

No: TA/TK/2018/31

**PRA RANCANGAN PABRIK FILAMEN ARAMID UNTUK
DIAPLIKASIKAN PADA ROMPI TAHAN PELURU DARI BAHAN BAKU
CHIPS POLY-P-PHENYLENE TEREPHTHALAMIDE
DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 200 TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

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



Oleh :

Nama : Maulita Dian Rani Nama : Inggit Dwi Lestari

No. Mahasiswa : 14 521 175 No. Mahasiswa : 14 521 198

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

2018

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL
PERANCANGAN PABRIK

Kami yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : MAULITA DIAN RANI
No. Mahasiswa : 14521175
Nama : INGGIT DWI LESTARI
No. Mahasiswa : 14521198

Yogyakarta, September 2018

Menyatakan bahwa seluruh hasil Pra Rancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka kami siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

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


MAULITA DIAN RANI


INGGIT DWI LESTARI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PRA RANCANGAN PABRIK FILAMEN ARAMID
UNTUK DIAPLIKASIKAN PADA ROMPI TAHAN PELURU DARI
BAHAN BAKU *CHIPS POLY-P-PHENYLENE-TEREPHTHALAMIDE*
DENGAN KAPASITAS 200 TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK



Oleh:

Nama : Maulita Dian Rani Nama : Inggit Dwi Lestari
No. Mahasiswa : 14521175 No. Mahasiwa : 14521198

Yogyakarta, 04 September 2018

Pembimbing Pra Rancangan Pabrik

Dr. Suharno Rusdi

NIP. 845210102

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK FILAMEN ARAMID UNTUK DIAPLIKASIKAN PADA ROMPI TAHAN PELURU DARI BAHAN BAKU *CHIPS POLY-P-PHENYLENE-TEREPHTHALAMIDE* DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 200 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Maulita Dian R. Nama : Inggit Dwi L.
No. Mahasiswa : 14521175 No. Mahasiswa : 14521198

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

Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 28 Agustus 2018

Tim Penguji,

Dr. Suharno Rusdi

Ketua

Ir. Sukirman, M.M

Anggota I

Ir. Dalyono, MSI., C.Text ATI

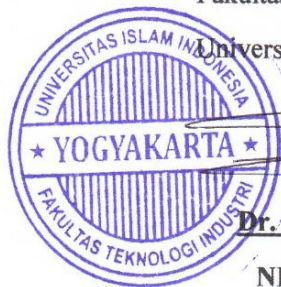
Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Dr. Suharno Rusdi

NIP. 845210102

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wr.wb.

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan karunia-Nya, sehingga Tugas Akhir ini terselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan untuk junjungan kita Nabi Muhammad SAW, sahabat serta pengikutnya.

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik Teknik Tekstil yang berjudul “*Pra Rancangan Pabrik Filamen Aramid Untuk Diaplikasikan pada Rompi Tahan Peluru dari Bahan Baku Chips Poly-p-phenylene-terephthalamide dengan Kapasitas Produksi 200 Ton/Tahun*” disusun sebagai penerapan ilmu Teknik Tekstil yang diperoleh selama masa perkuliahan, dan merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Tekstil Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini dapat berjalan lancar atas bantuan dan kerjasama berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis melalui kesempatan ini ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang selalu memberikan hidayah dan inayah-Nya.
2. Ayah, Ibu, Kakak dan Adik serta seluruh keluarga yang telah memberikan doa dan dukungan selama proses pengerjaan Tugas Akhir.
3. Bapak Dr. Suharno Rusdi, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

4. Bapak Dr. Suharno Rusdi, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dan saran dalam penyusunan dan penulisan laporan Tugas Akhir.
5. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
6. Teman-teman Teknik Kimia 2014 yang selalu memberikan dukungan, semangat dan doa.
7. Semua pihak yang telah membantu dengan tulus dan ikhlas baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu.

Dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini kami menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan, maka dari itu kami mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca sekalian. Kami juga berharap semoga Tugas Akhir dapat bermanfaat untuk kita semua. Aamiin.

Wassalamualaikum wr.wb.

Yogyakarta, September 2018

Penulis

LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan diiringi do'a dan segala syukur dan nikmat kepada Allah SWT, maka kupersembahkan karya sederhana ini kepada :

1. Papa dan Mama, dua sosok pahlawan yang selalu memberikan semangat dan contoh dari arti kerja keras, yang selalu mengingatkan betapa usaha dan do'a harus selalu sepadan. Terimakasih atas do'a, perlindungan, dan kasih sayang yang tiada hentinya selama ini.
2. Mas dan adik-adik, yang memberikanku kekuatan dalam menggapai cita-cita dan anganku, serta membuatku selalu bersyukur dengan keberadaanku di keluarga kecil kita. Terimakasih.
3. Maulita Dian Rani, *partner* terhebat mulai dari Kerja Praktik, Penelitian dan hingga Tugas Akhir yang selalu menemani disetiap suka dan duka dalam perihal akademik maupun non-akademik. Terimakasih sudah memilihku menjadi *partner*-mu. Kamu yang terbaik. Mantap.
4. Tuan L, seseorang yang siap menjadi tempatku berkeluh kesah, yang siap menjadi teman (kuliner, mendaki, mantai, makan, nonton) dan yang siap menjadi "*supporting system of mine whether it's rain nor sunny*". Terimakasih, Jogjaku terasa lengkap dengan kehadiranmu.
5. FTL, geng masa kecilku, tetanggaku, sahabat tipisku. Terimakasih atas dukungan serta canda tawa yang tidak bisa dilupakan hingga sekarang. Kalian super receh dan masa kecilku sungguh sangat berharga dan berwarna karena adanya kalian.

6. Tembem *Family*, keluarga baru yang kutemukan di Jogja. Terimakasih telah menerimaku dengan segala kekuranganku dan mau menjadikanku teman serta sahabat kalian. Aku sungguh beruntung. Jogjaku terasa ramai dengan adanya kalian disisiku di setiap waktu.
7. PWD, orang-orang yang meramaikan kehidupan per-kos-an-ku selama di WD, yang heboh serta suka ribut. Terimakasih. Aku sungguh merindukan masa-masa kita. Sekali lagi, Jogjaku berwarna akan hadirnya kalian.
8. Almamaterku, Universitas Islam Indonesia, kampus perjuangan. Kampus yang besar karena mahasiswanya. Semoga Allah meridhai UII. Aamiin.
9. Dan teruntuk siapa saja yang pernah menanyakanku “*jadi kamu kapan wisuda?*”. *This one’s for you, sincerely.*

LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT, kita memuji-Nya, dan meminta pertolongan, pengampunan serta petunjuk kepada-Nya. Kita berlindung kepada Allah dari kejahatan diri kita dan keburukan amal kita. Barang siapa mendapat petunjuk Allah, maka tidak ada yang menyesatkan dan barang siapa yang sesat maka tidak ada pemberi petunjuk baginya. Aku bersaksi bahwa tidak ada Tuhan selain Allah dan Muhammad adalah hamba dan Rasul-Nya. Semoga doa, sholawat dan salam tercurah pada junjungan dan suri tauladan kita Nabi Muhammad SAW, keluarganya, dan sahabat serta siapa saja yang mendapat petunjuk hingga hari kiamat. Aamiin.

Persembahan Tugas Akhir ini dan rasa terima kasih saya ucapkan untuk :

1. Ibu Ranem dan Bapak Mudiono sebagai orang tua yang saya sayangi dan cintai, yang telah memberikan kasih sayang baik berupa doa, dukungan, motivasi baik secara moril maupun materil untuk selalu terikat dengan hukum syara' dan menjadi orang yang bahagia di dunia maupun di akhirat.
2. Dimas Agung Nugroho dan Dwi Rohmah Mardiana sebagai saudara dan saudari kandung saya, yang memberi saya pencerahan dari nasihat hingga contoh yang baik.
3. Seluruh keluarga besar saya yang berada di Desa Tenggarong Seberang dan Kota Samarinda, Kalimantan Timur hingga keluarga yang berada di Desa Muneng, Madiun yang telah memberi doa, dukungan serta motivasi.

4. Inggit Dwi Lestari selaku *partner* terbaik saya dalam menyelesaikan Penelitian, Seminar hingga Tugas Akhir yang sabar dan mengajarkan banyak ilmu yang bermanfaat kepada saya untuk menjadi lebih baik kedepannya.
5. Bapak Suharno Rusdi selaku dosen Pembimbing yang telah memberikan waktu dan kesempatan kepada saya dan *partner* Tugas Akhir saya ditengah kesibukan kerja sebagai Kepala Jurusan Program Studi Teknik Kimia dan kesibukan di luar kampus.
6. Teman-teman Teknik Kimia dan Teknik Tekstil angkatan 2014 yang senantiasa selalu membantu dan memberikan semangat dalam menemani sampai berakhirnya sidang Tugas Akhir selesai.
7. Seluruh karyawan dan dosen di Universitas Islam Indonesia yang telah memperlancar dan mempermudah proses pendaftaran Tugas Akhir, proses persiapan dan berjalannya sidang Tugas Akhir hingga proses revisi Tugas Akhir ini.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
ABSTRAK	xix
ABSTRACK	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tinjauan Pustaka	7
1.2.1 Sifat Serat Aramid	8
1.2.2 Proses Persiapan Pembuatan Serat Aramid	12
1.2.3 Proses Pemintalan Aramid	19
1.2.4 <i>Setting</i> Parameter Proses	24
1.2.4 Pemantapan Panas	27
1.2.5 Struktur Serat Aramid	28
BAB II PERANCANGAN PRODUK	31
2.1 Spesifikasi Produk	31
2.2 Spesifikasi Bahan Baku	32
2.2.1 Poly para-phenylene terephthalamide (PPTA)	32
2.3 Spesifikasi Bahan Pembantu	33
2.3.1 Air (H ₂ O)	33
2.3.2 Oil Finish	34
2.4 Pengendalian Kualitas	35
2.4.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku	36
2.4.2 Pengendalian Kualitas Proses	36
2.4.3 Pengendalian Kualitas Produk	37

BAB III PERANCANGAN PROSES.....	42
3.1 Uraian Proses	42
3.1.1 Unit Pengering (Dryer)	43
3.1.2 Pembuatan <i>Dope</i>	46
3.1.3 Unit Pemintalan (<i>Spinning</i>)	48
3.1.4 Proses Koagulasi.....	51
3.1.5 Proses Pencucian (<i>Washing</i>).....	54
3.1.6 Proses <i>Drawing</i>	55
3.1.7 Proses Pengeringan (<i>Drying</i>).....	61
3.1.8 Proses Penggulungan (<i>Winding</i>).....	61
3.1.9 Pengemasan (<i>Packing</i>).....	63
3.2.2 Pembuatan <i>Oil</i>	64
3.2 Spesifikasi Alat	65
3.3 Perencanaan Produksi	70
3.4.1 Analisis Bahan Baku.....	70
3.4.2 Keseimbangan Produk dan Administrasi Gudang	71
3.4.3 Pengendalian Mutu	72
3.4.4 Jenis-Jenis dan Kegiatan Pemeliharaan	73
3.4 Perhitungan Produksi	74
BAB IV PERANCANGAN PABRIK	82
4.1 Lokasi Pabrik	82
4.1.1 Faktor Utama Pemilihan Lokasi Pabrik	82
4.1.2 Faktor Penunjang Pemilihan Lokasi Pabrik	83
4.2 Tata Letak Pabrik.....	85
4.3 Tata Letak Mesin	90
4.4 Utilitas.....	93
4.5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air.....	93
4.5.2 Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	104
4.5.3 Unit Pengadaan Udara Tekan.....	104
4.5.4 Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).....	105
4.5.5 Sarana Penunjang Non Produksi	107
4.5.6 Sarana Penunjang Produksi	110

4.5.7	Unit Pengelola Listrik	111
4.5	Bentuk dan Struktur Organisasi Perusahaan.....	132
4.6.1	Bentuk Perusahaan	132
4.6.2	Struktur Organisasi Perusahaan	134
4.6.3	Tugas dan Wewenang	138
4.6.4	Pembagian Jam Kerja Karyawan	147
4.6.5	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji	149
4.6.6	Kesejahteraan Sosial Karyawan	154
4.6.7	Manajemen Produksi.....	155
4.6.8	Perencanaan Produksi	156
4.6	Evaluasi Ekonomi.....	158
4.7.1	Modal Investasi (<i>Fixed Capital</i>)	163
4.7.2	Modal Kerja (<i>Working Capital</i>)	169
4.7.3	Sumber Pembiayaan Modal	174
4.7.4	Pembayaran Pinjaman Bank.....	175
4.7.5	Analisis Kelayakan Ekonomi	176
4.7.6	Harga Jual Filamen Aramid per Kilogram	181
4.7.7	Analisis Keuntungan	182
4.7.8	Regulated Annual	183
4.7.9	Sales Annual.....	184
4.7.10	Shut Down Point (SDP)	184
4.7.11	Return of Investment (ROI)	184
4.7.12	Return of Equity (ROE)	185
4.7.13	Pay Out Time (POT)	185
4.7.14	Break Even Point (BEP).....	185
4.7.15	Neraca Laba/Rugi (Profit/Loss)	186
4.7.16	Neraca Arus Kas (<i>Cash Flow</i>)	188
BAB V PENUTUP.....		190
5.1	Kesimpulan	190
5.2	Saran	191
DAFTAR PUSTAKA		192

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Nilai Impor Serat Alam dan Buatan di Industri Tekstil dan Produk Tekstil (TPT).....	2
Tabel 1.2 Nilai Impor Beberapa Bahan PEtrokimia untuk Industri Tekstil dan Produk Tekstil (TPT)	3
Tabel 1.3 Perkembangan Impor Benang Aramid di Indonesia Tahun 2012-2016	4
Tabel 1.4 Perhitungan Metode Trend Linear Tahun 2012-2016.....	5
Tabel 1.5 Ramalan Produksi Benang Aramid Tahun 2017-2021	6
Tabel 1.6 Perbedaan Proses Dry-Jet Wet Spinning dan Wet Spinning.....	23
Tabel 2.1 Spesifikasi Benang Aramid Denier/Filamen 1140/768 (DuPont).....	32
Tabel 2.2 Standar <i>Demin Water</i>	34
Tabel 3.1 Spesifikasi Bak Koagulasi dan Sifat Fisik Serat yang Dihasilkan	53
Tabel 3.2 <i>Finish Oil</i> Delion	64
Tabel 4.1 Pembagian Luas Pabrik.....	89
Tabel 4.2 Pembagian Area Proses Produksi	90
Tabel 4.3 Rekapitulasi Kebutuhan Air.....	95
Tabel 4.4 Kebutuhan AC Ruang Produksi.....	108

Tabel 4.5 Kebutuhan AC Ruang Non Produksi	108
Tabel 4.6 Rekapitulasi Penggunaan Lampu di Area Non Produksi Kelompok Pertama.....	117
Tabel 4.7 Rekapitulasi Penggunaan Lampu di Area Non Produksi Kelompok Kedua	118
Tabel 4.8 Rekapitulasi Kebutuhan Listrik Penerangan Area Produksi & Non- Produksi.....	119
Tabel 4.9 Kebutuhan Listrik Untuk Mesin Produksi	120
Tabel 4.10 Kebutuhan Listrik Untuk Utilitas.....	121
Tabel 4.11 Rekapitulasi Kebutuhan Listrik <i>Motor Exhaust Fan</i>	123
Tabel 4.12 Rekapitulasi Kebutuhan Listrik AC <i>Split</i>	123
Tabel 4.13 Rekapitulasi Kebutuhan Listrik Kipas Angin	124
Tabel 4.14 Rekapitulasi Pemakaian Daya Total Peralatan Laboratorium	126
Tabel 4.15 Rekapitulasi Pemakaian dan Biaya Listrik per Tahun Pabrik Filamen Aramid.....	128
Tabel 4.16 Rekapitulasi Penggunaan Listrik Berdasarkan Area atau Unit	131
Tabel 4.17 Jadwal Kerja <i>Shift</i> Regu	148
Tabel 4.18 Rekapitulasi Penggolongan Jabatan dan Keahlian, Jumlah Karyawan	

serta Gaji	150
Tabel 4.19 Modal Investasi Tanah dan Bangunan	162
Tabel 4.20 Modal Investasi Mesin Produksi dan Peralatan Laboratorium	162
Tabel 4.21 Modal Investasi Transportasi	165
Tabel 4.22 Modal Investasi Utilitas	165
Tabel 4.23 Modal Investasi Inventaris	166
Tabel 4.24 Modal Investasi Instalasi dan Pemasangan	167
Tabel 4.25 Modal Investasi Perizinan dan Lain-Lain	168
Tabel 4.26 Rekapitulasi Modal Investasi	168
Tabel 4.27 Modal Kerja Bahan Baku	169
Tabel 4.28 Modal Kerja Biaya Listrik dan Bahan Bakar	169
Tabel 4.29 Modal Kerja Gaji Karyawan	169
Tabel 4.30 Rekapitulasi Modal Kerja (<i>Working Capital</i>)	173
Tabel 4.31 Pembayaran Pinjaman Bank	175
Tabel 4.32 Biaya Asuransi	176
Tabel 4.33 Biaya Perawatan dan Pemeliharaan	176
Tabel 4.34 Biaya Depresiasi	177
Tabel 4.35 Rekapitulasi Biaya Tetap (<i>Fixed Cost</i>)	179

Tabel 4.36 Bahan Baku	179
Tabel 4.37 Listrik dan Bahan Bakar	179
Tabel 4.38 Rekapitulasi Biaya Tidak Tetap (<i>Variable Cost</i>).....	180
Tabel 4.39 Rekapitulasi <i>Regulated Annual</i>	182
Tabel 4.40 Neraca Laba/Rugi (P/L)	186
Tabel 4.41 Neraca Arus Kas (<i>Cash Flow</i>)	188

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.2 Grafik Regangan-Tegangan Benang Kevlar dan Filamen Komersil Lainnya.....	10
Gambar 1.3 Struktur Kimia Serat PPTA.....	12
Gambar 1.4 Proses Pembentukan Polimer PPTA	12
Gambar 1.5 Aramid dalam Larutan Asam Sulfat.....	13
Gambar 1.6 Diagram Alur Reaksi Polikondensasi untuk Polimerisasi PPTA ...	16
Gambar 1.7 Diagram Fase Larutan Anisotropik PPTA dalam 10% H ₂ SO ₄	18
Gambar 1.8 Proses Dry Jet-wet Spinning	22
Gambar 1.9 Pembentukan Serat PPTA	22
Gambar 1.10 Efek Pemantapan Panas pada Serat yang Dipintal dengan Wet Spinning dan Dry-Jet Wet Spinning	27
Gambar 1.11 Struktur Latis Serat PPTA.....	29
Gambar 1.12 Struktur Morfologi Fibrillar Serat PPTA	29
Gambar 1.13 Model Struktur Inti Kulit Oleh Panar dkk.....	30
Gambar 1.14 Model Struktur <i>Pleat</i> Serat PPTA.....	30
Gambar 3.1 Alur Produksi Filamen Aramid dengan Pemintalan Basah.....	42
Gambar 3.2 Bak Koagulasi	53

Gambar 3.3 Alur Proses <i>Draw-off</i>	56
Gambar 3.4 Drawing Frame.....	58
Gambar 3.5 <i>Draw Bath</i>	59
Gambar 3.6 <i>Heating Roll</i>	60
Gambar 4.1 <i>Layout</i> Pabrik (Skala 1:100).....	88
Gambar 4.2 <i>Layout</i> Mesin Unit <i>Chips Dryer</i>	90
Gambar 4.3 <i>Layout</i> Mesin Unit <i>Spinning</i> dan Koagulasi	91
Gambar 4.4 <i>Layout</i> Mesin Unit <i>Drawing</i>	91
Gambar 4.5 <i>Layout</i> Mesin Unit <i>Drying</i> dan <i>Take-up</i>	91
Gambar 4.6 Diagram Pengolahan Limbah Cair.....	105
Gambar 4.7 Struktur Organisasi Pabrik Filamen Aramid.....	137
Gambar 4.8 Kurva Analisis <i>Break Even</i>	185

ABSTRAK

Aramid merupakan salah satu filamen dengan kualitas terbaik yang memiliki kekuatan tarik dan modulus yang tinggi. Aramid terbuat dari *chips* PPTA (*poly-p-phenylene terephthalamide*) yang dipintal dengan menggunakan metode pemintalan basah. *Chips* PPTA ini kemudian dipolimerisasikan dalam *dope* (larutan pemintalan) yang mengandung asam sulfat dan diekstruksi melalui *spinneret* yang bersuhu 100°C selanjutnya dipadatkan didalam bak koagulasi yang bersuhu 0-3°C dan dicampur dengan 13-15% asam sulfat. Filamen aramid 1140D/768F didesain untuk keperluan pakaian balistik terutama dalam pengaplikasian rompi anti peluru. Dikarenakan filamen ini selalu diimpor dari luar negeri, maka pra-rancangan pabrik ini dengan kapasitas 200.000 kg/tahun diharapkan dapat menggantikan kebutuhan impor didalam negeri.

Pabrik ini akan dibangun di Jl. Raya Semarang - Batang, Kabupaten Batang, Provinsi Jawa Tengah diatas tanah seluas 7.225 m². Pabrik ini akan beroperasi sebagai Perseroan Terbatas (PT) dengan waktu operasi 24 jam dalam sehari (*semi continuous batch*) dan memiliki karyawan sebanyak 107 orang. Total modal yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik ini ialah Rp68.036.104.309 dengan rasio ekuitas 30% dan peminjaman bank 70%. Berdasarkan analisis ekonomi, pabrik ini akan meraih keuntungan bersih sebesar Rp18.401.713.905 dengan persentase Shut Down Point (SDP), Return of Investment (ROI), Return of Equity (ROE) dan Break Even Point (BEP) secara berturut-turut ialah 10,03%, 28,47%, 94,90% dan 51,20%. Sedangkan Pay Out Time (POT) sekitar 4 tahun.

Kata-kata kunci : Aramid, Kekuatan Tarik Tinggi, Modulus Tinggi, Pra Rancangan Pabrik

ABSTRACT

Aramid is one of superlative high performance filaments which has high tenacity strength and high modulus tensile. Aramid is made of PPTA (poly-p-phenylene terephthalamide) chips processed by wet spinning method. The PPTA chips are polymerised in dope solution that contain sulfuric acid and are extruded direct through 100°C temperature-spinneret and being coagulated by 0-3°C water mixed along with 13-15% sulfuric acid in coagulation bath. Aramid filaments 1140D/768F are designed for the ballistics wear, particularly soft body armour application. Since aramid were imported overseas, this pre-elementary factory with the capacity of 200,000 kilograms per year is expected to substitute the import needs.

The factory is going to be established on Jl. Raya Semarang – Batang, Batang Regency, Centre of Java Province on area of 7,225 m². The factory will run as Perseroan Terbatas (PT) and will operate 24 hours (semi-continuous batch system) and has 107 employees. The total capital of the factory requires Rp68,036,104,309. The ratio of equity and bank loan is 30%:70%. Based on economic analysis, the factory will acquire net earnings Rp18,401,713,905, with Shut Down Point (SDP), Return of Investment (ROI), Return of Equity (ROE) and Break Even Point (BEP) are 10.03%; 28.47%; 94.90%; and 51.20% respectively. The Pay Out Time (POT) will take around 4 years.

Keywords : *Aramid, High Modulus Tensile, High Tenacity, Pre-Elementary Factory*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri TPT (Tekstil dan Produk Tekstil) yang beroperasi di Indonesia pada saat ini telah terintegrasi dengan tiga area klasifikasi, yaitu produk *fibre* yang didominasi oleh sektor hulu, sektor antara yang terdiri dari perusahaan-perusahaan dengan proses produksi yang meliputi *spinning*, *knitting*, *weaving*, *dyeing*, *printing* dan *finishing*, serta sektor hilir berupa pabrik garmen dan produk tekstil lainnya. (Wiangga, 2017).

Pada umumnya pabrik penghasil dan pengolah *fibre* di Indonesia dapat diklasifikasikan menjadi dua macam, yaitu *fibre* yang ditujukan untuk produk khusus seperti pakaian balistik dan *fibre* yang ditujukan untuk busana. Menurut Kementerian Perindustrian Indonesia, perbandingan jumlah penghasil produk *fibre* untuk busana lebih besar jika dibandingkan dengan kecilnya penghasil produk *fibre* untuk *advanced textile* khususnya untuk kebutuhan militer seperti rompi anti peluru. Pada umumnya, rompi anti peluru terbuat dari serat aramid atau *poly-para-phenylene terephthalamide* (PPTA) atau yang biasanya dikenal dengan nama dagang Kevlar®, Twaron®, atau Nomex®.

PPTA merupakan polimer aramid yang terbuat dari *p-phenylene diamine* (PPD) dan *terephthaloyl chloride* (TCl) dari proses polimerisasi polikondensasi yang melibatkan pencampuran molekul rantai panjang. PPTA merupakan bahan baku dalam pembuatan filamen aramid yang kemudian diproses melalui *wet spinning* atau *dry-jet wet spinning*. Pada umumnya filamen ini diaplikasikan pada rompi anti peluru atau pakaian balistik karena mempunyai kekuatan tensil dan modulus yang tinggi sehingga dapat mementalkan peluru jika diaplikasikan pada rompi tahan peluru.

Industri manufaktur filamen aramid di Indonesia masih tergolong sangat sedikit mengingat bahwa filamen ini sangat dibutuhkan untuk pengaplikasiannya pada *advanced textile*. Tabel 1.1 menunjukkan nilai impor serat alam dan buatan di industri tekstil dan produk tekstil (TPT).

Tabel 1.1 Nilai Impor Serat Alam dan Buatan di Industri Tekstil dan Produk Tekstil

(TPT)

Jenis Barang	2010	2011	2012	2013	2014	Rata-rata Pertumbuhan Impor (%)
Cotton, not carded/combed	1.148.390.5 85	1.785.829.8 29	1.333.135.1 10	1.346.306.7 43	1.400.810.9 37	3,96
Synthetic filament tow of acrylic/modacrylic	116.400.80 3	181.090.00 0	92.121.825	88.209.070	112.702.63 3	2,36
Artificial filament tow	129.901.69 8	152.150.66 7	185.990.22 1	247.977.87 6	251.121.41 7	11,84
Synthetic staple fibres of acrylic/modacrylic	78.842.345	88.955.581	74.357.605	57.612.214	63.875.024	-2,93
Artificial staple fibres of viscose rayon, carded/otherwise process for spinning	53.453.937	94.562.292	251.069.27 2	135.670.57 6	167.833.89 5	79,82
Artificial staple fibres of viscose rayon not carded/otherwise process for spinning	7.666.952	5.278.026	4.004.757	9.710.816	3.707.544	6,95
Synthetic staple fibres of nylon/other polyamides carded, combed otherwise process for spinning	2.806.581	1.532.918	1.978.361	3.442.054	4.824.794	30,05

Lanjutan Tabel 1.1

Synthetic staple fibres of polyester carded, combed otherwise process for spinning	4.629.513	10.869.271	21.434.675	29.496.290	46.831.187	29,74
						*dalam US\$

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2015)

Tabel 1.2 Nilai Impor Beberapa Bahan Petrokimia untuk Industri Tekstil dan Produk Tekstil (TPT)

Bahan baku	2010	2011	2012	2013	2014	Rata-rata Pertumbuhan Impor (%)
Monoethylene glycol	380.599.200	492.749.822	457.241.093	471.949.079	517.470.865	5,96
Caprolactam	125.015.804	131.325.156	95.702.854	91.788.034	74.426.098	-9,92
Polyamides -6	152.539.727	196.378.751	155.032.848	173.639.887	171.942.322	3,48
Polyamide -11; -12; -6,6; -6,9; -6,10	54.278.016	65.420.016	70.072.167	55.863.383	51.300.177	-1,44
Polyamide lainnya	12.354.456	15.653.821	18.552.031	15.840.505	15.660.336	6,83
Polyurethanes	70.648.964	90.495.945	109.271.537	116.516.537	119.662.566	11,25
Acrylonitrile	19.691.568	19.830.960	15.038.156	13.784.306	14.031.101	-6,69
						*dalam US\$

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2015)

Dari Tabel 1.1 terlihat bahwa permintaan serat alam dan serat buatan mengalami kenaikan tiap tahunnya. Rata-rata pertumbuhan impor tertinggi ditunjukkan oleh *artificial staple fibres of viscose rayon (carded)* dengan nilai 79,82%, sedangkan rata-rata pertumbuhan impor terendah adalah pada *synthetic staple fibres of acrylic/modacrylic* dengan nilai -2,93%. Namun, pada Tabel 1.1 ini dapat disimpulkan bahwa Indonesia masih bergantung dengan impor untuk memenuhi kebutuhan serat alam maupun buatan. Serat poliamida merupakan serat buatan dengan jumlah rata-rata pertumbuhan terbesar kedua, yaitu 30,05%.

Tingginya nilai persentase ini mengindikasikan bahwa benang aramid dibutuhkan dalam jumlah yang besar di Indonesia, baik dalam pengaplikasian *advanced textile* maupun busana atau *apparel*.

Tabel 1.2 menunjukkan beberapa bahan petrokimia seperti monoetilen glikol, kaprolaktam, poliamida, poliuretan dan akrilonitril yang diperlukan oleh industri tekstil dan produk tekstil (TPT). Aramid termasuk kedalam “poliamida lainnya” dengan rata-rata pertumbuhan impor sebesar 6,83%. Jika dibandingkan dengan bahan petrokimia lainnya, maka impor poliamida jenis lainnya yang dilakukan oleh Indonesia tergolong besar.

Aramid termasuk kedalam serat jenis poliamida lainnya dimana dari Tabel 1.1 dan Tabel 1.2 dapat ditarik kesimpulan bahwa Indonesia cukup membutuhkan serat ini dalam jumlah yang cukup besar.

Berikut adalah jumlah impor filamen aramid oleh Indonesia pada tahun 2012 hingga tahun 2016 yang ditunjukkan pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3 Perkembangan Impor Benang Aramid di Indonesia Tahun 2012-2016

Tahun	Jumlah Impor (Ton)
2012	173
2013	220
2014	151
2015	205
2016	187

(Sumber : trademap.org)

Dari data yang ditunjukkan oleh Tabel 1.3, dengan menggunakan metode *trend linear* maka dapat diketahui jumlah kebutuhan benang aramid pada tahun 2021. Hasil yang diperoleh akan dijadikan sebagai acuan dalam menentukan kapasitas produksi dalam pra-rancangan pabrik Filamen Aramid 1140D/768F. Berikut adalah data perhitungan untuk ramalan produksi Filamen Aramid 1140D/768F dari tahun 2017 hingga tahun 2021.

Tabel 1.4 Perhitungan Metode Trend Linear Tahun 2012-2016

Tahun	Kebutuhan (Y)	(Periode) X	X ²	XY
2012	173	-2	4	-346
2013	220	-1	1	-220
2014	151	0	0	0
2015	205	1	1	205
2016	187	2	4	374
Total	936	0	10	13

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

$$Y = A + BX$$

$$A = \frac{\Sigma Y}{n} = \frac{936}{5} = 187,2$$

$$B = \frac{\Sigma(XY)}{\Sigma X^2} = \frac{13}{10} = 1,3$$

Tabel 1.5 Ramalan Produksi Filamen Aramid Tahun 2017-2021

Tahun	X	Y (kg/tahun)
2017	3	191.100
2018	4	192.400
2019	5	193.700
2020	6	195.000
2021	7	196.300

Keterangan : A : Rata-rata permintaan terdahulu

B : Koefisien perubahan setiap tahun

Y : Nilai data hasil ramalan permintaan (kg/tahun)

X : Waktu tertentu yang telah diubah kedalam bentuk kode

n : Jumlah data

Dari hasil peramalan produksi yang diperoleh pada Tabel 1.5 maka dapat dilihat bahwa pada tahun 2021, Indonesia akan melakukan impor benang aramid sebanyak 196.300 kg/tahun. Jumlah impor ini tergolong sedikit jika dibandingkan dengan impor benang atau filamen sintetis lainnya seperti *polyester*. Maka dari itu untuk menghindari impor secara terus menerus, maka pabrik ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan filamen aramid dengan kapasitas produksi sebanyak 200.000 kg/tahun atau 200 ton/tahun.

Dalam praktiknya pabrik tekstil tidak selamanya akan menghasilkan spesifikasi produk yang sama sehingga dalam produksinya pasti mengalami perbedaan spesifikasi produk. Perbedaan ini disebabkan karena adanya perbedaan

kehalusan filamen yang dihasilkan oleh mesin. Namun, pada pra-rancangan pabrik ini akan dilakukan pengusahaan untuk memproduksi produk dengan spesifikasi yang dibutuhkan dalam pembuatan rompi tahan peluru yang mengacu pada Kevlar 49 milik Perusahaan DuPont, yaitu dengan nomor filamen 1140 Denier dan dengan jumlah filamen sebanyak 768 filamen.

1.2 Tinjauan Pustaka

Serat aramid atau serat poliamida aromatik merupakan serat organik pertama yang memiliki kekuatan dan modulus tensil yang cukup tinggi untuk diaplikasikan pada komposit tingkat atas sebagai penguat atau *reinforcement*. Sifat mekanis serat aramid mencapai 5-10% lebih tinggi dibandingkan serat sintetis lainnya. Oleh karena sifat tersebut, aramid digunakan untuk menggantikan kawat-kawat logam dan serat anorganik dan diaplikasikan pada bidang kelautan, pesawat udara, tali untuk dipasangkan di pantai lepas dan rompi anti peluru. Selain itu, serat aramid memiliki sifat mekanis yang lebih baik dari baja dan serat kaca dan tetap mampu mempertahankan sifat ini pada suhu yang tinggi dikarenakan kelebihan sifat aramid yang tahan terhadap api dan panas.

Kata “aramid” berasal dari proses pembuatan serat dimana bagian dari serat tersebut membentuk rantai panjang sintetis poliamida, dan sekitar 85% dari gugus amida tersebut bergabung secara langsung ke dua cincin aromatik, seperti yang didefinisikan oleh Komisi Perdagangan Amerika Serikat. Sehingga, aramid juga dikenal dengan nama dagang Kevlar, Nomex, Twaron, Teijinconex dan Technora.

1.2.1 Sifat Serat Aramid

Serat aramid diketahui memiliki kekuatan sedang ke sangat tinggi, sifat mulur dari sedang ke rendah, dan modulus yang sangat tinggi sekali dengan densitas kristal berkisar antara 1,35 – 1,45 g/cm³. Selain itu serat aramid tahan terhadap api dan panas yang disebabkan oleh banyaknya jumlah cincin *m*-fenilen yang sejajar, sedangkan serat dengan kekuatan dan modulus yang sangat tinggi diperoleh karena terdapat banyaknya cincin *p*-fenilen yang sejajar.

a. Sifat Kimia

Sifat hidrofilik pada amida menyebabkan semua aramid dapat menyerap kelembaban. Selain itu, struktur dari serat ini sangat berperan penting dalam menentukan penyerapan kelembaban. Misalnya, Kevlar® dengan jenis berbeda memiliki kelembaban yang berbeda pula. Berdasarkan koefisien difusi pada permukaan kulitnya; Kevlar 149 > Kevlar 29 > Kevlar 49 dan koefisien difusi pada intinya; Kevlar 29 > Kevlar 49 > Kevlar 149 untuk konsentrasi penetrasi kurang dari 0,02 g/cm³. Penyerapan kelembaban oleh Kevlar 29 sama dengan kekuatan penyerapan Kevlar 49, namun Kevlar 149 hanya menyerap sangat sedikit jika dibandingkan dengan Kevlar 29 dan Kevlar 49. Pada suhu 20°C dan kondisi RH 55%, Kevlar 29 menyerap sekitar 7% sedangkan Kevlar 149 hanya menyerap sekitar 1%.

Serat aramid memiliki ketahanan yang sangat baik terhadap serangan pelarut organik dan larutan garam encer. Namun, serat ini sangat rentan terhadap asam dan basa kuat pada suhu tinggi sehingga menyebabkan terjadinya hidrolisis pada amida dan hilangnya kekuatan serat tersebut. Serat

aramid lebih tahan terhadap asam dibandingkan serat nilon 6,6, tetapi daya tahannya tidak sekuat serat poliester, kecuali pada saat suhu tinggi. Dalam ketahanannya terhadap basa kuat, serat aramid dan serat nilon 6,6 sama-sama tahan terhadap basa kuat.

Serat aramid sangat sulit diwarnai dengan metode konvensional karena T_g -nya yang sangat tinggi. Namun dengan menggunakan zat warna kation dan piridin sebagai pelarut dalam proses *dyeing* berhasil membuat Nomex dan poliisofthalamid 4,4-diamindifenil-metana dan 2,2-bis(4-amino fenil) propana memiliki daya tahan luntur terhadap cahaya yang sangat baik. Cincin aromatik pada *p*-aramid memengaruhi penyerapan cahaya UV, dimana dapat merubah warna karena reaksi oksidatif dan *drop* pada sifat serat pada umumnya.

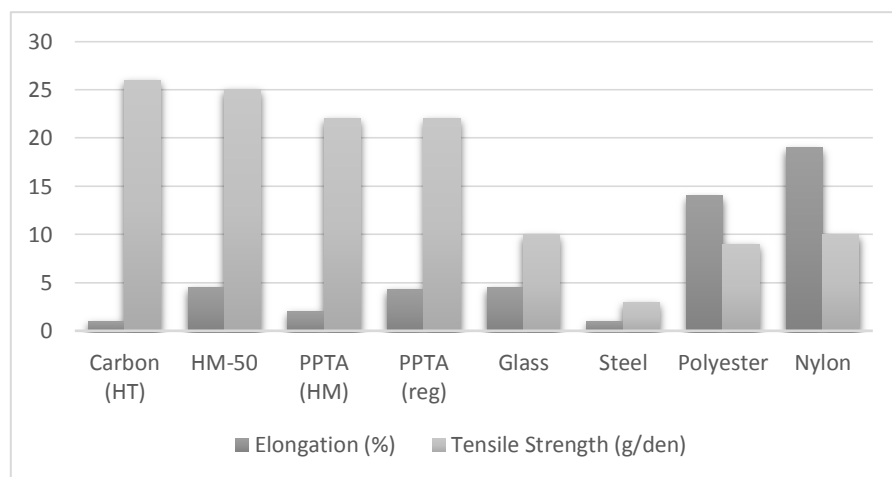
b. Sifat Termal

Serat aramid tidak dapat meleleh dikarenakan dekomposisi yang terjadi secara bersamaan. Ikatan C-N pada gugus amida dalam PPTA memiliki dua ciri ikatan. Konjugasi antara gugus amida dan cincin aromatik dalam *p*-aramid menyebabkan adanya warna kuning pada serat ini serta meningkatkan kekakuan pada rantai yang membantu dalam mempertahankan sifat-sifat fisik serat aramid dalam suhu tinggi. Pada suhu 300°C, Kevlar dapat mempertahankan kekuatannya hingga 50% pada suhu ruang, sedangkan modulusnya tetap bertahan hingga 70%. Aramid memiliki koefisien longitudinal negatif pada pertambahan panas sekitar $(-2 \text{ sampai } -4) \times 10^{-6}/\text{K}$ dan transverse positif $60 \times 10^{-6}/\text{K}$. Karena kristalinitasnya yang tinggi,

penyusutan pada serat ini hanya kecil sekali baik itu pada suhu tinggi dalam udara ($<0,1\%$ pada 177°C) maupun dalam air mendidih ($<0,1\%$ pada 100°C). Selain itu, serat aramid memiliki konduktivitas rendah yang bervariasi pada gelombang longitudinal dan transverse yang sejajar.

c. Sifat Mekanis

Grafik hubungan tegangan-regangan antara benang Kevlar dan benang filamen komersil lainnya ditunjukkan oleh Gambar 1.2. Grafik ini menunjukkan bahwa kekuatan tensil maksimum benang Kevlar adalah 22 gpd, yaitu lima kali lebih kuat dari kabel baja dan dua kali lebih kuat dari nilon, poliester atau serat gelas. Kevlar pada awalnya menunjukkan modulus yang sangat tinggi, 62 GPa. Pemantapan panas dibawah tegangan dapat meningkatkan arah kristalin dari Kevlar, contohnya Kevlar 29 dengan modulus 131 GPa.



