ kWh/tahun}
 \end{aligned}$$

Maka pemakaian listrik untuk komputer di ruang tersebut adalah sebesar :

$$\begin{aligned}
 &= (2.980,8 \text{ kWh}) - (0,36 \times 180 \text{ jam}) \\
 &= 2.916 \text{ kWh/tahun}
 \end{aligned}$$

4) Listrik Lain-lain

Kebutuhan listrik untuk rumah tangga meliputi penggunaan listrik untuk mesin fotokopi, fax dan sebagainya. Pemakaian listrik dalam tiap tahun untuk kebutuhan tersebut diperkirakan hanya menghabiskan 1% dari total kebutuhan listrik.

$$= 1\% \times (40.917,6 + 2.761.967,1 + 2.916) \text{ kWh}$$

$$= 28.058,007 \text{ kWh/tahun}$$

$$= 81.3276 \text{ kWh/hari}$$

5) Total Pemakaian Listrik dari PLN per Tahun

a. Listrik penerangan non produksi dan jalan pabrik	= 40.917,6 kWh
b. Listrik AC dan kipas angin	= 2.751.909,6 kWh
c. Listrik Komputer Ruang Maintenance	= 2.916 kWh
d. <u>Listrik Lain-lain</u>	<u>= 28.058,007 kWh +</u>
TOTAL	= 2.833.858,71 kWh/tahun

Jika biaya 1 kWh = Rp. 725,- maka biaya listrik PLN sebesar :

$$= 2.833.858,71 \text{ kWh} \times \text{Rp. } 725 \text{ ,-}$$

$$= \text{Rp. } 2.054.547.563 \text{ ,- per tahun}$$

Seluruh kebutuhan listrik yang disuplai oleh PLN membutuhkan bantuan dari generator cadangan untuk mengganti energi listrik apabila terjadi listrik padam. Asumsi terjadi listrik padam tiap bulan terjadi sebanyak 3 kali, dengan lama waktu kira-kira 5 jam, sehingga apabila diakumulasikan akan terjadi listrik padam sebanyak 180 jam tiap tahunnya.

Total pemakaian listrik untuk penerangan ruang non produksi, penerangan jalan, pendingin, komputer dan pemakaian tambahan lain sebagai berikut :

Tabel 4.12. Tabel kebutuhan listrik yang disediakan oleh generator cadangan

Kebutuhan listrik	Daya/jam (kW)
Penerangan ruang non produksi I	4,28
Penerangan ruang non produksi II	3,14
Penerangan jalan pabrik	3,25
AC dan kipas angin	413
Komputer ruang maintenace	0,36
Lain-lain	6,7773
Total (kWh)	430,807
Total kWh/tahun (kali 180 jam)	77.545,313

Penggantian listrik ini oleh generator ini tentu membutuhkan bahan bakar solar, dan untuk menjaga suplai tenaga listrik, maka pemanfaatan daya listrik hanya 80 % dari keseluruhan daya listrik yang tersedia, sehingga penggunaan daya listrik generator cadangan adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas Generator} &= \frac{\text{total kebutuhan listrik per tahun}}{\% \text{ pemanfaatan daya listrik}} \\
 &= \frac{77.545,313 \text{ kWh/tahun}}{0,8} \\
 &= 96.931,64 \text{ kWh/tahun}
 \end{aligned}$$

Karena efisiensi generator yang digunakan sebesar 90%, maka input generator cadangan dapat diperhitungkan menggunakan formula sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Input} &= \frac{\text{Total Kebutuhan Listrik/tahun}}{\text{Effisiensi}} \\
 &= \frac{77.545,313 \text{ kWh/tahun}}{0,9}
 \end{aligned}$$

$$= 86.161,46 \text{ kWh/tahun}$$

Kebutuhan bahan bakar yang digunakan sesuai dengan ketentuan spesifikasi generator. Jenis solar yang digunakan dengan spesifikasi sebagai berikut :

- *Heating value* : 112.727,3 Kcal/kg
- Berat jenis solar : 0,87 kg/liter

Apabila 1 kWh = 860 Kcal, maka :

$$\begin{aligned} \text{Input/jam} &= 96.931,64 \text{ kWh/tahun} \times 860 \text{ Kcal} \\ &= 83.361.211,85 \text{ kCal} \end{aligned}$$

Apabila dalam kg solar, solar menghasilkan energi listrik sebesar 112.727,3 Kcal/kg, maka besarnya input sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Input/jam} &= \frac{83.361.211,85 \text{ Kcal}}{112.727,3 \text{ kCal/kg}} \\ &= 739,4999 \text{ kg} \end{aligned}$$

Jika berat jenis solar sebesar = 0,87 kg/liter, maka besarnya input menjadi :

$$\begin{aligned} \text{Input/jam} &= \frac{739,4999 \text{ kg}}{0,87 \text{ kg/liter}} \\ &= 849,99 \text{ liter/tahun} \end{aligned}$$

Sehingga kebutuhan solar per tahun yang harus dipenuhi adalah sebanyak 849,99 liter.

Tabel 4.13. Rekapitulasi kebutuhan solar per tahun

No	Item	Kebutuhan solar
1	Generator utama	658.164,870
2	Generator cadangan	849,994
3	Forklift	6.900
4	Truk	20.700
Total		686.615

Jika biaya solar per liter sebesar Rp. 7.095,- maka total biaya bahan bakar solar per tahun sebesar :

$$= 686.615 \text{ liter} \times \text{Rp. } 7.095,-$$

$$= \text{Rp. } 4.871.532.455,-$$

4.4.2. Unit Penyediaan Air

Sumber penyediaan air pada perancangan pabrik ini dipenuhi dari PDAM dan air dari bawah tanah (dengan bantuan sumur pompa), dengan penggunaan sebagai berikut :

1) Air PDAM

Air PDAM digunakan untuk memenuhi kebutuhan air untuk konsumsi karyawan sehari-hari, sehingga kebersihan air konsumsi terus terjamin.

2) Air tanah yang dialirkan oleh pompa

Air ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan air untuk produksi, sanitasi, hydrant dan pemborosan. Air ini diperoleh dengan memurnikan air di unit pengolahan air lalu air yang telah bersih disalurkan dengan bantuan pipa-pipa

yang didorong oleh pompa air. Air *hydrant* digunakan untuk keadaan gawat darurat seperti saat terjadi kebakaran. Pada kondisi ini air akan keluar secara otomatis dari kran-kran yang terpasang dengan jarak semprotan radius 8 meter. Air ini berasal dari pompa yang dihubungkan dengan generator utama dan selalu siap digunakan bila dalam kondisi bahaya.

Spesifikasi pompa yang digunakan sebagai berikut :

- Jenis : *Water Jet Pump*
- Buatan : Torishima Pump Co. Ltd, Jepang
- Tahun : 2007
- Penggerak : Motor 7,5 KW; 380 V; 3 *phase*
- Pompa : Centrifugal
- Kapasitas : 86 m³/menit
- Jumlah : 1 (satu)

Pemilihan pompa air jenis ini didasarkan pada beberapa alasan keuntungan sebagai berikut :

- Harga *spare part* relatif murah
- Bobotnya relatif ringan
- Tidak memakan banyak tempat
- Mudah dihubungkan dengan penggerak jenis apapun
- Daya hisap tinggi

Kebutuhan air pada perancangan ini dikelompokkan menjadi 2 kelompok dengan tingkat spesifikasi tertentu sesuai dengan fungsi yang telah ditetapkan.

4.4.2.1. Air Sanitasi (*Raw Water*)

Air ini didistribusikan untuk keperluan sehari-hari seperti keperluan air di kamar mandi (MCK), air wudlu, menyiram, keperluan rumah tangga dan sebagainya. Keperluan air tersebut harus memenuhi syarat-syarat sanitasi, yaitu air tidak mengandung logam berat, seperti Cr, Cd, Hg, Zn, Pb, Ni, kandungan bakteri pathogennya dan kadar Fe rendah.

a. Syarat Fisik

- Warna jernih
- Tidak mempunyai rasa
- Tidak berbau

b. Syarat Kimia

- Tidak mengandung zat organik dan anorganik
- Tidak beracun
- Kesadahan air rendah ($\text{pH} \pm 7$)

c. Syarat Biologi

- Tidak mengandung bakteri terutama bakteri patogen

Air sanitasi untuk kebutuhan konsumsi berasal dari PDAM, karena dikhawatirkan tidak memenuhi syarat-syarat di atas. Kebutuhan air untuk konsumsi diasumsikan sebanyak 6 liter per orang tiap satu hari. Sehingga banyaknya kebutuhan air yang harus dipenuhi setiap tahunnya adalah :

$$= 6 \text{ liter/orang/hari} \times 306 \text{ orang} \times 345 \text{ hari}$$

$$= 663.420 \text{ liter/tahun}$$

Apabila diasumsikan rincian biaya yang dibebankan oleh PDAM pada tahun 2008 mendatang sebagai berikut :

- Biaya administrasi/tahun : Rp. 66.000,-
- Biaya beban/tahun : Rp. 396.000,-
- Biaya per liter : Rp. 1.650,-

Maka biaya tagihan penggunaan air PDAM tiap tahunnya dapat ditotal sebanyak :

$$= \text{Administrasi/tahun} + (\text{Biaya/liter} \times \text{Total air Konsumsi/tahun}) + \text{Beban}$$

$$= \text{Rp. 66.000,-} + (\text{Rp. 1.650,-} \times 633.420 \text{ liter}) + \text{Rp. 396.000,-}$$

$$= \text{Rp. 1.045.605.000,-}$$

Kebutuhan air sanitasi untuk mandi, WC dan tanaman, sebagai berikut :

1) Air untuk bak mandi

Kebutuhan air untuk bak mandi diasumsikan sebanyak 20 liter/orang/hari sehingga banyaknya kebutuhan air yang dipenuhi perhari :

$$= 20 \text{ liter/orang/hari} \times 306 \text{ orang}$$

= 6120 liter

2) Air untuk WC (water closet)

Kebutuhan air untuk WC diasumsikan sebanyak 10 liter/orang/hari.

Sehingga banyaknya kebutuhan air yang harus dipenuhi :

= 10 liter/orang/hari × 306 orang

= 3060 liter

3) Kebutuhan air untuk tanaman

Kebutuhan air untuk tanaman sebanyak

= 500 liter/hari

Sehingga total kebutuhan air sanitasi yang harus dipenuhi :

- Air untuk bak mandi = 6120 liter
 - Air untuk WC (water closet) = 3060 liter
 - Kebutuhan air untuk tanaman = 500 liter +
- Total kebutuhan air untuk sanitasi = 9.680 liter/hari
= 3.339.600 liter/tahun

4.4.2.2. Air kebutuhan untuk proses

1) *Soft Water*

Soft water berasal dari *raw water* yang diproses di *Soft Water Plant Tank* untuk mengikat CaCO_3 (dengan menggunakan resin), sehingga tingkat kesadiahannya menurun dan dapat sesuai standar yang dikehendaki. *Soft water*

ini digunakan untuk *Cooling Water* dan *Water Spray Chamber* (*air handling unit*).

Spesifikasi jenis resin yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Jenis Resin : Duwex HCR-S
- Volume : 3500 liter
- Konsentrasi garam : 8 %
- Flow : 150 menit
- Minimum *contact* : 35 menit

2) *Demin Water*

Demin water berasal dari *raw water* yang diproses di *Demin Water Plant Tank* untuk mengikat mineral pada kation dan mengikat jenis-jenis asam pada anion (dengan menggunakan resin), sehingga tidak menyebabkan korosi pada mesin dan alat produksi.

3) Kegiatan Produksi

Kebutuhan air untuk proses produksi meliputi proses penggulungan (*winding*) dan proses pemintalan (*spinning*), seperti *Water Spray Chamber*, *quenching chamber* dan *boiler* masing-masing adalah sebagai berikut :

Kebutuhan air di *quenching chamber*

Kapasitas produksi benang pada *quenching chamber* adalah 151,5669 kg/jam, dan diasumsikan tiap 1 kg benang membutuhkan 0,25 liter air.

Sehingga kebutuhan air untuk *quenching chamber* dapat dihitung sebagai

$$\begin{aligned} \text{berikut} &= 151,5669 \text{ kg/jam} \times 0,25 \text{ liter/kg} \\ &= 37,8917 \text{ liter/jam} \times 24 \\ &= 909,4014 \text{ liter/hari} \times 345 \\ &= 313.743,483 \text{ liter/tahun} \end{aligned}$$

Kebutuhan air di *water spray chamber (AHU)*

Kebutuhan air untuk *water spray chamber* digunakan untuk mengatur kondisi temperatur dan kelembaban di ruang pemintalan dan penggulungan.

$$\text{Luas ruang pemintalan} = 650 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas ruang penggulungan} = 650 \text{ m}^2$$

Kebutuhan air tiap meter persegi diasumsikan 10 liter tiap 24 jam, sehingga kebutuhan air untuk *water spray chamber* dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} &= (650 + 650) \times 10 \text{ liter/hari} \\ &= 13.000 \text{ liter/hari} \times 345 \\ &= 4.485.000 \text{ liter/tahun} \end{aligned}$$

Kebutuhan air untuk *boiler*

Boiler merupakan alat penghasil uap jenuh untuk memanaskan polimer agar tidak membeku sebelum didinginkan di *quenching chamber*. Uap jenuh

berasal dari air yang dipanaskan oleh boiler, dimana *boiler* menggunakan bahan bakar IDO (*Ignition Diesel Oil*).

Spesifikasi boiler

- Merk : Deltatherm
- Buatan : India, tahun 2000
- Daya : 42 kW
- Kapasitas : 15 m³
- Efisiensi : 87 %

Dengan asumsi kebutuhan air untuk setiap 1 kg benang adalah 0,75 liter.

Sehingga kebutuhan air setiap jam dapat dihitung sebagai berikut :

Total produksi berat benang per tahun = 1.230.000 kg

Total produksi berat benang per hari = 3.565,2174 kg

1 kg benang membutuhkan 0,75 liter air

Sehingga kebutuhan air untuk *boiler* per hari = 2.673,9130 liter

= 922.500 liter/tahun

Kebutuhan bahan bakar IDO

Untuk menghasilkan uap jenuh, *boiler* membutuhkan bahan bakar berupa IDO, dengan spesifikasi :

- Heating value : 23.200 btu/lb
- Densitas : 58,8153 lb/ft³
: 2,0769 lb/liter

Berdasarkan spesifikasi dan data (Perry,1958) tersebut, maka kebutuhan bahan bakar IDO dapat dihitung sebagai berikut :

- Suhu awal (T₁) : 32 °C
- Suhu akhir (T₂) : 150 °C
- H₁ : 54,06 btu/lb
- H₂ : 865,94 btu/lb

$$\begin{aligned} \text{Produksi benang per hari} &= 3.565,2174 \text{ kg} \\ &= 148,5507 \text{ kg/jam} \\ &= 67,3826 \text{ lb/jam} \end{aligned}$$

Bahan bakar IDO yang dipakai

$$\begin{aligned} \text{Beban panas boiler} &= \text{produksi/jam} \times (H_2 - H_1) \\ &= 67,3826 \text{ lb/jam} \times (865,94 - 54,06) \text{ btu/lb} \\ &= 54.706,5832 \text{ btu/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan IDO} &= \frac{54.706,5832 \text{ btu/jam}}{0,87 \times 23.200 \text{ btu/lb} \times 2,0769 \text{ lb/liter}} \end{aligned}$$

$$= 1,3050 \text{ liter/jam}$$

IDO yang dibutuhkan per jam adalah 1,4094 liter. Sehingga kebutuhan IDO per hari adalah sebagai berikut :

$$\text{Kebutuhan IDO} = 1,3050 \text{ liter/jam} \times 24 \text{ jam}$$

$$= 31,3205 \text{ liter/hari}$$

$$= 10.805,5556 \text{ liter/tahun}$$

Harga bahan bakar IDO per liter adalah Rp. 2.070,-

Sehingga total biaya yang harus dikeluarkan untuk bahan bakar IDO per tahun

$$\text{adalah} = 10.805,5556 \text{ liter} \times \text{Rp.}2.070,-$$

$$= \text{Rp.} 22.367.504,-$$

Total kebutuhan air untuk produksi adalah :

$$= (313.743,483 + 4.485.000 + 922.500) \text{ liter}$$

$$= 5.721.243,483 \text{ liter/tahun}$$

4.4.2.3. *Hydrant* dan Pemborosan

1) Kebutuhan air untuk *hydrant*

Air *hydrant* adalah air yang digunakan untuk keadaan darurat, seperti saat terjadi kebakaran. Jika tiap titik *hydrant* menjangkau 200 meter persegi, maka untuk ruang proses produksi kebutuhan kran ditetapkan sebanyak 8 buah titik.

