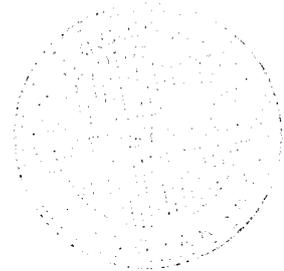


**PRA RANCANGAN PABRIK BENANG POLYESTER
JENIS POY DENGAN NOMOR BENANG 235D/48F
DARI BAHAN BAKU CHIPS DENGAN KAPASITAS
PRODUKSI 10.300.000 KG/TAHUN**

TUGAS AKHIR

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



oleh:

Nama : Rini Kurniasih

No. Mahasiswa : 02521054

Nama : Untung Budianto

No. Mahasiswa : 02521083

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

2007

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PRA RANCANGAN PABRIK BENANG POLYESTER
JENIS POY DENGAN NOMOR BENANG 235D/48F
DARI BAHAN BAKU CHIPS DENGAN KAPASITAS
PRODUKSI 10.300.000 KG/TAHUN**

TUGAS AKHIR



Oleh :

Nama : Rini Kurniasih

Nama : Untung Budianto

No. Mahasiswa : 02 521 054

No. Mahasiswa : 02 521 083

Yogyakarta, 17 Februari 2007

Pembimbing


Ir. H. Sukirman, MM

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PRA RANCANGAN PABRIK BENANG POLYESTER JENIS
POY DENGAN NOMOR BENANG 235D/48F DARI BAHAN
BAKU CHIPS DENGAN KAPASITAS PRODUKSI
10.300.000 KG/TAHUN

TUGAS AKHIR

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

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 28 Februari 2007

Tim Penguji

Ir. H. Sukirman, MM.

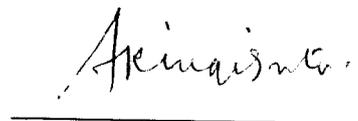
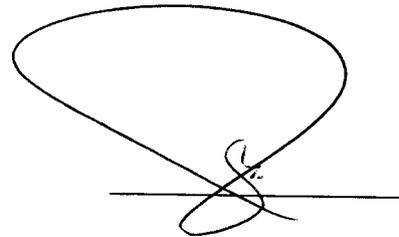
Ketua

Asmanto Subagyo, MSc.

Anggota I

H. Aris Sugiharto, S. Teks.

Anggota II



Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Hj. Kamariah Anwar, M.S.

MOTTO

Orang yang melewati satu hari dalam hidupnya tanpa ada suatu hak yang ia tunaikan atau suatu fardhu yang ia lakukan atau kemuliaan yang ia wariskan atau kebaikan yang ia tanamkan atau ilmu yang ia dapatkan, maka ia telah durhaka kepada harinya dan menganiaya terhadap dirinya.

**DUNIA ADALAH PERLINDUNGAN DIRI. MASA MUDA
ADALAH KESEHATAN. HARGA DIRI ADALAH
KESABARAN. KEBAIKAN ADALAH TAQWA. DAN
STATUS ADALAH HARTA.**

Senyum adalah kunci kebahagiaan, cinta adalah pintunya,
kegembiraan adalah taman bunganya, iman adalah
cahaya, dan keamanan adalah temboknya.

**Kesenangan itu hanya akan didapatkan melalui susah
payah, ketenangan hanya didapatkan melalui kerja
keras, dan cinta hanya akan didapatkan dengan sopan
santun.**

PERSEMBAHAN

Hidup ini adalah keyakinan dan perjuangan. Dan perjuangan tidak akan berhenti kecuali ketika kedua telapak kakinya telah menginjak pintu surga

Kupersembahkan karya ini untuk:

Ayahanda ' Sutarjo MS ' & Ibunda ' Maryati'

Pak, Bu....

Rini sangat menyayangi dan mencintai Bapak & Ibu. Terimakasih atas doanya, jerih payahnya, dukungannya, pengorbanannya, yang ga kan pernah habis buat harapan, cita-cita yang akan rini raih. Semoga rini bisa membahagiakan dan tidak mengecewakan Bapak dan Ibu. Amin.

Mas Juni, Mba Susi, Mba Lusy, Mba Ita, dan Keponakan2ku yang Lucu. Rini merindukan kalian semua. Tunggu Rini balik Lampung ya....

Keluarga Cangkringan: Simbah, Lek Hery, Lek Wati, Lek Hendro, Bule' Iis, Woro, Dias, Agil, matur sembah nuwun. Keluarga Lampung : Bude, Pa'de, Lek2ku & Sepupu2ku yang banyak bgt, makasih tuk smuanya.

Keluarga Bantul: Pak Wo, Lek Sur, Lek Ni, & adek2, matur nuwun.

Keluarga Karawang: Mamah & Bapak Ria, Aa Joko, Lusy, Rina, makasih do'anya..

To "Aa Q" makasih atas do'anya, supportnya, perhatiannya, pengorbanannya, kesabarannya & cintanya.

RINI THANK TO:

• ﷻ SWT, Atas nikmat dan rahmat-Mu yang tiada henti sebagai penerang hati kami.

• SHANTI, TERIMA KASIH ATAS PERHATIAN DAN PERUSAHAAN YANG TELAH BAPAK BERIKAN KEPADA KAMI, MAAF YA PAK...KAMI LUKA BIKIN BAPAK KEJALEMANG KAMI PENUH DENGAN KEGIGHANI AKHIRNYA...JULUS JUGA YA PAK!!

• BAPAK SUKIRMAN, TERIMA KASIH ATAS ILMUNYA, KEBATKAN DAN KEJABARAN YANG TELAH BAPAK BERIKAN KEPADA KAMI, MAAF YA PAK...KAMI LUKA BIKIN BAPAK KEJALEMANG KAMI PENUH DENGAN KEGIGHANI AKHIRNYA...JULUS JUGA YA PAK!!

• My partner during Ramadan aka "Indra Myara" ☺ yang selalu sabar menghadapi aq dan tetap kompak!

• Sahabat - sahabatku :

- Rya, Thx dah jadi sahabat yang selalu setia menemaniku n tetep sabar ma aq. Akhirnya qta bsa wisuda brang!
- Eno sareno, makasih h dah nemenin aq belajar. Jd inget TOEFL. Haha, pokoknya itu menjadi rahasia qta berdua. OK!
- Ean "Sudi" Makasih to smuanya, ditunggu undangannya.
- CitRa "ucrit" thx dah nemenin Ejan, kpn nih undangan nympe. Jgn ditunda! Kacian yg nunggu ☺
- Fina, thx atas do'a nya n semua nya deh.
- Irma n Ramanti, thx yo nduk akhirnya aq bsa nyusul Kalian.
- Maya "Bomay" makasih h dah sabar dengerin curhatku n Thx ya dah ngenalin aq ma orang yg slng dah jd "Aa Q"

• Tmen2: Dina, Mba cabot, Takul, Genduk "Lala", Lenyong, Mita, Dilla, Dita, Riri, Ala, Mb Aan, QQ, Jajenu, aksh tuk semuanya.

• Tmen2 KEM 02 31, Genduk "Lala", Takul.

• Tmen2 Takul 02, Genduk "Lala" n Takul 02

With
love
RINI

MOTTO

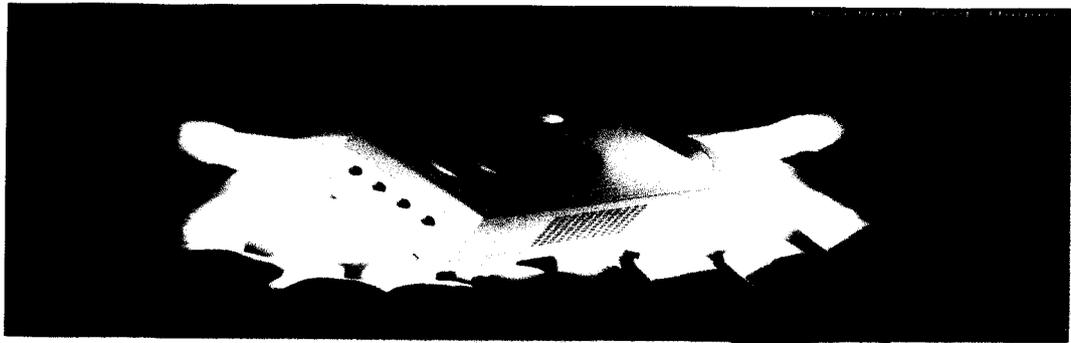
"KEHANGATAN KASIH SAYANG
TAKKAN PERNAH HABIS
DARI ORANG TUA"

"RAHASIA KESUKSESAN TERLETAK
PADA JATI DIRI KITA. HADAPILAH
TANPA RASA TAKUT UNTUK GAGAL"

HIDUPLAH SEPERTI PRINSIP
"BAGAI ORANG NAIK KENDARAAN
MELIHAT KACA SPION SEBENTAR"
-JANGAN KAU MENYESALI
KEJADIAN MASA LALUMU, KARENA
MASA DEPAN MASIH MENANTI
KITA. BILA KAMU MASIH MENGUNGKIT
KEJADIAN MASA LALUMU JANGAN
BERHARAP
UNTUK MAJU -

"PENCARIAN SOBAT SEJATI BAGAI
MENCARI JARUM DALAM JERAMI,
MENCARI
LAWAN BAGAI KREK API BERTEMU
GAS"

"CINTAILAH WANITA DENGAN PENUH
KASIH SAYANG YANG TULUS
JIKA KAU INGIN DISAYANGI"



**Kupersembahkan karya kecilku ini
Untuk :**

**Ayahanda Paroedji HP dan Ibunda Lestari Soelastri
Akhirnya aku dapat menyelesaikan studiku dengan baik,
walaupun rintangan selalu menghadang disetiap
langkahku untuk mencapainya
Beban keluarga akan sedikit berkurang,
Ku meminta doakan aku semoga diberi kemudahan dan
kelancaran dalam hidup ini, agar dapat membahagiakan ibu
bapak.**

**"Mbah Idi, bulek Anik and Lintang cantik makacih atas
nasihat dan sarannya, besok kalo libur kerja aku maen lagi
di Jogja tercinta ini"**

**"Buat alm.Mbah Harjo semoga amal baiknya diterima oleh
Allah SWT (aku kangen masakan mbah klo di Jogja)"
"mas Gik, mbak Mul, mas Tatuk, mas Njo, mas Hari, Tika, Nanik
jaga pesaudaraan keluarga kita"**

**"Mas Fan, mbak Ik, Yumna, Nina (cuplis), Hanna (Genthong)
makasih atas inspirasinya, klo maen ke Jogja mampir t4nya
mbah aja, aku ga bisa nemenin lagi"**

**"Bude Nasiri, mbak Lia, mbak Dyah kapan makan-
makanya?Mas Ardhi kapan mancing maning.....?"**

**"Buat cintaku, jangan menyerah menghadapi masalah
Aku akan menunggumu"**



Untung thanks to :

- ☞ Allah SWT, Sang penerang hati bagi setiap umatnya.
- ☞ Nabi Muhammad SAW, semoga sholawat dan salam tetap terlimpah padamu.
- ☞ Bapak Sukirman, terima kasih atas usaha, dorongan, kesabaran dan kepercayaan kepada kami.
- ☞ Partnerku Rini S Bono, kliru ding S Bon-bon, atau dijuluki Rinsu. Akhirny kita dapat menyelesaikan tugas mulai dari penelitian sampai TA Ngomong-ngomong PW wis ra bingung ya he_2 (maaf klo ada kesalahan yang pernah kubuat baik sengaja atau tidak).
- ☞ Pak dan Gathe, kami ingin makan bareng lagi di waduk sambil nggoreng ikan wadher, he_2, Rini piye makan buah kresen er.
- ☞ Bolo kurewa :
 - Mbegu, malesih nasihatnya, tak lupa makasih pula dah dipinjerni komputerny, cepet nyusul wisuda yap.
 - Heyeg, jangan patah semangat!!! Ojo lali gowo kecap maning. Ucup, ojo koyo kabo turu wae!! Gek cepet lulus ngko nge-Grane opa karambol.
 - Mug Bantul, malesih dah diajak jalan-jalan keliling Bantul City, Septi sorry filmnya rusak besok tak ganti, Oh friends!!
 - O and Sastro nek mergawe sing tenanan. Rip kapan di jalan-jalan bareng?
 - Ndelon (Onde-onde), atika ning ndalan nek digarpuhe_2 Yudhi (Buto), Yebri (sepap), Reza (Redjo Bolot), Indra (Gambuh), Day, Agung (Bajuri), Aan, Dian (Bhotak) ojo nyantai wae, Irfan trims kameranya!
- ☞ Edi (Gombloh) ojo kokean tura Umar Bala, ojo sering bola-bali Lampung, Novi makasih dah diajak kerja partimer.
- ☞ Naim, Irul thanks yap. Ria, makasih dah bantu trus, jadi ngerepoti Capeek deeh.
- ☞ Toni (Toye-x), kangen masakan Solo kill! (HIK opo mie godhog e)
- ☞ Temen2 KKN desa Sangrahan dan KP (Dwi Susilowati)
- ☞ Merry, piye dah ga pusing lagi mikir TA ? Kan dah dapet nilai to, semangat.
- ☞ K 3735 HE, kaulah yang selalu mendampingiku setiap saat.

KATA PENGANTAR



Segala Puji dan Syukur kita panjatkan Ke hadirat Allah SWT sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik. Teriring sholawat serta salam semoga tercurah kepada suri tauladan kita Nabi Muhammad SAW.

Sesuai dengan kurikulum pada program studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Industri Universitas Islam Indonesia, maka salah satu kewajiban bagi setiap mahasiswa adalah menempuh Tugas Akhir yang merupakan syarat yang harus ditempuh untuk menuju kelulusan. Untuk memenuhi kewajiban tersebut, maka kami telah melaksanakan Tugas Akhir dengan mengambil judul Pra rancangan Pabrik Benang Polyester (filament) dengan kapasitas 10.300.000 Kg/tahun.

Terlaksananya Tugas Akhir ini tentu saja tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Fathul Wahid, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Dra. Hj. Kamariah Anwar, M.S, selaku Ketua jurusan Teknik Kimia, FTI UII
3. Ir. H. Sukirman M.M. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan tugas akhir ini.

4. Kepada kedua orang tua penulis dan keluarga besar, atas segala kasih sayang, kepercayaan dan doa yang tiada hentinya.

5. Teman–teman yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan ini masih banyak kesalahan dan kekurangannya. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan penulisan yang akan datang.

Akhirnya penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Wassalamualaikum Wr.,Wb.

Yogyakarta, Februari 2007

Rini Kurniasih (02 521 054)

Untung Budiarto (02 521 083)

ABSTRAKSI

Prarancangan pabrik benang polyester jenis POY dengan nomor benang 235D/48F dari bahan baku chips didirikan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan untuk eksport. Pabrik ini dirancang dengan kapasitas 10.300 ton/tahun. Rencananya pabrik ini didirikan di Karawang di atas lahan seluas 16.000 m². Pabrik ini akan beroperasi selama 24 jam sehari dan 330 hari/tahun dengan jumlah karyawan 140 orang.

Proses produksi dimulai dengan persiapan bahan baku yaitu mengurangi kandungan air dan lapisan film pada chips dicrystallizer dan pemanasan kembali pada dryer. Proses pelelehan chips didalam extruder, Pembentukan filamen dari lubang spinneret, filament-filament disatukan menjadi benang dan penarikan benang dan selanjutnya Proses penggulungan benang dalam bentuk cone. Pada unit utilitas kebutuhan air meliputi air pendingin sebanyak 1.545.000 kg/bulan, 1.425.000 kg/bulan untuk kebutuhan proses. Tenaga listrik yang dibutuhkan sebesar 1.313.154,19 kW dipenuhi dari generator dan PLN. Analisis ekonomi ditunjukkan dengan fixed capital (FC) sebesar Rp 42.549.335.000, working capital (WC) sebesar Rp 104.826.000.000. Persentase Return On Investment (ROI) sebelum pajak yaitu 26,97 % sedangkan setelah pajak sebesar 24,27 %. Pay out time (POT) sebelum pajak yaitu 2 tahun 7 bulan 28 hari, sedangkan setelah pajak yaitu 2 tahun 9 bulan 16 hari. Nilai Break Even Point (BEP) yaitu 44,65 %, Shut Down Point (SDP) yaitu 24,04 %.

Berdasarkan faktor-faktor di atas maka dapat disimpulkan bahwa prarancangan pabrik benang polyester (filament) dengan kapasitas produksi 10.300 ton/tahun layak untuk didirikan.



ABSTRACT

Preliminary plant design of polyester Partially Oriented Yarn (POY) yarn with yarn number 235D/48F used chips as raw material is targeted to domestic demand and an export quota. Target capacity is 10,300 tons per annum. This plant will be built at Karawang, on the area of land 16,000 m². This plant will be operated for 24 hours/day and 330 days/year with 140 employees.

The process will be started with preparation of raw material that is reduce the moisture from chips in the crystallizer and heated in the dryer. Chips are melted in the extruder. Formed of filament from spinneret. Filaments are united become yarn and withdrawal the yarn. The last process is furled the yarn in the cone form. The utility consist of 1.545.000 litres/month for cooling water, 1.425.000 litres/month for processing water. The power of electricity of about 1.313.154,19 kW provide by generators and PLN. An economic analysis showed that this Partially Oriented Yarn plant need to be covered by fixed capital of about Rp 42.549.335.000,00, working capital of about Rp104.826.000.000,00. Percentage of return of investment (ROI) before tax is 26.97% while after tax is 24.27%. Pay out time (POT) before tax is 2 years 7 months 28 days, while after tax is 2 years 9 months 16 days. The value of break even point (BEP) for about 44.65%, shut down point (SDP) of about 24.04%.

Based on the above factors can be concluded that preliminary plant design of polyester yarn with production capacity 10,300 tons/year feasible to be built.



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tinjauan pustaka	6
1.2.1 Serat Polyester dan Pembuatan Chips.....	6
1.2.2 Struktur Kimia Serat Polyester.....	10
1.2.2.1 Sifat Fisika Serat Polyester.....	10
1.2.2.2 Sifat Kimia Serat Polyester.....	12
1.2.3 Tinjauan Produk	13
1.2.3.1 Tinjauan Bahan Baku	14
1.2.3.2 Tinjauan Proses.....	15
BAB II PERANCANGAN PRODUK	17
2.1 Spesifikasi Produk	17
2.2 Spesifikasi Bahan Baku	18
2.3 Pengendalian Kualitas.....	18
2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku	19
2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses.....	21
2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk	23
BAB III PERANCANGAN PROSES	27
3.1 Uraian Proses.....	28
3.1.1 Unit Pengering (Dryer).....	28



3.1.1.1 Pre Conveying	29
3.1.1.2 Conveying	30
3.1.1.3 Crystallizer	31
3.1.1.4 Dryer	33
3.1.1.5 Conveying After Drayer	35
3.1.2 Unit Spinning.....	36
3.1.2.1 Extruder.....	38
3.1.2.2 Melting	40
3.1.2.3 Quenching air	44
3.1.2.4 Boiler	45
3.1.2.5 Take-Up	48
3.1.2.6 Packing.....	51
3.1.3 Spesifikasi Mesin	51
3.1.4 Ketetapan Proses dan Perencanaan Produksi	53
3.1.4.1 Ketetapan Proses	53
3.1.4.2 Perencanaan Produksi	54
BAB IV PERANCANGAN PABRIK.....	67
4.1 Lokasi Pabrik	67
4.2 Tata Letak Pabrik.....	68
4.3 Perencanaan Tata Letak Mesin.....	71
4.3.1 Ruang dan Sarana Pendukung	71
4.3.2 Perawatan Mesin.....	74
4.4 Utilitas.....	76
4.4.1 Unit Penyedia Air.....	77
4.4.1.1 Air Kebutuhan Proses	80
4.4.1.1.a Soft Water.....	80
4.4.1.1.b Demin Water.....	80
4.4.1.1.c Kegiatan Produksi	80
4.4.1.2 Air Kebutuhan Sanitasi.....	81
4.4.1.3 Hydrant	83
4.4.1.4 Air Kebutuhan Sarana Fisik.....	83



4.4.2	Unit Steam	83
4.4.2.1	Steam pada Line Melting	84
4.4.2.2	Steam Cleaner Melting (Burn Out)	84
4.4.3	Air Handling Unit (AHU) dan AC.....	86
4.4.3.1	Air Handling untuk Produksi	86
4.4.3.2	Air Conditioner (AC).....	86
4.4.3.2.a	Jumlah Kebutuhan AC di Ruang Produksi.....	88
4.4.3.2.b	Jumlah Kebutuhan AC dan Kipas Angin di Ruang Non Produksi	88
4.4.4	Air Pressure	89
4.4.5	Unit Penyediaan Listrik dan Pendeteksi Kebakaran	90
4.4.5.1	Penyediaan Tenaga Listrik.....	90
4.4.5.1.a	Listrik Penerangan	91
4.4.5.1.b	Listrik untuk Produksi.....	103
4.4.5.1.c	Listrik untuk Utilitas	104
4.4.5.1.d	Listrik Untuk AC, Kipas Angin dan Pompa hidrant..	105
4.4.5.1.e	Listrik Instrumentasi	108
4.4.5.2	Unit Pendeteksi Kebakaran.....	110
4.4.6	Unit Penyediaan Bahan Bakar	110
4.5	Organisasi Perusahaan	115
4.5.1	Bentuk Perusahaan.....	115
4.5.2	Struktur Organisasi.....	116
4.5.3	Tugas dan Wewenang	117
4.5.4	Kepegawaian.....	122
4.5.4.1	Jam Kerja Karyawan.....	123
4.5.4.2	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji.....	125
4.5.4.3	Sistem Penggajian	127
4.5.4.4	Fasilitas Kesejahteraan Karyawan.....	128
4.6	Evaluasi Ekonomi.....	130
4.6.1	Strategi Pemasaran.....	130
4.6.1.1	Strategi Pembelian Bahan Baku	130



4.6.1.2 Strategi Lokasi.....	131
4.6.1.3 Strategi Distribusi Produk.....	131
4.6.1.4 Strategi Promosi	132
4.6.1.5 Strategi Sumber Daya Manusia (People).....	132
4.6.1.6 Strategi Proses (Process).....	132
4.6.2 Analisa Finansial.....	133
4.6.3 Modal Investasi dan Biaya Operasional.....	136
4.6.3.1 Modal Investasi	136
4.6.3.2 Biaya Operasional.....	141
4.6.4 Sumber Pembiayaan (Modal)	144
4.6.5 Harga Jual Produk	148
4.6.6 Proyeksi Laporan Laba Rugi	150
4.6.7 Analisa Kelayakan	152
4.6.7.1 Analisis Break Even Point (BEP).....	152
4.6.7.2 Analisa Shut Down Point (SDP)	155
4.6.7.3 Analisa Return of Investment (ROI)	156
4.6.7.4 Pay Out Time (POT).....	157
BAB V KESIMPULAN	159
DAFTAR PUSTAKA.....	161
Lampiran	



DAFTAR TABEL

1.1 Data ekspor dan impor benang filamen di Indonesia	4
1.2 Data perhitungan impor trend linier.....	4
1.3 Hasil perhitungan trend linier impor benang filamen 2006 – 2010.....	5
3.1 Pembagian panas pada heater.....	39
3.2 Ketetapan proses produksi benang polyester (Filament).....	53
3.3 Standarisasi produk POY	55
4.1 Jenis dan ukuran ruang.....	72
4.2 Kebutuhan AC ruang produksi.....	88
4.3 Kebutuhan AC Ruang non-produksi.....	88
4.4 Jumlah kuat penerangan pada ruang produksi	92
4.5 Penggunaan lampu diruang non produksi satu	99
4.6 Penggunaan lampu diruang non produksi dua	100
4.7 Kebutuhan listrik untuk mesin produksi	104
4.8 Kebutuhan listrik untuk unit utilitas	104
4.9 Rekapitulasi kebutuhan listrik untuk AC Air Fan	105
4.10 Rekapitulasi kebutuhan listrik untuk AC Window	106
4.11 Rekapitulasi kebutuhan listrik untuk kipas angin.....	107
4.12 Pemakaian listrik berdasarkan area.....	115
4.13 Jadwal kerja shift karyawan	124
4.14 Jabatan dan prasyarat karyawan pabrik benang polyester (filament).....	125
4.15 Penggolongan gaji dan jumlah karyawan	126
4.16 Rekapitulasi analisa finansial	134
4.17 Rekapitulasi biaya bangunan	136
4.18 Rekapitulasi biaya instalasi dan izin usaha	137
4.19 Rekapitulasi biaya sarana dan transportasi.....	138
4.20 Rekapitulasi biaya pembelian mesin produksi	138



4.21 Rekapitulasi pembelian perlengkapan laboratorium.....	139
4.22 Rekapitulasi biaya unit utilitas	140
4.23 Rekapitulasi modal kerja.....	140
4.24 Rekapitulasi gaji karyawan	141
4.25 Rekapitulasi biaya asuransi	142
4.26 Rekapitulasi biaya perawatan	142
4.27 Rekapitulasi biaya depresiasi	143
4.28 Rekapitulasi biaya tetap (<i>Fixed Cost</i>)	144
4.29 Rekapitulasi biaya pembelian Bahan Baku.....	144
4.30 Rekapitulasi biaya pembelian Paper Tube	145
4.31 Rekapitulasi biaya pembelian Bahan Bakar.....	146
4.32 Rekapitulasi biaya tidak tetap (<i>Variabel Cost</i>).....	146
4.33 Rekapitulasi perhitungan angsuran.....	148
4.34 Proyeksi laporan laba rugi.....	151
4.35 Rekapitulasi biaya Variabel Annual (VA)	153
4.36 Rekapitulasi biaya Fixed Annual (FA)	153



DAFTAR GAMBAR

1.1 Reaksi PTA dan MEG	7
1.2 Reaksi Polykondensasi.....	8
1.3 Jenis-jenis polymer	9
1.4 Pandangan melintang dan membujur serat polyester	12
1.5 Flowchart pembuatan benang POY dari chips	15
3.1 Chips berada pada tahap pre Conveying dan Conveying	31
3.2 Chips berada pada tahap Crystallizer.....	33
3.3 Tahap pengeringan chips pada tangki Dryer.....	34
3.4 Tangki batoom hopper	36
3.5 Ruang proses spinning	37
3.6 Skema proses spinning.....	37
3.7 Mesin ekstruder.....	38
3.8 Skema pelelehan chips	40
3.9 Skema proses melting	41
3.10 Motor pump dan spin pack.....	42
3.11 Proses pemberian oli pada benang.....	43
3.12 Ruang spinneret	45
3.13 Skema proses Take-Up	49
3.14 Mesin Take-Up.....	50
4.1 Lokasi pendirian pabrik benang polyester (filament).....	68
4.2 Rincian tata letak bangunan pabrik benang polyester (filament).....	70
4.3 Visualisasi ruang proses pada pabrik benang polyester (filament)	71
4.4 Diagram alir pengolahan air pada perancangan pabrik benang polyester (filament)	79
4.5 Struktur organisai pabrik benang polyester (filament)	117
4.6 Grafik hubungan analisis BEP dan SDP terhadap kapasitas produksi	158

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan menuju negara yang maju disegala bidang, Indonesia diharapkan dapat turut bersaing dengan negara-negara lain di dunia. Kemajuan yang sangat pesat baik dari segi kuantitas maupun kualitas juga dirasakan dalam bidang industri tekstil. Kebutuhan sandang merupakan kebutuhan primer manusia yang senantiasa harus dipenuhi dan hal ini merupakan faktor pemacu meningkatnya kebutuhan manusia akan sandang dari waktu ke waktu.

Pertumbuhan penduduk dunia yang semakin meningkat menyebabkan kebutuhan manusia terhadap bahan sandang juga akan meningkat. Hal ini pula yang mendorong para praktisi industri untuk menghasilkan inovasi-inovasi terbaru dalam produk tekstil yang dihasilkan dari berbagai industri tekstil antara lain pemintalan (*spinning*), pertenunan (*woven*), non woven, garmen dan lain sebagainya.

Industri tekstil dan produk tekstil (TPT) sampai saat ini merupakan industri strategis dalam tatanan perekonomian nasional yang merupakan industri tertua. Di dunia perdagangan, ekspor TPT dan produk-produknya mencapai 16,83 % [1]. Industri ini juga menjadi salah satu kontributor utama sektor manufacturing sebagai motor penggerak perekonomian melalui penciptaan

lapangan kerja dengan penyerapan tenaga kerja yang tinggi dan kontributor utama devisa negara.

Menurut data Badan Pusat Statistik, penyerapan tenaga kerja pada industri TPT mencapai 3 juta orang dengan spesifikasi beberapa sektor industri diantaranya pemintalan, pertenunan, penyempurnaan dan industri pakaian.

Beberapa tahun terakhir pertumbuhan industri tekstil melambat akibat krisis yang berkepanjangan mulai dari tahun 1998-2002, selain itu juga dipengaruhi oleh kompleksitas faktor yang dihadapi, baik dari internal perusahaan, masalah domestik serta dipengaruhi oleh isu-isu non teknis. Akibat dari dampak tersebut kinerja ekspor manufaktur Indonesia tidak semakin baik bahkan untuk produk-produk andalan tertentu eksportnya semakin merosot seperti tekstil dan produk-produknya (TPT). Ketidakkondusifan iklim usaha industri tekstil di Indonesia menjadi penyebab henggangnya beberapa perusahaan dari negara ini [4]. Mulai tersendatnya ekspor TPT Indonesia disebabkan karena industri padat karya ini semakin sulit bersaing dengan China dan negara-negara pesaing lainnya yang bisa beroperasi dengan biaya produksi yang lebih rendah. Selama lima tahun terakhir ini, import TPT China semakin membanjiri pasar dalam negeri [2].

Ini artinya Indonesia menghadapi persaingan ketat dari TPT China tidak hanya didalam negeri tetapi juga dipasar global [3]. Dengan kondisi ini tampaknya perlu sebuah upaya serius untuk menyelamatkan industri tekstil di Indonesia. Untuk dapat bertahan ditengah-tengah krisis, maka industri pertekstilan Indonesia merubah dirinya menjadi industri yang berorientasi ekspor.

Selama ini kita tahu bahwa kebutuhan bahan baku industri tekstil di Indonesia masih didominasi serat kapas, bahkan Indonesia pernah tercatat sebagai konsumen terbesar serat kapas. Dengan kondisi tersebut, harga kapas yang terus meningkat dan kebutuhan bertambah seiring dengan laju pertumbuhan penduduk yang makin besar dan dapat dipastikan kebutuhan akan sandang pun akan meningkat. Hal ini dapat dijadikan peluang untuk mengembangkan serat sintetik sebagai pengganti serat kapas. Salah satunya adalah serat polyester. Sebagai contoh produknya yaitu benang polyester (filament) atau benang POY (*Partially Oriented Yarn*).

Produksi benang filamen didunia mencapai sekitar 53,5 juta ton, naik 2% dibanding tahun 2002. Meskipun benang stapel pendek masih mendominasi pangsa pasar dunia dengan pangsa pasar sebesar 57,5 %, benang filament menunjukkan perkembangan yang lebih dinamis selama periode tersebut dengan tingkat pertumbuhan rata-rata per tahun sebesar 5,1 % atau menguasai 33,4 % pasar dunia. Sedangkan benang stapel pendek hanya tumbuh rata-rata per tahun sebesar 1,9 %. Hal ini menunjukkan bahwa potensi pertumbuhan benang filament domestik sangat tinggi dengan diikutinya perkembangan jumlah penduduk dan industri pertenunan yang naik tiap tahunnya. Kondisi ini menandakan bahwa pabrik benang filament polyester memberikan prospek yang cukup baik.

Berdasarkan data yang bersumber dari BPS yang diolah oleh API bahwa kenaikan terjadi pada ekspor dan impor sebagaimana tertera pada table 1.1:

Tabel 1.1 Data ekspor dan impor benang filament di Indonesia

Tahun	Eksport		Import	
	Volume(Kg)	Nilai (US\$)	Volume(Kg)	Nilai (US\$)
2001	712.512.623	1.242.146.184	76.024.115	264.182.267
2002	762.472.518	1.217.894.146	84.702.674	223.481.256
2003	700.252.238	1.238.084.631	93.127.514	199.759.811
2004	720.625.192	1.480.157.872	109.738.465	244.888.563
2005	795.218.302	1.621.280.050	127.747.369	267.040.348

Sumber : Badan Pusat Statistik (diolah oleh API)

Berdasarkan data diatas maka dapat diprediksikan kebutuhan volume import pada tahun 2010 dengan meninjau kapasitas import pada tahun 2001 adalah 76.024.115 Kg sampai tahun 2005 adalah 127.747.369 Kg. Apabila menggunakan metode perencanaan trend linier maka kebutuhan impor benang filament di Indonesia pada tahun berikutnya dapat diperkirakan :

Tabel 1.2 Data perhitungan impor trend linier

TAHUN (n)	KODE (X)	PREDIKSI (Y)	X ²	X . Y
2001	-2	76.024.115	4	-152.048.230
2002	-1	84.702.674	1	-84.702.674
2003	0	93.127.514	0	0
2004	1	109.738.465	1	109.738.465
2005	2	127.747.369	4	255.494.738
	0	491.340.137	10	128.482.299

$$Y = A + B \cdot X$$

$$A = \frac{\sum Y}{n}$$
$$= \frac{491.340.137}{5}$$

$$= 98.268.027,4$$

$$B = \frac{\sum (X \cdot Y)}{\sum X^2}$$
$$= \frac{128.482.299}{10}$$

$$= 12.848.229,9$$

Keterangan :

A : Rata-rata permintaan masa lalu

B : Koefisien yang menunjukkan perubahan setiap tahun

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

X : Waktu tertentu yang telah diubah dalam bentuk kode

**Tabel 1.3 Hasil perhitungan trend linier impor benang filament
2006 – 2010**

TAHUN	KODE (X)	PREDIKSI (Y)
2006	3	136.812.717,1
2007	4	149.660.947,0
2008	5	162.509.176,9
2009	6	175.357.406,8
2010	7	188.205.636,7

Berdasarkan hasil perhitungan, maka peramalan kebutuhan benang filament untuk domestik pada tahun 2010 mencapai 188.205.636,7 Kg/tahun, sehingga terdapat selisih dari tahun 2006 sampai dengan 2010 sebesar 51.392.919,6 Kg/tahun.

Pendirian pabrik benang polyester (filament) dengan kapasitas produksi 10.300.000 kg/tahun yang diperoleh dari penetapan produksi 20 % dari ramalan kebutuhan benang filament pada tahun 2010 ditargetkan mampu memenuhi kebutuhan lokal maupun interlokal.

Dalam rangka mempertahankan kontinuitas proses produksi, pemenuhan kebutuhan bahan baku diperoleh dengan cara kerja sama dengan PT. Polysindo Eka Perkasa sebagai pemasok chips. Sasaran produk benang POY ini ditargetkan untuk memenuhi pasar domestik dan pasar global seperti Malaysia, Pakistan, dll. Sistem yang digunakan adalah sistem kemitraan antara industri pabrik tekstil lainnya (spinning, texturising, dan sebagainya).

1.2 Tinjauan Pustaka

1.2.1 Serat Polyester dan Pembuatan Chips

Serat polyester dikembangkan oleh J.R Whinfield dan J.T Dickson dari Calico Printers Association. Serat ini merupakan pengembangan dari polyester yang telah ditemukan oleh Carothers. ICI di Inggris memproduksi serat polyester dengan nama Terylene dan kemudian Du Pont di Amerika pada tahun 1953 juga membuat serat polyester berdasarkan patent dari Inggris dengan nama Dacron [6].

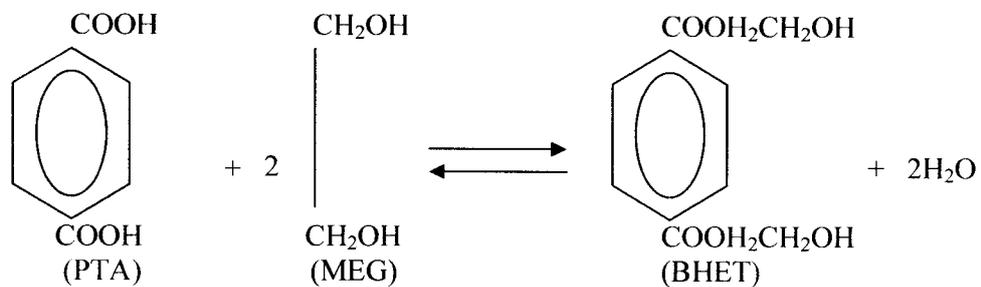
Secara garis besar pembuatan chips dibagi menjadi 2 tahapan, yaitu : [7]

- a. Tahap esterifikasi
- b. Tahap polykondensasi

➤ Tahap esterifikasi

Tahap esterifikasi dilakukan reaksi antara PTA dan MEG untuk menghasilkan BHET dan air. Fungsi dan tahap ini adalah untuk mendapatkan monomer ester yang nantinya dipolimerisasikan menjadi polyester ditahap polikondensasi.

Adapun reaksinya sebagai berikut :



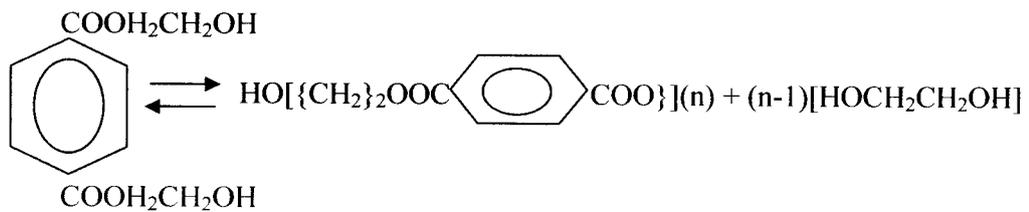
Gambar 1.1 Reaksi PTA dan MEG

Reaksi diatas berjalan dengan atau tanpa katalis dan merupakan reaksi kesetimbangan dimana kondisi yang paling menguntungkan dicapai dengan menggunakan perbandingan mole. Perbandingan ini dimaksudkan agar jumlah MEG yang digunakan berlebih, sehingga reaksi yang terjadi bergeser kekanan. Air yang terbentuk harus di ambil agar reaksi yang terjadi bergeser kekanan. Pada esterifikasi ini mulai terjadi proses pembentukan monomer-monomer Ester.

➤ Tahap polykondensasi

Reaksi ini terjadi pada temperatur 280°C dan merupakan reaksi kesetimbangan BHET yang berasal dari hasil reaksi esterifikasi polimer di kondensasikan dengan kondisi vakum dimana EG yang terbentuk langsung dikeluarkan.

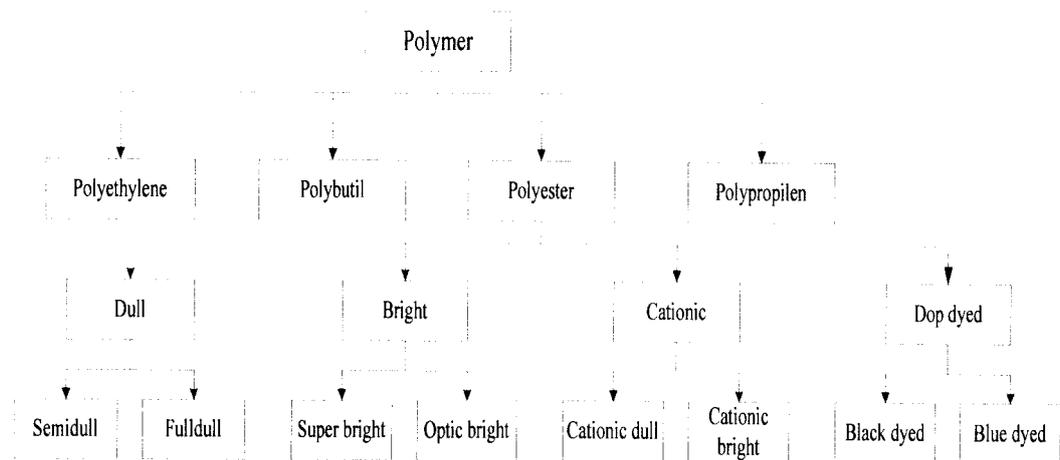
Adapun reaksi Polykondensasi adalah :



Gambar 1.2 Reaksi Polykondensasi

Proses polykondensasi ini juga terjadi dalam dua tahap yaitu reaksi pada reaktor prepoly dan reaktor finisher. Pada reaksi polykondensasi monomer-monomer ester saling berkaitan membentuk rantai-rantai ester yang panjang. Untuk kedua tahap ini diproses dengan kondisi operasi yang berbeda, produk dari reaksi ini dihasilkan polyester chip yang kemudian akan diproses menjadi benang filament.

Secara garis besar jenis polyester dapat dilihat pada bagan dibawah ini.



Gambar 1.3 Jenis-jenis polymer

Ada beberapa jenis benang polyester yang lazim diproduksi antara lain: [9]

1. Semi Dull

Semi dull merupakan jenis polyester yang berwarna putih dan agak buram. Dengan kandungan Titanium Dioksida (TiO_2) 0,35% dan zat warna yang digunakan pada proses dyeing adalah dispersi.

2. Full Dull

Full Dull merupakan jenis polyester yang berwarna putih dan sangat buram. Dengan kandungan Titanium Oksida (TiO_2) 2% dan zat warna yang digunakan pada proses dyeing adalah dispersi. Perbedaannya dengan semi dull, dikarenakan full dull lebih kuat menyerap serta mengikat zat warna dibanding semi dull. Sehingga efek setelah dyeing benang full dull kelihatan lebih gelap (dark) dari semi dull.