Gambar 1.2 Grafik Regangan-Tegangan Benang Kevlar dan Filamen Komersil Lainnya

Kekuatan yang dimiliki oleh Kevlar dapat disimpulkan menjadi :

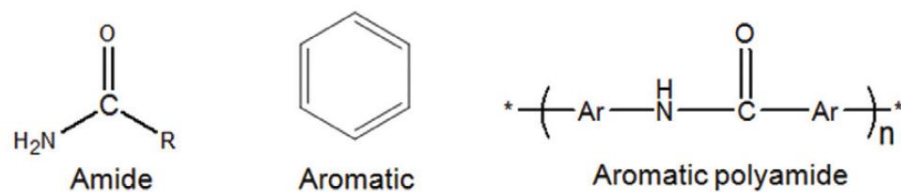
1. Adanya gugus amida dan aromatik
2. Saat Kevlar dipintal menjadi serat, polimer-polimer pada Kevlar akan membentuk kristalin yang beraturan dengan rantai polimernya membentuk rantai paralel terhadap sumbu axis seratnya. Kristalinitas yang tinggi berkontribusi sangat besar dalam kekakuan dan kekuatan yang dimiliki oleh Kevlar.
3. Individual polimer pada filamen-filamen halus Kevlar diikat oleh ikatan hidrogen yang terbentuk antara gugus polar amida pada rantai sebelahnya.
4. Komponen aromatik dalam polimer Kevlar membentuk kesejajaran seperti radial yang menyebabkan tingginya derajat simetris dan kerataan pada struktur internal dari serat tersebut.

Serat Kevlar mampu mempertahankan kekuatan dan modulusnya pada suhu tinggi seperti 300°C. Selain itu, Kevlar tidak mengalami degradasi pada suhu serendah 196°C. Kevlar juga memiliki tegangan yang elastis. Saat ditekan atau dibengkokkan terhadap axis-nya, deformasi plastik pada Kevlar terjadi secara non-linear. Kekuatan tensil serat *p*-aramid tergantung pada MC (*moisture content*) dan dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu interaksi intermolekul yang meningkatkan ikatan hidrogen oleh molekul-molekul air, serta efek plastik yang meningkatkan kekuatan tensil saat MC meningkat, namun apabila MC-nya semakin bertambah maka kekuatan tensil dari serat *p*-aramid akan menurun.

1.2.2 Proses Persiapan Pembuatan Serat Aramid

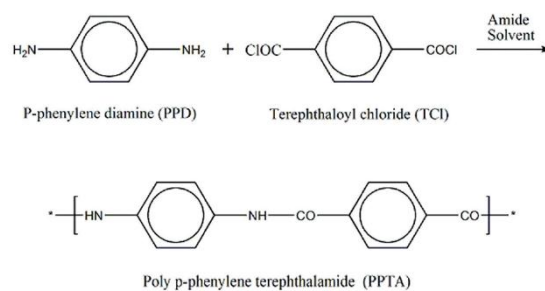
1.2.2.1 Polimer PPTA (*poly-para-phenylene terephthalamide*)

Poly(para-phenylene terephthalamide) atau disingkat menjadi PPTA adalah polimer organik yang berasal dari poliamida aromatik dimana sekitar 85%-nya terdiri dari gugus amida (-CO-NH-) yang berikatan langsung menjadi cincin-cincin aromatik. Struktur kimia serat PPTA dapat dilihat pada Gambar 1.3.



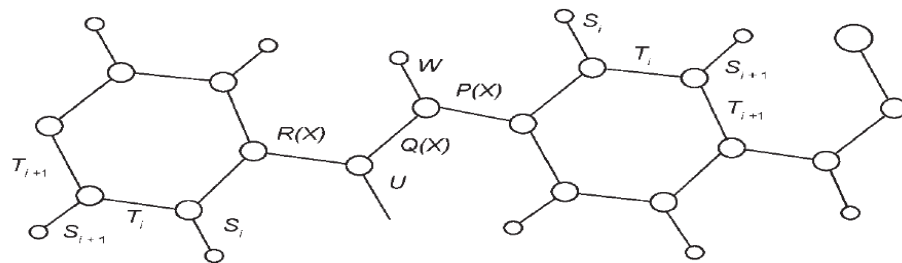
Gambar 1.3 Struktur Kimia Serat PPTA

Poly(para-phenylene terephthalamide) adalah polimer sintesis yang dihasilkan melalui proses polimerikondensasi dari hasil reaksi diamide aromatik (*p-phenylene diamide*) (PPD) dan hasil reaksi di-asam klorida aromatik atau *terephthaloyl chloride* (TCl) dengan menggunakan pelarut amida. Gambar 1.3 menunjukkan proses pembentukan polimer PPTA.



Gambar 1.4 Proses Pembentukan Polimer PPTA

Polimer PPTA tidak dapat larut dalam pelarut konvensional seperti larutan poliamida aromatik *p-oriented* tetapi bentuk *rod* dari aramid dapat larut dalam larutan asam sulfat kuat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.5.



Gambar 1.5 Aramid dalam Larutan Asam Sulfat

1.2.2.2 Sintesis Polimer PPTA (*poly-para-phenylene terephthalamide*)

Metode yang umumnya digunakan dalam pembuatan poliamida alifatik tidak cocok untuk pembuatan poliamida aromatik yang mempunyai berat molekul yang tinggi. Namun, terdapat dua metode pembuatan polimer dengan berat molekul menengah sampai ke berat molekul yang tinggi, yaitu:

- a) Polikondensasi interfasial, ialah polikondensasi dengan suhu rendah (dibawah 50°C untuk menghindari terjadinya degradasi, reaksi samping dan ikatan silang).
- b) Polikondensasi larutan, ialah polikondensasi langsung dalam larutan yang menggunakan fosfit (dengan adanya garam logam).

Di antara dua metode polikondensasi pada suhu rendah tersebut, yaitu poliakondensasi interfasial dan polikondensasi larutan, proses kedua lebih banyak digunakan karena pada polimerisasi interfasial terjadi distribusi berat molekul yang luas, sehingga tidak sesuai untuk persiapan pembuatan serat. Dalam polikondensasi larutan, media polimerisasi yang digunakan adalah pelarut inert

yang melibatkan sedikitnya satu reaktan dan pelarut atau agen *swelling* untuk polimer (pelarut lebih dianjurkan). Pada umumnya pelarut yang digunakan adalah dimetil asetat (DMAc), N-metil-2-pirolidon (NMP), heksametil fosfat triamida (HMPA) dan tetreamethyl urea (TMU). Tetapi tidak ada pelarut organik yang cukup kuat untuk aramid agar polimernya tetap dalam larutan yang disebabkan karena meningkatnya berat molekul aramid tersebut. Namun, dengan penambahan litium atau kalsium klorida, kekuatan pelarut dari banyak pelarut organik akan meningkat.

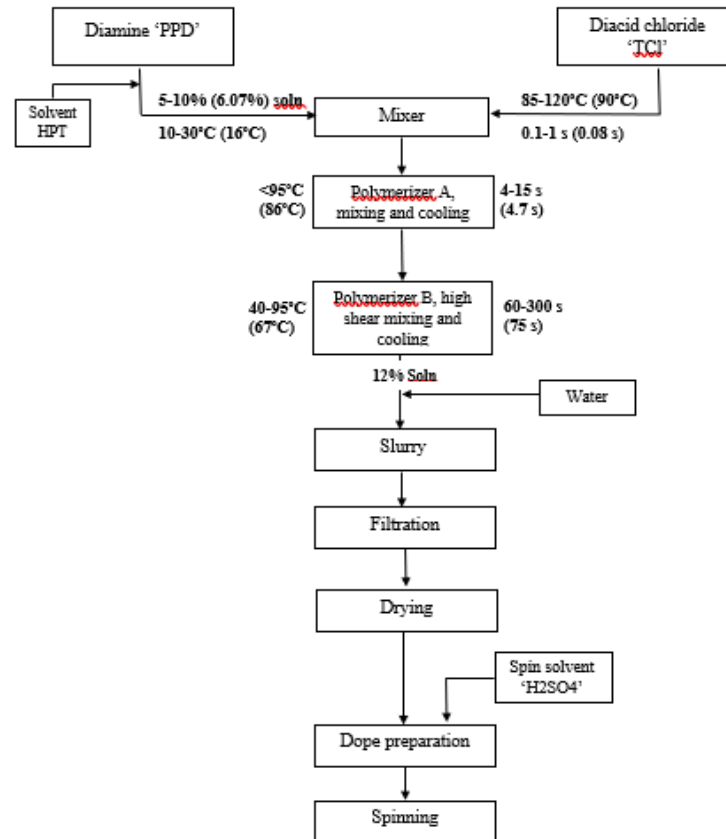
Metode polikondensasi larutan merupakan proses polikondensasi dengan suhu rendah yang digunakan untuk molekul-molekul yang memiliki sifat tidak dapat meleleh karena memiliki berat molekul yang tinggi. Meskipun proses tersebut melalui proses dimana reaktan dan polimer tetap dapat larut dengan baik dari yang semula tidak dapat larut, namun polimer tersebut tetap akan menghasilkan endapan yang banyak dalam larutan.

Metode polikondensasi larutan dapat digunakan untuk polimer seperti polyamide polyureas, poly urethanes, dan poly-phenyl ester misalnya poly(m-phenylene isophthalamide) (MPD-I) yang pada umumnya dikenal dengan Nomex dan Teijincontex dan poly(*p*-phenylene terephthalate) (PPTA) yang umumnya dikenal dengan Kevlar dan Twaron. Metode polikondensasi larutan dalam pembentukan serat PPTA akan bereaksi dengan nitrogen kering pada suhu antara (-10 sampai 60)^oC dari hitungan menit ke detik. Pada metode ini reaksi pencampuran akan meningkatkan viskositas dan menimbulkan endapan.

Pada tahap reaksi polimerisasi terjadi kerusakan rantai polimer yang disebabkan oleh adanya oksigen, yang berasal dari dalam reaktor maupun luar reaktor. Adanya oksigen dalam jumlah yang sangat sedikit dalam reaktor dapat menyebabkan kerusakan rantai polimer. Oleh karena itu pada proses kondensasi, reaktor polikondensasi diisolasi dengan gas nitrogen untuk menghindari masuknya oksigen ke dalam reaktor.

Untuk memperoleh polimer dengan viskositas yang diinginkan dilakukan pengadukan pada reaktor dengan kecepatan tertentu secara bertahap. Proses polimerisasi ini akan berakhir apabila viskositas polimer yang diinginkan mencapai kira-kira 870 poise.

Kwolek dan Morgan menemukan metode pengolahan sebuah poliamida aromatik dari *poly(p-phenylene terephthalate)* dengan polimerisasi bersuhu rendah yang melibatkan reaksi diamina aromatik (*p-phenylene diamine* atau “PPD”) dan diasam klorida aromatik atau *terephthaloyl chloride* (TCl) dengan pelarut amida. Diagram alur untuk reaksi polikondensasi pada polimerisasi ditunjukkan pada Gambar 1.6.



Gambar 1.6 Diagram alur reaksi polikondensasi untuk polimerisasi PPTA

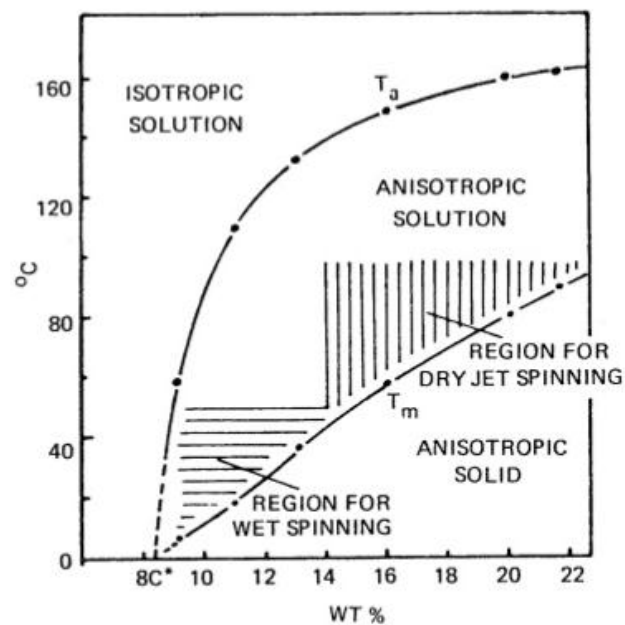
1.2.2.3 Proses Persiapan Pembentukan *Dope*

PPTA yang telah disintesis dilarutkan dalam H_2SO_4 dengan konsentrasi tertentu untuk pembentukan *dope* pada proses pemintalan serat. Larutan H_2SO_4 dalam PPTA menunjukkan sifat larutan *lyotropic*. Viskositas dalam larutan H_2SO_4 mencapai titik minimumnya pada saat konsentrasinya sekitar 20 wt% dan dengan suhu antara 65-70°C. Viskositas larutan anisotropik PPTA ialah $\eta_{inh} = 49$ dalam konsentrasi asam sulfat tertentu.

Viskositas PPTA dalam 100% H_2SO_4 berfungsi sebagai konsentrasi dalam dua berat molekul berbeda. Saat konsentrasi bertambah, maka viskositas pada larutan polimer akan meningkat sangat cepat hingga konsentrasi mencapai titik kritis, setelah viskositasnya turun secara drastis. Peningkatan tersebut adalah peningkatan yang diharapkan dalam viskositas dengan konsentrasi tertentu untuk polimer isotropik. Titik kritis konsentrasi menandakan fase awal pembentukan nematik atau isotropik dan viskositas yang menurun menunjukkan perilaku viskositas yang rendah pada kristal cair nematik. Konsentrasi polimer pada titik kritis dalam pembentukan mesofase tergantung pada berat molekul dari polimer itu sendiri.

Untuk larutan proses pemintalan diperlukan polimer dengan berat molekul yang tinggi, *dope* dengan konsentrasi polimer yang tinggi dan viskositas *dope* yang rendah untuk mempertahankan sifat mekanis, kemampuan pemrosesan yang mudah serta biaya yang rendah. Gambar 1.7 menunjukkan diagram fase PPTA dalam 100% larutan H_2SO_4 . Dalam konsentrasi yang tinggi (18-23%

PPTA), *dope* akan memadat pada daerah dengan viskositas rendah yaitu sekitar 80°C. *Dope* ini kemudian dilelehkan sebelum proses pemintalan dan pada koagulasi dengan suhu rendah untuk pemintalan dengan menggunakan *dry-jet wet*. Proses ini merupakan proses pemintalan leleh PPTA dalam fase nematik dimana serat diendapkan dalam rongga udara dan disemprotkan dengan asam pada bak koagulasi. Dapat dibuktikan bahwa sampai konsentrasi 10%, viskositas dari *dope* tetap rendah dan dapat dipintal dengan pemintalan basah.



Gambar 1.7 Diagram Fase Larutan Anisotropik PPTA dalam 10% H₂SO₄

1.2.3 Proses Pemintalan Aramid

Serat PPTA dapat dipintal dari amida dan larutan garam menggunakan proses pemintalan basah konvensional. Larutan ini biasanya memiliki konsentrasi rendah dan bentuk nematik anisotropik.

Polimer *dope* anisotropik (dalam H_2SO_4 terkonsentrasi) diekstruksi melalui *spineret* pada suhu 100°C melalui rongga udara selebar 1 cm kedalam air dingin ($0-4^\circ\text{C}$). Kemudian serat mengendap dalam rongga udara tersebut dan larutan asam dalam bak koagulasi dihilangkan. Sifat kapiler pada *spineret* dan rongga udara menyebabkan perputaran dan pensejajaran yang kemudian menghasilkan kristal dan serat-serat yang telah sejajar. Saat larutan anisotropik melewati lubang kapiler, perpotongan kapiler menyebabkan sebagian kristal yang cair tetap berada disepanjang arah perpotongan tersebut; namun, pada ujung kapiler, terjadi pensejajaran ulang sebagian kristal cair karena adanya keelastisan viskositas dalam larutan. Pensejajaran ulang ini diatasi oleh pelemahan (atenuasi) pada filamen dibawah tegangan proses pemintalan. Filamen yang teratenuasi setelah proses pencucian, netralisasi dan pengeringan menghasilkan serat dengan kristalin, kekuatan dan modulus yang tinggi. Larutan isotropik yang dipintal dengan pemintalan basah dimasukkan kedalam koagulan secepat mungkin saat keluar dari *nozzle spineret* untuk mencegah terjadinya atenuasi menyeluruh pada larutan tersebut sehingga dapat menghasilkan serat dengan *tenacity* rendah, modulus menengah dan mulur tinggi.

Pada proses pemintalan benang aramid terdapat dua metode yang sudah umum digunakan pada industri tekstil, yaitu menggunakan metode konvensional

dengan proses *wet spinning* (pemintalan basah) dan metode yang lain dengan proses *dry jet-wet spinning*.

a. Wet Spinning (Pemintalan Basah)

Pada proses ini polimer dilarutkan dalam pelarut yang diekstraksi kedalam cairan (biasanya air) setelah larutan (*dope*) meninggalkan *spinneret*. Polimer dilarutkan atau disuspensikan dalam pelarut untuk membentuk *spin dope* yang memiliki viskositas dan kemudian filamen terbentuk oleh proses ekstruksi melalui lubang-lubang kecil *spinneret*. Misalnya Kevlar akan terdegradasi secara termal jika diproduksi memang untuk dilelehkan, sehingga harus menggunakan pelarut.

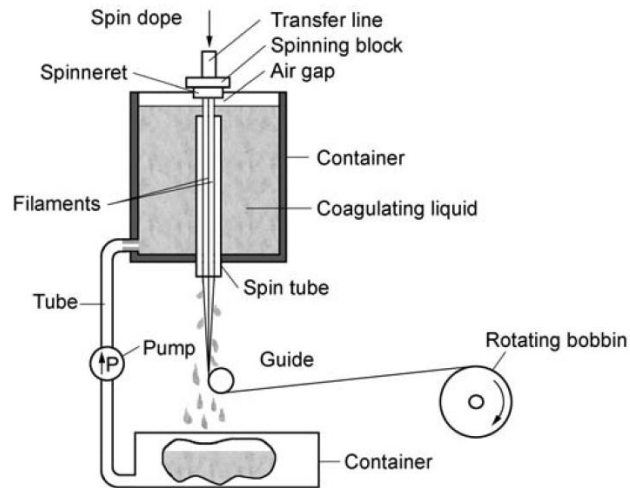
Pada pemintalan basah polimer dipintal kedalam fluida cair dengan viskositas tinggi. Hal ini dikarenakan viskositas yang tinggi menunjukkan tegangan geser yang tinggi pula pada permukaan filamen dan tegangan pada filamen pun dapat meningkat. Selain itu, pemintalan basah mampu menggunakan lebih banyak lubang pada *spinneret*-nya yang mencapai total hampir 60.000 lubang di setiap *spinneret* apabila pemintalan selesai secara langsung kedalam cairan koagulasi atau ekstraksi.

Untuk Kevlar, *spin dope* secara relatif dipintal dengan suhu panas sekitar 100°C dan menghasilkan kristal cair yang memiliki viskositas. Pelarut yang digunakan adalah asam sulfat dengan konsentrasi 80 wt% (20 wt% polimer). Kristal cair ini mudah disejajarkan dengan gerakan peregangan, namun hal ini dapat menghilangkan kesejajarannya karena gerakan Brownian apabila peregangan diberhentikan. Sehingga, selama proses pemintalan, filamen

terlebih dahulu diekstruksi melalui rongga udara dimana filamen diregangkan 2-3 kali yang menghasilkan derajat orientasi molekul yang tinggi pada filamen tersebut. Rongga udara tersebut sekitar 1 inchi dan memungkinkan *spinneret* menjadi panas (100°C) saat bak ekstraksi dalam keadaan dingin (15°C). Filamen panas tersebut kemudian masuk kedalam bak pendinginan dimana filamen mengalami “*quench*” dan pensejajaran filamen terjadi pada saat pendinginan yang sangat cepat. Saat proses *quench* terjadi, pelarut diekstraksi yang membutuhkan waktu kontak yang relatif lama. Namun langkah awal *quenching* sangat penting karena dapat membekukan atau mengunci kesejajaran molekul. Kesejajaran ini penting sekali untuk membentuk sifat Kevlar yang sangat kuat. Filamen dengan kesejajaran ini (pada berat biasa) lebih kuat dari baja.

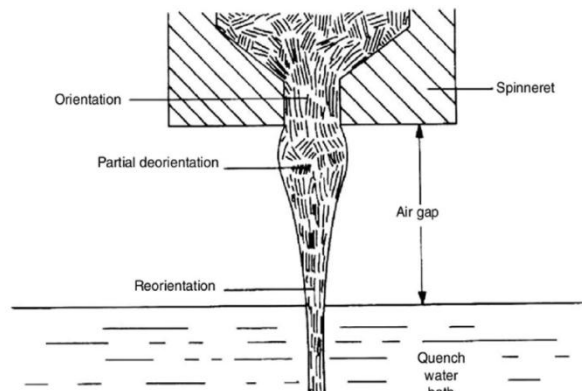
b. Dry Jet-Wet Spinning

Larutan aramid dipintal oleh proses yang disebut *dry-jet-wet-spinning*. Pada proses ini, larutan anisotropik PPTA diekstruksi melalui rongga udara kemudian masuk ke dalam bak koagulasi yang ditunjukkan pada Gambar 1.8. Kemudian benang yang telah melewati proses pada bak koagulasi dicuci dan dikeringkan.



Gambar 1.8 Proses *Dry Jet-wet Spinning*

Larutan anisotropik melewati *spinneret* dan diregangkan sekitar 0,5 atau 1 cm dari rongga udara dan dengan suhu bak koagulasi 0 atau 5°C. Serat kemudian keluar dengan kecepatan hingga 200 m/menit. Viskositas *dope* harus rendah untuk dapat diproses dan konsentrasi polimer harus tinggi untuk meminimalisir biaya. Selain itu, tingginya berat molekul akan memaksimalkan sifat mekanis dari benang aramid ini. Gambar 1.9 menunjukkan kesejajaran molekul polimer dalam proses *dry-jet wet spinning* yang menghasilkan satu *strand* dari *spinneret*.



Gambar 1.9 Pembentukan Serat PPTA

Pembentukan mikrostruktur serat yang penting terjadi selama tahapan koagulasi pada proses pemintalan. Tahap akhir pemintalan untuk flamen yang terkoagulasi meliputi proses pencucian, netralisasi dan pengeringan. Selama proses pengeringan diberikan sedikit tegangan. Namun, tegangan ini tidak memberikan peregangan yang signifikan.

Serat yang dihasilkan memiliki tekstur *fibrillar*, tetapi sangat sejajar dan memiliki kristalinitas tinggi yang dibutuhkan serta struktur rantai yang diperpanjang agar dapat menghasilkan kekuatan dan modulus yang lebih baik dari serat dengan semi-kristalin yang fleksibel. Mulur yang dihasilkan juga rendah. Modulus serat PPTA pada umumnya tidak tergantung pada viskositas dan rongga udara. Serat PPTA dengan performa yang tinggi diketahui memiliki modulus dan kekuatan yang sangat tinggi serta termal yang stabil yang diperoleh dari struktur kimianya. Tabel 1.6 menunjukkan perbedaan proses *dry-jet wet spinning* dan proses *wet spinning*.

Tabel 1.6 Perbedaan Proses *Dry-Jet Wet Spinning* dan *Wet Spinning*

	Dry Jet-Wet Spinning	Wet Spinning
Konsentrasi	<i>Dope</i> dengan konsentrasi anisotropik yang tinggi	<i>Dope</i> dengan konsentrasi rendah
Pemintalan	<i>Downdown</i> yang tinggi dan terjadi proses pemadatan dalam rongga udara	<i>Downdown</i> yang rendah
Koagulasi	Suhu rendah (lambat)	Suhu tinggi (cepat)
Sifat mekanis	Kekuatan 15-30 gpd; modulus 200-1000 gpd; mulur <5%	Kekuatan <12 gpd; modulus 100-500 gpd; mulur sampai 10%
Pemantapan panas	Tidak diperlukan	Sifat-sifat diperoleh dari proses <i>drawing</i> saat proses pemantapan panas

1.2.4 *Setting* Parameter Proses

Setting parameter merupakan hal-hal yang perlu diatur agar sesuai dengan pembentukan serat PPTA aramid yang akan diproduksi menggunakan metode *wet spinning*. Pengaturan parameter tersebut dilakukan setelah semua aplikasi mesin dipasang sesuai dengan petunjuk dan para ahli. Tujuan utama dari *setting* parameter adalah untuk mengoptimalkan proses *spinning* pada pembuatan serat aramid dengan metode *dry-jet wet spinning*. Parameter yang memengaruhi proses pemintalan serat dengan menggunakan metode *dry-jet wet spinning* adalah sebagai berikut :

a. Konsentrasi Larutan Polimer dan *Spinning Dope*

Konsentrasi larutan polimer PPTD sangat dipengaruhi oleh konsentrasi asam kuat yang berguna untuk melarutkan polimer pada temperatur yang rendah. Konsentrasi yang tidak sesuai akan memengaruhi proses pemintalan karena larutan polimer yang sulit mengalir atau terlalu cepat mengalir dalam proses pemintalan pada *air gap spinneret*. Efek pelarut tersebut akan memengaruhi struktur dan sifat serat selama dalam bak koagulasi.

Dari *spinning dope* diketahui dari pencampuran asam kuat dengan polimer PPTD memengaruhi polimerisasi suspensi, polimerisasi suspensi berair, dan polimerisasi larutan PPTD pada pemisahan fase serat di bawah kondisi koagulasi yang sama. Dengan begitu akan menunjukkan hasil bahwa jika serat diperoleh melalui polimerisasi larutan berair yang memiliki perilaku pertukaran yang lebih lembut antara pelarut dan bukan pelarut dan kristalinitas yang tinggi. Polimerisasi suspensi berair dapat digunakan untuk memperoleh

serat dengan penampang bulat. Dengan meningkatkan isi kopolimer pada *dope*, difusi antara pelarut dan bukan pelarut dapat dikurangi dalam bak koagulasi. Serat PPTD yang terbuat dari *dope* kandungan padat yang lebih tinggi memiliki porositas yang lebih rendah, pori-pori yang lebih kecil ukurannya, dan kekuatan tarik yang lebih besar.

b. Jet Stretch

Jet stretch akan memengaruhi koefisien difusi dimana koefisien difusi pada larutan polimer dengan pelarut akan lebih besar dibanding dengan reaksi pada larutan polimer tanpa pelarut. *Stretch* rasio akan memengaruhi elastisitas yang terbentuk, pemanjangan atau mulur, dan ketahanan serat.

c. Panjang *jet* atau celah udara (*jet length or air gap*) di dalam *spinneret*

Dry-jet wet spinning adalah salah satu jenis dari teknik pemintalan serat dimana terdapat celah udara (*air gap*) atau umumnya disebut dengan panjang jet (*jet length*) diantara permukaan akhir ujung *spinneret* dengan bak koagulasi. Untuk menciptakan kekuatan yang tinggi dan modulus serat yang tinggi, maka hal ini tergantung pada larutan anisotropik pada larutan polimer. Untuk mendapatkan sifat ini ialah dengan larutan yang terekstruder dari lubang *spinneret* melalui *air gap* dialirkan ke dalam sebuah larutan koagulasi. Kemudian filamen yang terbentuk akan dicuci, dinetralkan dari asam kuat dan dikeringkan. Ketika larutan anisotropik diekstruder oleh *spinneret*, pergeseran kapiler menyebabkan larutan kristal mengalami pensejajaran sepanjang arah aliran. Namun, di ujung akhir kapiler, beberapa larutan kristal menjadi tidak sejajar yang disebabkan oleh viskositas larutan. Ketidaksejajaran tersebut

dapat diatasi dengan rendaman filamen yang diikuti oleh celah udara (*air gap*) dibawah tegangan pemintalan.

d. Kecepatan *take-up*

Kecepatan penggulungan untuk pemintalan serat bervariasi dengan jarak 2 sampai 12 m/min dimana pada saat kecepatan penggulungan bertambah, kristalinitas serat yang dipintal akan meningkat.

e. Panjang spesifik pada pemotongan serat filamen PPTD Aramid

Untuk benang filamen PPTA dipotong dengan panjang yang spesifik, serat *staple* dipotong pendek dimana jarak antara tipe serat rata-rata $\frac{3}{4}$ inch sampai 6 inch. Serat *staple* mungkin diproses ke dalam benang pintal yang digunakan untuk membuat kain tekstil.

f. Temperatur dalam bak koagulasi

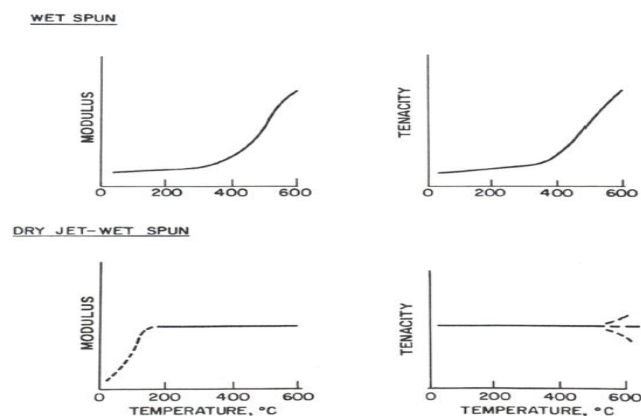
Peningkatan temperatur pada bak koagulasi akan menyebabkan peningkatan pada diameter serat dan menurunkan densitas serat.

g. Rasio *draw*

Pada proses pemintalan *dry-jet wet spinning*, rantai polimer pada serat mengalami tegangan *uniaxial* akibat tekanan yang diberikan pada proses *drawing*. Selain itu, rasio *draw* akan memengaruhi sifat-sifat mekanik pada pembuatan serat PPTA. Faktanya rasio *draw* yang optimal membentuk serat dengan kualitas terbaik yang ditunjukkan. Rasio *draw* hanya memengaruhi ukuran kristal dan kesejajaran, namun tidak memengaruhi kristalisasi.

1.2.4 Pemantapan Panas

Sifat fisik dan sifat tensil serat aramid dapat ditingkatkan dengan melakukan pemantapan panas dibawah tekanan. Efek dari pemantapan panas pada serat pintal dengan teknik berbeda ditunjukkan oleh Gambar 1.10. Pada benang yang dipintal secara basah, antara *tenacity* dan kekuatannya semakin meningkat seiring kenaikan suhu. Kenaikan efektif terjadi pada suhu 360°C (T_g polimer) dan mampu menahan sifatnya maksimum pada suhu 550°C (T_m polimer). Selama proses pemantapan panas, benang pintal basah menunjukkan kenaikan signifikan pada kristalinitas, penyempurnaan struktur dan kesejajaran. Pada benang yang dipintal secara *dry-jet* terjadi loncatan pada modulusnya dengan suhu diatas 200°C. Modulus akhir merupakan fungsi dari modulus sebelumnya dengan *tenacity* yang tetap konstan. Kenaikan yang terjadi pada penyempurnaan struktur mengindikasikan kenaikan densitas.



Gambar 1.10 Efek Pemantapan Panas pada Serat yang Dipintal dengan *Wet Spinning* Dan *Dry-Jet Wet Spinning*

1.2.5 Struktur Serat Aramid

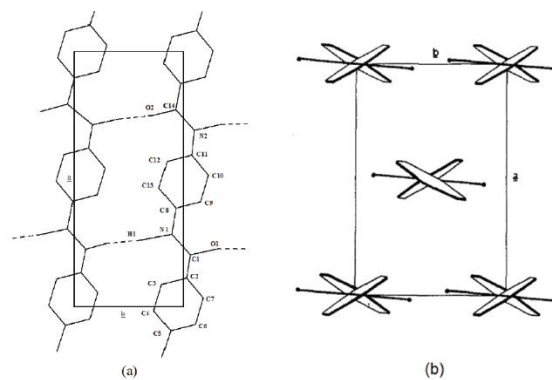
Saat larutan PPTA diekstruksi melalui *spinneret* dan terjadi proses pensejajaran pada rongga udara selama proses pembentukan serat, kristal cair dapat disejajarkan dalam aliran tersebut. Sehingga, Kevlar dapat memiliki derajat kesejajaran yang tinggi dari rantai panjang polimernya ke sumbu axis serat tersebut. Proses ekstruksi juga menghasilkan struktur serat yang *fibrillar*. Serat Kevlar mengandung beberapa struktur mikroskopik dan makroskopik meliputi bentuk kristal latis, kristal dengan struktur *pleat*, *fibrillar* dan *skin-core*. Kevlar 29 dan 49 diketahui memiliki struktur *pleat* dan struktur ini tidak ditemukan pada Kevlar dengan modulus tertinggi, yaitu Kevlar 149. *Pleat* tersebut memiliki panjang sekitar 500 nm dan menyambung dengan *pleat* disampingnya pada posisi yang hampir sama namun dengan sudut berbeda yaitu 170° .

Kolom-kolom *fibrillar* yang merupakan agregat dari kristal cair yang disejajarkan dan dimulurkan, terletak pada sepanjang *pleat* aksial. Pada permukaan mikrostruktur diketahui bahwa terdapat banyak *pleat* yang saling sambung-menyambung ke arah axis serat. Sudut orientasi pada rantai polimer dari difraksi *azimuthal* sinar-X ialah sekitar $12-20^\circ\text{C}$ untuk Kevlar 29 dan $< 12^\circ\text{C}$ untuk Kevlar 49.

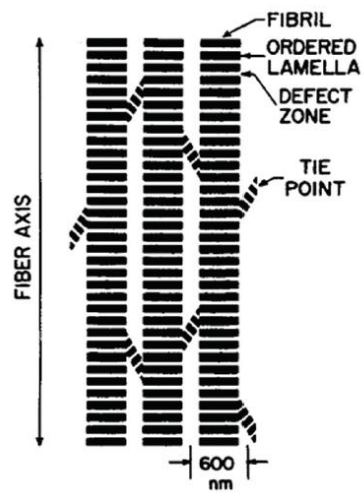
Kevlar juga memiliki inti kulit yang berbeda-beda. Struktur inti kulit dibedakan berdasarkan densitas, serta kesejajaran *fibrillar* dan *void* dalam proses koagulasi serat (Yang, 1993; Yang, 2000). Ketebalan kulit pada Kevlar ialah 1 mm (Fukuda, dkk, 1993). Kesejajaran dalam rantai polimer pada kulit Kevlar 49 lebih sempurna jika dibandingkan dengan Kevlar 29. Hal ini terjadi karena

molekul air pada Kevlar 29 lebih besar dari Kevlar 49 dan juga disebabkan karena Kevlar 49 dibentuk dari Kevlar 29 yang telah dikeringkan dibawah proses pemantapan panas dan tekanan dengan suhu tinggi.

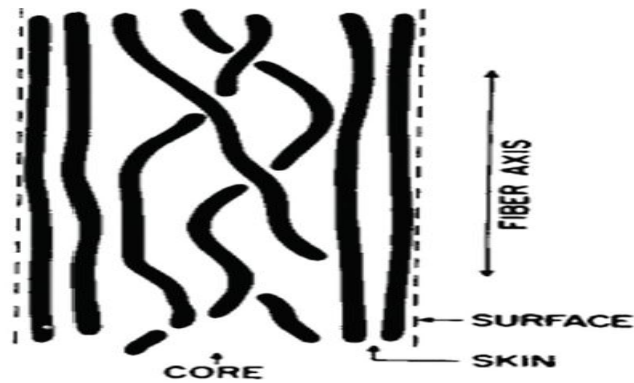
Berikut adalah struktur-struktur yang dimiliki oleh serat aramid atau PPTA.



Gambar 1.11 Struktur Latis Serat PPTA

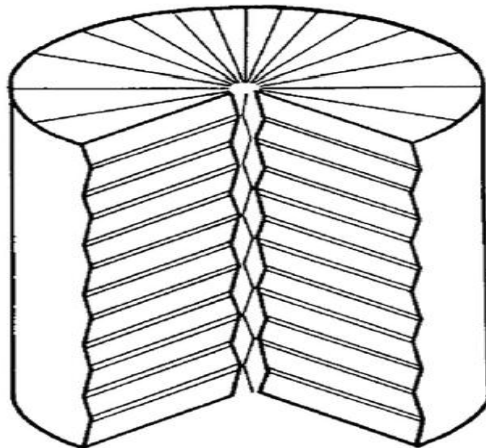


Gambar 1.12 Struktur Morfologi *Fibrillar* Serat PPTA



Gambar 1.13 Model Struktur Inti Kulit Oleh Panar, dkk

Panar dkk menggunakan teknologi plasma dengan tujuan memotong ujung serat untuk mempelajari inti kulit dari serat PPTA. Mereka menemukan bahwa permukaan fibril serat secara seragam sejajar secara aksial, sedangkan inti-inti yang lainnya tidak terbungkus dan tersusun sempurna sehingga akan membentuk *void* di dalam inti seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1.13 (Panar, dkk, 1983).



Gambar 1.14 Model Struktur *Pleat* Serat PPT

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

Produk yang dihasilkan dari pra-rancangan pabrik ini adalah filamen aramid dengan bahan baku *chips poly para-phenylene terephthalamide* (PPTA). *Chips* ini berasal dari reaksi polikondensasi antara *para-phenylene diamine* dan *terephthaloyl chloride*. *Chips* ini akan melalui proses pelarutan dalam asam sulfat (H_2SO_4) dengan konsentrasi tertentu yang disebut juga sebagai larutan *dope*. Kemudian *dope* tersebut akan diekstruksi melalui *spinneret* dengan suhu 100°C dan akan melalui proses solidifikasi (pemdatan) didalam bak koagulasi. Setelah terbentuk filamen yang terkoagulasi maka dilanjutkan dengan tahap akhir yaitu pencucian, netralisasi serta pengeringan. Beberapa keunggulan dari filamen aramid ini ialah memiliki kekuatan tensil dan *tenacity* yang tinggi serta tahan pada suhu tinggi.

Produk filamen aramid dalam pra-rancangan pabrik ini ditujukan untuk diaplikasikan pada pakaian balistik atau *body armour* dimana peluru akan ditahan atau terpental pada rompi tahan peluru tersebut. Untuk memperoleh spesifikasi produk yang dapat menahan peluru, maka filamen aramid ini akan mengacu pada spesifikasi Kevlar 49 milik Perusahaan DuPont, Amerika Serikat. Dimana spesifikasi produk filamen pada pra-rancangan pabrik ini disajikan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Spesifikasi Benang Aramid 1140D/768F (DuPont)

Parameter	Satuan	Standar
Nomor benang	Denier	1140
Densitas	g/cm ³	1,44
Tenacity	g/d	23,6
Modulus	g/d	885
Mulur	%	2,4

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

2.2.1 Poly para-phenylene terephthalamide (PPTA)

Chips yang digunakan dalam prarancangan filamen aramid 1140D/768F adalah polimer PPTA atau *poly para-phenylene terephthalamide* dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Rumus Molekul : C₁₄H₁₄N₂O₄
- Bentuk : Chips
- Berat Molekul (BM) : 274,276 g/mol
- Warna : Tidak Berwarna
- Titik Leleh : 427-482°C
- Aroma : Tidak Beraroma
- Toxicity : Rendah

2.2.1. Asam Sulfat (H₂SO₄)

Dalam proses pemintalan basah benang aramid digunakan larutan asam sulfat sebagai pelarutnya dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Rumus Molekul : H_2SO_4
- Bentuk : Cair
- Berat Molekul (BM) : 98,079 g/mol
- Konsentrasi : 97-98%
- Warna : Tidak Berwarna
- Titik Didih : 337°C
- Aroma : Tidak Berbau
- pH : 2,75
- Toxicity : Tidak Berbahaya

2.3 Spesifikasi Bahan Pembantu

2.3.1 Air (H_2O)

Sumber air baku secara umum berasal dari sungai, namun air tersebut belum bisa memenuhi syarat produksi sehingga memerlukan pengolahan lebih lanjut menjadi beberapa jenis air diantaranya :

- Demin Water (Demineralisasi Water)

Air ini telah dimurnikan sehingga hanya molekul air yang terkandung dalam air tersebut. *Demin water* telah mengalami proses penghilangan kandungan senyawa logam dan partikel-partikel lainnya. Proses yang menggunakan *demin water* adalah proses pembuatan *finishing oil*.