Kebutuhan air untuk hydrant sebanyak 1500 liter untuk setiap titik kran, maka apabila diasumsikan pemakaian pompa *hydrant* adalah sebanyak 12 kali (terjadinya kecelakaan diasumsikan sebanyak satu kali dalam satu bulan), maka kebutuhan air untuk hydrant per tahun adalah :

$$= 8 \times 1500 \text{ liter}$$

$$= 144.000 \text{ liter/tahun}$$

Alat pendeteksi kebakaran ditempatkan khususnya pada ruangan penyimpanan bahan baku, produk jadi serta ruang proses produksi. Alat yang digunakan sebagai *detector* adalah Type WSO-10NA, dengan jangkauan 25 meter persegi.

Penentuan jumlah titik alat yang digunakan formula sebagai berikut :

$$\text{Jumlah titik pendetektor} = \frac{\text{luas ruangan}}{25 m^2} \dots(4.1)$$

Luas ruangan untuk proses produksi $5800 m^2$, maka jumlah titik pendetektor sebanyak :

$$= \frac{5800 m^2}{25 m^2} = 232 \text{ titik}$$

2) Kebutuhan air untuk Pemborosan

Air untuk pemborosan ini dapat digunakan untuk pencucian mobil perusahaan, kebersihan, dan kebutuhan pemborosan lainnya. Kebutuhan air untuk pemborosan yaitu :

$$= 100 \text{ orang} \times 6 \text{ liter/hari}$$

$$= 600 \text{ liter/hari} \times 345$$

$$= 207.000 \text{ liter/tahun}$$

Tabel 4.14. Rekapitulasi kebutuhan air per tahun

Macam	Kebutuhan per hari (liter)	Kebutuhan per tahun (liter)
Konsumsi	1.836,00	633.420,00
Sanitasi	9.680,00	3.339.600,00
Proses produksi	16.583,31	5.721.243,48
Pemborosan	600,00	207.000,00
Hydrant	12.000,00	144.000,00
Total	28.699,31	10.045.263,48

4.4.6. Unit Steam

Steam (uap panas) digunakan sebagai media pemanas yang diperoleh dari mesin boiler. Uap panas digunakan untuk menjaga temperatur pada *melting line* agar tidak membeku sebelum mengalami proses pemuluran di *quenching chamber* unit, juga sebagai media yang digunakan untuk membersihkan sisa-sisa polimer dan lelehan chip yang melekat pada spinneret.

Spesifikasi *boiler* yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Merk : Deltatherm
- Buatan : India, tahun 2000
- Daya : 42 kW

- Kapasitas : 15 m³
- Efisiensi : 87 %

Kebutuhan *steam* pada perancangan ini dikelompokkan menjadi 2 kelompok dengan tingkat spesifikasi tertentu sesuai dengan fungsi yang telah ditetapkan.

4.4.3.1. *Steam pada Melting Line*

Boiler berfungsi untuk memanaskan air menjadi *vapour* (uap) yang dibutuhkan untuk menjaga temperatur pada *melting line/ polimer conduff*, yaitu sebagai media pemanas polimer agar tidak membeku sebelum mengalami proses pendinginan di chamber unit.

4.4.3.2. *Steam Melting Cleaner (Burn Out)*

Pada proses *burn out* diperlukan sebuah alat yang digunakan untuk membersihkan sisa-sisa polimer, untuk menyiapkan semua material yang berhubungan dengan proses produksi, yaitu *salt bath machine*.

Salt Bath merupakan mesin yang berfungsi mencuci spinneret dan menghilangkan kerak (sisa-sisa) polimer yang menempel pada spinneret, dengan menggunakan media pencuci berupa naba salt.

Spesifikasi dari *Salt Bath Mechine* :

- Kode : JIS B 8270
- Fluida : Garam, air

- Kapasitas : 0,75 m³
- Temperatur Operasi : 450 °C
- Effisiensi Gabungan : 70 %

4.4.6. *Air Handling Unit* (AHU) dan AC

Air Handling Unit (AHU) berfungsi untuk menghasilkan kondisi udara yang sesuai dengan temperatur dan kelembaban yang diinginkan.

Spesifikasi dari *Air Handling Unit* :

- Kode : KR & OP
- Fluida : *demin water*
- Kapasitas : 12 m³
- Temperatur Operasi : 10-20°C

Pada perancangan ini terdapat tiga (3) *Air Handling Unit* yang dipergunakan untuk keperluan sebagai berikut :

4.4.4.1. *Air handling* untuk produksi

- 1) AHU pada proses pemintalan (*Quenching process*)

Air handling unit pada proses ini berfungsi untuk menghasilkan udara yang dipergunakan pada proses pemadatan filament, yaitu dengan

temperatur udara hembusan ± 19 °C dan kecepatan 45 m/menit agar filament tidak menempel serta mendapatkan mulur dan kekuatan tertentu.

2) AHU pada proses penggulangan

Berfungsi untuk menghasilkan kondisi udara yang sesuai di area penggulangan, yaitu kondisi ruang dengan temperatur $20 \pm 1,5$ °C.

Tabel 4.15. Parameter air handling unit (AHU)

Parameter	Temperatur (°C)		Press limit (mPa)	RH limit (°C)	(Fresh/Circ) Air (°C)	Kecepatan udara
	Target	PRC.LIM				
<i>Quenching process</i>	21 ± 1	21 ± 2	750 ± 50	65 ± 5	Fresh 100 %	45 m/menit
<i>Winding process</i>	$20 \pm 1,5$	Must be ventilated	N/A	65 ± 8	Fresh 100 %	1,4 m/detik

4.4.4.2. Air Conditioner (AC)

Prarancangan pabrik ini dilengkapi dengan fasilitas AC yang sangat memadai, dimana AC dibutuhkan sebagai pengatur kondisi ruangan. Khusus untuk ruangan bahan baku, AC diatur pada kondisi standar (dengan RH = 65% dan pada temperatur ± 25 °C), serta dilengkapi dengan alat pengatur kelembapan udara. Penggunaan dan spesifikasi AC diatur sesuai dengan fungsi dan luas ruangnya, dengan rincian sebagai berikut :

- Ruang produksi
- Ruang non-produksi

Spesifikasi AC yang digunakan sebagai berikut :

1) Motor Suplay Air Fan

- Merk : Siemen
- Type : ILA 6206-2AA70-200L
- Buatan : Italia
- Tahun : 2004
- Rpm : 975
- Daya : 5,14 KW

2) Window

- Merk : National
- Type : Eolia
- Buatan : Indonesia
- Tahun : 2007
- Daya : 1,5 KW

Fasilitas AC dan kipas angin diatur berdasarkan standar luas ruangan yang dapat dijangkau pada tiap 35-100 m².

Besarnya tenaga yang dibutuhkan AC jenis motor supply ditetapkan sebesar 5,14 kW. Perhitungan kebutuhan AC dan kipas angin dibagi atas beberapa ruangan berikut :

1) Jumlah Kebutuhan AC Di Ruang Produksi

AC yang digunakan pada ruang produksi adalah sebanyak 61 buah (LAMPIRAN B), dan merupakan AC jenis *motor supply air fan*. Kebutuhan AC untuk masing-masing ruangan produksi ditentukan dengan formula berikut :

$$\text{Jumlah AC} = \frac{\text{Luas ruangan}}{\text{s tan dar luas ruangan}} \dots(4.1)$$

2) Jumlah Kebutuhan AC Dan Kipas Angin Di Ruang Non-produksi

Kebutuhan jumlah AC dan kipas angin pada setiap ruang (non-produksi) meliputi :

Tabel 4.16. Kebutuhan AC di ruang non-produksi (LAMPIRAN B)

TOTAL JUMLAH AC	Motor suplay air fan	14
	AC Window	16
	Kipas Angin	14

4.4.6. Air Pressure

Air pressure adalah udara bertekanan yang dihasilkan oleh *compressor* yang digunakan untuk proses produksi. Berdasarkan kebutuhan pada proses produksi dan kebutuhan lain di dalam pabrik, maka dibutuhkan tiga macam *air pressure*, yaitu *Low pressure*, *High pressure* dan *Very High pressure*, dimana tiga macam *air pressure* tersebut dihasilkan oleh tiga jenis *compressor*, yaitu :

1) Compressor 1



- $Power = 600 \text{ HP} \approx 477,42 \text{ kW}$
- Tekanan yang dihasilkan = 6,5 bar (*Low Pressure*)
- Digunakan pada proses pengeringan chip

2) *Compressor 2*

- $Power = 418 \text{ kW}$
- Tekanan yang dihasilkan = 19,75 bar (*High Pressure*)
- Digunakan untuk menekan lelehan polimer pada screw di extruder

3) *Compressor 3*

- $Power = 350 \text{ HP} \approx 261 \text{ kW}$
- Tekanan yang dihasilkan = 25 bar (*Very High Pressure*)
- Digunakan untuk menghasilkan udara bertekanan pada proses *quenching*

Spesifikasi *compressor* yang digunakan sebagai berikut :

- Metode : Kompresi Sentrifugal
- Bentuk : Horizontal
- Kecepatan : Putaran Tinggi
- Gas Sentrifugal : Compressor Udara
- Konstruksi : Hermetic
- Jumlah mesin : 3 buah
- Power : Low 447,42 kW; High 418 kW; Very high 261 kW

4.4.6. Unit Pengolahan Limbah

Pada pra rancangan ini, pengolahan limbah pabrik (khususnya limbah cair) yang berasal dari *spin finish oil* dan *cooling tower* adalah dengan mengembangbiakkan bakteri untuk memakan zat kimia tak terurai yang terkandung dalam limbah, sehingga limbah tidak merusak lingkungan.

4.4.6.1. Pengertian Limbah Cair

Limbah cair adalah limbah cair yang berasal dari sisa proses produksi tekstil yang berupa cairan yang dianggap tidak mempunyai nilai ekonomi lagi. Limbah biasanya mengandung bahan pencemar yang tergantung dari bahan baku, proses-proses maupun produksi yang dihasilkan. Tujuan pengolahan air limbah adalah untuk mengurangi BOD, partikel tercampur, serta membunuh organisme patogen.

Selain itu, diperlukan juga tambahan pengolahan untuk menghilangkan bahan nutrisi, komponen beracun, serta bahan yang tidak dapat didegradasikan agar konsentrasi yang ada menjadi rendah. Limbah tekstil umumnya mengandung bahan pencemar yang bersifat racun dan bahaya, sehingga biasa dikenal dengan limbah B3 (bahan beracun dan berbahaya).

Bahan ini jumlahnya relatif sedikit tapi mempunyai potensi mencemarkan dan merusak lingkungan. Jumlah aliran air limbah dari industri bervariasi tergantung dari jenis dan besar kecilnya industri, pengawasan pada proses industri, derajat penggunaan air, derajat pengolahan air limbah yang ada.

Standar dalam proses industri 85-95 % dari jumlah air yang dipergunakan adalah air limbah dengan catatan industri tidak menggunakan kembali air limbahnya.

4.4.6.2. Karakteristik Limbah Cair

Untuk mengetahui lebih luas tentang air limbah, maka perlu diketahui secara detail kandungan dan karakteristik limbah. Berdasarkan karakteristiknya, air limbah dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu :

1) Karakteristik Fisik

Kandungan zat padat dalam air limbah terdiri atas zat padat terlarut dan tersuspensi, yang berada dalam kondisi dan dimensi yang berbeda untuk setiap air limbah. Selain itu zat padat ini berada dalam bentuk koloid yang tidak tampak, akan tetapi keberadaannya ditunjukkan dengan warna larutan yang keruh atau kelabu, karena zat tersebut berasal dari hasil dekomposisi bahan organik.

Dengan semakin banyak bahan terlarut dalam air limbah maka akan dapat memberikan sifat fisik lain sebagai dampak perubahan kualitas air. Perubahan sifat fisik ini ditunjukkan dengan adanya penurunan transparansi, kenaikan daya hantar listrik atau bahkan menaikkan derajat keasaman secara fluktuatif pada air limbah tersebut. Kandungan fisik dalam air limbah yang dijadikan sebagai indikasi pencemar antara lain :

- Warna

Pada air buangan industri tekstil, warna air yang dihasilkan adalah sisa warna yang tidak terpakai lagi dan kotoran-kotoran yang berasal dari serat.

Warna pada air limbah akan mengganggu keindahan lingkungan, menurunkan kadar oksigen terlarut (DO) dan dapat beracun. Warna pada air limbah tekstil biasanya berwarna coklat, biru, merah dan hitam tergantung pada proses yang dilakukan.

- **Bau**

Bau yang ditimbulkan oleh limbah biasanya berasal dari gas yang berbau, misalnya Hidrogen Sulfida (H_2S), dimana gas ini dapat merusak peralatan dan gas ini juga akan teroksidasi menjadi H_2SO_4 , sehingga akan menyebabkan kerusakan pada sistem pemipaan dan peralatan lain.

- **Padatan Tersuspensi**

Padatan tersuspensi merupakan partikel yang berukuran lebih besar dari satu micron. Keberadaannya akan mempengaruhi kekeruhan dan kecerahan air, sehingga mengganggu proses fotosintesis dan penetrasi cahaya endapan. Dekomposisi zat tersebut akan mengurangi nilai guna suatu perairan dan merusak lingkungan hidup.

- **Temperatur**

Temperatur air limbah industri biasanya lebih tinggi dari temperatur air standar, hal ini disebabkan oleh proses produksi yang dijalankan. Parameter temperatur sangat penting karena dapat mempengaruhi kehidupan, aktifitas dan pertumbuhan mikroorganisme dalam air.

2) Karakteristik Kimia

Komposisi kimia dalam air limbah sering tampak ekstrim baik dari segi kualitas maupun kuantitas, hal ini disebabkan karena setiap perubahan kimia dalam air limbah berlangsung secara cepat. Karakteristik kimia dalam air limbah antara lain :

- pH

pH diartikan sebagai derajat keasaman dan sebagai batasnya adalah keseimbangan ion Hidrogen. Meskipun bukan bahan pencemar khusus, pH berhubungan erat dengan keasaman dan alkalinitas limbah cair. pH juga dapat digunakan sebagai kontrol adanya kelebihan asam atau basa dalam perairan.

Konsentrasi ion hidrogen merupakan parameter yang penting untuk menentukan kualitas air limbah, karena tingkat pH akan berpengaruh pada mikroorganisme yang ada di air. Peran lain pH adalah menentukan nilai daya guna perairan, seperti irigasi dan lain-lain. Pengukuran pH dalam air buangan perlu dilakukan untuk mengontrol adanya sifat korosif, pencemaran atau adanya disinfektan dari peralatan, sehingga pH dari air limbah industri harus dinetralkan dahulu apabila terlalu tinggi atau terlalu rendah.