3. Bright

Bright merupakan jenis polyester yang berwarna bening dan mengkilap. Dengan kandungan Titanium Okside (TiO_2) 0%. Apabila benang dari jenis polyester bright didyeing maka efek hasil dari pada dyeing berwarna cerah (light) serta mengkilap.

4. Cationik

Cationik merupakan jenis polyester berwarna putih bersih. Cationik jenis polyester yang menggunakan zat Sodium Bisulfonat yang tidak dapat bereaksi dengan zat warna dispersi sehingga benang jenis ini hanya mampu menyerap zat warna Cationik seperti Maxilon Blue.

5. Dop Dyed

Dop dyed merupakan jenis polyester yang sudah berwarna dengan menggunakan zat warna estofil pada proses pembuatan chips, sehingga benang dop dyed tidak mudah luntur.

1.2.2 Struktur Kimia Serat Polyester

Polyester adalah suatu ester yang linier, yang dibuat dengan mereaksikan asam dikarboksilat dengan suatu diol.

1.2.2.1 Sifat Fisika Serat Polyester

Diantara sifat polyester yang menonjol adalah kekuatannya yang tinggi baik basah maupun kering dan modulus elastisitasnya sangat tinggi. Karena kekuatannya basah dan kering sama, maka serat polyester tidak banyak mengalami kerusakan pada proses basah. Serat polyester mempunyai kemampuan

yang tinggi untuk kembali keasalnya bila gaya yang diberikan kepadanya tidak terlalu besar. Sifat lain yang penting adalah keawetan lipatannya, ini disebabkan kain polyester bersifat thermoplastik. Apabila kain polyester terlipat karena panas, misalnya panas seterika, maka lipatan ini akan tahan (masih terlihat) walaupun dilakukan pencucian.

Sifat-sifat fisika serat polyester untuk lebih jelasnya adalah sebagai berikut, yaitu:

[6]

a. Kekuatan dan mulur

Terylene mempunyai kekuatan dan mulur dari 4 gram, 25 % sampai 7,5 % bergantung pada jenisnya. Sedangkan Dacron mempunyai kekuatan dan mulur dari 4,0 gram/denier dan 40 % sampai 6,9 gram/denier dan 11 %

b. Elastisitas

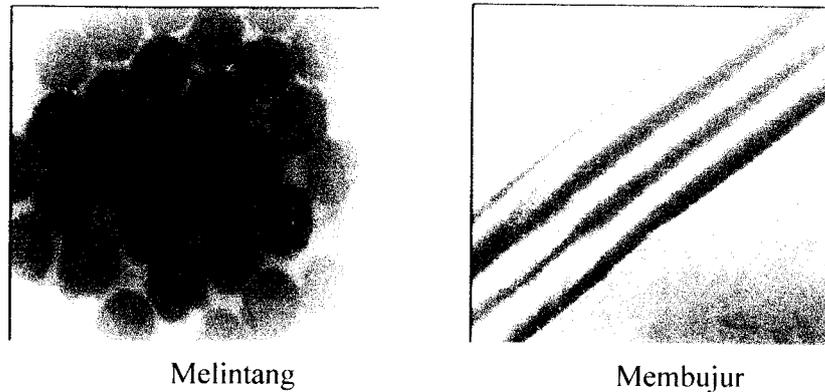
Polyester mempunyai elastisitas yang baik sehingga kain polyester tahan terhadap kekusutan.

c. Moisture Regain.

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

d. Morfologi.

Salah satu contoh penampang melintang serat polyester berbentuk silinder (circular) seperti ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 1.4 : Pandangan melintang dan membujur serat polyester

e. Modulus

Polyester mempunyai modulus awal yang tinggi. Pada pembebanan 0,5 gram/denier polyester hanya mulur 1 % saja, dan pada pembebanan 1,75 gram/denier hanya mulur 2 %.

f. Berat Jenis

Berat jenis polyester berkisar antara 1,38 – 1,40.

1.2.2.2 Sifat Kimia Serat Polyester

a. Ketahanan Terhadap Zat Kimia

Dengan adanya gugusan ester memungkinkan serat polyester akan mudah terpengaruh oleh alkali. Tetapi dalam kenyataannya serat polyester ternyata tahan alkali, tidak seperti dugaan semula. Ketahanan tersebut disebabkan oleh karena seratnya tidak menggelembung dalam air dan hanya terjadi pembasahan pada permukaan saja.

Polyester tahan asam lemah meskipun pada suhu mendidih dan tahan asam kuat dingin. Polyester tahan basa lemah tetapi kurang tahan basa kuat. Polyester juga tahan terhadap zat oksidator, alkohol, keton, sabun dan zat-zat untuk pencucian kering. Selain itu juga tahan terhadap insektisida-insektisida, tidak seperti serat alam.

b. Titik leleh

Polyester meleleh pada suhu 250 °C dan tidak menguning pada suhu tinggi.

c. Mengkeret

Benang Terylene apabila direndam dalam air mendidih akan mengkeret sampai 7 % atau lebih. Dacron dalam perendaman 70 menit mengkeret 10–14 %.

d. Zat Pengelembung

Polyester akan menggelembung dalam larutan 2 % asam benzoat, asam salisilat, fenol dan meta-kresol dalam air.

1.2.3 Tinjauan Produk

Benang POY merupakan salah satu bentuk produk tekstil yang berupa benang polymer setengah jadi, artinya benang ini masih dapat diproses lebih lanjut sesuai kebutuhan sebagai bahan baku pembuatan kain. Produk benang POY dipengaruhi oleh bahan baku jenis chipsnya, bentuk lubang spinneret yang menentukan bentuk benang terhadap cross section filament dan guide roll yang menentukan draft atau penarikan.

Sifat dari benang POY adalah :

- Memiliki nilai shrinkage $\geq 50 - 55 \%$, sedangkan untuk benang texture lebih kecil yaitu $\leq 50 \%$
- Kemampuan benang POY menyerap zat warna lebih cepat yaitu pada temperatur $50 \text{ }^\circ\text{C}$ jika dibandingkan benang texture yaitu $100 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Susunan seratnya masih bersifat amorf dan stabil.
- Mempunyai elongation yang tinggi sehingga tidak mudah putus dengan nilai elongationnya adalah 120% , sedangkan pada benang texture adalah 20% .

Proses pembuatan benang POY bersifat kontinyu artinya proses ini harus dikerjakan terus menerus agar nantinya tidak menimbulkan kerusakan benang akibat penggumpalan chips yang telah meleleh. Berbagai macam bentuk benang pada dasarnya ditentukan oleh dua faktor utama yaitu mesin dan tujuan penggunaannya (*end produk*). Faktor mesin mempunyai pengaruh terhadap benang dalam proses weaving, artinya benang ini dapat diolah dan diproses dalam pembuatan kain sehingga diperoleh hasil yang maksimal sedangkan faktor tujuan adalah dengan menggunakan benang tertentu akan menghasilkan kain sesuai rencana penggunaan dan keuntungan secara ekonomi tanpa meninggalkan karakteristik benang yang digunakan.

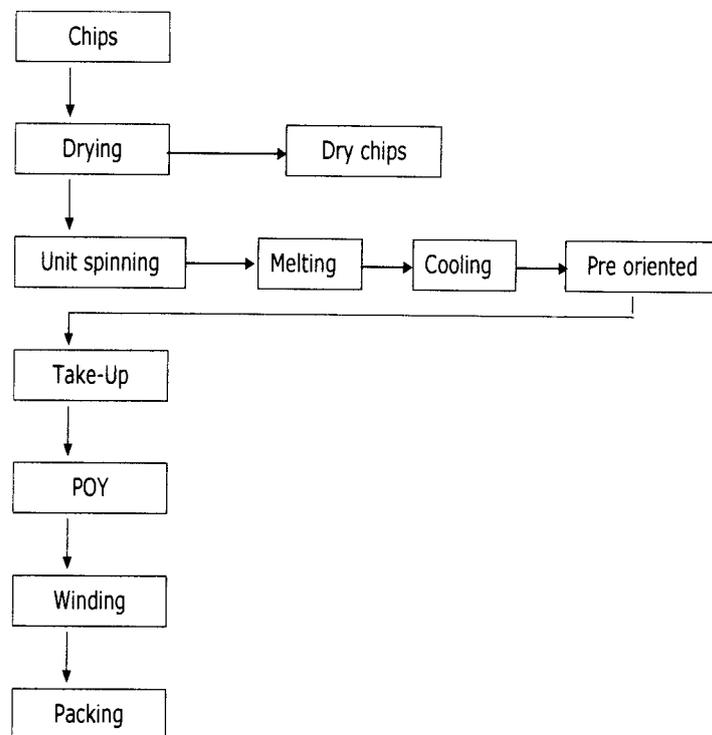
1.2.3.1 Tinjauan Bahan Baku

Sebelum proses produksi dilaksanakan hal terpenting yang perlu diperhatikan dalam proses produksi adalah proses persiapan bahan baku, yaitu

proses pengecekan chips yang merupakan bahan baku dalam pembuatan benang sesuai dengan kebutuhan. Pengalaman pasar serta pengetahuan akan proses yang ada akan mendukung langkah pemilihan bahan baku. Pemilihan bahan baku yang lebih berorientasi pada kuantitas daripada kualitas akan menurunkan efisiensi kerja yang dapat mengurangi keuntungan.

Jenis chips yang digunakan dalam industri tekstil benang polyester (filament) diantaranya semi dull, bright, cationik, full dull, dll. Perbedaan dari chips-chips tersebut adalah kandungan TiO_2 (Titanium dioksida).

I.2.3.2 Tinjauan Proses



Gambar 1.5 Flowchart pembuatan benang POY dari chips

Spinning adalah proses pembuatan benang baik yang terbuat dari serat alam (*natural*) misalnya kapas, serat semi sintetik misalnya rayon, maupun serat buatan (*synthetic*) misalnya polyester. Sistem pemintalan pada serat sintetik dibagi menjadi tiga yaitu pemintalan basah (*wet spinning*), pemintalan kering (*dry spinning*), dan pemintalan leleh (*melt spinning*). Untuk perencanaan perancangan pabrik ini pembuatan benang POY mempergunakan sistem pemintalan leleh dengan bahan baku utamanya berupa chips.

Pada prinsipnya urutan proses pembuatan benang POY umumnya sama hanya saja tergantung pada perlakuan jenis bahan baku yang dipergunakan, spinneret dan roll – roll pada saat terjadinya proses winding.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

Perancangan produk ditargetkan untuk memproduksi benang POY (*Partially Oriented Yarn*) dengan bahan baku chips yang didatangkan dari salah satu suplayer yaitu PT. Polysindo Eka Perkasa.

2.1 Spesifikasi Produk

Berdasarkan uraian diatas, maka benang yang akan diproduksi ditargetkan dapat memenuhi standar kualitas produk yang sesuai dengan Standar Industri Indonesia (SII).

Spesifikasi secara umum meliputi :

Jenis produk	: POY (<i>Partially Oriented Yarn</i>)
Nomor benang (D/F)	: 235D/48F
Tenacity	: 2,5 gram/denier
Mulur	: 120 ± 5 %
Draw Force	: 84,60 cN
BWS	: 67,07
%OPU	: 0,35 %
Cross section	: circular

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

Di dalam uraian proses produksi bahan baku yang dipergunakan merupakan satu diantara faktor-faktor penting untuk menentukan baik atau tidak produk yang dihasilkan. Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan benang POY pada pra rancangan pabrik ini berupa chips.

Spesifikasi chips sebagai berikut :

- Jenis chips : Semi Dull
- Grade chips : berwarna putih dan agak buram
- Intrinsic viscosity (IV) : $0,625 \pm 0,015$ dL/g
- -COOH : ≤ 40 meq
- Colour
 - L : $\geq 75,0$
 - b : $\leq 5,0$
- Chips/gram : 25 pcs
- Moisture : $\leq 0,2$ % wt
- Ash content : $0,33 \pm 0,03$ % wt
- Kandungan TiO_2 : 0,35%

2.3 Pengendalian Kualitas

Kualitas merupakan faktor penting untuk memelihara hubungan dengan konsumen, baik konsumen pada tingkat end-user, maupun distributor, karenanya pelaksanaan pengendalian kualitas pada pra rancangan pabrik pemintalan benang

POY dilakukan mulai persiapan bahan baku, selama proses berlangsung dan setelah menjadi produk. Pengendalian kualitas yang dilakukan antara lain :

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Sebelum proses produksi dilaksanakan hal terpenting yang perlu diperhatikan dalam proses produksi adalah proses persiapan bahan baku, yaitu proses pengecekan kualitas chips. Pengalaman pasar dan pengetahuan akan proses yang ada terhadap pemilihan bahan baku yang lebih berorientasi pada kuantitas daripada kualitas akan menurunkan efisiensi kerja yang dapat mengurangi keuntungan. Bahan baku chips ini didatangkan dari pabrik PT. Polysindo Eka Perkasa. Pengadaan bahan baku yang cepat akan lebih baik karena pabrik ini harus dijalankan secara kontinyu.

Adapun pelaksanaan pengujian bahan baku chips meliputi :

- Analisa Intrinsic Viscosity (IV)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui limit dari rasio antara harga logaritma naturalis dari viskositas relatif larutan pada konsentrasi polymer tertentu (C) terhadap viskositas. Viskoitas relative didefinisikan sebagai perbandingan waktu alir (flow) antara larutan polymer terhadap larutan solvent murni. Standart nilai I.V yang digunakan adalah $0,625 \pm 0,015$ dL.

- Analisa Kandungan -COOH

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui degradasi (perubahan warna) polyester oleh gugus -COOH. Carboxyl Group (-COOH) merupakan group karboksilate yang terbentuk karena adanya oksidasi

pada ikatan rantai polymer. Pada dasarnya pembentukkan $-COOH$ karena panas hidrolisa dan panas oksidasi pada saat terjadi degradasi polymer. Bila kandungan gugus karboxyl didalam polymer terlalu tinggi, maka warna polymer sedikit kekuningan. Hal ini akan mempengaruhi kemampuan polymer (benang) dalam mengikat zat warna akibat distribusi berat molekul yang tidak sama. Standart nilai kandungan $-COOH$ yang digunakan adalah ≤ 40 meq/Kg.

- Analisa Ultra Violet Test

Pengujian ini bertujuan untuk mengamati derajat oksidasi yang terjadi pada chips dan benang yang ditunjukkan dengan adanya variasi yang terjadi dibawah sinar ultra violet. Variasi ini disebabkan adanya ketidakseragaman proses oksidasi yang terjadi selama pembuatan chips.

- Analisa Warna Chips

Pengujian ini bertujuan untuk mengukur dan mengetahui warna chip berdasarkan skala warna dari CIE lab (L^*, a^*, b^*). Pengukuran warna tristimulus dilakukan untuk mengetahui warna sample yang diukur dalam tiga photocell dengan menggunakan filter warna merah, hijau dan biru.

Standart nilai skala warna L^* yang digunakan adalah ≥ 75 sedangkan nilai b^* adalah ≤ 5 .

- Analisa Moisture Content

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui banyaknya kandungan air yang terdapat pada sample. Standart nilai analisa moisture content yang digunakan adalah $\leq 0,2$ % wt (% berat).

- Analisa ASH Content

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar abu sebagai senyawa organik yang terkandung didalam chip dan benang polyester. Standart nilai analisa ash content yang digunakan adalah $0,33 \pm 0,03$ % wt (%berat).

2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses

Pengendalian kualitas proses dilakukan dengan tujuan untuk mempertahankan kualitas produk yang dihasilkan agar sesuai dengan standart yang telah ditetapkan. Pengendalian kualitas proses dilakukan sejak proses dimulai hingga proses selesai. Proses pengendalian kualitas antara lain :

- Dryer system

- Raw matreial

Chips yang sudah dicek di laoboratorium dan dinyatakan memenuhi standart siap untuk dilakukan pengangkutan dan dimasukkan didalam feeding silo. Pengecekan dilakukan setiap material datang ke pabrik dan menyimpannya di gudang sehingga pada saat dibutuhkan tinggal mengambilnya.

- Crystalizer

Bagian mesin yang berfungsi untuk mengeringkan chips menjadi bentuk kristal (proses pengkristalan) dengan mengurangi kandungan airnya dengan penumpukan chips maksimal 30 cm. Apabila kadar air dalam chips terlalu banyak dapat mengakibatkan chips yang sudah menjadi polymer pada saat ditarik akan menjadi lembek, sedangkan apabila kandungannya terlalu sedikit maka

pada saat menjadi polymer dan mengalami penarikan akan menjadi mudah putus. Lamanya waktu yang diperlukan aliran chips berada didalam cristalliser \pm 20 menit.

- Dryer, chips dalam dryer mesin dipanaskan dengan menggunakan udara yang berasal dari heater yang berupa udara kering dari dryer heater. Udara sebelum masuk harus dikondisikan terlebih dahulu dengan kandungan O_2 dan H_2O beserta kandungan lainnya yang diturunkan suhunya oleh air dryer, sehingga tersisa kandungan Nitrogennya. Lamanya chip berada dimesin dryer (residence time) adalah 3 – 4 jam sehingga dengan kadar dibawah 30 ppm chips sudah siap dilelehkan dalam mesin extruder.

- Spinning system

- Extruder

Chips yang masih dalam bentuk butiran-butiran dilelehkan dengan heater dengan suhu berkisar antara 270 – 300 °C yang berasal dari uap boiler. Putaran screw extruder berfungsi untuk mendorong polymer sehingga diperoleh pelelehan yang kontinyu dengan adanya gerakan motor extruder.

- Melting dan Quenching Air

Sebelum filament keluar dari spinneret, perlu dilakukan pendinginan dengan quenching air yang terlebih dahulu dilakukan penyaringan untuk mendapatkan udara yang bersih. Banyaknya

jumlah filament tergantung pada banyaknya lubang spinneret dan bentuk lubang spinneret disesuaikan dengan kebutuhan.

➤ Boiler

Alat yang berfungsi untuk memanaskan dowtherm menjadi vapour yang digunakan untuk menjaga temperature pada melting line untuk mempertahankan temperatur polymer yang berasal dari CPF agar tidak membeku.

➤ Take Up

Merupakan lanjutan dari proses melting, dimana filament yang ada dirangkap menjadi subtow dan akhirnya akan digulung menjadi Partially Oriented Yarn (POY).

2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk

Kualitas produk yang baik minimal harus dipertahankan sesuai dengan standart. Kemampuan tingkat penjualan produk dapat dinilai atau ditentukan oleh konsumen berdasarkan kualitas, sebab dengan kualitas yang dimiliki mempunyai ketahanan produk yang baik. Untuk pengendalian kualitas diharapkan kualitas produk dapat dipertahankan pada tingkat yang masih dapat diterima oleh konsumen dengan biaya yang minimum.

Pada perancangan pabrik pemintalan benang POY pengendalian kualitas produk jadi dilakukan dengan cara:

- Pengujian kualitas benang POY
- Untuk mengetahui kandungan yang terdapat pada benang POY sebagai produk jadi yang berkualitas maka diperlukan analisa properties benang.

Hal-hal yang terkait dalam properties benang POY adalah :

➤ Denier

Denier adalah berat benang dalam satuan gram persatuan panjang dalam 9.000 meter. Untuk mengetahui denier, maka benang direeling 90 kali kemudian benang ditimbang dengan menggunakan analytical balance dengan berat benang aktual x 100. Pada perancangan ini toleransi denier adalah $\pm 2\%$.

➤ Cross section

Untuk mengetahui variasi dari potongan melintang filament POY sehingga dapat diketahui dengan pasti spinneret yang digunakan di proses spinning.

Beberapa macam cross section yang dipergunakan dalam industri, yaitu :

- Circular ()
- Trilobal ()
- Pentalobal ()
- Hexalobal ()
- Octolobal ()

➤ Uster

Untuk mengetahui kerataan permukaan dari benang (*surface thickness uniformity*), dan untuk mengetahui adanya variasi massa sepanjang benang.

➤ Tenacity dan elongation

Tenacity bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik terhadap benang. Elongation bertujuan untuk mengetahui nilai prosentase kemuluran setelah penarikan terhadap benang. Pada perancangan ini toleransi yang diberikan untuk tenacity antara $\pm 0,2 - 0,3$ gram/denier sedangkan toleransi untuk elongation antara $\pm 4 - 5$ %.

➤ %OPU

Pengujian prosentase Oil Pick Up (%OPU) bertujuan untuk mengetahui nilai prosentase kandungan oil, agar menghindari adanya muatan listrik statis pada benang. juga untuk mengikat filament benang selama proses. Pada perancangan toleransi yang diberikan adalah $\pm 0,03 - 0,05$ %.

➤ Draw Force

Pengujian draw force bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik benang POY. Untuk bagian benang yang bersifat amorf akan mempunyai kekuatan tarik rendah sedangkan yang bersifat kristalin kekuatan tariknya tinggi.

➤ Shrinkage

Pengujian shrinkage bertujuan untuk mengetahui panjang benang setelah mengalami kerutan akibat pemanasan. Pengujian ini menggunakan air yang telah dididihkan hingga $\pm 100^{\circ}\text{C}$ selama 10 menit (Boiling Water Shrinkage). Shrinkage mempunyai toleransi ± 3 hingga 5 %.

- Mengemas produk dengan baik.
- Mengatur kelembaban ruang penyimpanan.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

Proses produksi adalah sebuah rantai proses menentukan material, mengolah, memasarkan, hingga produk itu kembali ke perusahaan dalam bentuk konsep pengembangan terhadap produk baik kelemahan maupun kelebihan. Kualitas produk tidak dapat hanya memfokuskan pada bagian tertentu saja tanpa memikirkan proses yang lain, keberhasilan dari produk industri menjadi tanggung jawab semua departemen, tidak bisa keberhasilan hanya dibebankan kepada salah satu departemen.

Proses pembuatan benang POY dengan bahan baku chips menjadi benang yang mempunyai komposisi tertentu disamping grade, sifat fisik benang filament yang sesuai dengan permintaan konsumen.

Prinsip dasar dari proses pemintalan leleh, yaitu:

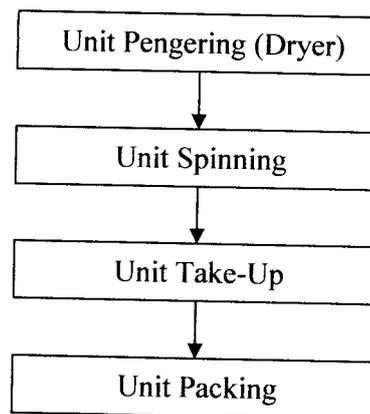
- a. Pengecekan chips dalam laboratorium.
- b. Menampung chips sementara didalam chips charging hopper yang diteruskan pada penampungan raw chips silo.
- c. Mengurangi kandungan moisture dan lapisan film pada chips diproses crystallizer dan pemanasan kembali pada dryer
- d. Proses pelelehan chips didalam extruder dengan pemanasan yang berbeda-beda dan mendorong polymer agar dapat masuk ke CPF dengan alat screw.

- e. Pembentukan filamen dari lubang spinneret akibat adanya gerakan spin pump yang mendorong melt keluar melewati spinneret dan pembentukan orientasi molekul polymer dengan udara dingin yang berasal dari quenching air.
- f. Penyatuan filament-filament menjadi benang dan penarikan benang pada saat melewati guide roll 1 dan 2.
- g. Proses penggulungan benang dalam bentuk cone dengan berat tertentu.

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

3.1 Uraian Proses

Alur proses produksi benang POY :



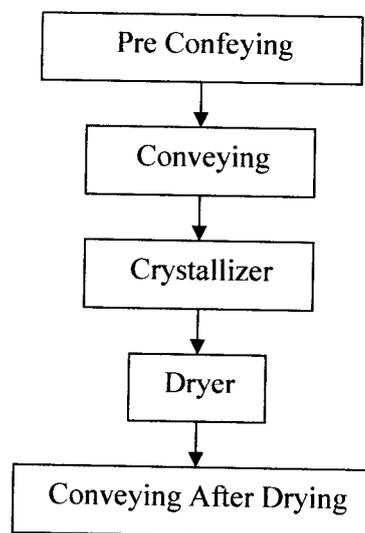
3.1.1 Unit Pengereng (Dryer)

Unit pengereng (dryer) adalah unit yang berfungsi untuk mengurangi kadar air dalam chips sesuai yang dikehendaki. Chips di dalam dryer tersebut dipanaskan dengan udara yang berasal dari heater. Udara tersebut merupakan

udara tekan yang disuplai dari utilitas dan telah dihilangkan kandungan air dan udaranya sehingga diperoleh kandungan udara yang mempunyai sifat seperti nitrogen.

Sistem kerja mesin-mesin berawal dari atas ke bawah. Hal ini dikarenakan ada bagian tertentu dari mesin yang memanfaatkan gaya gravitasi untuk mentransfer chips. Sedangkan material yang dipakai berada dibawah. Untuk itu diperlukan alat berupa air dryer dengan hasil udara tekan yang telah diatur secara auto.

Proses aliran chips yang berada pada dryer :



3.1.1.1 Pre Conveying

Chips yang telah memenuhi standar pengecekan kualitas di laboratorium dimasukkan ke dalam chips charging hopper ± 8 bag/shift (1 bag = 1321,83 Kg). Chips charging hopper adalah tangki penampung yang berfungsi menampung chips dari bag ke wet chips silo (raw chips silo). Mekanisme perjalanan chips adalah

“chips-udara-chips-udara-dst”, hal ini dikarenakan agar tidak terjadi bloking di pipa. Akibat adanya gaya gravitasi, chips turun dan masuk pada rotary feeder yang akan mengatur seberapa banyak chips yang akan ditransfer. Chips didorong dengan udara tekan (air pressure) yang bertekanan 2-3 bar dan dengan cara tact scub valve, 1 dan 2 membuka dan menutup secara bergantian. Untuk mengatur debit chips yang akan masuk ke unit pre conveying terdapat suatu alat yaitu Air Lock I yang bekerja secara otomatis. Pada tahap pre conveying terdapat unit sensor yang digunakan untuk mengetahui besarnya tekanan udara dari utilitas yang masuk ke wet chips silo.

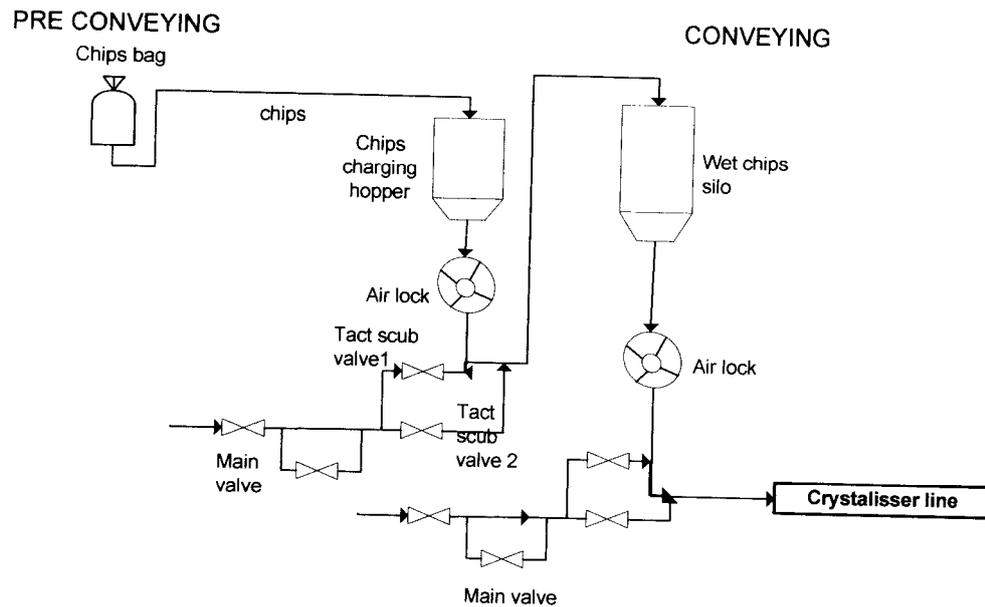
3.1.1.2 Conveying

Wet chips silo adalah tangki tempat penampungan chips sementara yang berasal dari chips charging hopper. Mekanisme pada tahap conveying, chips turun dari wet chips silo ke dalam air lock II karena adanya gaya gravitasi. Sebelum masuk ke dalam air lock II, chips terlebih dahulu melewati metal detector yang dilengkapi sensor untuk mendeteksi apakah dalam silo terdapat logam atau benda asing yang akan masuk ke crystallizer hopper bersama chips sebelum masuk pada crystallizer hopper.

Mekanisme kerja metal detector adalah :

- Metal detector berupa 3 Y valve. Pada saat normal lubang yang lurus ke bawah terbuka dan lubang ke arah drain tertutup.
- Apabila di dalam chips terdapat unsur metal, lubang valve yang lurus ke bawah tertutup dan sebaliknya lubang valve yang ke arah drain terbuka, sehingga chips dan unsure metal terbuang keluar.

- Chips ditransfer sama seperti pre conveying, yaitu didorong dengan udara bertekanan sekitar 2-3 bar dan dengan cara tact scub valve, 1 dan 2 membuka dan menutup secara bergantian.



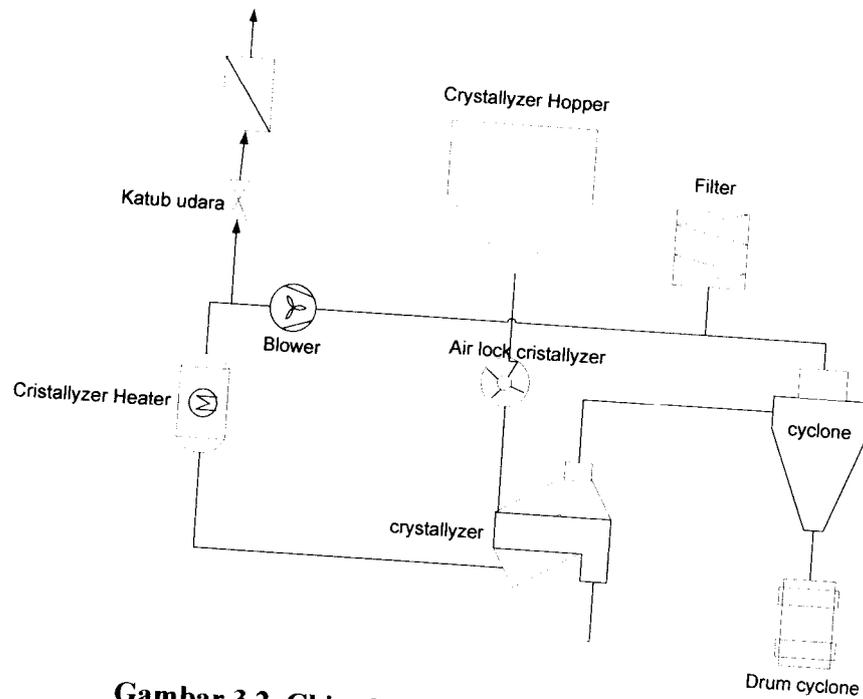
Gambar 3.1 Chips berada pada tahap pre conveying dan conveying

3.1.1.3 Crystallizer

Crystallizer adalah mesin yang berfungsi untuk mengkristalkan chips (pelepasan lapisan film pada permukaan chips) dan mengurangi kandungan air dalam chips. Sebelum chips masuk pada crytallizer terlebih dahulu ditampung dalam tangki crystallizer hopper. Chips yang berada didalam cystallizer hopper akan turun ke crystallizer akibat gaya gravitasi dan diatur debitnya oleh air lock crystallizer.

Didalam crystallizer, chips dikurangi kadar airnya karena bila kadarnya terlalu banyak akan menyebabkan chips yang sudah menjadi polymer pada saat ditarik akan terlalu lembek sebaliknya bila kadar air terlalu sedikit maka filament mudah putus saat ditarik.

Pengurangan kadar air chips di crystallizer dilakukan dengan cara dihembuskan udara tekan yang sudah dipanaskan di heater, setelah udara digunakan untuk memanaskan chips maka temperaturnya akan berkurang dan dimungkinkan mengandung debu. Debu juga dapat berasal dari pengelupasan permukaan chips yang dipanaskan menjadi berbentuk kristal, oleh sebab itu udara disaring di dalam cyclone, dimana debu masuk kedalam drum cyclone dan udara yang sudah bersih dihisap kembali oleh blower kemudian dipanaskan di heater dengan temperatur 167,8 °C. Apabila tekanan udara panas lebih tinggi maka sebagian akan dibuang ke udara bebas dan sisanya akan masuk kedalam heater untuk pemanasan kembali. Udara yang telah mengalami pemanasan di heater kemudian diteruskan melewati pulsator sebelum masuk pada crystallizer. Pulsator merupakan alat untuk pengatur tekanan udara yang akan dihembuskan didalam crystallizer. Chips akan terurai diudara dengan tujuan chip tidak mudah lengket satu dengan lainnya dan chips akan masuk kedalam pipa dryer. Tinggi maksimum chips dalam crystallizer adalah 30 cm.



Gambar 3.2 Chips berada pada tahap crystallizer

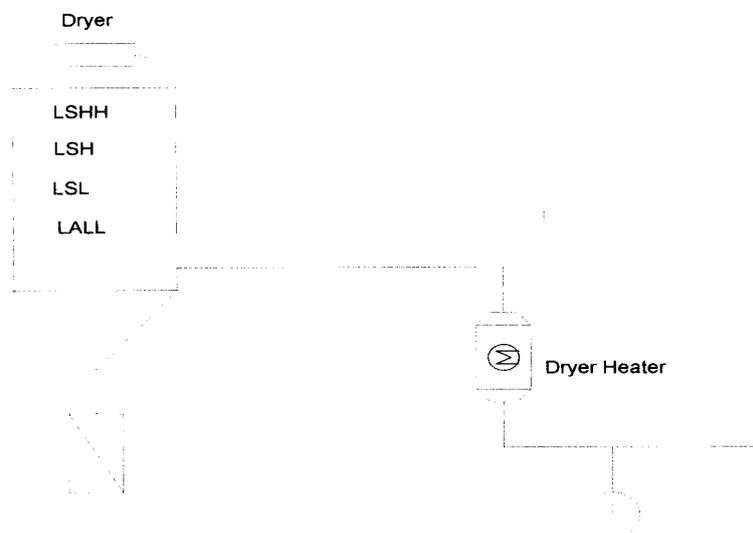
3.1.1.4 Dryer

Mesin drayer berfungsi untuk mengurangi kandungan air didalam chips dan menjaga temperatur chips yang keluar dari crystallizer. Udara yang dipergunakan berupa udara bebas yang nantinya akan diproses dahulu didalam alat air dryer sebelum dipanaskan pada drayer heater. Kegunaan dari alat air drayer adalah untuk mengkondensasikan temperature H_2O dan O_2 beserta kandungan lainnya yang terdapat pada udara bebas sehingga tersisa kandungan udara yang mempunyai sifat seperti nitrogen, dimana pada udara bebas kandungan H_2O akan mencair pada temperatur $4\text{ }^{\circ}C$ sedangkan O_2 akan mencair pada temperatur $-40\text{ }^{\circ}C$. Perlu diketahui bahwa nitrogen merupakan gas inert yaitu gas yang tidak akan bereaksi dengan senyawa lain (dalam hal ini adalah chips), karena

chips merupakan senyawa kimia PET. Apabila kandungan udara yang dipergunakan masih terdapat kandungan O₂ nya dimungkinkan chips didalam dryer akan mengalami perubahan warna (oksidasi) akibat dari pemanasan yang mengakibatkan kandungan melt menjadi berwarna kekuning-kuningan.

Kandungan udara bebas yang disuplay dari utility adalah : Nitrogen 70 %, Oksigen 20 % dan udara lain adalah 1 %. Didalam drayer heater, nitrogen mengalami pemanasan yang telah diatur temperaturnya oleh sensor hingga mencapai temperatur maksimal sebesar 250 °C yang dilakukan selama 3,5 - 4 jam. Tangki dryer dilengkapi dengan sensor yang membagi dalam 4 bagian utama, yaitu :

- LSHH : Level Sensor High High
- LSH : Level Sensor High
- LSL : Level Sensor Low
- LSLL : Level Sensor Low Low



Gambar 3.3 Tahap pengeringan chips pada tangki dryer

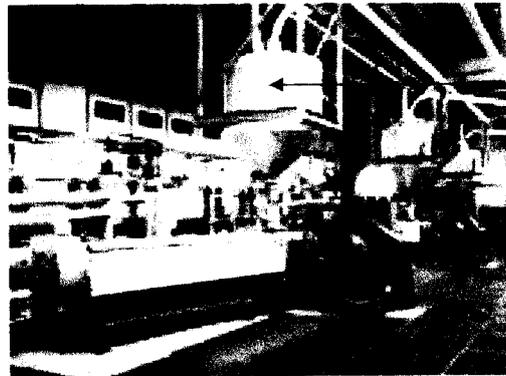
3.1.1.5 Conveying After Drayer

Conveying after drayer merupakan tangki penampungan chips sementara sebelum chips masuk ke proses ekstruder. Bagian conveying after drayer ini terdapat dua penampungan chips yaitu top hopper dan bottom hopper.

Chips yang telah mengalami proses pengeringan di dalam drayer kemudian ditransfer ke dalam top hopper. Dengan adanya gaya gravitasi, chips turun dan masuk pada rotary feeder yang akan mengatur seberapa banyak chips yang akan ditransfer. Mekanisme transfer chip sama seperti proses sebelumnya yaitu “chips-udara-chips-udara-dst”, hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya bloking di pipa.. Chips di dorong dengan udara tekan (air pressure) yang bertekanan 2-3 bar dan dengan cara tact scub valve, 1 dan 2 membuka dan menutup secara bergantian. Chips yang akan masuk pada tangki top hopper juga diatur oleh diverter valve yaitu suatu sensor untuk mengatur arah chips kedalam pengisian tangki-tangki top hopper secara bergantian. Apabila salah satu tangki top hopper telah penuh maka diverte valve akan menutup dan diverte valve yang satunya akan membuka untuk mengisi tangki yang kosong.

Pemindahan chips dari tangki top hopper menuju tangki bottom hopper juga dilengkapi sensor pengaturan yang letaknya didalam pipa. Chips-chips ini nantinya akan dilelehkan untuk dibuat menjadi benang didalam spinning proses.

Visualisasi unit tangki bottom hopper di sajikan pada gambar 3.4 dibawah ini :



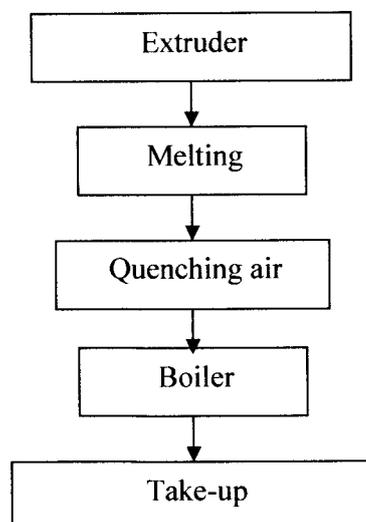
Tangki battom hopper

Gambar 3.4 Tangki battom hopper

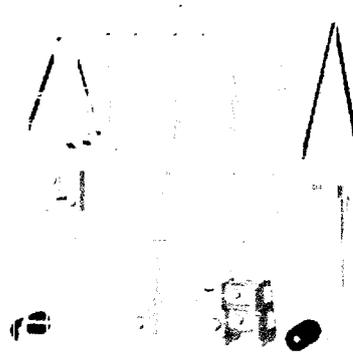
3.1.2 Unit Spinning

Unit spinning adalah unit yang berfungsi untuk memproses chips dengan temperature tertentu sampai meleleh dan dibentuk menjadi filament-filament dalam satu kesatuan bentuk benang. Panas yang dipergunakan dalam proses spinning berasal dari heater dan uap panas yang dihasilkan dari boiler untuk menjaga temperatur lelehan chips.

