

SKRIPSI

**PRA RANCANG PABRIK BENANG SUTERA HIGH TWIST
DENGAN NOMOR 33 D X 2 KAPASITAS 12 TON/TAHUN**

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



Disusun oleh

LULUK FITRIYANTI

99521122

**KONSENTRASI TEKNOLOGI TEKSTIL
JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2005**

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PRA RANCANGAN PABRIK
BENANG SUTERA HIGH TWIST DENGAN NOMOR 33 D x 2
KAPASITAS 12 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

DISUSUN OLEH

NAMA : LULUK FITRIYANTI

NO.MAHASISWA : 99521122

Telah Disahkan dan Disetujui oleh Dosen Pembimbing

Hari :

Tanggal :

Yogyakarta, Juni 2005

Kajur Teknik Kimia

Dosen Pembimbing


Asmanto Subagyob, Msc


Asmanto Subagyob, Msc

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**PRA RANCANGAN PABRIK
BENANG SUTERA HIGH TWIST DENGAN NOMOR 33 D x 2
KAPASITAS 12 TON/TAHUN
TUGAS AKHIR**

DISUSUN OLEH

**NAMA : LULUK FITRIYANTI
NO.MAHASISWA : 99521122**

**Telah Dipertahankan di Depan penguji Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Tekstil
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia**

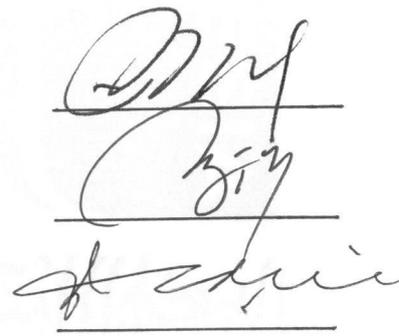
Juni, Yogyakarta,

Tim Penguji :

1. Asmanto Subagyo, MSc

2. Ir. Tuasikal M Amin

3. Ir. H. Dul Malik MM



Mengetahui

Dekan Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Ir. Bachrun Sutrisno, Msc



PERSEMBAHAN

Asy - hadu Allaa Ilaaha Illallah

Wa Asy - hadu Anna Muhammadarrasuulullah

Dengan mengucap Bismillah skripsi ini penulis persembahkan untuk :

♥ *Mamak "Kopsah" dan Bapak "Moh Hadi" tercinta, terima kasih atas segala do'a dan jerih payahmu, karena ananda tidak akan pernah bisa seperti ini tanpa dukungannya.*

♥ ADIK-ADIKKU " WAWAN DAN NURI " TERSAYANG, MARI KITA WUJUDKAN IMPIAN KITA DAN JUGA IMPIAN ORANG TUA KITA.

♥ *Keluarga besar Badawi dan Abu Darin, bahagia rasanya menjadi bagian dari kedua keluarga ini.*

KATA-KATA MUTIARA

Kamu tidak akan mendapat nilai kebajikan sebelum menafkahkan harta yang paling kamu cintai. Apapun yang kamu nafkahkan, Allah Maha Mengetahuinya. (QS. Ali Imran: 92)

Kesengsaraan menghasilkan ketekunan. Ketekunan menghasilkan watak dan watak menghasilkan harapan. (pepatah Roma)

Kita tidak bisa memilih dengan cara apa atau kapan kita meninggal, yang bisa kita pilih adalah bagaimana cara kita hidup, (Joan Baez)

Kaum buta huruf dimasa depan bukanlah orang yang tidak bisa membaca tetapi orang yang tak tahu cara belajar. (Alvin Toffler)

Hargailah cita-cita dan impianmu. Karena kedua hal ini adalah anak jiwamu dan cetak biru prestasi puncakmu. (Napoleón Hill)

SEPATAH KATA PENULIS

Walaupun waktu yang kuhabiskan dibangku kuliah lebih panjang tapi lega juga. Akhirnya TA koe selesai....

ESti, rEni and Tari akhirnya ag mengikuti jejak kalian menyandang gelar eStE.

Banyak kenangan selama kuliah ini.

Teman-teman KKn SL 2 angkatan 28, Eva"Epheol", Budi"Budhee", Atma"pakedhe", Siska'Dido', Putri, Soni"om Son", Oon"Weirdo', Lucky, Adee, Iis"Bewok"dan "Pak Ketu". Tangis, tawa, gembira, gosip, cekcok, semua dilalui dengan kebersamaan yang Sangay indah juga berkesan.