- BOD

BOD (*Biological Oxygen Demand*) menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk memecah atau mengoksidasi bahan-bahan bangunan di dalam air. Besar kecilnya BOD dipengaruhi oleh kadar zat organik, mikroorganisme, adanya zat yang bersifat asam, dan

adanya proses nitrifikasi, makin besar zat organik maka makin besar pula nilai BOD-nya. Namun apabila kandungan BOD-nya terlalu tinggi dapat menyebabkan turunnya oksigen terlarut dalam perairan dan keadaan anaerob, sehingga mematikan ikan dan kolam tersebut menjadi berbau busuk.

- COD

COD (*Chemical Oxygen Demand*) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang terdapat dalam air buangan. Oleh karena itu, COD dapat digunakan sebagai ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik. COD yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air.

- Nitrat dan Nitrit

Nitrat dan nitrit dalam jumlah besar dapat menyebabkan gangguan GI, diare campur darah, disusul dengan konvulsi, koma dan bila tidak tertolong akan meninggal. Keracunan kronis menyebabkan depresi umum, sakit kepala dan gangguan mental. Nitrit terutama akan bereaksi dengan hemoglobin dan membentuk methemoglobin (met Hb). Dalam jumlah yang lebih normal met Hb akan menimbulkan methemoglobinaemia, dan pada bayi penyakit ini dikenal dengan "blue babies".

- Klorida

Klorida adalah senyawa hogen Klor (Cl). Toksisitasnya tergantung pada gugus senyawanya. Klor biasanya digunakan sebagai disinfektan tetapi

bila terikat pada senyawa organik akan membentuk hlogen-hidrokarbon (Cl-Ho) yang banyak dikenal sebagai senyawa-senyawa karsinogenetik.

- Sulfat

Sulfat bersifat iritan bagi saluran gastrointestinal apabila dicampur dengan magnesium dan natrium. Sulfat yang tidak terlalu besar dapat menimbulkan diare dan pada boiler dapat menimbulkan endapan (*Hard Scales*), demikian pula pada *exchangers*.

3) Karakteristik Biologis

Proses pengolahan air limbah dengan cara biologis adalah dengan memanfaatkan mikroorganisme (ganggang, bakteri, protozoa) untuk menguraikan senyawa organik dalam air limbah menjadi senyawa yang sederhana dan dengan demikian mudah mengambilnya.

Proses ini dilaksanakan bila proses fisika atau kimia atau gabungan keduanya proses tersebut tidak lagi memuaskan. Proses ini selain mengambil manfaat yang lebih tinggi juga lebih murah penanganannya maupun biayanya. Keterbatasan proses ini adalah bahwa harus selalu tersedia areal yang luas dan limbah yang diolah memiliki volume yang tidak terlalu kecil.

Perbedaan utama alat pada metode ini dengan alat pada metode kimia adalah pada pelaksanaannya. Pengolahan dengan cara biologis dilakukan dengan 3 cara yaitu : pengolahan secara aerob, pengolahan secara anaerob dan pengolahan fakultatif. Pemilihan pengolahan tergantung pada karakteristik

limbah, kondisi dan maksud serta tujuan pengolahan. Pilihan satu atau bersama-sama sekaligus tergantung pada jenis-jenis limbah.

4.4.6.3. Parameter Kualitas Limbah Cair

Parameter yang diukur dalam pengolahan limbah cair adalah :

- pH

pH adalah suatu parameter yang berkaitan dengan konsentrasi ion hidrogen hal ini disebabkan oleh penguraian asam golongan elektrolit kuat. Jika air memiliki pH rendah, air ini mengandung ion hidrogen yang tinggi, dan keadaan ini dapat mematikan kehidupan makhluk air.

- Temperatur

Limbah cair ketika keluar dari proses produksi tidak boleh langsung di buang karena dapat membahayakan makhluk hidup yang ada di sekitarnya, oleh karena itu harus didinginkan dengan cara injeksi oksigen menggunakan *Root Blower*, sehingga temperatur yang dihasilkan tidak akan membahayakan lingkungan di sekitarnya.

- Warna

Limbah cair yang berwarna akan meningkatkan intensitas warna badan air yang menerimanya apabila limbah tersebut dibuang ke lingkungan. Apabila cuplikan limbah cair yang telah mengalami pemisahan padatan yang tersuspensi masih tetap berwarna, maka warna ini dinyatakan sebagai *true colour*. Air yang berwarna tidak disenangi, karena dapat mengakibatkan bercak pada pakaian atau kertas. Analisis senyawa pembentuk warna yang berada pada badan air

kompleks, maka satuan baku untuk warna ditentukan dengan perbandingan warna suatu larutan baku. Larutan baku ini adalah larutan K-Chloroplatinate dan Co-chloride dan satu satuan warna ini dibentuk oleh 1 mg/liter platinumium dan 0,2 mg/liter kobalt.

Warna badan air dapat menyerap berbagai panjang gelombang cahaya matahari, sehingga intensitas cahaya yang diperlukan untuk reaksi fotosintesa akan menurun, hal ini akan sama halnya dengan kekeruhan.

- *Chemical Oxygen Demand (COD)*

COD adalah banyaknya oksigen dalam ppm yang diperlukan untuk menguraikan benda organik oleh bakteri, sehingga limbah tersebut akan menjadi jernih lagi, dan diperlukan waktu 100 hari pada temperatur 20°C. Akan tetapi di laboratorium dipergunakan waktu 5 hari dan dikenal dengan BOD 5.

Senyawa-senyawa yang dikandung oleh limbah cair tidak semua dapat dirombak oleh mikroorganisme, maka suatu tolak ukur lain ditentukan untuk menyatakan kebutuhan oksigen yang diperlukan pada oksidasi secara kimiawi. Jadi nilai COD dari hasil analisis cuplikan akan selalu memiliki nilai yang lebih besar daripada nilai BOD dari cuplikan itu.

- *Biological Oxygen Demand (BOD)*

Parameter BOD adalah parameter yang digunakan untuk tolak ukur kandungan senyawa organik yang dapat didegradasi oleh mikroorganisme. Angka BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan hampir seluruh zat organik yang tersuspensi dalam air. Apabila

nilai BOD yang tinggi dari suatu limbah cair yang dibebaskan ke perairan alami akan menyebabkan menyusutnya kandungan oksigen terlarut di perairan tersebut.

Makhluk air tingkat tinggi tidak dapat hidup di perairan yang memiliki kadar BOD tinggi akibat dari kebutuhan oksigen untuk kehidupannya tidak tersedia, dimana perairan yang mengandung senyawa organik akan mendorong tumbuhnya bakteri yang tidak dibutuhkan dan tidak mendukung pertumbuhan serta perkembangbiakan. Menurut baku mutu limbah cair kadar maksimum BOD adalah 85 mg/l.

- TSS (*Total Suspended Solid*)

Bahan padatan tersuspensi merupakan salah satu parameter yang umum dalam mengukur pencemaran limbah. Padatan tersuspensi yang berada dalam perairan dapat dari lumpur dan limbah industri. Pengendapan dan pembusukan bahan padatan tersuspensi akan mengurangi nilai guna air.

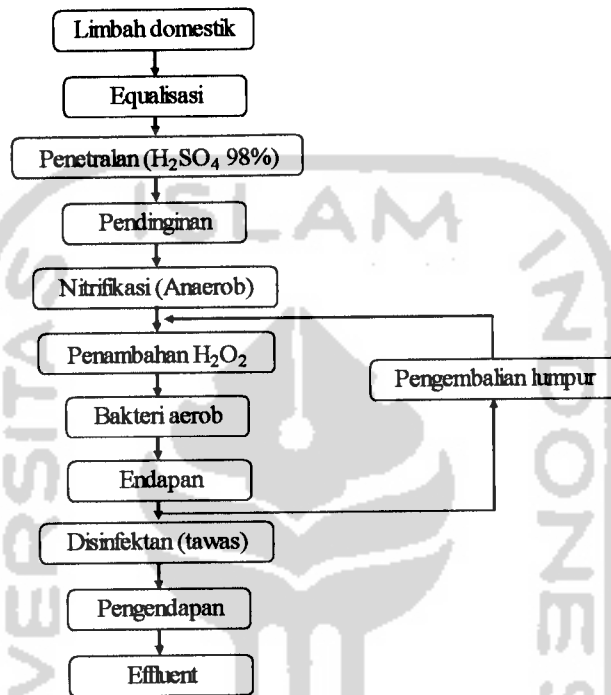
Tabel 4.17. Standar effluen berdasarkan baku mutu limbah cair untuk tekstil

No	Parameter	Satuan	Standar BMLC
1	PH		6 – 9
2	Padatan	mg/l	60
3	tersuspensi	mg/l	250
4	COD	mg/	85
5	BOD 5	m ³ /hari	150
	Debit		

Sumber : Departemen Perindustrian dan Perdagangan, tahun 2001

4.4.6.4. Alur Proses Pengolahan Limbah

Alur proses pengolahan limbah pabrik pemintalan benang filament nylon ini dapat dilihat pada Gambar 4.5. seperti dibawah ini :



Gambar 4.5. Alur proses pengolahan air limbah

Proses Pengolahan Limbah cair

- 1) Air limbah baik dari sisa produksi maupun limbah domestik dipompa ke IPAL dan masuk ke bak equalisasi.
- 2) Air limbah yang ditampung di bak equalisasi, tujuannya untuk meratakan konsentrasi dan mengatur debit yang akan diolah.
- 3) Air limbah lalu dipompa menuju bak penetralan yang dilengkapi dengan level kontrol dan *mixer*. Penetralan dilakukan dengan menggunakan larutan H_2SO_4

98% sebanyak 3 kg/m^3 , dosis yang diberikan berdasarkan target pH normal, yaitu antara 7-8.

- 4) Air limbah lalu didinginkan, yaitu dari bak penetralan mengalir menuju bak bersekat dan tertutup dengan kedalaman sekitar 1-2 meter, diaduk dengan *mixer* selama 4-7 jam sampai mengalami penurunan temperatur hingga menjadi $33\text{-}35 \text{ }^\circ\text{C}$.
- 5) Setelah proses pendinginan air limbah dimasukkan pada bak tertutup dan bersekat dengan kedalaman 3 meter, dimana di dalam bak ini terjadi proses nitrifikasi (proses pemanfaatan bakteri yang tidak memerlukan oksigen dalam kelangsungan hidupnya dan biasa disebut biologi anaerob). Prinsip kerja bakteri tersebut adalah memanfaatkan senyawa oksigen nitrit (NO_2) atau nitrat (NO_3) yang terdapat di dalam air, dimana bakteri nitrogen digunakan untuk mendegradasi zat-zat organik di dalam air limbah, sehingga kandungan oksigen air menjadi nol. Dengan tidak adanya oksigen didalam air maka limbah menjadi berwarna hitam dan berbau busuk. Untuk mengatasi bau busuk yang timbul dilakukan penambahan H_2O_2 (bersifat oksidatif, korosif dan reduktif). Dengan penambahan H_2O_2 pada limbah yang berbau, maka gas-gas yang menimbulkan bau akan teroksidasi sehingga bau menjadi hilang. Kemudian dilanjutkan ke proses biologi aerob lalu diendapkan. Untuk menjaga volume lumpur anaerobic, maka dilakukan pengembalian lumpur secara kontinyu dari bak pengendapan dan jika volume lumpur sudah berkurang dilakukan penambahan bakteri dari kompas (kotoran sapi).

- 6) Air limbah lalu dialirkan menuju bak disinfektan (koagulasi) dengan tawas. Tawas merupakan zat koagulan yang mampu mengikat koloid (untuk proses penjernihan air).
- 7) Air limbah lalu dialirkan menuju bak pengendapan akhir.

Setelah pengendapan akhir maka air limbah sudah bebas dari zat pencemar dapat langsung dialirkan ke sungai, sedangkan lumpur yang dihasilkan akan dikeringkan dengan mesin *belt press*, dan setelah kering lumpur dimasukkan ke karung untuk selanjutnya dijual ke petani sebagai pupuk organik.

4.5. Bentuk Perusahaan, Struktur Organisasi, Wewenang Dan Tanggung

Jawab

4.5.1. Bentuk Perusahaan

Badan usaha pada rancangan pabrik pemintalan benang filament nylon ini ditetapkan berupa perseroan terbatas. Perseroan terbatas (PT) merupakan suatu perserikatan yang modalnya diperoleh dari penjualan saham atau "sero". Setiap anggota dimungkinkan mengambil bagian dengan memiliki satu atau lebih dari satu saham. Mereka bertanggung jawab atas pinjaman perseroan dengan jumlah saham yang dimilikinya.

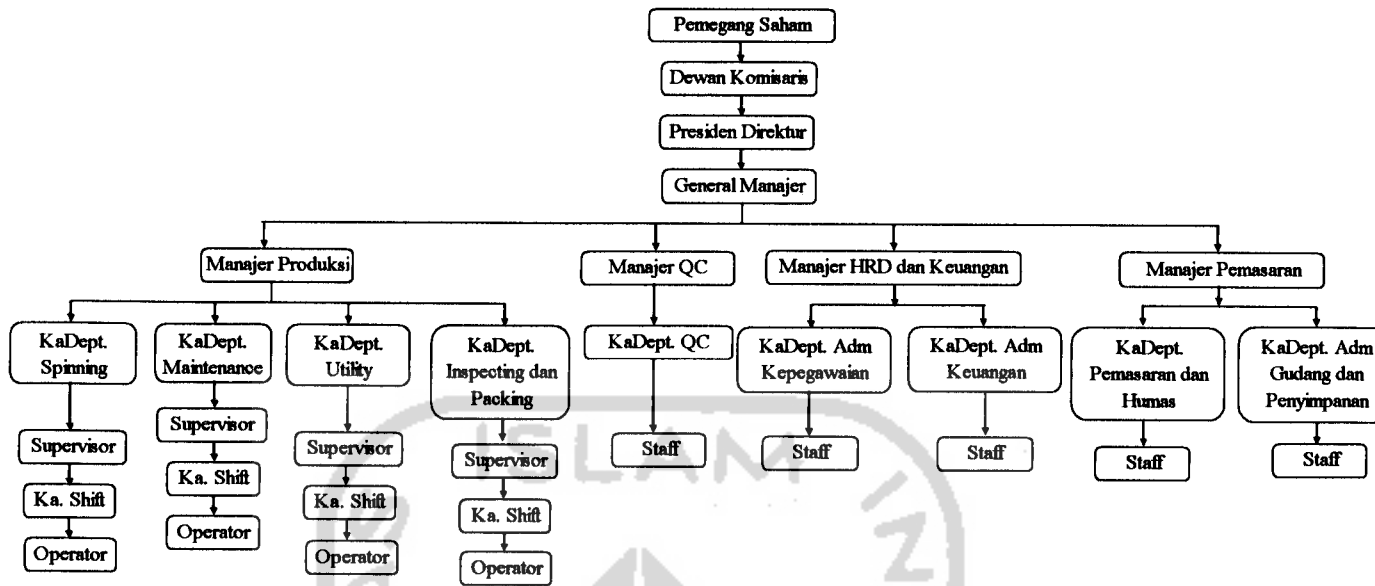
Perseroan terbatas dapat membedakan dengan pasti antara harta milik saham dan harta milik perseroan (perseroan terbatas merupakan badan hukum). Pemilihan bentuk perusahaan perseroan terbatas (PT) didasarkan pada beberapa faktor sebagai berikut :

- 1) Modal pasar bisa terkumpul dengan cara yang lebih mudah.
- 2) Mudah dalam mencari modal kerja, karena resikonya terbatas pada jumlah modal perusahaan mudah diperoleh.
- 3) Calon pembeli saham akan tertarik untuk membeli saham, karena resikonya terbatas pada jumlah modal yang disetorkan.
- 4) Perusahaan dapat menambah saham bila dikendaki, dan perusahaan dapat juga menerbitkan obligasi (surat tanda hutang yang pada suatu saat dapat dijual).
- 5) Bentuk "PT" memudahkan perusahaan dalam memindahtangankan saham karena tidak berpengaruh pada kinerja perusahaan.