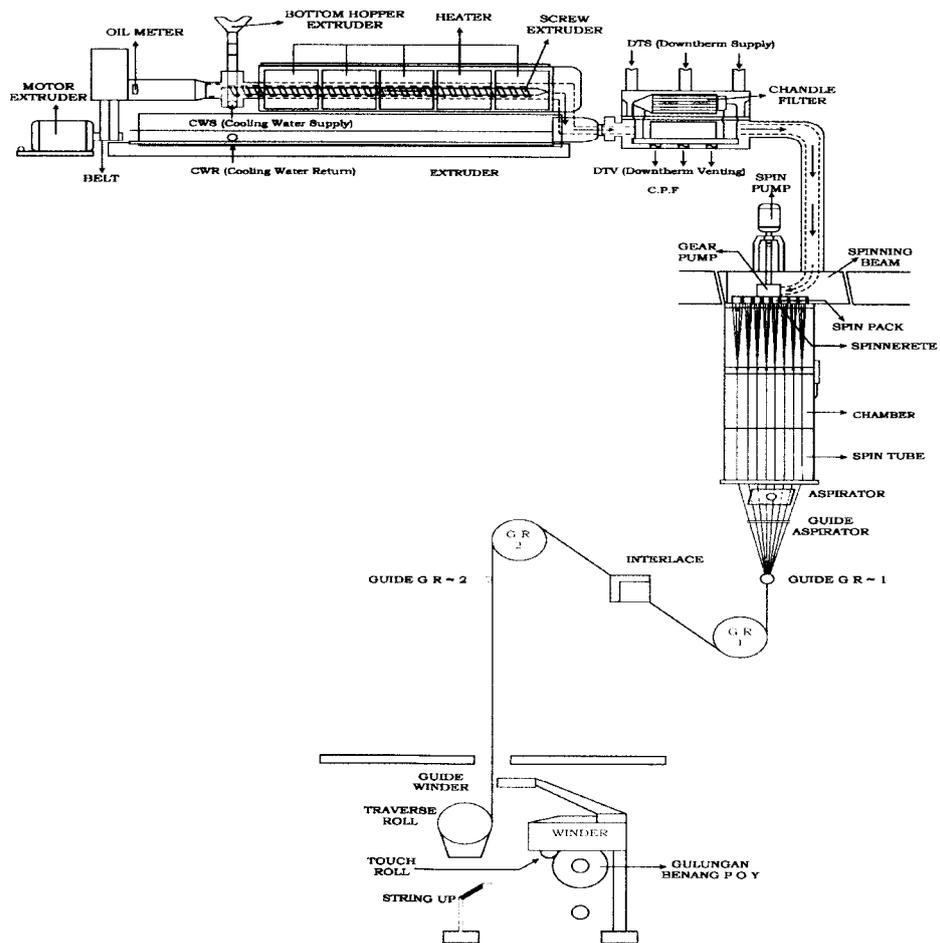
Proses pembentukan POY pada unit spinning :



Visualisasi proses spinning disajikan pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.5 Ruang proses spinning



Gambar 3.6 Skema proses spinning

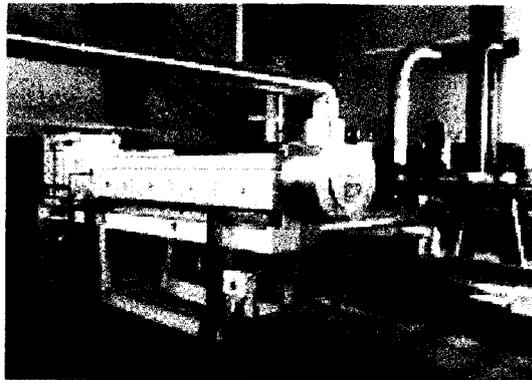
3.1.2.1 Extruder

Chips yang telah mengalami proses pengeringan nantinya akan dilelehkan sampai menjadi bentuk benang. Proses pelelehan chips menjadi polymer dimulai pada mesin extruder dengan beberapa tingkatan heater.

Extruder terbagi dalam 3 (tiga) bagian utama, yaitu :

- Feed zone merupakan bagian pemberi chips yang berasal bottom hopper untuk dilakukan proses pelelehan.
- Melting zone merupakan daerah pelelehan chips dengan temperatur yang berbeda-beda.
- Compressing zone merupakan bagian untuk mendorong chips yang sudah meleleh untuk disalurkan ke CPF dengan menggunakan alat screw.

Chips yang berada didalam tangki bottom hopper kemudian ditransfer menuju extruder untuk dilakukan pelelehan. Proses pelelehan chips didalam extruder menggunakan lima unit heater dengan temperatur berkisar antara 270 °C – 300 °C.



Gambar 3.7 Mesin extruder

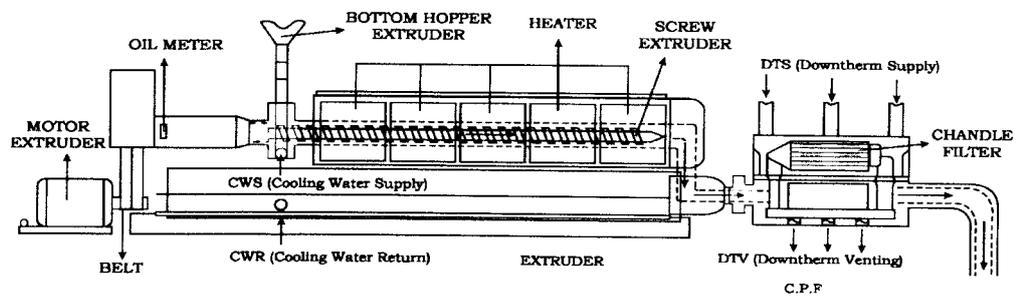
Adapun pembagian lima unit temperatur heater didalam extruder adalah :

Tabel 3.1 Pembagian panas pada heater

Extruder	Temperature
Heating 1	287 °C
Heating 2	289 °C
Heating 3	293 °C
Heating 4	295 °C
Heating 5	297 °C

Chips akan masuk ke dalam extruder dengan pemanasan awal lebih rendah, hal ini dilakukan untuk mengatur proses pelelehan berjalan kontinyu. Heater awal dipergunakan untuk melelehkan chips secara sempurna sedangkan untuk heater terakhir atau heater lima berfungsi menjaga temperatur melt tetap stabil. Penggunaan temperatur di heater awal lebih rendah dibandingkan temperatur sesudahnya disebabkan chips yang masuk kondisinya dibawah melt point, apabila diberikan suhu yang tinggi mengakibatkan terjadinya bloking di pipa. Proses berjalannya melt dari satu heater ke heater lainnya dilakukan dengan menggunakan screw yang digerakkan oleh motor extruder. Screw adalah alat untuk mengaduk melt dan mengkompresikannya agar dapat terdorong ke CPF, dengan bentuk ulir pada bagian permukaannya. Gerakan screw yang berputar dan tingginya temperatur pada bagian heater, menyebabkan screw mengalami panas. Untuk mengurangi panas tersebut diperlukan pendingin yang berasal dari CWS dan keluarnya berupa CWR yang dihasilkan dari unit utilitas.

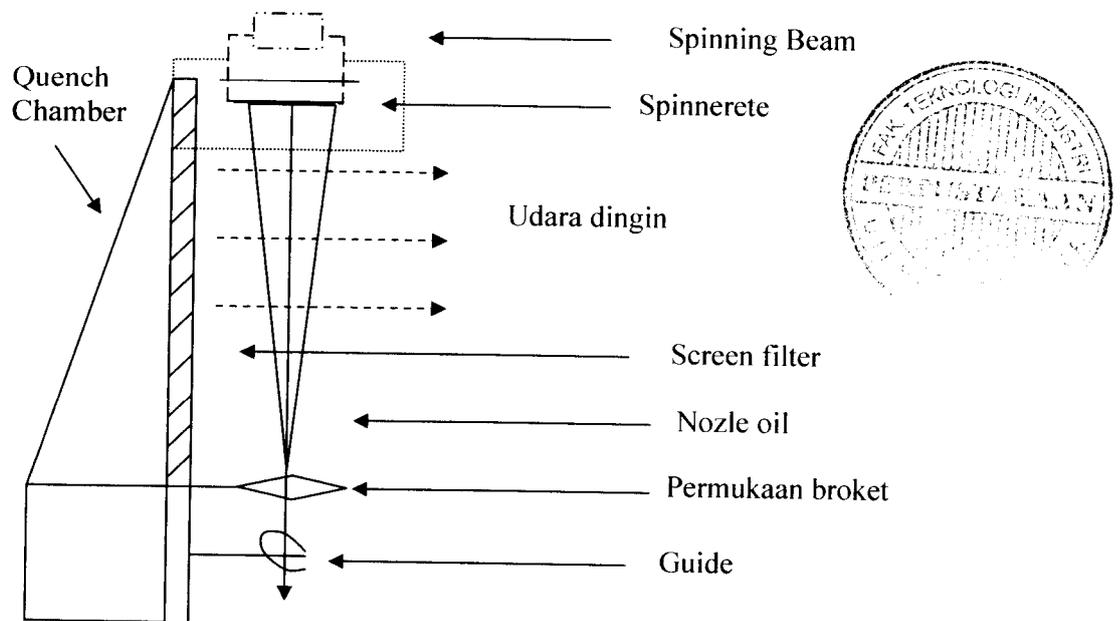
Uraian penjelasan secara garis besar dapat dilihat pada skematis kerja dibawah ini :



Gambar 3.8 Skema pelehan chips

3.1.2.2 Melting

Proses Melting adalah proses pelehan / pembentukan benang filament di Chamber unit. Sebelum proses pembentukan filament, polymer disaring kembali yang nantinya diperoleh kandungan melt yang bersih sebelum masuk ke CPF. Fungsi CPF juga untuk menjaga temperatur melt dengan uap panas yang berasal dari boiler. Lelehan dipompa ke spin pack dimana lelehan didorong melalui lubang spinneret yang sangat kecil untuk membentuk benang yang tidak terputus. Selanjutnya di gulung pada mesin take-up. Uraian penjelasan secara garis besar dapat dilihat pada skematis kerja dibawah ini



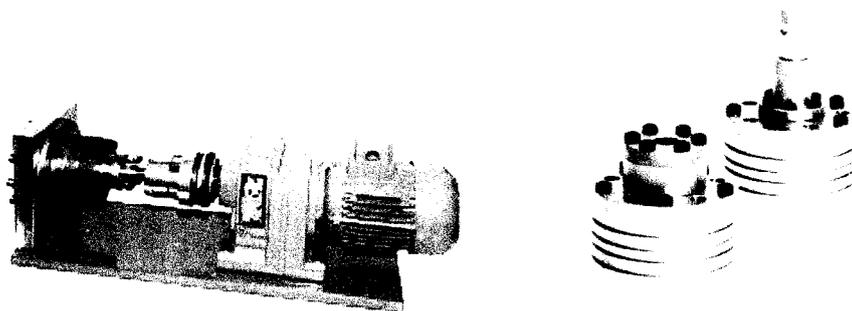
Gambar 3.9 Skema Proses Melting

1. Pack, yaitu bagian yang berfungsi membentuk filament, dimana pada pack ini terdapat spinneret yang berbentuk lingkaran dengan lubang-lubang yang berada pada permukaannya, jumlah dari lubang pada permukaan spinneret ini yang menentukan jumlah filament.
2. Screen Filter, yaitu bagian yang berfungsi menyaring quenching air filament.
3. Permukaan Brocket, yaitu bagian yang berfungsi mengatur jarak tinggi rendahnya filament yang keluar dari spinneret menuju ke pig tail guide, dimana tinggi rendahnya jarak filament berpengaruh pada kualitas benang yang diproses.
4. Dinding Air Duct, yaitu dinding penutup agar udara tidak berhembus ke filament setelah filament tersebut mengalami pendinginan.

5. Pig Tail Guide, yaitu bagian yang berfungsi untuk mengatur filament yang telah menyatu dan menghaluskan benang.

Keberadaan uap dowtherm yang berasal dari boiler menjadikan temperature melt stabil dan nantinya melt tersebut akan ditampung pada sebuah alat spinning beam untuk dialirkan ke spin pack. Terbentuknya filament-filamen akibat adanya gerakan dorongan yang dikendalikan oleh motor pump. Motor pump akan menggerakkan spin pump untuk mengkompresikan melt agar dapat keluar dari gear pump. Gear pump adalah alat untuk mensupply melt ke spin pack menjadi sepuluh bagian pack per satu unit chamber. Uap dari boiler yang dialirkan ke bagian spinning pump difungsikan untuk menjaga temperature melt.

Visualiasi mesin motor pump dan bagian spin pack :



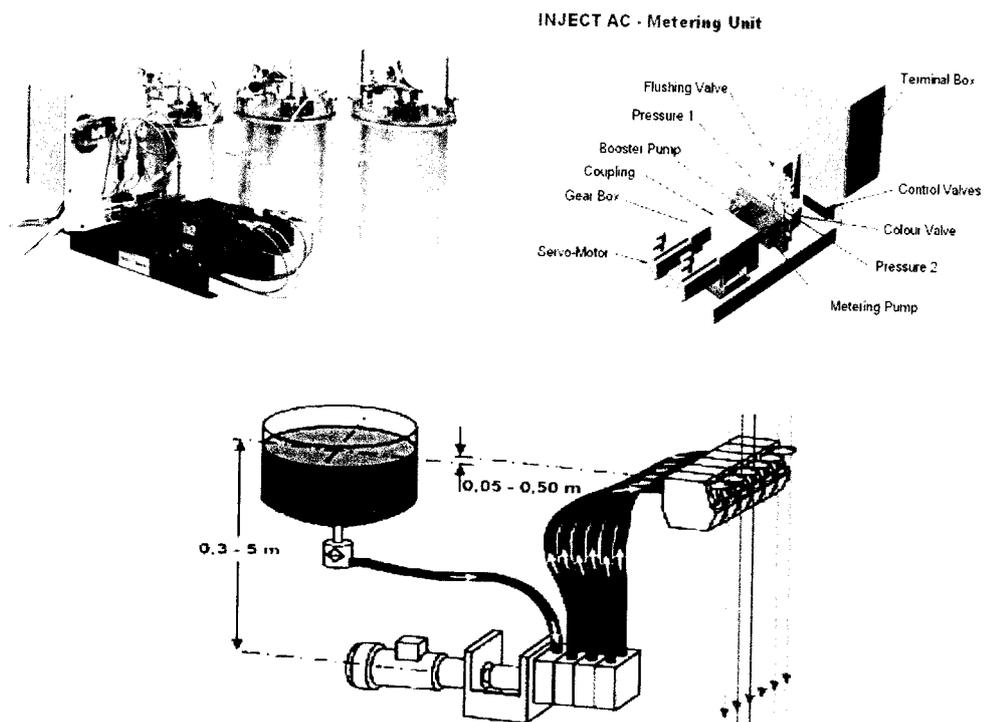
Gambar 3.10 Motor pump dan spin pack

Di bagian spin pack terjadi pembentukan filament dengan jumlah lubang spinneret dan bentuk cross section yang diinginkan, maka untuk merubah settingannya hanya mengganti bagian spin packnya. Filament yang keluar dari lubang spinneret cenderung mempunyai partikel polymer yang tidak beraturan

maka untuk membentuk pembentukkan orientasi molekul polymer diperlukan pendinginan berupa hembusan udara dingin (quenching air).

Oiling, yaitu bagian yang berfungsi sebagai tempat untuk memberikan oli pada filament, adapun fungsi dari oli adalah untuk menyatukan dan menghaluskan benang serta untuk mengurangi elektrostatis pada saat filament ditarik. Pengaruh oiling terhadap benang adalah pada saat proses selanjutnya dimana semakin tinggi kadar oiling dapat mengakibatkan pada saat proses pewarnaan tidak sesuai dengan apa yang diinginkan sebab permukaan serat tertutup oleh oil, Jika kadar oiling rendah maka pada saat proses penarikan akan terjadi slip dan akan mudah putus. Letak dari tangki oli berada dibelakang lemari quenching air.

Visualisasi proses pemberian oli pada benang disajikan pada gambar 3.11 dibawah ini



Gambar 3.11 Proses pemberian oli pada benang

3.1.2.3 Quenching air

Quenching air (udara pendingin) atau pendinginan mendadak dengan media udara yang telah diproses digunakan untuk membantu pembentukan orientasi molekul polymer setelah keluar dari lubang spinneret agar diperoleh kualitas benang yang baik. Melt yang keluar dari lubang spinneret akan ditiup dengan udara pendingin yang telah mengalami proses di humidity unit melalui bagian belakang, yaitu melalui screen sebagai penyaring udara yang berada pada bagian belakang quenching chamber unit. Secara garis besar mekanisme pembentukan udara quenching air adalah udara bebas yang telah diproses di AHU untuk disupply dalam dumper yang telah diatur debitnya dan disaring untuk menjaga kebersihan udara yang terbawa. Udara akan melewati cooling coil untuk menurunkan kandungan airnya dan dihisap oleh blower untuk diteruskan pada heater agar suhunya naik sesuai standart proses. Proses terakhir adalah penyaringan kembali dan siap dihembuskan pada filament.

Quenching air berpengaruh terhadap uster dan elongation benang, dimana semakin tinggi tekanan quenching air yang digunakan dapat mengakibatkan elongation rendah karena dengan tekanan yang tinggi partikel polymer belum beraturan tetapi sudah dingin sehingga terbentuk partikel kristalin. Apabila tekanannya rendah maka molekul belum terorientasi sempurna tetapi benang sudah mengalami penarikan.

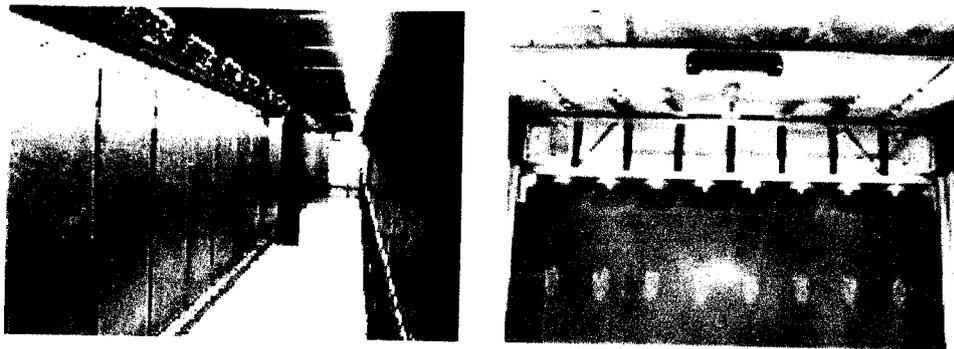
Beberapa faktor yang mempengaruhi quenching air :

1. Quantity quenching air (Jumlah udara pendingin)
2. Screen quenching air (Filter udara pendingin)

3. Flow quenching air (Aliran udara pendingin)
4. Temperature quenching air (Temperatur udara pendingin)
5. Humadty quenching air (Kelembaban udara pendingin)

Spesifikasi dari quenching air adalah :

- Temperatur (T) : $19 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$
- Tekanan (P) : $0.65 \pm 15 \text{ Pa}$
- Kelembaban udara (RH) : $65 \pm 5 \%$



Gambar 3.12 Ruang spinneret

3.1.2.4 Boiler

Boiler merupakan alat yang berfungsi untuk memanaskan dowtherm menjadi vapour (uap) yang dibutuhkan untuk menjaga temperature pada melting line, dimana dowtherm berfungsi sebagai media pemanas polimer agar tidak membeku sebelum mengalami proses pemuluran di chamber unit, karena dowtherm ini akan mencapai titik didih pada temperatur $290 \text{ }^\circ\text{C}$ sehingga bila dipanaskan pada temperatur dibawah $290 \text{ }^\circ\text{C}$ tidak akan mengalami penguapan seluruhnya, sedangkan air mendidih pada temperatur $100 \text{ }^\circ\text{C}$ sehingga bila temperaturnya diatas $100 \text{ }^\circ\text{C}$ akan menguap seluruhnya. Hal ini akan berpengaruh pada tekanan yang dihasilkan, apabila ada suatu fluida mengalami perubahan

wujud akan menjadi uap maka tekanannya akan semakin tinggi. Untuk menghindari peningkatan tekanan yang tinggi maka digunakan fluida yang memiliki titik didih yang tinggi pula. Tekanan yang tinggi dihindari agar tidak menghambat laju aliran polymer.

Keterangan :

1. Venting tank: tangki yang berfungsi menampung dowtherm pada kondisi uap jenuh.
2. Tangki ekspansi: tangki yang berfungsi menampung dowtherm sebelum masuk ke boiler.
3. Collecting tank: tangki untuk menampung dowtherm pada kondisi cair jenuh.
4. Mesin ekstruder: mesin yang melelehkan chips.
5. CPF: filter untuk menyaring polymer agar terhindar dari kotoran-kotoran yang dapat mengganggu proses pemuluran benang.
6. Spinning beam: bagian yang berfungsi menampung melt atau lelehan chips dari CPF.
7. Boiler: untuk memanaskan dowtherm agar diperoleh dowtherm fase uap.
8. Dowtherm drum: menampung dowtherm fase cair yang akan dan telah digunakan untuk proses.
9. Drain valve: katub yang membuang dowtherm yang ada pada boiler.

System kerja boiler:

- Dowtherm yang berasal dari dowtherm drum di utilitas masuk tangki ekspansi kemudian ditransfer ke boiler.

- Di boiler dowtherm yang berwujud cair dipanaskan menjadi wujud gas berupa uap.
- Uap dowtherm dialirkan ke spinning beam, CPF untuk mempertahankan temperature polymer agar tidak membeku ditengah jalan.
- Karena uap ndowtherm lama kelamaan semakin menumpuk sehingga pada titik dimana uap dowtherm tersebut menjadi jenuh, sebagian akan berubah wujud menjadi cair jenuh.
- Dowtherm dilewatkan ke daerah venting untuk dikurangi kadar uapnya dan dipisahkan dowtherm yang berwujud cair jenuh dan uap jenuh.
- Wujud uap setelah melalui daerah venting akan masuk ke saluran venting dowtherm dan kembali ke dowtherm drum, sedangkan yang berwujud cair akan masuk ke saluran pembuangan dan masuk juga ke dowtherm drum.
- Pada CPF dan spinning beam uap dowtherm yang bercampur dengan polymer menjadi turun temperaturnya, sehingga wujudnya sebagian menjadi cair jenuh. Oleh sebab itu cairan jenuh dari dowtherm tersebut dimasukkan kembali ke boiler untuk diproses menjadi uap.

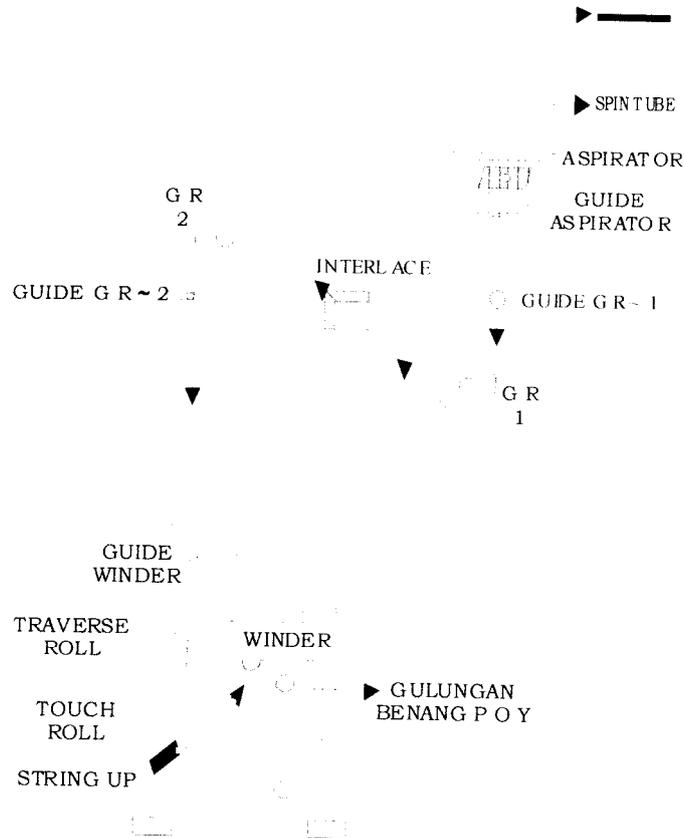
Pada boiler ada dua proses antara lain:

- a. Venting adalah mengurangi jumlah uap yang sudah mengalami penurunan temperature karena jenuh, sehingga berubah menjadi cair.
- b. Filling adalah proses penambahan dowtherm dalam boiler sampai level tertentu dan dilakukan dengan hati-hati agar temperaturnya tidak turun secara drastis.

3.1.2.5 Take-Up

Take-Up adalah proses pembentukan gulungan benang dari gabungan beberapa filament menjadi satu kesatuan bentuk benang menjadi bentuk cone. Mekanisme kerja dari mesin take-up adalah sebagai berikut :

Filament-filament yang telah keluar dari pack spinneret dan telah mengalami hembusan udara mendadak (*quench*) digabungkan menjadi satu menjadi benang yang dilewatkan pada *spin pack* untuk menjaga filament dari gangguan luar. Apabila ada salah satu filament yang putus pada benang maka benang akan ditarik secara manual dari lubang spinneret yang telah mengalami hembusan udara dingin sampai diperoleh benang yang utuh, sedangkan sisa dari penarikan akan dihisap oleh aspirator. Benang lalu dilewatkan pada guide roll 1 dan guide roll 2 dengan arah putaran yang saling berlawanan yang berfungsi untuk menstabilkan tegangan dan sekaligus menjaga tensionnya. Diantar guide roll 1 dan guide roll 2 terdapat interlace yang berfungsi untuk mengurangi kandungan oil pada benang dan memperbaiki struktur filament. Benang yang turun akan melewati traverse guide yang berfungsi sebagai pengantar benang untuk membentuk gulungan dan mengatur sudut gulungan. Tempat penggulungan benang POY ada dua dengan tujuan apabila benang POY bagian atas telah penuh sesuai standart maka POY tersebut akan turun dan digantikan posisinya bagian yang bawah untuk naik ke atas dan siap untuk proses penggulungan lagi. Proses skematis kerja diatas dapat dijelaskan pada gambar di bawah ini :



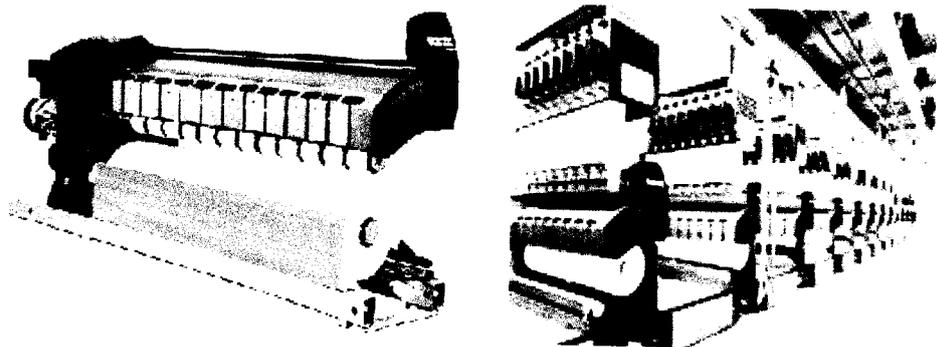
Gambar 3.13 Skema proses Take-Up

Keterangan :

1. Spin Tube, yaitu bagian yang berfungsi sebagai penutup untuk menjaga agar filament yang turun dari chamber unit.
2. Aspirator, yaitu alat yang memberikan sinyal pada pemotong yang ada di bawahnya untuk memotong benang apabila yarn sensor yang ada di sekitar guide winder menunjukkan adanya benang putus.
3. Guide GR ~ 1 dan GR ~ 2, yaitu alat untuk mengarahkan benang sekaligus menjaga tensionnya.

4. Godet Rooler 1 dan 2, yaitu alat yang berfungsi untuk menstabilkan tegangan.
5. Interlace, yaitu bagian yang berfungsi untuk membuat knot atau simpul pada benang, serta menyempotkan udara agar kandungan oil pada benang dapat merata.
6. Guide Winder, yaitu alat untuk menjaga tension dari benang. Disekitar guide ini terdapat yarn break sensor yang berfungsi mendeteksi adanya benang yang putus.
7. Winder, yaitu mesin yang menggulung benang di winder.
8. Traverse Roll dan Birotor, yaitu alat yang berfungsi sebagai pengantar benang untuk membentuk gulungan dan membentuk sudut gulungan.
9. Tuoch Roll, yaitu alat yang berfungsi menekan benang agar tetap berhimpit dengan chuck, sehingga benang tidak melayang.
10. Chuck, yaitu alat untuk penempatan paper tube winder.
11. String Up, yaitu bagian yang mengandung sensor untuk menggerakkan chuck apabila benang sudah selesai.

Visualisasi unit mesin Take Up (Winder) disajikan pada gambar 3.14 :



Gambar 3.14 Mesin Take-Up

3.1.2.6 Packing

Packing atau pengepakan adalah langkah terakhir dalam proses finishing, yaitu menempatkan cone-cone POY hasil dari mesin winding kedalam plastik pembungkus untuk dikirim ke gudang, langsung dikirim ke customer yang telah memesan atau dijual kepada customer yang sebelumnya dilakukan inspecting terlebih dahulu terhadap benang.

3.1.3 Spesifikasi mesin

Pemilihan mesin merupakan hal yang tidak dapat dilupakan dalam hal merancang pabrik. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan hasil produk yang efektif dan efisien.

Mesin-mesin yang dipakai adalah mesin yang memenuhi prinsip-prinsip dasar pemintalan yang telah diuraikan sebelumnya, yang umumnya juga dapat dipakai oleh pabrik-pabrik pemintalan leleh dengan bahan baku polyester chip di Indonesia. Mesin yang akan dipakai pada pra rancangan pabrik pemintalan benang polyester (filament), dijelaskan dibawah ini :

a. Drayer

Merk : Barmag

Buatan : Germany

Tahun : 1999

b. Mesin extruder

Merk / Type : Barmag / 10E811-38V6

Buatan : Germany

Tahun	: 2006
Jumlah Heater	: 5
c. Quenching air	
Merk	: Barmag
Buatan	: Germany
Tahun	: 1999
Air Supply RH	: $65 \pm 5 \%$
Air Supply Temperature	: $19 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$
d. Boiler	
Merk	: Omnicol
Buatan	: Jepang
Temperature	: 290°C
e. Mesin Take-Up	
Merk / Type	: Barmag / i-QOON
Buatan	: Germany
Tahun	: 2006
Jumlah Spindel	: 10 Spindel
Jumlah mesin	: 14 Mesin
Kecepatan maximum	: 6.000 m/mnt

3.1.4 Ketetapan Proses dan Perencanaan Produksi

3.1.4.1 Ketetapan Proses

Ketapan proses merupakan kalkulasi untuk mendukung analisa produksi pada tiap-tiap mesin. Selengkapnya desain proses pada pra rancangan pabrik benang polyester (filament) disajikan pada tabel 3.2 dibawah ini :

Tabel 3.2 Ketetapan proses produksi benang polyester (filament)

1. Unit Dryer	
a. Chips charging hopper	
➤ Jumlah tangki	2
➤ Perlakuan chips dalam tangki	Tidak ada
➤ Fungsi tangki	Sebagai penampung sementara
➤ Speed of air lock	14,7 rpm
b. Wet chips silo	
➤ Jumlah tangki	2
➤ Perlakuan chips	Tidak ada
➤ Fungsi tangki	Sebagai penampung sementara
➤ Speed of air lock	14,7 rpm
c. Crystallizer	
➤ Jumlah tangki	2
➤ Perlakuan chips	Mengurangi kandungan air Pelepasan lapisan film pada permukaan chips
➤ Speed of air lock	10,3 rpm
➤ Lamanya chips dalam tangki	30 menit
➤ Suhu	167,8 °C
➤ Tinggi max chips dalam tangki	30 cm
d. Drayer	
➤ Jumlah tangki	2
➤ Speed of air lock	9,7 rpm
➤ Lamanya chips dalam tangki	4 jam
➤ Perlakuan chips	Mengurangi kandungan air
➤ Suhu	250 °C
e. Top hopper	
➤ Jumlah tangki	2
➤ Speed of air lock	14 rpm
➤ Perlakuan chips	Tidak ada

f. Bottom hopper	
➤ Jumlah tangki	2
➤ Speed of air lock	14 rpm
➤ Perlakuan chips	Tidak ada
2. Unit Spinning	
a. Extruder	
➤ Jumlah mesin	2
➤ Perlakuan chips	Pelelehan dengan heater yang berbeda
➤ Suhu max extruder	300 °C
➤ Heater 1	287 °C
➤ Heater 2	289 °C
➤ Heater 3	293 °C
➤ Heater 4	295 °C
➤ Heater 5	297 °C
b. Melting	
➤ Jumlah mesin	14
➤ Kapasitas gear pump	3,8 cc/put
➤ Kapasitas spin pump	2,4 cc/put
➤ Kapasitas beam	54,421 Kg/jam
➤ Speed gear pump	32,027 rpm
➤ Ø lubang spinneret	100
➤ Jumlah spinneret	48
c. Quenching air	
➤ Jumlah mesin	14
➤ Suhu	19 ± 1 °C
➤ Tekanan	0,65 ± 15 Pa
➤ RH	65 ± 5 %
d. Take-Up	
➤ Jumlah mesin	14
➤ Speed	5.500 m/menit
➤ Σ Spindle	10
➤ Dofftime	70 menit
➤ Kebutuhan bahan baku	1,2 ton
➤ Efisiensi	99,4 %
➤ Limbah	0,4 %

3.1.4.2 Perencanaan Produksi

Berdasarkan data Balai Pusat Statistik yang diolah oleh API, tentang produksi impor pemintalan benang filamen sintetik, mulai tahun 2001– 2005 dan

perhitungan perencanaan produksi dengan metode trend linier untuk 5 tahun kedepan untuk mencapai kapasitas produksi secara maksimal. Direncanakan pabrik filamen polyester ini akan memproduksi benang sebanyak 10.278,58 ton/tahun dan sebagai dasar perhitungan digunakan produk nomor benang POY 235D/48F.

Perencanaan perhitungan produksi sebagai berikut :

Dengan meninjau nilai impor di tahun 2001 dan 2005 masing-masing adalah 76.024.115 kg/tahun dan 127.747.369 kg/tahun, sehingga dapat prediksikan untuk nilai produksi import 5 tahun kedepan adalah 136.812.717,1 kg/tahun untuk 2006 dan 188.205.636.7 kg/tahun pada tahun 2010. Target produksi dihitung dari selisih prediksi impor dimana pada perancangan pabrik ini kita mengambil 20 % sehingga dapat diketahui nilai target produksi dalam setiap tahun adalah 10.278,58 ton/tahun (10.300 ton/tahun).

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan produksi} &= 10.300 \text{ ton/tahun} \\ &= 10.300.000 \text{ Kg/tahun} \\ &= 856.548,66 \text{ Kg/bulan} \\ &= 28.551,62 \text{ Kg/hari} \\ &= 1.189,65 \text{ Kg/jam}\end{aligned}$$

Standarisasi dan acuan dalam penentuan produk

Tabel 3.3 Standarisasi produk POY

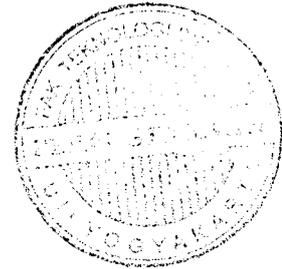
Standarisai Produk yang diinginkan	
Kapasitas produksi	10.300 Ton/tahun
No benang POY	235 D
Berat bobin	10 Kg 1000 g

Berdasarkan dari hasil kapasitas produksi, maka dapat diketahui jumlah mesin yang dipergunakan dan kebutuhan bahan bakunya dalam setiap harinya.

Mesin Take-Up

Data produksi sebagai berikut :

Kapasitas	: 5.500 m/mnt
Jumlah spindle	: 10 spindle
Efisiensi	: 99,4 %
Limbah	: 0,6 %



Formula untuk mengetahui kapasitas produksi/jam/posisi adalah :

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas prod /jam/posisi} &= \text{No benang} \times \text{Speed mc T-Up} \times \sum \text{spindle} \times \text{eff} \times 60 \\ &= 235 \text{ D} \times 5.500 \text{ m/mnt} \times 10 \times 0,994 \times 60 \text{ mnt/jam} \\ &= 235 \text{ g/9.000 m} \times 5500 \text{ m/mnt} \times 10 \times 0,994 \times 60 \text{ mnt/jam} \\ &= 85.649,667 \text{ g/jam} \\ &= 85,649 \text{ Kg/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan bahan baku} &= \text{Kebutuhan prod/jam} \times \frac{100 + \text{waste}}{100} \\ &= 1.189,65 \text{ Kg/jam} \times \frac{100 + 0,6}{100} \\ &= 1.196,789 \text{ Kg/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sum \text{Mesin Take-Up} &= \frac{\text{kebutuhan bahan baku / jam}}{\text{kapasitas produksi / jam / posisi}} \\ &= \frac{1.196,789 \text{ Kg / jam}}{85,649 \text{ Kg / jam}} \\ &= 13,974 \text{ mesin} \approx 14 \text{ mesin}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kerja mesin} &= \frac{\text{kebutuhan prod / jam} \times \text{1 hari}}{\text{kapasitas prod / jam / posisi} \times \text{kebutuhan mesin}} \\ &= \frac{1.189,65 \text{ Kg / jam} \times 24 \text{ jam}}{85,649 \text{ Kg / jam} \times 14 \text{ mesin}} \\ &= 23 \text{ jam } 40 \text{ menit} \\ \text{Doffing time} &= \frac{\text{berat POY / bobin}}{\text{speed mc Take - Up} \times \text{Nobenang}} \\ &= \frac{1.000 \text{ g}}{5.500 \text{ m / menit} \times 235 \text{ g / 9.000 m}} \\ &= 70 \text{ menit / spin pack}\end{aligned}$$

Unit Melting

Formula standarisasi yang dipergunakan adalah :

$$\text{Kapasitas gear pump} = 3,8 \text{ cc/putaran}$$

$$\text{Kapasitas spin pump} = 2,4 \text{ cc/putaran}$$

$$\rho \text{ melt} = 1,18 \text{ gr/cm}^3$$

$$\rho \text{ polyester} = 1,18 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Ø spinneret} = 100 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}\text{Speed gear pump} &= \frac{\text{speed mc Take - Up} \times \text{No benang}}{\text{kapasitas gear pump} \times \rho \text{ polyester}} \\ &= \frac{5.500 \text{ m / mnt} \times 235 \text{ g / 9.000 m}}{3,8 \text{ cc / put} \times 9.000 \text{ m} \times 1,18 \text{ gr / cm}^3} \\ &= 32,027 \text{ put/menit}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas beam/jam} &= \frac{\text{Speed gear Pump} \times \rho \text{ Polymer} \times \text{Kap. Spin Pump} \times \Sigma \text{ End} \times 60}{1.000 \text{ Kg}} \\
 &= \frac{32,027 \text{ rpm} \times 1,18 \text{ gr/cm}^3 \times 3 \text{ cc/put} \times 10 \times 60 \text{ mnt/jam}}{1.000 \text{ Kg}} \\
 &= 54,421 \text{ Kg/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Sigma \text{ mesin} &= \frac{\text{kebutuhan produksi kg/jam}}{\text{kapasitas .spin beam} \times \Sigma \text{ posisi mc Take - Up}} \\
 &= \frac{1.189,65 \text{ Kg/jam}}{54,421 \text{ Kg/jam} \times 14} \\
 &= 1,561 \text{ mesin} \approx 2 \text{ mesin}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Prod melt/spindel/jam/posisi} &= \text{speed gear pump} \times \rho \text{ melt} \times \text{kpsitas spin pump} \times 60 \\
 &= 32,027 \text{ rpm} \times 1,18 \text{ gr/cm}^3 \times 2,4 \text{ cc/put} \times 60 \text{ mnt/jam} \\
 &= 8.616,667 \text{ g/jam} \\
 &= 8,617 \text{ Kg/jam} \\
 &= 143,611 \text{ g/mnt}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kecepatan Filamen} &= \frac{\text{prod Melt} / \text{Spindel}}{\rho \text{ polymer} \times \frac{\pi}{2} \times \phi \text{ spinneret} \times 1.000 \text{ g/kg}} \\
 &= \frac{143,661 \text{ gr/mnt}}{1,18 \text{ gr/m}^3 \times 1,5708 \times 0,1 \text{ m} \times 1.000 \text{ g/kg}} \\
 &= 0,7747 \text{ m}^2/\text{mnt}
 \end{aligned}$$

Filament saat turun dari spinneret mempunyai kekuatan sebesar 7,5 g/denier, sehingga dapat diketahui stress tension terhadap lubang (*hole*) spinneret.

$$\text{Stress Tention} = \frac{\text{kekuatan filamen}}{\frac{\pi}{2} \times \phi \text{ spinneret}}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{7.5 \text{ g/denier}}{1,5708 \times 0,1 \text{ m}} \\ &= 47,746 \text{ g/denier} \end{aligned}$$

Berdasarkan jumlah mesin take-Up dari hasil perhitungan diatas maka dapat dijelaskan pembagian mesin-mesinnya sebagai berikut :

Jumlah mesin Take-Up yang ada 14 mesin, dalam perencanaan ini kita membagainya dalam 2 line (line A dan line B) dengan setiap line terdiri dari 7 mesin dan setiap mesinnya memiliki 10 end. Untuk kebutuhan extruder dan CPF setiap line masing-masing 1 mesin.