Angkatan 99 TK/TT, senang jadi bagian dari kalian. Sebentar lagi kita akan masuk ke dunia yang berbeda dengan waktu kuliah. Ayo... perjuangan kita masih panjang."

Keluarga besar fti UII, terima kasih untuk segala macam ilmu yang diberikan selama kuliah ini.

Mbak Dewi, Bety 'jenjeng', mbak Em Piet, Ajo, Omnie, Rinie dan teman-teman **KOST WANDAH**, tarima casi atas persahabatan dan persaudaraannya selama di kota GUDEG ini

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	ii
PERSEMBAHAN	iii
KATA-KATA MUTIARA	iv
SEPATAH KATA PENULIS	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
INTISARI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG MASALAH	1
1.2. TINJAUAN PUSTAKA	6
1.2.1. Serat Sutera	6
1.2.2. Proses Pembibitan Ulat Sutera	6
1.2.3. Proses Penggulungan Serat Sutera	10
1.2.4. Struktur Serat Sutera	12
1.2.5. Komposisi dari Sutera	13
1.2.6. Sifat-sifat Serat Sutera	14
1.2.7. Murbei	16
1.2.7.1. Jenis Tanaman Murbei	16
1.2.7.2. Botani Tanaman Murbei	17

1.2.7.3. Nutrisi dan Mutu Daun Murbei	18
1.2.7.4. Syarat-syarat Tumbuh Murbei	19
1.2.8. Jenis Benang Sutera	20
1.3. PEMINTALAN	23
1.4. TUJUAN PRA RANCANGAN	25
BAB II PERANCANGAN PRODUK	26
2.1. SPESIFIKASI PRODUK	26
2.2. SPESIFIKASI BAHAN BAKU	29
2.3. SIFAT FISIK DAN MEKANIK	31
2.3.1. Kadar Serisin	31
2.3.2. Sifat Fisik dan Struktur Serat	31
2.3.3. Struktur Molekuler	32
2.3.4. Struktur benang	33
2.3.5. Pengelembungan Serat (Swelling)	34
BAB III PERANCANGAN PROSES	43
3.1. URAIAN PROSES	43
3.1.1. Raw Silk (Sutera Mentah)	43
3.1.2. Proses Doubling/Perangkapan	43
3.1.3. Twisting/Penggintiran	44
3.1.4. Pengelosan	48
3.1.5. Re Reeling	49
3.1.6. Heat Setting	50
3.1.7. Benang Sutera Twist	52
3.1.8. Packing	5
3.2. DESAIN PROSES	53

3.3. SPESIFIKASI MUTU	54
3.3.1. Pengujian Benang Sutra	54
3.3.2. Penanganan Limbah	54
3.4. SPESIFIKASI MESIN	55
3.5. PERENCANAAN PRODUKSI KEBUTUHAN MESIN DAN BAHAN BAKU	56
BAB IV PERANCANGAN PABRIK	66
4.1. LOKASI PABRIK	66
4.2. TATA LETAK PABRIK	70
4.3. PEMASARAN PERUSAHAAN DAN PENENTUAN BIAYA PRODUKSI	71
4.3.1. Saluran Distribusi Perusahaan	71
4.4. SPESIFIKASI DAN JUMLAH MESIN	72
4.5. ALIR PROSES DAN MATERIAL	73
4.6. UTILITAS	73
4.6.1. Unit Utilitas	73
4.6.2. Menghitung Kebutuhan Unit Utilitas	77
4.7. JUMLAH KARYAWAN DAN PENGGOLONGAN JABATAN	111
4.8. STRUKTUR ORGANISASI	112
4.8.1. Bentuk Perusahaan	113
4.8.2. Wewenang dan Jabatan	115
4.9. PENGENDALIAN MUTU	118
4.10. EVALUASI EKONOMI	118
4.10.1. Modal Perusahaan	118
4.10.2. Biaya Produksi	128
4.10.3. Analisa BEP	130