Sistem organisasi pada perusahaan ini ditetapkan untuk berpedoman kerja menurut sistem LINI dan STAFF. Dengan menggunakan sistem ini maka perumusan tugas perusahaan, pendelegasian wewenang dan pembagian tugas kerja berupa kesatuan perintah maupun tanggung jawab serta sistem pengontrolan atas pekerjaan yang telah dilaksanakan dapat berjalan pasti dan jelas.

Dengan sistem ini, garis dan wewenang lebih sederhana dan praktis, demikian pula dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga karyawan hanya bertanggungjawab pada seorang atasan saja, sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staff yang terdiri dari orang-orang yang ahli dibidangnya.

Susunan struktur organisasi disajikan pada Gambar 4.6. berikut :



Gambar 4.6. Struktur organisasi

4.5.2. Tugas dan Wewenang

Pembagian tugas menurut wewenang dapat memudahkan dalam menyelesaikan tugas dan pekerjaan yang menjadi tanggung jawab setiap anggota organisasi. Deskripsi kerja merupakan panduan bagi anggota organisasi untuk mengetahui wilayah-wilayah yang termasuk dalam tanggung jawabnya. Tugas dan wewenang masing-masing anggota organisasi pada perancangan pabrik ini adalah sebagai berikut :

1) Pemegang saham

Pemegang saham adalah orang yang menyetorkan modal dengan membeli lembaran saham yang kemudian menjadi modal usaha dari perusahaan tersebut,

sehingga para pemegang saham merupakan pemilik perusahaan. Kekuasaan tertinggi perusahaan dengan bentuk perseroan terbatas (PT) adalah rapat umum pemegang saham (RUPS).

Tugas dan wewenang RUPS adalah :

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

2) Dewan Komisaris

Para pemegang saham dalam melaksanakan kegiatannya diwakili oleh dewan komisaris yang diangkat dalam RUPS dalam jangka waktu tertentu. Dewan komisaris merupakan jabatan tertinggi dalam struktur organisasi perusahaan dan dipimpin oleh seorang presiden direktur.

Dewan komisaris dan anggota dewan komisaris berhak memilih dan dipilih sebagai presiden direktur serta memilih dan mensahkan general manajer (kepala pabrik).

Tugas dan wewenang dewan komisaris meliputi :

- Merumuskan kebijaksanaan umum perusahaan.

- Mengarahkan dan mengawasi perusahaan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
- Mengesahkan pengeluaran modal dan pembagian keuntungan atas persetujuan dari RUPS.
- Berhak memilih dan dipilih sebagai presiden direktur yang selanjutnya disahkan oleh RUPS
- Memilih, memberhentikan, dan mensahkan general manajer
- Memeriksa pembukuan, inventaris, keuangan dan lain-lain serta meminta pertanggungjawaban presiden direktur

3) Presiden Direktur

Dalam melaksanakan kegiatan usahanya, para dewan komisaris diwakili oleh presiden direktur. Presiden direktur merupakan pimpinan perusahaan tertinggi yang diangkat oleh dewan komisaris dan disahkan oleh RUPS untuk jangka waktu tertentu.

Tugas dan wewenang presiden direktur meliputi :

- Bertanggung jawab terhadap RUPS.
- Merumuskan kebijakan umum perusahaan dalam melaksanakan kegiatan operasional secara umum.
- Berhak mengajukan nama general manajer (kepala pabrik) kepada dewan komisaris untuk diangkat dan disahkan.

- Mengarahkan dan mengawasi perusahaan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
- Mensahkan pengeluaran modal dan pembagian keuntungan atas persetujuan dari RUPS.
- Menolak dan menyetujui rencana operasional perusahaan yang diajukan oleh general manager.
- Memberikan laporan pertanggungjawaban dalam hal seluruh kegiatan operasional maupun non-operasional kepada dewan komisaris dengan dikeatahui oleh RUPS.

4) General Manager

General manager dipilih dan disahkan oleh dewan komisaris yang dipercaya oleh presiden direktur dan dewan komisaris untuk melaksanakan kegiatan operasioanal secara keseluruhan. General manager merupakan pelaksana dari kebijakan umum dengan mengimplementasikan menjadi kebijakan-kebijakan strategis perusahaan.

General manager bertugas memimpin dan mengkoordinir jalannya pelaksanaan kebijakan strategis perusahaan oleh masing-masing bagian.

Tugas dan wewenang general manager (kepala pabrik) meliputi :

- Melaksanakan dan mengarahkan kegiatan perusahaan agar sesuai dengan keputusan dewan komisaris

- Memberikan laporan pertanggungjawaban dalam hal yang berkaitan dengan kegiatan operasional perusahaan kepada presiden direktur dan dewan komisaris
- Bertanggung jawab kepada presiden direktur
- Berhak memberhentikan dan mengangkat staff dibawahnya
- Membawahi manager produksi, manager HRD dan keuangan, dan manager pemasaran.

5) Manajer Produksi

Manajer produksi bertanggung jawab terhadap kelancaran proses produksi.

Tugas dan wewenang manager produksi meliputi :

- Bertanggung jawab kepada general manager
- Memimpin langsung jalannya proses produksi
- Bertanggung jawab atas perencanaan dan pelaksanaan produksi
- Menjabarkan proses produksi
- Menerima rencana pelaksanaan kegiatan operasional secara keseluruhan dari general manager
- Mengawasi kesinambungan operasional pabrik
- Merumuskan kebijakan teknik operasional pabrik
- Membuat laporan pertanggungjawaban mengenai jalannya proses produksi kepada general manager

6) Manajer HRD dan Keuangan

Manager HRD dan keuangan bertugas mengelola bagian administrasi kepegawaian dan keuangan.

Tugas dan wewenang manager HRD dan keuangan meliputi :

- Mengelola administrasi kepegawaian dan perusahaan
- Melakukan perencanaan dan pengelolaan sumber daya manusia, perencanaan serta keamanan dan keselamatan kerja diseluruh pabrik
- Bertanggung jawab kepada general manager
- Membuat laporan pertanggungjawaban mengenai pengelolaan administrasi dan keuangan kepada general manager.

7) Manajer Pemasaran

Manager pemasaran bertugas melakukan terobosan-terobosan agar produk dapat menjadi lebih kompetitif di pasaran. Keberhasilan kerja manager pemasaran merupakan cerminan kesuksesan perusahaan.

Tugas dan wewenang manager pemasaran meliputi :

- Mengelola strategi pemasaran yang telah dirumuskan oleh general manager serta mengimplementasikan secara berkesinambungan.
- Melakukan perencanaan yang tepat.
- Bertanggung jawab kepada general manager.
- Membuat laporan pertanggungjawaban mengenai pemasaran produk yang dihasilkan kepada general manager.

Bekerjasama dengan manager administrasi dan keuangan menyusun draft perencanaan dan pelaksanaan produksi serta pemasaran produk.

8) Manajer QC

Manajer QC bertugas menjaga kelancaran proses pengujian bahan baku dan produk agar kualitasnya tetap sesuai dengan kualitas standar yang telah ditentukan.

Tugas dan wewenang manajer QC meliputi :

- Bekerja sama dengan manajer produksi mengatur jadwal pengujian bahan baku dan produk
- Membuat laporan pertanggungjawaban tentang hasil pengujian bahan baku dan produk dan mempertanggungjawabkannya kepada general manager.
- Bertanggung jawab atas jalannya proses pengujian kualitas

9) Kepala Departemen

Kepala departemen bertugas mengawasi dan melaksanakan rencana produksi. Selain itu kepala departemen bertugas membagi rencana atau strategi yang berkaitan dengan tugasnya dan diterjemahkan kepada bawahannya serta membuat laporan yang berkaitan dengan tugas yang telah dilaksanakan.

10) Supervisor

Supervisor bertugas menjabarkan operasional rencana strategis kepada kepala shift dan mengawasi operasional dari rencana strategis tersebut. Supervisor bertanggung jawab atas mesin-mesin yang digunakan dan memantau atas kelancaran proses produksi serta membuat hasil laporan hasil kerjanya untuk dipertanggungjawabkan kepada kepala departemen.

11) Kepala Shift

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

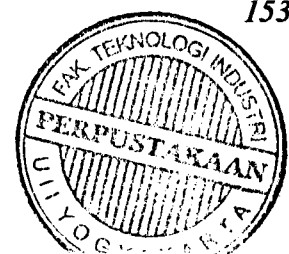
12) Operator

Operator bertugas menjalankan mesin sesuai dengan rencana produksi. Operator bertanggung jawab atas mesin yang dioperasikan dan mempertanggungjawabkan kepada kepala shift.

4.5.3. Sistem Kepegawaian

Loyalitas dan kedisiplinan karyawan merupakan pendukung kunci kesuksesan perusahaan. Untuk itu maka perusahaan untuk membangun suatu kondisi yang dapat menimbulkan hubungan yang harmonis antara karyawan dan atasan, sehingga dapat meningkatkan semangat kerja karyawan, yang selanjutnya akan meningkatkan produktifitas perusahaan.

Salah satu realisasi penciptaan hubungan yang harmonis tersebut antara lain dalam bentuk pemberian sistem penggajian yang disesuaikan dengan standar upah



minimum regional (UMR), sistem upah lembur serta fasilitas penunjang kesehatan.

4.5.4. Status Karyawan

Perusahaan menetapkan status karyawan menjadi 2 tipe sebagai berikut :

1) Karyawan Tetap

Karyawan yang diangkat oleh perusahaan dengan surat perjanjian dan harus menempuh beberapa tes dan masa training.

2) Karyawan Tidak Tetap

Karyawan yang bekerja dengan sistem kontrak dalam masa tertentu dan biasanya mereka bekerja sesuai order pekerjaan tertentu tergantung pada volume pekerjaan.

Perusahaan juga mengelompokan status karyawan berdasarkan pekerjaan yang ditangani sebagai berikut :

1) Buruh Langsung (*Direct labor*)

Merupakan tenaga kerja yang langsung menangani proses produksi dan biasanya langsung berhubungan dengan alat produksi.

2) Buruh Tidak Langsung (*Indirect labor*)

Merupakan tenaga kerja yang pekerjaannya tidak langsung berhubungan dengan proses produksi.

4.5.5. Jam Kerja Karyawan

Pabrik ini direncanakan beroperasi selama 24 jam dengan efisiensi kerja selama 21 jam per hari. Pembagian kerja selama satu hari dibagi menjadi 3 shift.

Karyawan dibedakan 2 kelompok yaitu :

1) Kelompok kerja shift

Kelompok kerja ini biasanya merupakan tenaga kerja yang berurusan secara langsung dalam proses produksi. Masing-masing shift bekerja selama 8 jam per hari dengan pembagian shift sebagai berikut :

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

Jam istirahat pada masing-masing shift ditetapkan sebagai berikut :

- Shift I : 12.00-13.00
- Shift II : 18.00-19.00
- Shift III : 02.00-03.00

Jam kerja shift yang diberlakukan bagi karyawan di unit produksi diberlakukan dari hari Senin sampai Sabtu, sedangkan hari Minggu dan hari libur besar para karyawan memperoleh libur. Pembagian kerja dibagi dalam regu 4, yang dipimpin oleh seorang ketua.

Karyawan yang bekerja pagi di hari Jum'at, jam istirahatnya ditetapkan (jam makan) 09.30-10.00 dan jam 12.00-13.00 (untuk sholat jum'at). Pengaturan grup dapat dilihat pada Tabel 4.18. berikut :

Tabel 4.18. Jadwal kerja karyawan shift

Hari / Shift	1	2	3	4	5	6	7	8
I	A	A	D	D	C	C	D	D
II	B	B	A	A	D	D	C	C
III	C	C	B	B	C	C	B	B
Cadangan	D	D	C	C	B	B	A	A

Keterangan :

- A : Group kerja I
- B : Group kerja II
- C : Group kerja III
- D : Group kerja IV

Yang termasuk karyawan dengan sistem shift kerja ini antara lain :

- Supervisor
- Kepala shift
- Kepala regu
- Operator
- Pegawai dapur
- *Maintenance*

Sedang sistem shift untuk petugas keamanan (satpam), pembagian kerjanya dilakukan sebagai berikut :

- Shift I : 07.00-15.00

- Shift II : 15.00-23.00
- Shift III : 23.00-07.00

2) Kelompok kerja non shift

Karyawan yang termasuk pada kelompok ini tidak menangani secara langsung proses produksi, tetapi menangani masalah administrasi.

Waktu kerja untuk karyawan ini dimulai dari jam 08.00-16.00 dan memperoleh libur pada hari Minggu dan hari libur besar.

4.5.6. Jumlah Karyawan, Sistem Gaji, dan Jenjang Pendidikan

Sistem penggajian didasarkan pada jenjang pendidikan dan berpengaruh pada penentuan besarnya gaji pokok yang diterima oleh seorang karyawan. Karyawan mendapat kenaikan golongan secara berkala menurut masa kerja, jenjang pendidikan, dan prestasi kerja karyawan. Jenjang jabatan karyawan ditentukan oleh masa kerja dan jenjang pendidikannya.

4.5.6.1. Perincian Tenaga Kerja

Perusahaan menetapkan bahwa jenjang jabatan tenaga kerja didasarkan pada tingkat pendidikan sesuai dengan bidang yang diperlukan. Selain jenjang pendidikan, perusahaan juga membutuhkan tenaga kerja dengan pengalaman dan profesionalisme kerja yang tinggi. Kriteria jenjang jabatan serta pendidikan dan tingkat penggolongan gajinya disajikan pada Tabel 4.19. berikut :

Tabel 4.19. Penggolongan jenjang jabatan berdasarkan jenjang pendidikan

No	Jabatan	Jenjang Pendidikan	Jumlah	Gaji/bulan (Rp.)	Jumlah Gaji/bulan (Rp.)
1	Presiden direktur	S2-S3	1	Rp 12.000.000	Rp 12.000.000
2	Direktur	S2-S3	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
3	General Manajer	S2-S3	1	Rp 8.000.000	Rp 8.000.000
4	Manajer	S2-S3	5	Rp 6.500.000	Rp 32.500.000
5	Kepala departemen	S2-S3	9	Rp 5.500.000	Rp 49.500.000
6	Supervisor	S1	20	Rp 4.500.000	Rp 90.000.000
7	Kepala shift	S1	14	Rp 3.500.000	Rp 49.000.000
8	Operator	D3	160	Rp 2.800.000	Rp 448.000.000
9	Staf adm dan kary kantor	D3-S1	30	Rp 2.800.000	Rp 84.000.000
10	Karyawan QC	D3-S1	15	Rp 2.800.000	Rp 42.000.000
11	Supir	SLTA	3	Rp 1.200.000	Rp 3.600.000
12	Cleaning service	SLTA	15	Rp 1.000.000	Rp 15.000.000
13	Tukang kebun	SLTA	6	Rp 1.000.000	Rp 6.000.000
14	Satpam	SLTA	12	Rp 1.200.000	Rp 14.400.000
15	Office boy/girl	SLTA	5	Rp 1.200.000	Rp 6.000.000
16	Dokter	S1-S2	3	Rp 3.500.000	Rp 10.500.000
17	Perawat	D3	6	Rp 2.800.000	Rp 16.800.000
Total			306		Rp 897.300.000

4.5.6.2. Perincian sistem gaji

Sistem penggajian tenaga kerja disesuaikan dengan level jabatan dalam struktur organisasi. Rincian gaji yang diterima pada karyawan pada perancangan pabrik ini meliputi :

- 1) Gaji pokok
- 2) Tunjangan jabatan
- 3) Tunjangan kehadiran (transportasi) bagi staff produksi dan non staff
- 4) Tunjangan kesehatan

Perusahaan menetapkan sistem penggajian sebagai berikut :

1) Gaji bulanan

Diberikan kepada karyawan tetap yang besarnya sebagaimana ditetapkan pada sub-bab 4.5.6.1.