Unit Drayer

- Formula yang digunakan untuk menghitung nilai throughput

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

Keterangan :

m = Throughput drayer (Kg/jam)

n = Speed of air lock (rpm)

η = Filling degree of the air lock

γ = Bulk density (Kg/m³)

v = Air lock volume (m³)

- Formula untuk menghitung daya tampung

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

Keterangan :

N = Jumlah chips dalam tangki

H = Level chips (%)

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

V_2 = Berat 100 %, yaitu berat antara LAHH - LAHH

❖ *Tangki bottom hopper*

n = 14 rpm

η = 0,78

γ = 800 Kg/m³

v = 0,0022 m³

maka nilai throughput tangki bottom hopper adalah :

m = 14 rpm x 0,78 x 800 Kg/m³ x 0,0022 m³ x 60 mnt/jam

m = 1.153,152 Kg/jam

Daya tampung tangki bottom hopper adalah :

H = 100 %

V_1 = 1.870 Kg

V_2 = 1.295 Kg

N = (0,1 x 1.870 Kg) + 1.295 Kg

= 3.165 Kg

❖ *Tangki top hopper*

n = 14 rpm

η = 0,78

γ = 800 Kg/m³

v = 0,0022 m³

maka nilai throughput tangki top hopper adalah :

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

Daya tampung tangki top hopper adalah :

$$\begin{aligned}H &= 100 \% \\ V_1 &= 1.870 \text{ Kg} \\ V_2 &= 1.394 \text{ Kg} \\ N &= (0,1 \times 1.870 \text{ Kg}) + 1.394 \text{ Kg} \\ &= 3.264 \text{ Kg}\end{aligned}$$

❖ Tangki drayer

$$\begin{aligned}n &= 9,7 \text{ rpm} \\ \eta &= 0,78 \\ \gamma &= 800 \text{ Kg/m}^3 \\ v &= 0,0024 \text{ m}^3\end{aligned}$$

maka nilai throughput tangki drayer adalah :

$$\begin{aligned}m &= 9,7 \text{ rpm} \times 0,78 \times 800 \text{ Kg/m}^3 \times 0,0024 \text{ m}^3 \times 60 \text{ mnt/jam} \\ &= 871,603 \text{ Kg/jam}\end{aligned}$$

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

$$N = t \times m$$

Dimana :

$$N = \text{Jumlah chips dalam drayer (Kg)}$$

$$t = \text{Resident time (jam)}$$

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

Sehingga :

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

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

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

❖ Cryztalliser hopper

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

$$\eta = 0,78$$

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

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

maka nilai throughput tangki cryztalliser adalah :

$$\begin{aligned} m &= 10 \text{ rpm} \times 0,78 \times 800 \text{ Kg/m}^3 \times 0,0024 \text{ m}^3 \times 60 \text{ mnt/jam} \\ &= 898,56 \text{ Kg/jam} \end{aligned}$$

❖ Cryztalliser

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

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

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

$$\begin{aligned} N &= 0,5 \text{ jam} \times 898,56 \text{ Kg/jam} \\ &= 449,28 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Throughput dari cryztalliser adalah :

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

$$\eta = 0,78$$

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

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

maka nilai throughput tangki cryztalliser adalah :

$$\begin{aligned} m &= 10,3 \text{ rpm} \times 0,78 \times 800 \text{ Kg/m}^3 \times 0,0024 \text{ m}^3 \times 60 \text{ mnt/jam} \\ &= 925,51 \text{ Kg/jam} \end{aligned}$$

❖ **Tangki wet chips silo**

$$n = 14,7 \text{ rpm}$$

$$\eta = 0,78$$

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

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

maka nilai throughput tangki wet chips silo adalah :

$$\begin{aligned} m &= 14,7 \text{ rpm} \times 0,78 \times 800 \text{ Kg/m}^3 \times 0,0024 \text{ m}^3 \times 60 \text{ mnt/jam} \\ &= 1.321,88 \text{ Kg/jam} \end{aligned}$$

❖ **Tangki chips charging hopper**

$$n = 14,7 \text{ rpm}$$

$$\eta = 0,78$$

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

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

maka nilai throughput tangki chips charging hopper adalah :

$$\begin{aligned}m &= 14,7 \text{ rpm} \times 0,78 \times 800 \text{ Kg/m}^3 \times 0,0024 \text{ m}^3 \times 60 \text{ mnt/jam} \\ &= 1.321,88 \text{ Kg/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan oli/hari} &= \text{speed gear pump} \times \text{kapasitas gear pump} \times 60 \text{ mnt} \times 24 \text{ jam} \\ &= 32,027 \text{ rpm} \times 3,8 \text{ cc/put} \times 60 \text{ mnt/jam} \times 24 \text{ jam/hari} \\ &= 175.254,237 \text{ cc/hari} \\ &= 175,254 \text{ liter/hari}\end{aligned}$$

Residence Time Polymer Berada Dalam Heater Extruder

Diket

$$\begin{aligned}V_y &: 70 \text{ rpm} \\ &: 70 \text{ rotasi/menit} \\ &: 1 \text{ rotasi} = 1 \text{ kali putaran lingkaran screw} \\ l &: 59 \text{ cm dengan jarak antar heater } 1 \text{ cm} \\ \text{\textcircled{O} screw} &: 15 \text{ cm, maka :} \\ \text{Keliling} &: \pi \times d \\ &: 3,1416 \times 15 \\ &: 47,1 \text{ cm/rotasi}\end{aligned}$$

Ditanya

Residence time (t)

Dijawab

$$\begin{aligned}V_y &= 70 \text{ rotasi/menit} \times 47,1 \text{ cm/rotasi} \\ &= 3.297 \text{ cm/menit} \\ t &= \frac{l}{V_y} \\ &= \frac{59 \text{ cm}}{3.297 \text{ cm / menit}}\end{aligned}$$

$$= 0.018 \text{ menit}$$

$$= 1,07 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} \Delta T &= T_5 - T_1 \\ &= 297^\circ\text{C} - 287^\circ\text{C} \\ &= 10^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta T &= \frac{10^\circ\text{C}}{5 \text{ heater}} \\ &= 2^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t &= \frac{1,07 \text{ detik}}{2^\circ\text{C}} \\ &= 0,535 \text{ detik (untuk menaikkan } 1^\circ\text{C)} \end{aligned}$$

Analisa spin pack

Diket

$$\begin{aligned} \text{\textcircled{O}} \text{ filament} &: 2,42 \mu \\ &: 2,42 \text{ E-}05 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\rho : \frac{1,18 \text{ g}}{\text{E} - 06 \text{ m}^3}$$

$$\Sigma \text{ filament} : 48$$

Ditanya

Analisa spin pack

Dijawab

$$\begin{aligned} V &= \frac{\pi}{4} \times d^2 \times l \\ &= \frac{3,1416}{4} \times (2,42 \text{ E} - 05 \text{ m})^2 \times 9.000 \text{ m} \\ &= 4,1375 \text{ E-}06 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m &= V \times \rho \\ &= 4,1375 \text{ E-06 m}^3 \times \frac{1,18 \text{ g}}{\text{E-06 m}^3} \\ &= 4,8823 \text{ g} \\ &= 4,8823 \text{ g} \times 48 \text{ filament} \\ &= 234,35 \text{ g/9000 m} \\ \text{jadi ukuran filament (d)} &= 2,42 \mu \end{aligned}$$

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

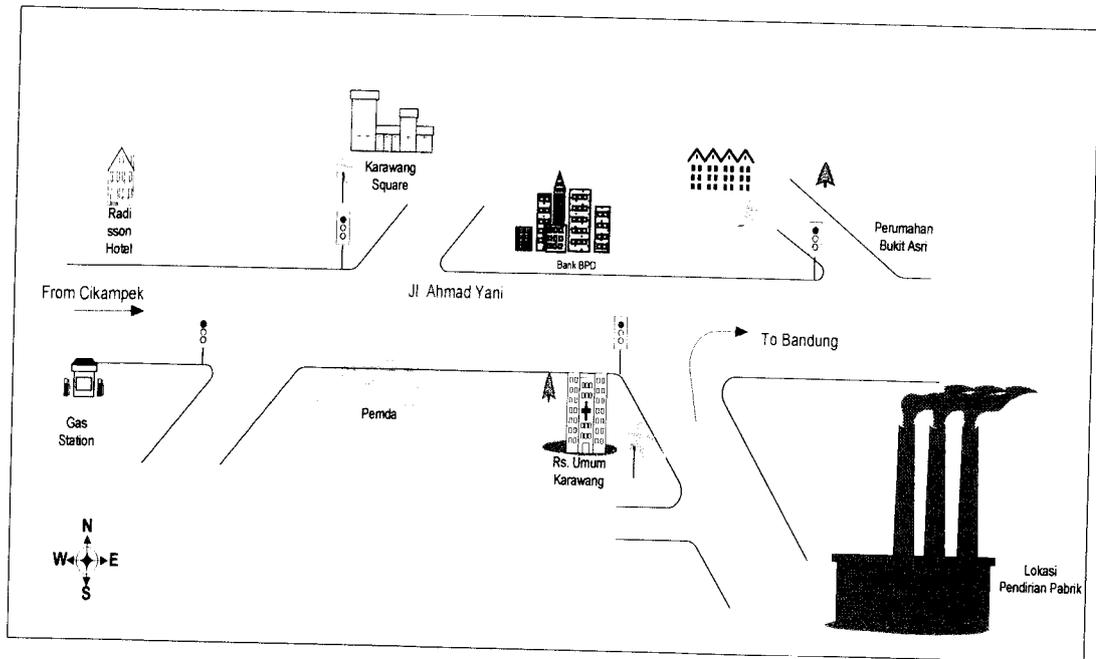
4.1. Lokasi Pabrik

Lokasi penentuan pabrik diseleksi sedemikian rupa dengan pertimbangan efektifitas dan efisiensi proses produksi dalam jangka panjang, dan ditargetkan menempati suatu daerah yang dapat memberikan total biaya produksi serendah mungkin, namun mendatangkan keuntungan yang maksimal.

Pabrik benang polyester (filament) ini direncanakan akan didirikan di daerah Karawang. Pertimbangan pemilihan lokasi di area tersebut sebagai berikut:

- Dari segi geografi, daerah Karawang dekat dengan daerah tujuan pemasaran produk benang polyester (filament) yaitu untuk pabrik texturizing disekitar daerah Bandung dan hanya sekitar ± 30 km jaraknya kejalan bebas hambatan Jakarta-Cikampek sehingga mempermudah transportasi ekspor-impor, serta tersedianya sarana angkutan yang cukup baik dan memadai di daerah tersebut.
- Dari segi kondisi alam dan lingkungan, karawang merupakan daerah yang cukup stabil, bebas dari masalah seperti bencana alam, gempa dan banjir.
- SDM (sumber daya manusia) relatif mudah, karena merupakan kawasan industri yang menjadi fokus pencarian lapangan kerja.

Gambaran rinci tata letak bangunan pabrik disajikan sebagai berikut:



Gambar 4.1: Lokasi pendirian pabrik benang polyester (filament)

4.2. Tata Letak Pabrik

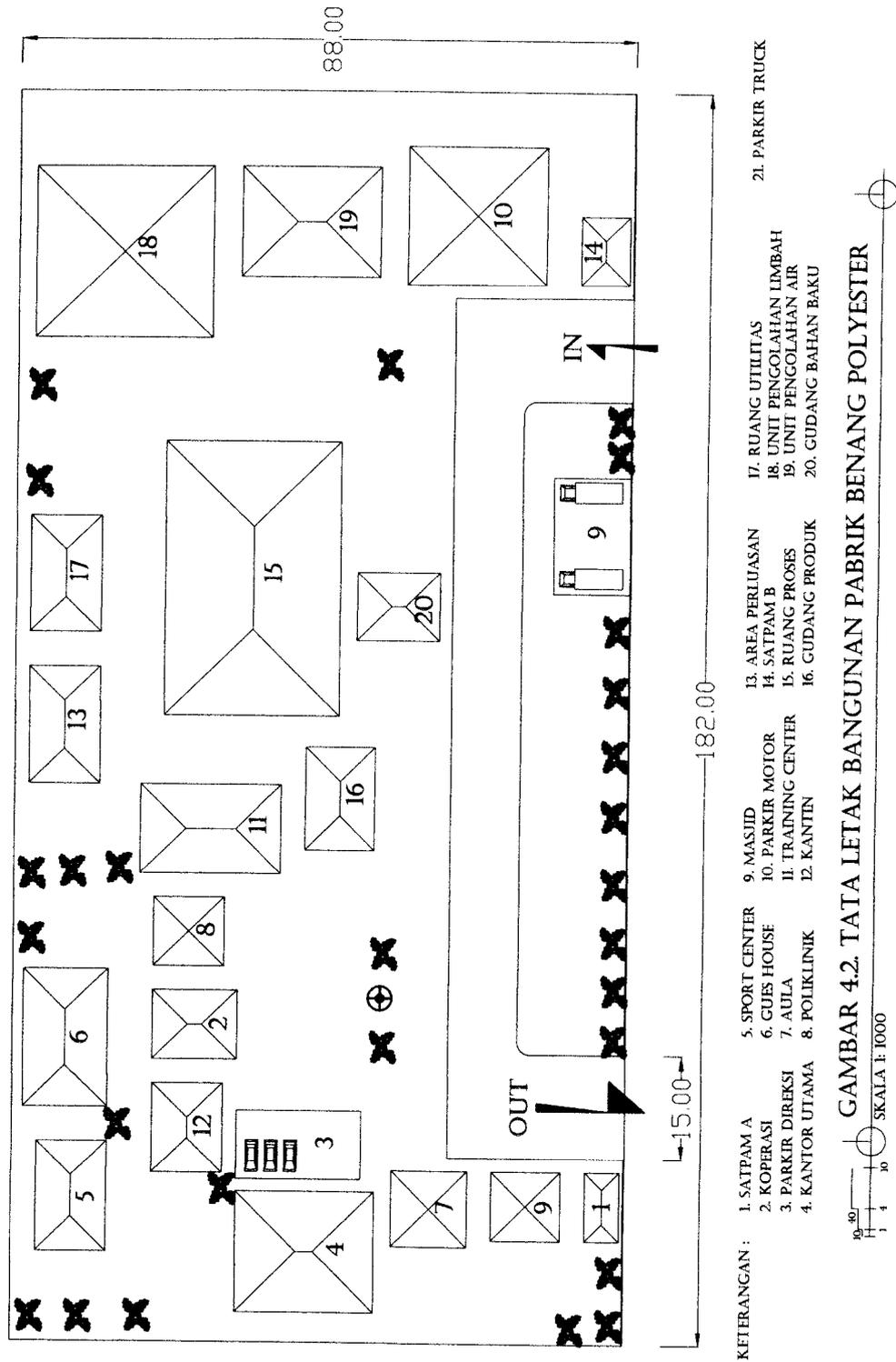
Penentuan tata letak pabrik benang polyester (filament) didesign sedemikian rupa untuk menopang efisiensi dan efektifitas produksi sehingga dapat menjaga kelangsungan dan keberhasilan proses produksi secara optimum.

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

- Mengoptimalkan proses produksi
- Mengurangi waktu tunggu
- Mengeffisienkan proses pemindahan bahan
- Penghematan penggunaan area (produksi, gudang, servis)
- Menghindari kemacetan proses produksi

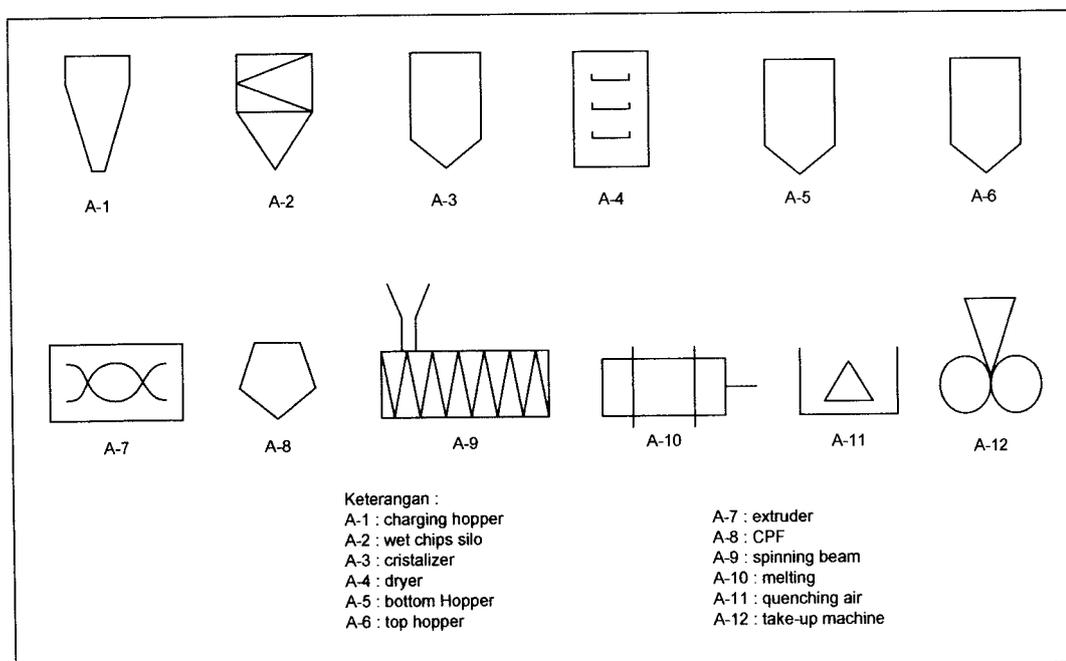
- Peningkatan pendayagunaan pemakaian mesin, tenaga kerja, dan fasilitas produksi, yang selanjutnya ditargetkan dapat memperbaiki moral dan kepuasan kerja karyawan.

Gambaran rinci tata letak bangunan pabrik disajikan sebagai berikut:



4.3. Perencanaan Tata Letak Mesin

Pengaturan tata letak mesin pada perancangan pabrik ini menggunakan pengaturan tata letak fasilitas pabrik di masing-masing unit sesuai dengan arah aliran proses pembuatan produk. Pengaturan penempatan mesin dijadikan satu tempat agar proses dapat berjalan secara kontinyu tanpa ada gangguan. Tujuan dari strategi layout ini adalah mengatur area kerja dan segala fasilitas produksi yang paling ekonomis untuk operasi produksi, aman dan nyaman serta memudahkan pengawasan dalam kegiatan produksi sehingga efisiensi dan efektifitas kerja dapat dioptimalkan.



Gambar 4.3: Visualisasi ruang proses pada pabrik benang polyester (filament)

4.3.1 Ruang dan Sarana Pendukung

Tata letak ruang pada perancangan pabrik ini dibangun sebagai fasilitas untuk membantu kelancaran proses produksi

Tabel 4.1 Jenis dan ukuran ruang

Lokasi	Luas (m²)
Kantor utama	1.000
Laboratorium QC	100
Laboratorium research	40
Aula	300
Utilitas	1.500
Maintenance	100
Kantor shift	50
Kantor kadept produksi	20
Training room	50
Gudang produk	400
Gudang bahan baku	500
Control room 1	100
Control room 2	50
Masjid	350
Poliklinik	30
Kantin	200
Parkir sepeda motor	100
Parkir mobil	200
Parkir truk	80
Satpam A	10
Satpam B	10
Koperasi	30
Toilet I	15
Toilet II	10
Toilet III	5
Cleaning service	10
Sport center	150
Guest house	40
Area proses	4.850
Jalan	2.000
Taman	300
Area perluasan	3.400
Luas tanah	16.000

Sarana pendukung produksi pada perancangan pabrik benang polyester (filament) ini merupakan sarana dan peralatan yang ikut menentukan berjalannya proses produksi. Sarana pendukung tersebut antara lain:

a. Sarana transportasi

Merupakan salah satu sarana penunjang yang cukup penting sebagai penentu mobilitas kegiatan produksi secara keseluruhan. Sarana pendukung transportasi adalah sebagai berikut:

- Jalan

Jalan merupakan media yang dilalui oleh sarana transportasi baik berupa kendaraan perusahaan, kendaraan karyawan maupun kendaraan pihak luar yang memiliki kepentingan dengan perusahaan. Agar proses transportasi berjalan lancar maka sarana jalan dalam lingkungan pabrik dibuat seefektif mungkin sehingga arah lalu lintas transportasi mengelilingi bangunan pabrik. Dengan demikian kendaraan kecil maupun kendaraan besar dapat mencapai bagian bangunan yang dituju.

- Area parkir

Area parkir juga diatur seefektif mungkin agar pengelolaan tempat lebih efisien. Area parkir diatur untuk kendaraan roda dua, kendaraan roda empat dan kendaraan pengangkut barang.

b. Sarana komunikasi

Pada perancangan pabrik benang polyester (filament) sangat dibutuhkan untuk memperlancar hubungan informasi antar anggota didalam lingkungan pabrik maupun pihak luar. Sarana komunikasi tersebut meliputi:

- Airphone
Digunakan untuk komunikasi antar bagian didalam pabrik antar bangunan didalam lingkungan pabrik.
- Tulisan-tulisan dan alat komunikator
Digunakan untuk komunikasi dengan pihak luar. Sarana yang digunakan berupa telephone, komputer (e-mail) dan mesin fax.
- Perlengkapan kantor dan sarana penunjang produksi
Pabrik ini dilengkapi dengan fasilitas perkantoran yang memadai, antara lain:
 - meja dan kursi, untuk ruangan dan staff
 - lemari kerja
 - meja dan kursi untuk tamu
 - mesin fotocopy

4.3.2. Perawatan Mesin

Untuk menunjang optimalisasi proses produksi, maka perusahaan menetapkan sistem perawatan mesin secara berkala. Langkah ini dimaksudkan untuk:

- Menjaga kualitas produk benang polyester (filament) dan menghindari terganggunya kegiatan produksi karena kerusakan mesin yang berat.
- Supaya mesin dapat berproduksi sesuai dengan yang ditargetkan.

- Dengan diadakannya kegiatan maintenance berkala diharapkan tingkat kerusakan mesin bisa dikurangi, sehingga tingkat biaya perbaikan dapat diminimalkan.

Rencana kegiatan pemeliharaan yang dilakukan pada pabrik benang polyester (filament) ini dibedakan menjadi dua macam, yaitu: preventive maintenance dan corrective maintenance.

1) Preventive maintenance

Preventive maintenance merupakan kegiatan perawatan mesin yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga yang dapat menyebabkan peralatan produksi mengalami kerusakan pada saat proses produksi berlangsung.

Kegiatan-kegiatan preventive maintenance pada mesin-mesin produksi antara lain:

- Sistem pemeliharaan harian
Merupakan langkah deteksi dalam penentuan faktor penyebab kerusakan yang terjadi pada saat proses produksi akan dimulai
- Sistem penjadwalan pemeliharaan
Merupakan pemeliharaan yang dilakukan pada waktu tertentu untuk mendeteksi kondisi dan keutuhan spare part dalam rangka mengeliminir periode pergantian spare part

- Sistem pemeliharaan bongkar pasang
Pada sistem pemeliharaan ini adanya kemungkinan mengalami pergantian pada bagian mesin yang dianggap tidak mampu beroperasi secara efektif
- Sistem pemeliharaan kebersihan
Merupakan sistem pemeliharaan area mesin yang dilakukan secara rutin terhadap kotoran.

2) Corrective maintenance

Corrective maintenance merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan atau kelainan pada peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik. Untuk mengantisipasi terjadinya corrective maintenance pada rencana pembangunan pabrik benang polyester (filament) ditetapkan langkah preventive maintenance dikontrol dengan ketat dan terprogram.

4.4. Utilitas

Perancangan pabrik benang polyester (filament) ini dilengkapi pula dengan utilitas yang memadai dan disetting sedemikian rupa dengan target dapat menopang kelancaran proses produksi dan proses pendukung. Unit pendukung yang dimaksud antara lain :

1. Unit penyediaan air
2. Unit penyediaan steam
3. Unit penyediaan Air Handling Unit dan AC

4. Unit penyediaan air pressure
5. Unit penyediaan listrik
6. Unit penyediaan bahan bakar

4.4.1. Unit Penyedia Air

Sumber penyediaan air pada perancangan pabrik ini dipenuhi dari air bawah tanah. Pengambilan air bawah tanah dilakukan dengan cara membuat sumur pompa.

Spesifikasi dari pompa yang digunakan sebagai berikut :

- Jenis : Water Jet Pump
- Buatan : Torishima Pump Co.Ltd, Jepang
- Tahun : 2005
- Penggerak : Motor 3 KW
- Pompa : Centrifugal
- Kapasitas : 26 m³/menit
- Jumlah : 2 buah

➤ Sistem Pengolahan Air

Sistem pengolahan air dibagi dalam beberapa tahap sebagai berikut:

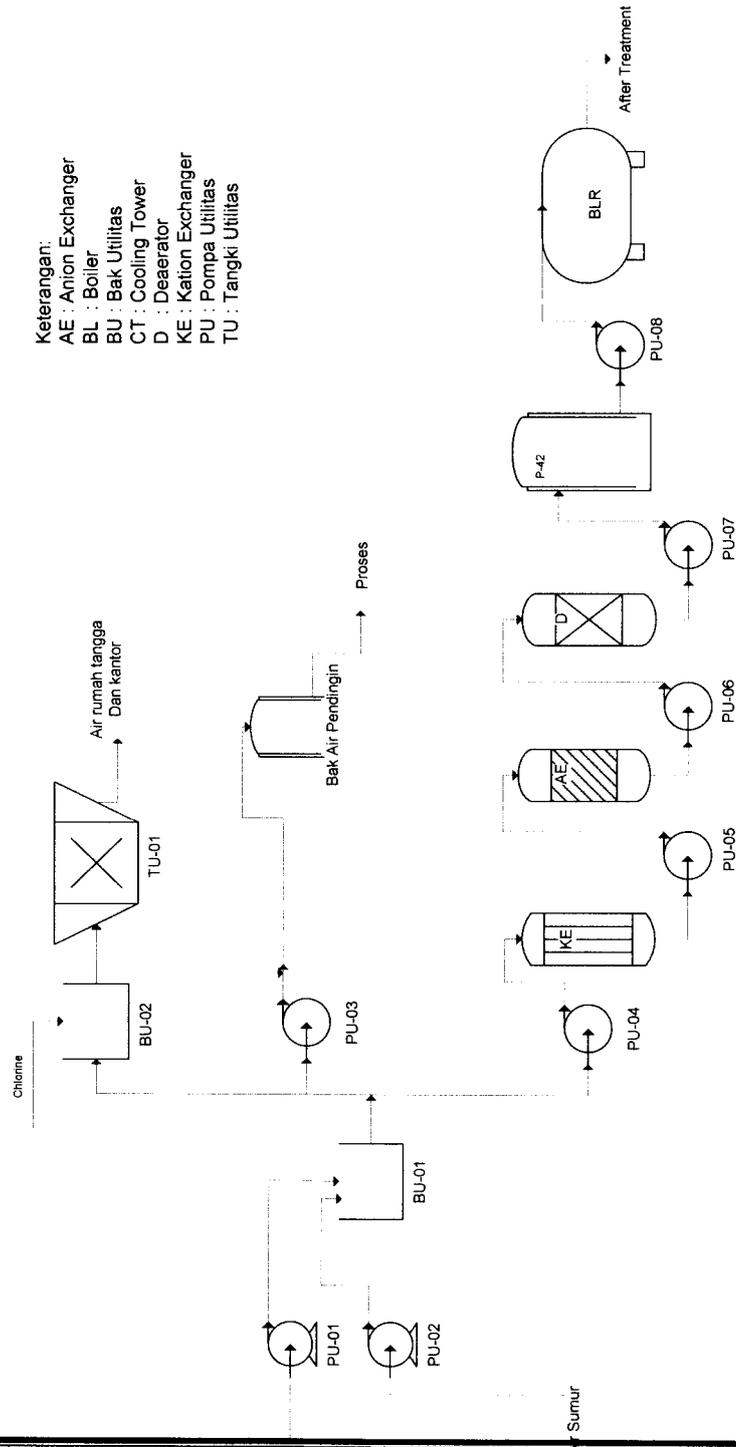
a. Pengolahan Awal

Air tanah dipompa ke dalam bak pengendap bak penampung sementara untuk diolah sesuai dengan kebutuhan.

b. Pengolahan air minum

Air dari bak penampung dialirkan ke tangki utilitas untuk dicampur dengan klorin. Klorin berfungsi sebagai disinfektan untuk membunuh

Sistem Pengolahan Air Sumur pada Perancangan Pabrik Benang Polyester (Filament)



Gambar 4.4 Diagram Alir Pengolahan Air pada Perancangan Pabrik Benang Polyester (Filament)

Kebutuhan air pada perancangan pabrik benang polyester (filament) ini dikelompokkan menjadi 4 kelompok sesuai dengan fungsi yang telah ditetapkan.

4.4.1.1 Air Kebutuhan Proses

a. Soft Water

Soft water berasal dari raw water yang di proses di Soft Water Plant Tank untuk mengikat CaCO_3 dengan menggunakan resin, sehingga mengalami penurunan tingkat kesadiahannya sedemikian rupa sesuai dengan standart yang dikehendaki. Soft water digunakan untuk Cooling Water, Water Spray Chamber (AHU), dan Chilled Water.

b. Demin Water

Demin water berasal dari raw water yang diproses di Demin Water Plant untuk mengikat mineral pada kation dan untuk mengikat jenis-jenis asam pada anion, dengan menggunakan resin, sehingga tidak menyebabkan korosi dan Demin water sebagai bahan baku untuk proses Polyser Water Plant.

c. Kegiatan Produksi

Kebutuhan air untuk proses produksi pada proses Take up, seperti *Cooling Water*, *Water Spray Chamber (AHU)*, *Chilled Water* dan *quenching air* masing-masing 10.000 liter per hari, yaitu :

$$= 4 \text{ proses} \times 10.000 \text{ liter/hari}$$

$$= 40.000 \text{ liter/hari}$$

Untuk boiler konsumsi air sebesar $7,5 \text{ m}^3/\text{hari}$ atau 7.500 liter/hari, sehingga total kebutuhan air untuk produksi sebesar :

$$= 40.000 \text{ liter} + 7.500 \text{ liter}$$

$$= 47.500 \text{ liter/hari}$$

4.4.1.2 Air Kebutuhan Sanitasi

Merupakan air yang digunakan untuk air minum, keperluan laboratorium, kantor, dan rumah tangga pabrik. Syarat air sanitasi ditetapkan sebagai berikut:

a) Syarat fisik air meliputi:

- Tidak keruh.
- Warna jernih.
- Suhu standar.
- Tidak berasa dan bau.

b) Syarat kimia air meliputi:

- pH netral (6,5-7,5).
- Tidak mengandung logam berat yang berbahaya seperti air raksa (Hg), dan timbal (Pb).
- Tidak mengandung residu seperti deterjen dan senyawa toksin.

c) Syarat biologi air meliputi:

- Tidak mengandung mikroba pencemar khususnya bakteri coli, patogen.
- Tidak mengandung mikroba penghasil toksin.

Kebutuhan air untuk sanitasi dirinci untuk 4 macam kebutuhan, antara lain:

a) Air untuk toilet

Jumlah karyawan \approx 140 orang

Kebutuhan air untuk toilet diperkirakan 15 liter/orang/hari, sehingga banyaknya kebutuhan air yang harus dipenuhi perhari:

$$= 15 \text{ liter/orang/hari} \times 140 \text{ orang}$$

$$= 2.100 \text{ liter/hari}$$

b) Air untuk konsumsi

Kebutuhan air untuk konsumsi diasumsikan sebanyak 5 liter/orang/hari, sehingga kebutuhan air perhari sebesar:

$$= 5 \text{ liter/orang/hari} \times 140 \text{ orang}$$

$$= 700 \text{ liter/hari}$$

c) Air untuk taman

Kebutuhan air untuk kebersihan dan pemeliharaan tanaman diperkirakan 400 liter/hari

d) Air untuk masjid

Kebutuhan air untuk masjid diasumsikan 3 liter/orang dan diperkirakan yang melakukan sholat sebanyak 100 orang, dengan pertimbangan tidak semua pegawai beragama Islam dan sholat di masjid tersebut. Sehingga kebutuhan yang harus dipenuhi sebagai berikut:

$$= 3 \text{ liter/orang} \times 100 \text{ orang} \times 2 \text{ waktu sholat}$$

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

4.4.1.3 Hydrant

Hydrant adalah air yang digunakan untuk keadaan darurat, seperti kebakaran. Jika tiap titik hydrant menjangkau 150 m^2 , maka untuk ruang proses produksi kebutuhan kran ditetapkan sebanyak 32 buah titik.

Kebutuhan air untuk hydrant sebanyak 1.500 liter untuk setiap titik kran, maka kebutuhan air untuk ruang proses produksi yaitu :

$$= 32 \times 1.500 \text{ liter}$$

$$= 48.000 \text{ liter}$$

4.4.1.4 Air Kebutuhan Sarana Fisik

Air untuk kebutuhan sarana fisik antara lain digunakan untuk pencucian mobil perusahaan, dan lain sebagainya diperkirakan 200 liter/hari.

4.4.2. Unit Steam

Steam (Uap panas) digunakan sebagai media pemanas yang diperoleh dari mesin boiler. Uap panas di gunakan untuk menjaga temperature pada *melting line* agar tidak membeku sebelum mengalami proses pemuluran di chamber unit juga sebagai media yang digunakan untuk membersihkan sisa-sisa polimer yang berhubungan dengan proses produksi, penghilangan lelehan chips yang melekat pada spinneret dan CPF candle.

Spesifikasi Boiler adalah sebagai berikut :

- Jenis : Boiler
- Merk : Omnicall, Japan
- Temperatur : 290°C

- Bahan bakar : 550 liter/jam
- Kapasitas : 25 kW
- Kebutuhan air : 7,5 m³
- Temperature : 500 °C

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

4.4.2.1. Steam pada Line Melting

Boiler berfungsi untuk memanaskan *dowtherm* menjadi *vapour (uap)* yang dibutuhkan untuk menjaga temperature pada *melting line*. Dimana *dowtherm* adalah fluida jenis *therminol VP-1* yang berfungsi sebagai media pemanas polymer agar tidak membeku sebelum mengalami proses pemuluran di chamber unit.

4.4.2.2. Steam Cleaner Melting (Burn Out)

Pada Burn Out terdapat beberapa alat yang digunakan untuk membersihkan sisa-sisa polimer, untuk menyiapkan semua material yang berhubungan dengan proses produksi :

1. *TEG Bath Mechine*

TEG merupakan mesin yang digunakan untuk membersihkan spinneret dan CPF candle dari lelehan chips yang melekat dengan menggunakan three ethylene glikol sebagai media pencuci.

Spesifikasi dari TEG Bath adalah :

- Kode : JIS B 8243
- Fluida : Three Ethylene Glikol
- Kapasitas : $0,7 \text{ m}^3$
- Temperature Operasi : $250 \text{ }^\circ\text{C}$
- Tekanan Operasi : $0,4 \text{ Kg / m}^2$
- Tekanan Desain : 1 Kg / cm^2
- Tekanan Uji Pneumatic : 4 Kg / cm^2
- Effisiensi Gabungan : 90 %

2. *Salt Bath Mechine*

Salt Bath merupakan mesin pencuci dengan menggunakan media pencuci berupa naba salt.

Spesifikasi dari Salt Bath Mechine :

- Kode : JIS B 8270
- Fluida : Garam, air
- Kapasitas : $0,75 \text{ m}^3$
- Temperature Operasi : $450 \text{ }^\circ\text{C}$
- Effisiensi Gabungan : 70 %

4.4.3. Air Handling Unit (AHU) dan AC

Air Handling Unit (AHU) berfungsi untuk menghasilkan air condition sesuai dengan temperatur dan kelembaban yang diinginkan. Pada perancangan ini terdapat tiga Air Handling Unit yang masing-masing dipergunakan untuk keperluan, sebagai berikut:

Spesifikasi dari Air Handling Unit:

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

4.4.3.1. Air Handling untuk Produksi

1. AHU Quench Air

Berfungsi untuk menghasilkan air condition yang dipergunakan pada proses pembuatan filament di melting area dengan udara hembusan ± 19 °C dan kecepatan 1,4 m/dt agar filamen tidak menempel dan mendapatkan daya tertentu.

2. AHU Take-Up Spinning

Berfungsi untuk menghasilkan air condition yang dipergunakan di take-up room.

4.4.3.2. Air Conditioner (AC)

Perancangan pabrik ini difasilitasi dengan AC yang sangat memadai sebagai pengatur kondisi ruangan. Khusus untuk ruangan bahan baku, AC disetting

dengan “kondisi standart” yang dilengkapi dengan pengatur kelembapan udara (RH = 65 % dan $T \pm 25$ °C). Penggunaan spesifikasi AC diatur sesuai dengan fungsi dan luas ruangan.

Penggunaan AC dipabrik ini dirinci meliputi :

- Ruang produksi
- Ruang non-produksi

Spesifikasi AC yang digunakan sebagai berikut :

a. Motor Suplay Air Fan

- Merk : Siemen
- Type : ILA 6206-2AA70-200L
- Buatan : Italia
- Tahun : 2004
- Rpm : 975
- Daya : 5.14 KW

b. Window

- Merk : Dast
- Type : CS 24
- Buatan : Indonesia
- Tahun : 2004
- Daya : 1.5 KW

c. Spesifikasi kipas angin yang digunakan sebagai berikut:

- Merk : Deluxe
- Type : Fan-7

- Negara pembuat : Taiwan
- Daya : 0.075 KW

4.4.3.2.a Jumlah Kebutuhan AC di Ruang Produksi

AC yang digunakan pada ruang produksi adalah AC motor supply air fan. Kebutuhan AC untuk masing-masing ruangan produksi ditentukan dengan formula berikut :

$$\text{Jumlah AC} = \frac{\text{Luas ruangan}}{\text{Standar luas ruangan}}$$

Tabel 4.2 Kebutuhan AC ruang produksi

Ruang	Luas (m ²)	Jenis AC	Jumlah AC
Ruang bahan baku	500	Motor suplay air fan	1
Ruang Proses	4.850	Motor suplay air fan	5
Ruang Inspecting & Packing	600	Motor suplay air fan	1
Ruang Produk	400	Motor suplay air fan	1
TOTAL JUMLAH AC			8

4.4.3.2.b Jumlah Kebutuhan AC dan Kipas Angin Di Ruang Non-produksi

Kebutuhan jumlah AC jenis Air fan, Window dan Kipas angin pada setiap ruang (non-produksi) meliputi :

Tabel 4.3 Kebutuhan AC ruang non-produksi

Ruang	Luas (m ²)	Jenis AC	Jumlah AC
Kantor utama	1.000	Motor suplay air fan	7
Aula	300	Motor suplay air fan	4
Laboratorium QC	100	AC Window	1
Laboratorium research	40	AC Window	1
Utilitas	1.500	AC Window	4
Maintenance	100	AC Window	1

Kantor shift	50	AC Window	1
Kantor kadept produksi	20	AC Window	1
Training room	50	AC Window	1
Satpam I	10	Kipas Angin	1
Satpam II	10	Kipas Angin	1
Satpam III	10	Kipas Angin	1
Masjid	350	Kipas Angin	2
Koperasi	30	Kipas Angin	2
Kantin	200	Kipas Angin	4
TOTAL		Motor suplay air fan	11
		AC Window	10
		Kipas Angin	11

Kebutuhan AC ruang produksi dan non-produksi sebanyak :

- AC jenis motor suplay air fan = 19 buah
- AC jenis window = 10 buah
- Kipas angin = 11 buah

4.4.4. AIR PRESSURE

Air pressure adalah udara bertekanan yang dihasilkan dengan menggunakan compressor yang dipergunakan untuk proses produksi. Sesuai dengan kebutuhan pada proses produksi dan keperluan lain di dalam pabrik, maka air pressure yang dibutuhkan adalah satu.

Spesifikasi air pressure yang digunakana sebagai berikut :

- Metode : Kompresi Sentrifugal
- Bentuk : Horizontal
- Kecepatan : Putaran Tinggi
- Gas Sentrifugal : Compressor Udara

- Konstruksi : Hermetic
- Jumlah mesin : 1 buah
- Power : 261 kW

Penampungan air pressure untuk dikonsumsi di Departement Spinning dan untuk keperluan lainnya yang menggunakan air pressure.

4.4.5. Unit Penyediaan Listrik dan Pendeteksi Kebakaran

4.4.5.1. Penyediaan Tenaga Listrik

Unit ini bertugas menyediakan sumber tenaga listrik untuk kebutuhan diseluruh area pabrik. Penyediaan sumber listrik diperoleh dari generator (gen-set) dan PLN (Perusahaan Listrik Negara). Pemakaian listrik dari jasa generator dimaksudkan untuk menjaga kontinuitas produksi, disamping untuk menekan fluktuasi biaya karena faktor ketidakpastian tarif dasar listrik (PLN).

Penyediaan listrik untuk mesin-mesin produksi, unit utilitas dan penerangan bagian produksi diperoleh dari generator, sedangkan penerangan ruang non-produksi diperoleh dari PLN.

Kebutuhan tenaga listrik pada perancangan pabrik benang polyester (filament) ini dikelompokkan menjadi:

- 1) Listrik untuk penerangan
- 2) Listrik untuk keperluan produksi
- 3) Listrik untuk utilitas
- 4) Listrik untuk AC, kipas angin dan pompa hidrant
- 5) Listrik untuk instrumentasi

4.4.5.1.a Listrik Penerangan

Pada perancangan pabrik benang polyester (filament) ini, kebutuhan listrik untuk penerangan dikelompokkan menjadi:

- A. Ruang produksi
- B. Ruang non-produksi
- C. Lingkungan sekitar pabrik dan jalan

A. Ruang Produksi

Kebutuhan listrik untuk ruang produksi mencakup ruang bahan baku, ruang proses dan ruang produk. Kekuatan penyinaran lampu di masing-masing ruang produksi ditetapkan sesuai standar yang telah ditentukan yaitu sebesar 40 lumens/ft² atau 430,52 lumens/m².