Tabel 2.2 Standar *Demin Water*

No	Spesifikasi	Keterangan
1	pH	6,6 – 7,2
2	Konduktivitas	< 1 $\mu\text{s/cm}$
3	Kadar Silika	< 0,03 ppm
4	Kadar Fe	< 0,05 ppm
5	Kadar Klorida	0,3 ppm
6	Total <i>Dissolved Solid</i>	< 1 ppm

2.3.2 Oil Finish

Pada umumnya, *oil finish* bekerja dengan memberikan lapisan pada permukaan filamen serta memberikan suatu perlakuan (*treatment*) yang akan membantunya melewati berbagai proses hingga menjadi gulungan filamen. *Treatment* tersebut diantaranya membantu dalam mengatur tegangan dan memberikan sifat anti statis pada *tow filamen* akibat gesekan dengan rol pelat besi. *Oil* yang digunakan pada pra-rancangan pabrik ini akan diimpor dari Jepang dengan merk Delion.

Penggunaan *oil* pada proses produksi yaitu dalam proses *oiling* untuk *draw-off*. Pada proses *draw-off*, *oil* akan dibagi pada mesin *draw-off*, *draw bath* dan *cable bath*.

Pada bagian *draw-off*, *oil* dibagi lagi ke unit-unit mesin yang lain seperti mesin *draw-off*, *draw bath* dan *cable bath*. Konsentrasi *oil* yang digunakan untuk proses *drawing* adalah 50%:50%. Dimana untuk *draw-off* konsentrasi yang

digunakan adalah 0,22% dengan konsentrasi awal 5% dan diencerkan sehingga mendapatkan konsentrasi 0,22%.

2.4 Pengendalian Kualitas

Banyak ahli yang mendefinisikan kualitas secara garis besar berorientasi pada kepuasan pelanggan yang merupakan tujuan perusahaan atau organisasi yang berorientasi pada kualitas. Untuk menjaga konsistensi kualitas produk yang dihasilkan dan sesuai tuntutan kebutuhan pasar, perlu dilakukan pengendalian kualitas (*quality control*) atas aktivitas yang dijalani. Adapun maksud dan tujuan dari pengendalian kualitas adalah agar spesifikasi produk yang telah ditetapkan terdapat dalam setiap proses produksi terutama tercermin dalam produk akhir. Sedikitnya ada dua hal yang menjadi tujuan pengendalian kualitas, yaitu :

- Agar hasil produksi mencapai standar yang telah ditetapkan.
- Mengusahakan agar biaya-biaya dapat ditekan serendah mungkin (biaya inspeksi, desain dan proses).

Dari penjelasan yang telah dipaparkan diatas, maka untuk diperoleh produk yang sesuai dengan spesifikasi dan permintaan konsumen, maka tahap selanjutnya yang harus ditempuh adalah pengendalian kualitas atau mutu terhadap proses selama produksi dan hasil produk. Pengendalian kualitas ini merupakan proses yang secara langsung berpengaruh terhadap hasil produksi. Tim unit *quality control* bertanggung jawab secara penuh terhadap proses pengendalian kualitas. Pelaksanaan pengendalian kualitas dalam prarancangan pabrik benang aramid D/F 1140/768 dilaksanakan sepanjang unit proses produksi.

2.4.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas bahan baku pada prarancangan pabrik ini dilakukan oleh laboratorium *testing* bahan unit *quality control*. Pelaksanaan dilakukan dengan menguji *chips poly para-phenylene terephthalamide* dan asam sulfat dengan menyesuaikan spesifikasi bahan baku untuk proses pembuatan filamen aramid 1140D/768F.

2.4.2 Pengendalian Kualitas Proses

Pengendalian mutu proses secara umum dilakukan oleh operator mesin yang dipimpin oleh seorang *leader* dari setiap kelompok. Pengendalian pada tahap ini secara umum dilakukan dengan menggunakan metode pengawasan proses secara langsung serta memiliki beberapa jadwal yang harus dilakukan terhadap produk yang sedang berada pada proses produksi.

Adapun jadwal-jadwal yang telah disebutkan adalah sebagai berikut :

- Jadwal *wipping*, yaitu pembersihan permukaan *spinneret* menggunakan *spinkote sprayer* untuk menjaga filamen tetap bersih dari debu-debu yang menempel pada permukaan *spinneret*. Selain itu agar filamen tidak saling menempel yang akan menimbulkan lilitan pada proses selanjutnya. *Wipping* dilakukan secara berkala yaitu setiap 56 jam sekali untuk setiap *spinneret*.
- Jadwal pembersihan rol, merupakan kegiatan membersihkan rol yang melewati filamen karena terdapatnya kandungan minyak (*oil*) dalam filamen akan mengganggu jalannya proses dan memperpanjang masa hidup (*life time*) dari rol tersebut. Dalam jadwal pembersihan rol digunakan tongkat berlapis

ampas pada ujungnya dan tongkat ini disesuaikan dengan ukuran rol pada setiap mesin. Jadwal pembersihan rol dilakukan saat pergantian lot ataupun saat terjadi lilitan pada rol yang berlebih sehingga akan menyebabkan seluruh proses terhenti.

2.4.3 Pengendalian Kualitas Produk

Beberapa pengujian dilakukan untuk mengontrol dan mengawasi kualitas dari hasil produksi berupa filamen aramid 1140D/768F sebagai bahan untuk pembuatan rompi tahan peluru. Pengujian-pengujian tersebut meliputi pengujian *tenacity* atau kekuatan tarik filamen, mulur filamen atau *elongation*, nomor filamen (Denier), modulus filamen, pengkeretan atau *shrinkage*, *moisture content* serta *whiteness degree*.

Apabila pada proses produksi dihasilkan filamen aramid 1140D/768F yang cacat, maka operator akan menandai produk tersebut dengan kode yang telah ditentukan oleh perusahaan. Kemudian cacat produk ini akan dikelompokkan dalam kualitas produksi dengan *grade* yang diturunkan pada data kualitas.

2.4.3.1 Kekuatan Tarik Benang atau *Tenacity*

Tenacity atau kekuatan tensil benang merupakan kekuatan tertinggi dari benang untuk bertahan saat diberikan beban tertentu, misalnya diberikan beban seberat 100 g per 1 denier. Kekuatan benang dipengaruhi oleh derajat kristalinitas dari polimer saat proses pembentukan filamen. Oleh sebab itu, semakin tinggi derajat kristalinitas polimer maka filamen akan semakin kuat dan kaku. Pengujian *tenacity* pada benang sintetis biasanya dengan menerapkan prinsip menarik

sehelai filamen dengan jarak/panjang tertentu (*cut length*). Alat yang digunakan dalam pengujian *tenacity* benang pada umumnya mempunyai satuan gram dan dalam pengujiannya juga secara langsung akan diperoleh mulur atau *elongation* dalam %.

Prosedur pengujian *tenacity* benang :

- Pengujian dilakukan dengan alat *Tensile Strength*
- Satu helai filamen dimasukkan kedalam alat dengan menjepit sisi atas dan bawah filamen
- Tombol ON/OFF *Tensile Strength* ditekan dan secara otomatis alat akan beroperasi
- Prosedur diatas diulangi sampai 50 kali percobaan

2.4.3.2 Mulur Benang atau *Elongation*

Mulur benang merupakan kemampuan benang bertambah panjang ketika ada beban tarik yang dialami benang tersebut sebelum putus. Oleh karena itu istilah mulur seringkali dinyatakan dalam mulur saat putus dengan satuan %, yang menunjukkan pertambahan panjang sebelum putus dibandingkan panjang awal.

Sifat mulur benang sangat berguna, mengingat banyak sekali beban tarik yang dialami benang pada proses-proses dari pemintalan, pertenunan sampai proses penyempurnaan. Jika benang tekstil mempunyai mulur yang kecil, maka ketika ada beban tarik yang kecil pun benang akan mudah putus sehingga kurang baik digunakan sebagai benang tekstil pakaian.

Prosedur pengujian mulur benang sama dengan prosedur pengujian untuk *tenacity* yaitu dengan menggunakan mesin *tensile strength* dimana setiap filamen akan langsung diperoleh dua hasil sekaligus yaitu *elongation* dan *tenacity*.

2.4.3.3 Nomor Benang (Denier)

Denier merupakan penomoran benang untuk menyatakan kehalusan benang yang digunakan untuk benang-benang sintetis seperti benang sutera, rayon, nilon, aramid dan benang poliester. Pada penomoran benang dengan sistem denier maka setiap 1 gram benang memiliki panjang benang 9.000 m atau dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$D = \frac{(g) \text{ berat dalam gram}}{(m) \text{ panjang dalam 9000 m}}$$

Prosedur pengujian nomor benang (denier) pada benang aramid D/F 1140/768 :

- Pengujian dilakukan dengan alat *reeling*
- Satu helai filamen dipasang pada salah satu pengait pada *reeling*, kemudian menekan tombol putar dan putaran pada *reeling* telah terpasang pada sistem.
- *Reeling* akan bekerja secara otomatis menghasilkan nilai denier.
- Percobaan diulangi sebanyak 30 kali.

2.4.3.4 Shrinkage

Shrinkage merupakan proses mengkeret serat karena adanya proses pemanasan yang berlebih dalam satu waktu dan dapat juga terjadi karena terkontaminasi bahan kimia yang bersifat basa dengan konsentrasi tertentu. *Shrinkage* akan menyebabkan berat atau panjang dari serat tersebut menjadi lebih

kecil daripada berat atau panjang awalnya. Nilai *shrinkage* yang kecil akan memberikan kualitas hasil produksi yang semakin baik.

Berikut adalah prosedur pengujian *shrinkage* :

- ✓ Sampel diambil sebanyak 30 filamen dan dihitung nilai Denier-nya menggunakan mesin Reeling (D_1).
- ✓ Filamen-filamen tersebut dipanaskan ke dalam oven dengan suhu 160°C selama 30 menit.
- ✓ Sampel dimasukkan ke dalam desikator selama 30 menit (D_2).
- ✓ Nilai Denier dari filamen-filamen tersebut dihitung kembali.

$$\%SHD = \frac{D_2 - D_1}{D_2} \times 100\%$$

2.4.3.5 Moisture Content

Udara sekitar sangat memengaruhi bahan tekstil dan produk tekstil. Hal ini dikarenakan sifat dari TPT itu sendiri, yaitu higroskopis (menyerap air). Apabila semakin banyak uap air di udara sekitar maka semakin banyak pula uap air yang akan terserap dan begitu pula sebaliknya. Pengujian *moisture content* bertujuan untuk mengetahui jumlah kandungan air dalam serat dan kandungan berat zat akhir serat dari proses pembuatan serat.

Berikut adalah prosedur pengujian *moisture content* :

- ✓ Menimbang berat gelas ukur (W_0).
- ✓ Sampel serat dimasukkan ke dalam gelas ukur dan ditimbang (W_1).
- ✓ Sampel dikeluarkan dari gelas ukur dan dimasukkan kembali ke dalam oven selama 3 jam dengan suhu 105°C .

- ✓ Sampel dikeluarkan dari oven dan dimasukkan ke dalam gelas ukur kemudian keduanya dimasukkan ke dalam desikator selama 30 menit lalu keduanya ditimbang (W_2).
- ✓ Data-data diatas dihitung dengan persamaan :

$$MC = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100\%$$

2.4.3.6 Derajat Keputihan (*Whiteness*)

Pengujian derajat keputihan dilakukan untuk mengetahui dan menentukan derajat keputihan antara satu filamen dengan filamen yang lainnya dan antara satu bobbin filamen dengan bobbin filamen lainnya. Alat uji yang digunakan adalah dari Hunter Lab Calorimeter. Alat ini juga digunakan untuk menguji *dyeability* (DYL). Pengujian dilakukan dengan prosedur sebagai berikut :

- Memilih program menu hunter lab pada layer dengan menekan ALT+E kemudian memilih menu Hunter Lab.
- Sampel filamen diambil sepanjang 0,5 meter (yang telah dikeringkan) atau dioven dengan suhu 50°C selama 3,5 jam.
- Sampel digulung dengan tangan kurang lebih 10 gulungan dengan kencang agar rata.
- Gulungan sampel tersebut kemudian dimasukkan ke dalam curvet dan menekan beban karet 103 gram hingga permukaannya menjadi rata.
- Permukaan sampel ditembak dengan Ms. Colour Minolta dan hasil $L^*a^*b^*$ akan muncul.

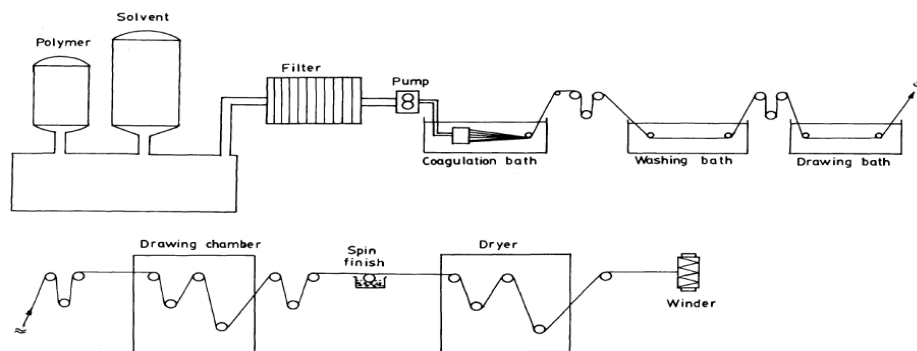
BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

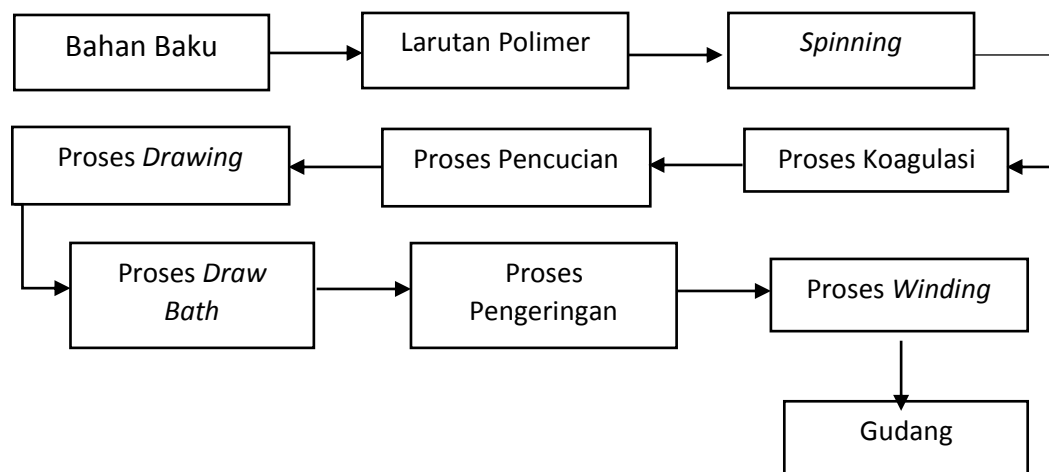
Proses diartikan sebagai suatu cara, metode dan teknik bagaimana sesungguhnya sumber-sumber (tenaga kerja, mesin, bahan dan dana) yang ada diubah untuk memperoleh suatu hasil. Produksi adalah kegiatan untuk menciptakan atau menambah kegunaan barang atau jasa (Assauri, 1995).

Pra-rancangan pabrik ini didesain untuk memproduksi filamen aramid yang digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan *soft body armour*. Filamen aramid diperoleh dengan melarutkan *chips* PPTA atau *poly(p-phenylene terephthalamide)* ddidalam larutan asam sulfat dengan konsentrasi tertentu. *Chips* PPTA diperoleh dari proses polimerisasi polikondensasi antara PPD atau *p-phenylene diamide* dan TCl (*terephthaloyl chloride*). Berikut adalah alur proses produksi filamen aramid dengan proses *wet spinning* atau pemintalan basah.



Gambar 3.1 Alur Produksi Filamen Aramid dengan Pemintalan Basah

Proses manufaktur filamen aramid dari *poly(para-phenylene terephthalamide)* terdiri dari beberapa tahapan proses seperti berikut :



3.1.1 Unit Pengering (Dryer)

Pada unit ini *chips* yang masuk akan dikurangi kadar airnya dengan memanaskan udara yang berasal dari *heater*. Udara ini disuplai dari utilitas yang berupa udara tekan (*air pressure*) yang kandungan air dan udaranya telah dihilangkan sehingga udara ini memiliki kandungan seperti nitrogen.

3.1.1.1 Pre-Conveying

Pada proses ini *chips* dimasukkan kedalam *chips charging hopper* setelah dilakukan pengecekan standar dalam laboratorium. Kapasitas *chips charging hopper* ini yaitu ± 8 bag/shift (1 bag = 1321,83 kg). *Chips charging hopper* berfungsi untuk menampung *chips* dari *bag* kemudian diteruskan ke *wet chips silo* (*raw chips silo*). Mekanisme dari proses pada tahap ini ialah *chips* didorong dengan udara tekan 2-3 bar dan dengan cara *gate valve*, dimana 1 dan 2 membuka dan menutup bergantian. Debit *chips* yang masuk diatur oleh alat *air lock II* yang beroperasi otomatis. Pada tahap ini juga terdapat sensor yang berfungsi untuk mengukur besarnya tekanan udara dari utilitas yang masuk ke *raw chips silo*.

3.1.1.2 Conveying

Pada tahap *conveying* ini terdapat *raw chips silo* yang merupakan tangki penampungan *chips* sementara yang berasal dari *chips charging hopper*. Tangki ini dapat menampung atau menyimpan *chips* dengan kapasitas 2,5 ton yang juga terdapat *gate valve* yang berkerja secara otomatis berdasarkan *level chips* untuk mengatur jumlah *chips* yang akan diproses. *Chips* masuk ke *air lock II* yang berasal dari *raw chips silo* karena terdapat gaya gravitasi. Pada tahap ini terdapat alat pendeteksi kandungan logam dalam *chips*. Jadi, sebelum *chips* ditransfer ke *crystallizer chamber* terlebih dahulu dilewatkan ke alat pendeteksi logam.

3.1.1.3 Crystallizer Chamber

Pada unit ini *chips* dikristalkan (lapisan film pada permukaan *chips* dilepaskan) dan dikurangi kandungan airnya. Sebelumnya *chips* terlebih dahulu ditampung dalam *crystallizer hopper* yang kemudian akan turun ke unit *crystallizer chamber* oleh gaya gravitasi dan juga dilakukan pengaturan debit *chips* oleh *air lock crystallizer*.

Tujuan dari pengurangan kadar air dalam *crystallizer* adalah agar *chips* yang diubah menjadi polimer saat ditarik tidak terlalu lembek apabila kandungan airnya terlalu banyak. Selanjutnya apabila kandungan air terlalu sedikit maka filamen yang terbentuk akan mudah putus ketika ditarik.

Mekanisme pengurangan kadar air dalam *crystallizer* dilakukan dengan menghembuskan udara tekan dengan suhu 135-140°C yang telah dipanaskan oleh *heater*. Udara ini ditransfer melewati pulsator, yaitu alat yang mengatur tekanan udara yang akan dimasukkan kedalam *crystallizer*. Udara tekan yang dipanaskan

tersebut digunakan dalam proses kristalisasi permukaan *chips* serta untuk memisahkan debu dan kotoran yang menempel pada *chips* tersebut. Debu dan kotoran *chips* kemudian dihisap oleh *dust separator* dan dipisahkan antara udara dengan kotoran *chips*. Kemudian dikeringkan pada *chips dryer*.

3.1.1.4 Dryer

Chips yang masuk kedalam *dryer* akan dikurangi kandungan kadar airnya serta akan dijaga suhunya saat keluar dari *crystallizer*. *Chips* yang masuk ke dalam *dryer* mengalami pengeringan pada suhu 160°C. Pengeringan ini dimaksudkan untuk mengurangi kelembaban dan juga untuk mendapatkan viskositas yang diinginkan sehingga filamen yang terbentuk tidak mudah putus. Pada unit ini digunakan udara bebas yang akan diproses terlebih dahulu dalam *air dryer* sebelum dipanaskan dalam *dryer heater*. *Air dryer* berfungsi dalam pengkondensasian suhu H₂O dan O₂ serta kandungan lainnya yang ada pada udara bebas sehingga udara bebas ini akan memiliki karakteristik seperti nitrogen. Pada suhu 4°C kandungan H₂O pada udara bebas akan mencair, sedangkan pada suhu -40°C kandungan O₂ yang akan mencair.

Nitrogen digunakan karena nitrogen tidak akan bereaksi dengan *chips* sehingga *chips* tidak akan mengalami oksidasi (perubahan warna) saat dilakukan pemanasan yang nantinya akan berdampak pada warna *chips* itu sendiri saat telah dilarutkan kedalam *dope*. Kandungan nitrogen yang disuplai dari unit utilitas adalah dengan komposisi nitrogen 70%, oksigen 20% dan 1% udara lainnya. Pada unit *dryer*, nitrogen dipanaskan dimana suhunya telah diatur sedemikian rupa oleh sensor hingga mencapai suhu maksimal 250°C selama 3,5 - 4 jam. Sensor-sensor

yang ada pada tangki *dryer* adalah LSHH (Level Sensor High High), LSH (Level Sensor High), LSL (Level Sensor Low) dan LSSL (Level Sensor Low Low).

Proses pengeringan di *dryer* dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama adalah pengeringan pada permukaan *chips* atau kristalisasi permukaan, sedangkan tahap kedua dilakukan pengeringan sempurna. Pengeringan dilakukan dengan menggunakan udara panas yang dihembuskan dari bawah ke atas. Kadar air *chips* sebelum mengalami proses pengeringan adalah 0,4-0,5%, sedangkan *chips* yang telah mengalami proses pengeringan pada *chips dryer* kadar airnya menjadi $\pm 0,002\%$.

3.1.1.5 Conveying After Dryer

Unit ini merupakan penampungan sementara sebelum selanjutnya *chips* ditransfer ke unit pemintalan. Pada unit ini terdapat dua penampungan *chips* yaitu *top hopper* dan *bottom hopper*. Pertama kali *chips* masuk kedalam *top hopper* dimana dengan gaya gravitasi *chips* masuk kedalam *rotary feeder*. *Rotary feeder* berfungsi mengatur jumlah *chips* yang akan ditransfer ke *bottom hopper*. Proses transfer ini juga dilengkapi dengan sensor yang terletak dalam pipa. *Chips-chips* ini selanjutnya masuk kedalam unit pemintalan yang akan diubah menjadi filamen.

3.1.2 Pembuatan *Dope*

Proses pembuatan *dope* merupakan proses awal dalam pengolahan serat aramid setelah polimer PPTA diolah. Tahapannya yaitu menyiapkan sebuah campuran polimer PPTA dengan pelarut yang berupa asam sulfat kuat dengan menggunakan alat *static mixer* untuk proses pencampurannya. Pencampuran

antara polimer PPTA dengan asam sulfat disebut dengan istilah *dope*. *Dope* akan diekstruksi sekali ke dalam larutan non-koagulasi yang terdiri dari udara (mayoritas) melalui sebuah *spinneret* dan kemudian diteruskan ke dalam bak koagulasi. Asam sulfat dengan konsentrasi yang tinggi sangat menguntungkan apabila digunakan sebagai pelarut. Konsentrasi asam sulfat yang digunakan 95 wt% dan ketika sebuah polimer PPTA mempunyai viskositas yang tinggi dilarutkan pada konsentrasi yang tinggi, yaitu 97.5 wt% atau 99 wt%.

Pengolahan serat performa tinggi dilakukan dengan konsentrasi *dope* yang tinggi pula, karena itu besarnya konsentrasi polimer sangat penting. Pada proses manufaktur filamen aramid ini diutamakan konsentrasi polimer untuk *dope* adalah 13 wt% atau lebih dari 15 wt%. Karena konsentrasi polimer yang lebih dari 22 wt% akan menyebabkan viskositas *dope* menjadi terlalu tinggi dan karena hal ini penting dilakukan pengaturan suhu *dope* pada level tinggi, namun akan berdampak pada kondisi operasional yang sulit. Saat *dope* disiapkan atau selama digunakan, terkadang akan terjadi peristiwa pemadatan *dope* pada suhu yang mendekati suhu ruang jika konsentrasi polimer adalah konsentrasi polimer yang dijelaskan sebelumnya.

Ketika konsentrasi polimer diatas rata-rata, perlu dilakukan pemanasan serta mengatur panas *dope* itu sendiri. Apabila suhunya tinggi, kecepatan deteriorasi polimer akan meningkat. Jika hal tersebut terjadi, keadaan *dope* tidak dianjurkan terkena suhu tinggi untuk waktu yang lama. Jika suhu terlalu rendah atau suhu tidak merata, *dope* yang memiliki karakteristik *semigloss*, akan terbentuk *dope* yang padat. Oleh karena itu, suhu yang terlalu rendah atau suhu

yang tidak rata harus dihindari karena kontrol suhu pada *dope* yang diekstruksi pada *spinneret* sangat penting.

PPTA memiliki viskositas sebesar η_{inh} 7,96 yang dilarutkan kedalam asam sulfat berkonsentrasi 99,7% pada suhu 70°C. Selama periode 2 jam terjadi perubahan konsentrasi polimer 18,5%. Pelarutan tersebut dioperasikan dalam *vacuo*. Larutan yang terbentuk didiamkan selama 2 jam untuk dihilangkan gelembung-gelembung yang ada dan selanjutnya diteruskan untuk proses *spinning*.

3.1.3 Unit Pemintalan (*Spinning*)

3.1.3.1 Spinning Pump (Gear Pump)

Spinning pump atau *gear pump* berfungsi memaksa *dope* masuk kedalam *candle filter* dan *spinneret* dikarenakan terdapat dua roda gigi yang bergerak berlawanan arah namun beriringan yang menyebabkan *dope* tersebut mampu terdorong masuk. *Gear pump* terdiri dari plat baja yang berbidang datar dimana dasar, tengah dan pelindung plat saling berpasangan dengan yang lainnya. Plat baja tengah memiliki dua roda gigi dimana lubang tersebut menghubungkan bagian atas dan bagian bawah dari *gear pump* tersebut. Putaran roda gigi pada *gear pump* ini tersambung dengan *shaft* yang menyebabkan *gear pump* digerakkan oleh *shaft* dari luar. Agar menghasilkan filamen yang baik maka *gear pump* sebaiknya berkapasitas 20 cm³/putaran dan memiliki kecepatan putar 24-35 rpm. *Dope* masuk dari salah satu sisi roda gigi *gear pump* dan mengisi tempat kosong diantara kedua roda gigi tersebut. Putaran roda gigi yang berlawanan arah akan menyebabkan *dope* keluar dari sisi yang lain dari roda gigi tersebut. *Dope*

dipaksa keluar dari zona intermesh dan masuk kedalam *spin pack*. Jumlah polimer yang keluar dari *gear pump* ini dihitung berdasarkan jumlah roda gigi yang terisi dan kosong dalam waktu yang sama.

Keberadaan *gear pump* sangat penting karena dalam pembentukan solid filamen alat ini berfungsi sebagai tempat lewatnya *dope* atau larutan polimer yang akan masuk kedalam *spinneret*. Selain itu besarnya *throughput* dan kehalusan (denier) filamen yang akan dihasilkan oleh mesin *spinning* juga ditentukan oleh kecepatan dari *gear pump* ini. *Throughput* polimer (*dope*) harus berjalan tetap atau konstan agar tekanan terhadap *dope* yang masuk kedalam *candle filter* dapat berjalan secara kontinyu. Secara teoritis, *throughput* ini juga digunakan dalam menentukan jumlah produksi harian filamen.

3.1.3.2 Spin Pack

Spin pack merupakan alat yang digunakan untuk mengubah *dope* menjadi filamen yang padat atau *solid filament* yang disebabkan oleh adanya perbedaan suhu yang sangat besar serta terdapat lubang-lubang kecil yang dikenal dengan nama *spinneret*. Di dalam *spin pack* terdapat beberapa alat yang tersusun dan memiliki fungsi masing-masing. Susunan *spin pack* secara utuh terbagi menjadi dua bagian besar yaitu bagian *filter* dan bagian *spinneret*.

Dope atau larutan polimer masuk ke *spin pack* melalui *body pack* hingga terakhir di *spinneret*. Susunan *spin pack* yang dipasang dalam *spinning beam* terdiri dari *body pack*, *feeder plate*, *distributing plate* dan *spinneret*. *Dope* masuk melalui lubang kecil yang terdapat disamping *body pack* dan lubang ini terhubung dengan *gear pump*.

➤ *Body pack*

Di dalam *body pack* terdapat *candle filter* yang berfungsi untuk menyaring *dope* dari benda-benda yang dapat menurunkan kualitas filamen seperti debu, pasir, dan lapisan baja. *Candle filter* terbuat dari baja dengan *filter* 300 mesh.

➤ *Feeder plate*

Feeder plate merupakan sebuah lempengan baja dimana bagian permukaan atas dan bawah memiliki banyak lubang yang saling terhubung. Saat *dope* tersaring *candle filter* maka akan melewati lempengan baja ini sehingga *dope* yang keluar lebih tertata dan merata serta tidak terjadi penumpukan di satu tempat. Pada *feeder plate* ini terdapat aluminium gasket yang berfungsi merekatkan *feeder plate* dengan *body pack* ketika baut dikencangkan dan mengisi kekosongan yang ada antara baja dan baja sehingga tidak memungkinkan udara untuk masuk ke dalamnya. Udara luar yang masuk akan mengganggu proses sehingga menjadi tidak stabil.

➤ *Distributing plate*

Distributing plate digunakan untuk mempermudah jalan masuknya *dope* menuju lubang *spinneret*. Jumlah pembagian lubang pada *distributing plate* dan *spinneret* adalah sama namun dengan ukuran yang berbeda. Sebaran lubang pada bagian atas *distributing plate* sama dengan sebaran lubang pada *feeder plate*, namun sebaran lubang bagian bawah *distributing plate* sama dengan sebaran lubang pada *spinneret*. Pada bagian ini proses penyaringan juga terjadi saat *dope* keluar dari *distributing plate* dengan *filter* 300 mesh

dan 30 mesh. Filter berukuran 300 mesh diletakkan dibawah lubang *distributing plate*, sedangkan *filter* 30 mesh diletakkan diatas spinneret. Semakin besar ukuran mesh maka ukuran *filter* akan semakin kecil. Peletakan *filter* seperti diatas bertujuan untuk menghasilkan hasil saring *dope* yang lebih bersih dan mencegah *spinneret* rusak karena apabila ukuran mesh pada *filter* semakin besar maka semakin halus hasil saringan tersebut akibat suhu tinggi sehingga polimer-polimer yang menempel pada *spinneret* akan semakin susah dihilangkan.

➤ *Spinneret*

Spinneret terbuat dari lapisan logam yang memiliki banyak lubang-lubang kecil (*spinneret orifice*) sebagai tempat keluarnya filamen. *Spinneret* merupakan bagian terpenting dalam pembentukan penampang filamen atau yang sering disebut dengan "*profil fibre*". Pada pra-rancangan pabrik ini, *spinneret* ini terdiri dari 500 lubang. Pertimbangan dalam memilih 500 lubang ini dikarenakan aramid merupakan serat dengan karakterisasi yang spesial. Bentuk dari lubang *spinneret* ini sendiri ialah bulat dengan diameter 0,07 mm.

3.1.4 Proses Koagulasi

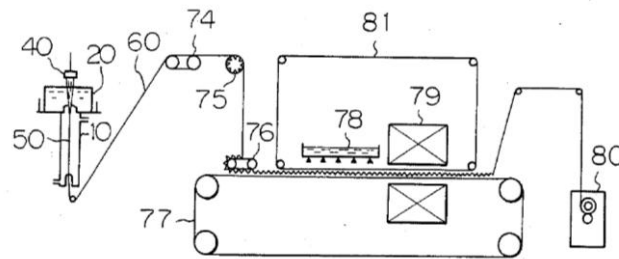
Filamen yang terbentuk pada bak koagulasi dengan konsentrasi pengendapan yang meningkat menjadi unsur paling penting dalam proses pemintalan. Dengan waktu yang singkat pada koagulasi, bentuk dan strukturnya terbentuk merupakan akibat dari interaksi kompleks faktor. Faktor-faktor tersebut termasuk pelarut khusus, polimer, suhu dan non-pelarut yang digunakan seperti

flow, dan lain-lain. Pada tahap proses koagulasi larutan cair dan kental diubah menjadi karet padat yang sangat elastis sebagai hasil dari gelas yang biasa disebut dengan serat filamen. Proses koagulasi dilakukan dengan kondisi konsentrasi sedang dan suhu rendah.

Bak koagulasi merupakan cairan yang terdiri dari air murni atau air asin yang diberi asam sulfat 70%. Suhu dalam bak koagulasi dapat berkisar antara dibawah titik beku hingga suhu 28°C atau sedikit lebih tinggi. Namun diutamakan untuk menjaga suhu dibawah sekitar 10°C dan yang lebih baik lagi sekitar 5°C untuk memperoleh serat dengan kekuatan awal tertinggi. Sedangkan pada pengolahan filamen aramid larutan *dope* yang telah melalui proses pemintalan diteruskan ke dalam bak koagulasi yang berisi air dengan 15% atau 30% asam sulfat encer yang disesuaikan pada suhu 0°C sampai 3°C.

Filamen yang terbentuk pada bak koagulasi kemudian melewati lubang-lubang halus dengan kondisi yang diperlihatkan pada Tabel 3.1, dan filamen dibelokan oleh *deflecting roll*, yang diteruskan menggunakan Nelson *roll* seperti pada Gambar 3.2 dari Paten AS. No. 4.016.236. Spesifikasinya, filamen (60) ditempatkan pada sebuah *reversing net* (76) dengan sepasang *gear nip rolls* (gulungan bergerigi yang saling bertautan satu sama lain), dan filamen dibalik dan dipasang pada *conveyor* (77) guna mencuci filamen dengan air pencuci (78). Kemudian terdapat cairan yang terdiri dari 1% minyak mineral yang didispersikan dalam air oleh pengemulsi yang diaplikasikan pada filamen dan filamen dikeringkan dengan panas yaitu udara panas yang dipertahankan pada suhu 200°C. Pada *conveyor* (77) filamen masih belum diberikan gaya tekan (*tensioning*

force). Kemudian, filamen diambil dari *conveyor* dan dikumpulkan pada sebuah *winder* di zona (80). Pada Gambar 3.2, nomor (74) merupakan roll *take-up* Nelson, (75) adalah roda gigi *nip roll*, dan (81) adalah *fleece pressing cover net*.



Gambar 3.2 Bak Koagulasi

Tabel 3.1 Spesifikasi Bak Koagulasi dan Sifat Fisik Serat yang Dihasilkan

						Sifat Fisik Serat			
Cairan Koagulasi	Kecepatan Pemintalan (m/min)	Tekanan (Torr) dalam Ruang Pengurangan Tekanan	Tegangan Take-Up T (g/d)	Ws/Wp	$T^{0.2} (Ws/Wp)^{-0.11}$	Denier	Kekuatan Tensil (g/d)	Mulur (%)	Modulus Inisial (g/d)
Air	350	480	0,13	0,33	1,699	1140	23,6	2,4	885

Tabel 3.1 menjelaskan kondisi mesin pemintalan dimana kecepatan pemintalan adalah 350 m/menit dengan tekanan dalam ruangan 480 Torr. Selain itu pada tabel diatas juga terdapat sifat fisik serat yang dihasilkan dengan nomor filamen 1140 Denier, kekuatan tensil atau *tenacity* 23,6 g/d, mulur 2,4% dan modulus 885 g/d.

3.1.5 Proses Pencucian (*Washing*)

Proses *washing*, bertujuan untuk mengurangi kandungan pelarut di dalam serat menjadi kurang dari 1% dari bak koagulasi. Pada unit pencucian konvensional dilakukan dibawah tekanan. Dengan menggunakan metode ini, pelarut berdifusi keluar dari serat ke dalam air yang menempati ruang antar serat. Air ini akan menghilangkan kandungan pelarut yang ada pada serat dan pelarut yang dihilangkan tersebut selanjutnya didaur ulang kembali. Waktu tinggal keseluruhan dalam unit pencucian akan bervariasi, namun biasanya terjadi selama sekitar 300 detik.

Filamen yang telah melewati proses koagulasi akan berubah menjadi *water-swollen fibre*. Pada tahap ini terkandung larutan koagulasi encer pada filamen dari 50%-100%. Untuk itu diperlukan proses pencucian agar filamen bebas dari garam dan asam sulfat. Pencucian filamen dilakukan dengan menggunakan air. Pencucian ini dapat dilakukan secara satu-dua tahap atau lebih. Larutan *fiber-washing* berupa air atau dapat diberi sedikit basa (*alkaline*). Dalam pengolahan filamen aramid digunakan zat alkali seperti kaustik soda dalam praktik pencuciannya. Asam sulfat yang digunakan sebagai pelarut *dope (spinning solution)* akan lebih baik jika jumlah pelarut yang tersisa dikontrol dibawah sekitar 1 wt%, kemudian dicuci menggunakan air dibawah tegangan serendah mungkin. Tegangan tidak lebih besar dari 1 g/d pada filamen yang dicuci. Filamen yang terkoagulasi diendapkan pada jaring dan air disemprotkan pada filamen. Dilihat dari stabilitas dimensi dan ketahanan aus (*fatigue*) proses pencucian,

proses *steam treatment*, dan proses *drying* dilakukan pada jaring dibawah kondisi spesifik yang diungkapkan dalam Paten AS. No. 4.419.317.

Bahan atau agen minyak atau sejenisnya diterapkan pada pencucian filamen dengan air sesuai kebutuhan dan filamen dikeringkan untuk selanjutnya masuk ke proses *drawing*. Pengeringan yang dilakukan dibawah tegangan tidak diperlukan pada suhu yang lebih tinggi dari suhu kamar, terutama suhu 100°C. Misalnya, metode yang diungkapkan dalam Paten AS. 4.419.317 untuk waktu tertentu bahwa kandungan air dari serat adalah beberapa persen atau lebih rendah.

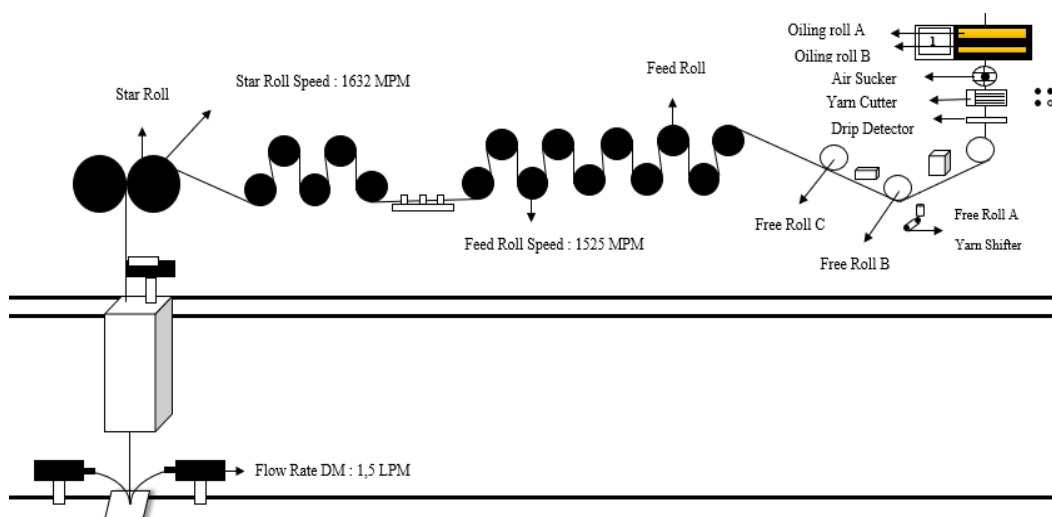
3.1.6 Proses *Drawing*

3.1.5.1 Draw-off

Tujuan dari proses *drawing* adalah untuk menghasilkan benang dengan sifat serat yang dapat diterima atau membentuk karakteristik untuk produk akhir yang akan dibuat khususnya untuk bahan militer menjadi sesuai, karena filamen masih memiliki sifat putus yang tinggi dan modulus yang rendah pada produk yang akan dibuat nanti akan memiliki stabilitas dimensi yang rendah dan harus dilakukan proses *drawing* beberapa kali sampai karakter terbentuk.