2) Upah borongan

Diberikan kepada buruh borongan dan besarnya upah tergantung pada jenis volume pekerjaan. Biasanya dilakukan pada saat turun mesin (*over haul*).

3) Upah harian

Upah harian diberikan pada karyawan tidak tetap yang besarnya tergantung pada jumlah dan jam kerja. Tipe pekerjaan ini sifatnya *incidental* (diperlukan dalam waktu tertentu).

4.5.6.3. Rincian sistem kerja lembur

Selain gaji rutin yang diterima oleh karyawan, perusahaan juga memberlakukan sistem kerja lembur (pekerjaan tambahan diluar jam kerja tetap).

Gaji lembur diatur dengan ketentuan sebagai berikut :

1) Lembur biasa

Untuk setiap jam, besarnya gaji tambahan sebesar satu setengah kali dari gaji perjam.

2) Lembur hari Minggu/libur

Untuk setiap jam kerja pada hari libur atau hari Minggu, karyawan diberi gaji tambahan sebesar dua kali dari gaji per jam. Bagi karyawan yang

dipanggil untuk bekerja diluar jam kerja maka besarnya gaji tambahan yang ditetapkan dua kali dari gaji per jam.

4.5.7. Fasilitas Karyawan

Perusahaan menetapkan pemberian tunjangan tambahan untuk meningkatkan kesejahteraan karyawan berupa :

1) Makan

Penyediaan makan setiap jam makan untuk masing-masing shift yang dikelola oleh kantin karyawan.

2) Kesehatan

Penyediaan fasilitas kesehatan karyawan berupa poliklinik yang ditangani oleh dokter dan perawat.

3) Pakaian kerja

Penyediaan pakaian kerja sebanyak dua pasang dalam setahun.

4) Bonus prestasi

Pemberian uang pemacu prestasi diberikan kepada karyawan setiap kali melakukan prestasi atau berjasa kepada perusahaan.

5) Tunjangan hari raya (THR)

Tunjangan ini diberikan setiap tahun, yaitu menjelang hari raya Idul Fitri dan besarnya tunjangan adalah satu kali dari gaji pokok setiap bulan.

6) Jamsostek

Pemberian fasilitas asuransi jiwa terhadap kecelakaan dan hari tua.

7) Masjid dan kegiatan kerohanian

Penyediaan fasilitas untuk meningkatkan mental/rohani, dibangun tempat ibadah berupa masjid.

8) Transportasi

Penyediaan fasilitas transportasi untuk menjaga kedisiplinan kerja tepat waktu.

9) Cuti tahunan

Pemberian fasilitas cuti kepada setiap karyawan selama 12 hari dalam satu tahun.

10) Rekreasi

Pengadaan rekreasi setiap tahun suatu objek wisata tertentu secara bergilir

11) Cuti massal

Pemberian cuti massal tiap tahun untuk karyawan bertepatan dengan hari raya Idul Fitri selama 4 hari kerja

12) Cuti hamil

Cuti hamil diberikan kepada karyawan perempuan yang hendak melahirkan (selama 3 bulan). Cuti hamil diberikan untuk kelahiran anak pertama dan anak kedua, jarak kelahiran ditetapkan selama 2 tahun.

4.5.8. K3 (keamanan dan keselamatan kerja)

Penerapan K-3 pada pabrik ini didasarkan pada penjabaran UU No.1 Tahun 1970 dan peraturan K-3 lainnya dalam hal pelaksanaan perlindungan

terhadap semua aset perusahaan termasuk sumber daya manusia (SDM) dan faktor-faktor perusahaan lainnya. Keberhasilan penerapan K3 juga didasarkan atas kebijaksanaan pengelola K3 yang diambil alih oleh pimpinan perusahaan :

- 1) Komitmen top menejemen
- 2) Kepemimpinan yang cerdas
- 3) Organisasi K3
- 4) Integrasi k3 pada semua fungsi perusahaan

Sasaran K3 adalah tercapainya keselamatan dan kesehatan kerja tanpa adanya kecelakaan pada pada semua bidang yang ada di perusahaan. Salah satu langkah yang dilakukan dalam menjaga keselamatan pekerja adalah dengan memasang peringatan prosedur keselamatan kerja di lingkungan pabrik dan wajib dilakukan oleh seluruh karyawan, baik karyawan lapangan maupun kantor.

4.6. Evaluasi Ekonomi

4.6.1. Analisis Marketing

Alat analisis yang digunakan dalam prarancangan pabrik benang filament nylon ini adalah analisis SWOT (*Strenght, Weakness, Opportunities dan Threat*) serta daur hidup produksi.

4.6.2. Analisis SWOT

Analisis SWOT merupakan bentuk analisis yang menggunakan parameter internal perusahaan (meliputi kekuatan dan kelemahan) serta tempat perusahaan berdiri (meliputi peluang dan ancaman).

Kekuatan dan peluang merupakan dua hal yang menjadi kekuatan perusahaan untuk tetap eksis dalam persaingan industri. Sedangkan kelemahan dan ancaman merupakan dua hal pokok yang perlu diwaspadai oleh perusahaan, yang termasuk mencari solusi dengan menggunakan potensi perusahaan. agar kelemahan dan ancaman tersebut tidak membahayakan kelangsungan hidup perusahaan.

1) *Strenght* (Kekuatan)

Kekuatan yang dimiliki oleh pabrik ini adalah adanya tenaga kerja yang berkualitas, adanya pasar domestik dengan prospek yang baik, serta produk yang berkualitas tinggi (sebagai hasil dari penerapan standar *quality control* yang ketat). Selain itu dalam perusahaan juga menerapkan System Quality Manajemen ISO 9001 : 2000 dan penerapan ISO 14001 : 2004 mengenai Sistem Manajemen Lingkungan sehingga kepuasan konsumen akan terjamin.

2) *Weakness* (Kelemahan)

Kelemahan yang harus diantisipasi oleh pabrik ini adalah kondisi dalam negeri (seperti politik, ekonomi dan sosial) yang tidak tentu, yang akan berdampak pada biaya produksi yang dapat berubah secara fluktuatif. Selain masalah tersebut, terdapat persoalan pajak serta fluktuasi kenaikan biaya listrik, sehingga akan menyebabkan beban biaya produksi yang tidak dapat diprediksikan atau bahkan cenderung makin meningkat. Masalah itu dapat diatasi dengan pencapaian target penjualan yang maksimal, yang akhirnya profit penjualannya digunakan untuk menutupi biaya produksi yang meningkat.

3) *Opportunity* (Kesempatan)

Peluang yang harus dimaksimalkan oleh perusahaan adalah menutupi kebutuhan pasar yang ada di dalam negeri (domestik), data statistik menunjukkan bahwa pabrik pemintalan benang filament nylon di Indonesia masih sedikit jumlahnya padahal konsumsi benang nylon semakin meningkat, sehingga peluang pasar untuk benang filament nylon ini masih terbuka lebar.

4) *Threat* (Ancaman)

Ancaman yang cukup berarti untuk pabrik ini adalah persaingan sesama pabrik yang juga menghasilkan produk yang sama, dimana pabrik-pabrik tersebut telah memiliki kapasitas produksi yang lebih besar dibandingkan pabrik ini.

4.6.3. Analisis Daur Hidup

Mengikuti prinsip analisis daur hidup, maka perusahaan ini merupakan perusahaan yang masih dalam tahap pengenalan, oleh karena itu pabrik ini dilengkapi dengan metode promosi untuk melekatkan *image* produk kepada konsumen melalui strategi pemasaran dan pelayanan yang baik.

4.6.4. Strategi Pemasaran

Strategi pemasaran yang digunakan dalam pabrik benang filament nylon ini melalui berbagai macam strategi yang meliputi :

4.6.4.1. Strategi Pembelian Bahan Baku



Untuk memastikan ketersediaan bahan baku dengan mutu yang sesuai dengan standar kuantitas dan kualitas, maka perusahaan ini mendatangkan bahan baku dari dalam negeri (domestik). Langkah yang dilakukan agar persediaan bahan baku tetap terjaga adalah dengan menjalin hubungan baik dengan mitra penyedia bahan baku, termasuk juga dengan mengetahui dengan jelas kondisi lalu lintas transportasi bahan baku (chip nylon).

Pembelian bahan baku mengacu kepada *economis order quantity*, yaitu strategi pembelian bahan agar dapat mengurangi biaya penyimpanan dan pemesanan.

Rumus Economic Order Quantity :

$$= O \times \frac{S}{Q} = C \times \frac{Q}{2}$$

Keterangan :

- O = Biaya pemesanan
- S = Jumlah bahan baku pada periode tertentu
- Q = Jumlah Pemesanan
- C = Biaya penyimpanan
- F = Fekuensi peesanan

Diketahui :

$$S = 1.408,501 \text{ ton/tahun}$$

$$C = \text{Rp.}230.000,-$$

$$O = \text{Rp.}820.000,-$$

$$1 \text{ tahun} = 345 \text{ hari}$$

Sehingga waktu pembelian bahan baku dapat dihitung sebagai berikut :

$$= O \times \frac{S}{Q} = C \times \frac{Q}{2}$$

$$= 820.000 \times \frac{1.408,501}{Q} = 230.000 \times \frac{Q}{2}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times 820.000 \times 1.408,501}{230.000}}$$

$$Q = 100,2336 \approx 101$$

$$F = \frac{S}{Q}$$

$$F = \frac{1.408,501}{101}$$

$$F = 14,0572 \approx 15$$

Jika dalam waktu satu tahun pengiriman chip sebanyak 15 kali, maka :

$$\text{Waktu kedatangan} = \frac{345}{101}$$

$$= 23 \text{ hari sekali}$$

4.6.4.2. Strategi Lokasi

Pemilihan lokasi industri harus memperhatikan faktor kemudahan, kenyamanan dan perspektif lokasi.

4.6.4.3. Strategi Distribusi Produk

Untuk mendistribusikan produk berupa benang kapas. maka perusahaan melakukan dua macam strategi distribusi. yaitu :

1) Saluran nol tingkat (distribusi langsung)

Modal strategi ini menempatkan perusahaan sebagai penjual langsung kepada *end-user*. Pada saluran ini, pemesanan produk dapat dilakukan melalui surat (pos dan *e-mail*) ataupun telepon, sehingga kekuatan penjualan bertumpu pada pemberian informasi tentang kelebihan produk kepada konsumen dan calon konsumen.

2) Saluran tingkat satu (saluran tidak langsung)

Pada saluran ini terdapat perantara antara produsen dengan pelanggan, yang bisa dilakukan oleh distributor maupun perwakilan perusahaan. Pada jalur ini, hubungan komunikasi antara perusahaan dengan distributor maupun perwakilan perusahaan mutlak diperlukan, karena mengingat keluhan konsumen tidak langsung diberikan kepada perusahaan tetapi melalui distributor atau perwakilan perusahaan.

4.6.4.4. Strategi Promosi

Strategi promosi ini merupakan hal penting, karena *image* ataupun citra perusahaan belum melekat pada konsumen, sehingga promosi yang dilakukan berupa strategi *brand name*. Langkah pembentukan citra ini bisa dilakukan dengan mengikuti *event* pameran industri baik skala nasional maupun

internasional, yang berfungsi untuk memperkenalkan produk kepada konsumen (yang juga merupakan pelaku industri).

Promosi lain yang bisa dilakukan adalah dengan memberikan sampel produk kepada perusahaan yang menjadi target market potensial.

4.6.4.5. Strategi Sumber Daya Manusia

Industri dalam kegiatannya melibatkan manusia yang menjalankan roda perusahaan, dimana produktifitas karyawan mempengaruhi volume dan kualitas produksi, penjualan dan laba perusahaan, oleh karena itu perlu dilakukan penataan sumber daya manusia yang profesional. Profesionalisme ini dibangun melalui pelatihan-pelatihan yang dilakukan secara berkala kepada karyawan sesuai dengan bidang keahliannya.

4.6.5. Analisis Finansial

Merupakan suatu analisis terhadap keuangan perusahaan untuk menentukan jumlah modal dan sumber pemodalannya perusahaan. Dengan adanya analisis finansial ini, maka penentuan harga jual produk dan kelayakan pabrik benang filament nylon dapat diperhitungkan.

Analisis ekonomi berguna untuk mengetahui kelayakan rencana pendirian pabrik. Dalam analisis ekonomi, faktor yang ditinjau sebagai berikut :

- 1) Titik impas (*Break Even Point*)

Break even point merupakan analisis titik pulang pokok yang dimaksudkan untuk menentukan bahwa perusahaan masih layak beroperasi saat tidak mengalami keuntungan dan kerugian.

2) Waktu Pengembalian Modal (*Pay Out Time*)

Pay out time adalah waktu pengembalian modal yang didapat berdasarkan dari keuntungan yang dicapai.

3) Pengembalian atas investasi (*Return of Investment*)

Return of investment adalah pengembalian atas investasi yang merupakan perbandingan antara pemasukan per tahun terhadap dana investasi yang memberikan indikasi profitabilitas suatu investasi.

4) Tingkat Resiko (*Shut Down Point*)

Shut down point merupakan analisis yang menyatakan tingkat resiko dalam melangsungkan operasional suatu perusahaan.

Modal yang digunakan dalam mendirikan pabrik pemintalan ini berasal dari 55% modal pinjaman dari bank dan 45% modal sendiri.

4.6.5.1. Modal Investasi

Biaya perusahaan yang termasuk dalam modal investasi meliputi :

Tabel 4.20. Rekapitulasi modal investasi (LAMPIRAN D)

No	Nama modal	Biaya
1	Infrastruktur	24.762.582.500
2	Mesin produksi	4.345.000.000
3	Sarana penunjang	420.000.000
4	Alat laboratorium	451.600.000
5	Sarana transportasi	1.605.000.000
6	Ijin usaha	116.000.000
7	Instalasi	320.000.000
8	Alat kantor	544.400.000
9	Training karyawan	150.000.000
10	Biaya penelitian	750.000.000
11	Sewa internet provider	100.000.000
12	Biaya promosi	500.000.000
13	Pembelian sampel	12.500.000
14	Penunjang utilitas	999.106.500
Total		35.076.189.000

4.6.5.2. Modal Kerja

Adalah modal yang tersedia pada perusahaan yang gunanya untuk melaksanakan proses produksi. Biaya yang termasuk yang dihitung dalam satu tahun kerja dapat dilihat pada tabel 4.21. :

Tabel 4.21. Rekapitulasi modal kerja (LAMPIRAN E)

No	Item	Jumlah biaya
1	Bahan Baku	Rp 1.331.807.597,93
2	Biaya Utilitas	Rp 7.994.052.521,83
3	Gaji Karyawan	Rp 10.767.600.000,00
4	Biaya Telepon	Rp 60.000.000,00
Total		Rp 20.153.460.119,76

4.6.5.3. Fixed Cost

Adalah ongkos atau biaya yang besarnya cenderung tetap untuk periode tertentu meskipun volume produksi atau aktivitas perusahaan berubah.