Penentuan kuat penerangan dapat diperoleh dengan formula:

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

Perhitungan jumlah kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dapat dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut:

$$\text{Jumlah titik lampu} = \frac{\text{Total Luas}}{\text{Luas Penerangan}}$$

Sehingga kuat penerangan:

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

Maka kekuatan lampu tiap titik:

$$\text{Kekuatan lampu} = \frac{\text{kuat penerangan tiap lampu}}{\text{daya listrik}} \times \text{dayalampu}$$

Berdasarkan syarat penerangan sesuai dengan ketentuan perancangan pabrik ini, maka diperoleh nilai kuat penerangan ruang produksi seperti yang disajikan pada Tabel 4.4 berikut:

Tabel 4.4 Jumlah kuat penerangan pada ruang produksi

Ruang	Luas (m ²)	Penerangan (lms)
Bahan baku	500	215.260
Proses	4.850	2.088.022
Produk	400	172.208

i) Ruang Bahan Baku

Spesifikasi lampu yang digunakan diruang bahan baku sebagai berikut:

- Jenis lampu : Lampu TL 40 watt
- Kuat penerangan (ϕ) : 450 lumens/W
- Sudut sebaran sinar (ω) : 4sr
- Tinggi lampu (r) : 4 meter
- Syarat penerangan : 40lumens/ft² \approx 430,52 lumens/m²

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

$$\begin{aligned}\text{Intensitas cahaya (I)} &= \frac{\phi}{\omega} \\ &= \frac{40 \times 450}{4} \\ &= 4.500 \text{ cd}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kuat penerangan (E)} &= \frac{I}{r^2} \\ &= \frac{4500}{16}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 281,25 \text{ lux} \\ \text{Luas penerangan (A)} &= \frac{\phi}{E} \\ &= \frac{450 \times 40}{281,25} \\ &= 64 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan jumlah kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$\text{Jumlah titik lampu} = \frac{\text{luas ruang bahanbaku}}{\text{luas penerangan}}$$

Sehingga banyaknya lampu yang dibutuhkan adalah:

$$\begin{aligned} &= \frac{500 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2} \\ &= 7,8 \text{ titik lampu} \\ &= 8 \text{ titik lampu} \end{aligned}$$

Penerangan Tiap Titik Lampu

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Jumlah Penerangan Total}}{\text{Jumlah Titik Lampu}} \\ &= \frac{500 \text{ m}^2 \times 430,52 \text{ lumens/m}^2}{8} \\ &= 26.907,5 \text{ lumens} \end{aligned}$$

Kekuatan Tiap Titik Lampu

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{penerangan tiap titik}}{\text{daya listrik}} \times \text{dayalampu} \\ &= \frac{26.907,5}{18.000} \times 40 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$= 59,79 \text{ Watt} \approx 60 \text{ Watt}$$

Apabila waktu menyala ditetapkan selama 24 jam dengan rasio konsumsi sebesar 85 %, maka tenaga listrik yang dibutuhkan per hari:

$$= 24 \times 8 \times 60 \times 0,85$$

$$= 9.792,00 \text{ W}$$

$$= 9,792 \text{ KW}$$

ii) Ruang Proses

Spesifikasi lampu yang digunakan diruang proses produksi sebagai berikut:

- Jenis lampu : Lampu TL 40 watt
- Kuat penerangan (ϕ) : 450 lumens/W
- Sudut sebaran sinar (ω) : 4sr
- Tinggi lampu : 4 meter
- Syarat penerangan : 40 lumens/ft² \approx 430,52 lumens/m²

Maka penentuan intensitas cahaya, kuat penerangan, dan luas penerangan dapat dihitung dengan menggunakan formula yang sama sebagai berikut:

$$\text{Intensitas cahaya (I)} = \frac{40 \times 450}{4}$$

$$= 4.500 \text{ cd}$$

$$\text{Kuat penerangan (E)} = \frac{4500}{16}$$

$$= 281,25 \text{ lux}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas penerangan (A)} &= \frac{450 \times 40}{281,25} \\ &= 64 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Perhitungan jumlah kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dihitung dengan formula yang sama sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Jumlah titik lampu} &= \frac{4.850 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2} \\ &= 77,55 \text{ titik lampu} \\ &= 78 \text{ titik lampu}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Penerangan Tiap Titik Lampu} &= \frac{4.850 \text{ m}^2 \times 430,52 \text{ lumens/m}^2}{78} \\ &= 26.294,84 \text{ lumens}\end{aligned}$$

Kekuatan Tiap Titik Lampu

$$\begin{aligned}&= \frac{26.294,84}{18.000} \times 40 \text{ Watt} \\ &= 59,83 \text{ Watt} \approx 60 \text{ Watt}\end{aligned}$$

Apabila waktu menyala ditetapkan selama 24 jam dengan rasio konsumsi sebesar 97 %, maka tenaga listrik yang dibutuhkan per hari:

$$\begin{aligned}&= 24 \times 78 \times 60 \times 0,97 \\ &= 108.647,14 \text{ W} \\ &= 108,647 \text{ KW}\end{aligned}$$

iii) Ruang Produk

Spesifikasi lampu yang digunakan diruang produk jadi sebagai berikut:

- Jenis lampu : Lampu TL 40 watt
- Kuat penerangan (ϕ) : 450 lumens/W
- Sudut sebaran sinar (ω) : 4sr
- Tinggi lampu : 4 meter
- Syarat penerangan : 40 lumens/ft² \approx 430,52 lumens/m²

Maka penentuan intensitas cahaya, kuat penerangan, dan luas penerangan dapat dihitung dengan menggunakan formula yang sama sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Intensitas cahaya (I)} &= \frac{40 \times 450}{4} \\ &= 4.500 \text{ cd}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kuat penerangan (E)} &= \frac{4500}{16} \\ &= 281,25 \text{ lux}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas penerangan (A)} &= \frac{450 \times 40}{281,25} \\ &= 64 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Perhitungan jumlah kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dihitung dengan formula yang sama sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Jumlah titik lampu} &= \frac{400 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2} \\ &= 6,25 \text{ titik lampu} \\ &= 6 \text{ titik lampu}\end{aligned}$$

$$\text{Penerangan Tiap Titik} = \frac{400 \text{ m}^2 \times 430,52 \text{ lumens/m}^2}{6}$$

$$= 26.895 \text{ lumens}$$

$$\text{Kekuatan Tiap Titik Lampu} = \frac{26.895}{18.000} \times 40 \text{ Watt}$$

$$= 59,76 \text{ Watt} \approx 60 \text{ Watt}$$

Apabila waktu menyala ditetapkan selama 24 jam dengan rasio konsumsi sebesar 85 %, maka tenaga listrik yang dibutuhkan per hari:

$$= 24 \times 6 \times 60 \times 0,85$$

$$= 7.315,44 \text{ W}$$

$$= 7,315 \text{ KW/hari}$$

Dengan demikian pemakaian tenaga listrik untuk penerangan pada ruang produksi per hari sebesar:

$$= 9,792 \text{ KW} + 108,647 \text{ KW} + 7,315 \text{ KW}$$

$$= 125,754 \text{ KW per hari}$$

$$= 3.395,373 \text{ KW/bulan}$$

B. Ruang Non Produksi

Ruang non produksi dikelompokkan menjadi 2 bagian, antara lain:

- i) Kelompok ruang pertama yang ditetapkan termasuk sebagai ruang non produksi antara lain: kantor utama, laboratorium quality control, laboratorium research & development, aula, utilitas, maintenance,

kantor shift, kantor kadept produksi, training room. Besarnya tenaga listrik yang dibutuhkan sesuai dengan ketentuan ruang standar.

- Jenis lampu : Lampu TL 40 watt
- Kuat penerangan (ϕ) : 450 lumens/W
- Sudut sebaran sinar (ω) : 4sr
- Tinggi lampu : 4 meter
- Total luas : 3.160 m²
- Syarat penerangan : 30 lumens/ft² \approx 322,89 lumens/m²

Maka dengan formula yang sama dengan sub-bab sebelumnya diperoleh:

$$\text{Intensitas cahaya (I)} = \frac{40 \times 450}{4}$$

$$= 4.500 \text{ cd}$$

$$\text{Kuat penerangan (E)} = \frac{4500}{16}$$

$$= 281,25 \text{ lux}$$

$$\text{Luas penerangan (A)} = \frac{450 \times 40}{281,25}$$

$$= 64 \text{ m}^2$$

Dengan menggunakan formula yang sama, maka perhitungan jumlah titik lampu, lumens, dan daya yang diperlukan setiap lampu di ruang non-produksi klasifikasi pertama direkap pada Tabel 4.5:

Tabel 4.5 Penggunaan lampu diruang non-produksi satu

Nama Ruang	Luas (m ²)	Lumens	Titik	Lumens / titik	Daya / T.lampu	Daya/hari (KW)
Kantor utama	1.000	322.890	16	20.180,625	44,8458	14,637
Lab.Q.Control	100	32.289	2	16.144,5	35,8766	1,463
Lab.Research	40	12.915,6	1	12.915,6	28,7013	0,585
Aula	300	96.867	5	19.373,4	43,052	4,391
Utilitas	1.500	484.335	24	20.180,6	44,846	21,956
Maintenance	100	32.289	2	16.144,5	35,8766	1,463
Kantor shift	50	16.144,5	1	16.144,5	35,8766	0,731
Kantor kadept.Prod	20	6.457,8	1	6.457,8	14,3506	0,292
Training room	50	16.144,5	1	16.144,5	35,8766	0,731
Total						46,255

Sehingga pemakaian tenaga listrik yang dibutuhkan per bulan adalah:

$$= 46,255 \text{ KW/hari}$$

$$= 1.248,886 \text{ KW/bulan}$$

ii). Kelompok ruang yang termasuk dalam ruang non produksi kedua antara lain masjid, poliklinik, kantin, parkir staf & karyawan (sepeda motor), parkir staf & direksi (mobil), parkir truk, satpam A, satpam B, koperasi, toilet I, toilet II, toilet III, cleaning service, sport center, taman, dan guest house. Spesifikasi jenis lampu yang digunakan sebagai berikut:

- Jenis lampu : Lampu TL 20 watt
- Kuat penerangan : 450 lumens/W
- Sudut sebaran sinar : 4sr
- Tinggi lampu : 4 meter
- Total luas : 1540 m²
- Syarat penerangan : 20 lumens/ft² = 215,26 lumens/m²

Maka perhitungan nilai intensitas, kuat penerangan, luas penerangan, jumlah titik lampu, kuat penerangan dan kekuatan lampu diperhitungkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Intensitas cahaya (I)} &= \frac{20 \times 450}{4} \\ &= 2.250 \text{ cd} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat penerangan (E)} &= \frac{2250}{16} \\ &= 140,625 \text{ lux} \end{aligned}$$

$$\text{Luas penerangan (A)} = \frac{9000}{140.625} = 64 \text{ m}^2$$



Dengan menggunakan formula yang sama, maka perhitungan jumlah titik lampu, lumens, dan daya yang diperlukan setiap lampu di ruang non-produksi kedua direkap pada Tabel 4.6:

Tabel 4.6 Penggunaan lampu diruang non-produksi dua

Nama Ruangan	Luas (m ²)	Lumens	Titik	Lumens / titik	Daya / T.lampu	Daya/hari (KW)
Masjid	350	75.341	6	12.556,83	13,952	1,708
Poliklinik	30	6.457,8	1	6.457,8	7,175	0,146
Kantin	200	43.052	3	14.350,67	15,945	0,976
Parkir motor	100	21.526	2	1.0763	11,959	0,487
Parkir mobil	200	43.052	3	14.350,67	15,945	0,976
Parkir truk	80	17.220,8	1	17.220,8	19,134	0,390
Satpam A	10	2.152,6	1	2.152,6	2,391	0,048
Satpam B	10	2.152,6	1	2.152,6	2,391	0,048
Koperasi	30	6.457,8	1	6.457,8	7,175	0,146
Toilet I	15	3.228,9	1	3.228,9	3,587	0,073
Toilet II	10	2.152,6	1	2.152,6	2,391	0,048
Toilet III	5	1.076,3	1	1.076,3	2,196	0,024
Cleaning service	10	2.152,6	1	2.152,6	2,391	0,048
Sport center	150	32.289	3	10.763	19,958	0,731
Taman	300	64.578	5	12.915,6	14,351	1,463
Guest house	40	8.610,4	1	8.610,4	9,567	0,195
					Total	7,514

Sehingga pemakaian tenaga listrik yang dibutuhkan per bulan adalah sebesar:

$$= 7,514 \text{ KW/hari}$$

$$= 202,878 \text{ KW/bulan}$$

Dengan demikian total pemakaian tenaga listrik untuk penerangan pada ruang non- produksi per bulan sebesar:

$$= 1.248,886 \text{ KW} + 202,878 \text{ KW}$$

$$= 1.451,765 \text{ KW per bulan}$$

Apabila biaya untuk 1 KWH ditentukan sebesar Rp.600,-, maka total biaya penggunaan listrik untuk penerangan diruang non-produksi sebesar:

$$= 1.451,765 \text{ KW per bulan} \times \text{Rp.600/KW}$$

$$= \text{Rp. 10.452.708,74,- perbulan}$$

C. Listrik Penerangan Jalan di Lingkungan Pabrik

Spesifikasi lampu yang digunakan sebagai berikut:

- Jenis lampu : Mercury 250 watt
- Kuat penerangan : 9.000 lumens
- Sudut sebaran sinar : 4 sr
- Tinggi lampu : 7,5 meter
- Luas jalan : 2.000 m²
- Syarat penerangan : 10 lumens/ft² \approx 107,63 lumens/m²

Penentuan nilai intensitas, luas penerangan, jumlah titik lampu, kuat penerangan dan daya dapat dihitung dengan menggunakan formula yang sama pada sub bab sebelumnya.

$$\begin{aligned}\text{Intensitas cahaya (I)} &= \frac{9000}{4} \\ &= 2.250 \text{ cd}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kuat penerangan (E)} &= \frac{2250}{56.25} \\ &= 40 \text{ lux}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas penerangan (A)} &= \frac{9000}{40} \\ &= 225 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah titik lampu} &= \frac{2000}{225} \\ &= 8.8 \text{ titik lampu} \\ &= 9 \text{ titik lampu}\end{aligned}$$

Sehingga total kuat penerangan sebesar

$$\begin{aligned}&= 2.000 \text{ m}^2 \times 107,63 \text{ lumens/m}^2 \\ &= 215.260 \text{ lumens}\end{aligned}$$

Sehingga total kuat penerangan di tiap titik lampu:

Kuat penerangan tiap lampu

$$\begin{aligned}&= \frac{215260}{9} \\ &= 23.917,78 \text{ lumens}\end{aligned}$$

Maka kekuatan lampu tiap titik sebesar:

Kekuatan lampu tiap titik

$$\begin{aligned} &= \frac{23.917,78}{9.000} \times 250 \text{ watt} \\ &= 664,38 \text{ W} \end{aligned}$$

Lampu ditetapkan akan menyala selama 12 jam dengan rasio konsumsi 85 %, maka tenaga yang dibutuhkan per hari sebesar:

$$\begin{aligned} &= 12 \text{ jam} \times 85 \% \times 9 \text{ titik lampu} \times 664,38 \text{ W} \\ &= 60.990,33 \text{ W} \\ &= 60,990 \text{ KW/hari} \end{aligned}$$

Kebutuhan listrik /bulan = 60,990 KW

$$= 1.829,71 \text{ KW}$$

Apabila biaya untuk 1 KWH ditentukan sebesar Rp.600,-, maka total biaya penggunaan listrik untuk penerangan disekitar pabrik & jalan sebesar :

$$\begin{aligned} &= 1.829,71 \text{ KW/bulan} \times \text{Rp.600/KW} \\ &= \text{Rp. 1.097.826,- /bulan} \end{aligned}$$

4.4.5.1.b Listrik untuk Produksi

Kebutuhan listrik yang diperlukan untuk menjalankan mesin direkap pada Tabel 4.7 berikut:

Tabel 4.7. Kebutuhan listrik untuk mesin produksi

Alat	Jumlah	Daya/mesin (KW)	Daya (KW)
Air pressure chips charing hopper	2	18,7	37,4
Air pressure wet chips silo	2	15,4	30,8
Crystallizer heater	2	20	40
Motor penggerak blower	2	11	22
Drayer heater	2	338	676
Air pressure drayer	2	18,7	37,4
Air pressure top hopper	2	13,1	26,2
Air pressure bottom hopper	2	13,1	26,2
Motor extruder	2	247	494
Motor pump	14	8,7	121,8
Mesin Take-Up	14	15,2	212,8
		718,9	1.724,6

Apabila ditentukan ratio konsumsi sebesar 85 %, maka total kebutuhan per hari untuk pemakaian listrik untuk produksi yaitu:

$$= 1.724,6 \text{ KW} \times 85 \% \times 24 \text{ Jam}$$

$$= 35.181,84 \text{ KW/hari}$$

$$= 949.909,68 \text{ KW/bulan}$$

4.4.5.1.c Listrik untuk Utilitas

Tabel 4.8 Kebutuhan Listrik untuk Unit Utilitas

Alat	Daya (KW)
A. Water Treatment	
Raw water	2,5
Soft water	2,75
Demin water	1,5
Polyser water	1,5
B. Colling Tower	
Compressor	2,5
Air drayer	3
Chiller	2
C. AHU	
AHU quenching 1	15
AHU quenching 2	14
AHU quenching 3	20

D. Air Pressure	
Air pressure	261
E. Effluent Treatment Plant	-
	325,75

Apabila ditentukan ratio konsumsi sebesar 85 %, maka total kebutuhan per hari untuk pemakaian listrik untuk produksi yaitu:

$$= 325,75 \text{ KW} \times 85 \% \times 24 \text{ Jam}$$

$$= 6.645,3 \text{ KW/hari}$$

$$= 179.423,10 \text{ KW/bulan}$$

4.4.5.1.d Listrik Untuk AC, Kipas Angin dan Pompa hydrant

Setiap ruangan pada perancangan pabrik ini dilengkapi dengan pengatur ruangan udara (Air Conditioner) jenis air fan dan jenis window, kipas angin dan hydrant sebagai unit pendeteksi kebakaran.

➤ Spesifikasi AC Air Fan yang digunakan sebagai berikut:

- Merk : Siemens
- Type : A6207-6AA70-200L
- Kecepatan : 700 rpm
- Daya : 5,14 KW
- Negara pembuat : Jerman

Jumlah dan kebutuhan listrik untuk AC direkap pada tabel berikut:

Tabel 4.9. Rekapitulasi Kebutuhan Listrik untuk AC Air Fan

Nama ruangan	Kebutuhan AC	Jumlah Daya (kw)	Jam Pemakaian	Pemakaian Listrik/Hari (kw)
Bahan baku	1	5,14	17	87,38
Proses	5	25,7	24	616,8
Produk	1	5,14	17	87,38
Inspecting dan Packing	1	5,14	17	87,38
Kantor utama	7	35,98	9	323,82

Aula	4	20,56	3	61,68
	19	97,66	87	1.264,44

Apabila ditentukan ratio konsumsi sebesar 85 %, maka total kebutuhan per hari untuk pemakaian listrik untuk produksi yaitu:

$$= 1.264,44 \text{ KW} \times 85 \% \times 24 \text{ Jam}$$

$$= 1.074,774 \text{ KW/hari}$$

$$= 29.018,89 \text{ KW/bulan}$$

➤ Spesifikasi AC Window yang digunakan sebagai berikut:

- Merk : Dash
- Type : CS-24
- Daya : 1,5 KW
- Negara pembuat : Indonesia

Jumlah dan kebutuhan listrik untuk AC direkap pada tabel berikut:

Tabel 4.10: Rekapitulasi Kebutuhan Listrik untuk AC Window

Nama ruangan	Kebutuhan AC	Jumlah Daya (kw)	Jam Pemakaian	Pemakaian Listrik/Hari (kw)
Laboratorium QC	1	1,5	17	25,5
Laboratorium research	1	1,5	17	25,5
Utilitas	4	6	24	144
Maintenance	1	1,5	24	36
Kantor shift	1	1,5	24	36
Kantor kedepd produksi	1	1,5	9	13,5
Training room	1	1,5	9	13,5
Total	10	15	124	294

Apabila ditentukan ratio konsumsi sebesar 85 %, maka total kebutuhan per hari untuk pemakaian listrik untuk produksi yaitu:

$$= 294 \text{ KW} \times 85 \% \times 24 \text{ Jam}$$

$$= 249,9 \text{ KW/hari}$$

$$= 6.747,3 \text{ KW/bulan}$$

➤ Spesifikasi kipas angin yang digunakan sebagai berikut:

- Merk : Deluxe
- Type : Fan-7
- Daya : 0,075 KW
- Negara pembuat : Taiwan

Jumlah dan kebutuhan listrik untuk kipas angin direkap pada tabel berikut:

Tabel 4.11: Rekapitulasi Kebutuhan Listrik untuk Kipas Angin

Nama Ruangan	Kebutuhan AC	Jumlah Daya (kw)	Jam Pemakaian	Pemakaian Listrik/Hari (kw)
Satpam 1	1	0,075	24	1,8
Satpam 2	1	0,075	24	1,8
Satpam 3	1	0,075	24	1,8
Masjid	2	0,150	12	1,8
Koperasi	2	0,150	9	1,35
Kantin	4	0,300	3	0,9
Total	11	0,825	96	9,45

Apabila ditentukan ratio konsumsi sebesar 85 %, maka total kebutuhan per hari untuk pemakaian listrik untuk produksi yaitu:

$$= 9,45 \text{ KW} \times 85 \% \times 24 \text{ Jam}$$

$$= 0,765 \text{ KW/hari}$$

$$= 20,65 \text{ KW/bulan}$$

➤ Hydrant

Spesifikasi mesin hydrant sebagai berikut:

- Merk : Ebara corp
- Type : Pompa sentrifugal
- Buatan : Jepang

- Kapasitas : 45 m³/menit
- Kebutuhan : 1 buah
- Daya : 50,5 KW

Sehingga kebutuhan listrik untuk keseluruhan yaitu sebesar :

$$\begin{aligned} &= 29.018,89 \text{ KW} + 6.747,3 \text{ KW} + 20,65 \text{ KW} + 50,5 \text{ KW} \\ &= 35.837,35 \text{ KW/bulan} \end{aligned}$$

Apabila biaya untuk 1 KWH ditentukan sebesar Rp.600,-, maka total biaya penggunaan listrik untuk penerangan diruang non-produksi sebesar :

$$\begin{aligned} &= 35.837,35 \text{ KW/ bulan} \times \text{Rp.600/KW} \\ &= \text{Rp. 21.502.441,- /bulan} \end{aligned}$$

4.4.5.1.e Listrik Instrumentasi

Kebutuhan listrik ini mencakup kebutuhan listrik untuk komputer dan rumah tangga.

a). Kebutuhan listrik untuk komputer

Spesifikasi yang digunakan sebagai berikut:

- Processor : Intel Pentium 4,2 GHZ
- RAM : 226 DDR
- Operation system : Windows XP
- Daya : 350 watt
- Jumlah : 50 buah
- Ratio konsumsi : 90 %
- Penggunaan : 12 jam

Dapat diperoleh kebutuhan listrik untuk komputer per hari sebesar:

$$\begin{aligned} &= 350 \text{ watt} \times 90 \% \times 70 \text{ buah} \times 12 \\ &= 189.000 \text{ watt} \\ &= 189 \text{ KW/hari} \\ &= 5.103 \text{ KW/bulan} \end{aligned}$$

b). Rumah tangga

Kebutuhan listrik rumah tangga mencakup tenaga listrik untuk mesin foto copy, printer dan sebagainya. Diperkirakan kebutuhan 1 hari sebesar 3 KW.

$$\begin{aligned} \text{Maka kebutuhan listrik/bulan} &= 3 \text{ KW} \times 27 \text{ hari} \\ &= 81 \text{ KW/bulan} \end{aligned}$$

Sehingga kebutuhan listrik untuk instrumentasi yaitu sebesar:

$$\begin{aligned} &= 5.103 \text{ KW} + 81 \text{ KW} \\ &= 5.184 \text{ KW/bulan} \end{aligned}$$

Apabila biaya untuk 1 KWH ditentukan sebesar Rp.600,-, maka total biaya penggunaan listrik untuk penerangan diruang instrumentasi sebesar:

$$\begin{aligned} &= 5.184 \text{ KW/ bulan} \times \text{Rp.600/KW} \\ &= \text{Rp. 3.110.400,- /bulan} \\ &= \text{Rp. 37.324.800,-/tahun} \end{aligned}$$

4.4.5.2. Unit Pendeteksi Kebakaran

Unit pendeteksi kebakaran ditempatkan di gudang bahan baku, ruangan proses produksi dan di ruangan penyimpanan produk. Alat yang digunakan sebagai detektor adalah sebagai berikut:

1) Type WSO = 10 Na, dengan jangkauan 25 m^2 .

Jumlah alat ditentukan dengan formula sebagai berikut:

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

Sehingga untuk masing-masing ruangan:

- Gudang bahan baku = $500 \text{ m}^2 / 25 \text{ m}^2$
= 20 titik
- Ruangan proses = $4.850 \text{ m}^2 / 25 \text{ m}^2$
= 194 titik
- Ruangan produk jadi = $400 \text{ m}^2 / 25 \text{ m}^2$
= 16 titik

2) Hydrant

Tiap titik hydrant menjangkau 150 m^2 . Dengan luas proses sebesar 4.850 m^2 maka ditetapkan penempatan hydrant sebanyak 32 buah titik dilokasi proses industri.

4.4.6. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Penyediaan bahan bakar dalam perancangan pabrik benang polyester (filament) ini ditetapkan menggunakan solar baik untuk bahan bakar generator maupun transportasi.

1) Kebutuhan Bahan Bakar Solar untuk Generator

Spesifikasi generator yang digunakan pada perancangan pabrik benang polyester (filament) ditetapkan sebagai berikut:

- Merk = Caterpillar
- Jenis = Generator Diesel
- Jumlah generator = 4 buah (satu sebagai cadangan)
- Daya output = 15.000 KW
- Efisiensi = 85 %
- Jenis bahan bakar = Solar
- Nilai pembakaran = 8.700 Kkal/kg

Spesifikasi bahan bakar untuk generator meliputi:

Heating value : 8.700 Kcal/kg

Berat jenis solar : 0,870 kg/liter

Kebutuhan daya untuk mesin-mesin produksi, unit utilitas dan penerangan bagian produksi sebesar:

$$= (35.181,84 + 6.645,3 + 125,75) \text{ KW/hari}$$

$$= 41.952,89 \text{ KW/hari}$$

Guna menjaga suplai tenaga listrik, maka pemanfaatan daya listrik hanya 85 % dari daya yang tersedia. Sehingga besarnya penggunaan listrik :

$$\text{Output} = \frac{\text{Total kebutuhan listrik / hari}}{85 \%}$$

$$= \frac{41.952,89 \text{ KW / hari}}{0.85}$$

$$= 35.659,96 \text{ KW/hari}$$

Apabila efisiensi generator yang digunakan sebesar 80 %, maka input generator dapat diperhitungkan menggunakan formula sebagai berikut :

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

Sehingga daya input generator sebesar:

$$= \frac{35.659,96 \text{ KW / hari}}{0.80}$$

$$= 4.4574,95 \text{ KW/hari}$$

$$= 1.857,28 \text{ KW/jam}$$

Apabila 1 KWH = 860 Kcal, maka:

$$\text{Daya input generator} = 1.857,28 \text{ KW/jam} \times 860 \text{ Kcal}$$

$$= 1.597.269,06 \text{ Kcal}$$

Kebutuhan bahan bakar per jam diperhitungkan dengan menggunakan formula sebagai berikut

$$\text{Kebutuhan bahan bakar} = \frac{\text{Daya input generator}}{\text{Nilai pembakaran solar}}$$

Sehingga kebutuhan bahan bakar (solar) sebesar:

$$= \frac{1.597.269,06 \text{ Kcal}}{8.700 \text{ Kcal/kg}}$$

$$= 183,59 \text{ kg}$$

Apabila berat jenis solar $\approx 0,870 \text{ kg/liter}$, maka:

Kebutuhan bahan bakar (solar) per jam sebanyak:

$$= \frac{183,59 \text{ kg}}{0,870 \text{ kg / liter}}$$

$$= 211,02 \text{ liter}$$

Sehingga kebutuhan bahan bakar (solar) per hari sebesar:

$$= 24 \text{ jam/hari} \times 211,02 \text{ liter/jam}$$

$$= 5.064,66 \text{ liter/hari}$$

Maka kebutuhan bahan bakar (solar) untuk generator setiap bulan sebanyak:

$$= 27 \text{ hari/bulan} \times 5.064,66 \text{ liter/hari}$$

$$= 136.745,98 \text{ liter/bulan}$$

Apabila harga 1 liter solar \approx Rp. 4200,- (harga BBM bulan September 2006), maka biaya yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan solar selama satu bulan sebesar:

$$= \text{Rp. } 4250,-/\text{liter} \times 136.745,98 \text{ liter/bulan}$$

$$= \text{Rp. } 574.333.131,50 \text{ /bulan}$$

2) Kebutuhan Bahan Bakar Solar untuk Transportasi

Pada perancangan pabrik benang polyester (filament) ini direncanakan terdapat 3 mobil kantor, 2 truk, 3 forklift, dan 1 bus karyawan.

- a. Bila kebutuhan solar untuk bahan bakar mobil kantor diasumsikan 10 liter/hari.

Maka Kebutuhan bahan bakar solar sebesar = 3 buah x 10 liter/hari

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

- b. Bila kebutuhan solar untuk bahan bakar truk diasumsikan 15 liter/hari.

Maka kebutuhan bahan bakar solar sebesar = 4 buah x 15 liter/hari

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

c. Bila kebutuhan solar untuk bahan bakar forklift diasumsikan 10 liter/hari.

$$\begin{aligned} \text{Maka kebutuhan bahan bakar solar sebesar} &= 3 \text{ buah} \times 10 \text{ liter/hari} \\ &= 30 \text{ liter/hari} \end{aligned}$$

d. Bila kebutuhan solar untuk bus karyawan diasumsikan 20 liter/hari.

$$\begin{aligned} \text{Maka kebutuhan bahan bakar/hari sebesar} &= 1 \text{ buah} \times 20 \text{ liter/hari} \\ &= 20 \text{ liter/hari} \end{aligned}$$

Dengan demikian total kebutuhan bahan bakar solar untuk transportasi dalam 1 bulan sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan bahan bakar per bulan} &= 140 \text{ liter/hari} \times 30 \text{ hari} \\ &= 4.200 \text{ liter/bulan} \end{aligned}$$

Apabila harga 1 liter solar \approx Rp. 4.200,- (harga BBM bulan januari 2007), maka biaya yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan solar selama satu bulan sebesar:

$$\begin{aligned} &= \text{Rp. } 4.200,-/\text{liter} \times 4.200 \text{ liter/bulan} \\ &= \text{Rp. } 17.640.000,- \end{aligned}$$

Sehingga biaya total kebutuhan solar seluruhnya:

$$\begin{aligned} &= \text{Rp. } 574.333.131,- + \text{Rp. } 17.640.000,- \\ &= \text{Rp. } 591.973.131,50/\text{bulan} \end{aligned}$$

Berdasarkan dari hasil perhitungan diatas maka dapat diketahui pemakaian listrik yang bersumber dari PLN ataupun yang berasal dari generator berdasarkan area pemakaian sebagaimana tersaji pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.12 Pemakaian listrik berdasarkan area

Sumber Listrik	Area pemakaian	Daya/bulan (KW)	Daya/hari (KW)
		Non produksi	1.451,765
PLN	Ruang penerangan jalan	1.829,71	60,990
	AC window	6.747,3	249,9
	Kipas	20,65	0,765
	Hydrant	50,5	50,5
	Komputer	5103	189
	Rumah tangga	81	3
		15.283,93	607,92
	Generator	Unit penyedia air	7.884
Ruang produksi		3.395,373	125,7545
Mesin produksi		949.909,68	35.181,84
Utilitas		179.423,1	6.645,3
AC fan		29.018,898	1.074,774
		1.169.631,052	43.319,668

4.5. Organisasi Perusahaan

4.5.1. Bentuk Perusahaan

Badan usaha pada perancangan pabrik benang polyester (filament) ditetapkan Perseroan Terbatas(PT). Pemilihan bentuk perusahaan Perseroan Terbatas (PT) didasarkan pada pertimbangan sebagai berikut :

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

Organisasi perusahaan dalam bentuk PT memungkinkan kemudahan dalam perolehan modal. Modal untuk pendirian perusahaan ini diperoleh dari penjualan saham kepada satu maupun beberapa investor dan dana dari pinjaman bank. Alasan penggunaan dana dari hasil penjualan saham dan pinjaman bank adalah untuk menghindari dominasi pembagian laba secara sepihak kepada

penanam modal, karena untuk jangka panjang dapat menghambat berkembangnya perusahaan.

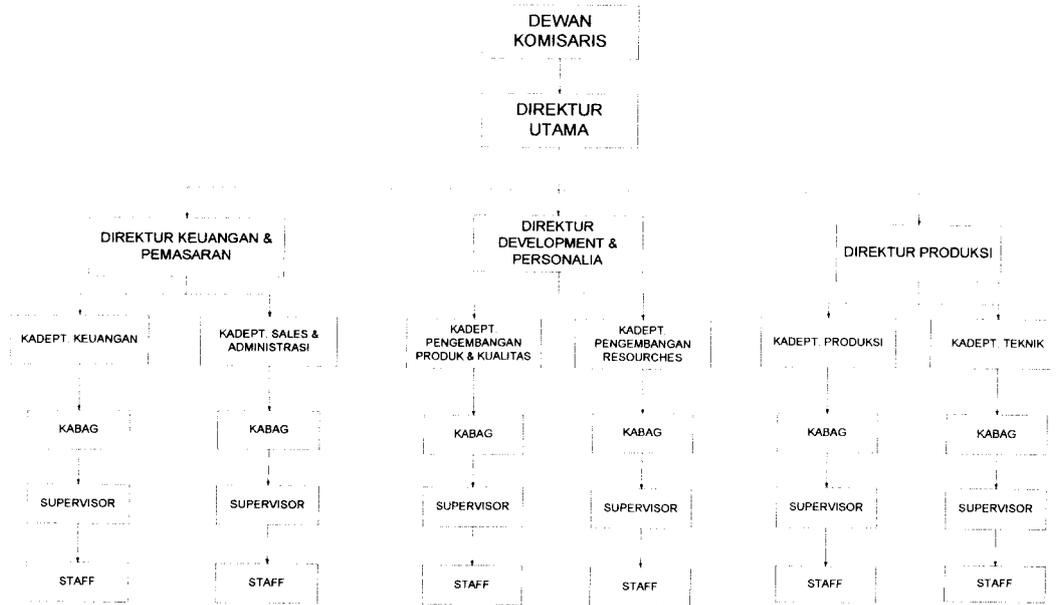
4.5.2. Struktur Organisasi

Salah satu faktor yang menunjang lajunya perusahaan adalah penetapan struktur organisasi yang tepat dan sesuai dengan kondisi perusahaan, sehingga rencana penetapan struktur organisasi pada perancangan pabrik benang polyester (filament) didasarkan pada pertimbangan sebagai berikut:

- Sistem pendelegasian wewenang dan pembagian tugas kerja yang jelas.
- Kesatuan perintah dan tanggung jawab yang tidak kabur.
- Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan dengan ketat.

Dengan berpedoman pada hal tersebut, struktur organisasi yang digunakan pada perancangan pabrik benang polyester (filament) adalah line & staff. Struktur organisasi disusun sedemikian rupa sehingga unit-unit yang ada dapat melaksanakan tugas sesuai dengan wewenang dan tanggungjawabnya mengikuti arah garis lurus.

Struktur organisasi yang menggambarkan tugas, wewenang dan tanggungjawab masing-masing personil disajikan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Struktur organisai pabrik benang polyester (filament)

4.5.3. Tugas dan Wewenang

1) Dewan komisaris

- Mengatur dan mengkoordinir kepentingan para pemegang saham sesuai dengan ketentuan yang digariskan dalam anggaran dasar perusahaan.
- Memberikan penilaian dan mewakili para pemegang saham atas pengesahan neraca dan perhitungan rugi laba tahunan serta laporan lain yang disampaikan oleh direksi.

2) Direktur utama

Direktur utama atau yang disebut dengan presiden direktur merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan yang diangkat oleh dewan komisaris dan disahkan oleh Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) untuk jangka waktu

tertentu. Presiden direktur bertanggung jawab kepada komisaris sekaligus para pemegang saham.

Tugas presiden direktur antara lain:

- Melakukan policy perusahaan dan mempertanggungjawabkan seluruh kegiatan perusahaan pada pemegang saham pada rapat umum pemegang saham (RUPS).
- Menjaga kestabilan manajemen perusahaan dan membuat kelangsungan.
- Mengkoordinasi masing-masing kepala bagian.
- Memberikan pengawasan, pengarahan dan petunjuk agar langkah kerja berjalan dengan baik.
- Menentukan keputusan atas dipenuhi atau tidaknya suatu jumlah produksi yang tengah dilakukan.

4) Direktur Pemasaran & Keuangan

- Bertanggung jawab kepada direktur utama
- Menjalankan kebijakan tentang laporan keuangan, cash flow, likuiditas dan semua biaya kelangsungan operasi pabrik benang polyester (filament).
- Mengikuti perkembangan pasar terutama terhadap barang-barang perusahaan dan terhadap barang-barang sejenis dari perusahaan lain.

5) Direktur Development & Personalia

- Bertanggung jawab kepada direktur utama.
- Melakukan perencanaan dan pengelolaan sumber daya manusia, keamanan dan keselamatan kerja seluruh kawasan pabrik.

- Mengelola administrasi kepegawaian dan perusahaan Melakukan pendataan dan pengecekan terhadap bahan baku sesuai dengan rencana pembelian.
- Mengkoordinir, mengawasi dan mencari informasi mengenai sistem evaluasi produk serta identifikasi kesalahan suatu produk.

6) Direktur Produksi

- Bertanggung jawab kepada direktur utama.
- Menjalankan kebijakan dalam hal pengoperasian mesin-mesin serta sarana dan prasarana pendukung guna mencapai optimalisasi produksi secara efektif dan efisien.
- Memberi pedoman kerja pada bawahan, menetapkan kebijaksanaan produksi dan mengkoordinasi kerja bawahannya.
- Membuat laporan pertanggung jawaban mengenai jalannya proses produksi kepada manager utama.

7) Kadept. Keuangan

- Bertanggung jawab kepada direktur keuangan.
- Bertugas dalam pembuatan daily report, income statement, balance sheet, account payable, account receivable serta jurnal.
- Membuat laporan pertanggung jawaban keuangan.

8) Kadept. Sales & Administrasi

- Bertanggung jawab kepada direktur keuangan & pemasaran.
- Menjalankan kebijakan dalam hal negoisasi harga serta menangani dokumen untuk kepentingan pemasaran.

- Melakukan pendataan terhadap pembelian produk dari lokal.
- Bertanggung jawab dalam hal penyimpanan dan pengawasan barang jadi di gudang.
- Menampung dan berusaha mengatasi keluhan konsumen.
- Bertanggungjawab terhadap distribusi barang kepada pelanggan.
- Mengelola dan membuat laporan administrasi kepegawaian dan perusahaan.

9) Kadept. Pengembangan Produk & Kualitas

- Bertanggung jawab kepada direktur teknis.
- Melakukan analisa produk dari segi kuantitas maupun kualitas produk yang dihasilkan.
- Melakukan penelitian pengembangan dari produk yang dihasilkan.
- Melakukan pembelian bahan baku dari lokal maupun impor.

10) Kadept. Produksi

- Bertanggung jawab kepada direktur teknis.
- Melakukan koordinasi antar departemen dalam proses produksi sehingga proses dapat berlangsung tanpa mengalami gangguan.
- Bertanggung jawab atas kelancaran proses produksi.

11) Kadept. Teknik

- Bertanggung jawab kepada direktur produksi.
- Bertanggung jawab terhadap utilitas perusahaan serta pengelolaan limbah perusahaan.

- Merencanakan perbaikan mesin yang berkaitan dengan pengolahan limbah udara.

12) Kadept. Pengembangan Resource

- Bertanggung jawab kepada direktur teknis.
- Melakukan proses penerimaan tenaga kerja baru dan pembinaan kepada karyawan.
- Memberikan sanksi kepada karyawan apabila karyawan berbuat salah.
- Menjaga hubungan dengan dinas dari pemerintah yang berkaitan dengan ketenagakerjaan.
- Mengurus kesejahteraan tenaga kerja.

13) Kepala Bagian

- Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan.
- Menindaklanjuti laporan hasil kerja di departemen masing-masing.

14) Supervisor Produksi

- Bertanggung jawab atas mesin-mesin yang digunakan.
- Memantau kelancaran proses produksi.
- Membuat laporan proses produksi untuk dipertanggung jawabkan kepada kepala bagian.

15) Supervisor Non-Produksi

- Mengatur dan mengawasi pekerjaan karyawan.
- Menjaga kedisiplinan karyawan.

- Bertanggung jawab atas hasil kerja para karyawan.
- Membuat laporan harian untuk dipertanggungjawabkan kepada kepala bagian masing-masing.

16) Staff Produksi

- Menjalankan tugas sesuai dengan rencana produksi.
- Bertanggung jawab atas pengoperasian mesin dan mempertanggung jawabkan hasil kerjanya kepada supervisor.

17) Staff Non-Produksi

- Bertanggung jawab terhadap pekerjaan sesuai dengan bagian.
- Bertanggung jawab terhadap kualitas pekerjaan.
- Menjaga kerapian dan kebersihan lingkungan kerja.
- Membuat laporan hasil kerja kepada supervisor.

4.5.4. Kepegawaian

Sistem kepegawaian pada perancangan pabrik benang polyester (filament) ini menetapkan status karyawan menjadi dua tipe sebagai berikut:

- a) Karyawan tetap, merupakan karyawan yang diangkat dan diberhentikan oleh direksi melalui Surat Keputusan (SK).
- b) Karyawan tidak tetap, merupakan karyawan yang bekerja dengan sistem kontrak dalam masa tertentu dan tidak menutup kemungkinan bekerja atas order pekerjaan tergantung volume pekerjaan.