Pada unit *spinning* terdapat satu posisi *spinneret* atau *spin pack* dengan jumlah lubang 500 buah dimana setiap filamen-filamen yang keluar dari lubang *spinneret* tersebut disebut monofilamen. Monofilamen-monofilamen tersebut selanjutnya digabung menjadi satu dalam proses *drawing* yang kemudian disebut dengan filamen. Jadi, dalam unit *draw-off* terdapat filamen-filamen yang digabung menjadi satu yang dilakukan dalam *feed roll* setelah melewati *free roll* A, B dan C.

Prinsip pada proses *draw-off* hanyalah menggulung dan menggabungkan filamen dengan pemberian *oil* yang berguna untuk menyatukan seluruh filamen dan memberikan sifat anti-elektrostatik pada filamen tersebut sehingga apabila bersentuhan dengan rol besi atau bahan-bahan yang dapat menimbulkan listrik statis filamen tersebut tidak akan terpengaruh. Berikut adalah alur proses dari unit *draw-off* :



Gambar 3.3 Alur Proses *Draw-off*

Pada *oiling roll* A dan B terjadi penggabungan monofilamen menjadi filamen dan proses pemberian *oil*. Kedua *oiling roll* ini memiliki kecepatan putar yang sama yaitu 24 mpm dan dibawah *roll* ini terdapat tempat penampungan *oil*. Jadi, pada saat *roll* berputar maka filamen akan mengenai tempat penampungan *oil* tersebut sehingga terjadilah proses peng-*oil*-an. Putaran pada kedua *roll* ini saling berlawanan sehingga saat *roll* A berada di depan maka *roll* B berada di belakang dan filamen berada diantara kedua *roll* tersebut.

Dibawah *oiling roll* A dan B terdapat *air sucker* yang berfungsi sebagai penyedot untuk filamen dan langsung dibuang ke tempat pembuangan yang terletak dibawah mesin *drawing*. Alat ini akan beroperasi ketika terjadi hal-hal seperti *schedule wipping*, *break wipping*, *drip wipping* dan lilitan filamen pada *feed roll* dan *star roll*. Alat ini tidak beroperasi dengan sendirinya sehingga dibutuhkan alat yang bernama *yarn cutter* yang fungsinya untuk memotong filamen apabila terjadi hal-hal yang seperti disebutkan sebelumnya. Apabila seluruh filamen telah dipotong oleh *yarn cutter* maka akan langsung memasuki *air sucker* secara otomatis.

Yarn cutter dilengkapi dengan sensor guna menghindari terjadinya *break wipping*, *drip wipping* atau yang lainnya. Sensor ini terletak dibawah *yarn cutter* dan di antara *roll* A, B dan C. Saat filamen tidak menyentuh sensor tersebut maka terdapat lilitan di salah satu *roll* dan secara otomatis filamen akan dipotong oleh *yarn cutter* sehingga filamen yang terpotong ini akan disedot oleh *air sucker*.

Free roll A, B dan C berfungsi hanya untuk mengantarkan filamen ke *feed roll* dan ketiga *roll* ini tidak memiliki kecepatan putar sehingga *roll* ini hanya berputar mengikuti gerakan filamen yang tertarik oleh *feed roll*. *Feed roll* mempunyai kecepatan putar 1525 mpm sedangkan untuk *star roll* memiliki kecepatan putar 1632 mpm sehingga belum terjadi peregangan filamen atau *stretching*. *Feed roll* berjumlah 10 buah yang bertujuan untuk merelaksasikan filamen setelah mengalami perubahan fase dari cair menjadi solid.

Star roll memiliki permukaan yang bergerigi guna menghilangkan tegangan pada filamen saat ditarik oleh *feed roll*. *Star roll* berputar berlawanan

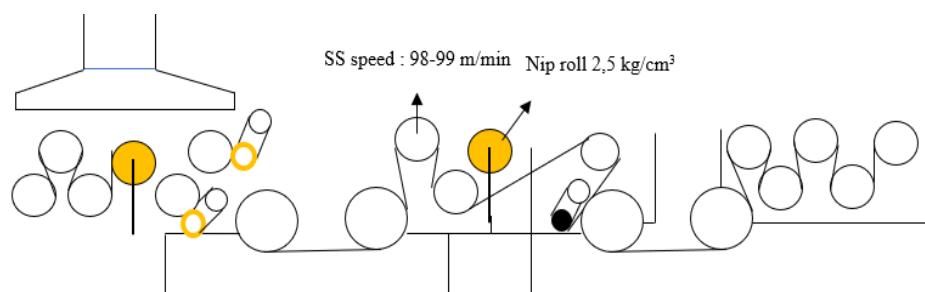
arah dan filamen akan lewat ditengah-tengah *star roll* tersebut. Setelah melewati *star roll* filamen akan diberikan *oil* sekali lagi dengan *demin water*. Filamen ini akan disemprot dikedua sisinya sehingga pembasahan terjadi secara merata.

3.1.5.2 Cable Bath

Filamen-filamen yang telah melewati proses *drawing* akan memasuki unit *cable bath* dimana filamen-filamen tersebut akan dibasahi dengan menggunakan *demin water* dan *oil*. Konsentrasi *oil* pada *cable bath* ini adalah 0,22% dengan volume 3000 liter dan suhu 40°C. Pemberian *oil* ditujukan agar filamen yang akan mengalami proses *drawing* tidak getas. Dengan pemberian *oil* ini maka tegangan pada filamen-filamen tersebut akan menurun sehingga tidak mudah putus dan mempunyai sifat anti elektrostatis antar filamen dengan filamen maupun antar filamen dengan logam.

3.1.5.3 Drawing Frame

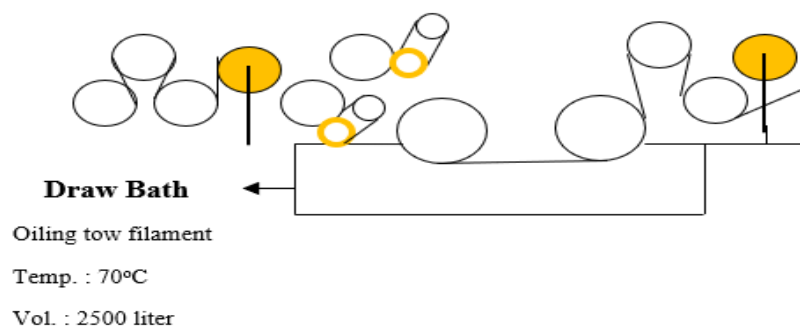
Pada unit ini terjadi peregangan pada filamen dengan bantuan *tension cable gauge*. Peregangan atau *drafting* terjadi karena adanya perbedaan kecepatan permukaan (*surface speed*) antara *tension cable gauge* dan rol-rol pada unit *Drawing Frame* ini. *Drawing Frame* memiliki kecepatan permukaan atau SS sebesar 98-99 m/menit dan juga dilengkapi dengan *nip roll* yang berada di antara *Draw Frame* setelah *tension cable gauge*. *Nip roll* merupakan rol yang berfungsi untuk memberikan tekanan sebesar 2,5 km/cm³.



Gambar 3.4 *Drawing Frame*

3.1.5.4 Draw Bath

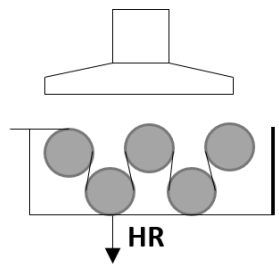
Draw Bath merupakan unit yang melakukan pembersihan permukaan filamen-filamen yang telah melewati proses *Drawing Frame* dimana pada filamen-filamen tersebut terdapat serat-serat pendek. Pada unit ini juga dilakukan proses pemberian *oil* dengan konsentrasi 0,22%, volume 2500 liter dan dengan suhu 70°C. Unit *Draw Bath* juga berfungsi untuk memperkecil kemungkinan filamen-filamen tersebut putus akibat dari proses pemanasan dan peregangan sehingga akan memperlancar proses berikutnya.

Gambar 3.5 *Draw Bath*

3.1.5.5 Heating Roll

Unit ini terdiri dari lima roll dengan masing-masing diameter 100 cm. Kelima rol ini memiliki suhu 175°C dengan kecepatan proses 312 m/menit. Pada

tahap ini, filamen masih akan mengalami peregangan namun tidak signifikan. Peregangan hanya bertujuan agar filamen tersebut stabil sehingga tidak mengalami penyusutan.



Speed : 312 m/min

Temp. : 175°C

Gambar 3.6 *Heating Roll*

3.1.5.6 Assembler

Pada proses ini terjadi proses penyemprotan *oil* kembali pada filamen yang bertujuan untuk menurunkan tegangan pada filamen akibat dari proses peregangan sebelumnya serta untuk merapatkan filamen dan memberikan efek mengkilap pada permukaan filamen. *Oil* yang digunakan ialah *oil* dengan konsentrasi 1,55%. Proses penyemprotan dilakukan dari atas dan bawah filamen. Unit penyemprot terdiri dari delapan unit diatas filamen dan enam unit dibawah filamen. Pada proses penyemprotan *oil* ini dihabiskan *oil* sebanyak 264 liter/jam dengan debit 6,1 ml/sekon.

3.1.5.7 Cooling Conveyor

Pada fase ini terjadi proses pengurangan air yaitu dengan motor penghisap yang beroperasi dibawah meja *Cooling Conveyor* dengan kecepatan 307 m/menit.

3.1.7 Proses Pengeringan (*Drying*)

Tahap ini merupakan tahap dimana potensi penyusutan akhir dari serat dan laju pewarnaan serat dimanipulasi. Serat *tow* biasanya dikeringkan pada suhu antara 120-170°C dengan kecepatan 100-150 m/menit. Serat masuk pada tahap pengeringan mempunyai potensi penyusutan yang ditentukan oleh proses *drawing*. Dengan mengubah tegangan (*tension*) pada drum pengering bersama dengan kecepatan dan suhu penyusutan akhir dan proses pencelupan dapat ditentukan. Proses pengeringan juga bertujuan untuk mengatur serat sampai batas tertentu. Pengeringan serat dibawah tegangan umumnya akan menyebabkan peningkatan modulus dan kekuatan tariknya.

3.1.8 Proses Penggulungan (*Winding*)

Winding adalah tahapan akhir dari proses pembuatan filamen aramid. Filamen yang telah terbentuk sesuai dengan spesifikasi yang ditargetkan digulung pada *paper tube*.

Terdapat tiga bagian proses *winding* yaitu :

➤ **Bowl**

Paper tube akan berputar pada *bowl* yang memiliki sifat berputar secara aktif sehingga apabila terjadi kerusakan atau gangguan pada putaran *bowl*, maka akan langsung berdampak pada kualitas filamen yang digulung. *Bowl*

memiliki panjang 26 cm dan berdiameter 8 cm. *Bowl* terbuat dari ebonit dan mika.

➤ **Traverse**

Alat ini berfungsi untuk mengantarkan benang ke arah kiri dan kanan. Kecepatan ideal alat ini sebaiknya 45-55% dari kecepatan *feed roll* 2. Pergerakan pada *traverse* berasal dari CAM.

➤ **Take-up**

Pada tahap ini terjadi proses pengaturan bentuk dan sudut gulungan. Sudut gulungan dapat diatur mulai dari 3°, 6°, 9° dan seterusnya. Sudut gulungan akan memengaruhi bentuk gulungan sehingga apabila sudut gulungan semakin besar maka akan semakin mengerucut bentuk gulungan filamen tersebut. Pada pra-rancangan pabrik ini digunakan sudut gulungan terkecil dimana hal ini bertujuan untuk mencegah gulungan filamen jatuh dan *slip* saat digulung. Selain itu digunakan sudut gulungan terkecil disebabkan besarnya denier filamen yang diproduksi pada pra-rancangan pabrik ini.

Apabila telah selesai proses penggulungan maka *paper tube* akan ditutup dengan *end cup* yang berdiameter sama diameter *paper tube* itu sendiri. Apabila diameter *paper tube* dan *end cup* tidak sama akan menyebabkan filamen yang digulung tidak rapih dan bergelombang.

3.1.8.1 Doffing

Proses ini meliputi pengambilan filamen yang sudah digulung pada *paper tube* sesuai waktu *doffing* yaitu 16 menit dan berat 1000 gram. Apabila telah

selesai maka operator akan mengambil keseluruhan gulungan filamen untuk dimasukkan kedalam laboratorium guna pengecekan kualitas dan spesifikasi.

3.1.9 Pengemasan (*Packing*)

Filamen-filamen yang telah mengalami pengecekan akan masuk ke area inspeksi (*inspection*). Pada area tersebut filamen-filamen tersebut akan dibuang lapisan terluarnya dan akan dipisahkan antara filamen yang penuh dan tidak penuh pada proses *doffing*. Inspeksi juga dilakukan secara *visual inspection* yang dibantu dengan sinar ultraviolet (UV) seperti filamen-filamen yang mengalami patah (*broken*), kotor, gulungan tidak rata, dan lain-lain. Dalam pengecekan secara visual sering terjadi kasus keabnormalan seperti *abnormal dyeing ability* yang disebabkan oleh variasi tegangan, suhu abnormal, serta lilitan yang tidak memenuhi standar. Keabnormalan lainnya meliputi *broken filament* dimana ujungnya tidak menyatu dengan ujung filamen lain, *loops* (filamen yang keluar dari kesatuannya dan terlihat jelas oleh mata), gulungan jelek, filamen yang kotor, terdapat *fly waste* atau kotoran yang menempel pada gulungan serta *bobbin* yang tidak sesuai dengan berat gulungan yang dikehendaki.

Filamen yang telah selesai diinspeksi selanjutnya akan melalui proses pengecekan di laboratorium guna mengecek sifat dan spesifikasinya. Pada umumnya laboratorium akan mengeluarkan *release grade* dimana hal ini didasarkan pada permasalahan pada proses produksi dan hasil yang dikeluarkan menyimpang.

Filamen yang telah memenuhi standar dan spesifikasi yang ditargetkan akan dibungkus dalam plastik dan dimasukkan kedalam kardus dilengkapi dengan

black cap dan *styrofoam*. Setelah itu filamen yang sudah dikemas akan melewati proses penimbangan dan *barcode scanning* serta siap dikirim ke *customer*.

3.2.2 Pembuatan *Oil*

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, *oil* digunakan dalam proses *drawing* agar filamen-filamen yang dihasilkan baik dan memberikan efek anti statis pada filamen tersebut. Dibawah ini merupakan tangki-tangki yang digunakan dalam pembuatan *oil* untuk menunjang filamen.

3.2.2.1 *Oil* untuk *Drawing*

Oil yang digunakan pada unit *drawing* dibagi lagi ke beberapa unit yaitu unit *drawing* dan *draw bath*. *Oil* yang digunakan adalah *oil* dengan persentase 50%:50%. Sedangkan konsentrasi *oil* yang digunakan adalah 0,22% yang diperoleh dari proses pengenceran master *oil* 5%.

Perhitungan :

Tabel 3.2 *Finish Oil* Delion

OIL 1-MTK			
Nama <i>Oil</i>	Rasio	Kandungan Aktif	Fungsi
<i>Oil</i> IRM 55	50%	40%	Menyatukan filamen
<i>Oil</i> IRM 34 k	50%	100%	Memberikan sifat anti statis pada filamen

Contoh :

Oil akhir yang digunakan 2000 liter dengan konsentrasi 5%, maka :

$$\text{Kebutuhan oil} = \frac{\text{volume oil akhir} \times \text{konsentrasi Oil 1 MTK} \times \text{rasio oil}}{\text{kandungan aktif}}$$

$$\text{Oil IRM 55} = \frac{2000 \text{ l} \times 5\% \times 50}{40\%} = 12.500 \text{ kg}$$

$$\text{Oil IRM 34 k} = \frac{2000 \text{ l} \times 5\% \times 50}{100\%} = 5.000 \text{ kg}$$

3.2 Spesifikasi Alat

1. Unit Dryer

a. Chips Charging Hopper

Jumlah tangki	: 1
Perlakuan pada <i>chips</i>	: -
Fungsi tangki	: Penampung <i>chips</i> sementara
Kecepatan <i>air lock</i>	: 16 rpm

b. Wet Chips Silo

Jumlah tangki	: 1
Perlakuan pada <i>chips</i>	: -
Fungsi tangki	: Penampung <i>chips</i> sementara
Kecepatan <i>air lock</i>	: 16 rpm

c. Crystallizer

Jumlah tangki	: 1
Perlakuan pada <i>chips</i>	: Mengurangi kadar air dan melepaskan lapisan film pada permukaan <i>chips</i>
Suhu	: 167,8°C

Tinggi maksimal *chips* dalam : 30 cm tangki

Lama penyimpanan *chips* : 30 menit

d. Chips Dryer

Jumlah tangki : 1

Perlakuan pada *chips* : Mengurangi kadar air

Kecepatan *air lock* : 15,5 rpm

Suhu : 250°C

Lama penyimpanan *chips* : 240 menit

e. Top Hopper

Jumlah tangki : 1

Perlakuan pada *chips* : -

Kecepatan *air lock* : 15 rpm

f. Bottom Hopper

Jumlah tangki : 1

Perlakuan pada *chips* : -

Kecepatan *air lock* : 15 rpm

2. Unit Spinning

a. Spin Pack

Kuantitas	: 2 set
Throughput	: 26,536 kg/jam
Jenis Pemintalan	: Solid Fiber
Tekanan	: 150 kg/cm ³
Media Pemanasan	: Uap (<i>steam</i>)
Lubang Spinneret	: 500
Suhu Beam	: 285°C
Target Denier	: 1140
Siklus Wipping	: 56 jam

b. Coagulation Bath

Kuantitas	: 1 set
Suhu	: 0°C – 3°C
Cairan koagulasi	: Air dengan 15% atau 30% H ₂ SO ₄ encer

c. Draw-off

Kuantitas Oiling	: 1 set
Jenis Oiling	: Oiling wheels
Kecepatan Rol (<i>Wheels</i>)	: 88 rpm (rata-rata)
Penempatan <i>Oiling Wheels</i>	: Double row, 2 set/posisi
Diameter <i>Oiling Wheels</i>	: 150 x 160 dan 150 x 130

<i>Jenis Finish Oil</i>	: 50/50
Konsentrasi	: 0,235%
<i>Guiding Wheel</i>	: 1 set/posisi
<i>Diameter Guiding Wheel</i>	: 70 x 80
<i>Driving Power</i>	: 3 kW
Kecepatan	: 1525 mpm
<i>Jumlah Star Roll</i>	: 2 set
<i>Diameter Star Roll</i>	: 480 x 180 (jarak antar roda dapat disesuaikan)
<i>Driving Power</i>	: 7,5 kW
Kecepatan	: 1632 mpm
<i>Speed Ratio SR/FR</i>	: 1,070
Jarak antar rol	: 6 mm
<i>Flow Rate of DM</i>	: 1,5 l/min

d. Cable Bath

Kuantitas	: 1 set
Material	: <i>Stainless Steel</i>
<i>Liquid Level Control</i>	: <i>Floating Valve</i>
Suhu	: 40°C
<i>Volume Bath</i>	: 2900 liter
Konsentrasi <i>Oil</i>	: 0,22%
<i>Squeeze Roll</i>	: 2 kg/cm

Jenis <i>Spin Bath</i>	: 50/50
e. Drawing Frame	
Kuantitas	: 1 set
Material	: Baja
Kecepatan	: 99 m/min
NIP Roll	: 2,5 kg/cm ³
f. Draw Bath	
Kuantitas	: 1 set
Material	: <i>Stainless Steel</i>
<i>Liquid Level Control</i>	: <i>Floating Valve</i>
Suhu	: 70°C
Volume <i>Bath</i>	: 2500 liter
Konsentrasi <i>Oil</i>	: 0,22%
<i>Squeeze Roll</i>	: 4 kg/cm ³
Jenis <i>Spin Bath</i>	: 50/50
g. Heating Roll	
Kuantitas	: 1 set
Material	: Baja
Kecepatan	: 312 m/min
Suhu	: 175°C

Diameter Rol	: 100 cm
Tekanan Uap	: 15 kg/cm ³
h. Assembler	
Kuantitas	: 1 set
Material	: Baja
Kecepatan	: 307,01 m/min
Oiling Lubricating	: 6,1 ml/sekon
Jenis Spin Bath	: IRM 34K/55
Konsentrasi Oil	: 1,55%
Tekanan Sentrifugal	: 7 kg/cm ³
Suhu Assembler Tank	: 30°C
Kecepatan Assembler Tank	: 100 rpm
Suhu Assembler Roll	: 200°C
NIP Roll	: 4 kg/cm ³

3.3 Perencanaan Produksi

3.4.1 Analisis Bahan Baku

Dalam pra-rancangan pabrik ini, rencana benang aramid akan diproduksi sebesar 617,284 kg/hari. Bahan baku yang digunakan adalah *chips* PPTA atau *poly(p-phenylene terephthalamide)*. *Chips* PPTA yang digunakan dalam proses pemintalan basah adalah *chips* yang berasal dari reaksi polikondensasi *p-phenylene diamine* (PPD) dan *terephthaloyl chloride* (TCI). Pabrik ini akan direncanakan beroperasi selama 24 jam dimana dalam satu hari mesin bekerja

selama 24 jam. Untuk mendapatkan kapasitas per hari produksi yang ditargetkan maka dalam sehari dibutuhkan bahan baku *chips* sebanyak 26,216 kg/jam.

3.4.2 Keseimbangan Produk dan Administrasi Gudang

Penyediaan bahan baku menjadi sangat fatal bagi perusahaan dikarenakan proses produksi yang dilakukan secara kontinyu selama 24 jam. Selain itu penyediaan bahan baku juga memengaruhi jalannya proses produksi di setiap unit produksi. Penyediaan bahan baku idealnya dilakukan tujuh hari sebelum proses produksi untuk mengantisipasi terjadinya keterlambatan pengiriman. Sebelum diproses pada unit proses, bahan baku ini terlebih dahulu harus melewati proses pengujian agar diperoleh hasil produksi yang sesuai dengan standar dan keinginan konsumen. Keseimbangan produk tidak lepas dari perencanaan dalam memasok bahan baku, administrasi gudang serta pengendalian kualitas.

Pabrik ini dirancang memiliki gudang-gudang penyimpanan yang terdiri dari gudang untuk penyimpanan bahan baku dan bahan jadi atau hasil produksi. Gudang penyimpanan bahan baku merupakan tempat yang digunakan untuk menyimpan bahan baku berupa *chips* PPTA. Gudang penyimpanan produk atau bahan jadi digunakan untuk menyimpan hasil proses produksi berupa filamen aramid yang telah dimasukkan kedalam kardus (*packaging*). Untuk menghindari terjadinya resiko kekurangan bahan baku selama proses produksi berjalan, maka pabrik ini akan menggunakan sistem penyediaan bahan baku berupa stok antisipasi atau *anticipation stock*. Sedangkan untuk metode yang digunakan adalah bahan baku yang pertama kali masuk akan masuk kedalam proses produksi terlebih dahulu atau *first in first out method*. Metode ini dimaksudkan untuk

menjaga kualitas bahan baku tersebut dari pengaruh lingkungan dan menghindarinya terjadi penumpukan bahan baku dalam gudang penyimpanan.

3.4.3 Pengendalian Mutu

Pengendalian mutu pada pabrik filamen aramid ini dilakukan selama proses produksi, yang meliputi pengendalian bahan baku, pengendalian mutu proses produksi, dan pengendalian produk yang dihasilkan.

Untuk menentukan mutu dan membuat evaluasi terhadap bahan-bahan dari produk, diperlukan suatu divisi khusus untuk menangani secara langsung divisi *Quality Control* (QC) agar produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh perusahaan ataupun sesuai permintaan konsumen.

Tujuan pengendalian mutu adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui ada atau tidaknya penyimpangan dari standar mutu yang telah ditetapkan.
2. Mengendalikan mutu produksi yang terdiri dari empat faktor yaitu :
 - Bahan baku
Kualitas dari bahan baku secara langsung memengaruhi mutu dari produk yang dihasilkan.
 - Mesin dan kondisi mesin
Alat-alat yang sesuai dengan kapasitas, kemampuan, dan pemakaian dalam aspek produksi akan menghasilkan jumlah produksi yang efektif dan efisien.
 - Sumber daya manusia

Tenaga-tenaga yang terdidik, terampil dan berpengalaman akan menghasilkan hasil produksi dengan kualitas yang lebih baik.

➤ Lingkungan

Kondisi lingkungan kerja seperti suhu udara, suara dan kelembaban secara tidak langsung akan memberikan kelancaran di dalam proses produksi. Selain itu, karyawan pun akan merasakan kenyamanan dalam bekerja.

3.4.4 Jenis-Jenis dan Kegiatan Pemeliharaan

Jenis-jenis pemeliharaan yang diterapkan pada pra-rancangan pabrik ini adalah *preventive maintenance* dan *corrective* atau *breakdown maintenance*. *Preventive maintenance* merupakan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan tidak terduga dan dapat mengetahui kondisi dimana menyebabkan alat-alat produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan selama proses produksi. Sedangkan *corrective* atau *breakdown maintenance* merupakan kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan pada alat-alat produksi sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik seperti semula.

Kegiatan-kegiatan dalam pemeliharaan meliputi :

1. Inspeksi (*Inspection*)

Kegiatan inspeksi meliputi pengecekan atau pemeriksaan bangunan dan peralatan pabrik secara berkala sesuai dengan rencana yang telah disusun oleh Divisi Maintenance.

2. Teknis (*Engineering*)

Kegiatan ini meliputi percobaan yang dilakukan pada peralatan yang baru dibeli seperti pengembangan peralatan atau komponen peralatan yang perlu diganti, serta melakukan penelitian terkait pengembangan-pengembangan tersebut.

3. Produksi (*Production*)

Kegiatan yang terdiri dari perbaikan mesin-mesin dan peralatan produksi.

4. Administrasi (*Administration*)

Kegiatan ini berhubungan dengan pencatatan biaya-biaya yang keluar dalam pemeliharaan, perawatan, dan perbaikan.

5. Bangunan (*House Keeping*)

Kegiatan ini meliputi kegiatan dalam menjaga bangunan agar tetap terpelihara dan terjamin kebersihannya seperti pembersihan dan pengecatan ulang gedung, pembersihan toilet, halaman, dan peralatan selain produksi.

3.4 Perhitungan Produksi

Kebutuhan produksi = 200.000 kg/tahun

$$= \left[\frac{200.000 \text{ kg}}{1 \text{ tahun}} \right] \times \left[\frac{1 \text{ tahun}}{324 \text{ hari}} \right] \times \left[\frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \right]$$

$$= 25,270 \text{ kg/jam} = 617,284 \text{ kg/hari}$$

➤ **Mesin Take-Up**

Diketahui :

Kapasitas : 500 m/menit

Jumlah spindle : 7 buah

Efisiensi : 98%

Limbah : 2%

Kapasitas produksi/jam/posisi :

= nomor filamen x kapasitas mesin x jumlah spindle x efisiensi

$$= \frac{1140 \text{ g}}{9000 \text{ m}} \times 500 \frac{\text{m}}{\text{menit}} \times 7 \text{ spindle} \times \frac{98}{100} \times 60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}}$$

$$= 26.068 \frac{\text{g}}{\text{jam}}$$

Kebutuhan bahan baku :

$$= \text{kapasitas produksi} \times \frac{100 + \text{limbah}}{100}$$

$$= 25,720 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times \frac{100 + 2}{100} = 26,216 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}$$

Jumlah Mesin Take-up :

$$= \frac{\text{kebutuhan bahan baku}}{\text{kapasitas produksi Ms. Take - up}} = \frac{26,216 \text{ kg/jam}}{26,068 \text{ kg/jam}} = 1 \text{ mesin}$$

Kerja mesin :

$$= \frac{\text{kebutuhan produksi}}{\text{kapasitas produksi}} = \frac{26,216 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times 24 \text{ jam}}{26,068 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times 1 \text{ mesin}} = 24 \text{ jam}$$

Doffing time :

$$= \frac{\text{berat bobbin}}{\text{kapasitas mesin take - up} \times \text{nomor filamen}} =$$

$$\frac{1000 \text{ g}}{500 \frac{\text{m}}{\text{menit}} \times \frac{1140 \text{ g}}{9000 \text{ m}}} = 15,789 \frac{\text{menit}}{\text{spin pack}} = 16 \frac{\text{menit}}{\text{spin pack}}$$

➤ **Unit Spinning**

Diketahui :

Kapasitas gear pump : 3,8 cc/putaran

Kapasitas spin pump : 2,4 cc/putaran

ρ melt : 1,44 g/cm³

ρ aramid : 1,44 g/cm³

Diameter *spinneret* : 0,07 mm

Jumlah *spindle* : 7 buah

Kecepatan gear pump :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{kapasitas mesin take – up} \times \text{nomor filamen}}{\text{kapasitas gear pump} \times \rho \text{ aramid}} \\
 &= \frac{500 \frac{\text{m}}{\text{menit}} \times \frac{1140 \text{ g}}{9000 \text{ m}}}{3,8 \frac{\text{cc}}{\text{putaran}} \times 1,44 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 11,574 \text{ rpm}
 \end{aligned}$$

Kapasitas beam/jam :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{kec. gear pump} \times \rho \text{ aramid} \times \text{kapasitas spin pump} \times \text{jumlah spindle}}{1000 \text{ kg}} \\
 &= \frac{11,574 \text{ rpm} \times 1,44 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times 2,4 \frac{\text{cc}}{\text{putaran}} \times 7 \text{ spindle} \times 60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}}}{1000 \text{ kg}} \\
 &= 16,800 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

Jumlah mesin :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{kebutuhan produksi}}{\text{kapasitas beam/jam}} = \frac{26,216 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}}{16,800 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times 1 \text{ mesin}} = 1,56 \text{ mesin} \\
 &= 2 \text{ mesin}
 \end{aligned}$$

Produksi spinning/spindle/jam/posisi :

$$\begin{aligned}
 &= \text{kecepatan gear pump} \times \rho \text{ melt} \times \text{kapasitas spin pump} \\
 &= 11,574 \text{ rpm} \times 1,44 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times 2,4 \frac{\text{cc}}{\text{putaran}} \times 60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}} \\
 &= 2.399,985 \frac{\text{g}}{\text{jam}} = 2,399 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} = 2,400 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}
 \end{aligned}$$

➤ **Unit Dryer**

- Formula menghitung *throughput*

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

dengan : $m = \text{throughput dryer (kg/jam)}$

$n = \text{kecepatan air lock (rpm)}$

$\eta = \text{derajat isi air lock}$

$\gamma = \text{massa jenis bulk (kg/m}^3\text{)}$

$v = \text{volume air lock (m}^3\text{)}$

a. Tangki chips charging hopper

Diketahui :

$$n = 16 \text{ rpm} \qquad \gamma = 300 \text{ kg/m}^3$$

$$\eta = 0,78 \qquad v = 0,00013 \text{ m}^3$$

maka nilai *throughput* pada tangki *chips charging hopper* :

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

$$= 16 \text{ rpm} \times 0,78 \times 300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0,00013 \text{ m}^3 \times 60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}}$$

$$= 28,305 \text{ kg/jam}$$

b. Tangki wet chips silo

Diketahui :

Diketahui :

$$n = 16 \text{ rpm} \qquad \gamma = 300 \text{ kg/m}^3$$

$$\eta = 0,78 \qquad v = 0,00013 \text{ m}^3$$

maka nilai *throughput* pada tangki *chips charging hopper* :

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

$$= 16 \text{ rpm} \times 0,78 \times 300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0,00013 \text{ m}^3 \times 60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}}$$

$$= 28,305 \text{ kg/jam}$$

c. Crystallizer hopper

Diketahui :

$$n = 15,8 \text{ rpm} \qquad \gamma = 300 \text{ kg/m}^3$$

$$\eta = 0,78 \qquad v = 0,0013 \text{ m}^3$$

maka nilai *throughput* pada tangki *crystallizer hopper* :

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

$$= 15,8 \text{ rpm} \times 0,78 \times 300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0,0013 \text{ m}^3 \times 60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}}$$

$$= 27,951 \text{ kg/jam}$$

d. Crystallizer

Chips berada dalam *crystallizer* selama 30 menit sehingga daya tampung yang dimiliki *crystallizer* adalah :

$$N = t \times m = 0,5 \text{ jam} \times 27,591 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} = 13,975 \text{ kg}$$

maka nilai *throughput* pada tangki *crystallizer* :

$$\begin{aligned} m &= n \times \eta \times \gamma \times v \\ &= 15,8 \text{ rpm} \times 0,78 \times 300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0,0013 \text{ m}^3 \times 60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}} \\ &= 27,951 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

e. Tangki chips dryer

Diketahui :

$$\begin{aligned} n &= 15,5 \text{ rpm} & \gamma &= 300 \text{ kg/m}^3 \\ \eta &= 0,78 & v &= 0,00013 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

maka nilai *throughput* pada tangki *chips dryer* :

$$\begin{aligned} m &= n \times \eta \times \gamma \times v \\ &= 15,5 \text{ rpm} \times 0,78 \times 300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0,00013 \text{ m}^3 \times 60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}} \\ &= 27,420 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Chips berada dalam tangki *chips dryer* selama 240 menit sehingga daya tampung yang dimiliki *chips dryer* adalah :

$$N = t \times m = 4 \text{ jam} \times 27,420 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} = 109,680 \text{ kg}$$

f. Tangki *top hopper*

Diketahui :

$$\begin{aligned} n &= 15 \text{ rpm} & \gamma &= 300 \text{ kg/m}^3 \\ \eta &= 0,78 & v &= 0,00013 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

maka nilai *throughput* pada tangki *top hopper* :

$$\begin{aligned} m &= n \times \eta \times \gamma \times v \\ &= 15 \text{ rpm} \times 0,78 \times 300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0,00013 \text{ m}^3 \times 60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}} \\ &= 26,536 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

g. Tangki *bottom hopper*

Diketahui :

$$\begin{aligned} n &= 15 \text{ rpm} & \gamma &= 300 \text{ kg/m}^3 \\ \eta &= 0,78 & v &= 0,00013 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

maka nilai *throughput* pada tangki *bottom hopper* :

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

$$= 15 \text{ rpm} \times 0,78 \times 300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0,00013 \text{ m}^3 \times 60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}}$$

$$= 26,536 \text{ kg/jam}$$

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Dalam menentukan lokasi pabrik dibutuhkan beberapa pertimbangan dimana pertimbangan-pertimbangan ini yang nantinya akan berpengaruh terhadap keberlangsungan dari pabrik itu sendiri baik dari segi keuntungan jangka panjang dan kemungkinan untuk perluasan pabrik di masa mendatang. Penentuan lokasi pabrik juga didasarkan oleh faktor-faktor seperti lokasi pasar, bahan baku, transportasi, ketersediaan tenaga listrik, bahan bakar serta ketenagakerjaan.

4.1.1 Faktor Utama Pemilihan Lokasi Pabrik

Faktor-faktor berikut merupakan faktor yang berperan sangat krusial didalam menentukan lokasi pabrik yang tepat.

a. Lokasi Pasar

Lokasi pabrik yang dekat dengan lokasi pasar akan memberikan kemudahan bagi pabrik untuk mendistribusikan produk serta memenuhi dan mengikuti selera konsumen atau pembeli. Selain itu, jarak antar lokasi pabrik dan pasar akan memengaruhi biaya distribusi. apabila jaraknya semakin jauh maka semakin tinggi pula biaya distribusi yang diperlukan.

b. Bahan Baku

Selain pemilihan lokasi pabrik didekat lokasi pasar, salah satu faktor yang harus dipertimbangkan adalah faktor bahan baku. Bahan baku yang

dipasok dengan mudah akan menguntungkan pabrik karena proses produksi dari pabrik itu sendiri tidak akan terganggu. Bahan baku dalam pabrik merupakan kebutuhan rutinitas dimana akan berdampak pada kelancaran proses produksi. Apabila pemasokan bahan baku terhenti maka proses produksi pada pabrik tersebut akan terganggu atau terhenti yang akan menyebabkan kerugian bagi pabrik tersebut.

c. Tenaga Listrik dan Bahan Bakar

Faktor ini termasuk kedalam faktor utama penentuan lokasi pabrik karena tanpa tenaga listrik dan bahan bakar maka seluruh pabrik serta prosesnya tidak akan berjalan. Umumnya pabrik menggunakan energi listrik yang disediakan pemerintah dikarenakan biaya instalasi pembangkit listrik yang lebih rumit.

d. Air dan Limbah Industri

Industri tekstil termasuk industri yang membutuhkan banyak suplai air sehingga perlu dipertimbangkan penempatan pabrik yang dekat dengan sumber air seperti sungai. Selain itu, industri tekstil juga menghasilkan limbah yang cukup banyak dan tergolong kedalam limbah B3. Hal ini yang menjadi dasar industri tekstil harus matang dalam merencanakan dan menentukan lokasi pabrik itu sendiri.

4.1.2 Faktor Penunjang Pemilihan Lokasi Pabrik

Faktor-faktor penunjang dalam pemilihan lokasi pabrik meliputi fasilitas transportasi, ketersediaan tenaga kerja dan sistem pengupahan, pemerintah serta industry dan layanan pendukung.

a. Fasilitas Transportasi

Transportasi berkaitan dengan pengangkutan bahan baku dan hasil produksi. Jalur transportasi seperti darat, laut dan udara akan menentukan pula biaya produk jadi dari pabrik tersebut. Kemudahan transportasi juga akan meningkatkan efektivitas dan efisiensi karyawan pabrik. Apabila fasilitas transportasi ini tidak memadai maka akan berdampak pada proses produksi kembali dimana proses pengangkutan bahan baku dan produk jadi serta mobilitas karyawan akan terganggu dan menimbulkan masalah.

b. Ketersediaan Tenaga Kerja dan Sistem Pengupahan

Tenaga kerja yang terampil juga akan memengaruhi kelancaran produksi. Mendatangkan tenaga kerja luar daerah akan meningkatkan biaya serta secara tidak langsung berdampak pada upah yang diberikan. Apabila upah yang diberikan tidak sepadan maka akan menimbulkan masalah bagi pabrik tersebut.

c. Kebijakan Pemerintah

Kebijakan-kebijakan pemerintah seperti perpajakan, ketenagakerjaan, standarisasi perusahaan dan peraturan-peraturan lainnya yang berkaitan dengan lingkungan, perindustrian, perdagangan dan keuangan perlu dipertimbangkan karena dengan mengikuti kebijakan pemerintah akan menghasilkan suasana kondusif bagi perusahaan untuk beroperasi.

d. Industri dan Layanan Pendukung

Layanan pendukung seperti pendidikan, telekomunikasi, jasa perbankan, layanan konsultasi serta layanan sipil lainnya menjadi faktor pendukung dalam pemilihan lokasi pabrik.