Tabel 4.22. Rekapitulasi fixed cost (LAMPIRAN F)

No	Item	Jumlah biaya
1	Depresiasi	Rp 828.720.904
2	Biaya Pemeliharaan dan Perbaikan	Rp 233.137.000
3	Pajak dan retribusi	Rp 200.000.000
4	Asuransi	Rp 228.061.065
5	Bunga bank	Rp 3.993.687.811
6	Administrasi	Rp 500.000.000
7	Gaji karyawan	Rp 13.028.373.000
8	Biaya promosi	Rp 500.000.000
9	Biaya penelitian	Rp 750.000.000
Total		Rp 20.261.979.780

4.6.5.4. Variable Cost

Adalah ongkos atau biaya yang besarnya cenderung berubah untuk periode tertentu meskipun volume produksi atau aktivitas perusahaan.

Tabel 4.23. Rekapitulasi variable cost

No	Item	Jumlah biaya
1	Bahan Baku (LAMPIRAN E)	Rp 1.331.807.597,93
2	Biaya Utilitas (LAMPIRAN C)	Rp 7.994.052.521,83
3	Biaya Telepon	Rp 60.000.000,00
Total		Rp 9.385.860.119,76

4.6.5.5. Perhitungan Harga Jual/Kg

- Produksi/tahun = 1.230 Ton/tahun
- Keuntungan = 10 %
- Biaya Tetap/kg = $\frac{\text{TotalBiayaTetap / tahun}}{\text{Pr oduksi / tahun}}$
 $= \frac{\text{Rp. 20.261.979.780}}{1.230.000 \text{ kg/tahun}}$
 $= \text{Rp. 16.473,15,-}$
- Biaya Tidak Tetap/kg = $\frac{\text{TotalBiayaTidakTetap / tahun}}{\text{Pr oduksi / tahun}}$
 $= \frac{\text{Rp. 9.385.860.120}}{1.230.000 \text{ kg/tahun}}$
 $= \text{Rp. 7.630,78,-}$
- Harga Pokok/kg = Biaya tetap/kg + Biaya tidak tetap /kg
 $= \text{Rp. 16.473,15} + \text{Rp. 7.630,78}$
 $= \text{Rp. 24.103,93,-}$
- Keuntungan Pabrik = 10 % × Harga pokok
 $= 10 \% \times \text{Rp. 24.103,93}$
 $= \text{Rp. 2.410,39,-}$
- Harga jual sebelum pajak = Harga Pokok + Keuntungan
 $= \text{Rp. 24.103,93} + \text{Rp. 2.410,39}$
 $= \text{Rp. 26.514,33,-}$
- Pajak Penjualan = 37,5 % × (Harga Pokok + keuntungan)

$$= 37,5 \% \times \text{Rp. } 26.514,33,-$$

$$= \text{Rp. } 9.942,87,-$$

- Harga jual setelah pajak = Harga jual + Pajak
 - = Rp. 26.514,33 + Rp. 9.942,87
 - = Rp. 36.457,20,-

4.6.6. Analisis Kelayakan

Analisis kelayakan dimaksudkan untuk mengetahui layak atau tidaknya suatu perusahaan untuk didirikan. Perhitungan analisis kelayakan yang digunakan dalam pra rancangan ini adalah analisis *Break Event Point* (BEP), analisis *Shut Down Point* (SDP) dan analisis *Return of Investment* (ROI).

4.6.6.1. Sales Price (Sa)

Sales Price merupakan nilai penjualan produk per tahun

$$= \text{Rp. } 36.457,20 \times 1.230.000 \text{ kg}$$

$$= \text{Rp. } 44.842.357.849,-$$

4.6.6.2. Regulated Expense (Ra)

Regulated Expense merupakan pengeluaran atau biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan secara rutin tiap tahun. Biaya-biaya tersebut antara lain :

1) *General Expense*

Perusahaan menetapkan bahwa pada *general expense* dibebankan pada hasil penjualan produk (Sa). Biaya yang termasuk dalam kelompok biaya ini terdapat pada tabel berikut :

- Biaya promosi

Biaya ini merupakan biaya yang dikeluarkan untuk keperluan promosi atau iklan dari hasil produksi.

= Rp. 500.000.000,-

- Biaya administrasi

Biaya administrasi antara lain adalah *legal fees*, pemeriksaan dan ongkos administrasi penjualan.

= Rp. 500.000.000,-

- *Research and Devolepment* (R & D)

= Rp. 750.000.000,-

2) *Regulated expense*

Gaji dan Kesejahteraan Karyawan	= Rp. 13.028.373.000,-
Biaya Pemeliharaan dan Perbaikan	= Rp. 233.137.000,-
Pajak dan retribusi	= Rp 200.000.000,-
Administrasi	= Rp 500.000.000,- +
TOTAL	= Rp. 15.439.571.065,-

4.6.6.3. Variable Expense (Va)

Merupakan biaya rutin per tahun yang dikeluarkan oleh perusahaan dan nilai anggaran tersebut dapat berubah setiap tahunnya.

Biaya-biaya tersebut antara lain :

Bahan baku	= Rp.1.331.807.598 ,-
Biaya telepon	= Rp. 60.000.000,-
<u>Biaya utilitas</u>	<u>= Rp.7.994.052.522,- +</u>
TOTAL	= Rp. 9.389.860.120,-

4.6.6.4. Fixed Expense (Fa)

Fixed expense merupakan pengeluaran rutin perusahaan pertahun yang nilainya konstan pada semua level produksi. Biaya-biaya tersebut antara lain

(LAMPIRAN F) :

Depresiasi	= Rp. 8227.780.904,-
Asuransi	= Rp. 228.061.065,-
<u>Angsuran pinjaman</u>	<u>= Rp.3.993.687.811,- +</u>
TOTAL	= Rp. 5.050.469.780,-

4.6.7. Analisis Break Event Point (BEP)

Break even point merupakan analisis titik pulang pokok untuk menentukan bahwa perusahaan masih layak beroperasi saat tidak mengalami keuntungan dan kerugian. Nilai BEP yang sesuai untuk industri adalah 40-60 %.

Titik pulang pokok jumlah produksi jika harga jual benang Rp. 24.103,93 per kg.

$$\begin{aligned}
 1) \text{ BEP} &= \frac{\text{Biaya Tetap (FC)}}{\text{Harga Jual Benang / kg} - \text{Biaya Tidak Tetap / kg}} \\
 &= \frac{\text{Rp. 20.261.979.780}}{\text{Rp. 36.457,2} - \text{Rp. 7.630,78}} \\
 &= 702.896,13 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

2) Titik pulang pokok harga jual, jika produksi 1.230.000 kg/tahun

$$\begin{aligned}
 \text{BEP} &= \text{Biaya tidak tetap/kg} + \frac{\text{Total Biaya Tetap}}{\text{Total Produksi / tahun}} \\
 &= \text{Rp. 7.630,78} + \frac{\text{Rp. 20.261.979.780}}{1.230.000 \text{ kg/tahun}} \\
 &= \text{Rp. 24.103,93,-}
 \end{aligned}$$

Persentase titik pulang pokok 702.896,13 kg/tahun :

$$\begin{aligned}
 3) \text{ BEP} &= \frac{\text{Berat Benang BEP}}{\text{Total Prod / tahun}} \times 100\% \\
 &= \frac{702.896,13 \text{ kg}}{1.230.000 \text{ kg/tahun}} \times 100\% \\
 &= 57,15 \%
 \end{aligned}$$



4.6.8. Analisis Keuntungan

Keuntungan perusahaan yang diperoleh selama satu tahun :

- Produksi satu tahun = 1.230.000 kg
- Harga jual/kg = Rp. 36.457,20,-
- Harga jual pada BEP = Rp. 24.103,93,-
- Laba usaha = (Harga jual benang – Harga jual BEP) × Produksi/tahun

$$= (\text{Rp. } 36.457,2 - \text{Rp. } 24.103,93) \times 1.230.000 \text{ kg}$$

$$= \text{Rp. } 15.194.517.949,-$$

Keuntungan dari penjualan limbah sebesar :

- Berat benang POY dalam satu paper tube = 7.500 gram
- Limbah dari POY = 2 %
- Limbah benang POY per kg = 2 % × 7.500 gram

$$= 0,15 \text{ kg}$$
- Limbah /tahun = 1.230.000 kg × 0,15 kg

$$= 184.500 \text{ kg}$$
- Harga jual limbah = Rp. 18.229 per kg
- Pendapatan limbah = 184.500 kg × Rp. 18.229

$$= \text{Rp. } 3.363.176.839,-$$
- Total keuntungan/tahun = Rp. 15.194.517.949 + Rp. 3.363.176.839

$$= \text{Rp. } 18.557.694.788,-$$
- Keuntungan setelah dikurangi pajak 10%

$$= \text{Rp. } 18.557.694.788 - (\text{Rp. } 18.557.694.788 \times 10\%)$$

$$= \text{Rp. } 16.701.925.309,-$$

- Keuntungan setelah dikurangi zakat 2,5%

$$= \text{Rp. } 16.701.925.309 - (\text{Rp. } 16.701.925.309 \times 2,5\%)$$

$$= \text{Rp. } 16.284.377.176,-$$

4.6.9. Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point adalah besarnya persentase yang menyatakan tingkat resiko pabrik. Resiko yang terjadi misalnya kegagalan produksi, kebakaran, kerugian dan lain-lain. SDP merupakan perpotongan antara total penjualan tahunan atau *sales annual (Sa)* dengan *regulated expence (Ra)*.

Besarnya SDP dapat dihitung dengan rumus :

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

$$\text{SDP} = \frac{0,3 \times \text{Rp. } 15.439.571.065}{(\text{Rp. } 44.842.357.849 - \text{Rp. } 9.385.860.120) - (0,7 \times \text{Rp. } 15.439.571.065)}$$

$$\text{SDP} = 18,8 \%$$

$$\text{Kapasitas Produksi saat SDP} = \text{Kapasitas produksi} \times \text{SDP}$$

$$= 1.230.000 \text{ kg} \times 18,8 \%$$

$$= 231.135,07 \text{ kg}$$

$$\text{Penjualan saat SDP} = \text{Harga jual setelah pajak} \times \text{Kapasitas SDP}$$

$$= \text{Rp. } 36.457,2 \times 231.135,07 \text{ kg}$$

$$= \text{Rp. } 8.426.537.933,-$$

4.6.9.1. Return Of Investment (ROI)

Return of investment (ROI) adalah perkiraan keuntungan yang dapat diperoleh setiap tahunnya, berdasarkan pada kecepatan pengembalian modal tetap yang diinvestasikan.

Rumus untuk menghitung % ROI adalah

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Keuntungan bersih per Tahun}}{\text{Modal Investasi} + \text{Modal kerja}} \times 100\% \\ &= \frac{\text{Rp. } 16.284.377.176,-}{\text{Rp. } 35.076.189.000,- + \text{Rp. } 20.153.460.120,-} \times 100\% \\ &= 29,5\% \end{aligned}$$

4.6.9.2. Pay Out Time (POT)

Pay out time (POT) adalah waktu pengembalian modal yang didapat berdasarkan keuntungan yang dicapai. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam beberapa tahun modal perusahaan yang dikeluarkan akan kembali. Perhitungan waktu pengembalian tersebut menyertakan modal investasi dan modal kerja.

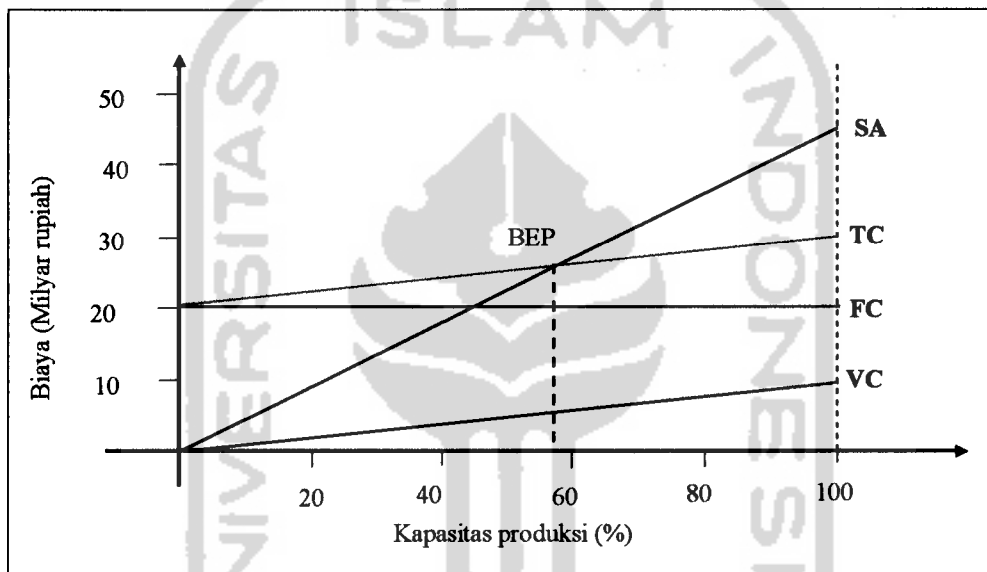
$$\text{Modal Investasi} = \text{Rp. } 35.076.189.000,-$$

$$\text{Modal Kerja} = \text{Rp. } 20.153.460.120,-$$

$$\text{Keuntungan bersih per Tahun} = \text{Rp. } 16.284.377.176,-$$

$$\begin{aligned}
 \text{POT} &= \frac{\text{Modal Investasi} + \text{Modal Kerja}}{\text{Keuntungan bersih per tahun}} \\
 &= \frac{\text{Rp. 35.076.189.000} + \text{Rp. 20.153.460.120}}{\text{Rp. 16.284.377.176}} \\
 &= 3 \text{ tahun, 3 bulan, 22 hari.}
 \end{aligned}$$

4.6.10. Grafik BEP



Gambar 4.7. Grafik BEP

Keterangan :

- TS (Total Sale) = Rp. 44.842.357.849,-
- FC (Fixed Cost) = Rp. 20.261.860.780,-
- VC (Variable Cost) = Rp. 9.385.860.120,-
- TC (Total Cost) = Rp. 29.647.839.000,-

- Kapasitas Produksi = 1.230.000. kg (100 %)
- Penjualan saat BEP = Rp. 25.625.625.943,-
- Kapasitas Produksi saat BEP = 702.896,13 kg (57,15 %)
- Shut Down Point (SDP) = 18,8 %
- Return On Investment (ROI) = 29,5 %
- Pay Out Time (POT) = 3 tahun, 3 bulan, 22 hari



BAB V

PENUTUP

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil perhitungan pra rancangan pabrik pemintalan benang filament nylon, maka dapat diperoleh hasil sebagai berikut :

Berdasarkan pertimbangan terhadap peningkatan kebutuhan benang filament nylon di dalam negeri setiap tahunnya, maka dirancang pendirian pabrik pemintalan benang filament nylon dengan kapasitas 1.230 ton/tahun, dengan spesifikasi produk sebagai berikut :

- Nomor benang : 40-13-21Y4
- Keliatan (*tenacity*) : $\geq 4,0$ gram/denier
- Tingkat ketidakrataan : $\leq 0,7$ %
- Mulur (*elongation*) : 47,0 %
- Penampang lintang : trilobal, dan
- Warna : *super bright*

- 1) Benang ini dipintal dengan menggunakan proses pemintalan sistem *One Step Process* (OSP), dimana sistem ini merupakan perkembangan dari proses pemintalan leleh yang telah ada sebelumnya. Inti dari proses pemintalan ini adalah benang yang dihasilkan merupakan produk yang siap jual dan tidak memerlukan proses penyempurnaan, karena proses penyempurnaan (seperti

pemberian proses pemberian penarikan) telah menyatu dengan proses pemintalan pada proses tersebut.