Disamping lamanya masa kerja yang membedakan status dari kedua tipe karyawan, hal ini juga berpengaruh pada besarnya gaji, fasilitas, dan tunjangan yang diberikan oleh perusahaan.

4.5.4.1 Jam Kerja Karyawan

Perancangan pabrik benang polyester (filament) ini ditetapkan beroperasi selama 24 jam. Sistem pembagian jam kerja karyawan dibagi menjadi dua bagian menurut penempatan kerjanya.

a) Karyawan shift

Merupakan karyawan yang bertugas secara langsung dalam proses produksi. Kelompok kerja ini dibagi menjadi tiga shift yang masing-masing shiftnya dikoordinir oleh satu orang kepala regu yang bertanggungjawab secara langsung terhadap pelaksanaan produksi. Masing-masing shift bekerja selama 8 jam per hari dengan pembagian waktu kerja sebagai berikut:

- Shift pagi : 06.00-14.00
- Shift siang : 14.00-22.00
- Shift malam : 22.00-06.00

Setiap shift diberi waktu istirahat selama satu jam dengan cara bergiliran, jam istirahat ditetapkan sebagai berikut:

- Shift pagi : 12.00-13.00
- Shift siang : 18.00-19.00
- Shift malam : 03.00-04.00

Untuk mempertahankan kondisi kerja yang baik, maka operator diberi waktu istirahat yang cukup agar produktifitasnya tetap optimum atau

dipertahankan. Salah satu cara yaitu diberlakukannya sistem 3 shift 4 group kerja seperti yang tertera pada Tabel 4.13 berikut:

Tabel 4.13: Jadwal kerja shift karyawan

Hari	Group			
	A	B	C	D
Senin	P	S	N	M
Selasa	P	N	S	M
Rabu	N	P	S	M
Kamis	M	P	S	N
Jum'at	M	P	N	S
Sabtu	M	N	P	S
Minggu	N	M	P	S

Keterangan:

A : Group kerja A

P : Shift pagi

B : Group kerja B

S : Shift siang

C : Group kerja C

M : Shift malam

D : Group kerja D

N : Shift cadangan

b) Karyawan non shift

Karyawan non shift merupakan karyawan yang jam kerjanya tidak terikat dengan proses produksi secara langsung. Karyawan pada golongan ini bekerja selama enam hari dalam satu minggu dengan pembagian jam kerja sebagai berikut:

- Hari Senin - Jum'at : pukul 07.00-15.30
- Hari Sabtu : pukul 07.00-13.00
- Waktu istirahat : pukul 12.00-13.00

4.5.4.2 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

Sistem penggajian karyawan didasarkan pada jenjang pendidikan dan faktor ini berpengaruh pada besarnya gaji pokok yang diterima. Jenjang jabatan karyawan juga ditentukan oleh masa kerja dan jenjang pendidikan

a. Jabatan dan Prasyarat

Kriteria jenjang pendidikan serta jabatan yang diperlukan dalam perancangan pabrik benang polyester (filament) dipilih berdasarkan kecakapan ilmu serta kemampuan untuk bekerja sama dalam team work disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4.14 Jabatan dan prasyarat karyawan pabrik benang polyester (filament)

Jabatan	Prasyarat
Direktur utama	S3 T. Tekstil/S3 T. Industri
Direktur keuangan & pemasaran	S2 Marketing
Direktur development & personalia	S2 Psikologi
Direktur produksi	S3 T. Tekstil
Kabag keuangan	S2 Akutansi
Kabag sales & administrasi	S2 Marketing
Kabag produksi	S2 T. Tekstil
Kabag pengembangan produk	S2 T. Tekstil
Kabag pengembangan resources	S2 Psikologi
Kabag teknik	S2 T. Tekstil
Supervisor	DIII Tekstil
Staff keuangan	DIII Akuntansi
Staff sales & administrasi	DIII Marketing
Staff produksi	S1 T. Tekstil
Staff pengembangan produk & kualitas	S1 T. Tekstil
Staff pengembangan resources	S1 Psikologi
Staff teknik	S1 T. Mesin
Staff laboratorium	S1 MIPA
Dokter	Kedokteran
Perawat	Akademi keperawatan
Satpam	SLTA/SMK
Sopir	SLTA/SMK

Office boy	SLTA/SMK
Cleaning service	SLTA/SMK
Karyawan dapur	SMK tata boga

b. Perincian Jumlah Karyawan dan Penggolongan Gaji

Perusahaan menetapkan sistem penggajian disesuaikan dengan tingkat jabatan dalam struktur organisasi. Penentuan jumlah karyawan dan penggolongan gaji disajikan pada tabel 4.15 berikut:

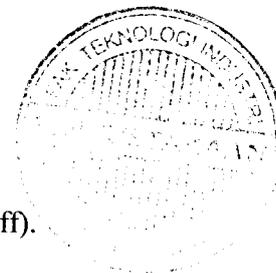
Tabel 4.15 : Penggolongan Gaji dan Jumlah Karyawan

Jabatan	Jumlah	Gaji/bln/orang (Rp)
Direktur utama	1	20.000.000
Direktur keuangan & pemasaran	1	10.000.000
Direktur development & personalia	1	10.000.000
Direktur produksi	1	12.000.000
Kabag keuangan	1	6.500.000
Kabag sales & administrasi	1	6.500.000
Kabag produksi	1	8.000.000
Kabag pengembangan produk	1	6.500.000
Kabag pengembangan resources	1	6.500.000
Kabag teknik	1	8.000.000
Supervisor	12	2.000.000
Staff keuangan	5	1.800.000
Staff sales & administrasi	5	1.800.000
Staff produksi	30	1.800.000
Staff pengembangan produk & kualitas	8	1.800.000
Staff pengembangan resources	3	1.800.000
Staff teknik	27	1.800.000
Staff laboratorium	8	1.800.000
Dokter	1	2.000.000
Perawat	2	1.700.000
Satpam	6	1.200.000
Sopir	7	1.000.000
Office boy	4	900.000
Cleaning service	6	900.000
Karyawan dapur	6	900.000
Total	140	306.800.000

4.5.4.3 Sistem Penggajian

Sistem penggajian tenaga kerja disesuaikan dengan level jabatan dalam struktur organisasi. Untuk level direktur memperoleh fasilitas tambahan apabila dapat meningkatkan penjualan produk. Fasilitas yang diperoleh berupa tunjangan rumah, mobil atau tunjangan dalam bentuk lain disesuaikan dengan prestasi kerja. Rincian gaji bagi tiap karyawan meliputi:

- a. Gaji pokok.
- b. Tunjangan jabatan.
- c. Tunjangan kehadiran bagi karyawan (staff maupun non staff).
- d. Tunjangan kehadiran.
- e. Tunjangan kesehatan.



Pada perancangan pabrik ini sistem penggajian ditetapkan sebagai berikut:

- a. Gaji bulanan

Diberikan kepada karyawan tetap yang besarnya telah ditetapkan pada tabel 4.15.

- b. Upah borongan

Diberikan kepada buruh borongan dan besarnya upah tergantung pada jenis dan volume pekerjaan.

- c. Upah harian

Diberikan kepada karyawan tidak tetap dan besarnya tergantung jumlah dan jam kerja karena bersifat insidental (waktu tertentu).

4.5.4.4 Fasilitas Kesejahteraan Karyawan

Untuk menunjang peningkatan produktifitas kinerja karyawan, perusahaan memberikan fasilitas kesejahteraan antara lain berupa:

a. Transportasi

Perusahaan memberikan fasilitas antar jemput karyawan dalam rangka menanamkan kedisiplinan jam kerja agar selalu tepat waktu.

b. Makan dan minum

Fasilitas kantin sebagai sarana makan-minum (makan 1 kali) untuk satu shift kerja disediakan dan dikoordinir oleh kantin perusahaan.

c. Poliklinik

Untuk menunjang kesehatan para karyawan, maka perusahaan menyediakan poliklinik lengkap dengan tenaga medis yang berpengalaman.

d. Perlengkapan kerja

Untuk perangkat kerja dan keselamatan tenaga kerja bagi setiap karyawan, pabrik menyediakan pakaian seragam, sedangkan karyawan yang terkait langsung dengan proses produksi diberikan safety shoes, ear plug, gloves, dan masker. Bagi para tamu juga disediakan pinjaman topi keselamatan.

e. Hadiah

Untuk meningkatkan semangat kerja, maka setiap setahun sekali perusahaan memberikan hadiah berupa uang dan barang bagi karyawan teladan. Parameter penilaian karyawan teladan didasarkan pada kedisiplinan kerja termasuk absensi, tingkah laku, dan kinerja selama bekerja.

f. Jamsostek

Fasilitas jamsostek juga diberikan kepada karyawan mengikuti petunjuk UU No. 3 tahun 1992 (Juklak PP No. 14 Tahun 1993, kepres No. 5 tahun 1993) yang berupa :

- Asuransi kecelakaan kerja.
- Asuransi kematian akibat kecelakaan kerja.
- Tabungan hari tua.

g. Tunjangan Hari Raya (THR)

THR diberikan kepada karyawan tetap setiap satu tahun sekali yang besarnya sesuai dengan SK MENAKER No. PER-04/MEN/1991.

h. Hak cuti

Hak cuti diberikan kepada karyawan sesuai dengan jenis kepentingannya sebagai berikut:

- Cuti tahunan

Cuti tahunan diberikan kepada karyawan maksimal 12 hari kerja dalam 1 tahun.

- Cuti hamil

Bagi wanita yang hamil diberi hak cuti 3 bulan dengan ketentuan 1,5 bulan sebelum melahirkan dan 1,5 bulan setelah melahirkan.

- Cuti sakit.

Bagi karyawan yang berhalangan bekerja karena sakit berhak memperoleh cuti sakit dengan cara menunjukkan surat keterangan dari dokter poliklinik yang menyatakan dia harus beristirahat.

i. Sport Center

Perusahaan juga menyediakan sarana olah raga, terutama bagi yang mempunyai bakat.

j. Sarana Ibadah

Khusus bagi karyawan yang beragama Islam, fasilitas tempat ibadah disediakan oleh perusahaan berupa masjid.

4.6 Evaluasi Ekonomi

Dalam rangka membangun eksistensi pabrik sekaligus mengembangkan produk benang polyester (filament) maka pada perancangan pabrik ini ditetapkan untuk melaksanakan langkah-langkah konsep strategi pemasaran seoptimal mungkin dan pelayanan sebaik mungkin.

4.6.1. Strategi Pemasaran

Strategi pemasaran dimaksudkan untuk menentukan tujuan pemasaran produk yang ditargetkan oleh perusahaan. Strategi pemasaran terdiri dari komponen-komponen penentu seperti: strategi pembelian bahan baku, pemilihan lokasi, proses, distribusi produk, kegiatan promosi dan SDM (tenaga pemasar).

4.6.1.1 Strategi Pembelian Bahan Baku

Untuk memudahkan pengadaan dan menjaga kontinuitas ketersediaan bahan baku, pada perancangan ini bahan baku didatangkan dari mitra pabrik dalam negeri (lokal) dengan melalui standar order pengawasan yang ketat.

4.6.1.2 Strategi Lokasi

Lokasi suatu industri yang baik harus didukung oleh aspek kemudahan dan kenyamanan. Jika dilihat dari segi lokasi, Karawang merupakan tempat yang sesuai untuk pendirian pabrik benang polyester (filament) ini. Hal ini disebabkan karena daerah tersebut merupakan daerah industri, dekat dengan pelabuhan dan sarana transportasi yang memadai.

4.6.1.3 Strategi Distribusi Produk

Pada perancangan pabrik polyester benang (filament) ini, distribusi produk ditetapkan menggunakan dua macam strategi distribusi, yaitu :

1) Distribusi langsung

Distribusi langsung, merupakan suatu upaya dimana perusahaan menjual produk langsung kepada end-users. Proses yang ditempuh oleh perusahaan antara lain memberikan pelayanan pemesanan melalui surat (e-mail), telpon dan melalui cabang-cabang internal perusahaan. Berkaitan dengan hal ini maka kekuatan penjualan bertumpu pada pemberian informasi tentang kelebihan produk kepada konsumen dan calon konsumen.

2) Distribusi tidak langsung

Distribusi tidak langsung terdiri dari satu perantara penjualan. Perantara tersebut, bisa dilakukan oleh distributor maupun oleh perwakilan perusahaan. Pada jalur ini hubungan komunikasi antara perusahaan dengan distributor maupun perwakilan perusahaan mutlak diperlukan mengingat keluhan konsumen tidak langsung diberikan kepada perusahaan tetapi melalui distributor atau perwakilan perusahaan.

4.6.1.4 Strategi Promosi

Strategi promosi yang diterapkan pada pabrik benang polyester (filament) ini berupa kombinasi personal selling, promosi penjualan dilakukan melalui website perusahaan yang sewaktu-waktu dapat diakses oleh konsumen. Selain itu strategi promosi dilakukan secara langsung dengan cara memberikan sampel produk pada konsumen melalui mitra pabrik.

4.6.1.5 Strategi Sumber Daya Manusia (People)

Strategi penataan sumber daya manusia yang profesional mutlak dibutuhkan mengingat SDM merupakan roda perusahaan. Untuk menunjang profesionalisme tersebut pabrik benang polyester (filament) ini mengadakan pelatihan-pelatihan kepada karyawan sesuai dengan bidang masing-masing.

4.6.1.6 Strategi Proses (Process)

Pabrik benang polyester (filament) ditetapkan menggunakan sistem informasi manajemen (SIM) terpadu. Sistem ini dilakukan untuk memudahkan koordinasi antara manajemen, marketing, distributor dan unit produksi. Sistem informasi manajemen dilakukan dengan metode tahapan sebagai berikut:

- a) Tahap pemesanan oleh konsumen atau pelanggan yang dilakukan oleh marketing atau distributor besar maupun kelompok perancang produk dari perusahaan yang mempunyai merek dagang benang.
- b) Tahap pelaksanaan produksi terhadap order yang datang.
- c) Tahap administrasi (administration), pada tahap ini segala urusan surat menyurat dan perizinan yang menyangkut produk benang, diproses dan diselesaikan.

d) Tahap penyerahan dan penjualan produk serat (sale). Pada tahap ini penyerahan barang dapat dilakukan secara langsung maupun secara tidak langsung (melalui distributor).

4.6.2 Analisa Finansial

Merupakan suatu analisa terhadap keuangan perusahaan dalam rangka menentukan kelayakan jumlah modal dan sumber permodalan perusahaan. Rekapitulasi analisa financial aliran kas proyek perancangan pabrik benang polyester (filament) dengan kapasitas 10.300 ton/tahun disajikan pada table 4.16 sebagai berikut:

Tabel 4.16 : Rekapitulasi analisa finansial aliran kas proyek perancangan pabrik benang polyester (filament)

	Tahun	0	1	2	3	4	5
	Kapasitas Produksi	0	30%	50%	80%	100%	100%
1	Modal Investasi						
	Tanah dan bangunan	16650200000					
	Mesin produksi	11620000000					
	Perlengkapan laboratorium	3306000000					
	Sarana transportasi	2600000000					
	Biaya unit utilitas	2206135000					
	Biaya instalansi&izin usaha	6167000000					
	Modal kerja	118719696000					
2	Biaya Operasional						
	A. Fixed cost						
	Sewa internet&beli domain	2500000000	2500000000	2500000000	2500000000	2500000000	2500000000
	Depresiasi	3413913500	3413913500	3413913500	3413913500	3413913500	3413913500
	Perawatan	1365565400	1365565400	1365565400	1365565400	1365565400	1365565400
	Konsultan	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000
	Rekening telephone	450000000	450000000	450000000	450000000	450000000	450000000
	Asuransi	261416000	261416000	261416000	261416000	261416000	261416000
	Gaji karyawan	3681600000	3681600000	3681600000	3681600000	3681600000	3681600000
	Makan karyawan	756000000	756000000	756000000	756000000	756000000	756000000
	Perlengkapan alat tulis	705500000	705500000	705500000	705500000	705500000	705500000
	Kesejahteraan karyawan	820000000	820000000	820000000	820000000	820000000	820000000
	Seragam karyawan	700500000	700500000	700500000	700500000	700500000	700500000
	Pajak	164800000	164800000	164800000	164800000	164800000	164800000
	Pelatihan karyawan	515000000	515000000	515000000	515000000	515000000	515000000
	Bunga bank	7895731758	7106158582		6316585406		4737439055
	B. Variabel cost						
	Bahan baku	31384108800	52306848000	83690956800	104613696000.00	104613696000.00	104613696000.00
	Zat pembantu	397440000	662400000	1059840000	1324800000	1324800000	1324800000
	Pengemasan produk	116640000	194400000	311040000	388800000	388800000	388800000
	Energi	3345445902	5575743170	8921189071	11151486339	11151486339	11151486339
3	Total Biaya	161269031000	57258311359	79964494651	114418556177.41	137124739469	136335166294
4	Total Penjualan		75580970994	105553132939.96	1510322494154.18	181004656100	179962419508
5	Gross Profit	-161269031000	18322659635	25588638288	36613937977	43879916630	43627253214

Tabel 4.16 : Rekapitulasi analisa finansial allran kas proyek perancangan pabrik benang polyester (Filament) lanjutan....

	Tahun	0	6	7	8	9	10
	Kapasitas Produksi	0	100%	100%	100%	100%	100%
1	Modal Investasi						
	Tanah dan bangunan	16650200000					
	Mesin produksi	11620000000					
	Perlengkapan laboratorium	3306000000					
	Sarana transportasi	2600000000					
	Biaya unit utilitas	2206135000					
	Biaya instalansi&izin usaha	6167000000					
	Modal kerja	118719696000					
2	Biaya Operasional						
	A. Fixed cost						
	Sewa internet&beli domain		2500000000	2500000000	2500000000	2500000000	2500000000
	Depresiasi		3413913500	3413913500	3413913500	3413913500	3413913500
	Perawatan		1365565400	1365565400	1365565400	1365565400	1365565400
	Konsultansi		1000000000	1000000000	1000000000	1000000000	1000000000
	Rekening telephone		4500000000	4500000000	4500000000	4500000000	4500000000
	Asuransi		261416000	261416000	261416000	261416000	261416000
	Gaji karyawan		3681600000	3681600000	3681600000	3681600000	3681600000
	Makan karyawan		75600000	75600000	75600000	75600000	75600000
	Perlengkapan alat tulis		705500000	705500000	705500000	705500000	705500000
	Kesejahteraan karyawan		8200000000	8200000000	8200000000	8200000000	8200000000
	Seragam karyawan		7005000000	7005000000	7005000000	7005000000	7005000000
	Pajak		1648000000	1648000000	1648000000	1648000000	1648000000
	Pelatihan karyawan		515000000	515000000	515000000	515000000	515000000
	Bunga bank		3947865879	3158292703	2368719527	1579146352	789573175.8
	B. Variabel cost						
	Bahan baku		104613696000.00	104613696000.00	104613696000.00	104613696000.00	104613696000.00
	Zat pembantu		1324800000	1324800000	1324800000	1324800000	1324800000
	Pengemasan produk		3888000000	3888000000	3888000000	3888000000	3888000000
	Energi		11151486339	11151486339	11151486339	11151486339	11151486339
3	Total Biaya	161269031000	135545593118	134756019942	133966446766	133176873590.55	132387300414.78
4	Total Penjualan		178920182916	177877946324	176835709732	175793473139.53	174751236547.50
5	Gross Profit	-161269031000	43374589798	43121926381	42869262965	42616599549	42363936133

4.6.3 Modal Investasi dan Biaya Operasional

4.6.3.1 Modal Investasi

Modal investasi yang diperlukan pada perancangan pabrik benang polyester (filament) ini sebesar Rp.161.269.031.000,- yang terinci sebagai berikut:

a. Tanah dan bangunan

Biaya yang dikeluarkan untuk biaya tanah dan pengembangan, pengadaan bangunan disekitar lokasi bangunan, dirinci sebagai berikut :

- Biaya tanah dan pengembangan

$$\text{Luas tanah} = 16.000 \text{ m}^2$$

$$\text{Harga tanah} = \text{Rp } 400.000,-/\text{m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Total harga tanah} &= \text{Rp. } 400.000,-/\text{m}^2 \times 16.000 \text{ m}^2 \\ &= \text{Rp. } 6.400.000.000,- \end{aligned}$$

$$\text{Biaya pengerjaan tanah} = \text{Rp. } 10.200.000,-$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Pengaspalan jalan} &= 2000 /\text{m}^2 \times \text{Rp. } 1.000.000,- \\ &= \text{Rp. } 2.000.000.000,- \end{aligned}$$

- Biaya pengadaan bangunan

Rincian biaya bangunan ditabulasikan pada Tabel 4.17 berikut dengan biaya rata-rata per meter persegi sebesar Rp. 800.000,-

Tabel 4.17 Rekapitulasi biaya bangunan

Lokasi	Luas (m ²)	Biaya total
Kantor utama	1.000	800.000.000
Laboratorium QC	100	80.000.000
Laboratorium research	40	32.000.000
Aula	300	240.000.000
Utilitas	1.500	1.200.000.000
Maintenance	100	80.000.000
Kantor shift	50	40.000.000

Kantor kadept produksi	20	16.000.000
Training room	50	40.000.000
Gudang produk	400	320.000.000
Gudang bahan baku	500	400.000.000
Control room 1	100	80.000.000
Control room 2	50	40.000.000
Masjid	350	280.000.000
Poliklinik	30	24.000.000
Kantin	200	160.000.000
Parkir sepeda motor	100	80.000.000
Parkir mobil	200	160.000.000
Parkir truk	80	64.000.000
Satpam A	10	8.000.000
Satpam B	10	8.000.000
Koperasi	30	24.000.000
Toilet I	15	12.000.000
Toilet II	10	8.000.000
Toilet III	5	4.000.000
Cleaning service	10	8.000.000
Sport center	150	120.000.000
Guest house	40	32.000.000
Area proses	4.850	3.880.000.000
Jumlah	10.300	8.240.000.000

Total biaya yang diperlukan untuk tanah dan bangunan adalah :

$$= \text{Rp.}6.400.000.000 + \text{Rp.}10.200.000 + \text{Rp.}2.000.000.000 + \text{Rp.} 8.240.000.000$$

$$= \text{Rp.} 16.650.200.000,-$$

b. Biaya instalasi dan izin usaha

Rekapitulasi biaya instalasi dan izin usaha direkap sebagai berikut:

Tabel 4.18 Rekapitulasi biaya instalasi dan izin usaha

Item	Harga(Rp)
Instalansi listrik	1.500.000.000
Instalansi mesin	2.800.000.000
Instalansi pipa-pipa	900.000.000
Hydrant	5.000.000
Instalansi telepon	3.500.000
Instalansi komputer	10.000.000
Instalansi AC & kipas angin	8.000.000
Izin perusahaan	200.000.000
Instansi pengolahan air	450.500.000

Instalansi pengolahan limbah	250.000.000
Unit penerangan	40.000.000
Total	6.167.000.000

c. Biaya sarana dan transportasi

Rekapitulasi biaya sarana dan transportasi direkap sebagai berikut :

Tabel 4.19 Rekapitulasi biaya sarana dan transportasi

Jenis transportasi	Jumlah	Harga/item (Rp)	Total harga (Rp)
Truck	4	350.000.000	1.400.000.000
Bus karyawan	1	300.000.000	300.000.000
Mobil kantor	3	200.000.000	600.000.000
Forklift	3	100.000.000	300.000.000
Total			2.600.000.000

d. Rincian pembelian mesin

Rincian biaya pembelian mesin-mesin produksi direkap pada tabel berikut:

Tabel 4.20 Rekapitulasi biaya pembelian mesin produksi

Alat	Jumlah	harga/mesin (Rp)	harga total (Rp)
Air pressure chips charging hopper	2	150.000.000	300.000.000
Air pressure wet chips silo	2	200.000.000	400.000.000
Crystallizer heater	2	105.000.000	210.000.000
Motor penggerak blower	2	80.000.000	160.000.000
Drayer heater	2	100.000.000	200.000.000
Air pressure drayer	2	80.000.000	160.000.000
Air pressure top hopper	2	75.000.000	150.000.000
Air pressure bottom hopper	2	75.000.000	150.000.000
Extruder	2	150.000.000	300.000.000
Motor pump	14	20.000.000	280.000.000
Quenching air	14	135.000.000	1.890.000.000
Mesin take-up	14	530.000.000	7.420.000.000
			11.620.000.000

e. Biaya pembelian perlengkapan laboratorium

Rincian biaya pembelian perlengkapan laboratorium direkap pada tabel berikut:

Tabel 4.21 Rekapitulasi pembelian perlengkapan laboratorium

	Jumlah	Harga/mesin (Rp)	Harga total (Rp)
Lab Kimia			
a. analisa Chips			
Automatic viscometer	1	60.000.000	60.000.000
Heating mantele	1	55.000.000	55.000.000
UV Lamp	2	85.000.000	170.000.000
Hunter Lab Colourmeter	1	150.000.000	150.000.000
Conductivity Moisture	1	58.000.000	58.000.000
Ash Content	1	35.000.000	35.000.000
b. analisa oil			
Duratech Finish Analyzer	1	95.000.000	95.000.000
c analisa air			
pH meter	3	65.000.000	195.000.000
d. analisa puper tube			
Compressive	1	45.000.000	45.000.000
e. analisa box			
Bursting	1	35.000.000	35.000.000
Lab Tekstil			
Reeling machine	2	9.000.000	18.000.000
Statimat ME	1	255.000.000	255.000.000
Draw Force	1	280.000.000	280.000.000
Uster Tester	1	280.000.000	280.000.000
CTT (Contant Tention Transport)	1	350.000.000	350.000.000
Microscope	1	75.000.000	75.000.000
BWS (Boiling Water Shrinkage)	1	550.000.000	550.000.000
DFA (Duratech Finish Analyzer)	1	600.000.000	600.000.000
			3.306.000.000

f. Biaya unit utilitas

Rincian biaya unit utilitas direkap sebagai berikut :

Tabel 4.22 Rekapitulasi biaya unit utilitas

Item	Jumlah	Harga (Rp)	Total (Rp)
Komputer	50	12.500.000	625.000.000
AC Air Fan	19	6.805.000	129.295.000
AC Window	10	3.500.000	35.000.000
Kipas angin	11	800.000	8.800.000
hidrant	32	4.520.000	144.640.000
Generator	1	280.000.000	280.000.000
Boiler	2	350.000.000	700.000.000
Pendeteksi kebakaran	230	1.080.000	248.400.000
Peralatan kantor			35.000.000
Total			2.206.135.000

g. Modal kerja (working capital)

Modal kerja merupakan modal yang digunakan untuk menjalankan pabrik secara normal. Modal kerja pada perancangan pabrik ini ditetapkan selama 1 tahun masa produksi. Kebijakan ini ditetapkan karena letter of credit setelah buyer mendapat produk. Rincian modal kerja dapat ditinjau pada tabel 4.23 :

Tabel 4.23 Rekapitulasi modal kerja

Items modal kerja	Biaya (selama 1 bulan) (Rp)	Biaya (selama 1 tahun) (Rp)
Bahan baku utama	8.717.808.000	104.613.696.000
Bahan pembantu	110.400.000	1.324.800.000
Biaya pengemasan produk	32.400.000	388.800.000
Gaji karyawan	306.800.000	3.681.600.000
Biaya makan	75.600.000	907.200.000
Biaya energi	650.300.000	7.803.600.000
Total modal kerja	9.893.308.000	118.719.696.000

4.6.3.2 Biaya Operasional

Biaya operasional perusahaan sangat dimungkinkan mengalami perubahan dalam setiap tahunnya, oleh sebab itu perusahaan menetapkan pengelompokan biaya operasional menjadi 2 kelompok yaitu biaya tetap (fixed cost) dan biaya tidak tetap (variable cost).

➤ Biaya tetap (fixed cost)

Merupakan biaya yang besarnya cenderung tetap dan stabil untuk suatu periode tertentu. Rincian biaya operasional yang termasuk dalam biaya tetap antara lain:

a. Gaji karyawan

Besarnya gaji karyawan dalam perusahaan ditentukan berdasarkan jenjang pendidikan dan rinciannya disajikan pada tabel 4.24 berikut:

Tabel 4.24 Rekapitulasi gaji karyawan

Jabatan	Jumlah	Gaji/bln/orang	Gaji/org/bulan
		(Rp)	(Rp)
Direktur utama	1	20.000.000	20.000.000
Direktur keuangan & pemasaran	1	10.000.000	10.000.000
Direktur development & personalia	1	10.000.000	10.000.000
Direktur produksi	1	12.000.000	12.000.000
Kabag keuangan	1	6.500.000	6.500.000
Kabag sales & administrasi	1	6.500.000	6.500.000
Kabag produksi	1	8.000.000	8.000.000
Kabag pengembangan produk	1	6.500.000	6.500.000
Kabag pengembangan resources	1	6.500.000	6.500.000
Kabag teknik	1	8.000.000	8.000.000
Supervisor	12	2.000.000	24.000.000
Staff keuangan	5	1.800.000	9.000.000
Staff sales & administrasi	5	1.800.000	9.000.000
Staff produksi	30	1.800.000	54.000.000
Staff pengembangan produk & kualitas	8	1.800.000	14.400.000
Staff pengembangan resources	3	1.800.000	5.400.000
Staff teknik	27	1.800.000	48.600.000
Staff laboratorium	8	1.800.000	14.400.000
Dokter	1	2.000.000	2.000.000

Perawat	2	1.700.000	3.400.000
Satpam	6	1.200.000	7.200.000
Sopir	7	1.000.000	7.000.000
Office boy	4	900.000	3.600.000
Cleaning service	6	900.000	5.400.000
Karyawan dapur	6	900.000	5.400.000
Total gaji/bulan	140		306.800.000
Total gaji/tahun			3.681.600.000

b. Biaya asuransi

Asuransi dimaksudkan untuk mengantisipasi resiko kerugian perusahaan akibat sesuatu hal seperti terjadinya bencana alam, kebakaran maupun pencurian. Nilai premi untuk asuransi ditetapkan sebesar 1 % per tahun dari nilai barang yang diasuransikan. Rincian biaya asuransi direkap pada Tabel 4.25 berikut:

Tabel 4.25 Rekapitulasi biaya asuransi

Jenis item yang diasuransikan	Harga Item (Rp)
Bangunan	8.240.000.000
Mesin produksi	11.620.000.000
Transportasi	2.600.000.000
Pegawai	3.681.600.000
Total	26.141.600.000
Premi 1 % Per Tahun	261.416.000

c. Biaya perawatan

Anggaran untuk biaya perawatan mesin, utilitas, transportasi maupun bangunan direkap pada tabel 4.26 berikut:

Tabel 4.26 Rekapitulasi biaya perawatan

Jenis perawatan	Persentase biaya perawatan (%)	Biaya pengadaan	Total biaya (Rp)
Mesin Produksi	4	11.620.000.000	464.800.000
Peralatan Lab	4	3.306.000.000	132.240.000
Bangunan	4	8.240.000.000	329.600.000

Utilitas	4	2.206.135.000	88.245.400
Transportasi	4	2.600.000.000	104.000.000
Instalasi	4	6.167.000.000	246.680.000
			1.365.565.400

d. Biaya depresiasi

Depresiasi merupakan penurunan nilai suatu aset karena pengaruh waktu dan pemakaian yang disebabkan karena fungsi yang tidak efektif misal, kerusakan mesin atau kecelakaan. Penentuan nilai depresiasi ditetapkan sesuai undang-undang perpajakan tahun 2001 yang disajikan pada Tabel 4.27. berikut:

Tabel 4.27 Rekapitulasi biaya depresiasi

Jenis Item	Nilai depresiasi (%)	Total biaya pengadaan	Penyusutan (Rp)
Bangunan	10	8.240.000.000	824.000.000
Mesin produksi	10	11.620.000.000	1.162.000.000
Unit utilitas	10	2.206.135.000	220.613.500
Peralatan laboratorium	10	3.306.000.000	330.600.000
Instalasi	10	6.167.000.000	616.700.000
Transportasi	10	2.600.000.000	260.000.000
			3.413.913.500

e. Pajak kendaraan dan bangunan

Pembayaran pajak kendaraan dan Pajak Bumi Bangunan (PBB) diberikan setiap satu tahun sekali. Besarnya pajak adalah Rp.164.800.000,-

f. Pelatihan karyawan

Perusahaan menetapkan biaya training untuk masa training selama 3 bulan sebesar Rp. 515.000.000,-

Rekapitulasi biaya tetap (fixed cost) pada pembangunan pabrik benang polyester (filament) ini direkap pada Tabel 4.28 berikut:

Tabel 4.28 Rekapitulasi biaya tetap (*Fixed cost*)

Items	Biaya (Rp)
Sewa internet dan beli domain	2.500.000.000,00
Depresiasi	3.413.913.500,00
Perawatan	1.365.565.400,00
Konsultan	100.000.000,00
Rekening telephone	450.000.000,00
Asuransi	261.416.000,00
Gaji karyawan	3.681.600.000,00
Makan karyawan	75.600.000,00
Perlengkapan alat tulis	70.550.000,00
Kesejahteraan karyawan	820.000.000,00
Seragam karyawan	700.500.000,00
Pajak	164.800.000,00
Pelatihan karyawan	515.000.000,00
Bunga bank	4.342.652.466,77
Total fixed cost/tahun	18.461.597.366,77

➤ **Biaya tidak tetap (variabel cost)**

Merupakan biaya yang besarnya cenderung berubah sebanding dengan kapasitas produksi. Biaya variabel terdiri dari biaya listrik, bahan baku, paper tube dan biaya pengemasan produk. Rincian perhitungan biaya variabel disajikan sebagai berikut:

a) Biaya bahan baku

Modal kerja yang dikeluarkan untuk biaya pembelian bahan baku direkap pada Tabel 4.29 berikut:

Tabel 4.29 Rekapitulasi biaya pembelian bahan baku

Bahan baku	Harga/kg (Rp)	Kebutuhan/jam (kg)	Kebutuhan/tahun (kg)	Jumlah biaya/tahun (Rp)
Chips	10.000	1.320	10.461.369,6	104.613.696.000
Total				104.613.696.000

b) Biaya pembelian paper tube

Tabel 4.30 Rekapitulasi biaya pembelian paper tube

Item	Harga/unit (Rp)	Kebutuhan/bulan (kg)	Jumlah biaya/tahun (Rp)
Paper tube	10.000	11.040	1.324.800.000
Total			1.324.800.000

c) Biaya pengemasan produk

Tujuan pengemasan produk yaitu untuk mempertahankan kebersihan produk serta memberikan identitas produk. Perhitungan biaya pengemasan produk untuk setiap ball benang dengan berat 270 kg ditetapkan sebagai berikut:

o Plastik

Biaya pembelian plastik yang digunakan untuk membungkus setiap ball serat, sebesar:

Harga plastik = Rp. 3.000,-/plastik

Apabila dalam 1 hari (24 jam) proses membutuhkan plastik sebanyak 270 buah maka biaya pembelian plastik pertahun:

= 270 plastik/hari x 360hari/tahun x Rp. 3.000,-/hari

= Rp. 291.600.000,-

o Label

Label ditempel pada tiap-tiap ball serat yang telah dibungkus plastik untuk membedakan jenis dan kehalusan serat.

Harga per label = Rp. 1.000,-

Biaya label per tahun= 270 label/hari x 360 hari/tahun x Rp. 1.000,-

= Rp. 97.200.000,-

Maka, total biaya pengemasan per tahun sebesar :

$$= \text{Rp. } 291.600.000,- + \text{Rp. } 97.200.000,-$$

$$= \text{Rp. } 388.800.000,-$$

d) Biaya energi (listrik dan bahan bakar)

Tabel 4.31 Rekapitulasi Biaya Pembelian Bahan Bakar

Items	Biaya (Rp)
Total biaya listrik PLN	59.348.033
Biaya BB. Solar	11.092.138.306
Total	11.151.486.339

Rekapitulasi biaya tidak tetap (variabel cost) pada kapasitas produksi 100% ini direkap pada Tabel 4.32 berikut:

Tabel 4.32 Rekapitulasi biaya tidak tetap (Variabel cost)

Items	Biaya (Rp)
Bahan baku	104.613.696.000
Bahan pembantu	1.324.800.000
Pengemasan	388.800.000
Energi	11.151.486.339
Total variabel cost/thn	117.478.782339

4.6.4 Sumber Pembiayaan (Modal)

Sumber biaya atau modal perusahaan diperoleh dari modal investasi sebesar 60% dan 40% dari kredit perbankan dengan bunga sebesar 12% (biaya administrasi 2% dari nilai kredit). Peminjaman dilakukan dalam jangka waktu 10 tahun. Perhitungan angsuran kredit untuk setiap tahun ditentukan dengan tahapan formula berikut:

a) Jumlah kredit bank (P)

$$= \{\text{jumlah kredit bank (\%)} \times \text{modal}\}$$

Sehingga jumlah kredit bank adalah:

$$= 40 \% \times (\text{Rp}42.549.335.000,- + \text{Rp}118.719.696.000,-)$$

$$= 40 \% \times \text{Rp}161.269.031.000,-$$

$$= \text{Rp } 64.507.612.400,-$$

b) Jumlah biaya administrasi

$$= \{\text{biaya administrasi (\%)} \times \text{modal}\}$$

Sehingga biaya administrasi adalah:

$$= (2 \% \times \text{Rp } 64.507.612.400,-)$$

$$= \text{Rp}1.290.152.248,-$$

c) Total peminjaman bank

$$= (\text{jumlah kredit bank} + \text{jumlah biaya administrasi})$$

Sehingga total peminjaman bank adalah :

$$= \text{Rp } 64.507.612.400,- + \text{Rp } 1.290.152.248,-$$

$$= \text{Rp}.65.797.764.648,-$$

d) Jumlah angsuran per tahun (A)

$$= (\text{total peminjaman bank} / \text{waktu pengembalian hutang})$$

Sehingga besarnya angsuran hutang adalah:

$$= \text{Rp}. 65.797.764.648,- / 10$$

$$= \text{Rp}. 6.579.776.465,-$$

e) Jumlah bunga bank per tahun

$$= \{\text{bunga kredit bank (12 \%)} \times \text{sisa hutang}\}$$

Rekapitulasi hasil perhitungan angsuran untuk kredit bank dicantumkan pada Tabel 4.33. Sisa hutang perusahaan pada tahun ke-11 menunjukkan angka 0, hal ini berarti bahwa perusahaan tidak perlu lagi membayar angsuran kredit dan bunga kredit.

Tabel 4.33 Rekapitulasi perhitungan angsuran

Tahun ke	Sisa hutang (Rp)	Angsuran (Rp)	Bunga (Rp)
0	65.797.764.648,00	0	
1	65.797.764.648,00	0	7.895.731.758,00
2	59.217.988.183,20	6.579.776.465	7.106.158.582,00
3	52.638.211.718,40	6.579.776.465	6.316.585.406,00
4	46.058.435.253,60	6.579.776.465	5.527.012.230,00
5	39.478.658.788,80	6.579.776.465	4.737.439.055,00
6	32.898.882.324,00	6.579.776.465	3.947.865.879,00
7	26.319.105.859,20	6.579.776.465	3.158.292.703,00
8	19.739.329.394,40	6.579.776.465	2.368.719.527,00
9	13.159.552.929,60	6.579.776.465	1.579.146.352,00
10	6.579.776.464,80	6.579.776.465	789.573.175,80
Total			4.342.652.466,80

4.6.5. Harga Jual Produk

Penentuan harga jual produk benang polyester (filament) didasarkan pada standar produksi per tahun sebesar 10.300.000 kg dengan target keuntungan sebesar 20 %, maka perhitungan harga jual produk diperoleh dengan tahapan sebagai berikut:

$$\text{Variable cost /kg} = \frac{\text{Total variable cost / thn}}{\text{produksi benang / thn}}$$

Sehingga besarnya variabel cost per kg adalah:

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Rp.117.478.782.339,-}}{10.300.000} \\ &= \text{Rp 11.405,70} \end{aligned}$$

Perhitungan fixed cost per kg ditentukan dengan formula sebagai berikut:

$$\text{Fixed cost/ per kg} = \frac{\text{total fixed cost / thn}}{\text{produksi benang / thn}}$$

Sehingga besarnya fixed cost per kg sebesar:

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Rp.18.461.597.367,-}}{10.300.000} \\ &= \text{Rp 1.792,38} \end{aligned}$$

Dengan demikian harga pokok per kg ditentukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Harga pokok per kg} &= \text{Variable cost/kg} + \text{Fixed cost/kg} \\ &= \text{Rp 11.405,70} + \text{Rp 1.792,38} \\ &= \text{Rp 13.198,09} \end{aligned}$$

Apabila keuntungan pabrik ditetapkan 20 %, maka:

$$\begin{aligned} \text{Besarnya keuntungan/kg} &= 20 \% \times \text{Harga pokok per kg} \\ &= 20 \% \times \text{Rp 13.198,09} \\ &= \text{Rp 2.639,61} \end{aligned}$$

Maka harga produk/kg sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Harga pokok} + \text{keuntungan} &= \text{Rp 13.198,09} + \text{Rp 2.639,61} \\ &= \text{Rp 15.837,71} \end{aligned}$$

Apabila besarnya pajak penjualan ditetapkan 10 %, maka:

$$\begin{aligned} \text{Besarnya PPN} &= 10 \% \times \text{Rp 15.837,71} \\ &= \text{Rp 1.583,77} \end{aligned}$$

Harga jual benang polyester (filament) per kg ditentukan menggunakan formula:

$$\begin{aligned}\text{Harga jual per kg} &= \text{Harga produk} + \text{PPN} \\ &= \text{Rp } 15.837,71 + \text{Rp } 1.583,77 \\ &= \text{Rp } 17.421,48\end{aligned}$$

4.6.6 Proyeksi Laporan Laba Rugi

Hasil perhitungan proyeksi laba rugi dari perencanaan pabrik benang polyester (filament) dengan kapasitas produksi 10.300.000 kg/tahun disajikan pada tabel 4.34 dapat dilihat bahwa perusahaan tidak mengalami kerugian tetapi memperoleh kenaikan pendapatan dari tahun ke tahun, hal ini berarti pabrik benang polyester (filament) menunjukkan prospek yang menguntungkan.