Dari faktor-faktor yang telah dipaparkan diatas maka pada pra-rancangan Pabrik Filamen Aramid ini akan dibangun dengan pertimbangan sebagai berikut :

- a. Berada di lokasi yang strategis yaitu di Jl. Raya Semarang – Batang, Kabupaten Batang, Provinsi Jawa Tengah.
- b. Dapat terjangkau dengan segala jalur transportasi seperti adanya tol trans Jawa sehingga memperlancar kegiatan operasional pabrik.
- c. Berdekatan dengan target pasar, yaitu distribusi produk ke PT Sri Rejeki, Sukoharjo, Jawa Tengah.
- d. Tersedianya sumber listrik, telekomunikasi serta suplai air yang memadai.
- e. Ketenagakerjaan yang mudah diperoleh.
- f. Terdapat kemungkinan perluasan pabrik di masa mendatang serta berada di Kawasan industri yang menjanjikan.

4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik menggambarkan bagian-bagian pabrik yang meliputi kantor karyawan, area produksi, laboratorium, gudang penyimpanan bahan baku dan produk jadi serta kamar mandi yang keseluruhannya ditinjau dari segi hubungan yang satu dengan yang lainnya. Penempatan alat-alat produksi harus dirancang

sedemikian rupa untuk memberikan kenyamanan selama proses produksi berlangsung.

Berikut adalah hal-hal yang harus diperhatikan dalam menentukan tata letak pabrik :

a. Perluasan pabrik

Hal ini sudah harus diperhitungkan karena kemungkinan perluasan pabrik serta penambahan alat-alat produksi di masa mendatang dimana bertujuan untuk meningkatkan kapasitas produksi.

b. Keamanan

Faktor kedua ini termasuk kedalam faktor terberat karena hal ini memperhitungkan segi keamanan dari tata letak pabrik seperti keamanan terhadap bahaya kebakaran, ledakan asap ataupun gas beracun. Meskipun pabrik sudah dilengkapi dengan *hydrant*, penahan ledakan serta asuransi pabrik, faktor-faktor pencegah harus tetap diadakan untuk memudahkan sistem pertolongan saat terjadi hal-hal yang tidak diinginkan.

c. Luas area yang tersedia

Harga tanah akan memengaruhi kemampuan pabrik dalam menyediakan area sehingga apabila harga tanah semakin tinggi maka diperlukan efisiensi pemakaian ruang yang tinggi.

d. Bangunan

Secara fisik bangunan harus memenuhi standar dan perlengkapan seperti ventilasi dan perlengkapan lainnya yang memenuhi syarat.

e. Penempatan instalasi dan utilitas

Penempatan yang teratur antara instalasi dan utilitas akan mempermudah kerja dan perawatan mesin (*maintenance*). Hal ini berkaitan dengan distribusi bahan baku, produk jadi, air, listrik dan udara.

f. Jaringan jalan raya

Faktor ini berkaitan erat dengan pengangkutan bahan, keperluan perbaikan dan perawatan serta keselamatan kerja. Sehingga diperlukan jalan yang cukup memadai untuk memudahkan keluar masuknya kendaraan serta memudahkan dalam menanggulangi suatu kesulitan apabila terjadi bencana.

Secara garis besar tata letak pabrik digolongkan kedalam beberapa daerah utama yang meliputi :

a. Daerah administrasi/perkantoran, laboratorium dan fasilitas pendukung

Daerah ini terdiri dari :

- Daerah administrasi/perkantoran yang merupakan pusat kegiatan administrasi dan finansial pabrik.
- Laboratorium sebagai tempat mengecek dan mengontrol kualitas bahan baku dan hasil produksi.
- Fasilitas pendukung yang meliputi tempat ibadah, toilet, kantin, aula dan poliklinik.

b. Daerah proses produksi yang terdiri dari alat-alat produksi serta perluasannya.

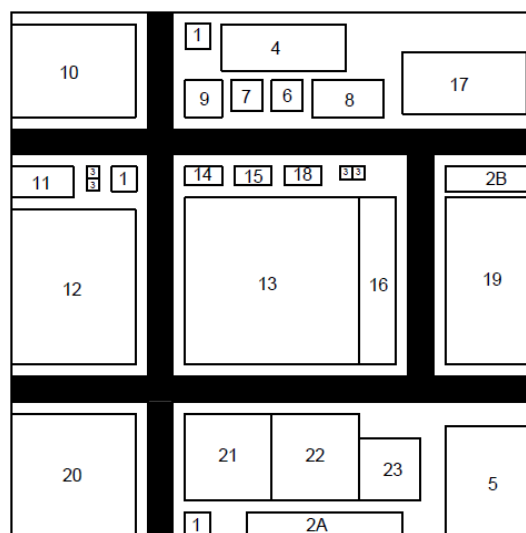
- c. Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi.
- d. Daerah utilitas dan pemadam kebakaran

Daerah ini merupakan lokasi dengan unit penyedia air, air pendingin dan tenaga listrik untuk menunjang jalannya proses produksi.

Dari pemaparan diatas maka tujuan dari perencanaan dan pembuatan tata letak pabrik adalah sebagai berikut :

- a. Mengatur alat-alat produksi sehingga akan menciptakan fleksibilitas.
- b. Menggunakan seluruh area secara efektif.
- c. Mengatur perpindahan bahan sesedikit mungkin.
- d. Mengintegrasikan faktor-faktor yang memengaruhi produk.
- e. Menjamin keselamatan dan kenyamanan karyawan.

Setelah memperhatikan faktor-faktor yang telah disebutkan maka pabrik ini akan dibangun di tanah seluas 7.225 m².



Gambar 4.1 *Layout* Pabrik (Skala 1:100)

Dengan setiap luas bangunan yang dipaparkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pembagian Luas Pabrik

No	Nama Bangunan	Ukuran		Luas (m ²)
		Panjang (m)	Lebar (m)	
1	Pos Satpam (3)	4	4	48
2	Taman 2 A	25	4	100
	Taman 2 B	15	4	60
3	Toilet (4)	2	2	16
4	Parkir Motor	20	7,5	150
5	Parkir Mobil	20	15	300
6	Poliklinik	5	5	25
7	Koperasi	5	5	25
8	Masjid	11,5	6	69
9	Kantin	6	6	36
10	Perkantoran	20	15	300
11	Timbangan Truk	10	5	50
12	Gudang Penyimpanan Bahan Baku	25	20	500
13	Area Proses Produksi	-	-	289
14	Ruang Quality Control	6	3	18
15	Ruang Engineering	6	3	18
16	Ruang Finishing	27	11	297
17	Gudang Penyimpanan Produk	20	10	200
18	Laboratorium Uji dan Riset	6	3	18
19	Instalasi Pengolahan Air Limbah	27	15	405
20	Utilitas	20	20	400
21	Ruang Maintenance	14	14	196
22	Ruang Generator	14	14	196
23	Ruang Penyimpanan Limbah Padat	10	10	100
24	Area Perluasan	-	-	3000
	TOTAL LUAS BANGUNAN			3.816
	LUAS TANAH			7.225

Dengan pembagian area proses produksi dalam Tabel 4.2 dibawah ini.

Tabel 4.2 Pembagian Area Proses Produksi

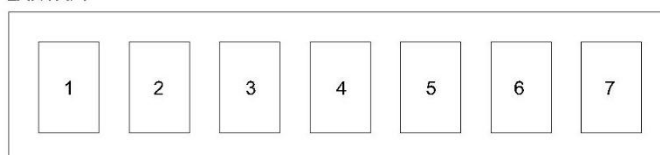
No.	Bagian Produksi	Ukuran		Luas (m ²)
		Panjang (m)	Lebar (m)	
1	Lantai 4 (Unit Chips Dryer & Dope Solution)	22	5	110
2	Lantai 3 (Unit Pemintalan dan Koagulasi)	15	4	60
3	Lantai 2 (Unit Drawing)	16	4	64
4	Lantai 1 (Unit Drying & Take-up)	11	5	55
	TOTAL LUAS AREA PROSES PRODUKSI			289

4.3 Tata Letak Mesin

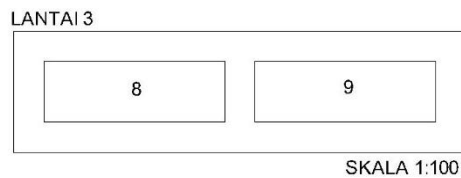
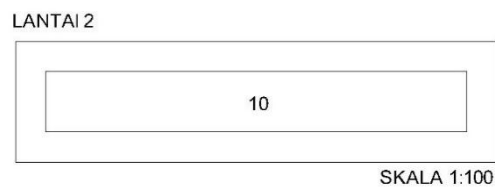
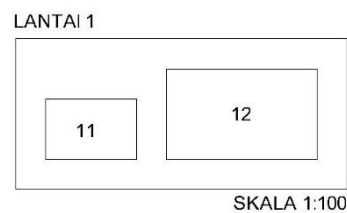
Peletakan mesin ditata sesuai dengan jenis mesin produksi. Hal ini bertujuan untuk memudahkan sirkulasi bahan baku, produk jadi dan mobilitas dari operator mesin. Faktor-faktor dalam peletakan mesin adalah hasil produksi, urutan produksi, ruang produksi, ukuran dan bentuk mesin serta pemeliharaan dan perbaikan.

Tata letak mesin pada pra-rancangan pabrik ini menggunakan metode *First In First Out* dimana peletakan alat-alat produksi mengikuti alir proses produksi sehingga alat-alat produksi yang diletakkan akan berurutan sesuai prosesnya.

LANTAI 4



SKALA 1:100

Gambar 4.2 *Layout* Mesin Unit *Chips Dryer*Gambar 4.3 *Layout* Mesin Unit *Spinning* dan KoagulasiGambar 4.4 *Layout* Mesin Unit *Drawing*Gambar 4.5 *Layout* Mesin Unit *Drying* dan *Take-up*

Keterangan :

- | | |
|--|---|
| 1. Tangki <i>chips charging hopper</i> | 7. Tangki <i>spinning solution (dope)</i> |
| 2. Tangki <i>raw chips silo</i> | 8. Extruder |
| 3. Tangki <i>crystallizer</i> | 9. Bak koagulasi |
| 4. Tangki <i>chips dryer</i> | 10. Unit <i>drawing</i> |
| 5. Tangki <i>top hopper</i> | 11. Unit <i>dryer</i> |

6. Tangki *bottom hopper*

12. Mesin *take-up*

2. Perawatan (*Maintenance*)

Untuk menjaga sarana dan fasilitas pabrik maka diperlukan perawatan atau pemeliharaan guna menjamin kelancaran proses produksi sehingga menghasilkan produk sesuai target dan spesifikasi yang diinginkan.

Terdapat dua jenis perawatan yaitu perawatan secara preventif dan periodik. Perawatan preventif dilakukan setiap hari guna mencegah alat-alat produksi dari kerusakan dan menjaga kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan periodik dilakukan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan pada buku petunjuk yang ada. Faktor-faktor yang memengaruhi kegiatan perawatan (*maintenance*) adalah :

a. Umur alat

Umur alat yang semakin tua maka akan membutuhkan perawatan dan perbaikan yang lebih banyak pula. Selain itu hal ini juga akan memengaruhi biaya perawatan per alatnya.

b. Bahan baku

Bahan baku yang tidak memenuhi kualitas yang baik akan berdampak langsung pada alat-alat produksi dimana akan menyebabkan kerusakan sehingga pembersihan akan selalu dilakukan.

c. Tenaga manusia

Tenaga kerja yang terdidik, terampil, terlatih dan berpengalaman akan menciptakan pekerjaan yang baik sehingga perawatan alat-alat produksi tidak membutuhkan waktu yang lama.

4.4 Utilitas

Utilitas merupakan sarana penunjang untuk mendukung kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang ini terdiri dari selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai target. Penyediaan utilitas meliputi unit penyediaan dan pengolahan air, unit pengelola listrik, unit penyediaan bahan bakar dan unit pengolahan limbah.

4.5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Pada umumnya suatu pabrik memenuhi kebutuhan airnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumbernya. Pada pra-rancangan pabrik ini, sumber air penyediaan air dipenuhi dari air bawah tanah. Pengambilan air dibawah tanah dilakukan dengan menggunakan pompa dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Jenis : Water Jet Pump
- Merk : Torishima Pump
- Tipe : 80X65-250
- Penggerak : Motor 30 kW
- Pompa : Sentrifugal
- Kapasitas : 56 m³/jam
- Jumlah : 2 buah

Tahapan sistem pengolahan air yang diterapkan pada pra-rancangan pabrik Filamen Aramid 1140D/768F adalah :

- a. Pengolahan awal

Air tanah yang dipompa ditampung pada bak pengendap dan bak penampung untuk diolah sesuai dengan kebutuhan.

b. Pengolahan air minum

Air dari bak penampung dialirkan ke tangki utilitas. Pada tangki ini air tersebut dicampur dengan klorin yang berfungsi sebagai disinfektan untuk membunuh bakteri dan mikroba yang terkandung.

4.5.1.1 Air Kebutuhan Proses

a. Soft Water

Air ini berasal dari air baku yang diproses terlebih dahulu di *Soft Water Plant Tank*. Pada proses tersebut terjadi pengikatan CaCO_3 menggunakan resin yang menyebabkan terjadinya penurunan tingkat kesadahan sesuai dengan standar yang diinginkan. *Soft water* diaplikasikan pada proses take-up yaitu untuk *cooling water*.

b. Demineralisasi Water

Air ini berasal dari air baku (*raw water*) yang sebelumnya diproses pada *Demin Water Plant* yang bertujuan untuk terjadinya pengikatan mineral pada kation dan jenis-jenis asam pada anion. Pengikatan ini dilakukan dengan menggunakan resin agar tidak menyebabkan terjadinya korosi.

c. Kegiatan Produksi

Kebutuhan air proses produksi digunakan pada proses koagulasi dan *take-up*. Pada masing-masing kedua proses ini digunakan air 10.000 liter/hari, sehingga total kebutuhan air untuk proses produksi adalah 20.000 liter.hari.

4.5.1.2 Air Kebutuhan Sanitasi

Merupakan air yang digunakan untuk keperluan sanitasi yaitu air yang digunakan untuk toilet. Berikut adalah kualitas air sanitasi yang harus dipenuhi:

a) Syarat fisika, meliputi :

- Suhu : Dibawah suhu udara
- Warna : Jernih tidak berwarna
- Rasa : Tidak berasa
- Bau : Tidak berbau

b) Syarat kimia, meliputi :

- Tidak mengandung bakteri.
- Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.

Tabel 4.3 Rekapitulasi Kebutuhan Air

No	Jenis Kebutuhan Air	Jumlah Pemakaian (l/hari)	Jumlah Orang/Unit	Total Pemakaian (l/hari)	Total Pemakaian (m ³ /orang/hari)
1	Sanitasi	15	107	1605	1,605
2	Masjid	25	107	2675	2,675
3	Konsumsi	3	107	321	0,321
4	Hydrant	15000	-	15000	15
5	Taman	100	2	200	0,2
TOTAL					19,801

Menurut Poebo dalam Utilitas Bangunan, dalam satu hari dibutuhkan sekitar 15.000 liter untuk *hydrant*.

Spesifikasi alat pengolahan air adalah sebagai berikut :

a) Bak penampung air sungai

- Berfungsi menampung air yang dipompa dari sungai dan akan diproses menjadi air bersih.
- Terbuat dari beton dan berbentuk persegi panjang.
- Perhitungan :
 - Laju volume air = $160 \text{ m}^3/\text{hari}$
 - Panjang = lebar = $2x$ tinggi
 - Tinggi = $x \text{ cm}$
 - Direncanakan volume bak penampung diisi 85% air = $\frac{160 \text{ m}^3/\text{hari}}{0,85} = 188,235 \text{ m}^3/\text{hari}$
 - Volume penampung = $4x^3 = 188,235 \text{ m}^3/\text{hari}$, maka $x = 3,610 \text{ m}$
 - Sehingga tinggi = $3,610 \text{ m}$ dan panjang = lebar = $7,22 \text{ m}$
- Spesifikasi bak penampung :
 - Kapasitas : $188,235 \text{ m}^3/\text{hari}$
 - Bentuk : Empat persegi panjang
 - Bahan konstruksi : Beton
 - Kuantitas : Satu buah
 - Dimensi : Panjang : $7,22 \text{ m}$
 Lebar : $7,22 \text{ m}$
 Tinggi : $3,610 \text{ m}$

b) Bak koagulasi-flokulasi

- Merupakan tempat terjadinya proses koagulasi dan flokulasi dengan menambahkan koagulan alum/tawas ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$). Koagulan ini berfungsi untuk destabilisasi kotoran yang tidak diinginkan dalam air.
- Berbentuk silinder dan terbuat dari beton. Bak ini dilengkapi dengan pengaduk berbentuk *paddle*.
- Perhitungan :
 - Laju volume air = $40 \text{ m}^3/\text{jam} = 40.000 \text{ liter/jam}$
 - Berdasarkan *American Water Works Association*, kadar alum pada bak koagulasi-flokulasi adalah 20 mg/liter , maka kebutuhan alum per jam :

$$\begin{aligned}
 &= 20 \text{ mg/l} \times 40.000 \text{ l/jam} \\
 &= 800.000 \text{ mg/jam} = 0,8 \text{ kg/jam} \\
 &= 6.221 \text{ kg/tahun} \text{ (1 tahun = 324 hari)}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan standar dan peraturan *American Water Works Association* (AWWA), diperoleh spesifikasi bak koagulasi-flokulasi sebagai berikut :

- Kapasitas maksimum bak = 150 cuft/sekon
- Ukuran pipa pemasukan = 84 inchi
- Mixer : Power = 10 HP
Mixing zone = 538 cuft
- Distributor : Kedalaman = 10 feet
Lebar = $6,5 \text{ feet}$
Kecepatan maksimum = $1,2 \text{ feet/sekon}$

- Flokulasi : Kompartemen tiap area = 4 kompartemen
 Jumlah area = 2 area folukasi
 Kedalaman = 16 feet
 Maksimum daya/kompartemen = 2 HP (4 kompartemen = 8 HP)
 Total daya = 18 HP

➤ Kuantitas = Satu buah

c) Bak pengendap

- Berfungsi untuk menampung air yang telah diproses dari bak koagulasi-flokulasi. Air yang dihasilkan sudah menjadi air jernih.
- Bak pengendap terbuat dari beton dan berbentuk persegi.
- Perhitungan :
 - Laju volume air = $160 \text{ m}^3/\text{hari}$
 - Panjang = lebar = $2x$ tinggi
 - Tinggi = x cm
 - Direncanakan volume bak pengendap diisi 85% air = $\frac{160 \text{ m}^3/\text{hari}}{0,85} = 188,235 \text{ m}^3/\text{hari}$
 - Volume penampung = $4x^3 = 188,235 \text{ m}^3/\text{hari}$, maka $x = 3,610 \text{ m}$
 - Sehingga tinggi = $3,610 \text{ m}$ dan panjang = lebar = $7,22 \text{ m}$
- Spesifikasi bak pengendap :
 - Kapasitas : $188,235 \text{ m}^3/\text{hari}$
 - Bentuk : Persegi
 - Bahan konstruksi : Beton

- Kuantitas : Satu buah
- Dimensi : Panjang : 7,22 m
Lebar : 7,22 m
Tinggi : 3,610 m

d) Bak air jernih

- Berfungsi menampung air dari bak penampung.
- Terbuat dari beton dan berbentuk empat persegi panjang.
- Perhitungan :
 - Laju volume air = 160 m³/hari
 - Panjang = lebar = 2x tinggi
 - Tinggi = x cm
 - Direncanakan volume bak air jernih diisi 85% air = $\frac{160 \text{ m}^3/\text{hari}}{0,85} = 188,235 \text{ m}^3/\text{hari}$
 - Volume penampung = $4x^3 = 188,235 \text{ m}^3/\text{hari}$, maka $x = 3,610 \text{ m}$
 - Sehingga tinggi = 3,610 m dan panjang = lebar = 7,22 m
- Spesifikasi bak air jernih :
 - Kapasitas : 188,235 m³/hari
 - Bentuk : Empat persegi panjang
 - Bahan konstruksi : Beton
 - Kuantitas : Satu buah
 - Dimensi : Panjang : 7,22 m
Lebar : 7,22 m

Tinggi : 3,610 m

e) Bak Penyaring (*sand filter*)

➤ Berfungsi menampung air hasil dari bak air jernih.

➤ Perhitungan :

- Laju volume air = $40 \text{ m}^3/\text{jam} = 176,115 \text{ gpm}$

- Laju penyaringan = $12 \text{ gpm}/\text{ft}^2$

- Luas penampang bed = $\frac{176,115 \text{ gpm}}{12 \text{ gpm}/\text{ft}^2} = 14,676 \text{ ft}^2$

- Diameter bed = $\sqrt{\frac{\text{Luas penampang bed}}{0,725}} = \sqrt{\frac{14,676 \text{ ft}^2}{0,725}} = 4,499 \text{ ft} = 1,371 \text{ m}$

- Asumsi tinggi lapisan dalam kolom :

Lapisan gravel = 0,4 m

Lapisan pasir = 0,9 m

Tinggi air = 3 m

Tinggi lapisan = 4 m

Kenaikan akibat *back wash* (28% tinggi lapisan) = 1,12 m

Tinggi total lapisan = 5,112 m

➤ Berdasarkan standar dan peraturan *American Water Works Association*

(AWWA), diperoleh spesifikasi bak penyaring (*sand filter*) sebagai

berikut:

- Kapasitas : $40 \text{ m}^3/\text{jam} = 176,115 \text{ gpm}$

- Bentuk : Bejana tegak

- Bahan konstruksi : Beton

- Dimensi : Tinggi = 5,112 m
Diameter = 1,371 m
- Kuantitas : Satu buah

f) Bak penampung air bersih

- Berfungsi menampung air yang diproses dari *sand filter*.
- Terbuat dari beton dan berbentuk persegi panjang.
- Perhitungan :
 - Laju volume air = $160 \text{ m}^3/\text{hari}$
 - Panjang = lebar = $2x$ tinggi
 - Tinggi = x cm
 - Direncanakan volume bak penampung diisi 85% air = $\frac{160 \text{ m}^3/\text{hari}}{0,85} = 188,235 \text{ m}^3/\text{hari}$
 - Volume penampung = $4x^3 = 188,235 \text{ m}^3/\text{hari}$, maka $x = 3,610 \text{ m}$
 - Sehingga tinggi = $3,610 \text{ m}$ dan panjang = lebar = $7,22 \text{ m}$
- Spesifikasi bak penampung air bersih :
 - Kapasitas : $188,235 \text{ m}^3/\text{hari}$
 - Bentuk : Empat persegi panjang
 - Bahan konstruksi : Beton
 - Kuantitas : Satu buah
 - Dimensi : Panjang : $7,22 \text{ m}$
Lebar : $7,22 \text{ m}$

Tinggi : 3,610 m

g) Bak penampung air sanitasi

➤ Berfungsi untuk menampung air bersih dari bak air bersih yang selanjutnya digunakan untuk keperluan sanitasi. Dalam bak ini juga ditambahkan desinfektan berupa klorin.

➤ Perhitungan :

- Kapasitas = 37 m³/hari = 1,542 m³/jam
- Tinggi = x m
- Panjang = lebar = 2x tinggi
- Waktu tinggal = 1 hari = 24 jam
- Volume bak penampung direncanakan terisi 85%, sehingga volumenya = $\frac{(1,542 \text{ m}^3/\text{jam} \times 24 \text{ jam})}{0,85} = 43,539 \text{ m}^3$
- Volume penampung = $4x^3 = 43,539 \text{ m}^3$, maka $x = 2,216 \text{ m}$
- Sehingga tinggi = 2,216 m dan panjang = lebar = 4,432 m

❖ Berdasarkan *American Water Works Association*, untuk membunuh kuman menggunakan desinfektan jenis klorin dibutuhkan 200 mg/liter, sehingga untuk bak penampung dengan volume 43,539 m³, maka dibutuhkan klorin dengan jumlah :

$$= 200 \text{ mg/l} \times 43.539 \text{ l} \times 324 \text{ hari} = 2821,327 \text{ kg/tahun}$$

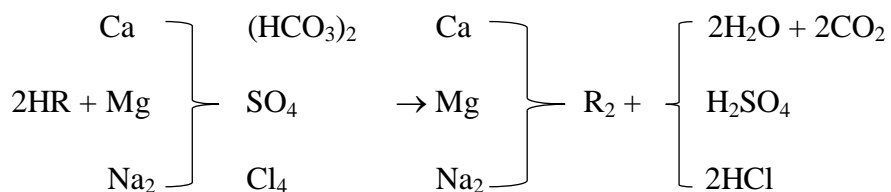
❖ Spesifikasi bak penampung air sanitasi :

- Kapasitas : 43,539 m³
- Bentuk : Empat persegi panjang
- Bahan konstruksi : Beton

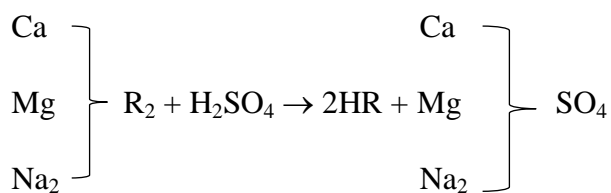
- Kuantitas : Satu buah
- Dimensi : Tinggi = 2,216 m
Panjang = 4,432 m
Lebar = 4,432 m

h) Tangki kation *exchanger*

Dalam tangki ini kation-kation pada air akan digantikan dengan ion H^+ oleh resin sehingga air yang keluar dari tangki ini adalah air dengan ion H^+ dan mengandung anion. Reaksi :



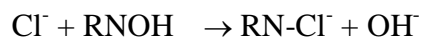
Untuk meregenerasikan kembali kation resin yang jenuh, maka ditambahkan asam sulfat dengan reaksi berikut :



i) Tangki anion *exchanger*

Alat ini bertujuan dalam pengikatan ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air dengan resin yang bersifat basa sehingga anion-anion CO_3^{2-} , Cl^- dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut seperti reaksi dibawah ini :





Dalam jangka waktu tertentu resin ini akan jenuh dan harus diregenerasikan kembali dengan larutan NaOH seperti reaksi berikut :



j) Deaerator

Pada tahap ini terjadi pembebasan air umpan ketel dari oksigen (O_2). Air demineralisasi dipompa masuk ke deaerator dan ditambahkan hidrazin (N_2H_4) yang berfungsi sebagai pengikat oksigen.

k) Bak air pendingin

Dalam sehari-hari pendingin yang digunakan berasal dari air yang telah digunakan oleh pabrik dan selanjutnya didinginkan dalam *cooling tower*. Air pendingin harus memiliki sifat anti korosif, tidak menimbulkan kerak dan tidak mengandung mikroorganisme penyebab lumut. Untuk mencegah hal tersebut kedalam air pendingin tersebut diberikan zat kimia fosfat (mencegah munculnya kerak), klorin (membunuh mikroorganisme) dan *dispersant* (mencegah penggumpalan).

4.5.2 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini menyediakan bahan bakar yang akan digunakan untuk generator berupa solar yang diperoleh dari PT Pertamina.

4.5.3 Unit Pengadaan Udara Tekan

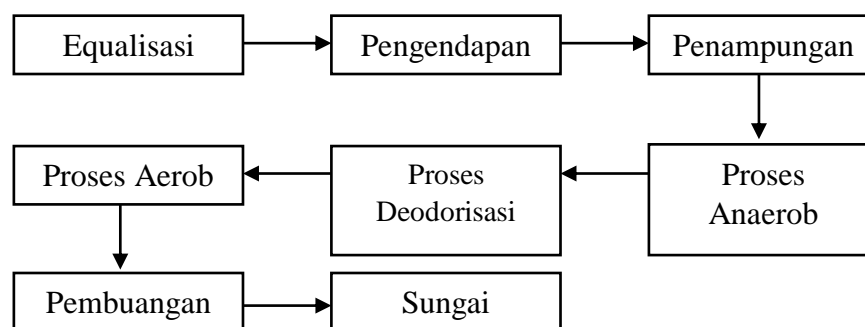
Udara tekan diperlukan untuk mengoperasikan sistem instrumentasi. Udara ini merupakan udara yang bebas dari air, bersifat kering, bebas minyak dan

partikel-partikel lainnya. Udara ini digunakan untuk alat kontrol *pneumatic* dimana setiap alat kontrol *pneumatic* membutuhkan sekitar 28,2 l/menit udara tekan. Pada pabrik ini diperkirakan dibutuhkan udara tekan sebanyak 180 m³/jam. Untuk menyediakan udara tekan dibutuhkan alat tangki udara dan kompresor.

4.5.4 Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

4.5.4.1 Penanganan Limbah Cair

Limbah cair pada pabrik ini dihasilkan dari proses koagulasi berupa air dan asam sulfat. Limbah ini akan diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke sungai agar tidak mencemari lingkungan. Pengolahan pada pabrik ini diterapkan secara kontinyu agar mudah dikontrol. Rangkaian pengolahan limbah cair pada pabrik ini ialah sebagai berikut :



Gambar 4.5 Diagram Pengolahan Limbah Cair

- Equalisasi

Limbah cair proses koagulasi berupa air dan asam sulfat ditampung dan dibiarkan didalam bak selama beberapa hari. Selama proses pendiaman ini akan muncul bau menyengat dan terjadi kenaikan pH. Hal tersebut mengindikasikan bahwa terjadi aktivitas mikroorganisme.

- Pengendapan

Dari bak equalisasi maka selanjutnya limbah cair akan ditransfer kedalam bak pengendapan. Pada bak ini diletakkan tumpukan pasir dan serbuk gajen sehingga apabila terdapat padatan yang tidak larut maka akan diendapkan dan disaring. Sebelum dialirkan menuju bak anaerob, limbah ini terlebih dahulu ditambahkan kapur agar pH-nya netral.

- Penampungan

Setelah limbah masuk kedalam bak penampungan, maka limbah tersebut didiamkan selama beberapa hari untuk diuji kadar BOD dan COD-nya. Apabila hasil BOD dan COD yang diperoleh sesuai dengan baku mutu limbah cair tekstil maka limbah ini siap untuk dipompa menuju sungai.

- Proses Anaerob

Pada proses anaerob mikroorganisme dalam lumpur limbah akan menguraikan polutan-polutan yang terdapat pada limbah. Pada tahap ini air limbah akan berada dalam bak anaerob selama tujuh hari.

- Proses Deodorisasi

Deodorisasi adalah proses penghilangan bau pada limbah dengan mengalirkan limbah pada bak yang berisi karbon aktif selama jangka waktu tertentu.

- Proses Aerob

Proses aerob ialah proses penambahan oksigen pada limbah agar bakteri anaerob yang terdapat pada limbah tersebut dapat dimatikan sehingga bakteri-bakteri aerob dapat diaktifkan dengan ditambahnya oksigen.

4.5.5 Sarana Penunjang Non Produksi

4.5.5.1 Sarana Komunikasi

Sarana komunikasi merupakan salah satu sarana penunjang non produksi yang berguna untuk mempermudah dan memperlancar jalannya komunikasi dan interaksi antar sesama karyawan perusahaan. Sarana komunikasi ini terdiri dari telepon, *fax*, *handy-talkie*, serta surat atau paket.

4.5.5.2 Air Conditioning (AC)

Dalam menunjang keberhasilan dalam menjamin kualitas produk maka pabrik ini difasilitasi dengan AC guna menjaga dan menstabilkan kondisi ruangan. AC terutama dipasang pada ruang produksi yang di-*setting* dengan kondisi standar dilengkapi dengan pengatur kelembapan udara ($RH = \pm 65\%$ dan $T = 25^{\circ}C$). Pemakaian AC pada pabrik ini diletakkan sesuai dengan fungsi dan luas ruangan. Pada pabrik ini AC dipasang pada ruang produksi dan non-produksi.

Jenis dan spesifikasi AC yang digunakan meliputi :

a. Kipas angin

- Merk : Sekai Wall Fan 18"
- Tipe : HWN 1857 PO
- Daya : 0,07 kW

b. Split

- Merk : Panasonic
- Tipe : CS-KC9QKJ (1 PK)
- Daya : 0,66 kW

c. Motor exhaust fan

- Merk : Jindun
- Tipe : Axial Flow Fan JDFH
- Kecepatan : 1400 rpm
- Daya : 0,75 kW

Untuk menghitung kebutuhan AC di setiap ruangan dapat dicari dengan formula :

$$\text{Kebutuhan AC} = \frac{\text{Luas ruangan (m}^2\text{)}}{\text{Luas maksimal jangkauan AC (m}^2\text{)}}$$

❖ Kebutuhan AC Ruang Produksi

Ruang produksi pada pabrik ini akan difasilitasi dengan AC jenis *motor exhaust fan* dengan luas maksimal jangkauannya adalah 500 m².

Tabel 4.4 Kebutuhan AC Ruang Produksi

Ruang	Luas (m ²)	Jenis AC	Jumlah AC
Ruang Penyimpanan Bahan Baku	500	Motor Exhaust Fan	1
Ruang Proses Produksi	289	Motor Exhaust Fan	1
TOTAL AC			2

❖ Kebutuhan AC Ruang Non Produksi

Pada ruang non-produksi akan dilengkapi dengan *motor exhaust fan*, AC *split* dan kipas angin dengan luas maksimal jangkauannya berturut-turut adalah 500 m², 100 m² dan 50 m².

Tabel 4.5 Kebutuhan AC Ruang Non Produksi

Ruang	Luas (m ²)	Jenis AC	Jumlah AC
Kantor Utama	300	Motor Exhaust Fan	1
Utilitas	400	Motor Exhaust Fan	1

Quality Control	18	Split	1
Engineering	18	Split	1
Finishing	297	Split	3
Laboratorium Uji dan Riset	18	Split	1
Ruang Maintenance	225	Split	2
Poliklinik	50	Split	1
Masjid	69	Split	1
Pos Satpam 1	16	Kipas Angin	1
Pos Satpam 2	16	Kipas Angin	1
Pos Satpam 3	16	Kipas Angin	1
Kantin	36	Kipas Angin	1
Koperasi	25	Kipas Angin	1
TOTAL AC	Motor Exhaust Fan		2
	Split		10
	Kipas Angin		5

Maka kebutuhan AC ruang produksi dan non produksi :

Total *motor exhaust fan* = 4 buah

Total AC *split* = 10 buah

Total kipas angin = 5 buah

4.5.5.3 Komputer

Pabrik ini difasilitasi dengan komputer sebagai alat penunjang dalam proses produksi filamen aramid, baik dalam seksi produksi, personalia, administrasi, finansial dan lain-lain. Beberapa area ruangan seperti perkantoran, kantor satpam, laboratorium dan bidang produksi akan dilengkapi dengan komputer.

Spesifikasi komputer yang digunakan adalah :

- Merk : Lenovo
- Tipe : B40-30

- Daya : 0,2 kW
- Jumlah : 20 buah

4.5.6 Sarana Penunjang Produksi

Berikut merupakan alat-alat yang disediakan dalam pabrik untuk menunjang proses produksi :

a) Kereta dorong (*creel*)

Kereta dorong perlu digunakan untuk mempermudah mobilisasi dalam proses produksi pada pabrik ini. Pengangkutan bahan baku (*chips*) ke unit *dryer* dilakukan dengan menggunakan kereta dorong (*creel*). Selain itu, kereta dorong ini juga digunakan untuk mengangkut sampel produk untuk diuji di laboratorium pengujian. Jumlah *creel* yang dibutuhkan pada pabrik ini adalah 10 buah.

b) Forklift

Forklift merupakan alat angkut guna mengangkut bahan baku ke dalam gudang penyimpanan bahan baku dan mengangkut produk dari gudang penyimpanan produk ke dalam truk. Jumlah forklift yang dibutuhkan adalah dua buah.

c) Mobil kantor

Pabrik ini difasilitasi dengan satu unit mobil dimana mobil ini digunakan untuk keperluan yang berhubungan dengan urusan pabrik seperti tugas keluar kota, penjemputan tamu dan sebagainya.

d) Truk

Untuk memudahkan dalam memasok bahan baku dan mendistribusikan produk ke produsen (jika masih terjangkau oleh pabrik dan satu pulau) maka digunakan truk. Truk pada pabrik ini berjumlah satu unit.

e) *Hydrant*

Hydrant digunakan untuk mengantisipasi terjadinya kebakaran pada pabrik dimana dipasang pada bagian produksi dan perkantoran. Selain itu *hydrant* juga diletakkan diluar pabrik seperti jalan masuk ke bagian produksi atau perkantoran. Pada pabrik filamen aramid ini, *hydrant* diletakkan sejumlah dua buah disekitar bagian produksi, satu buah di area unit utilitas, satu buah di area perkantoran dan satu buah sekitar kantor satpam.

4.5.7 Unit Pengelola Listrik

Unit pengelola listrik bertugas untuk menyediakan kebutuhan listrik pada pabrik filamen aramid ini. Kebutuhan listrik pada pabrik ini dipasok dari dua sumber, yaitu Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan generator diesel. Diesel digunakan sebagai cadangan apabila terjadi gangguan pada Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan dimanfaatkan sebagai pemasok tenaga listrik untuk mesin-mesin produksi, unit utilitas dan penerangan bagian produksi. Sedangkan tenaga listrik untuk penerangan non-produksi dipasok dari Perusahaan Listrik Negara (PLN). Penggunaan diesel dimaksudkan untuk menjaga kontinuitas produksi dan menekan fluktuasi biaya tarif PLN.

4.5.7.1 Listrik Untuk Penerangan

Penerangan dilakukan pada tiga area pabrik yaitu area produksi, area non-produksi dan area sekitar jalan pabrik.

a. Area produksi

Area produksi meliputi gudang penyimpanan bahan baku, area proses produksi serta gudang penyimpanan produk.