- 2) Inti dari tahapan proses pemintalan leleh sistem OSP adalah pelelehan chip (*melting*), pembentukan filament dari lelehan chip (*spinning*), pendinginan filament (*quenching*), penarikan filament (*drawing*) dan penggulungan filament pada *paper tube* (*winding*).
- 3) Pabrik ini direncanakan akan didirikan di kota Tangerang, dimana di kota terdapat banyak peluang untuk industri dan perdagangan tekstil. Selain itu juga karena SDM, bahan baku dan sarana penunjang produksi mudah diperoleh.
- 4) Pada pabrik pemintalan ini modal investasi yang dibutuhkan sebesar Rp. 35.076.189.000,- dan modal kerja Rp. 20.153.460.120,-.
- 5) Analisis ekonomi menunjukkan nilai Break Event Point dari prarancangan pabrik ini adalah 57,15 %, dengan harga jual benang Rp. 36.457,20,- per kilogramnya. Serta nilai *shut down point* (SDP) pada 18,8 %
- 6) Berdasarkan analisis Return of Investment (ROI), keuntungan yang diperoleh pada tiap tahunnya adalah 28,5 %, dan akan mencapai pengembalian modal menyeluruh pada kurun waktu 3 tahun 3 bulan dan 22 hari.

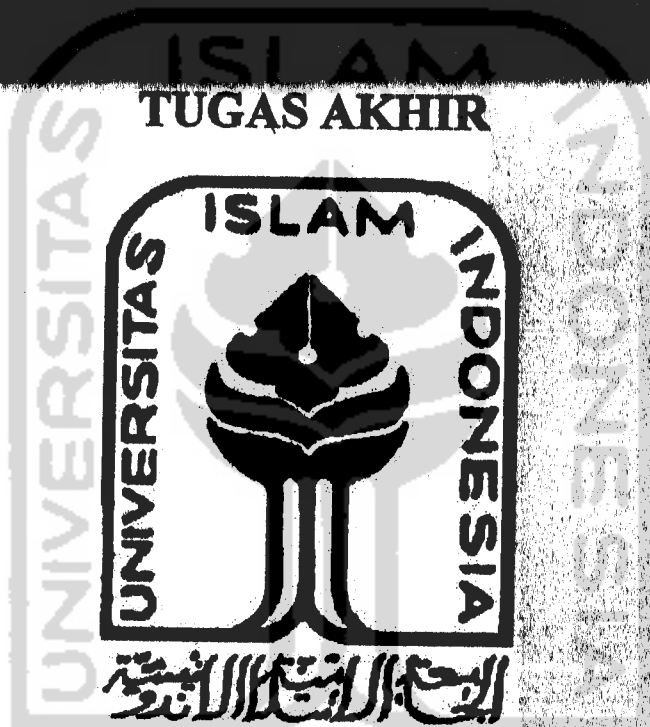
Dari kesimpulan diatas dengan pertimbangan analisis ekonomi yang telah dilakukan, maka rencana pendirian pabrik ini dapat ditindaklanjuti.

5.2. Saran

Berdasarkan simpulan di atas, penulis mengajukan beberapa saran sebagai berikut yang mungkin dapat dijadikan masukan bagi pembaca :

- 1) Pendirian pabrik pemintalan benang sintetik khususnya benang filament nylon masih mempunyai prospek yang cukup baik, sehingga dengan berdirinya pabrik pemintalan benang sintetik diharapkan dapat membantu memulihkan perekonomian di Indonesia serta mengurangi pengangguran dan memenuhi permintaan serat secara keseluruhan di Indonesia.
- 2) Persaingan pasar yang makin kompetitif diharapkan menjadi salah satu tantangan yang positif untuk lebih kreatif dalam meningkatkan kualitas produk benang yang dihasilkan.
- 3) Dukungan pemerintah dalam tentang kebijakan Tarif Dasar Listrik, Telepon, Air, BBM, sistem perpajakan serta undang-undang perburuhan, menjadi salah satu faktor yang sangat penting dari sebuah pabrik tekstil untuk tetap bertahan ataupun berkembang. Dan dengan memperbaiki mesin-mesin tekstil yang dilakukan oleh pemerintah di Indonesia diharapkan dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas dari produk tekstil dalam negeri.

ISLAM
TUGAS AKHIR



جامعة الإسلام في اندونيسيا

Daftar Pustaka

1. Balai Pusat Statistik, *Statistik Industri Besar dan Sedang (Large and Medium Manufacturing Statistic)*. Bagian II dan Bagian III, Yogyakarta, Tahun 2000, 2001, 2002, 2003, 2004.
2. *Beijing Chonglee Machinery and Chemical Fiber Engineering Co., Ltd*, www.ctamp.com, diakses tanggal 18 Maret 2007.
3. Davies S, "Escalating raw material prices", *Textile Horizons*, 1989.
4. E.Paul Degarmo, William G. Sullivan James A. Bontadelli dan Elin M. Wicks. *Ekonomi Teknik (Engineering Economy Tenth Edition)*. Indonesia, 1999.
5. Hill, Julian., "The Science of Nylon Cold Drawing", <http://www.chemheritage.org/EducationalServices/nylon/folk/hill.html>, diakses tanggal 28 Juli 2006.
6. Jauhari, Ardi., Rahman, Kholilul. *Prarancangan Pabrik Benang Tekstur Polyester Dengan Kapasitas 10.000 Ton/Tahun*. Jurusan Teknik Kimia Konsentrasi Teknologi Tekstil, Fakultas Teknologi Industri, UII, Yogyakarta, 2006.
7. Joseph, L., Marjory., "Introductory Textile Science I. Holt, Rinehart and Winston Inc., New York, 1966.
8. Labarthe, Jules., "Elements of Textiles", Macmillan Publishing Co. Inc., New York, 1975
9. "Making Nylon 6", <http://www.pslc.ws/mactest/nysix.htm>, diakses tanggal 28 Juli 2006.
10. "Manufacturing : Synthetic and Cellulosic Fiber Formation Technology", <http://www.fibersource.com/f-tutor/techpag.htm>, diakses tanggal 15 Juli 2006.
11. Moncrieff, R. W., "Man-Made Fibres", National Trade Press, London, 1957.
12. McIntyre J.E., "Fibers, Manufacture," in *Encyclopaedia of polymer Science and Technology*, 2nd Edition.
13. McIntyre J.E., "The Chemistry of Fiber," Edward Arnold, London, 1971.

14. Menzers, Valerie., "Nylon 66", <http://www.psrc.usm.edu/nylon66.html>, diakses tanggal 1 Juli 2006
15. Mutu Gading, PT, *Laporan Orientasi*. Jalan Raya Solo-Purwodadi Km 11.
16. "Nylon", <http://en.wikipedia.org/wiki/nylon/>, diakses tanggal 28 Juli 2006.
17. "Nylon Filament Yarn", www.fibre2fashion.com, diakses tanggal 20 Maret 2007
18. Ormerod, A., "Management of Textile Production", Newlines-Butterworths, London, Boston, 1979
19. Park, Florham., "BASF To Increase Price Of Caprolactam", www.basf.com, diakses tanggal 20 Maret 2007.
20. Peters, R., H., "Textile Chemistry volume 1 The Chemistry of Fibres", Elsevier Publishing Company, London, 1963.
21. Plotkin, Jeffrey S., "Nylon Fiber Spinning Technology", Nexant's ChemSystems Process Evaluation, New York, 2005. (www.nexant.com), diakses tanggal 16 Juli 2006.
22. Rotary Vacuum Paddle Dryer, www.hlengineers.com, diakses tanggal 4 Maret 2007
23. Soeprijono, P., & Poerwanti., "Serat-serat Tekstil", Institut Teknologi Tekstil, Bandung, 1974.
24. Soeprijono, P, et.al. *Kalkulasi Biaya Tekstil*. Bandung Institut Teknologi Testil, 1977.
25. Soetrisno, Benny., "Apakah Industri TPT Indonesia Memasuki Sunset Industry?", www.api.co.id, diakses tanggal 28 Januari 2007.
26. "SNI 05-0558-2006", www.bsn.co.id, diakses tanggal 3 Februari 2007-05-13
27. Yunita, Nurma., Puspita, Sari, Novi. *Proposal Prarancangan Pabrik Benang Tekstur Polyester Dengan Kapasitas 12.600 Ton/Tahun*. Jurusan Teknik Kimia Konsentrasi Teknologi Tekstil, Fakultas Teknologi Industri, UII, Yogyakarta, 2007.
28. Ziabicki, A., "High Speed Fiber Spinning. Science and Engineering Aspect", Krieger Publishing Company, Malabar, Florida, 1991

LAMPIRAN A

Kebutuhan Listrik Alat Uji

a) Karl Fischer Coulometer

Daya mesin = 0,5 kW

Jumlah mesin = 1 buah

Jumlah sampel = 5 sampel tiap 5 hari sekali

Lama pengujian = 15 menit/sampel

Jam kerja/hari = Lama pengujian × jumlah sampel

= 15 menit/sampel × 5 sampel/5 hari

= 75 menit

= 1,25 jam tiap 5 hari

Pemakaian alat = $\frac{345}{5}$

= 69 kali/tahun

Pemakaian = Daya × jumlah × jam kerja

= 0,5 kW × 1 × 1,25

= 0,625 kWh/hari × 69 kali/tahun

= 43,13 kWh/tahun

b) Automatic Viscometer

Daya mesin = 3,5 kW
 Jumlah mesin = 1 buah
 Jumlah sampel = 5 sampel tiap 5 hari sekali
 Lama pengujian = 5 menit/sampel
 Jam kerja/hari = Lama pengujian × jumlah sampel
 = 5 menit/sampel × 5 sampel/5 hari
 = 25 menit
 = 0,417 jam tiap 5 hari
 Pemakaian alat = $345/5$
 = 69 kali/tahun
 Pemakaian = Daya × jumlah × jam kerja
 = 3,5 kW × 1 × 0,417
 = 1,458 kWh/hari × 69 kali/tahun
 = 100,63 kWh/tahun

c) Spektrofotometer

Daya mesin = 0,5 kW
 Jumlah mesin = 1 buah
 Jumlah sampel = 5 sampel tiap 5 hari sekali
 Lama pengujian = 2 menit/sampel

$$\begin{aligned} \text{Jam kerja/hari} &= \text{Lama pengujian} \times \text{jumlah sampel} \\ &= 2 \text{ menit/sampel} \times 5 \text{ sampel/5 hari} \\ &= 10 \text{ menit} \\ &= 0,167 \text{ jam tiap 5 hari} \end{aligned}$$

$$\text{Pemakaian alat} = 345/5$$

$$= 69 \text{ kali/tahun}$$

$$\text{Pemakaian} = \text{Daya} \times \text{jumlah} \times \text{jam kerja}$$

$$= 0,5 \text{ kW} \times 1 \times 0,167$$

$$= 0,083 \text{ kWh/hari} \times 69 \text{ kali/tahun}$$

$$= 5,75 \text{ kWh/tahun}$$

d) Oven

$$\text{Daya mesin} = 2 \text{ kW}$$

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

$$\text{Lama pengujian} = 30 \text{ menit/5 sampel}$$

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

$$\text{Pemakaian alat} = 345/5$$

$$= 69 \text{ kali/tahun}$$

$$\text{Pemakaian} = \text{Daya} \times \text{jumlah} \times \text{jam kerja}$$

$$= 2 \text{ kW} \times 1 \times 0,5$$

$$= 1 \text{ kWh/hari} \times 69 \text{ kali/tahun}$$

$$= 1 \text{ kWh/tahun}$$

e) *Yarn Strenght Tester*

Daya mesin = 0,6 kW

Jumlah mesin = 1 buah

Jumlah sampel = 32 sampel/hari

Lama pengujian = 2 menit/sampel

Jam kerja/hari = Lama pengujian \times jumlah sampel

$$= 2 \text{ menit/sampel} \times 32 \text{ sampel/hari}$$

$$= 64 \text{ menit}$$

$$= 1,067 \text{ jam}$$

Pemakaian = Daya \times jumlah \times jam kerja

$$= 0,6 \text{ kW} \times 1 \times 1,067$$

$$= 0,64 \text{ kWh/hari} \times 345 \text{ hari}$$

$$= 220,869 \text{ kWh/tahun}$$

f) *Analitical Balance*

Daya mesin = 0,2 kW

Jumlah mesin = 1 buah

Jumlah sampel = 32 sampel/hari

$$\begin{aligned} \text{Lama pengujian} &= 2 \text{ menit/sampel} \\ \text{Jam kerja/hari} &= \text{Lama pengujian} \times \text{jumlah sampel} \\ &= 2 \text{ menit/sampel} \times 32 \text{ sampel/hari} \\ &= 64 \text{ menit} \\ &= 1,067 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pemakaian} &= \text{Daya} \times \text{jumlah} \times \text{jam kerja} \\ &= 0,2 \text{ kW} \times 1 \times 1,067 \\ &= 0,213 \text{ kWh/hari} \times 345 \text{ hari} \\ &= 73,6 \text{ kWh/tahun} \end{aligned}$$

g) *Uster Tester*

$$\begin{aligned} \text{Daya mesin} &= 3,5 \text{ kW} \\ \text{Jumlah mesin} &= 1 \text{ buah} \\ \text{Jumlah sampel} &= 32 \text{ sampel/hari} \\ \text{Lama pengujian} &= 5 \text{ menit/sampel} \\ \text{Jam kerja/hari} &= \text{Lama pengujian} \times \text{jumlah sampel} \\ &= 5 \text{ menit/sampel} \times 32 \text{ sampel/hari} \\ &= 160 \text{ menit} \\ &= 2,667 \text{ jam} \\ \text{Pemakaian} &= \text{Daya} \times \text{jumlah} \times \text{jam kerja} \end{aligned}$$

$$= 3,5 \text{ kW} \times 1 \times 2,667$$

$$= 9,333 \text{ kWh/hari} \times 345 \text{ hari}$$

$$= 3220 \text{ kWh/tahun}$$

h) DFA (Duratech Finish Analyzer)

Daya mesin = 3,5 kW

Jumlah mesin = 1 buah

Jumlah sampel = 32 sampel/hari

Lama pengujian = 2 menit/sampel

Jam kerja/hari = Lama pengujian \times jumlah sampel

$$= 2 \text{ menit/sampel} \times 32 \text{ sampel/hari}$$

$$= 64 \text{ menit}$$

$$= 1,067 \text{ jam}$$

Pemakaian = Daya \times jumlah \times jam kerja

$$= 3,5 \text{ kW} \times 1 \times 1,067$$

$$= 3,7345 \text{ kWh/hari} \times 345 \text{ hari}$$

$$= 1.288,4025 \text{ kWh/tahun}$$

LAMPIRAN B

Kebutuhan AC di Ruang Produksi dan Non Produksi

1. Kebutuhan AC di ruang produksi

Ruang	Jenis AC	Luas (m ²)	Kebutuhan AC
Bahan Baku	Motor suplay air fan	90	1
Proses	Motor suplay air fan	5800	58
Produk, Inspecting & Packin	Motor suplay air fan	130	2
Total			61