Tabel 4.34 Proyeksi laporan laba rugi

Tahun ke	Pendapatan penjualan (Rp)	Biaya produksi (Rp)	Keuntungan sebelum pajak (Rp)	Pajak (Rp)	Angsuran (Rp)	Keuntungan setelah pajak (Rp)
1	75.580.970.994	57.258.311.359	18.322.659.635	183.226.596,4	0	18.139.433.039
2	105.553.132.939,96	79.964.494.651	25.588.638.288	255.886.382,9	6.579.776.465	18.752.975.441
3	151.032.494.154	114.418.556.177	36.613.937.977	366.139.379,8	6.579.776.465	29.668.022.132
4	181.004.656.100	137.124.739.469	43.879.916.630	438.799.166,3	6.579.776.465	36.861.340.999
5	179.962.419.508	136.335.166.294	43.627.253.214	436.272.532,1	6.579.776.465	36.611.204.217
6	178.920.182.916	135.545.593.118	43.374.589.798	433.745.898	6.579.776.465	36.361.067.435
7	177.877.946.324	134.756.019.942	43.121.926.381	431.219.263,8	6.579.776.465	36.110.930.653
8	176.835.709.732	133.966.446.766	42.869.262.965	428.692.629,7	6.579.776.465	35.860.793.871
9	175.793.473.140	133.176.873.591	42.616.599.549	426.165.995,5	6.579.776.465	35.610.657.089
10	174.751.236.548	132.387.300.415	42.363.936.133	423.639.361,3	6.579.776.465	35.360.520.307

4.6.7. Analisa Kelayakan

Analisa kelayakan dimaksudkan untuk mengambil keputusan apakah perusahaan layak dijalankan atau tidak dijalankan. Perhitungan analisa kelayakan yang digunakan dalam perancangan pabrik benang polyester (filament) ini adalah analisis Break Even Point (BEP), analisis Shut Down Point (SDP), analisis Return Of Investment (ROI) dan Pay Out Time (POT).

4.6.7.1 Analisis Break Even Point (BEP)

Break Even Point (BEP) merupakan analisa titik pulang pokok yang dapat memastikan apakah perusahaan masih layak beroperasi. Standar kelayakan BEP ditetapkan sebesar 40-60 %. Penentuan analisa break even point (BEP) ditentukan oleh beberapa variabel sebagai berikut:

a) Sales annual (Sa)

Sales annual merupakan nilai penjualan produk serat per tahun. Besarnya sales annual diperoleh dengan menggunakan formula sebagai berikut:

$$\begin{aligned} &= \text{Harga jual per kg} \times \text{Kapasitas produksi pertahun} \\ &= \text{Rp. } 17.421,48 \times 10.300.000,- \\ &= \text{Rp. } 179.441.301.211,62 \end{aligned}$$

b) Variable annual (Va)

Merupakan biaya rutin per tahun yang dikeluarkan perusahaan dan nilai anggaran tersebut dapat berubah setiap tahunnya. Biaya-biaya tersebut direkap pada tabel berikut:

Tabel 4.35 Rekapitulasi biaya Variabel Annual (VA)

Items	Biaya (Rp)
Bahan baku	104.613.696.000,00
Bahan pembantu	1.324.800.000,00
Pengemasan	388.800.000,00
Energi	11.151.486.339,00
Total variabel cost/thn	117.478.782.339,00

c) Fixed annual (Fa)

Fixed annual merupakan pengeluaran rutin perusahaan per tahun yang nilainya konstan pada semua level produksi. Biaya-biaya tersebut antara lain:

Tabel 4.36 Rekapitulasi biaya Fixed Annual (FA)

Items	Biaya (Rp)
Depresiasi	3.413.913.500,00
Asuransi	261.416.000,00
Pajak	164.800.000,00
Bunga bank	4.342.652.466,77
Total Fixed cost	8.182.781.966,77

d) Regulated annual (Ra)

Regulated annual ialah biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan secara rutin per tahun. Biaya-biaya tersebut antara lain:

1) Pengeluaran umum

▪ Promosi

Biaya yang dikeluarkan untuk keperluan promosi atau iklan dari hasil produksi ditetapkan sebesar 3 % sehingga besarnya biaya untuk promosi:

$$\begin{aligned}\text{Biaya promosi} &= 3 \% \times \text{Rp.179.441.301.211,62} \\ &= \text{Rp 5.383.239.036,35}\end{aligned}$$

▪ Administrasi

Biaya administrasi ditetapkan sebesar 4 % sehingga besarnya biaya administrasi:

$$\begin{aligned}\text{Biaya administrasi} &= 4 \% \times \text{Rp. } 179.441.301.211,62 \\ &= \text{Rp } 7.177.652.048,-\end{aligned}$$

▪ Research

Biaya Research ditetapkan sebesar 5 % sehingga besarnya biaya administrasi:

$$\begin{aligned}\text{Biaya research} &= 5 \% \times \text{Rp. } 179.441.301.211,62 \\ &= \text{Rp } 8.972.069.060,58\end{aligned}$$

2) Gaji karyawan	= Rp. 3.681.600.000,-
3) Biaya perawatan	= Rp 1.365.565.400,-
4) Kesejahteraan karyawan	= Rp. 820.000.000 ,-
5) Biaya makan	= Rp. 75.600.000,-
6) Perlengkapan alat tulis	= Rp. 70.550.000,-
7) Seragam karyawan	= Rp. 700.500.000,-
8) Konsultan	= Rp. 100.000.000,-
9) Rekening telepon	= Rp. 450.000.000,-
10) Pelatihan karyawan	= Rp. 515.000.000,-
11) Sewa internet & beli domain	= <u>Rp. 2.500.000.000,-</u> +
Total regulated annual (Ra)	= Rp 31.811.771.545,39

Dengan demikian besarnya nilai formula yang digunakan untuk menghitung nilai BEP sebagai berikut:

$$\text{BEP} = \frac{(Fa + 0.3Ra)}{(Sa - Va - 0.7Ra)} \times 100\%$$

Keterangan:

BEP = Break Even Point

Fa = Fixed annual

Sa = Sales annual

Va = Variabel annual

Ra = Regulated annual

Sehingga diperoleh nilai BEP sebagai berikut:

$$\begin{aligned} &= \frac{\{8.182.781.966,77 + (0,3 \times 31.811.771.545,39)\}}{\{179.441.301.211,62 - 117.478.782.339,00 - (0,7 \times 31.811.771.545,39)\}} \times 100\% \\ &= 44.65\% \end{aligned}$$

4.6.7.2 Analisa Shut Down Point (SDP)

Analisis shut down point dimaksudkan untuk menyatakan kondisi perusahaan ketika mengalami kerugian yang biasanya disebabkan karena biaya operasional pabrik yang terlalu besar. Standar SDP dinyatakan > 10 %, SDP ditentukan dengan formula sebagai berikut:

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

Keterangan:

SDP = Shut Down Point

Sa = Sales annual

Va = Variabel annual

Ra = Regulated annual

Dari hasil analisa masing-masing biaya (Sa, Ra dan Va) nilai SDP diperoleh sebagai berikut:

$$= \frac{(0,3 \times 31.811.771.545,39)}{\{179.441.301.211,62 - 117.478.782.339,00 - (0,7 \times 31.811.771.545,39)\}} \times 100 \%$$
$$= 24,04 \%$$

4.6.7.3 Analisa Return of Investment (ROI)

Pengembalian atas investasi (ROI) merupakan perbandingan antara pemasukan per tahun terhadap dana investasi yang memberikan indikasi profitabilitas suatu investasi yang dihitung berdasarkan formula berikut:

$$\text{ROI sebelum pajak} = \frac{\text{keuntungan/thn sebelum pajak}}{\text{modal investasi}} \times 100\%$$

Sehingga nilai ROI sebelum pajak sebesar :

$$= \frac{\text{Rp.43.500.921.506,-}}{\text{Rp.161.269.031.000,-}} \times 100 \%$$
$$= 26,97 \%$$

$$\text{ROI setelah pajak} = \frac{\text{keuntungan/thn setelah pajak}}{\text{modal investasi}} \times 100\%$$

Sehingga nilai ROI setelah pajak sebesar:

$$\begin{aligned} &= \frac{Rp.39.156.829.355,-}{Rp.161.269.031.000,-} \times 100 \% \\ &= 24,27 \% \end{aligned}$$

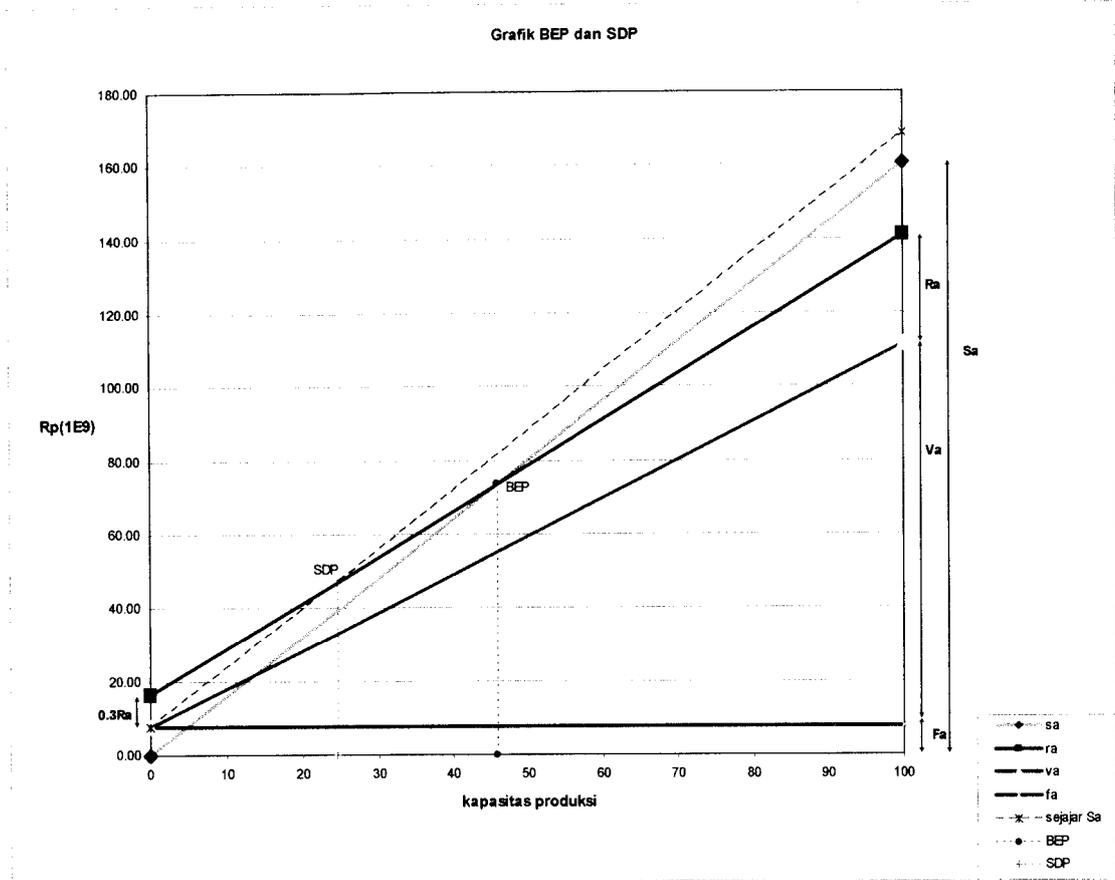
4.6.7.4 Pay Out Time (POT)

POT sebelum pajak =

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{modal investasi}}{\{(keuntungan/ \text{thn sebelum pajak} + (0,1 \times \text{modal investasi})\}} \times 100\% \\ &= \frac{Rp.161.269.031.000,-}{\{43.500.921.506,- + (0,1 \times Rp.161.269.031.000,-)\}} \times 100 \% \\ &= 2 \text{ tahun } 7 \text{ bulan } 28 \text{ hari} \end{aligned}$$

POT sesudah pajak =

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{modal investasi}}{\{(keuntungan/ \text{thn sesudah pajak} + (0,1 \times \text{modal investasi})\}} \times 100\% \\ &= \frac{Rp.161.269.031.000,-}{\{39.156.289.355,- + (0,1 \times Rp.161.269.031.000,-)\}} \times 100 \% \\ &= 2 \text{ tahun } 9 \text{ bulan } 16 \text{ hari} \end{aligned}$$



Gambar 4.7 Grafik hubungan analisis BEP dan SDP terhadap kapasitas produksi

BAB V

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa, baik analisa teknik maupun analisa ekonomi maka dapat disimpulkan bahwa rencana pendirian pabrik benang polyester (filament) memberikan prospek yang cukup menjanjikan untuk menopang perbaikan perekonomian nasional, antara lain masih terbukanya peluang pasar yang besar karena masih terbatasnya jumlah pabrik benang polyester (filament). Target produksi pada perancangan pabrik ini ditetapkan sebesar 10.300.000 kg/tahun dengan kebutuhan bahan baku chips sebesar 9.072.000 kg.

Pemilihan lokasi pabrik ditentukan di daerah Karawang, dimaksudkan untuk mempermudah distribusi produk karena dekat dengan mitra pabrik sebagai tujuan pemasaran produk benang.

Dari hasil analisis ekonomi, pendirian pabrik benang polyester (filament) membutuhkan modal investasi sebesar Rp. 42.549.335.000,- dan modal kerja sebesar Rp 104.826.000.000,- (selama 1 tahun) sehingga besarnya modal investasi keseluruhan sebesar Rp. 147.375.335.000,-. Modal investasi ditargetkan kembali dalam kurun waktu, 2 tahun 11 bulan 16 hari setelah pajak. Berdasarkan produksi sebesar 10.300.000 kg/tahun diperoleh nilai Return of Investment (ROI) setelah

pajak sebesar 23,77 % Break Even Point (BEP) 45,89 % dan Shut Down Point (SDP) 24,39 %

Atas dasar beberapa faktor dan pertimbangan hasil analisis kelayakan investasi menggunakan Break Even Point (BEP), Analisa Shut Down Point (SDP), Analisa Return of Investment (ROI) dan Pay Out Time (POT) menyatakan rencana pendirian pabrik benang polyester (filament) sangat menjanjikan dan layak untuk didirikan.



DAFTAR PUSTAKA

1. Indonesian textile magazine. API news (NO.33/THN.III/JUNI-JULI 2006)
2. www.kadin-indonesia.or.id
3. Indonesian textile magazine. API news (NO.23/THN.IX/NOVEMBER 2004)
4. <http://kompas.com/kompas-cetak/0303/16/Fokus/184141.htm>
5. Badan Pusat Statistik, Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia, Ekspor, Jakarta, 2003 & 2004.
6. Soeprjono, P dkk. *Serat-Serat Tekstil (cetakan ke dua)*. Institut Teknologi Tekstil.Bandung, 1974.
7. www.chiripal_product.com
8. www.barmag.com
9. Mutu Gading Tekstil, PT, *Hand Book Pabrik*, Surakarta, Jawa Tengah.
10. www.allstatestextile.com
11. Nurman AS, Diktat Kuliah Perancangan Pabrik Tekstil 1. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta, 2005.
12. Nurman AS, Diktat Kuliah Perancangan Pabrik Tekstil 2. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, 2005.
13. Nurman AS, Utilitas Teknik Tekstil. Universitas Islam Indonesia.Yogyakarta, 2005.
14. Demir Ali, Hassan Mohamed Behery. *Synthetic Filament Yarn Texturing Technology*. Istanbul Technical University,
15. Lord Peter R, Abel C Lineberger Professor of Textile, *The Economics, Science And Technology Of Yarn Production*. North Carolina State University.1974.
16. Asmanto Subagyo,MSc. Diktat Kuliah Stuktur Tekstil 1 dan 2.Universitas Islam Indonesia.

LAMPIRAN

Pencarian kapasitas produksi

Data ekspor dan impor benang filament di Indonesia

Tahun	Ekspor		Import	
	Volume(Kg)	Nilai (US\$)	Volume(Kg)	Nilai (US\$)
2001	712.512.623	1.242.146.184	76.024.115	264.182.267
2002	762.472.518	1.217.894.146	84.702.674	223.481.256
2003	700.252.238	1.238.084.631	93.127.514	199.759.811
2004	720.625.192	1.480.157.872	109.738.465	244.888.563
2005	795.218.302	1.621.280.050	127.747.369	267.040.348

Berdasarkan data diatas maka dapat diprediksikan kebutuhan volume import pada tahun 2010 dengan meninjau kapasitas import pada tahun 2001 adalah 76.024.115 Kg sampai tahun 2005 adalah 127.747.369 Kg. Apabila menggunakan metode perencanaan trend linier maka kebutuhan impor benang filament di Indonesia pada tahun berikutnya dapat diperkirakan :

Data perhitungan impor trend linier

TAHUN (n)	KODE (X)	PREDIKSI (Y)	X ²	X . Y
2001	-2	76.024.115	4	-152.048.230
2002	-1	84.702.674	1	-84.702.674
2003	0	93.127.514	0	0
2004	1	109.738.465	1	109.738.465
2005	2	127.747.369	4	255.494.738
	0	491.340.137	10	128.482.299



$$Y = A + B \cdot X$$

$$A = \frac{\sum Y}{n}$$
$$= \frac{491.340.137}{5}$$

$$= 98.268.027,4$$

$$B = \frac{\sum (X.Y)}{\sum X^2}$$
$$= \frac{128.482.299}{10}$$

$$= 12.848.229,9$$

Keterangan :

A : Rata-rata permintaan masa lalu

B : Koefisien yang menunjukkan perubahan setiap tahun

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

X : Waktu tertentu yang telah diubah dalam bentuk kode

Hasil perhitungan trend linier impor benang filament 2006 – 2010

TAHUN	KODE (X)	PREDIKSI (Y)
2006	3	136.812.717,1
2007	4	149.660.947,0
2008	5	162.509.176,9
2009	6	175.357.406,8
2010	7	188.205.636,7



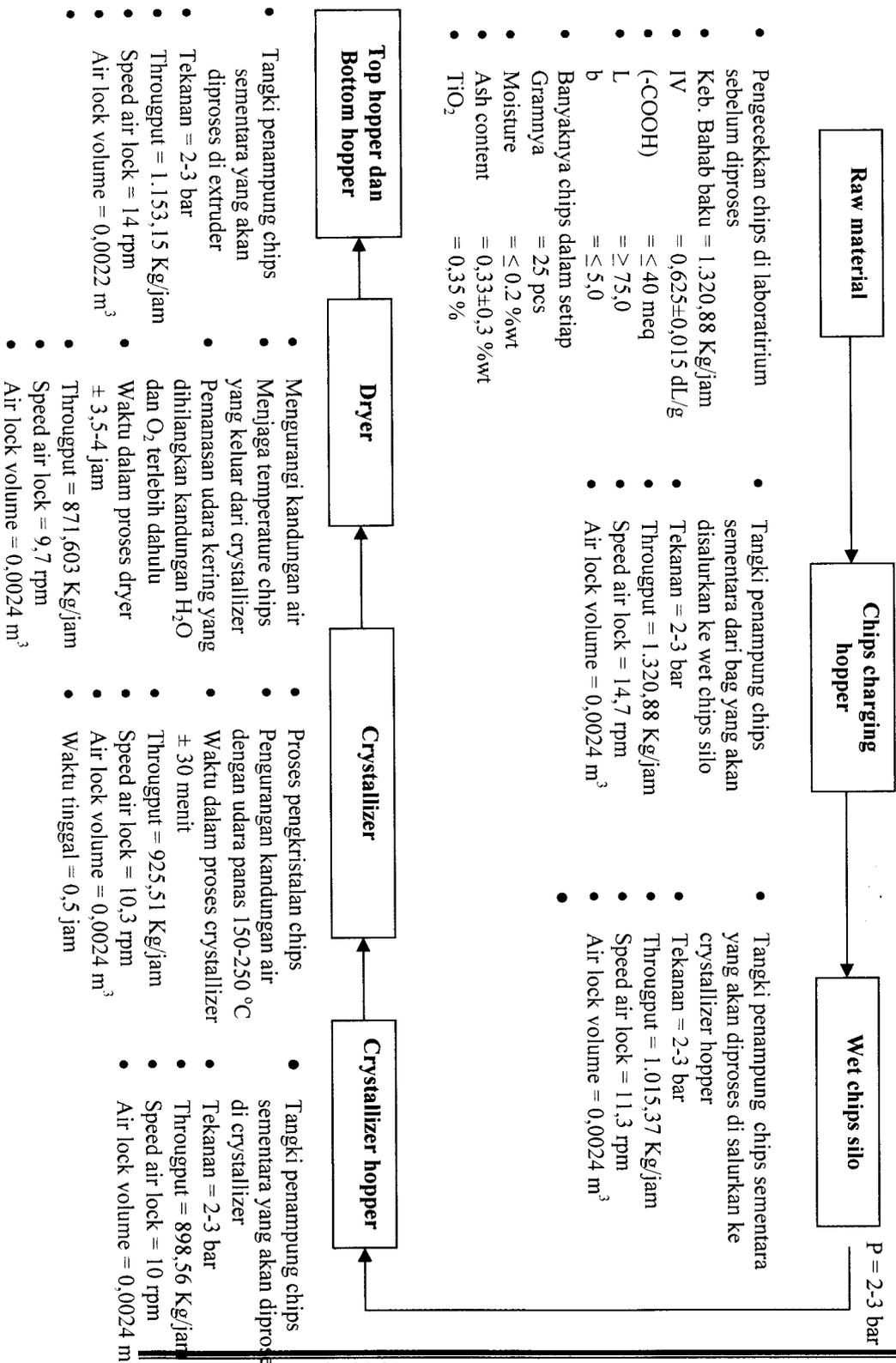
Berdasarkan hasil perhitungan, maka peramalan kebutuhan benang filament untuk domestik pada tahun 2010 mencapai 188.205.636,7 Kg/tahun, sehingga terdapat selisih dari tahun 2006 sampai dengan 2010 sebesar 51.392.919,6 Kg/tahun.

Target produksi dihitung dari selisih prediksi impor dimana pada perancangan pabrik ini kita mengambil 20 % sehingga dapat diketahui nilai target produksi dalam setiap tahun adalah 10.278,58 ton/tahun (10.300 ton/tahun).

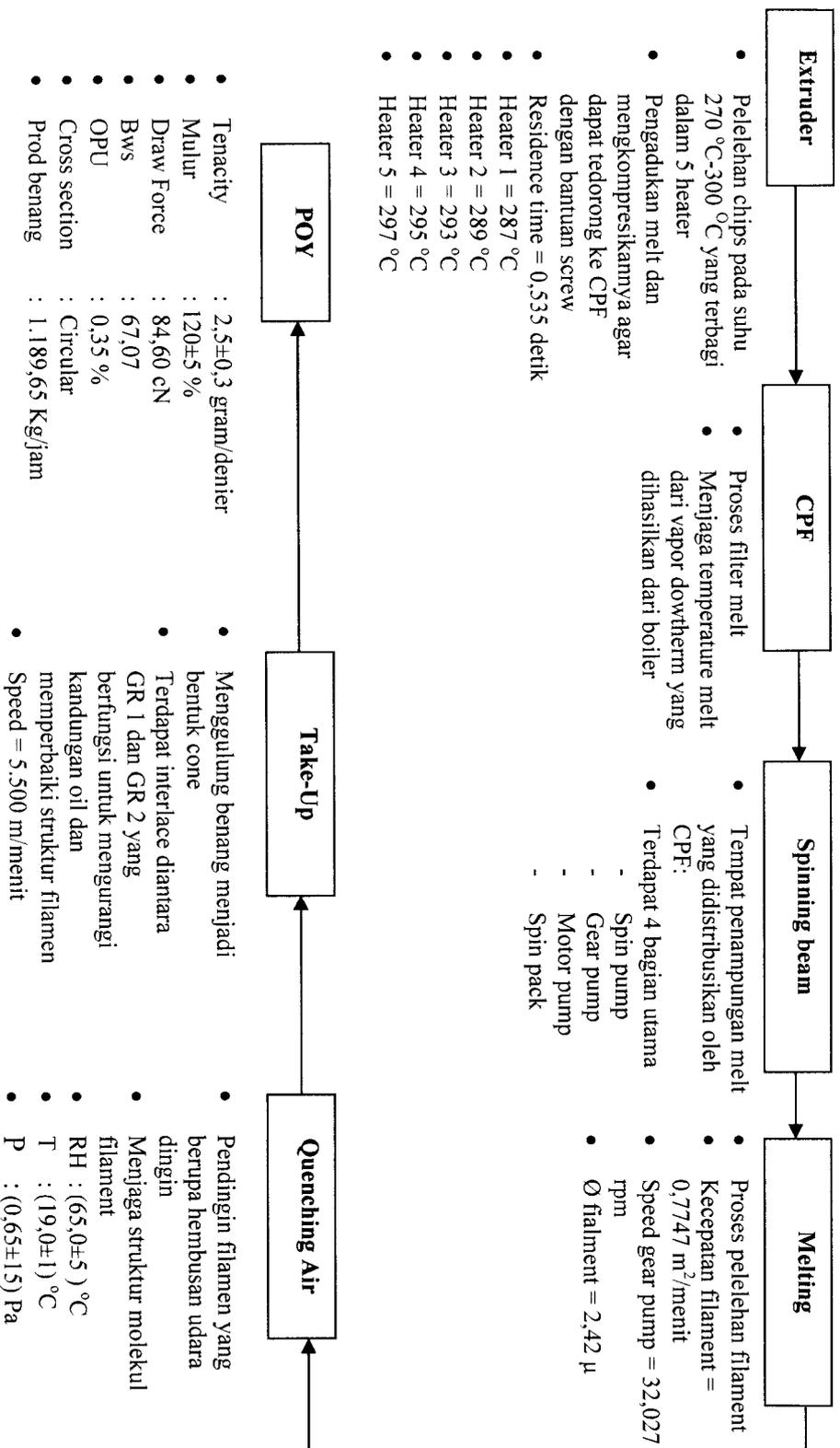
Berdasarkan dari hasil kapasitas produksi, maka dapat diketahui jumlah mesin yang dipergunakan dan kebutuhan bahan bakunya dalam setiap harinya.



Flow Process Dryer System



Flow Process Spinning System



Kalkulasi produksi

Mesin Take-Up

Data produksi sebagai berikut :

Kapasitas : 5.500 m/mnt

Jumlah spindle : 10 spindle

Efisiensi : 99,4 %

Limbah : 0,6 %

Formula untuk mengetahui kapasitas produksi/jam/posisi adalah :

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas prod /jam/posisi} &= \text{No benang} \times \text{Speed mc T-Up} \times \sum \text{spindle} \times \text{eff} \times 60 \\ &= 235 \text{ D} \times 5500 \text{ m/mnt} \times 10 \times 0.994 \times 60 \text{ mnt/jam} \\ &= 235 \text{ g/9.000 mx} 5500 \text{ m/mnt} \times 10 \times 0.994 \times 60 \text{ mnt/jam} \\ &= 85.649,667 \text{ g/jam} \\ &= 85,649 \text{ Kg/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan bahan baku} &= \text{Kebutuhan prod/jam} \times \frac{100 + \text{waste}}{100} \\ &= 1.189,65 \text{ Kg/jam} \times \frac{100 + 0,6}{100} \\ &= 1.196,789 \text{ Kg/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sum \text{Mesin Take-Up} &= \frac{\text{kebutuhan bahan baku / jam}}{\text{kapasitas produksi / jam / posisi}} \\ &= \frac{1.196,789 \text{ Kg / jam}}{85,649 \text{ Kg / jam}} \\ &= 13,974 \text{ mesin} \approx 14 \text{ mesin}\end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Kerja mesin} &= \frac{\text{kebutuhan prod / jam} \times 1 \text{ hari}}{\text{kapasitas prod / jam / posisi} \times \text{kebutuhan mesin}} \\ &= \frac{1.189,65 \text{ Kg / jam} \times 24 \text{ jam}}{85,649 \text{ Kg / jam} \times 14 \text{ mesin}} \\ &= 23 \text{ jam } 40 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Doffing time} &= \frac{\text{berat POY / bobin}}{\text{speed mc Take - Up} \times \text{No benang}} \\ &= \frac{1.000 \text{ g}}{5.500 \text{ m / menit} \times 235 \text{ g / 9.000 m}} \\ &= 70 \text{ menit} \end{aligned}$$

Unit Melting

Formula standarisasi yang dipergunakan adalah :

$$\text{Kapasitas gear pump} = 3,8 \text{ cc/putaran}$$

$$\text{Kapasitas spin pump} = 2,4 \text{ cc/putaran}$$

$$\rho \text{ melt} = 1,18 \text{ gr/cm}^3$$

$$\rho \text{ polyester} = 1,18 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Ø spinneret} = 100 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Speed gear pump} &= \frac{\text{speed mc Take - Up} \times \text{No benang}}{\text{kapasitas gear pump} \times \rho \text{ polyester}} \\ &= \frac{5.500 \text{ m / mnt} \times 235 \text{ g / 9.000 m}}{3,8 \text{ cc / put} \times 9.000 \text{ m} \times 1,18 \text{ gr / cm}^3} \\ &= 32,027 \text{ put/menit} \end{aligned}$$

$$\text{Kapasitas beam/jam} = \frac{\text{Speed gear Pump} \times \rho \text{ Polimer} \times \text{Kap. Spin Pump} \times \sum \text{End} \times 60}{1.000 \text{ Kg}}$$



$$= \frac{32,027 \text{ rpm} \times 1,18 \text{ gr/cm}^3 \times 3 \text{ cc/put} \times 10 \times 60 \text{ mnt/jam}}{1.000 \text{ Kg}}$$

$$= 54,421 \text{ Kg/jam}$$

$$\Sigma \text{ mesin} = \frac{\text{kebutuhan produksi kg/jam}}{\text{kapsts spin beam} \times \Sigma \text{ posisi mc Take-Up}}$$

$$= \frac{1.189,65 \text{ Kg/jam}}{54,421 \text{ Kg/jam} \times 14}$$

$$= 1,561 \text{ mesin} \approx 2 \text{ mesin}$$

Prod melt/spindel/jam/posisi = speed gear pump \times ρ melt \times kpsitas spin pump \times 60

$$= 32,027 \text{ rpm} \times 1,18 \text{ gr/cm}^3 \times 2,4 \text{ cc/put} \times 60 \text{ mnt/jam}$$

$$= 8.616,667 \text{ g/jam}$$

$$= 143,611 \text{ g/mnt}$$

$$\text{Kecepatan Filament} = \frac{\text{prod Melt/Spindel}}{\rho \text{ polimer} \times \frac{\pi}{2} \times \phi \text{ spinneret} \times 1.000 \text{ g/kg}}$$

$$= \frac{143,661 \text{ gr/mnt}}{1,18 \text{ gr/m}^3 \times 1,5708 \times 0,1 \text{ m} \times 1.000 \text{ g/kg}}$$

$$= 0,7747 \text{ m}^2/\text{mnt}$$

Filament saat turun dari spinneret mempunyai kekuatan sebesar 7,5 g/denier, sehingga dapat diketahui stress tension terhadap lubang (*hole*) spinneret.

$$\text{Stress Tention} = \frac{\text{kekuatan filamen}}{\frac{\pi}{2} \times \phi \text{ spinneret}}$$



$$\begin{aligned} &= \frac{7,5 \text{ g/denier}}{1,5708 \times 0,1 \text{ m}} \\ &= 47,746 \text{ g/denier} \end{aligned}$$

Berdasarkan jumlah mesin Take-Up dari hasil perhitungan diatas maka dapat dijelaskan pembagian mesin-mesinnya sebagai berikut :

Jumlah mesin Take-Up yang ada 14 mesin, dalam perencanaan ini kita membagainya dalam 2 line (line A dan line B) dengan setiap line terdiri dari 7 mesin dan setiap mesinnya memiliki 10 end. Untuk kebutuhan extruder dan CPF setiap line masing-masing 1 mesin.

Unit Drayer

- Formula yang digunakan untuk menghitung nilai throughput

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

Keterangan :

m = Throughput drayer (Kg/jam)

n = Speed of air lock (rpm)

η = Filling degree of the air lock

γ = Bulk density (Kg/m³)

v = Air lock volume (m³)

- Formula untuk menghitung daya tampung

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

Keterangan :

N = Jumlah chips dalam tangki

Rini Kurniasih 02 521 054

Untung Budiarto 02 521 083



H = Level chips (%)

V₁ = Berat 0 %, yaitu berat antara ujung bawah tangki sampai LALL

V₂ = Berat 100 %, yaitu berat antara LAHH - LAHH

❖ *Tangki bottom hopper*

n = 14 rpm

η = 0,78

γ = 800 Kg/m³

v = 0,0022 m³

maka nilai throughput tangki bottom hopper adalah :

m = 14 rpm x 0,78 x 800 Kg/m³ x 0,0022 m³ x 60 mnt/jam

m = 1153,152 Kg/jam

Daya tampung tangki bottom hopper adalah :

H = 100 %

V₁ = 1.870 Kg

V₂ = 1295 Kg

N = (0,1 x 1.870 Kg) + 1.295 Kg

= 3.165 Kg

❖ *Tangki top hopper*

n = 14 rpm

η = 0,78

γ = 800 Kg/m³

v = 0,0022 m³

maka nilai throughput tangki top hopper adalah :



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

Daya tampung tangki top hopper adalah :

$$\begin{aligned} H &= 100 \% \\ V_1 &= 1.870 \text{ Kg} \\ V_2 &= 1.394 \text{ Kg} \\ N &= (0,1 \times 1.870 \text{ Kg}) + 1.394 \text{ Kg} \\ &= 3.264 \text{ Kg} \end{aligned}$$

❖ **Tangki drayer**

$$\begin{aligned} n &= 9,7 \text{ rpm} \\ \eta &= 0,78 \\ \gamma &= 800 \text{ Kg/m}^3 \\ v &= 0,0024 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

maka nilai throughput tangki drayer adalah :

$$\begin{aligned} m &= 9,7 \text{ rpm} \times 0,78 \times 800 \text{ Kg/m}^3 \times 0,0024 \text{ m}^3 \times 60 \text{ mnt/jam} \\ &= 871,603 \text{ Kg/jam} \end{aligned}$$

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

$$N = t \times m$$

Dimana :

$$N = \text{Jumlah chips dalam drayer (Kg)}$$

$$t = \text{Resident time (jam)}$$

$$m = \text{Jumlahchips yang mengalir dalam mesin per waktu (throughput)}$$

Sehingga :

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

❖ **Cryztalliser hopper**

$$\begin{aligned}n &= 10 \text{ rpm} \\ \eta &= 0,78 \\ \gamma &= 800 \text{ Kg/m}^3 \\ v &= 0,0024 \text{ m}^3\end{aligned}$$

maka nilai throughput tangki cryztalliser adalah :

$$\begin{aligned}m &= 10 \text{ rpm} \times 0,78 \times 800 \text{ Kg/m}^3 \times 0,0024 \text{ m}^3 \times 60 \text{ mnt/jam} \\ &= 898,56 \text{ Kg/jam}\end{aligned}$$

❖ **Cryztalliser**

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

$$\begin{aligned}t &= 0,5 \text{ jam} \\m &= 898,56 \text{ Kg/jam} \\N &= 0,5 \text{ jam} \times 925,516 \text{ Kg/jam} \\ &= 449,28 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Throughput dari cryztalliser adalah :

$$\begin{aligned}n &= 10,3 \text{ rpm} \\ \eta &= 0,78\end{aligned}$$



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

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

maka nilai throughput tangki cryztalliser adalah :

$$\begin{aligned} m &= 10,3 \text{ rpm} \times 0,78 \times 800 \text{ Kg/m}^3 \times 0,0024 \text{ m}^3 \times 60 \text{ mnt/jam} \\ &= 925,51 \text{ Kg/jam} \end{aligned}$$

❖ **Tangki wet chips silo**

$$n = 14,7,3 \text{ rpm}$$

$$\eta = 0,78$$

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

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

maka nilai throughput tangki wet chips silo adalah :

$$\begin{aligned} m &= 14,7 \text{ rpm} \times 0,78 \times 800 \text{ Kg/m}^3 \times 0,0024 \text{ m}^3 \times 60 \text{ mnt/jam} \\ &= 1.320,88 \text{ Kg/jam} \end{aligned}$$

❖ **Tangki chips charging hopper**

$$n = 14,7 \text{ rpm}$$

$$\eta = 0,78$$

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

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

maka nilai throughput tangki chips charging hopper adalah :

$$\begin{aligned} m &= 14,7 \text{ rpm} \times 0,78 \times 800 \text{ Kg/m}^3 \times 0,0024 \text{ m}^3 \times 60 \text{ mnt/jam} \\ &= 1.320,88 \text{ Kg/jam} \end{aligned}$$

Kebutuhan oli/hari = speed gear pump x kapasitas gear pump x 60 mnt x 24 jam

$$= 32,027 \text{ rpm} \times 3,8 \text{ cc/put} \times 60 \text{ mnt/jam} \times 24 \text{ jam/hari}$$



$$= 175.254.237 \text{ cc/hari}$$

$$= 175.254 \text{ liter/hari}$$

Residence time

Diket

- V_y : 70 rpm
- : 70 rotasi/menit
- : 1 rotasi = 1 kali putaran lingkaran screw
- l : 59 cm dengan jarak antar heater 1 cm
- \varnothing screw : 15 cm, maka :
- Keliling : $\pi \times d$
- : $3,1416 \times 15$
- : 47,1 cm/rotasi

Ditanya

Residence time (t)

Dijawab

$$V_y = 70 \text{ rotasi/menit} \times 47,1 \text{ cm/rotasi}$$
$$= 3.297 \text{ cm/menit}$$

$$t = \frac{l}{V_y}$$
$$= \frac{59 \text{ cm}}{3.297 \text{ cm/menit}}$$
$$= 0,018 \text{ menit}$$
$$= 1,07 \text{ detik}$$

$$\Delta T = T_5 - T_1$$
$$= 297^\circ\text{C} - 287^\circ\text{C}$$
$$= 10^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = \frac{10^\circ\text{C}}{5 \text{ heater}}$$
$$= 2^\circ\text{C}$$



$$t = \frac{1,07 \text{ detik}}{2 \text{ } ^\circ\text{C}}$$
$$= 0,535 \text{ detik (untuk menaikkan } 1 \text{ } ^\circ\text{C)}$$

Analisis spin pack

Diket

$$\begin{aligned} \text{\textcircled{O}} \text{ filament} & : 2,42 \mu \\ & : 2,42 \text{ E-05 m} \end{aligned}$$

$$\rho : \frac{1,18 \text{ g}}{\text{E} - 06 \text{ m}^3}$$

$$\Sigma \text{ filament} : 48$$

Ditanya

Analisis spin pack

Dijawab

$$\begin{aligned} V & = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times l \\ & = \frac{3,1416}{4} \times (2,42 \text{ E} - 05 \text{ m})^2 \times 9.000 \text{ m} \\ & = 4,1375 \text{ E-06 m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m & = V \times \rho \\ & = 4,1375 \text{ E-06 m}^3 \times \frac{1,18 \text{ g}}{\text{E} - 06 \text{ m}^3} \\ & = 4,8823 \text{ g} \\ & = 4,8823 \text{ g} \times 48 \text{ filament} \\ & = 234,35 \text{ g/9000 m} \end{aligned}$$



UTILITAS

Utilitas pada lampiran ini hanya menjelaskan perhitungan mengenai penyediaan air dan penyediaan listrik dalam perencanaan pabrik benang polyester (filament).