1) Gudang penyimpanan bahan baku

Spesifikasi lampu yang digunakan :

Jenis lampu : Philips TL-D 36W/54-765

Total lumen (ϕ) : 36 watt x 72 lumen/watt = 2592 lumen

Sudut sebaran sinar (ω) : 4sr

Tinggi lampu (r) : 3 meter

Syarat penerangan : 40 lumen/ft² = 430,52 lumen/m²

Intensitas cahaya (I) $= \frac{\phi}{\omega} = \frac{2592 \text{ lumen}}{4 \text{ sr}} = 648 \text{ cd}$

Kuat penerangan (E) $= \frac{I}{r^2} = \frac{648 \text{ cd}}{9 \text{ m}^2} = 72 \text{ lux}$

Luas penerangan (A) $= \frac{\phi}{E} = \frac{2592 \text{ lumen}}{72 \text{ lux}} = 36 \text{ m}^2$

Jumlah titik lampu $= \frac{\text{Luas bangunan}}{\text{Luas penerangan}} = \frac{500 \text{ m}^2}{36 \text{ m}^2}$

$= 14 \text{ titik lampu}$

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

$= \frac{500 \text{ m}^2 \times 430,52 \text{ lumen/m}^2}{14}$

$$= 10.250,476 \text{ lumen}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah penerangan total} &= \frac{\text{Penerangan tiap titik}}{\text{Total lumen}} \times \text{daya lampu} \\ &= \frac{10.250,476 \text{ lumen}}{2592 \text{ lumen}} \times 36 \text{ watt} = 142 \text{ watt} \end{aligned}$$

2) Area proses produksi

Spesifikasi lampu yang digunakan :

Jenis lampu	: Philips TL-D 36W/54-765
Total lumen (ϕ)	: 36 watt x 72 lumen/watt = 2592 lumen
Sudut sebaran sinar (ω)	: 4sr
Tinggi lampu (r)	: 3 meter
Syarat penerangan	: 40 lumen/ft ² = 430,52 lumen/m ²

$$\text{Intensitas cahaya (I)} = \frac{\phi}{\omega} = \frac{2592 \text{ lumen}}{4 \text{ sr}} = 648 \text{ cd}$$

$$\text{Kuat penerangan (E)} = \frac{I}{r^2} = \frac{648 \text{ cd}}{9 \text{ m}^2} = 72 \text{ lux}$$

$$\text{Luas penerangan (A)} = \frac{\phi}{E} = \frac{2592 \text{ lumen}}{72 \text{ lux}} = 36 \text{ m}^2$$

- Lantai 1 Ruang Produksi

$$\text{Jumlah titik lampu} = \frac{\text{Luas bangunan}}{\text{Luas penerangan}} = \frac{55 \text{ m}^2}{36 \text{ m}^2}$$

$$= 2 \text{ titik lampu}$$

$$\begin{aligned} \text{Penerangan tiap titik lampu} &= \frac{\text{Jumlah penerangan total}}{\text{Jumlah titik lampu}} \\ &= \frac{55 \text{ m}^2 \times 430,52 \text{ lumen/m}^2}{2} \end{aligned}$$

$$= 3.946,433 \text{ lumen}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah penerangan total} &= \frac{\text{Penerangan tiap titik}}{\text{Total lumen}} \times \text{daya lampu} \\ &= \frac{3.946,433 \text{ lumen}}{2592 \text{ lumen}} \times 36 \text{ watt} = 55 \text{ watt} \end{aligned}$$

- Lantai 2 Ruang Produksi

$$\text{Jumlah titik lampu} = \frac{\text{Luas bangunan}}{\text{Luas penerangan}} = \frac{64 \text{ m}^2}{36 \text{ m}^2}$$

$$= 2 \text{ titik lampu}$$

$$\begin{aligned} \text{Penerangan tiap titik lampu} &= \frac{\text{Jumlah penerangan total}}{\text{jumlah titik lampu}} \\ &= \frac{64 \text{ m}^2 \times 430,52 \text{ lumen/m}^2}{2} \end{aligned}$$

$$= 4.592,213 \text{ lumen}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah penerangan total} &= \frac{\text{Penerangan tiap titik}}{\text{Total lumen}} \times \text{daya lampu} \\ &= \frac{4.592,213 \text{ lumen}}{2592 \text{ lumen}} \times 36 \text{ watt} = 64 \text{ watt} \end{aligned}$$

- Lantai 3 Ruang Produksi

$$\text{Jumlah titik lampu} = \frac{\text{Luas bangunan}}{\text{Luas penerangan}} = \frac{60 \text{ m}^2}{36 \text{ m}^2}$$

$$= 2 \text{ titik lampu}$$

$$\begin{aligned} \text{Penerangan tiap titik lampu} &= \frac{\text{Jumlah penerangan total}}{\text{jumlah titik lampu}} \\ &= \frac{60 \text{ m}^2 \times 430,52 \text{ lumen/m}^2}{2} \end{aligned}$$

$$= 2.348,291 \text{ lumen}$$

$$\text{Jumlah penerangan total} = \frac{\text{Penerangan tiap titik}}{\text{Total lumen}} \times \text{daya lampu}$$

$$= \frac{2.348,291 \text{ lumen}}{2592 \text{ lumen}} \times 36 \text{ watt} = 33 \text{ watt}$$

- Lantai 4 Ruang Produksi

$$\text{Jumlah titik lampu} = \frac{\text{Luas bangunan}}{\text{Luas penerangan}} = \frac{110 \text{ m}^2}{36 \text{ m}^2}$$

$$= 3 \text{ titik lampu}$$

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

$$= \frac{110 \text{ m}^2 \times 430,52 \text{ lumen/m}^2}{3}$$

$$= 2.785,718 \text{ lumen}$$

$$\text{Jumlah penerangan total} = \frac{\text{Penerangan tiap titik}}{\text{Total lumen}} \times \text{daya lampu}$$

$$= \frac{2.785,718 \text{ lumen}}{2592 \text{ lumen}} \times 36 \text{ watt} = 39 \text{ watt}$$

3) Gudang penyimpanan produk

Spesifikasi lampu yang digunakan :

Jenis lampu : Philips TL-D 36W/54-765

Total lumen (ϕ) : 36 watt x 72 lumen/watt = 2592 lumen

Sudut sebaran sinar (ω) : 4sr

Tinggi lampu (r) : 3 meter

Syarat penerangan : 40 lumen/ft² = 430,52 lumen/m²

$$\text{Intensitas cahaya (I)} = \frac{\phi}{\omega} = \frac{2592 \text{ lumen}}{4 \text{ sr}} = 648 \text{ cd}$$

$$\text{Kuat penerangan (E)} = \frac{I}{r^2} = \frac{648 \text{ cd}}{9 \text{ m}^2} = 72 \text{ lux}$$

$$\text{Luas penerangan (A)} = \frac{\phi}{E} = \frac{2592 \text{ lumen}}{72 \text{ lux}} = 36 \text{ m}^2$$

$$\text{Jumlah titik lampu} = \frac{\text{Luas bangunan}}{\text{Luas penerangan}} = \frac{200 \text{ m}^2}{36 \text{ m}^2} = 6 \text{ titik lampu}$$

$$\begin{aligned} \text{Penerangan tiap titik lampu} &= \frac{\text{Jumlah penerangan total}}{\text{Jumlah titik lampu}} \\ &= \frac{200 \text{ m}^2 \times 430,52 \text{ lumen/m}^2}{6} \\ &= 28.701,333 \text{ lumen} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah penerangan total} &= \frac{\text{Penerangan tiap titik}}{\text{Total lumen}} \times \text{daya lampu} \\ &= \frac{28701,333 \text{ lumen}}{2592 \text{ lumen}} \times 36 \text{ watt} = 399 \text{ watt} \end{aligned}$$

b. Area non-produksi

Area non-produksi dibagi menjadi dua kelompok yaitu :

- 1) Kelompok pertama meliputi perkantoran, laboratorium uji dan riset, utilitas, ruang generator dan maintenance.

Spesifikasi lampu yang digunakan adalah :

Jenis lampu	: Philips TL-D 36W/54-765
Total lumen (ϕ)	: 36 watt x 72 lumen/watt = 2592 lumen
Sudut sebaran sinar (ω)	: 4sr
Tinggi lampu (r)	: 3 meter
Syarat penerangan	: 40 lumen/ft ² = 430,52 lumen/m ²

Dengan perhitungan yang sama pada area produksi maka diperoleh :

$$\text{Intensitas cahaya (I)} = \frac{\phi}{\omega} = \frac{2592 \text{ lumen}}{4 \text{ sr}} = 648 \text{ cd}$$

$$\text{Kuat penerangan (E)} = \frac{I}{r^2} = \frac{648 \text{ cd}}{9 \text{ m}^2} = 72 \text{ lux}$$

$$\text{Luas penerangan (A)} = \frac{\phi}{E} = \frac{2592 \text{ lumen}}{72 \text{ lux}} = 36 \text{ m}^2$$

Tabel 4.6 Rekapitulasi Penggunaan Lampu di Area Non-Produksi Kelompok

Pertama

Nama Bangunan	Jumlah Titik Lampu	Penerangan Tiap Titik Lampu (Lumen)	Jumlah Penerangan Total (Watt)
Perkantoran	8	16.144,500	224
Laboratorium Uji dan Riset	1	7.749,360	108
Utilitas	11	15.655,273	217
Ruang Generator	5	16.876,384	234
Ruang Maintenance	5	16.876,384	234
Ruang Quality Control	1	7.749,360	108
Ruang Finishing	8	15.983,055	222
Ruang Engineering	1	7.749,360	108

- 2) Kelompok kedua yang meliputi pos keamanan, mushalla, kantin, poliklinik, parkir, toilet dan taman yang diterangi dengan lampu TL 20 watt.

Spesifikasi lampu yang digunakan :

Jenis lampu : Philips TL-D 20W/54-765

Total lumen (ϕ) : 20 watt x 72 lumen/watt = 1440 lumen

Sudut sebaran sinar (ω) : 4sr

Tinggi lampu (r) : 4 meter

Syarat penerangan : 20 lumen/ft² = 215,26 lumen/m²

$$\text{Intensitas cahaya (I)} = \frac{\phi}{\omega} = \frac{1440 \text{ lumen}}{4 \text{ sr}} = 360 \text{ cd}$$

$$\text{Kuat penerangan (E)} = \frac{I}{r^2} = \frac{360 \text{ cd}}{9 \text{ m}^2} = 40 \text{ lux}$$

$$\text{Luas penerangan (A)} = \frac{\phi}{E} = \frac{1440 \text{ lumen}}{40 \text{ lux}} = 36 \text{ m}^2$$

Tabel 4.7 Rekapitulasi Penggunaan Lampu di Area Non-Produksi Kelompok Kedua

Nama Bangunan	Jumlah Titik Lampu	Penerangan Tiap Titik Lampu (Lumen)	Jumlah Penerangan Total (Watt)
Pos Satpam 1	1	10.332,480	144
Pos Satpam 2	1	10.332,480	144
Pos Satpam 3	1	10.332,480	144
Masjid	2	7.426,470	103
Kantin	1	3.874,680	54
Koperasi	1	5.381,500	75
Poliklinik	1	10.763,000	149
Toilet 1	1	5.166,240	72
Toilet 2	1	5.166,240	72
Toilet 3	1	5.166,240	72
Toilet 4	1	5.166,240	72
Parkir Motor	4	8.072,250	112
Parkir Mobil	8	8.072,250	112

c. Listrik penerangan jalan di lingkungan pabrik

Spesifikasi lampu yang digunakan :

Jenis lampu : Philips SON 250W E40 CO 1SL/12

Total lumen (ϕ) : 250 watt x 106 lumen/watt = 26.500 lumen

Sudut sebaran sinar (ω) : 4sr

Tinggi lampu (r) : 6 meter

Syarat penerangan : 10 lumen/ft² = 107,63 lumen/m²

$$\begin{aligned}
 \text{Intensitas cahaya (I)} &= \frac{\phi}{\omega} = \frac{26500 \text{ lumen}}{4 \text{ sr}} = 6625 \text{ cd} \\
 \text{Kuat penerangan (E)} &= \frac{I}{r^2} = \frac{6625 \text{ cd}}{36 \text{ m}^2} = 184,028 \text{ lux} \\
 \text{Luas penerangan (A)} &= \frac{\phi}{E} = \frac{26500 \text{ lumen}}{184,028 \text{ lux}} = 144 \text{ m}^2 \\
 \text{Jumlah titik lampu} &= \frac{\text{Luas bangunan}}{\text{Luas penerangan}} = \frac{1000 \text{ m}^2}{144 \text{ m}^2} \\
 &= 7 \text{ titik lampu} \\
 \text{Penerangan tiap titik lampu} &= \frac{\text{Jumlah penerangan total}}{\text{Jumlah titik lampu}} \\
 &= \frac{1000 \text{ m}^2 \times 107,63 \text{ lumen/m}^2}{7} \\
 &= 17.938,333 \text{ lumen} \\
 \text{Jumlah penerangan total} &= \frac{\text{Penerangan tiap titik}}{\text{Total lumen}} \times \text{daya lampu} \\
 &= \frac{17.938,333 \text{ lumen}}{26500 \text{ lumen}} \times 250 \text{ watt} \\
 &= 169,230 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

Jika dilakukan penerangan selama 24 jam dengan persentase konsumsi sebesar 88% dalam 27 hari (sebulan), maka kebutuhan listrik penerangan direkap dalam Tabel 4.8. (Penerangan lampu di sekitar jalan pabrik dilakukan selama 12 jam).

Tabel 4.8 Rekapitulasi Kebutuhan Listrik Penerangan Area Produksi & Non Produksi

Nama Bangunan	Jumlah Penerangan Total (Watt)	Kebutuhan Listrik/Bulan (Watt)	Kebutuhan Listrik/Bulan (kWh)
Penerangan Area Produksi			

Gudang Penyimpanan Bahan Baku	142	81183,771	81,184
Area Proses Produksi	190	108287,429	108,287
Gudang Penyimpanan Produk	199	113657,280	113,657

Lanjutan Tabel 4.8

		TOTAL	303,128
Penerangan Area Non Produksi			
Perkantoran	224	127864,440	127,86444
Laboratorium Uji dan Riset	108	61374,931	61,3749312
Utilitas	217	123989,760	123,98976
Ruang Generator	234	133660,961	133,6609613
Ruang Maintenance	234	133660,961	133,6609613
Ruang Finishing	222	126585,796	126,5857956
Ruang Quality Control	108	61374,931	61,3749312
Ruang Engineering	108	61374,931	61,3749312
Ruang Generator	234	133660,961	133,6609613
Pos Satpam	144	81833,242	81,8332416
Masjid	103	58817,642	58,8176424
Kantin	54	30687,466	30,6874656
Koperasi	75	42621,480	42,62148
Poliklinik	75	42621,480	42,62148
Toilet 1	72	40916,621	40,9166208
Toilet 2	72	40916,621	40,9166208
Toilet 3	72	40916,621	40,9166208
Parkir Motor	112	63932,220	63,93222
Parkir Mobil	112	63932,220	63,93222
		TOTAL	1470,743285
Lampu Jalan Sekitar Pabrik	169,230	48250,732	48,25073208

4.5.7.2 Listrik Untuk Mesin Produksi

Tabel 4.9 Kebutuhan Listrik Untuk Mesin Produksi

No.	Alat	Jumlah	Daya/Mesin (kW)	Jumlah Daya (kW)
1	Air Pressure Chips Charging Hopper	1	18,7	18,7

2	Air Pressure Wet Chips Silo	1	15,4	15,4
3	Crystallizer Heater	1	20	20
4	Motor Penggerak Blower	1	11	11

Lanjutan Tabel 4.9

5	Dryer Heater	1	338	338
6	Air Pressure Heater	1	18,7	18,7
7	Air Pressure Top Hopper	1	13,1	13,1
8	Air Pressure Bottom Hopper	1	13,1	13,1
9	Motor Extruder	1	247	247
10	Motor Pump	1	8,7	8,7
11	Draw-off	1	3	3
12	Drawing Frame	1	75	75
13	Conveyor	1	11	11
14	Mesin Take-up	1	15,2	15,2
Total Daya (kW)			807,9	807,9

Apabila ditentukan persentase pemakaian listrik untuk mesin produksi adalah sebesar 88%, maka kebutuhan listrik mesin produksi adalah :

$$= 807,9 \text{ kW} \times 24 \text{ jam} \times 0,88 \times 27 \text{ hari}$$

$$= 460.696,896 \text{ kWh}$$

4.5.7.3 Listrik Untuk Utilitas

Tabel 4.10 Kebutuhan Listrik Untuk Utilitas

No	Peralatan Utilitas	Jumlah	Daya (kW)	Jumlah Daya (kW)
1	Cooling Tower	1	1,5	1,5
2	Bak Koagulasi-Flokulasi	1	1,5	1,5
3	Pompa Air Sungai	2	30	60
4	Pompa Bak Koagulasi-Flokulasi	1	13,5	13,5
5	Pompa Bak Pengendap	1	2,25	2,25
6	Pompa Sand Filter	1	2,63	2,63

7	Pompa Bak Penampung Air Sanitasi	1	0,75	0,75
8	Pompa Tangki Kation Exchanger	1	0,75	0,75
9	Pompa Tangki Anion Exchanger	1	0,75	0,75
10	Pompa Boiler	1	3	3

Lanjutan Tabel 4.10

11	Pompa Kation Exchanger	1	0,75	0,75
12	Pompa Anion Exchanger	1	0,75	0,75
13	Pompa Bak Penampung Air Pendingin	1	0,75	0,75
14	Pompa Air Pendingin	1	0,75	0,75
15	Pompa Cooling Tower	1	0,75	0,75
16	Pompa Demineralisasi Air	1	1,13	1,13
	Total Daya (kW)		61,51	91,51

Apabila ditentukan persentase pemakaian listrik untuk utilitas adalah sebesar 88%, maka kebutuhan listrik unit utilitas adalah :

$$= 91,51 \text{ kW} \times 24 \text{ jam} \times 0,88 \times 27 \text{ hari}$$

$$= 52.182,662 \text{ kWh}$$

4.5.7.4 Listrik Untuk AC, Kipas Angin dan Pompa Air

Setirap ruangan yang ada pabrik ini dilengkapi dengan *air conditioner* jenis *motor exhaust fan*, *AC split* dan kipas angin.

Spesifikasi *motor exhaust fan* yang digunakan :

- Merk : Jindun
- Tipe : Axial Flow Fan JDFH
- Kecepatan : 1400 rpm
- Daya : 0,75 kW

Tabel 4.11 Rekapitulasi Kebutuhan Listrik *Motor Exhaust Fan*

Nama Ruangan	Kebutuhan AC	Jumlah Daya (kW)	Lama Pemakaian (Jam)	Total Pemakaian Listrik/Hari (kW)
Gudang Penyimpanan Bahan Baku	1	0,75	20	15
Ruang Proses Produksi	1	0,75	24	18
Perkantoran	1	0,75	20	15
Utilitas	1	0,75	20	15
			Total	63

Apabila persentase konsumsi pemakaiannya sebesar 88%, maka listrik yang dibutuhkan per bulannya adalah :

$$= 63 \text{ kW} \times 27 \text{ hari} \times 0,88 = 1.496,880 \text{ kWh}$$

Spesifikasi AC split yang digunakan :

- Merk : Panasonic
- Tipe : CS-KC9QKJ (1 PK)
- Daya : 0,66 kW

Tabel 4.12 Rekapitulasi Kebutuhan Listrik AC *Split*

Nama Ruangan	Kebutuhan AC	Jumlah Daya (kW)	Lama Pemakaian (Jam)	Total Pemakaian Listrik/Hari

				ri (kW)
Laboratorium Uji & Riset	1	0,66	20	13,2
Ruang Maintenance	2	1,32	9	11,88
Ruang Engineering	1	0,66	9	5,94

Lanjutan Tabel 4.12

Ruang Quality Control	1	0,66	9	5,94
Ruang Finishing	3	1,98	9	17,82
Poliklinik	1	0,66	9	5,94
Masjid	1	0,66	12	7,92
			TOTAL	68,64

Apabila persentase konsumsi pemakaiannya sebesar 88%, maka listrik yang dibutuhkan per bulannya adalah :

$$= 68,64 \text{ kW} \times 27 \text{ hari} \times 0,88 = 1.630,886 \text{ kWh}$$

Spesifikasi kipas angin yang digunakan :

- Merk : Sekai Wall Fan 18"
- Tipe : HWN 1857 PO
- Daya : 0,07 kW

Tabel 4.13 Rekapitulasi Kebutuhan Listrik Kipas Angin

Nama Ruangan	Kebutuhan AC	Jumlah Daya (kW)	Lama Pemakaian (Jam)	Total Pemakaian Listrik/Hari (kW)
Kantor Satpam	3	0,21	24	5,04
Kantin	1	0,07	9	0,63
Koperasi	1	0,07	9	0,63

			Total	6,3
--	--	--	--------------	------------

Apabila persentase konsumsi pemakaiannya sebesar 88%, maka listrik yang dibutuhkan per bulannya adalah :

$$= 6,3 \text{ kW} \times 27 \text{ hari} \times 0,88 = 149,688 \text{ kWh}$$

Spesifikasi pompa air yang digunakan :

- Jenis : Water Jet Pump
- Merk : Torishima Pump
- Distributor : PT Sarana Pump Teknik
- Tipe : 80X65-250
- Penggerak : Motor 30 kW
- Pompa : Sentrifugal
- Kapasitas : 56 m³/jam
- Jumlah : 2 buah
- Lama pemakaian : 5 jam

Kebutuhan listrik pompa air selama satu bulan :

$$= 30 \text{ kW} \times 2 \text{ buah pompa air} \times 27 \text{ hari} \times 5 \text{ jam} = 8.100 \text{ kWh}$$

Total pemakaian listrik untuk AC dan pompa air selama satu bulan adalah :

$$= (1.496,880 + 1.630,886 + 149,688 + 8.100) \text{ kWh} = 11.377,454 \text{ kWh}$$

4.5.7.5 Listrik Instrumentasi

Listrik instrumentasi meliputi kebutuhan listrik untuk computer dan rumah tangga.

a) Kebutuhan listrik untuk komputer

Total penggunaan listrik selama satu bulan untuk komputer adalah :

$$= 27 \text{ hari} \times 0,2 \text{ kW} \times 20 \text{ pcs} \times 22 \text{ jam} \times 0,9 = 97,2 \text{ kWh}$$

b) Kebutuhan listrik rumah tangga

Kebutuhan listrik untuk rumah tangga diperkirakan sebesar 5 kW per hari dimana untuk mengoperasikan mesin *photocopy*, *printer* dan dispenser.

Maka kebutuhan listrik per bulannya :

$$= 5 \text{ kW} \times 27 \text{ hari} = 135 \text{ kW}$$

Sehingga total pemakaian listrik untuk instrumentasi adalah :

$$= (97,2 + 135) \text{ kW} = 232,2 \text{ kW/bulan}$$

4.5.7.6 Listrik untuk Laboratorium Uji & Riset

Laboratorium uji & riset merupakan sarana tempat pengujian bahan baku dan produk jadi sehingga pada laboratorium ini dilengkapi dengan mesin-mesin penguji. Total pemakaian daya listrik untuk peralatan laboratorium disajikan dalam Tabel 4.14.

Table 4.14 Rekapitulasi Pemakaian Daya Total Peralatan Laboratorium

Nama Alat	Daya Terpakai (Watt)	Jumlah Mesin	Waktu Pemakaian (Jam)	Hari	Total Daya (kWh)
Automatic	100	1	9	27	24,3

Viscometer					
Spektrofotometer UV-Vis	800	1	9	27	194,4
UV Lamp	100	2	9	27	48,6
Hunter Lab Calorimeter	300	1	9	27	72,9
Ash Content	300	1	9	27	72,9
Duratech Finish Analyzer	300	2	9	27	145,8
pH Meter	100	3	9	27	72,9
Modulus of Elasticity Tester	1000	1	9	27	243
Whiteness Test Meter	200	1	9	27	48,6
Reeling Machine	100	2	9	27	48,6
Mikroskop	100	1	9	27	24,3
Tensile Strength Macine	200	2	9	27	97,2
Water Conductivity Meter	100	1	9	27	24,3
Uster Tester	1000	1	9	27	243
			TOTAL DAYA		1360,8

Maka total daya listrik peralatan laboratorium selama satu bulan (27 hari) adalah 1.360,800 kWh.

Pada Tabel 4.15 disajikan rekapitulasi pemakaian daya listrik serta total biaya listrik per bulan yang digunakan dalam pra-rancangan pabrik filamen aramid.

Tabel 4.15 Rekapitulasi Pemakaian dan Biaya Listrik per Tahun Pabrik Filamen Aramid

Jenis Pemakaian Listrik	Total Daya Terpakai/Bulan (kWh)	Biaya/kWh	Biaya Pemakaian Listrik/Bulan (kWh)
Listrik Penerangan :			
Area Produksi	303,128	Rp1.112	Rp 337.079
Area Non-Produksi	1.470,743		Rp 1.635.467
Jalan Sekitar Pabrik	48,251		Rp 53.655
Listrik Utilitas	52.182,662		Rp 58.027.121
Listrik AC dan Pompa Air	11.377,454		Rp 12.651.729
Listrik Instrumentasi	232,200		Rp 258.206
Listrik Laboratorium	1.360,800		Rp 1.513.210
			TOTAL

Dengan demikian biaya yang harus dikeluarkan selama sebulan untuk kebutuhan listrik adalah **Rp 74.476.466,-**

4.5.7.7 Generator (Diesel)

Spesifikasi diesel yang digunakan :

- Merk : Cummins GBT5.9-62- 100 kVA Generator
- Jenis : Generator diesel
- Tahun pembuatan : 2018

- Jumlah : 1 buah
- Daya output : 100 kVA atau 80 kW
- Efisiensi : 85%
- Jenis bahan bakar : Solar
- Nilai pembakaran : 8.700 kkal/kg
- Berat jenis : 0,87 kg/l

Diesel ini bekerja dengan prinsip yaitu ketika solar dan udara terbakar maka akan terkompresi menghasilkan panas yang kemudian digunakan untuk memutar poros engkol sehingga dapat menghidupkan generator penghasil listrik. Listrik ini selanjutnya didistribusikan ke panel untuk dialirkan ke unit-unit yang menggunakan listrik.

Generator ini didesain untuk digunakan mengoperasikan mesin produksi dimana kebutuhan daya yang diperlukan adalah sebesar 807,9 kWh.

$$\begin{aligned}
 \text{Daya input} &= \frac{\text{Daya output generator}}{\text{Efisiensi}} \\
 &= \frac{80 \text{ kW}}{0,85} \\
 &= 94,118 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Jika 1 kWh = 860 kkal, maka

$$\begin{aligned}
 \text{Daya input generator} &= 94,118 \text{ kW} \times 860 \frac{\text{kkal}}{\text{kW}} \\
 &= 80941,48 \text{ kkal}
 \end{aligned}$$

Kebutuhan bahan bakar (kg) :

$$= \frac{\text{Daya input generator}}{\text{Nilai pembakaran solar}} = \frac{80941,48 \text{ kkal}}{8700 \text{ kkal/kg}} = 9,304 \text{ kg}$$

Kebutuhan bahan bakar solar per jam jika berat jenis solar 0,87 kg/liter :

$$= \frac{\text{Kebutuhan solar (kg)}}{\text{Berat jenis solar (kg/l)}} = \frac{9,304 \text{ kg}}{0,87 \text{ kg/l}} = 10,694 \text{ liter}$$

Sehingga kebutuhan bahan bakar solar per hari adalah :

$$= 24 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 10,694 \text{ liter} = 256,656 \text{ liter/hari}$$

Maka kebutuhan solar per bulan adalah :

$$= 256,656 \frac{\text{liter}}{\text{hari}} \times 27 \text{ hari} = 6929,712 \text{ liter/bulan}$$

Jika 1 liter solar = Rp7.200 (untuk perindustrian), maka :

$$= \text{Rp}7.200 \times 6929,712 \frac{\text{liter}}{\text{bulan}} = \text{Rp}49.893.926,4/\text{bulan}$$

Jadi, biaya yang harus dikeluarkan untuk bahan bakar solar adalah

Rp49.893.926,4,- per bulan.

Tabel 4.16 Rekapitulasi Penggunaan Listrik Berdasarkan Area atau Unit

Sumber	Area atau Unit	Daya Terpakai/Bulan (kWh)
Generator	Mesin Produksi	460696,896
	TOTAL	460.696,896
Perusahaan Listrik Negara (PLN)	Penerangan Ruang Produksi	303,128
	Penerangan Ruang Non-Produksi	1.470,743
	Penerangan Lampu Jalan Sekitar Pabrik	48,251
	Utilitas	52.182,662
	AC dan Pompa Air	11.377,454
	Instrumentasi	232,200
	Peralatan Laboratorium	1.360,800
	TOTAL	66.975,239

4.5.7.8 Kebutuhan Bahan Bakar Mobil Perusahaan, Truk dan Forklift

a) Kebutuhan bahan bakar *pertalite* untuk satu unit mobil

= 1 unit mobil x 20 liter/hari

= 20 liter/hari x 27 hari/bulan

= 540 liter/bulan

Biaya yang dikeluarkan untuk bahan bakar mobil :

= Rp7.800,- x 540 liter/bulan

= Rp4.212.000,- per bulan

b) Kebutuhan bio solar untuk satu unit truk

$$= 1 \text{ unit truk} \times 40 \text{ liter/hari}$$

$$= 40 \text{ liter/hari} \times 27 \text{ hari/bulan}$$

$$= 1.080 \text{ liter/bulan}$$

Biaya yang dikeluarkan untuk bahan bakar truk

$$= \text{Rp}5.150,- \times 1.080 \text{ liter/bulan}$$

$$= \text{Rp}5.562.000,-$$

c) Kebutuhan premium untuk dua unit forklift

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

$$= 20 \text{ liter/hari} \times 27 \text{ hari/bulan}$$

$$= 540 \text{ liter/bulan}$$

Biaya yang dikeluarkan untuk bahan bakar forklift

$$= \text{Rp}6.550 \times 540 \text{ liter/bulan}$$

$$= \text{Rp}3.537.000,-$$

4.5 Bentuk dan Struktur Organisasi Perusahaan

4.6.1 Bentuk Perusahaan

Pabrik benang aramid pada pra-rancangan pabrik ini direncanakan berbentuk perseroan terbatas (PT). Perseroan terbatas merupakan bentuk perusahaan yang telah disahkan oleh pemerintah dan memperoleh modal dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut ikut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih.

Perseroan terbatas merupakan asosiasi pemegang saham yang dibentuk berdasarkan hukum dan dianggap sebagai badan hukum. Kepemilikan pada perusahaan dengan bentuk perseroan terbatas mudah dipindah tangankan, terpisah antara pemilik dan manajer serta masa berdiri perusahaan yang tidak terbatas. Pemegang saham pada perseroan terbatas hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap saham. Perusahaan-perusahaan dengan skala besar biasanya menggunakan bentuk perseroan terbatas (PT/korporasi).

Bentuk perusahaan dengan perseroan terbatas memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

➤ Dibentuk berdasarkan hukum

Pembentukan menjadi badan hukum disertai dengan akte perusahaan yang berisi informasi-informasi seperti nama perusahaan, tujuan perusahaan, jumlah modal dan lokasi kantor pusat perusahaan. Setelah pengelola perusahaan menyerahkan akte perusahaan dan disertai uang untuk kepengurusan akte perusahaan, maka izin akan diberikan. Dengan izin ini perusahaan secara sah dilindungi oleh hukum dalam pengelolaan internal perusahaan.

➤ Keterpisahan antara badan hukum dari pemiliknya (pemegang saham)

Perusahaan bukan didirikan dari asosiasi pemegang saham tetapi merupakan badan hukum yang terpisah. Kepemilikan dari perusahaan perseroan terbatas ialah saham yang dimiliki. Apabila seorang pemilik saham meninggal dunia, maka ahli waris atau pihak lainnya berhak memiliki saham tersebut sesuai dengan kebutuhan hukum.

➤ Memberikan keuntungan bagi kegiatan-kegiatan dengan skala besar

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan perseroan terbatas ialah berdasarkan atas faktor-faktor berikut :

- Modal mudah diperoleh yaitu dengan menjual saham perusahaan.
- Dikarenakan terbatasnya tanggung jawab yang dipegang oleh pemegang saham, maka pimpinan perusahaan memiliki kendali penuh atas kelancaran produksi.
- Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan ialah pemegang saham sedangkan pengurus perusahaan adalah direksi beserta staffnya yang diawasi oleh dewan komisaris.
- Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin karena bebas dari pengaruh berhentinya pemegang saham, direksi, staff, serta karyawan perusahaan.
- Perusahaan perseroan terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat sehingga akan memperluas lapangan usahanya.

4.6.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Agar terciptanya aktivitas yang efisien dan efektif di ruang lingkup perusahaan maka perlu dipertimbangkan struktur organisasi yang baik. Struktur organisasi merupakan suatu susunan dan hubungan antara tiap bagian serta posisi yang ada pada suatu organisasi atau dalam menjalankan kegiatan operasional untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Dengan adanya struktur organisasi yang baik maka akan mudah bagi atasan dan karyawan untuk memahami posisi masing-masing. Oleh sebab itu, struktur organisasi memegang peranan penting bagi perusahaan karena struktur ini akan menggambarkan bagian, posisi, tugas,

kedudukan, wewenang dan tanggung jawab dari masing-masing personil dalam perusahaan.

Terdapat beberapa azas yang dijadikan pedoman dalam menentukan sistem organisasi yang baik yaitu :

- Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
- Pendelegasian wewenang
- Pembagian tenaga kerja yang jelas
- Kesatuan perintah dan tanggung jawab
- Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan
- Organisasi perusahaan yang fleksibel

Dengan mempertimbangkan azas-azas diatas maka struktur organisasi yang tepat untuk pra-rancangan pabrik benang aramid D/F 1140/768 ialah organisasi lini dan staff. Organisasi lini dan staff adalah gabungan antara struktur organisasi garis dengan struktur organisasi fungsional dengan bantuan staff. Staff atau tenaga ahli biasanya memberikan pertimbangan dan nasehatnya kepada perusahaan sesuai dengan bidang keahliannya.

Pada struktur organisasi lini dan staff, pelimpahan wewenang berlangsung secara vertikal dan secara penuh berasal dari pimpinan ke kepala bagian dibawahnya serta masing-masing tenaga pengawas. Berikut adalah kelebihan dan kekurangan dari struktur organisasi lini dan staff.

Kelebihan struktur organisasi lini dan staff :

- Terdapat pembagian tugas yang jelas antara kelompok lini yang melakukan tugas pokok organisasi dan kelompok staff yang melakukan kegiatan penunjang.
- Azas spesialisasi yang ada dapat dilanjutkan menurut bakat bawahan masing-masing.
- Dapat dengan mudah menerapkan prinsip “*the right man on the right place*” serta koordinasi dalam setiap unit kegiatan.
- Dapat diaplikasikan pada organisasi yang lebih besar.

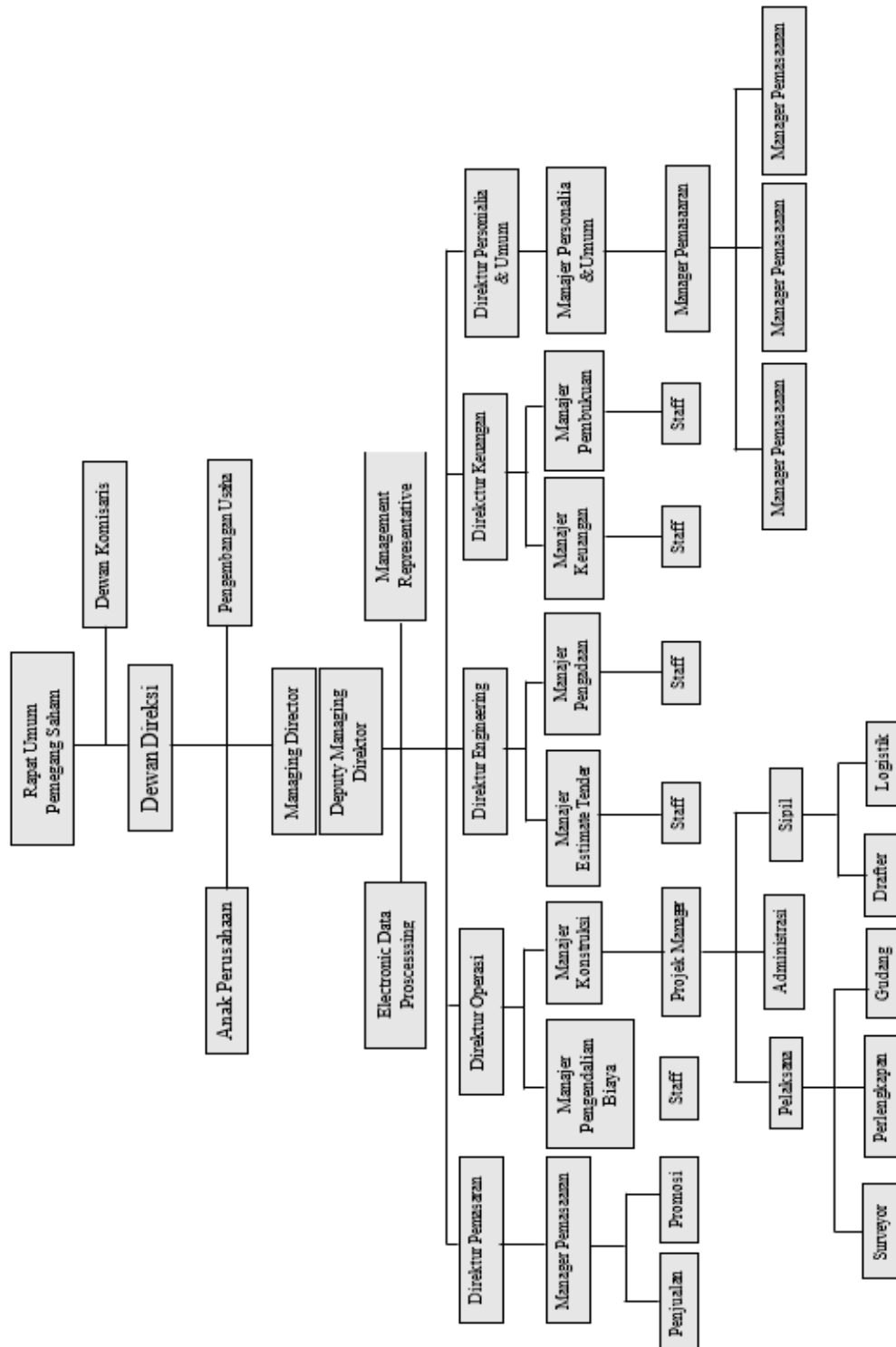
Kekurangan struktur organisasi lini dan staff :

- Pengabaian nasehat atau saran dari staff kerap dilakukan oleh pimpinan lini.
- Pimpinan staff sering mengabaikan ide-ide yang dikemukakan oleh pimpinan lini.
- Terdapat kemungkinan pimpinan staff melampaui batas kewenangannya.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan dalam melaksanakan tugas sehari-harinya diwakili oleh seorang Dewan Komisaris, sedangkan perusahaan dijalankan oleh Direktur Utama yang dibantu oleh Manajer Produksi serta Manajer Keuangan dan Umum. Manajer Produksi membawahi bidang produksi, utilitas dan pemeliharaan, sedangkan Manajer Keuangan dan Umum membawahi bagian lainnya. Manajer membawahi beberapa Kepala Bagian yang bertanggung jawab membawahi atas bagian dalam perusahaan, sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing Kepala Bagian akan membawahi beberapa seksi dan masing-masing akan membawahi dan mengawasi beberapa karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya.

Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh masing-masing kepala regu, dimana kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas pada masing-masing seksi.

Berikut gambar struktur organisasi pra-rancangan pabrik Benang Aramid D/F 1140/768 dengan kapasitas 200.000 kg/tahun.



Gambar 4.6 Struktur Organisasi Pabrik Filamen Aramid

4.6.3 Tugas dan Wewenang

1) Pemegang Saham

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

Pada rapat umum tersebut, para pemegang saham :

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

2) Dewan Komisaris

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

Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi :

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

3) Direktur Utama

Direktur Utama adalah pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya atas maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab secara langsung kepada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Manajer Produksi dan Manajer Keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Utama yaitu :

- Melaksanakan kebijaksanaan perusahaan dan mempertanggung jawabkan pekerjaannya pada pemegang saham di akhir masa jabatannya
- Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan menjalin hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen dan karyawan
- Mengangkat dan memberhentikan Kepala Bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham
- Mengkoordinir kerjasama dengan Manajer Produksi serta Manajer Keuangan dan Umum

4) Manajer

Manajer bertugas untuk membantu direktur dalam pelaksanaan operasional perusahaan dan bertanggung jawab kepada direktur. Terdapat dua manajer yaitu Manajer Produksi dan Manajer Keuangan dan Umum.

a) Manajer Produksi yang memiliki tugas meliputi :

- Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang produksi, operasi dan teknik

- Mengkoordinir, mengatur serta mengawasi pelaksanaan kerja kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya

b) Manajer Keuangan dan Umum

- Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang keuangan, pelayanan umum dan pemasaran
- Mengkoordinir, mengatur serta mengawasi pelaksanaan kerja kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya

5) Kepala Bagian

Tugas Kepala Bagian secara umum ialah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan.

Kepala Bagian terdiri dari :

a) Kepala Bagian Operasi

Kepala Bagian Operasi bertanggung jawab kepada Manajer Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi.

Kepala Bagian Operasi membawahi :

- Supervisor Utilitas

Tugas Supervisor Utilitas :

- Memimpin dan mengkoordinir pelaksanaan operasional dalam pengadaan utilitas, tenaga dan instrumentasi.

➤ Bertanggung jawab kepada manajer atas hal-hal yang dilakukan bawahannya dalam menjalankan tugasnya masing-masing.

- Supervisor Produksi

Tugas Supervisor Produksi :

➤ Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan, sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.

➤ Mengawasi jalannya proses produksi.

➤ Bertanggung jawab atas ketersediaan sarana utilitas untuk menunjang kelancaran proses produksi.

- Seksi Laboratorium

Tugas Seksi Laboratorium :

➤ Mengawasi dan menganalisis mutu bahan baku dan bahan pembantu.

➤ Mengawasi dan menganalisis produk.

➤ Mengawasi kualitas buangan pabrik.

b) Kepala Bagian Teknik

Kepala Bagian Teknik bertanggung jawab kepada Manajer Produksi.

Tugas Kepala Bagian Teknik antara lain :

➤ Bertanggung jawab kepada Manajer Produksi dalam bidang peralatan, proses dan utilitas.