2. Kebutuhan AC di ruang non produksi

Ruang	Jenis AC	luas (m ²)	Kebutuhan AC
Kantor utama	<i>Motor suplay air fan</i>	600	6
Aula umum	<i>Motor suplay air fan</i>	420	5
Masjid	<i>AC window</i>	180	2
Klinik	<i>AC window</i>	80	1
Koperasi	Kipas angin	60	1
Kantin	Kipas angin	220	3
Utilitas	<i>AC window</i>	60	1
Unit pengolahan air	<i>AC window</i>	60	1
Unit pengolahan limbah	<i>AC window</i>	180	2
Cleaning service	Kipas angin	60	1
Maintenance	<i>AC window</i>	60	1
Panel listrik	<i>AC window</i>	60	1
<i>AC control</i>	<i>AC window</i>	60	1
Kantor QC	<i>Motor suplay air fan</i>	240	3
Kantor produksi	<i>AC window</i>	260	3
Ruang rapat	<i>AC window</i>	175	2
Mushola	Kipas angin	35	1
Ruang perakitan <i>pack</i>	<i>AC window</i>	90	1

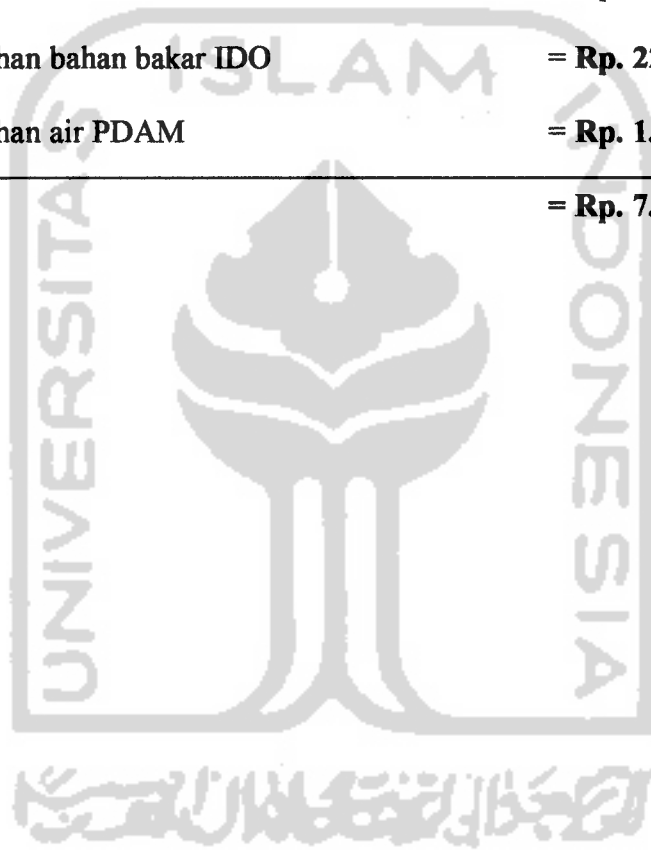
Ruang persiapan spin	Kipas angin	70	1
Ruang boiler	Kipas angin	240	3
Satpam I	Kipas angin	24	1
Satpam II	Kipas angin	12	1
Satpam III	Kipas angin	12	1
Satpam IV	Kipas angin	12	1
Satpam V	Kipas angin	12	1
Total	Motor suplay air fan		14
	AC window		16
	Kipas angin		14



LAMPIRAN C

Rincian Biaya Utilitas

1. Biaya kebutuhan solar	= Rp. 4.871.532.455
2. Biaya kebutuhan listrik PLN	= Rp. 2.054547.563
3. Biaya kebutuhan bahan bakar IDO	= Rp. 22.367.504
4. Biaya kebutuhan air PDAM	= Rp. 1.045.605.000
Total	= Rp. 7.994.052.522



LAMPIRAN D

Rincian Modal Investasi

1. Biaya infrasturktur

Nama modal	Harga satuan	Jumlah	Harga
a) Tanah	Rp 600.000	14000	Rp 8.400.000.000
b) Bangunan	Rp 1.750.000	8492	Rp 14.861.000.000
c) Pembelian alat dan sarana	-	-	Rp 950.000.000
d) Taman, parkir dan jalan	Rp 175.000	1425	Rp 249.375.000
e) Jasa kontraktor	% biaya bangunan + taman, parkir dan jala		Rp 302.207.500
Total			Rp 24.762.582.500

2. Biaya pembelian mesin produksi dan mesin penunjang produksi

Nama modal	Harga Satuan	Jumlah	Harga
Mesin vacuum dryer	Rp 150.000.000	2	Rp 300.000.000
Chip hopper	Rp 18.000.000	2	Rp 36.000.000
Blower	Rp 65.000.000	2	Rp 130.000.000
Mesin spinning	Rp 225.000.000	9	Rp 2.025.000.000
Mesin pendukung produksi			
Ms.salt bath	Rp 48.000.000	1	Rp 48.000.000
Furnace	Rp 48.000.000	2	Rp 96.000.000
Boiler	Rp 200.000.000	1	Rp 200.000.000
Extruder	Rp 100.000.000	1	Rp 100.000.000
Winder	Rp 92.000.000	9	Rp 828.000.000
Alat produksi dan spare parts	Rp 275.000.000	-	Rp 275.000.000
Compressor 1	Rp 95.000.000	1	Rp 95.000.000
Compressor 2	Rp 102.000.000	1	Rp 102.000.000
Compressor 3	Rp 110.000.000	1	Rp 110.000.000
Total			Rp 4.345.000.000

3. Biaya pembelian sarana penunjang

Nama modal	Harga Satuan	Jumlah	Harga
Fork Lift	Rp 200.000.000	2	Rp 400.000.000
Hand Truck	Rp 20.000.000	1	Rp 20.000.000
total			Rp 420.000.000

4. Biaya pembelian peralatan laboratorium

Nama modal	Harga Satuan	Jumlah	Harga
Karl Fischer Coulometer	Rp 100.000.000	1	Rp 100.000.000
Automatic Viscometer	Rp 90.000.000	1	Rp 90.000.000
Yarn Strenght Tester	Rp 60.000.000	1	Rp 60.000.000
DFA	Rp 50.000.000	1	Rp 50.000.000
Spektrofotometer	Rp 85.000.000	1	Rp 85.000.000
Analitical Balance	Rp 20.000.000	1	Rp 20.000.000
Uster Tester	Rp 35.000.000	1	Rp 35.000.000
Oven	Rp 11.600.000	1	Rp 11.600.000
Total			Rp 451.600.000

5. Biaya pengadaan sarana transportasi

Nama modal	Harga Satuan	Jumlah	Harga
Toyota Vios G	Rp 160.000.000	1	Rp 160.000.000
Toyota Avanza	Rp 85.000.000	1	Rp 85.000.000
Toyota Avanza (operasional)	Rp 85.000.000	2	Rp 170.000.000
Truk	Rp 250.000.000	2	Rp 500.000.000
Bus	Rp 330.000.000	1	Rp 330.000.000
Mini Bus	Rp 180.000.000	2	Rp 360.000.000
Total			Rp 1.605.000.000

6. Biaya untuk ijin usaha

Nama modal	Biaya
Biaya perijinan	Rp 58.000.000
Notaris dan izin usaha	Rp 58.000.000
Total	Rp 116.000.000

7. Biaya instalasi

Nama modal	Harga Satuan	Jumlah	Harga
Instalasi listrik	Rp 55.000.000	1	Rp 55.000.000
Instalansi mesin	Rp 200.000.000	-	Rp 200.000.000
Instalasi alat	Rp 30.000.000	-	Rp 30.000.000
Instalasi telepon	Rp 15.000.000	1	Rp 15.000.000
Instalasi air	Rp 20.000.000	1	Rp 20.000.000
total			Rp 320.000.000

8. Biaya pembelian peralatan kantor

Nama modal	Harga Satuan	Jumlah	Harga
Komputer	Rp 10.000.000	37	Rp 370.000.000
Printer	Rp 1.500.000	19	Rp 28.500.000
Meja & kursi pimpinan	Rp 700.000	3	Rp 2.100.000
Meja & kursi manajer	Rp 550.000	13	Rp 7.150.000
Meja & kursi karyawan staff	Rp 137.500	80	Rp 11.000.000
Meja & kursi rapat	Rp 6.000.000	3	Rp 18.000.000
Meja & kursi tamu	Rp 4.200.000	2	Rp 8.400.000
Lemari kerja	Rp 750.000	15	Rp 11.250.000
Paket peralatan kantor	Rp 40.000.000	1	Rp 40.000.000
Paket perlengkapan klinik	Rp 30.000.000	1	Rp 30.000.000
Lain-lain	Rp 18.000.000	1	Rp 18.000.000
total			Rp 544.400.000

9. Biaya training karyawan = Rp. 150.000.000,-

10. Biaya penelitian = Rp. 750.000.000,-

11. Sewa internet provider = Rp. 100.000.000,-

12. Biaya promosi = Rp. 500.000.000,-

13. Pembelian sampel = Rp. 12.500.000,-

14. Biaya penunjang utilitas

Nama modal	Harga Satuan	Jumlah	Harga
AC Window	Rp 3.000.000	16	Rp 48.000.000
Kipas Angin	Rp 175.000	14	Rp 2.450.000
Pompa Air	Rp 6.500.000	2	Rp 13.000.000
Pompa Hidrant	Rp 2.700.000	8	Rp 21.600.000
Selang Hidrant	Rp 750.000	15	Rp 11.250.000
Pompa Solar	Rp 137.500	1	Rp 137.500
Tangki Solar	Rp 45.000.000	1	Rp 45.000.000
Generator	Rp 120.000.000	3	Rp 360.000.000
Pompa pengolahan limbah	Rp 40.000.000	6	Rp 240.000.000
Meja Numbering	Rp 180.000	3	Rp 540.000
Meja Q.C	Rp 180.000	5	Rp 900.000
Perlengkapan Satpam	Rp 400.000	5	Rp 2.000.000
Locker Operator	Rp 3.300.000	3	Rp 9.900.000
Alat Cleaning Servis	Rp 600.000	1	Rp 600.000
Alat Kantin dan Dapur	Rp 4.000.000	1	Rp 4.000.000
Kereta dorong	Rp 220.000	5	Rp 1.100.000
Lampu TL 20 Watt	Rp 27.500	158	Rp 4.345.000
Lampu TL 40 Watt	Rp 42.000	107	Rp 4.494.000
Lampu Mercury 250 Watt	Rp 330.000	13	Rp 4.290.000
Motor Suplay Air Fan	Rp 2.100.000	75	Rp 157.500.000
Packing Machine	Rp 18.000.000	1	Rp 18.000.000
Lain-lain	Rp 50.000.000	1	Rp 50.000.000
Total			Rp 999.106.500

Total modal investasi = Rp. 35.076.189.000,-

LAMPIRAN E

Rincian Modal Kerja per Tahun

1. Biaya pembelian bahan baku

Jenis bahan baku	Harga/satuan	Jumlah	Total harga
Bahan Baku	Rp 720	1.408.500,864	Rp 1.014.120.622
Oli pelumas	Rp 2.300	36,433	Rp 83.795
Cooling oil	Rp 1.000	9.204	Rp 9.204.000
Gear box oil	Rp 1.000	90.000	Rp 90.000.000
Paper tube	Rp 1.000	164.000	Rp 164.000.000
Kardus	Rp 800	20.500	Rp 16.400.000
total			Rp 1.293.808.417

2. Biaya utilitas = Rp. 7.994.052.522

3. Gaji dan kesejahteraan karyawan

- Gaji karyawan = Rp. 10.767.600.000
- Kesejahteraan karyawan

Nama modal	Biaya/orang	Jumlah	Biaya
Uang makan	Rp 7.500	306	Rp 791.775.000
Uang transport	Rp 5.000	306	Rp 527.850.000
Premi	Rp 35.000	306	Rp 128.520.000
THR	3% dari total gaji karyawan dalam 1 tahun		Rp 323.028.000
Total			Rp 1.771.173.000

4. Biaya pemakaian telepon = 12 × Rp. 5.000.000

= Rp. 60.000.000,-

Total modal kerja = Rp. 20.153.460.120,-

LAMPIRAN F
Rincian Fixed Cost

1. Depresiasi

Aset	Nilai awal	Nilai	Akhir	Tahun	Depresiasi
		%	Rp		
Mesin produksi	Rp 4.345.000.000	10%	Rp 434.500.000	18	Rp 217.250.000
Bangunan	Rp 14.861.000.000	5%	Rp 743.050.000	40	Rp 352.948.750
Alat Kantor	Rp 544.400.000	20%	Rp 108.880.000	6	Rp 72.586.667
Alat penunjang utilitas	Rp 999.106.500	10%	Rp 99.910.650	12	Rp 74.932.988
Sarana Transportasi	Rp 1.605.000.000	20%	Rp 321.000.000	15	Rp 85.600.000
Alat Lab	Rp 451.600.000	10%	Rp 45.160.000	16	Rp 25.402.500
total					Rp 828.720.904

2. Biaya pemeliharaan

Nama modal	Harga	% harga perawatan	Biaya
Mesin produksi	Rp 4.870.000.000	3,00%	Rp 146.100.000
Bangunan	Rp 17.833.200.000	0,10%	Rp 17.833.200
Generator	Rp 420.000.000	2,00%	Rp 8.400.000
Pompa Air	Rp 13.000.000	1,00%	Rp 130.000
Pompa hidrant	Rp 23.200.000	1,00%	Rp 232.000
Sarana Transportasi	Rp 1.620.000.000	3,00%	Rp 48.600.000
Alat lab	Rp 501.600.000	3,00%	Rp 15.048.000
Sarana penunjang	Rp 572.000.000	3,00%	Rp 17.160.000
AC	Rp 44.800.000	2,00%	Rp 896.000
Pompa limbah	Rp 270.000.000	1,00%	Rp 2.700.000
Alat Kantor	Rp 587.100.000	0,50%	Rp 2.935.500
Total			Rp 260.034.700

3. Pajak dan retribusi = Rp. 200.000.000

4. Asuransi

1,5 % dari akumulasi harga modal mesin produksi, bangunan, instalasi, peralatan kantor, alat utilitas, alat transportasi dan alat laboratorium

$$\begin{aligned}
 &= 1,5\% \times (\text{Rp. } 4.345.000.000 + \text{Rp. } 14.861.000.000 + \\
 &\text{Rp. } 320.000.000 + \text{Rp. } 544.400.000 + \text{Rp. } 999.106.500 + \\
 &\text{Rp. } 1.605.000.000 + \text{Rp. } 451.600.000) \\
 &= \text{Rp. } 288.061.065,-
 \end{aligned}$$

5. Bunga bank

Bunga bank diasumsikan sebesar 10 % dari besar pinjaman modal perusahaan dengan pengembalian pinjaman selama 15 tahun.

$$\begin{aligned}
 \text{Besar pinjaman} &= 55\% \times (\text{modal kerja} + \text{modal investasi}) \\
 &= 55\% \times (\text{Rp. } 20.153.460.120 + \text{Rp. } 35.076.189.000) \\
 &= 55\% \times \text{Rp. } 55.229.649.120,- \\
 &= 30.376.307.016
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Besar angsuran/tahun} &= \text{Rp } 30.376.307.016 \times \frac{0,1 \times (1 + 0,1)^{15}}{(1 + 0,1)^{15-1}} \\
 &= \text{Rp. } 3.993.687.811,-
 \end{aligned}$$

6. Administrasi = Rp.500.000.000,-

7. Penelitian = Rp. 750.000.000,-

8. Promosi = Rp. 500.000.000,-

Total Fixed Cost = Rp. 20.261.979.780,-