Unit Penyedia Air

Kebutuhan air pada perancangan pabrik benang polyester (filament) ini dikelompokkan menjadi 4 kelompok sesuai dengan fungsi yang telah ditetapkan.

a. Air kebutuhan proses

Kebutuhan air untuk proses produksi pada proses Take up, seperti *Cooling Water*, *Water Spray Chamber (AHU)*, *Chilled Water* dan *quenching air* (4 proses) masing-masing 10.000 liter per hari, yaitu :

$$= 4 \text{ proses} \times 10.000 \text{ liter/hari}$$

$$= 40.000 \text{ liter/hari}$$

Untuk boiler konsumsi air sebesar 7,5 m³/hari atau 7.500 liter/hari, sehingga total kebutuhan air untuk produksi sebesar :

$$= 40.000 \text{ liter} + 7.500 \text{ liter}$$

$$= 47.500 \text{ liter/hari}$$

b. Air kebutuhan sanitasi

Kebutuhan air untuk sanitasi dirinci untuk 4 macam kebutuhan, antara lain:

1. Air untuk toilet

Jumlah karyawan \approx 140 orang

Kebutuhan air untuk toilet diperkirakan 15 liter/orang/hari, sehingga banyaknya kebutuhan air yang harus dipenuhi perhari:

$$= 15 \text{ liter/orang/hari} \times 140 \text{ orang}$$

$$= 2.100 \text{ liter/hari}$$

2. Air untuk konsumsi

Kebutuhan air untuk konsumsi diasumsikan sebanyak 5 liter/orang/hari, sehingga kebutuhan air perhari sebesar:

$$= 5 \text{ liter/orang/hari} \times 140 \text{ orang}$$

$$= 700 \text{ liter/hari}$$

3. Air untuk taman

Kebutuhan air untuk kebersihan dan pemeliharaan tanaman diperkirakan 400 liter/hari

4. Air untuk masjid

Kebutuhan air untuk masjid diasumsikan 3 liter/orang dan diperkirakan yang melakukan sholat sebanyak 100 orang, dengan pertimbangan tidak semua pegawai beragama Islam dan sholat di masjid tersebut. Sehingga kebutuhan yang harus dipenuhi sebagai berikut:

$$= 3 \text{ liter/orang} \times 100 \text{ orang} \times 2 \text{ waktu sholat}$$

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

c. Hydrant

Apabila tiap titik hidrant dapat menjangkau 150 m^2 , maka kebutuhan titik hidrant di ruang proses produksi adalah :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan kran} &= \frac{\text{luas ruangan}}{\text{Jangkauan tiap titik hidrant}} \\ &= \frac{4.850 \text{ m}^2}{150 \text{ m}^2} \\ &= 32 \text{ titik} \end{aligned}$$

Kebutuhan tiap titik hidrant sebanyak 1.500 liter, maka kebutuhan airnya sebanyak :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air} &= 1.500 \text{ liter} \times 32 \text{ titik} \\ &= 48.000 \text{ liter} \end{aligned}$$

d. Air kebutuhan sarana fisik

Air untuk kebutuhan sarana fisik antara lain digunakan untuk pencucian mobil perusahaan, dan lain sebagainya diperkirakan 200 liter/hari.

Unit Penyedia Listrik

A. Listrik Penerangan

▪ **Ruang Produksi**

Jumlah Kuat Penerangan pada Ruang Produksi

Ruang	Luas (m^2)	Penerangan (lms)
Bahan baku	500	215.260
Proses	4.850	2.088.022
Produk	400	172.208

1. Ruang Bahan baku

Spesifikasi lampu yang digunakan diruang bahan baku sebagai berikut:

- Jenis lampu : Lampu TL 40 watt
- Kuat penerangan (ϕ) : 450 lumens/W
- Sudut sebaran sinar (ω) : 4sr
- Tinggi lampu (r) : 4 meter
- Syarat penerangan : 40lumens/ft2 \approx 430,52 lumens/m²

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

$$\begin{aligned} \text{Intensitas cahaya (I)} &= \frac{\phi}{\omega} \\ &= \frac{40 \times 450}{4} \\ &= 4.500 \text{ cd} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat penerangan (E)} &= \frac{I}{r^2} \\ &= \frac{4500}{16} \\ &= 281,25 \text{ lux} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas penerangan (A)} &= \frac{\phi}{E} \\ &= \frac{450 \times 40}{281,25} \\ &= 64 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan jumlah kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$\text{Jumlah titik lampu} = \frac{\text{luas ruang bahanbaku}}{\text{luas penerangan}}$$

Sehingga banyaknya lampu yang dibutuhkan adalah:

$$\begin{aligned} &= \frac{500 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2} \\ &= 7,8 \text{ titik lampu} \\ &= 8 \text{ titik lampu} \end{aligned}$$

Penerangan Tiap Titik Lampu

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Jumlah Penerangan Total}}{\text{Jumlah Titik Lampu}} \\ &= \frac{500 \text{ m}^2 \times 430,52 \text{ lumens/m}^2}{8} \\ &= 26.907,5 \text{ lumens} \end{aligned}$$

Kekuatan Tiap Titik Lampu

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{penerangan tiap titik}}{\text{daya listrik}} \times \text{dayalampu} \\ &= \frac{26.907,5}{18.000} \times 40 \text{ Watt} \\ &= 59,79 \text{ Watt} \approx 60 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Apabila waktu menyala ditetapkan selama 24 jam dengan rasio konsumsi sebesar 85 %, maka tenaga listrik yang dibutuhkan per hari:

$$\begin{aligned} &= 24 \times 8 \times 60 \times 0,85 \\ &= 9.792,00 \text{ W/hari} \\ &= 9,792 \text{ KW/hari} \end{aligned}$$

2. Ruang Proses

Spesifikasi lampu yang digunakan diruang proses produksi sebagai berikut:

- Jenis lampu : Lampu TL 40 watt
- Kuat penerangan (ϕ) : 450 lumens/W
- Sudut sebaran sinar (ω) : 4sr
- Tinggi lampu : 4 meter
- Syarat penerangan : 40 lumens/ft² \approx 430,52 lumens/m²

Maka penentuan intensitas cahaya, kuat penerangan, dan luas penerangan dapat dihitung dengan menggunakan formula yang sama sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Intensitas cahaya (I)} &= \frac{40 \times 450}{4} \\ &= 4.500 \text{ cd} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat penerangan (E)} &= \frac{4500}{16} \\ &= 281,25 \text{ lux} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas penerangan (A)} &= \frac{450 \times 40}{281,25} \\ &= 64 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan jumlah kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dihitung dengan formula yang sama sebagai berikut:

$$\text{Jumlah titik lampu} = \frac{4.850 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2}$$

$$= 77,55 \text{ titik lampu}$$

$$= 78 \text{ titik lampu}$$

$$\text{Penerangan Tiap Titik Lampu} = \frac{4.850 \text{ m}^2 \times 430,52 \text{ lumens/m}^2}{78}$$

$$= 26.294,84 \text{ lumens}$$

$$\text{Kekuatan Tiap Titik Lampu} = \frac{26.294,84}{18.000} \times 40 \text{ Watt}$$

$$= 59,83 \text{ Watt} \approx 60 \text{ Watt}$$

Apabila waktu menyala ditetapkan selama 24 jam dengan rasio konsumsi sebesar 97 %, maka tenaga listrik yang dibutuhkan per hari:

$$= 24 \times 78 \times 60 \times 0,97$$

$$= 108.647,14 \text{ W/hari}$$

$$= 108,647 \text{ KW/hari}$$

3. Ruang Produk

Spesifikasi lampu yang digunakan diruang produk jadi sebagai berikut:

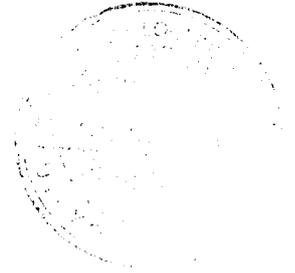
- Jenis lampu : Lampu TL 40 watt
- Kuat penerangan (ϕ) : 450 lumens/W
- Sudut sebaran sinar (ω) : 4sr
- Tinggi lampu : 4 meter
- Syarat penerangan : 40 lumens/ft² \approx 430,52 lumens/m²

Maka penentuan intensitas cahaya, kuat penerangan, dan luas penerangan dapat dihitung dengan menggunakan formula yang sama sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Intensitas cahaya (I)} &= \frac{40 \times 450}{4} \\ &= 4.500 \text{ cd}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kuat penerangan (E)} &= \frac{4500}{16} \\ &= 281,25 \text{ lux}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas penerangan (A)} &= \frac{450 \times 40}{281,25} \\ &= 64 \text{ m}^2\end{aligned}$$



Perhitungan jumlah kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dihitung dengan formula yang sama sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Jumlah titik lampu} &= \frac{400 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2} \\ &= 6,25 \text{ titik lampu} \\ &= 6 \text{ titik lampu}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Penerangan Tiap Titik} &= \frac{400 \text{ m}^2 \times 430,52 \text{ lumens/m}^2}{6} \\ &= 26.895 \text{ lumens}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kekuatan Tiap Titik Lampu} &= \frac{26.895}{18.000} \times 40 \text{ Watt} \\ &= 59,76 \text{ Watt} \approx 60 \text{ Watt}\end{aligned}$$

Apabila waktu menyala ditetapkan selama 24 jam dengan rasio konsumsi sebesar 85 %, maka tenaga listrik yang dibutuhkan per hari:

$$= 24 \times 6 \times 60 \times 0,85$$

$$= 7.315,44 \text{ W/hari}$$

$$= 7,315 \text{ KW/hari}$$

Dengan demikian pemakaian tenaga listrik untuk penerangan pada ruang produksi per hari sebesar:

$$= 9,792 \text{ KW} + 108,647 \text{ KW} + 7,315 \text{ KW}$$

$$= 125,754 \text{ KW/ hari}$$

$$= 3.395,373 \text{ KW/bulan}$$

▪ Ruang Non Produksi

Ruang non produksi dikelompokkan menjadi 2 bagian, antara lain:

Ruang Non Produksi Satu

Besarnya tenaga listrik yang dibutuhkan sesuai dengan ketentuan ruang standar :

- Jenis lampu : Lampu TL 40 watt
- Kuat penerangan (ϕ) : 450 lumens/W
- Sudut sebaran sinar (ω) : 4sr
- Tinggi lampu : 4 meter
- Total luas : 3.160 m²
- Syarat penerangan : 30 lumens/ft² \approx 322,89 lumens/m²

Maka perhitungan nilai intensitas, kuat penerangan, luas penerangan, jumlah titik lampu, kuat penerangan dan kekuatan lampu berdasarkan luas ruangan diperhitungkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Intensitas cahaya (I)} &= \frac{40 \times 450}{4} \\ &= 4.500 \text{ cd} \\ \text{Kuat penerangan (E)} &= \frac{4500}{16} \\ &= 281,25 \text{ lux} \\ \text{Luas penerangan (A)} &= \frac{450 \times 40}{281,25} \\ &= 64 \text{ m}^2\end{aligned}$$

a. Kantor Utama (luas 1.000 m²).

Perhitungan jumlah kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dihitung dengan formula yang sama sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Jumlah titik lampu} &= \frac{1.000 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2} \\ &= 16 \text{ titik lampu} \\ \text{Penerangan Tiap Titik} &= \frac{1.000 \text{ m}^2 \times 322,89 \text{ lumens/m}^2}{16} \\ &= 20.180,6 \text{ lumens} \\ \text{Kekuatan Tiap Titik Lampu} &= \frac{20.180,6}{18.000} \times 40 \text{ Watt} \\ &= 44,84 \text{ Watt}\end{aligned}$$

Apabila waktu menyala ditetapkan selama 24 jam dengan rasio konsumsi sebesar 85 %, maka tenaga listrik yang dibutuhkan per hari:

$$= 24 \times 16 \times 44,84 \times 0,85$$

$$= 14.637,6 \text{ W/hari}$$

$$= 14,367 \text{ KW/hari}$$

b. Laboratorium Quality Control (Luas 100 m²)

Perhitungan jumlah kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dihitung dengan formula yang sama sebagai berikut:

$$\text{Jumlah titik lampu} = \frac{100 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2}$$

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

$$\text{Penerangan Tiap Titik} = \frac{1.00 \text{ m}^2 \times 322,89 \text{ lumens/m}^2}{2}$$

$$= 16.144,6 \text{ lumens}$$

$$\text{Kekuatan Tiap Titik Lampu} = \frac{16.144,6}{18.000} \times 40 \text{ Watt}$$

$$= 35,87 \text{ Watt}$$

Apabila waktu menyala ditetapkan selama 24 jam dengan rasio konsumsi sebesar 85 %, maka tenaga listrik yang dibutuhkan per hari:

$$= 24 \times 2 \times 35,87 \times 0,85$$

$$= 1.463,7 \text{ W/hari}$$

$$= 1,46 \text{ KW/hari}$$



c. Laboratorium Research (Luas 40 m²)

Perhitungan jumlah kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dihitung dengan formula yang sama sebagai berikut:

$$\text{Jumlah titik lampu} = \frac{40 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2}$$

$$= 1 \text{ titik lampu}$$

$$\text{Penerangan Tiap Titik} = \frac{40 \text{ m}^2 \times 322,89 \text{ lumens/m}^2}{1}$$

$$= 12.915,6 \text{ lumens}$$

$$\text{Kekuatan Tiap Titik Lampu} = \frac{12.915,6}{18.000} \times 40 \text{ Watt}$$

$$= 28,70 \text{ Watt}$$

Apabila waktu menyala ditetapkan selama 24 jam dengan rasio konsumsi sebesar 85 %, maka tenaga listik yang dibutuhkan per hari:

$$= 24 \times 1 \times 28,70 \times 0,85$$

$$= 585,5 \text{ W/hari}$$

$$= 0,58 \text{ KW/hari}$$

d. Aula (Luas 300 m²)

Perhitungan jumlah kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dihitung dengan formula yang sama sebagai berikut:

$$\text{Jumlah titik lampu} = \frac{300 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2}$$

$$= 5 \text{ titik lampu}$$



$$\begin{aligned} \text{Penerangan Tiap Titik} &= \frac{300 \text{ m}^2 \times 322,89 \text{ lumens/m}^2}{5} \\ &= 19.373,4 \text{ lumens} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kekuatan Tiap Titik Lampu} &= \frac{19.373,4}{18.000} \times 40 \text{ Watt} \\ &= 43,02 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Apabila waktu menyala ditetapkan selama 24 jam dengan rasio konsumsi sebesar 85 %, maka tenaga listrik yang dibutuhkan per hari:

$$\begin{aligned} &= 24 \times 5 \times 43,02 \times 0,85 \\ &= 4.391,3 \text{ W/hari} \\ &= 4,39 \text{ KW/hari} \end{aligned}$$

e. Utilitas (Luas 1.500 m²)

Perhitungan jumlah kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dihitung dengan formula yang sama sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah titik lampu} &= \frac{1.500 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2} \\ &= 24 \text{ titik lampu} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penerangan Tiap Titik} &= \frac{1.500 \text{ m}^2 \times 322,89 \text{ lumens/m}^2}{24} \\ &= 20.180,6 \text{ lumens} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kekuatan Tiap Titik Lampu} &= \frac{20.180,6}{18.000} \times 40 \text{ Watt} \\ &= 44,84 \text{ Watt} \end{aligned}$$



Apabila waktu menyala ditetapkan selama 24 jam dengan rasio konsumsi sebesar 85 %, maka tenaga listrik yang dibutuhkan per hari:

$$\begin{aligned} &= 24 \times 24 \times 44,84 \times 0,85 \\ &= 21.956,5 \text{ W/hari} \\ &= 21,95 \text{ KW/hari} \end{aligned}$$

f. Maintenance (Luas 100 m²)

Perhitungan jumlah kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dihitung dengan formula yang sama sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah titik lampu} &= \frac{100 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2} \\ &= 2 \text{ titik lampu} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penerangan Tiap Titik} &= \frac{100 \text{ m}^2 \times 322,89 \text{ lumens/m}^2}{2} \\ &= 16.144,5 \text{ lumens} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kekuatan Tiap Titik Lampu} &= \frac{16.144,5}{18.000} \times 40 \text{ Watt} \\ &= 35,87 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Apabila waktu menyala ditetapkan selama 24 jam dengan rasio konsumsi sebesar 85 %, maka tenaga listrik yang dibutuhkan per hari:

$$\begin{aligned} &= 24 \times 2 \times 35,87 \times 0,85 \\ &= 1.463,7 \text{ W/hari} \\ &= 1,46 \text{ KW/hari} \end{aligned}$$



g. Kantor Shift (Luas 50 m²)

Perhitungan jumlah kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dihitung dengan formula yang sama sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah titik lampu} &= \frac{50 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2} \\ &= 1 \text{ titik lampu} \\ \text{Penerangan Tiap Titik} &= \frac{50 \text{ m}^2 \times 322,89 \text{ lumens/m}^2}{1} \\ &= 16.144,5 \text{ lumens} \\ \text{Kekuatan Tiap Titik Lampu} &= \frac{16.144,5}{18.000} \times 40 \text{ Watt} \\ &= 35,87 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Apabila waktu menyala ditetapkan selama 24 jam dengan rasio konsumsi sebesar 85 %, maka tenaga listrik yang dibutuhkan per hari:

$$\begin{aligned} &= 24 \times 1 \times 35,87 \times 0,85 \\ &= 731,88 \text{ W/hari} \\ &= 0,73 \text{ KW/hari} \end{aligned}$$

h. Kantor Kepala Departement Produksi (Luas 20 m²)

Perhitungan jumlah kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dihitung dengan formula yang sama sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah titik lampu} &= \frac{20 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2} \\ &= 1 \text{ titik lampu} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Penerangan Tiap Titik} &= \frac{20 \text{ m}^2 \times 322,89 \text{ lumens/m}^2}{1} \\ &= 6.457,8 \text{ lumens} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kekuatan Tiap Titik Lampu} &= \frac{6.457,8}{18.000} \times 40 \text{ Watt} \\ &= 14,35 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Apabila waktu menyala ditetapkan selama 24 jam dengan rasio konsumsi sebesar 85 %, maka tenaga listrik yang dibutuhkan per hari:

$$\begin{aligned} &= 24 \times 1 \times 14,35 \times 0,85 \\ &= 292,75 \text{ W/hari} \\ &= 0,29 \text{ KW/hari} \end{aligned}$$

i. Training Room (Luas 50 m²)

Perhitungan jumlah kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dihitung dengan formula yang sama sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah titik lampu} &= \frac{50 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2} \\ &= 1 \text{ titik lampu} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penerangan Tiap Titik} &= \frac{50 \text{ m}^2 \times 322,89 \text{ lumens/m}^2}{1} \\ &= 16.144,5 \text{ lumens} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kekuatan Tiap Titik Lampu} &= \frac{16.144,5}{18.000} \times 40 \text{ Watt} \\ &= 35,87 \text{ Watt} \end{aligned}$$



Apabila waktu menyala ditetapkan selama 24 jam dengan rasio konsumsi sebesar 85 %, maka tenaga listrik yang dibutuhkan per hari:

$$= 24 \times 1 \times 35,87 \times 0,85$$

$$= 731,8 \text{ W/hari}$$

$$= 0,73 \text{ KW/hari}$$

Ruang Non Produksi Dua

Besarnya tenaga listrik yang dibutuhkan sesuai dengan ketentuan ruang standar :

- Jenis lampu : Lampu TL 20 watt
- Kuat penerangan : 450 lumens/W
- Sudut sebaran sinar : 4sr
- Tinggi lampu : 4 meter
- Total luas : 1540 m²
- Syarat penerangan : 20 lumens/ft² = 215,26 lumens/m²

Maka perhitungan nilai intensitas, kuat penerangan, luas penerangan, jumlah titik lampu, kuat penerangan dan kekuatan lampu diperhitungkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Intensitas cahaya (I)} &= \frac{20 \times 450}{4} \\ &= 2.250 \text{ cd} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat penerangan (E)} &= \frac{2250}{16} \\ &= 140,625 \text{ lux} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Luas penerangan (A)} &= \frac{9000}{140.625} \\ &= 64 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

a. Masjid (Luas 350 m²)

Perhitungan jumlah kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dihitung dengan formula yang sama sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah titik lampu} &= \frac{350 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2} \\ &= 6 \text{ titik lampu} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penerangan Tiap Titik} &= \frac{350 \text{ m}^2 \times 215,26 \text{ lumens/m}^2}{6} \\ &= 12.556,8 \text{ lumens} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kekuatan Tiap Titik Lampu} &= \frac{12.556,8}{18.000} \times 20 \text{ Watt} \\ &= 13,95 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Apabila waktu menyala ditetapkan selama 24 jam dengan rasio konsumsi sebesar 85 %, maka tenaga listrik yang dibutuhkan per hari:

$$= 24 \times 6 \times 13,95 \times 0,85$$

$$= 1.707,72 \text{ W/hari}$$

$$= 1,70 \text{ KW/hari}$$

b. Poliklinik (luas 30 m²)

Perhitungan jumlah kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dihitung dengan formula yang sama sebagai berikut:



$$\begin{aligned}\text{Jumlah titik lampu} &= \frac{30 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2} \\ &= 1 \text{ titik lampu} \\ \text{Penerangan Tiap Titik} &= \frac{30 \text{ m}^2 \times 215,26 \text{ lumens/m}^2}{1} \\ &= 6.457,8 \text{ lumens} \\ \text{Kekuatan Tiap Titik Lampu} &= \frac{6.457,8}{18.000} \times 20 \text{ Watt} \\ &= 7,17 \text{ Watt}\end{aligned}$$

Apabila waktu menyala ditetapkan selama 24 jam dengan rasio konsumsi sebesar 85 %, maka tenaga listrik yang dibutuhkan per hari:

$$\begin{aligned}&= 24 \times 1 \times 7,14 \times 0,85 \\ &= 146,37 \text{ W/hari} \\ &= 0,14 \text{ KW/hari}\end{aligned}$$

c. Kantin (Luas 200 m²)

Perhitungan jumlah kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dihitung dengan formula yang sama sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Jumlah titik lampu} &= \frac{200 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2} \\ &= 3 \text{ titik lampu} \\ \text{Penerangan Tiap Titik} &= \frac{200 \text{ m}^2 \times 215,26 \text{ lumens/m}^2}{3} \\ &= 14.350,6 \text{ lumens}\end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Kekuatan Tiap Titik Lampu} &= \frac{14.350,6}{18.000} \times 20 \text{ Watt} \\ &= 15,94 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Apabila waktu menyala ditetapkan selama 24 jam dengan rasio konsumsi sebesar 85 %, maka tenaga listrik yang dibutuhkan per

$$\begin{aligned} \text{hari:} &= 24 \times 3 \times 15,94 \times 0,85 \\ &= 976,84 \text{ W/hari} \\ &= 0,98 \text{ KW/hari} \end{aligned}$$

d. Parkir Motor (Luas 100 m²)

Perhitungan jumlah kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dihitung dengan formula yang sama sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah titik lampu} &= \frac{100 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2} \\ &= 2 \text{ titik lampu} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penerangan Tiap Titik} &= \frac{100 \text{ m}^2 \times 215,26 \text{ lumens/m}^2}{2} \\ &= 10.763 \text{ lumens} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kekuatan Tiap Titik Lampu} &= \frac{10.763}{18.000} \times 20 \text{ Watt} \\ &= 11,95 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Apabila waktu menyala ditetapkan selama 24 jam dengan rasio konsumsi sebesar 85 %, maka tenaga listrik yang dibutuhkan per

$$\text{hari:} = 24 \times 2 \times 11,95 \times 0,85$$



$$= 487,92 \text{ W/hari}$$

$$= 0,48 \text{ KW/hari}$$

e. Parkir Mobil (Luas 200 m²)

Perhitungan jumlah kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dihitung dengan formula yang sama sebagai berikut:

$$\text{Jumlah titik lampu} = \frac{200 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2}$$

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

$$\text{Penerangan Tiap Titik} = \frac{200 \text{ m}^2 \times 215,26 \text{ lumens/m}^2}{3}$$

$$= 14.350,6 \text{ lumens}$$

$$\text{Kekuatan Tiap Titik Lampu} = \frac{14.350,6}{18.000} \times 20 \text{ Watt}$$

$$= 15,94 \text{ Watt}$$

Apabila waktu menyala ditetapkan selama 24 jam dengan rasio konsumsi sebesar 85 %, maka tenaga listrik yang dibutuhkan per hari:

$$= 24 \times 3 \times 15,94 \times 0,85$$

$$= 976,84 \text{ W/hari}$$

$$= 0,97 \text{ KW/hari}$$



f. Parkir Truk (Luas 80 m²)

Perhitungan jumlah kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dihitung dengan formula yang sama sebagai berikut:

$$\text{Jumlah titik lampu} = \frac{80 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2}$$

$$= 1 \text{ titik lampu}$$

$$\text{Penerangan Tiap Titik} = \frac{80 \text{ m}^2 \times 215,26 \text{ lumens/m}^2}{1}$$

$$= 17.220,8 \text{ lumens}$$

$$\text{Kekuatan Tiap Titik Lampu} = \frac{17.220,8}{18.000} \times 20 \text{ Watt}$$

$$= 19,13 \text{ Watt}$$

Apabila waktu menyala ditetapkan selama 24 jam dengan rasio konsumsi sebesar 85 %, maka tenaga listrik yang dibutuhkan per hari:

$$= 24 \times 1 \times 19,13 \times 0,85$$

$$= 390,33 \text{ W/hari}$$

$$= 0,39 \text{ KW/hari}$$

g. Satpam A (Luas 10 m²)

Perhitungan jumlah kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dihitung dengan formula yang sama sebagai berikut:

$$\text{Jumlah titik lampu} = \frac{10 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2}$$

$$= 1 \text{ titik lampu}$$



$$\begin{aligned} \text{Penerangan Tiap Titik} &= \frac{10 \text{ m}^2 \times 215,26 \text{ lumens/m}^2}{1} \\ &= 2.152,6 \text{ lumens} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kekuatan Tiap Titik Lampu} &= \frac{2.152,6}{18.000} \times 20 \text{ Watt} \\ &= 2,39 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Apabila waktu menyala ditetapkan selama 24 jam dengan rasio konsumsi sebesar 85 %, maka tenaga listrik yang dibutuhkan per hari:

$$\begin{aligned} &= 24 \times 1 \times 2,39 \times 0,85 \\ &= 48,79 \text{ W/hari} \\ &= 0,048 \text{ KW/hari} \end{aligned}$$

h. Satpam B (Luas 10 m²)

Perhitungan jumlah kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dihitung dengan formula yang sama sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah titik lampu} &= \frac{10 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2} \\ &= 1 \text{ titik lampu} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penerangan Tiap Titik} &= \frac{10 \text{ m}^2 \times 215,26 \text{ lumens/m}^2}{1} \\ &= 2.152,6 \text{ lumens} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kekuatan Tiap Titik Lampu} &= \frac{2.152,6}{18.000} \times 20 \text{ Watt} \\ &= 2,39 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Apabila waktu menyala ditetapkan selama 24 jam dengan rasio konsumsi sebesar 85 %, maka tenaga listik yang dibutuhkan per hari:

$$= 24 \times 1 \times 2,39 \times 0,85$$

$$= 48,79 \text{ W/hari}$$

$$= 0,048 \text{ KW/hari}$$

i. Koperasi (Luas 30 m²)

Perhitungan jumlah kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dihitung dengan formula yang sama sebagai berikut:

$$\text{Jumlah titik lampu} = \frac{30 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2}$$

$$= 1 \text{ titik lampu}$$

$$\text{Penerangan Tiap Titik} = \frac{30 \text{ m}^2 \times 215,26 \text{ lumens/m}^2}{1}$$

$$= 6.457,8 \text{ lumens}$$

$$\text{Kekuatan Tiap Titik Lampu} = \frac{6.457,8}{18.000} \times 20 \text{ Watt}$$

$$= 7,17 \text{ Watt}$$

Apabila waktu menyala ditetapkan selama 24 jam dengan rasio konsumsi sebesar 85 %, maka tenaga listik yang dibutuhkan per hari:

$$= 24 \times 1 \times 7,17 \times 0,85$$

$$= 146,37 \text{ W/hari}$$

$$= 0,14 \text{ KW/hari}$$

j. Toilet 1 (Luas 15 m²)

Perhitungan jumlah kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dihitung dengan formula yang sama sebagai berikut:

$$\text{Jumlah titik lampu} = \frac{15 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2}$$

$$= 1 \text{ titik lampu}$$

$$\text{Penerangan Tiap Titik} = \frac{15 \text{ m}^2 \times 215,26 \text{ lumens/m}^2}{1}$$

$$= 3.228,9 \text{ lumens}$$

$$\text{Kekuatan Tiap Titik Lampu} = \frac{3.228,9}{18.000} \times 20 \text{ Watt}$$

$$= 3,58 \text{ Watt}$$

Apabila waktu menyala ditetapkan selama 24 jam dengan rasio konsumsi sebesar 85 %, maka tenaga listrik yang dibutuhkan per hari:

$$= 24 \times 1 \times 3,58 \times 0,85$$

$$= 73,18 \text{ W/hari}$$

$$= 0,073 \text{ KW/hari}$$

k. Toilet 2 (Luas 10 m²)

Perhitungan jumlah kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dihitung dengan formula yang sama sebagai berikut:

$$\text{Jumlah titik lampu} = \frac{10 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2}$$

$$= 1 \text{ titik lampu}$$



$$\begin{aligned} \text{Penerangan Tiap Titik} &= \frac{10 \text{ m}^2 \times 215,26 \text{ lumens/m}^2}{1} \\ &= 2.152,6 \text{ lumens} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kekuatan Tiap Titik Lampu} &= \frac{2.152,6}{18.000} \times 20 \text{ Watt} \\ &= 2,39 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Apabila waktu menyala ditetapkan selama 24 jam dengan rasio konsumsi sebesar 85 %, maka tenaga listrik yang dibutuhkan per hari:

$$\begin{aligned} &= 24 \times 1 \times 2,39 \times 0,85 \\ &= 48,79 \text{ W/hari} \\ &= 0,048 \text{ KW/hari} \end{aligned}$$

1. Toilet 3 (Luas 5 m²)

Perhitungan jumlah kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dihitung dengan formula yang sama sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah titik lampu} &= \frac{5 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2} \\ &= 1 \text{ titik lampu} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penerangan Tiap Titik} &= \frac{5 \text{ m}^2 \times 215,26 \text{ lumens/m}^2}{1} \\ &= 1.076,3 \text{ lumens} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kekuatan Tiap Titik Lampu} &= \frac{1.076,3}{18.000} \times 20 \text{ Watt} \\ &= 2,19 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Apabila waktu menyala ditetapkan selama 24 jam dengan rasio konsumsi sebesar 85 %, maka tenaga listrik yang dibutuhkan per

$$\begin{aligned} \text{hari:} &= 24 \times 1 \times 2,19 \times 0,85 \\ &= 24,39 \text{ W/hari} \\ &= 00,24 \text{ KW/hari} \end{aligned}$$

m. Cleaning Service (Luas 10 m²)

Perhitungan jumlah kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dihitung dengan formula yang sama sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah titik lampu} &= \frac{10 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2} \\ &= 1 \text{ titik lampu} \\ \text{Penerangan Tiap Titik} &= \frac{10 \text{ m}^2 \times 215,26 \text{ lumens/m}^2}{1} \\ &= 2.152,6 \text{ lumens} \\ \text{Kekuatan Tiap Titik Lampu} &= \frac{2.152,6}{18.000} \times 20 \text{ Watt} \\ &= 2,39 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Apabila waktu menyala ditetapkan selama 24 jam dengan rasio konsumsi sebesar 85 %, maka tenaga listrik yang dibutuhkan per

$$\begin{aligned} \text{hari:} &= 24 \times 1 \times 2,39 \times 0,85 \\ &= 48,79 \text{ W/hari} \end{aligned}$$

$$= 0.048 \text{ KW/hari}$$

n. Sport Center (luas 150 m²)

Perhitungan jumlah kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dihitung dengan formula yang sama sebagai berikut:

$$\text{Jumlah titik lampu} = \frac{150 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2}$$

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

$$\text{Penerangan Tiap Titik} = \frac{150 \text{ m}^2 \times 215,26 \text{ lumens/m}^2}{3}$$

$$= 10.763 \text{ lumens}$$

$$\text{Kekuatan Tiap Titik Lampu} = \frac{10.763}{18.000} \times 20 \text{ Watt}$$

$$= 19,95 \text{ Watt}$$

Apabila waktu menyala ditetapkan selama 24 jam dengan rasio konsumsi sebesar 85 %, maka tenaga listrik yang dibutuhkan per hari:

$$= 24 \times 3 \times 19,95 \times 0,85$$

$$= 731,88 \text{ W/hari}$$

$$= 0,73 \text{ KW/hari}$$

o. Taman (Luas 300 m²)

Perhitungan jumlah kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dihitung dengan formula yang sama sebagai berikut:

$$\text{Jumlah titik lampu} = \frac{300 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2}$$

$$= 5 \text{ titik lampu}$$

$$\text{Penerangan Tiap Titik} = \frac{300 \text{ m}^2 \times 215,26 \text{ lumens/m}^2}{5}$$

$$= 12.915,6 \text{ lumens}$$

$$\text{Kekuatan Tiap Titik Lampu} = \frac{12.915,6}{18.000} \times 20 \text{ Watt}$$

$$= 14,35 \text{ Watt}$$

Apabila waktu menyala ditetapkan selama 24 jam dengan rasio konsumsi sebesar 85 %, maka tenaga listrik yang dibutuhkan per hari:

$$= 24 \times 5 \times 14,35 \times 0,85$$

$$= 1.463,7 \text{ W/hari}$$

$$= 1,46 \text{ KW/hari}$$

p. Guest House (Luas 40 m²)

Perhitungan jumlah kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dihitung dengan formula yang sama sebagai berikut:

$$\text{Jumlah titik lampu} = \frac{40 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2}$$

$$= 1 \text{ titik lampu}$$

$$\text{Penerangan Tiap Titik} = \frac{40 \text{ m}^2 \times 215,26 \text{ lumens/m}^2}{1}$$

$$= 8.610,4 \text{ lumens}$$

$$\text{Kekuatan Tiap Titik Lampu} = \frac{8.610,4}{18.000} \times 20 \text{ Watt}$$

$$= 9,56 \text{ Watt}$$

Apabila waktu menyala ditetapkan selama 24 jam dengan rasio konsumsi sebesar 85 %, maka tenaga listrik yang dibutuhkan per hari:

$$= 24 \times 1 \times 9,56 \times 0,85$$

$$= 195,16 \text{ W/hari}$$

$$= 0,19 \text{ KW/hari}$$

▪ Lingkungan Sekitar Pabrik dan Jalan

Spesifikasi lampu yang digunakan sebagai berikut:

- Jenis lampu : Mercury 250 watt
- Kuat penerangan : 9.000 lumens
- Sudut sebaran sinar : 4 sr
- Tinggi lampu : 7,5 meter
- Luas jalan : 2.000 m²
- Syarat penerangan : 10 lumens/ft² \approx 107,63 lumens/m²

Maka perhitungan nilai intensitas, kuat penerangan, luas penerangan, jumlah titik lampu, kuat penerangan dan kekuatan lampu berdasarkan luas ruangan diperhitungkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Intensitas cahaya (I)} &= \frac{9000}{4} \\ &= 2.250 \text{ cd} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat penerangan (E)} &= \frac{2250}{56.25} \\ &= 40 \text{ lux} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas penerangan (A)} &= \frac{9000}{40} \\ &= 225 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Perhitungan jumlah kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dihitung dengan formula yang sama sebagai berikut:

$$\text{Jumlah titik lampu} = \frac{2.000 \text{ m}^2}{225 \text{ m}^2}$$

$$= 9 \text{ titik lampu}$$

$$\text{Penerangan Tiap Titik} = \frac{2.000 \text{ m}^2 \times 107,63 \text{ lumens/m}^2}{9}$$

$$= 215,2 \text{ lumens}$$

$$\text{Kekuatan Tiap Titik Lampu} = \frac{215,2}{9.000} \times 250 \text{ Watt}$$

$$= 664,38 \text{ Watt}$$

B. Listrik Keperluan Produksi

Kebutuhan Listrik untuk Mesin Produksi

Alat	Jumlah	Daya/mesin (KW)	Daya (KW)
Air pressure chips charing hopper	2	18.7	37.4
Air pressure wet chips silo	2	15.4	30.8
Crystallizer heater	2	20	40
Motor penggerak blower	2	11	22
Drayer heater	2	338	676
Air pressure drayer	2	18.7	37.4
Air pressure top hopper	2	13.1	26.2
Air pressure bottom hopper	2	13.1	26.2
Motor extruder	2	247	494
Motor pump	14	8.7	121.8
Mesin Take-Up	14	15.2	212.8
		718,9	1.724,6

Apabila ditentukan ratio konsumsi sebesar 85 %, maka total kebutuhan per hari untuk pemakaian listrik untuk produksi yaitu:

$$= 1.724,6 \text{ KW} \times 85 \% \times 24 \text{ Jam}$$

$$= 35.181,84 \text{ KW/hari}$$

$$= 949.909,68 \text{ KW//hari}$$

C. Listrik Utilitas

Kebutuhan Listrik untuk Unit Utilitas

Alat	Daya (KW)
A. Water Treatment	
Raw water	2.5
Soft water	2.75
Demin water	1.5
Polyser water	1.5
B. Colling Tower	
Compressor	2.5
Air drayer	3
Chiller	2
C. AHU	
AHU quenching 1	15
AHU quenching 2	14
AHU quenching 3	20
D. Air Pressure	
Air pressure	261
E. Effluent Treatment Plant	-
	325,75

Apabila ditentukan ratio konsumsi sebesar 85 %, maka total kebutuhan per hari untuk pemakaian listrik untuk produksi yaitu:

$$= 325,75 \text{ KW} \times 85 \% \times 24 \text{ Jam}$$

$$= 6.645,3 \text{ KW/hari}$$

$$= 179.423,1 \text{ KW//hari}$$

D. Listrik AC (Air fan dan Window) dan kipas angina

- **Kebutuhan Listrik untuk AC Air Fan**

Nama ruangan	Kebutuhan AC	Jumlah Daya (kw)	Jam Pemakaian	Pemakaian Listrik/Hari (kw)
Bahan baku	1	5,14	17	87,38
Proses	5	25,7	24	616,8
Produk	1	5,14	17	87,38
Inspecting dan Packing	1	5,14	17	87,38
Kantor utama	7	35,98	9	323,82
Aula	4	20,56	3	61,68
	19	97,66	87	1.264,44

Apabila ditentukan ratio konsumsi sebesar 85 %, maka total kebutuhan per hari untuk pemakaian listrik untuk produksi yaitu:

$$= 1.264,44 \text{ KW} \times 85 \% \times 24 \text{ Jam}$$

$$= 1.074,774 \text{ KW/hari}$$

$$= 29.018,89 \text{ KW/bulan}$$

- **Kebutuhan Listrik untuk AC Window**

Nama ruangan	Kebutuhan AC	Jumlah Daya (kw)	Jam Pemakaian	Pemakaian Listrik/Hari (kw)
Laboratorium QC	1	1,5	17	25,5
Laboratorium research	1	1,5	17	25,5
Utilitas	4	6	24	144
Maintenance	1	1,5	24	36
Kantor shift	1	1,5	24	36
Kantor kedepd produksi	1	1,5	9	13,5
Trainning room	1	1,5	9	13,5
Total	10	15	124	294

Apabila ditentukan ratio konsumsi sebesar 85 %, maka total kebutuhan per hari untuk pemakaian listrik untuk produksi yaitu:

$$= 294 \text{ KW} \times 85 \% \times 24 \text{ Jam}$$

$$= 249,9 \text{ KW/hari}$$

Rini Kurniasih 02 521 054

Untung Budianto 02 521 083

$$= 6.747,3 \text{ KW/bulan}$$

▪ **Kebutuhan Listrik untuk Kipas Angin**

Nama Ruangan	Kebutuhan AC	Jumlah Daya (kw)	Jam Pemakaian	Pemakaian Listrik/Hari (kw)
Satpam 1	1	0,075	24	1,8
Satpam 2	1	0,075	24	1,8
Satpam 3	1	0,075	24	1,8
Masjid	2	0,150	12	1,8
Koperasi	2	0,150	9	1,35
Kantin	4	0,300	3	0,9
Total	11	0,825	96	9,45

Apabila ditentukan ratio konsumsi sebesar 85 %, maka total kebutuhan per hari untuk pemakaian listrik untuk produksi yaitu:

$$= 9,45 \text{ KW} \times 85 \% \times 24 \text{ Jam}$$

$$= 0,765 \text{ KW/hari}$$

$$= 20,65 \text{ KW/bulan}$$

▪ **Kebutuhan listrik untuk hydrant adalah 50,5 KW**

Sehingga kebutuhan listrik untuk AC keseluruhan yaitu sebesar :

$$= (29.018,89 + 6.747,3 + 20,65 + 50,5) \text{ KW/bulan}$$

$$= 35.837,35 \text{ KW/bulan}$$

E. Listrik Instrumentasi

▪ Listrik untuk computer

Spesifikasi yang digunakan sebagai berikut:

❖ Daya : 350 watt

❖ Jumlah : 50 buah

❖ Ratio konsumsi : 90 %

Rini Kurniasih 02 521 054

Untung Budianto 02 521 083



❖ Penggunaan : 12 jam

Dapat diperoleh kebutuhan listrik untuk komputer per hari sebesar:

$$= 350 \text{ watt} \times 90 \% \times 70 \text{ buah} \times 12$$

$$= 189.000 \text{ watt}$$

$$= 189 \text{ KW}$$

$$\text{Kebutuhan listrik /bulan} = 189 \text{ KW} \times 27 \text{ hari}$$

$$= 5.103 \text{ KW/bulan}$$

▪ Listrik untuk rumah tangga

Kebutuhan listrik rumah tangga mencakup tenaga listrik untuk mesin foto copy, printer dan sebagainya. Diperkirakan kebutuhan 1 hari sebesar 3 KW.

$$\text{Maka kebutuhan listrik/bulan} = 3 \text{ KW} \times 27 \text{ hari}$$

$$= 81 \text{ KW/bulan}$$

Sehingga kebutuhan listrik untuk instrumentasi yaitu sebesar:

$$= (5.103 + 81) \text{ KW/bulan}$$

$$= 5.184 \text{ KW/bulan}$$