➤ Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala Bagian Teknik membawahi :

- Seksi Pemeliharaan Peralatan

Tugas Seksi Pemeliharaan Peralatan :

- Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik.
- Memperbaiki peralatan pabrik.
- Seksi Pengadaan Peralatan

Tugas Seksi Pengadaan Peralatan antara lain :

- Merencanakan penggantian alat.
- Menentukan spesifikasi peralatan pengganti atau peralatan baru yang akan digunakan.

c) Kepala Bagian Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan

Kepala Bagian Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan bertanggung jawab kepada Manajer Produksi dalam bidang K3 dan pengolahan limbah.

Kepala Bagian Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan membawahi :

- Tugas Seksi Keselamatan dan Kesehatan Kerja meliputi :
 - Melaksanakan dan mengatur segala hal untuk menciptakan keselamatan dan kesehatan kerja yang memadai dalam perusahaan.
 - Menyelenggarakan pelayanan kesehatan terhadap karyawan terutama di poliklinik.
 - Melakukan tindakan awal pencegahan bahaya lebih lanjut terhadap kecelakaan kerja.

- Menciptakan suasana aman di lingkungan pabrik serta penyediaan alat-alat keselamatan kerja.

- Seksi Pengolahan Limbah

Tugas Seksi Pengolahan Limbah antara lain :

- Memantau pengolahan limbah yang dihasilkan di seluruh pabrik.
- Memantau kadar limbah buangan agar sesuai dengan baku mutu lingkungan.

d) Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan (Litbang)

Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan (Litbang) bertanggung jawab kepada Manajer Produksi dalam bidang penelitian dan pengembangan perusahaan.

Kepala Bagian Litbang membawahi :

- Seksi Penelitian

Seksi Penelitian bertugas untuk meneliti dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses produksi serta peningkatan kualitas produk.

- Seksi Pengembangan

Seksi Pengembangan bertugas merencanakan kemungkinan pengembangan yang dapat dilakukan oleh perusahaan baik dari segi kapasitas, keperluan perencanaan, pengembangan pabrik maupun dalam struktur organisasi perusahaan.

e) Kepala Bagian Pemasaran

Kepala Bagian Pemasaran bertanggung jawab kepada Manajer Umum dalam bidang pengadaan dan pemasaran hasil produksi.

Kepala Bagian Pemasaran membawahi :

- Seksi Pembelian

Tugas Seksi Pembelian :

- Merencanakan besarnya kebutuhan bahan baku dan bahan pembantu yang akan dibeli.
- Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan.
- Mengetahui harga pemasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

- Seksi Pemasaran

Tugas Seksi Pemasaran :

- Merencanakan strategi penjualan hasil produksi.
- Mengatur distribusi barang dari gudang.
-

f) Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan

Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan bertanggung jawab kepada Manajer Umum dalam bidang administrasi dan keuangan.

Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan membawahi :

- Seksi Administrasi

Seksi Administrasi bertugas menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor, pembukuan serta perpajakan.

- Seksi Kas

Tugas Seksi Kas :

- Mengadakan perhitungan tentang gaji dan intensif karyawan.
- Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang dan membuat prediksi keuangan masa depan.

g) Kepala Bagian Personalia dan Umum

Kepala Bagian Personalia dan Umum bertanggung jawab kepada Manajer Umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan keamanan.

Kepala Bagian Personalia dan Umum membawahi :

- Seksi Personalia

Tugas Seksi Personalia :

- Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya agar tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.
- Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang dinamis.
- Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

- Seksi Hubungan Masyarakat

Seksi Hubungan Masyarakat (Humas) bertugas mengatur hubungan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

- Seksi Keamanan

Tugas Seksi Keamanan :

- Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas perusahaan.
- Mengawasi keluar masuknya karyawan dan non-karyawan ke dalam lingkungan perusahaan.
- Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan internal perusahaan.

6) Kepala Seksi

Kepala Seksi merupakan pelaksana dalam bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur dan ditetapkan oleh para Kepala Bagian masing-masing agar didapatkan hasil yang maksimum dan efektif selama proses produksi berlangsung. Kepala Seksi bertanggung jawab terhadap Kepala Bagian masing-masing sesuai seksinya dan secara langsung membawahi Operator.

7) Status Karyawan

Sistem upah karyawan perusahaan tergantung pada status, kedudukan, tanggung jawab serta keahlian dari karyawan tersebut. Status karyawan dapat dibedakan menjadi tiga golongan yang meliputi :

a) Karyawan Tetap

Merupakan karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) Direksi dan memperoleh gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

b) Karyawan Harian

Merupakan karyawan yang pengangkatan dan pemberhentiannya tanpa Surat Keputusan (SK) Direksi dan memperoleh upah harian yang dibayar setiap akhir pekan.

c) Karyawan Borongan

Merupakan karyawan yang dipekerjakan oleh pabrik/perusahaan bila diperlukan saja dan menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

4.6.4 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pada pra-rancangan pabrik Benang Aramid D/F 1140/768 direncanakan untuk beroperasi selama 300 hari dalam satu tahun dan 24 jam per hari. Sisa hari dipergunakan untuk perbaikan dan perawatan (*maintenance*) serta *shut down* pabrik. Sedangkan untuk pembagian jam kerja karyawan dibagi menjadi dua golongan, yaitu :

a) Karyawan Non-*Shift*

Karyawan pada golongan ini tidak terlibat dalam proses produksi secara langsung. Karyawan non-*shift* ialah karyawan harian seperti Direktur Utama, Manajer, Kepala Bagian, serta bawahan yang berada di kantor. Karyawan harian bekerja selama enam hari dalam satu minggu dengan jam kerja sebagai berikut :

Jam kerja	: Senin – Jumat	: 07.00 – 16.00 WIB
	Sabtu	: 07.00 – 12.00 WIB
Jam istirahat	: Senin – Kamis	: 12.00 – 13.00 WIB
	Jumat	: 11.00 – 13.00 WIB

b) Karyawan *Shift*

Karyawan *shift* merupakan karyawan yang langsung menangani proses produksi dan atau mengatur bagian-bagian tertentu yang berhubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Karyawan *shift* terdiri dari operator produksi, bagian teknik, bagian gudang dan bagian-bagian yang harus siaga untuk menjaga keselamatan dan keamanan pabrik. Para karyawan yang termasuk ke dalam golongan ini akan bekerja secara bergantian dalam sehari semalam.

Shift diatur dalam tiga waktu yaitu sebagai berikut :

- *Shift* pagi : 07.00 – 15.00 WIB
- *Shift* siang : 15.00 – 23.00 WIB
- *Shift* malam : 23.00 – 07.00 WIB

Karyawan *shift* ini dibagi menjadi empat regu, dimana tiga regu bekerja dan satu regu yang tersisa beristirahat dan berlaku secara bergantian. Tiap regu akan mendapat giliran tiga hari kerja dan satu hari libur *shift*, dan akan masuk bekerja kembali untuk *shift* berikutnya. Pada hari libur atau hari besar yang telah diberlakukan pemerintah, maka regu yang memiliki *shift* kerja tetap akan masuk bekerja. Jadwal kerja masing-masing regu terdapat pada dibawah ini.

Tabel 4.17 Jadwal Kerja *Shift* Regu

Regu	Hari											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

I	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L
II	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S
III	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M
IV	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P

Keterangan : P = *Shift* pagi
S = *Shift* siang
M = *Shift* malam
L = Libur

Kedisiplinan karyawan dalam bekerja memiliki pengaruh terhadap kelancaran proses produksi bagi suatu pabrik. Oleh sebab itu, akan diberlakukan sistem presensi agar terciptanya kedisiplinan serta akan dipergunakan bagi pimpinan perusahaan untuk menjadi pertimbangan dalam jenjang karier karyawan perusahaan tersebut.

4.6.5 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

1) Jabatan dan Keahlian

Jabatan-jabatan yang ada dalam struktur organisasi diisi dengan lulusan dengan latar belakang pendidikan yang sesuai dengan jabatan dan tanggung jawab pada perusahaan tersebut. Jenjang pendidikan karyawan yang dibutuhkan yaitu dengan kualifikasi sarjana S-1 sampai dengan lulusan SMP.

2) Perincian Jumlah Karyawan

Agar terciptanya hasil produksi yang baik dan efisien maka diperlukan jumlah karyawan yang tepat. Penentuan jumlah karyawan ini dapat ditentukan dengan jumlah unit proses yang ada dalam pabrik tersebut.

3) Penggolongan Gaji

Sistem gaji perusahaan dikelompokkan menjadi tiga macam yaitu :

- Gaji bulanan

Merupakan gaji atau upah yang diberikan pegawai atau karyawan tetap. Nominal upah bulanan sesuai dengan peraturan dan keputusan perusahaan.

- Gaji harian

Merupakan gaji atau upah yang diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

- Gaji lembur

Merupakan gaji atau upah yang diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja yang telah ditetapkan. Nominal upah lembur sesuai dengan peraturan dan keputusan perusahaan.

Tabel 4.18 Rekapitulasi Penggolongan Jabatan dan Keahlian, Jumlah Karyawan serta Gaji

No.	Jabatan	Jenjang Pendidikan	Jumlah		Gaji/Bulan/Orang (Rp)	Total Gaji/Bulan /Orang (Rp)
			Kuantitas	Ket.		
1	Direktur Utama	Sarjana Teknik Tekstil	1	Orang	Rp 21.300.000	Rp 21.300.000
2	Manajer Produksi	Sarjana Teknik Tekstil	1	Orang	Rp 10.630.000	Rp 10.630.000
3	Manajer Umum dan Keuangan	Sarjana Ekonomi	1	Orang	Rp 8.630.000	Rp 8.630.000
4	Sekretaris	Akademi Sekretaris	1	Orang	Rp 3.630.000	Rp 3.630.000
5	Kepala Bagian	Sarjana	1	Orang	Rp	Rp

	Produksi	Teknik Tekstil			4.130.000	4.130.000
6	Kepala Bagian Personalia dan Umum	Sarjana Psikologi	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
7	Kepala Bagian Pemasaran	Sarjana Ekonomi	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000

Lanjutan Tabel 4.18

8	Kepala Bagian administrasi dan Keuangan	Sarjana Ekonomi	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
9	Kepala Bagian Teknik	Sarjana Teknik Mesin	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
10	Kepala Bagian K3	Sarjana Teknik Lingkungan	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
11	Kepala Bagian Litbang	Sarjana Teknik Tekstil	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
12	Kepala Seksi Personalia	Sarjana Psikologi	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
13	Kepala Seksi Humas	Sarjana Komunikasi	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
14	Kepala Seksi Keamanan	Sarjana Muda/DIII	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
15	Kepala Seksi pemasaran	Sarjana Ekonomi	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
16	Kepala Seksi Administrasi	Sarjana Administrasi Negara	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
17	Kepala Seksi	Sarjana	1	Orang	Rp	Rp

	Kas	Ekonomi			4.130.000	4.130.000
18	Kepala Seksi Laboratorium	Sarjana Teknik Tekstil	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
19	Kepala Seksi Pemeliharaan	Sarjana Teknik Mesin	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
20	Kepala Seksi Pengadaan	Sarjana Teknik Tekstil	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
21	Kepala Seksi K3	Sarjana Teknik Lingkungan	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000

Lanjutan Tabel 4.18

22	Kepala Seksi Pengolahan Limbah	Sarjana Teknik Lingkungan	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
23	Kepala Seksi Penelitian	Sarjana Kimia	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
24	Kepala Seksi pengembangan	Sarjana Teknik Tekstil	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
25	Kepala Seksi Pembelian	Sarjana Teknik Tekstil	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
26	Supervisor Utilitas	Sarjana Teknik Tekstil	1	Orang	Rp 6.630.000	Rp 6.630.000
27	Supervisor Produksi	Sarjana Teknik Tekstil	3	Orang	Rp 6.630.000	Rp 19.890.000
28	Karyawan Personalia	Sarjana Muda/DIII	3	Orang	Rp 3.130.000	Rp 9.390.000
29	Karyawan Humas	Sarjana Muda/DIII	3	Orang	Rp 3.130.000	Rp 9.390.000
30	Karyawan Keuangan/Kas	Sarjana Muda/DIII	3	Orang	Rp 3.130.000	Rp 9.390.000
31	Karyawan	Sarjana	3	Orang	Rp	Rp

	Administrasi	Muda/DIII			3.130.000	9.390.000
32	Karyawan Pemasaran	Sarjana Muda/DIII	3	Orang	Rp 3.130.000	Rp 9.390.000
33	Karyawan Pembelian	Sarjana Muda/DIII	3	Orang	Rp 3.130.000	Rp 9.390.000
34	Karyawan Pengembangan	Sarjana Muda/DIII	3	Orang	Rp 3.130.000	Rp 9.390.000
35	Karyawan Penelitian	Sarjana Muda/DIII	3	Orang	Rp 3.130.000	Rp 9.390.000
36	Karyawan Pengolahan Limbah	Sarjana Muda/DIII	3	Orang	Rp 3.130.000	Rp 9.390.000

Lanjutan Tabel 4.18

37	Karyawan K3	Sarjana Muda/DIII	3	Orang	Rp 3.130.000	Rp 9.390.000
38	Karyawan Pengadaan Alat	Sarjana Muda/DIII	3	Orang	Rp 3.130.000	Rp 9.390.000
39	Karyawan Pemeliharaan Alat	Sarjana Muda/DIII	3	Orang	Rp 3.130.000	Rp 9.390.000
40	Karyawan Laboratorium	Sarjana Muda/DIII	3	Orang	Rp 3.130.000	Rp 9.390.000
41	Medis	Dokter	1	Orang	Rp 2.630.000	Rp 2.630.000
42	Paramedis	Akademi Keperawatan	1	Orang	Rp 2.630.000	Rp 2.630.000
43	Satpam	SMA Sederajat	3	Orang	Rp 2.630.000	Rp 7.890.000
44	Supir	SMP / SMA	2	Orang	Rp 2.630.000	Rp 5.260.000
45	Pesuruh	SMP / SMA	2	Orang	Rp 2.130.000	Rp 4.260.000
46	Cleaning Service	SMP / SMA	15	Orang	Rp 2.130.000	Rp 31.950.000
47	Operator	SMP / SMA	15	Orang	Rp 2.230.000	Rp 33.450.000

		107	Orang	Rp 201.880.000	Rp 367.580.000
	Total Gaji per Tahun				Rp 4.410.960.000

4.6.6 Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan meliputi :

1) Tunjangan

- a) Tunjangan gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.
- b) Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan karyawan bersangkutan.
- c) Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.

2) Cuti

- a) Cuti tahunan untuk setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam satu tahun.
- b) Cuti sakit untuk setiap karyawan yang menderita sakit dengan Surat Keterangan (SK) Dokter.

3) Pakaian Kerja

Setiap karyawan memperoleh dua pasang seragam perusahaan setiap tahunnya.

4) Pengobatan

- a) Perusahaan menanggung biaya pengobatan karyawan yang mengalami kecelakaan kerja di lokasi pabrik sesuai dengan undang-undang yang berlaku.
- b) Perusahaan menanggung biaya pengobatan karyawan yang menderita sakit di luar lingkungan perusahaan dengan kebijakan dari perusahaan.

5) Asuransi Sosial Tenaga Kerja (ASTEK)

ASTEK diberikan oleh perusahaan apabila jumlah karyawan lebih dari sepuluh orang dengan gaji karyawan Rp 1.000.000,00/bulan.

Berikut adalah fasilitas yang disediakan oleh perusahaan untuk menunjang seluruh aktivitas dalam pabrik :

- 1) Mobil dan bus untuk transportasi antar jemput karyawan.
- 2) Kantin untuk memenuhi kebutuhan makan karyawan.
- 3) Sarana peribadatan seperti masjid atau mushalla.
- 4) Pakaian seragam kerja dan peralatan keamanan seperti sepatu dan helm keselamatan, kacamata, masker, *ear plug*, sarung tangan tahan api.
- 5) Fasilitas kesehatan seperti poliklinik lengkap dengan tenaga medis dan paramedis.

4.6.7 Manajemen Produksi

Salah satu dari manajemen perusahaan yang memiliki fungsi utama untuk memproses seluruh bahan baku dengan memperhatikan faktor-faktor produksi sehingga proses produksi berjalan sesuai dengan standar produksi yang telah direncanakan, ialah manajemen produksi.

Manajemen produksi meliputi manajemen perusahaan dan pengendalian produksi. Perencanaan dan pengendalian produksi bertujuan untuk memperoleh mutu produksi yang sesuai dengan rencana dan jangka waktu yang tepat. Seiring meningkatnya kegiatan produksi maka selayaknya diikuti juga dengan peningkatan dalam kegiatan perencanaan dan pengendalian agar terhindar dari penyimpangan-penyimpangan yang tidak terkendali.

Perencanaan memiliki keterkaitan yang erat dengan pengendalian dimana perencanaan dijadikan sebagai tolak ukur dalam kegiatan operasional sehingga dapat diketahui serta dikendalikan apabila terjadi penyimpangan.

4.6.8 Perencanaan Produksi

Secara garis besar terdapat dua hal yang harus dipertimbangkan dalam menyusun rencana produksi, yaitu faktor eksternal dan internal. Faktor eksternal berupa kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal merupakan faktor yang menyangkut kemampuan pabrik dalam menghasilkan jumlah produk.

1) Kemampuan Pasar

Terdapat dua kemungkinan yang meliputi :

- a) Kemampuan pasar dalam menghasilkan produk lebih besar dari kemampuan pabrik sehingga menuntut perusahaan untuk menyusun rencana produksi secara maksimal.
- b) Kemampuan pasar yang lebih kecil jika dibandingkan dengan kemampuan pabrik.

Terdapat tiga alternatif yang dapat diterapkan oleh perusahaan, yaitu :

- a) Rencana produksi yang disesuaikan dengan kemampuan pasar atau kapasitas produksi yang diturunkan untuk mengikuti kemampuan pasar, dengan tetap mempertimbangkan laba dan rugi.
- b) Rencana produksi tetap sesuai perencanaan dengan mempertimbangkan kelebihan jumlah produksi akan dimasukkan pasar pada tahun berikutnya.
- c) Mencari daerah pemasaran yang lain.

2) Kemampuan Pabrik

Kemampuan pabrik secara umum ditentukan oleh beberapa faktor yang meliputi :

a) Material (bahan baku)

Pemakaian yang memenuhi kualitas dan kuantitas akan menyebabkan tercapainya target produksi yang diinginkan.

b) Manusia (tenaga kerja)

Tenaga kerja yang kurang terampil akan mempengaruhi performa pabrik. Untuk menanggulangi hal ini maka dapat dilakukan pelatihan (*training*) untuk karyawan agar keterampilan meningkat.

c) Mesin (peralatan)

Kehandalan dan kemampuan mesin (peralatan) dipengaruhi oleh jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja mesin efektif ialah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu.

4.6 Evaluasi Ekonomi

Untuk mengetahui apakah pada pra-rancangan pabrik ini memberikan keuntungan atau tidak, maka dapat dilakukan analisis ekonomi. Untuk itu pada pra-rancangan pabrik Benang Aramid D/F 1140/768 dibuat evaluasi ekonomi dengan metode peninjauan berikut :

1) Proyeksi Neraca Laba Rugi (*Profit/Loss*)

Laba rugi merupakan bagian dari suatu laporan keuangan perusahaan yang dihasilkan dalam suatu periode buku atau periode akuntansi yang menyajikan seluruh unsur pemasukan serta beban perusahaan yang pada akhirnya akan menghasilkan kondisi laba bersih atas rugi bersih. Laporan laba rugi juga berfungsi sebagai laporan untuk mengetahui kondisi perusahaan apakah mengalami keuntungan ataupun kerugian dalam periode tertentu. Perusahaan dinyatakan mengalami keuntungan apabila jumlah pendapatan perusahaan tersebut melebihi jumlah biaya perusahaan dan sebaliknya jika pemasukan perusahaan lebih kecil maka perusahaan tersebut mengalami kerugian.

Petty (2008:34) menyatakan bahwa laporan laba rugi terdiri dari informasi keuangan yang berkaitan dengan lima aktivitas besar usaha yaitu sebagai berikut :

- Penghasilan (penjualan)

Diperoleh dari penjualan produk atau jasa perusahaan.

- Harga pokok penjualan

Biaya produksi atau biaya untuk menghasilkan barang-barang dan jasa yang akan dijual.

- Beban operasi

Berkaitan dengan pemasaran dan distribusi produk atau jasa dan administrasi bisnis.

- Beban keuangan

Berhubungan dengan jalannya bisnis, yaitu bunga yang dibayarkan kepada kreditur perusahaan dan pembayaran dividen kepada para pemegang saham istimewa (bukan pembayaran dividen pada pemegang saham biasa).

- Beban pajak

Merupakan jumlah pajak yang ditanggung perusahaan berdasarkan pajak penghasilan perusahaan.

2) Proyeksi Neraca Arus Kas (*Cash Flow*)

Menurut Karyawati (2015:45) arus kas dalam perusahaan dapat ditelusuri dari aktivitas-aktivitas dalam perusahaan, sebab seluruh aktivitas perusahaan dimaksudkan untuk menghasilkan kas. Dalam melaksanakan aktivitas perusahaan pengeluaran kas untuk beban dan lainnya tidak dapat diabaikan.

Terdapat tiga aktivitas yang berlangsung dalam perusahaan berdasarkan dampaknya terhadap kas secara garis besar yaitu :

- Aktivitas operasi

Aktivitas ini dimaksudkan untuk menghasilkan kas secara rutin bagi perusahaan. Aktivitas operasi memerlukan pengeluaran rutin. Perusahaan akan melakukan efisiensi agar pengeluaran-pengeluaran dapat dilakukan sekecil mungkin. Jika hasil penjualan lebih besar daripada pengeluaran maka akan terjadi surplus atau peningkatan kas dari aktivitas operasi.

- Aktivitas investasi

Aktivitas investasi merupakan aktivitas yang bersifat strategis untuk mendukung kegiatan operasional dan ada kalanya perusahaan melakukan perencanaan lainnya guna mendatangkan sumber penerimaan kas di masa mendatang. Aktivitas investasi bukan merupakan aktivitas rutin sehingga perusahaan harus merencanakan pengembangan usaha pada saat yang tepat dan pada bidang yang tepat. Pengeluaran kas untuk kegiatan investasi dapat sangat besar sehingga menimbulkan penurunan kas pada tahun berjalan.

- Aktivitas pendanaan

Aktivitas investasi dapat didanai oleh kas hasil aktivitas operasi, dari kas yang telah dicadangkan untuk proyek-proyek yang telah disepakati, atau dengan utang dan penerbitan saham. Pendanaan aktivitas investasi memerlukan perencanaan yang baik agar tidak mengganggu aktivitas perusahaan lainnya karena kas terkuras untuk aktivitas investasi. Jika investasi dilakukan dengan utang, konsekuensinya adalah perusahaan harus menanggung bunga pinjaman. Pendanaan suatu

perusahaan besar dapat berbentuk pembayaran deviden pemegang saham. Kegiatan pendanaan ini berdampak signifikan terhadap arus kas perusahaan. Peningkatan arus kas masuk dapat terjadi melalui pinjaman, sebaliknya penurunan arus kas dapat diakibatkan oleh pembayaran utang pinjaman yang jatuh tempo dalam jumlah yang besar.

3) *Return of Investment*

Perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun yang didasarkan pada kecepatan pengembalian modal tetap yang diinvestasikan.

$$ROI = \frac{\textit{Profit sebelum pajak}}{\textit{Fixed capital investment}} \times 100\%$$

4) *Pay Out Time*

Jumlah yang berselang sebelum diperoleh suatu penerimaan melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk mengembalikan biaya total modal perusahaan dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.

5) *Break Even Point*

Merupakan titik impas produksi dimana pabrik berada dalam keadaan tidak laba dan tidak rugi.

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

6) *Shut Down Point*

Persen kapasitas minimal pabrik yang dapat mencapai kapasitas produk yang diinginkan dalam satu tahun. Jika tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun, maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.

7) *Return of Equity*

Menurut Kasmir (2013:204) *Return of Equity* (ROE) ialah rasio yang digunakan untuk mengukur keuntungan atau laba bersih setelah pajak dengan modal sendiri. Rasio ini menunjukkan efisiensi dari penggunaan modal sendiri. Apabila rasio ini semakin tinggi maka artinya semakin baik dan posisi pemilik perusahaan semakin kuat, dan sebaliknya.

$$ROE = \frac{\text{Laba bersih}}{\text{Ekuitas}}$$

Return of Equity (ROE) mengindikasikan mengenai seberapa baik sebuah perusahaan dalam penggunaan uang investasi dari investor untuk menghasilkan laba.

Faktor-faktor diatas dapat ditinjau dengan melakukan penaksiran sebagai berikut :

- 1) Penaksiran modal industri (*Total Capital Investment*) yang meliputi :
 - a) Modal investasi (*fixed capital*)
 - b) Modal kerja (*working capital*)
- 2) Penentuan biaya produksi total (*Production Cost*) yang terdiri dari :
 - a) Biaya tetap (*fixed cost*)
 - b) Biaya tidak tetap (*variable cost*)
- 3) Total pendapatan
- 4) Sumber pembiayaan usaha
- 5) Analisis kelayakan

4.7.1 Modal Investasi (*Fixed Capital*)

Modal investasi merupakan modal yang tertanam pada perusahaan yang digunakan untuk memfasilitasi perusahaan. Modal ini terdiri dari tanah dan bangunan, mesin-mesin proses produksi dan peralatan laboratorium, utilitas, biaya instalasi dan pemasangan, transportasi, perizinan, inventaris serta notaris.

Tabel 4.19 Modal Investasi Tanah dan Bangunan

No	Bangunan	Luas (m ²)	Harga/m ²	Total Harga
1	Tanah	7225	Rp 2.000.000	Rp 14.450.000.000
2	Bangunan Gedung	3816	Rp 2.500.000	Rp 9.540.000.000
3	Jalan	1000	Rp 1.000.000	Rp 1.000.000.000
TOTAL				Rp 24.990.000.000

Tabel 4.20 Modal Investasi Mesin Produksi dan Peralatan Laboratorium

No	Nama Mesin	Jumlah	Satuan	Harga/ satuan	Total Harga
1	Dryer Unit :				
	Air Pressure Chips Charging Hopper	1	Unit	Rp 200.000.000	Rp 200.000.000
	Air Pressure Wet Chips Silo	1	Unit	Rp 250.000.000	Rp 250.000.000

Lanjutan Tabel 4.18

	Crystallizer Heater	1	Unit	Rp 120.000.000	Rp 120.000.000
--	---------------------	---	------	-------------------	-------------------

	Motor Penggerak Blower	1	Unit	Rp 100.000.000	Rp 100.000.000
	Dryer Heater	1	Unit	Rp 115.000.000	Rp 115.000.000
	Air Pressure Dryer	1	Unit	Rp 100.000.000	Rp 100.000.000
	Air Pressure Top Hopper	1	Unit	Rp 100.000.000	Rp 100.000.000
	Air Pressure Bottom Hopper	1	Unit	Rp 100.000.000	Rp 100.000.000
2	Spinning Unit :				
	Spin Pack	2	Unit	Rp 100.000.000	Rp 200.000.000
	Extruder	1	Unit	Rp 300.000.000	Rp 300.000.000
	Coagulation Bath	1	Unit	Rp 250.000.000	Rp 250.000.000
	Draw-off	1	Unit	Rp 500.000.000	Rp 500.000.000
	Cable Bath	1	Unit	Rp 300.000.000	Rp 300.000.000
	Drawing Frame	1	Unit	Rp 700.000.000	Rp 700.000.000
	Draw Bath	1	Unit	Rp 600.000.000	Rp 600.000.000
	Heating Roll	1	Unit	Rp 80.000.000	Rp 80.000.000
	Assembler	1	Unit	Rp 90.000.000	Rp 90.000.000
3	Take-up Machine	1	Unit	Rp 600.000.000	Rp 600.000.000
4	Laboratory Testing Machine :				
	Automatic Viscometer	1	Unit	Rp 5.775.884	Rp 5.775.884
	Spektrofotometer UV-Vis	1	Unit	Rp 44.000.000	Rp 44.000.000
	UV Lamp	2	Unit	Rp 144.759	Rp 289.518

Lanjutan Tabel 4.18

	Hunter Lab Colorimeter	1	Unit	Rp 24.551.126	Rp 24.551.126
--	------------------------	---	------	------------------	------------------

Ash Content	1	Set	Rp 7.527.468	Rp 7.527.468
Duratech Finish Analyzer	2	Set	Rp 10.000.000	Rp 20.000.000
pH meter	3	Unit	Rp 10.500.000	Rp 31.500.000
Uster Tester	1	Set	Rp 654.000.000	Rp 654.000.000
Reeling Machine	2	Set	Rp 13.000.000	Rp 26.000.000
Tensile Strength Machine	2	Set	Rp 14.000.000	Rp 28.000.000
Draw Force	1	Set	Rp 28.951.800	Rp 28.951.800
Perlengkapan Alat Uji Laboratorium	3	Set	Rp 50.000.000	Rp 150.000.000
Modulus of Elasticity Equipment	1	Set	Rp 177.000.000	Rp 177.000.000
Mikroskop	1	Unit	Rp 75.000.000	Rp 75.000.000
Whiteness Test Meter	1	Set	Rp 44.000.000	Rp 44.000.000
Water Conductivity Meter	1	Set	Rp 33.000.000	Rp 33.000.000
TOTAL				Rp 6.024.595.796

Tabel 4.21 Modal Investasi Transportasi

No	Jenis Transportasi	Jumlah	Satuan	Harga/Satuan	Total Harga
1	Mobil Dinas	1	Unit	Rp	Rp

	Perusahaan			340.000.000	340.000.000
2	Truk	1	Unit	Rp 284.300.000	Rp 284.300.000
3	Forklift	2	Unit	Rp 80.000.000	Rp 160.000.000
4	Creel	10	Unit	Rp 3.000.000	Rp 30.000.000
	TOTAL				Rp 814.300.000

Tabel 4.21 Modal Investasi Utilitas

No	Nama Alat	Jumlah	Satuan	Harga/ Satuan	Total Harga
1	Bak Penampung Air Sungai	1	Unit	Rp 12.985.000	Rp 12.985.000
2	Bak Koagulasi-Flokulasi	1	Unit	Rp 12.985.000	Rp 12.985.000
3	Bak Pengendap	1	Unit	Rp 12.985.000	Rp 12.985.000
4	Bak Air Jernih	1	Unit	Rp 12.985.000	Rp 12.985.000
5	Bak Penyaring (Sand Filter)	1	Unit	Rp 5.000.000	Rp 5.000.000
6	Bak Penampung Air Bersih	1	Unit	Rp 12.985.000	Rp 12.985.000
7	Bak Penampung Air Sanitasi	1	Unit	Rp 12.985.000	Rp 12.985.000
8	Tangki Kation Exchanger	1	Unit	Rp 14.313.400	Rp 14.313.400
9	Tangki Anion Exchanger	1	Unit	Rp 7.156.700	Rp 7.156.700
10	Tangki Deaerator	1	Unit	Rp 71.567.000	Rp 71.567.000
11	Cooling Tower	1	Unit	Rp 286.268.000	Rp 286.268.000

Lanjutan Tabel 4.21

12	Generator	1	Unit	Rp 226.157.306	Rp 226.157.306
----	-----------	---	------	-------------------	-------------------

13	Lampu TL 36 Watt	67	Buah	Rp 21.000	Rp 1.407.000
14	Lampu TL 20 Watt	25	Buah	Rp 49.800	Rp 1.245.000
15	Lampu SON 250 Watt	7	Buah	Rp 128.500	Rp 899.500
16	Motor Exhaust Fan	4	Unit	Rp 4.332.975	Rp 17.331.900
17	AC Split	10	Unit	Rp 3.300.000	Rp 33.000.000
18	Kipas Angin	5	Buah	Rp 335.000	Rp 1.675.000
19	Pompa Air	2	Buah	Rp 5.000.000	Rp 10.000.000
20	Hydrant	2	Unit	Rp 2.650.000	Rp 5.300.000
	TOTAL				Rp 753.930.806

Tabel 4.23 Modal Inventasi Inventaris

No	Nama Alat	Jumlah	Satuan	Harga/ Satuan	Total Harga
1	Komputer	20	Unit	Rp 8.000.000	Rp 160.000.000
2	Faximail	2	Buah	Rp 1.000.000	Rp 2.000.000
3	Printer + Tinta	20	Buah	Rp 2.500.000	Rp 50.000.000
4	Mesin Photocopy + Tinta	2	Unit	Rp 46.000.000	Rp 92.000.000
5	Telephone	10	Buah	Rp 152.000	Rp 1.520.000
6	CCTV	1	Set	Rp 14.000.000	Rp 14.000.000

Lanjutan Tabel 4.23

7	Peralatan Poliklinik	1	Set	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
---	----------------------	---	-----	------------------	------------------

8	Peralatan Cleaning	3	Set	Rp 3.000.000	Rp 9.000.000
9	Dispenser + Galon	5	Unit	Rp 200.000	Rp 1.000.000
TOTAL					Rp 344.520.000

Tabel 4.24 Modal Investasi Instalasi dan Pemasangan

No	Nama Alat	Jumlah	Satuan	Harga/ Satuan	Total Harga
1	Pemasangan Instalasi Listrik	1	Set	Rp 34.605.000	Rp 34.605.000
2	Pemasangan Instalasi Air dan Pipa	1	Set	Rp 9.280.000	Rp 9.280.000
3	Pemasangan Instalasi Telepon	1	Set	Rp 2.750.000	Rp 2.750.000
4	Pemasangan Instalasi CCTV	1	Set	Rp 275.000	Rp 275.000
5	Pemasangan Instalasi Komputer dan Internet	1	Set	Rp 15.400.000	Rp 15.400.000
6	Pemasangan AC	1	Set	Rp 11.480.000	Rp 11.480.000
TOTAL					Rp 73.790.000

Tabel 4.25 Modal Investasi Perizinan dan Lain-Lain

No	Hal	Jumlah	Satuan	Harga/Satuan	Total Harga
----	-----	--------	--------	--------------	----------------

1	Notaris, NPWP dan PKP	1	Set	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
2	Badan Hukum dan Perizinan	1	Set	Rp 5.000.000	Rp 5.000.000
TOTAL					Rp 15.000.000

Tabel 4.26 Rekapitulasi Modal Investasi

No	Jenis Modal Tetap	Total Modal
1	Tanah dan Bangunan	Rp 24.990.000.000
2	Mesin Produksi dan Peralatan Laboratorium	Rp 6.024.595.796
3	Alat Transportasi	Rp 814.300.000
4	Utilitas	Rp 753.930.806
5	Inventaris dan Pembangunan	Rp 344.520.000
6	Instalasi dan Pemasangan	Rp 73.790.000
7	Notaris dan Perizinan	Rp 15.000.000
	TOTAL PHYSICAL PLANT (PPC)	Rp 33.016.136.602
	Biaya Kontraktor (15%)	Rp 4.952.420.490
	Biaya Tak Terduga/Contingency (10%)	Rp 3.301.613.660
	TOTAL MODAL INVESTASI	Rp 41.270.170.753

4.7.2 Modal Kerja (*Working Capital*)

Modal kerja merupakan modal yang digunakan untuk proses produksi yang terdiri dari bahan baku, gaji karyawan, utilitas, dan biaya lain-lain.

Tabel 4.27 Modal Kerja Bahan Baku

No	Bahan Baku	Kebutuhan	Satuan	Hari Kerja	Harga Satuan	Total Harga
----	------------	-----------	--------	------------	--------------	-------------

1	Chips PPTA	629,184	kg/hari	324	Rp 500.000	Rp 8.493.984.000
2	Asam Sulfat	7000	l/hari	324	Rp 12.000	Rp 2.268.000.000
3	Oil	18000	kg/hari	324	Rp 20.000	Rp 9.720.000.000
4	Kotak Pengemasan	62	kardus/ hari	324	Rp 5.000	Rp 8.370.000
TOTAL						Rp 20.490.354.000

Tabel 4.28 Modal Kerja Biaya Listrik dan Bahan Bakar

No	Jenis Biaya	Total Harga/Bulan	Total Harga/Tahun
1	Listrik	Rp 74.476.466	Rp 893.717.592
2	Bahan Bakar Generator	Rp 49.893.926	Rp 598.727.117
3	Bahan Bakar Transportasi :		
	1 Unit Mobil Perusahaan	Rp 4.212.000	Rp 50.544.000
	1 Unit Truk	Rp 5.562.000	Rp 66.744.000
	2 Unit Forklift	Rp 3.537.000	Rp 42.444.000
TOTAL			Rp 1.652.176.709

Tabel 4.29 Modal Kerja Gaji Karyawan

No	Jabatan	Jenjang Pendidikan	Jumlah		Gaji/ Bulan	Total Gaji
			Kuantitas	Ket.		
1	Direktur Utama	Sarjana Teknik Tekstil	1	Orang	Rp 21.300.000	Rp 21.300.000
2	Manajer Produksi	Sarjana Teknik Tekstil	1	Orang	Rp 10.630.000	Rp 10.630.000
3	Manajer Umum dan Keuangan	Sarjana Ekonomi	1	Orang	Rp 8.630.000	Rp 8.630.000

Lanjutan Tabel 4.29

4	Sekretaris	Akademi	1	Orang	Rp 3.630.000	Rp 3.630.000
---	------------	---------	---	-------	-----------------	-----------------

		Sekretaris				
5	Kepala Bagian Produksi	Sarjana Teknik Tekstil	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
6	Kepala Bagian Personalia dan Umum	Sarjana Psikologi	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
7	Kepala Bagian Pemasaran	Sarjana Ekonomi	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
8	Kepala Bagian administrasi dan Keuangan	Sarjana Ekonomi	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
9	Kepala Bagian Teknik	Sarjana Teknik Mesin	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
10	Kepala Bagian K3	Sarjana Teknik Lingkungan	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
11	Kepala Bagian Litbang	Sarjana Teknik Tekstil	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
12	Kepala Seksi Personalia	Sarjana Psikologi	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
13	Kepala Seksi Humas	Sarjana Komunikasi	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
14	Kepala Seksi Keamanan	Sarjana Muda/DIII	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
15	Kepala Seksi pemasaran	Sarjana Ekonomi	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
16	Kepala Seksi Admistrasi	Sarjana Administrasi Negara	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000

Lanjutan Tabel 4.29

17	Kepala Seksi Kas	Sarjana Ekonomi	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
18	Kepala Seksi Laboratorium	Sarjana Teknik Tekstil	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
19	Kepala Seksi Pemeliharaan	Sarjana Teknik Mesin	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
20	Kepala Seksi Pengadaan	Sarjana Teknik Tekstil	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
21	Kepala Seksi K3	Sarjana Teknik Lingkungan	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
22	Kepala Seksi Pengolahan Limbah	Sarjana Teknik Lingkungan	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
23	Kepala Seksi Penelitian	Sarjana Kimia	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
24	Kepala Seksi pengembangan	Sarjana Teknik Tekstil	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
25	Kepala Seksi Pembelian	Sarjana Teknik Tekstil	1	Orang	Rp 4.130.000	Rp 4.130.000
26	Supervisor Utilitas	Sarjana Teknik Tekstil	1	Orang	Rp 6.630.000	Rp 6.630.000
27	Supervisor Produksi	Sarjana Teknik Tekstil	3	Orang	Rp 6.630.000	Rp 19.890.000
28	Karyawan Personalia	Sarjana Muda/DIII	3	Orang	Rp 3.130.000	Rp 9.390.000
29	Karyawan Humas	Sarjana Muda/DIII	3	Orang	Rp 3.130.000	Rp 9.390.000

Lanjutan Tabel 4.29

30	Karyawan Keuangan/Kas	Sarjana Muda/DIII	3	Orang	Rp 3.130.000	Rp 9.390.000
31	Karyawan Administrasi	Sarjana Muda/DIII	3	Orang	Rp 3.130.000	Rp 9.390.000
32	Karyawan Pemasaran	Sarjana Muda/DIII	3	Orang	Rp 3.130.000	Rp 9.390.000
33	Karyawan Pembelian	Sarjana Muda/DIII	3	Orang	Rp 3.130.000	Rp 9.390.000
34	Karyawan Pengembangan	Sarjana Muda/DIII	3	Orang	Rp 3.130.000	Rp 9.390.000
35	Karyawan Penelitian	Sarjana Muda/DIII	3	Orang	Rp 3.130.000	Rp 9.390.000
36	Karyawan Pengolahan Limbah	Sarjana Muda/DIII	3	Orang	Rp 3.130.000	Rp 9.390.000
37	Karyawan K3	Sarjana Muda/DIII	3	Orang	Rp 3.130.000	Rp 9.390.000
38	Karyawan Pengadaan Alat	Sarjana Muda/DIII	3	Orang	Rp 3.130.000	Rp 9.390.000
39	Karyawan Pemeliharaan Alat	Sarjana Muda/DIII	3	Orang	Rp 3.130.000	Rp 9.390.000
40	Karyawan Laboratorium	Sarjana Muda/DIII	3	Orang	Rp 3.130.000	Rp 9.390.000
41	Medis	Dokter	1	Orang	Rp 2.630.000	Rp 2.630.000
42	Paramedis	Akademi Keperawatan	1	Orang	Rp 2.630.000	Rp 2.630.000
43	Satpam	SMA Sederajat	3	Orang	Rp 2.630.000	Rp 7.890.000
44	Supir	SMP / SMA	2	Orang	Rp 2.630.000	Rp 5.260.000

Lanjutan Tabel 4.29

45	Pesuruh	SMP / SMA	2	Orang	Rp 2.130.000	Rp 4.260.000
46	Cleaning Service	SMP / SMA	15	Orang	Rp 2.130.000	Rp 31.950.000
47	Operator	SMP / SMA	15	Orang	Rp 2.230.000	Rp 33.450.000
			107	Orang	Rp 201.880.000	Rp 367.580.000
	Total Gaji per Tahun					Rp 4.410.960.000

Biaya lain-lain = 1% x (bahan baku + utilitas)

$$= 1\% (\text{Rp}20.490.354.000 + \text{Rp}763.289.756)$$

$$= \text{Rp}212.536.438$$

Tabel 4.30 Rekapitulasi Modal Kerja (*Working Capital*)

No	Jenis Modal Kerja	Total Modal/Tahun
1	Bahan Baku	Rp 20.490.354.000
2	Gaji Karyawan	Rp 4.410.960.000
3	Biaya Listrik dan Bahan Bakar	Rp 1.652.176.709
4	Biaya Lain-lain	Rp 212.536.438
	TOTAL MODAL KERJA	Rp 26.765.933.557

Sehingga, total modal perusahaan sebesar **Rp68.036.104.309,-**

4.7.3 Sumber Pembiayaan Modal

Sumber pembiayaan perusahaan ini ialah dengan 70% kredit bank dengan bunga 15% selama peminjaman dan 30% ekuitas. Sehingga bank akan

memberikan pinjaman sebesar Rp47.625.273.017,- dan dengan modal pribadi sebesar Rp20.410.831.293,-

4.7.4 Pembayaran Pinjaman Bank

Pengembalian kredit bank dilakukan dengan metode pembayaran pokok pinjaman dan Bunga dengan jumlah yang sama di setiap akhir tahun. Kredit bank dilakukan selama 4 tahun dengan bunga bank setiap tahunnya 15%. Penjabaran kredit bank adalah sebagai berikut :

Jumlah kredit bank = Jumlah kredit bank x total modal perusahaan

$$= 70\% \times \text{total modal investasi}$$

$$= 70\% \times \text{Rp68.036.104.309}$$

$$= \text{Rp47.625.273.017}$$

$$\text{Jumlah angsuran per tahun} = \frac{\text{Total peminjaman bank}}{\text{Waktu pengembalian}} = \frac{\text{Rp47.625.273.017}}{4 \text{ tahun}}$$

$$= \text{Rp11.906.318.254}$$

Tabel 4.31 Pembayaran Pinjaman Bank

Tahun ke	Sisa Hutang	Angsuran/ Tahun	Bunga 15%	Total Pembayaran
0	Rp 47.625.273.017	0	0	0

1	Rp 47.625.273.017	Rp 11.906.318.254	Rp 7.143.790.952	Rp 19.050.109.207
2	Rp 35.718.954.762	Rp 11.906.318.254	Rp 5.357.843.214	Rp 17.264.161.469
3	Rp 23.812.636.508	Rp 11.906.318.254	Rp 3.571.895.476	Rp 15.478.213.730
4	Rp 11.906.318.254	Rp 11.906.318.254	Rp 1.785.947.738	Rp 13.692.265.992

4.7.5 Analisis Kelayakan Ekonomi

Analisis kelayakan ekonomi perlu dilakukan agar dapat mengetahui apakah pabrik yang sedang dirancang untuk didirikan dapat menguntungkan atau tidak serta layak dan tidak layak. Pabrik yang ingin didirikan bukan hanya terpatok pada keuntungan saja, namun juga harus berorientasikan pada pengembalian modal.

Sebelum dilakukan metode analisis kelayakan ekonomi tersebut, maka perlu dicari terlebih dahulu biaya tetap (*fixed cost*) dan biaya tidak tetap (*variable cost*).

Yang termasuk kedalam biaya tetap (*fixed cost*) ialah gaji karyawan per tahun, biaya asuransi, biaya perawatan, biaya depresiasi, biaya telepon dan internet, pajak perusahaan serta kesejahteraan karyawan.

Sedangkan biaya tidak tetap (*variable cost*) terdiri dari bahan baku, biaya listrik dan biaya bahan bakar.

Tabel 4.32 Biaya Asuransi

No	Jenis Item	Premi Asuransi/ Tahun	Harga Item	Harga Premi
1	Bangunan	5%	Rp 9.540.000.000	Rp 477.000.000
2	Mesin Produksi & Peralatan Laboratorium	5%	Rp 6.024.595.796	Rp 301.229.790
3	Instalasi dan Pemasangan	5%	Rp 73.790.000	Rp 3.689.500
4	Utilitas	5%	Rp 753.930.806	Rp 37.696.540
5	Transportasi	5%	Rp 814.300.000	Rp 40.715.000
6	Karyawan	5%	Rp 4.410.960.000	Rp 220.548.000
TOTAL				Rp 1.080.878.830

Tabel 4.33 Biaya Perawatan dan Pemeliharaan

No	Jenis Perawatan	Persentase Biaya Perawatan	Biaya Pengadaan	Total Biaya
1	Mesin Produksi	5%	Rp 5.005.000.000	Rp 250.250.000
2	Peralatan Laboratorium	5%	Rp 1.319.595.796	Rp 65.979.790
3	Bangunan	5%	Rp 9.540.000.000	Rp 477.000.000
4	Utilitas	5%	Rp 753.930.806	Rp 37.696.540
5	Transportasi	5%	Rp 814.300.000	Rp 40.715.000
6	Instalasi & Pemasangan	5%	Rp 73.790.000	Rp 3.689.500
TOTAL				Rp 875.330.830

Tabel 4.34 Biaya Depresiasi

No	Jenis Item	%	P	S	N	D	
1	Bangunan	10%	Rp 9.540.000.0 00	Rp 954.000.0 00	20	Rp 429.300.000	
2	Mesin Produksi dan Peralatan Lab.	8%	Rp 6.024.595.7 96	Rp 481.967.6 64	10	Rp 554.262.813	
3	Utilitas	8%	Rp 753.930.806	Rp 60.314.464	10	Rp 69.361.634	
4	Instalasi dan Pemasangan	8%	Rp 73.790.000	Rp 5.903.200	10	Rp 6.788.680	
5	Transportasi	8%	Rp 814.300.000	Rp 65.144.000	10	Rp 74.915.600	
6	Inventaris	8%	Rp 344.520.000	Rp 27.561.600	10	Rp 31.695.840	
	TOTAL						Rp 1.166.324.567

Depresiasi merupakan biaya yang menurunkan nilai investasi perusahaan seperti usia mesin dan peralatan laboratorium, gedung, utilitas, transportasi, inventaris dan instalasi. Depresiasi dapat dihitung dengan formula $D = \frac{P-S}{N}$

- Biaya Telepon dan Internet

Asumsi biaya pemakaian telepon dan internet per bulannya adalah Rp500.000, sehingga dalam satu tahun biaya telepon dan internetnya menjadi Rp6.000.000.

- Pajak Perusahaan

Pajak perusahaan = 5% x harga tanah dan bangunan

$$= 5\% \times \text{Rp}23.990.000.000$$

$$= \text{Rp}1.199.500.000$$

- Kesejahteraan Karyawan

Kesejahteraan karyawan terdiri dari :

a) Biaya seragam

Asumsi biaya seragam per satu pasang adalah Rp100.000, sehingga untuk dua pasang berjumlah Rp200.000. Dengan jumlah karyawan sebanyak 107 orang, maka total biaya seragam adalah :

$$= \text{Rp}200.000 \times 107 \text{ orang}$$

$$= \text{Rp}21.400.000/\text{orang}$$

b) Uang makan

Asumsi uang makan per hari adalah Rp10.000, sehingga total uang makan untuk 107 karyawan adalah :

$$= 107 \text{ orang} \times \text{Rp}10.000 \times 1 \text{ tahun (324 hari)}$$

$$= \text{Rp}346.680.000/\text{tahun}$$

c) Premi asuransi

Premi asuransi karyawan adalah sebesar Rp220.548.000,-

d) Tunjangan Hari Raya (THR)

Tunjangan Hari Raya merupakan bonus yang diberikan kepada karyawan yang jumlahnya sama dengan satu bulan gaji. Maka total THR untuk 107 orang karyawan adalah Rp367.580.000,-

Tabel 4.35 Rekapitulasi Biaya Tetap (*Fixed Cost*)

Jenis Biaya Tetap	Total Biaya
Gaji Karyawan	Rp 4.410.960.000,00
Asuransi	Rp 1.080.878.830
Perawatan	Rp 875.330.830
Depresiasi	Rp 1.166.324.567
Telepon dan Internet	Rp 6.000.000
Pajak dan Retribusi	Rp 1.199.500.000
Kesejahteraan Karyawan	Rp 956.208.000
TOTAL	Rp 9.695.202.228

Biaya Tidak Tetap (*Variable Cost*)

Tabel 4.36 Bahan Baku

No	Bahan Baku	Kebutuhan	Satuan	Hari Kerja	Harga Satuan	Total Harga
1	Chips PPTA	629,184	kg/hari	324	Rp 500.000	Rp 8.493.984.000
2	Asam Sulfat	7000	l/hari	324	Rp 12.000	Rp 2.268.000.000
3	Oil	18000	kg/hari	324	Rp 20.000	Rp 9.720.000.000
4	Kotak Pengemasan	62	kardus/hari	324	Rp 5.000	Rp 8.370.000
TOTAL						Rp 20.490.354.000

Tabel 4.37 Listrik dan Bahan Bakar

No	Jenis Biaya	Total Harga/Bulan	Total Harga/Tahun
1	Listrik	Rp 74.476.466	Rp 893.717.592
2	Bahan Bakar Generator	Rp 49.893.926	Rp 598.727.117
3	Bahan Bakar Transportasi :		
	1 Unit Mobil Perusahaan	Rp 4.212.000	Rp 50.544.000
	1 Unit Truk	Rp 5.562.000	Rp 66.744.000

	2 Unit Forklift	Rp 3.537.000	Rp 42.444.000
	TOTAL		Rp 1.652.176.709

Tabel 4.38 Rekapitulasi Biaya Tidak Tetap (*Variable Cost*)

No	Jenis Biaya Tidak Tetap	Total Biaya
1	Bahan Baku	Rp 20.490.354.000
2	Listrik dan Bahan Bakar	Rp 1.652.176.709
	TOTAL	Rp 22.142.530.709

4.7.6 Harga Jual Filamen Aramid per Kilogram

$$\text{Biaya tidak tetap/kg} = \frac{\text{Total biaya tidak tetap/tahun}}{\text{Kapasitas produksi/tahun}} = \frac{\text{Rp}22.142.530.709}{200.000 \text{ kg}}$$

$$= \text{Rp}110.713$$

$$\text{Biaya tetap/kg} = \frac{\text{Total biaya tetap/tahun}}{\text{Kapasitas produksi/tahun}} = \frac{\text{Rp}9.695.202.228}{200.000 \text{ kg}}$$

$$= \text{Rp}48.476$$

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

$$= \text{Rp}110.713 + \text{Rp}48.476$$

$$= \text{Rp}159.189$$

$$\text{Besarnya keuntungan/kg} = 30\% \times \text{harga pokok/kg}$$

$$= 30\% \times \text{Rp}159.189$$

$$= \text{Rp}47.757/\text{kg}$$

$$\text{Harga pokok/kg} = \text{Harga pokok/kg} + \text{keuntungan}$$

$$= \text{Rp}159.189 + \text{Rp}47.757$$

$$= \text{Rp}206.945$$

Apabila pajak penjualan sebesar 10%, maka :

$$\text{Besarnya PPN} = 10\% \times \text{Rp}206.945/\text{kg}$$

$$= \text{Rp}20.695/\text{kg}$$

Maka harga jual filamen aramid sebesar :

$$\text{Harga jual/kg} = \text{Harga produk} + \text{PPN}$$

$$= \text{Rp}206.945 + \text{Rp}20.695$$

$$= \text{Rp}227.640$$

Harga jual impor filamen aramid ialah Rp284.000 sehingga harga jual filamen aramid pada pra-rancangan pabrik ini akan ditambah 10% dari harga impor filamen aramid.

$$\text{Harga jual filamen aramid/kg} = \text{Harga jual/kg} + 10\% \text{ harga impor filamen aramid}$$

$$= \text{Rp}227.640 + (10\% \times \text{Rp}284.000)$$

$$= \text{Rp}256.040$$

4.7.7 Analisis Keuntungan

$$\text{Total biaya produksi} = \text{Biaya tetap} + \text{biaya tidak tetap}$$

$$= \text{Rp}9.695.202.228 + \text{Rp}22.142.530.709$$

$$= \text{Rp}31.837.732.936$$

$$\begin{aligned} \text{Harga penjualan produk} &= \text{Harga jual filamen aramid x kapasitas produksi} \\ &= \text{Rp}256.040/\text{kg} \times 200.000 \text{ kg/tahun} \\ &= \text{Rp}51.207.958.099 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laba sebelum pajak} &= \text{Harga penjualan produk} - \text{total biaya produksi} \\ &= \text{Rp}51.207.958.099 - \text{Rp}31.837.732.936 \\ &= \text{Rp}19.370.225.163 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pajak penjualan} &= 5\% \times \text{laba sebelum pajak} \\ &= 5\% \times \text{Rp}19.370.225.163 \\ &= \text{Rp}968.511.258 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laba setelah pajak} &= \text{Laba sebelum pajak} - \text{pajak penjualan} \\ &= \text{Rp}19.370.225.163 - \text{Rp}968.511.258 \\ &= \text{Rp}18.401.713.905 \end{aligned}$$

4.7.8 Regulated Annual

Regulated annual merupakan biaya yang harus rutin dikeluarkan oleh perusahaan per tahun yang meliputi biaya promosi dan zakat, gaji karyawan, biaya pemeliharaan dan perawatan, kesejahteraan karyawan, serta asuransi.

Tabel 4.39 Rekapitulasi Regulated Annual

No	Jenis Regulated Annual	Biaya
1	Biaya Promosi dan Zakat	Rp 552.051.417
2	Gaji Karyawan	Rp 4.410.960.000
3	Pemeliharaan dan Perbaikan	Rp 875.330.830

4	Kesejahteraan Karyawan	Rp	956.208.000
5	Asuransi	Rp	1.080.878.830
	TOTAL	Rp	88.875.429.077

Biaya promosi dan zakat diperoleh dari 0,5% dan 2,5% dari laba setelah pajak.

4.7.9 Sales Annual

$$\begin{aligned}
 \text{Sales annual} &= \text{Kapasitas produksi/tahun} \times \text{harga jual produk} \\
 &= 200.000 \text{ kg/tahun} \times \text{Rp}256.040 \\
 &= \text{Rp}51.207.958.099
 \end{aligned}$$

4.7.10 Shut Down Point (SDP)

$$\begin{aligned}
 \text{SDP} &= \frac{0,3 \times \text{Regulated annual}}{(\text{Sales annual} - \text{biaya tidak tetap} - 0,7 \times \text{regulated annual})} \\
 &= \frac{0,3 \times \text{Rp}7.875.429.077}{(\text{Rp}51.207.958.099 - \text{Rp}22.142.530.709 - 0,7 \times \text{Rp}7.875.429.077)} \\
 &= 10,03\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas produksi saat SDP} &= 10,03\% \times 200.000 \text{ kg/tahun} \\
 &= 20.062,549 \text{ kg/tahun}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Penjualan saat SDP} &= 20.062,549 \text{ kg/tahun} \times \text{Rp}256.040 \\
 &= \text{Rp}5.136.810.959
 \end{aligned}$$

4.7.11 Return of Investment (ROI)

$$\begin{aligned}
 \text{ROI} &= \frac{\text{Laba sebelum pajak}}{\text{Total modal perusahaan}} \times 100\% \\
 &= \frac{\text{Rp}19.370.225.163}{\text{Rp}68.036.104.309} \times 100\%
 \end{aligned}$$

$$= 28,47\%$$

4.7.12 Return of Equity (ROE)

$$\text{ROE} = \frac{\text{Laba sebelum pajak}}{\text{Ekuitas}} \times 100\%$$

$$= \frac{\text{Rp}19.370.225.163}{\text{Rp}20.410.831.293} \times 100\%$$

$$= 94,90\%$$

4.7.13 Pay Out Time (POT)

$$\text{POT sebelum pajak} = \frac{\text{Total modal perusahaan}}{\text{Laba sebelum pajak} + \text{depresiasi}}$$

$$= \frac{\text{Rp}68.036.104.309}{\text{Rp}19.370.225.163 + \text{Rp}1.166.324.567}$$

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

$$\text{POT setelah pajak} = \frac{\text{Total modal perusahaan}}{\text{Laba setelah pajak} + \text{depresiasi}}$$

$$= \frac{\text{Rp}68.036.104.309}{\text{Rp}18.401.713.905 + \text{Rp}1.166.324.567}$$

$$= 3,5 \text{ tahun}$$

4.7.14 Break Even Point (BEP)

$$\text{BEP} = \frac{\text{Biaya tetap} + 0,3 \times \text{Regulated annual}}{(\text{Sales annual} - \text{biaya tidak tetap} - 0,7 \times \text{regulated annual})}$$

$$= \frac{\text{Rp}9.695.202.228 + (0,3 \times \text{Rp}7.875.429.077)}{(\text{Rp}51.207.958.099 - \text{Rp}22.142.530.709 - 0,7 \times \text{Rp}7.875.429.077)}$$

$$= 51,20\%$$

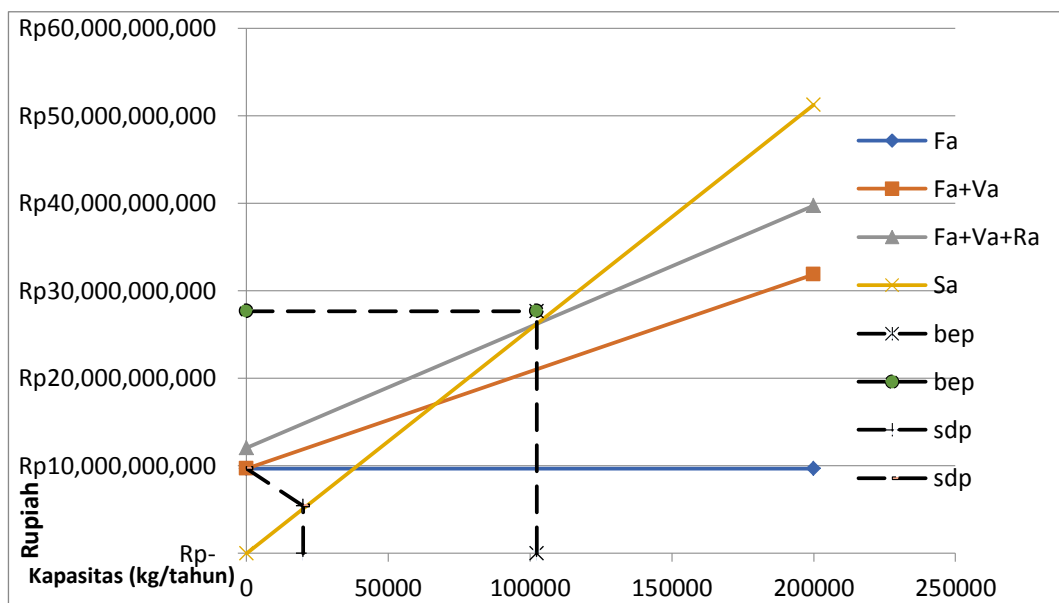
$$\text{Produksi saat BEP} = 51,20\% \times 200.000 \text{ kg/tahun}$$

$$= 102.390,540 \text{ kg/tahun}$$

$$\text{Penjualan saat BEP} = 102.390,540 \text{ kg/tahun} \times \text{Rp}256.040$$

$$= \text{Rp}26.216.052.296/\text{tahun}$$

Berdasarkan nilai *sales annual*, *regulated annual*, biaya tetap dan tidak tetap serta nilai BEP dan SDP, maka dapat diperoleh kurva analisis *break even*.



Gambar 4.7 Kurva Analisis *Break Even*

4.7.15 Neraca Laba/Rugi (Profit/Loss)

Tabel 4.40 Neraca Laba/Rugi (P/L)

KET.	TAHUN						
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Asumsi Penjualan	80%	85%	88%	95%	98%	100%	100%
PENJUALAN							
Filamen Aramid	Rp 40.966.366.479	Rp 43.526.764.384	Rp 45.063.003.127	Rp 48.647.560.194	Rp 50.183.798.937	Rp 51.207.958.099	Rp 51.207.958.099
Asam sulfat	Rp 4.354.560.000	Rp 4.626.720.000	Rp 4.790.016.000	Rp 5.171.040.000	Rp 5.334.336.000	Rp 5.443.200.000	Rp 5.443.200.000
TOTAL PENJUALAN	Rp 45.320.926.479	Rp 48.153.484.384	Rp 49.853.019.127	Rp 53.818.600.194	Rp 55.518.134.937	Rp 56.651.158.099	Rp 56.651.158.099
	BIAYA PENGELUARAN						
FIXED COST							
Depresiasi	Rp 1.166.324.567	Rp 1.166.324.567	Rp 1.166.324.567	Rp 1.166.324.567	Rp 1.166.324.567	Rp 1.166.324.567	Rp 1.166.324.567
Biaya Perawatan	Rp 875.330.830	Rp 875.330.830	Rp 875.330.830	Rp 875.330.830	Rp 875.330.830	Rp 875.330.830	Rp 875.330.830
Biaya Asuransi	Rp 1.080.878.830	Rp 1.080.878.830	Rp 1.080.878.830	Rp 1.080.878.830	Rp 1.080.878.830	Rp 1.080.878.830	Rp 1.080.878.830
Biaya Telepon	Rp 6.000.000	Rp 6.000.000	Rp 6.000.000	Rp 6.000.000	Rp 6.000.000	Rp 6.000.000	Rp 6.000.000
Kesejahteraan Karyawan	Rp 956.208.000	Rp 956.208.000	Rp 956.208.000	Rp 956.208.000	Rp 956.208.000	Rp 956.208.000	Rp 956.208.000

Lanjutan Tabel 4.40

Pajak	Rp 968.511.258	Rp 968.511.258	Rp 968.511.258	Rp 968.511.258	Rp 968.511.258	Rp 968.511.258	Rp 968.511.258
Gaji Karyawan	Rp 4.410.960.000	Rp 4.410.960.000	Rp 4.410.960.000	Rp 4.410.960.000	Rp 4.410.960.000	Rp 4.410.960.000	Rp 4.410.960.000
Bunga Bank	Rp 7.143.790.952	Rp 5.357.843.214	Rp 3.571.895.476	Rp 1.785.947.738	-	-	-
Cicilan Bank	Rp 11.906.318.254	Rp 11.906.318.254	Rp 11.906.318.254	Rp 11.906.318.254	-	-	-
PPh 21	Rp 153.918.300	Rp 153.918.300	Rp 153.918.300	Rp 153.918.300	Rp 153.918.300	Rp 153.918.300	Rp 153.918.300
TOTAL BIAYA FIXED COST	Rp 28.668.240.992	Rp 26.882.293.254	Rp 25.096.345.516	Rp 23.310.397.778	Rp 9.618.131.786	Rp 9.618.131.786	Rp 9.618.131.786
VARIABLE COST							
Bahan Baku	Rp 16.392.283.200	Rp 17.416.800.900	Rp 18.031.511.520	Rp 19.465.836.300	Rp 20.080.546.920	Rp 20.490.354.000	Rp 20.490.354.000
Listrik dan Bahan Bakar	Rp 1.652.176.709	Rp 1.652.176.709	Rp 1.652.176.709	Rp 1.652.176.709	Rp 1.652.176.709	Rp 1.652.176.709	Rp 1.652.176.709
Biaya Lain-lain	Rp 212.442.848	Rp 212.442.848	Rp 212.442.848	Rp 212.442.848	Rp 212.442.848	Rp 212.442.848	Rp 212.442.848
TOTAL VARIABLE COST	Rp 18.256.902.757	Rp 19.281.420.457	Rp 19.896.131.077	Rp 21.330.455.857	Rp 21.945.166.477	Rp 22.354.973.557	Rp 22.354.973.557
TOTAL BIAYA KESELURUHAN	Rp 46.925.143.749	Rp 46.163.713.711	Rp 44.992.476.593	Rp 44.640.853.635	Rp 31.563.298.263	Rp 31.973.105.343	Rp 31.973.105.343
LABA/RUGI	-Rp 1.604.217.270	Rp 1.989.770.673	Rp 4.860.542.534	Rp 9.177.746.559	Rp 23.954.836.674	Rp 24.678.052.756	Rp 24.678.052.756

4.7.16 Neraca Arus Kas (*Cash Flow*)Tabel 4.41 Neraca Arus Kas (*Cash Flow*)

KET.	TAHUN								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
	KOMPOSISI MODAL								
Ekuitas	Rp 20.410.831.2 93								
Pinjaman Bank	Rp 28.575.163.8 10	Rp 19.050.109. 207							
SALDO AWAL	Rp 48.985.995.1 03	Rp 25.003.210. 970	Rp 2.806.374.5 76	Rp 10.505.091. 342	Rp 20.829.284.7 93	Rp 29.281.117.5 10	Rp 42.869.768.4 13	Rp 58.509.577.01 7	Rp 88.359.964.1 55
	PENERIMAAN								
Penjualan	0	0	Rp 45.320.926. 479	Rp 48.153.484. 384	Rp 49.853.019.1 27	Rp 53.818.600.1 94	Rp 55.518.134.9 37	Rp 56.651.158.09 9	Rp 56.651.158.0 99
Deposit Bank	Rp 4.762.527.30 2	Rp 4.762.527.3 02	Rp 4.762.527.3 02	Rp 4.762.527.3 02	Rp 4.762.527.30 2	Rp 4.762.527.30 2	Rp 4.762.527.30 2	Rp 4.762.527.302	Rp 4.762.527.30 2
TOTAL PENERIMAAN	Rp 53.748.522.4 04	Rp 29.765.738. 272	Rp 52.889.828. 357	Rp 63.421.103. 028	Rp 75.444.831.2 22	Rp 87.862.245.0 06	Rp 103.150.430. 652	Rp 119.923.262.4 18	Rp 149.773.649. 556

Lanjutan Tabel 4.41

	PENGELUARAN								
Biaya Tetap & Tidak Tetap	Rp 9.695.202.228	Rp 9.695.202.228	Rp 26.752.604.984	Rp 27.777.122.684	Rp 45.041.284.153	Rp 43.870.047.035	Rp 43.518.424.077	Rp 30.440.868.704	Rp 30.850.675.784
Cicilan Bank	Rp 11.906.318.254	Rp 11.906.318.254	Rp 11.906.318.254	Rp 11.906.318.254	-	-	-	-	-
Bunga Bank	Rp 7.143.790.952	Rp 5.357.843.214	Rp 3.571.895.476	Rp 1.785.947.738	-	-	-	-	-
TOTAL PENGELUARAN	Rp 28.745.311.434	Rp 26.959.363.696	Rp 42.230.818.715	Rp 41.469.388.677	Rp 45.041.284.153	Rp 43.870.047.035	Rp 43.518.424.077	Rp 30.440.868.704	Rp 30.850.675.784
	PAJAK								
Pajak Perusahaan	-	-	-	Rp 968.511.258	Rp 968.511.258	Rp 968.511.258	Rp 968.511.258	Rp 968.511.258	Rp 968.511.258
PPh 21	-	-	Rp 153.918.300	Rp 153.918.300	Rp 153.918.300	Rp 153.918.300	Rp 153.918.300	Rp 153.918.300	Rp 153.918.300
TOTAL PAJAK	-	-	Rp 153.918.300	Rp 1.122.429.558	Rp 1.122.429.558	Rp 1.122.429.558	Rp 1.122.429.558	Rp 1.122.429.558	Rp 1.122.429.558
SALDO AKHIR	Rp 25.003.210.970	Rp 2.806.374.576	Rp 10.505.091.342	Rp 20.829.284.793	Rp 29.281.117.510	Rp 42.869.768.413	Rp 58.509.577.017	Rp 88.359.964.155	Rp 117.800.544.213

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pabrik filamen aramid dengan kapasitas 200.000 kg/tahun akan didirikan untuk mensubstitusi kebutuhan impor filamen aramid di Indonesia.

1. Filamen aramid semakin banyak diaplikasikan sebagai *advanced textile* seperti pada *soft body armour*, *reinforcement* pada komposit tingkat atas, menggantikan kawat-kawat logam dan serat anorganik serta diaplikasikan pada bidang kelautan, pesawat udara, dan tali yang dipasang pada laut lepas.
2. Berdasarkan hasil analisis ekonomi diperoleh data sebagai berikut :
 - Laba sebelum pajak berjumlah Rp19.370.225.163
 - Laba setelah pajak berjumlah Rp18.401.713.905
 - Persentase Shut Down Point (SDP) adalah 10,03%
 - Persentase Return of Investment (ROI) sebesar 28,47%
 - Persentase Return of Equity (ROE) sebesar 94,90%
 - Break Even Point (BEP) sebesar 51,20%
 - Pay Out Time (POT) sebelum pajak selama 3,3 tahun, sedangkan POT setelah pajak adalah 3,5 tahun.

Dari data analisis ekonomi diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa pabrik filamen aramid dengan kapasitas 200.000 kg/tahun layak, menguntungkan serta menarik untuk didirikan.

5.2 Saran

Dalam merancang suatu pabrik tekstil maka diperlukan pemahaman konsep-konsep yang luas dimana akan memengaruhi keberlangsungan dari pabrik itu sendiri. Konsep-konsep tersebut ialah :

1. Pemilihan alat proses serta alat penunjang dan bahan baku harus dioptimalisasi agar memberikan keuntungan yang optimal pula.
2. Sebagai industri manufaktur yang pasti menghasilkan limbah, maka perlu diperhatikan metode pengelolaan limbah sehingga tidak mencemari lingkungan sekitar pabrik.
3. Pabrik yang didirikan diusahakan untuk menggantikan atau meminimalisir kebutuhan impor dari luar negeri sehingga akan memajukan ekonomi dalam negeri itu sendiri.
4. Diperlukan perhitungan dalam analisis ekonomi yang serinci mungkin sehingga dapat diketahui sensitivitas keuntungan yang diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, Andhis P., Fitriyah, Lailatul., *Pra Rancangan Pabrik Polyester Staple Fibre dengan Kapasitas Produksi 90.425 Ton/Hari*, Skripsi, Tidak Diterbitkan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, 2016.
- Ahmed, Dawelbeit, Hangpeng, Zhoag, Haijuan, Kong, Jiung, Liu, Yu, Ma, dan Muhuo, Yu, *Microstructural Developments of Poly (p-phenylene terephthalamide) Fibers During Heat Treatment Process; A Review*, *Materials Research*, 17(5): 1180-1200, 2014.
- Anand S. C., Horrocks A.R., *Handbook of Technical Textile*, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England
- Baojun Qian, Ding Pan, Zhenqiou Wu, *The Mechanism and Characteristics of Dry-Jet Wet-Spinning of Acrylic Fibers*, *Man-Made Fiber Research Association. China Textile University, Shanghai, China: Advances in Polymer Technology*, Vol. 6, No. 4, 509-529 (1986) : 1986 by John Wiley & Sons, Inc.
- Blades, United States Patent: *High Modulus, High Tenacity Poly(p-phenylene terephthalamide) Fiber*, E.I. du Pont de Nemours and Company, Wilmington, Del. Filed June 30, 1972, ser. No. 172.514, Aug. 17. 1971.

Bhat Gajanan, *Structure and Properties of High-Performance Fibers*, Woodhead Publishing Series in Textile Number 187.

Chen X, *Advanced Fibrous Composite Materials for Ballistic Protection*, Woodhead Publishing Series in Composites Science and Engineering: Number 66, Cambridge, MA 02139, USA.

Chiou, United States Patent: *Fibers of Sulfonated Poly(p-phenylene Terephthalamide)*, E.I. Dupont de Nemours and Company, Wilmington, Del. Patent Number : 5,302,451: Date of Patent: Apr. 12, 1994.

Fujiwara et al., United State Patent: *Poly(p-phenyleneterephthalamide) Fibers*, Asahi Kasei Kogyo Kabushiki Kaisha, Osaka, Japan, Patent Number : 4,560,743, Date of Patent: Dec. 24, 1985.

Fukuda, M., dan Kawai, H., *Moisture sorption mechanism of aromatic polyamide fibers: diffusion of moisture in poly 9p-phenylene terephthalamide) fibers*, Textile Research Journal, 1993;63(4):185-193.

<http://dx.doi.org/10.1177/004051759306300401>.

Gupta Bhuvanesh, Revagede Nilesh, Anjum Nishat, Atthoff Bjoerm, Hilborn Joens, *Preparation of Poly(lactic acid) Fiber by Dry-Jet-Wet Spinning. II. : Effect of Process Parameters on Fiber Properties*, Department of Textile Technology, Indian Institute of Technology, New Delhi, India DOI 10.1002/app.23543, Published online in Wiley InterScience. Received 13 April 2005; accepted 1 August 2005. www.interscience.wiley.com

Hauru, Lauri; Hummel, Michael; Michud, Anne; Sixta, Herbert, *Dry jet-wet Spinning of Strong Cellulose Filaments from Ionic Liquid Solution*. Springer Netherlands, Cellulose, Volume 20, Issue 6, Pages 4471-4481. ISSN 1572-882X. DOI:10.1007/s10570-014-0414-0, Author Accepted, 2014.

Jassal M., Ghosh S., *Aramid Fibre*, Department of Textile Technology. Indian Institute of Technology. New Delhi 110 016. India Received 16 July 2001; accepted 24 September 2001.

Karyawati, Ingge, *Manajemen Keuangan*, Jakarta, 2015.

Kasmir, *Analisis Laporan Keuangan*, Jakarta: Rajawali Pers, 2013.

Kurniasih, Rini., Budianto, Untung., *Pra Rancangan Pabrik Benang Polyester Jenis POY dengan Nomor Benang 235D/48F dari Bahan Baku Chips dengan Kapasitas Produksi 10.300.000 Kg/Tahun*, Skripsi, Tidak Diterbitkan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, 2011.

Mazumdar Sanjay K., *Composite Manufacturing (Materials, Product, and Process Engineering)*, CRC Press, Boca Raton London, New York, Washington, D.C.

McIntyre J.E., *Synthetic Fibres : Nylon, Polyester, Acrylic, Polyolefin*, CRC Press, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England

Najmudin, *Manajemen Keuangan dan Aktivasi Syar'iyah Modern*, Purwokerto,

2011.

Panar, M., Avakian, P, Blume, RC., Gardner, KH., Gierke, TD., dan Yang, HH.,

Morphology of Poly(p-phenylene terephthalamide) fibers, Journal of

Polymer Science, Polymer Physics Edition, 1983;21(10):1955-1969.

<http://dx.doi.org/10.1002/pol.1983.180211006>.

Raghunath Reddy G.V., Deopura B.L., Joshi Mangala, *Dry-Jet-Wet Spun*

Polyurethane Fibers. I. Optimization of the Spinning Parameters,

Department of Textile Technology, Indian Institute of Technology, Hauz

Khas, New Delhi 110016, India. Received 26 July 2008; Accepted 15

August 2009. DOI 10.1002/app 31373. Published online 22 June 2010 in

Wiley InterScience. www.interscience.wiley.com

Rao Y., Waddon A.J., Farris R.J., *The Evolution of Structure and Properties in*

Poly(p-phenylene terephthalamide) Fibers, Polymer Science and

Engineering Department, University of Massachusetts Amherst, Amherst,

MA 01003, USA.

Saldivar-guerra Enrique, Vivaldo-Lima Eduardo, *Handbook of Polymer Synthesis,*

Characterization, and Processing, Published by John Wiley & Sons, Inc.

Hoboken, New Jersey.

Satoh et al., United State Patent : *Process for Preparation of Polyparaphenylene*

Terephthalamide Fibers, Asahi Kasei Kogyo Kabushiki Kaisha, Osaki,

Japan. Patent Number: 4,728,473, Date of Patent 1 Mar 1988.

Umar, Husein, *Metode Penelitian untuk Skripsi dan Tesis Bisnis*, Jakarta: PT Raja

Grafindo Persada, 2007.

Wahyudi Tatang, Sugiyana Doni, *Pembuatan Serat Nano Menggunakan Metode Electrospinning*, Balai Besar Textile, 28 Maret 2011; selesai diperiksa 10 Mei 2011.

Wang Tai-Yuan, Chang Hsiao-Chuan, Chiu Yu-Tsung, Tsai Jia-Lin, *The Index of Dry-Jet Wet Spinning for Polyacrylonitrile Precursor Fibers*. Department of Mechanical Engineering, National Chiao Tung University, Hsinchu, Taiwan. Correspondence to: Y.T. Chiu. DOI: 10.1002/app41265, received 8 April 2014; accepted 29 June 2014.

Waroblak Theodore Michael, Richmold, United States Patent Office : *Dopes of Poly(p-phenylene terephthalamide) in Organophosporus Solvents*, E.I. du Pont de Nemours and Company, Wilmington, Del. No Drawing. Filed July 26, 1972, Ser. No. 277,277 U.S. Cl. 260-32.6 Na.

Weinberger, Charles B, *Synthetic Fiber Manufacturing*, Instructional Module, Department of Chemical Engineering Drexel University, 1996.

Wilusz Eugene, *Military Textile*, The Textile Institute, CRC Press Boca Raton Boston New York Washington, DS. Woodhead Publishing Limited. Cambridge, England.

Wulandari, Indah, *Laporan Akhir Proyeksi Laporan Keuangan PT Bukit Asam (Persero) Tbk. Tanjung Enim Tahun 2015-2020*, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Lampung, Lampung, 2016.

Yang HH, *Kevlar aramid fiber*, New York: John Wiley & Sons, 1993.

Yang HH, *Aramid fibers*, In: Yang HH, *Comprehensive composite materials*,

Oxford: Pergamon: 2000, p: 199-229, PMCID:PMC1723367.

<http://dx.doi.org/10.1016/B0-08-042993-9/00044-9>.

Yang, United States Patent: *Aramid Staple and Pulp Prepared by Spinning*, E.I.

Du Pont de Nemours and Company, Wilmington, Del. Filed : Aug. 10,
1987.

Yang, United States Patent: *Method for Spinning Para-aramid Fibers of High*

Tenacity and High Elongation at Break, E.I. du Pont de Nemours and
Company, Wilmington, Del. Patent Number: 5,173,236: Date of Patent :
Dec. 22, 1992.