4.10.4. Shut Down Point (SDP)	131
4.10.5. Keuntungan Perusahaan	133
4.10.6. Pay Out Time (POT)	133
4.10.7. Return of Investment (ROI)	134
BAB V PENUTUP	137
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Realisasi Eksport Benang Sutra	3
Tabel 1.2. Perkembangan Permintaan dan Produksi Benang Sutra	4
Tabel 1.3. Perkembangan Import Benang Sutra Indonesia	4
Tabel 1.4. Kondisi Persuteraan Alam di Indonesia	4
Tabel 2.1. Sifat Fisik, Kimia, Biologi dan Listrik dari Sutra	40
Tabel 4.1. Penggunaan Air	78
Tabel 4.2. Distribusi Titik Lampu pada Masing-Masing Ruangan	104
Tabel 4.3. Total Kebutuhan Listrik	110
Tabel 4.4. Penggolongan Jabatan dan Jumlah Karyawan	110
Tabel 4.5. Penggolongan Gaji Karyawan	120



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Penggulungan cara Chambaon	10
Gambar 1.2. Penggulungan cara Travell	11
Gambar 1.3. Penggulungan cara Kennel	11
Gambar 1.4. Jenis Kokon	12
Gambar 2.1. Struktur Fisik Benang Sutera	27
Gambar 2.2. Struktur Geometri Filament Benang Sutera	28
Gambar 2.3. Perubahan dalam Dimensi Serat pada Proses Pembengkakan	37
Gambar 3.1. Skema Arah Puntiran Benang	45
Gambar 3.2 Diagram Alir Proses Pembuatan Benang Sutera High Twist	53
Gambar 4.1 Alir Proses Pembuatan Benang Sutera High Twist	73

INTISARI

Pra rancangan pabrik pemintalan benang sutera dengan nomor benang 33 D x 2 (high twist) didasari oleh kebutuhan pasar akan benang sutera. Dimana produksi benang sutera high twist ini dapat mencukupi kebutuhan benang sutera dalam negeri maupun kebutuhan benang sutera luar negeri.

Pra rancangan pabrik benang sutera ini didirikan di daerah Grantung, Purworejo, Jawa Tengah dengan kapasitas produksi 12 ton/tahun. Kebutuhan bahan baku/bulan 1085,816 kg. Sedangkan kebutuhan mesin yang diperlukan pada proses produksi benang sutera ini adalah: untuk mesin doubling: 5 buah; mesin twisting :8 buah; mesin kelos :5 buah; mesin re reeling:3 buah dan steam setting :1 buah.

Dalam pra rancangan pabrik ini membutuhkan modal investasi sebesar Rp.3.055.908.000. Dengan modal kerja sebesar Rp.903.017.911,2. ditinjau dari evaluasi ekonomi untuk mencapai titik pulang pokok (BEP) diperlukan produksi sebanyak 590,98 kg (54,42%) dengan harga jual benang sutera per kg setelah dikenai pajak sebesar Rp.284.033,74,- sehingga diperoleh keuntungan sebesar Rp.70.731.880,31,- dan lama pengembalian modal (POT) selama 3 tahun 7 bulan 6 hari.

ROI sebelum dikenai pajak 28,12% dan ROI setelah dikenai pajak 27,77%. Dilihat dari beberapa aspek yang telah ada maka pendirian pabrik ini layak untuk didirikan di daerah Grantung, Purworejo, Jawa Tengah. Selain dilewati jalur Yogyakarta-Magelang dan Purwokerto, wilayah sekitar juga turut mendukung perkembangan pabrik.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG MASALAH

Sebagaimana kita ketahui bersama bahwa kebutuhan sandang merupakan kebutuhan primer yang semakin lama semakin meningkat, seiring dengan pertumbuhan penduduk. Peningkatan produk tekstil dalam negeri kita ini selain untuk memenuhi kebutuhan sendiri, namun juga untuk memenuhi kebutuhan ekspor ke luar negeri, sehingga peningkatan produk tekstil tidak hanya dari segi kuantitas namun juga dari segi kualitasnya pun harus diperhatikan, mengingat semakin banyak negara-negara berkembang lainnya menghasilkan produk tekstil sebagai komoditi ekspor bagi negaranya. Maka dengan perkembangan industri tekstil yang cukup pesat, perusahaan tekstil yang ada dituntut untuk mampu meningkatkan daya saing barang-barang hasil produksinya di pasar dunia, sehingga diperlukan adanya usaha-usaha untuk selalu menjaga dan meningkatkan kualitas maupun kuantitas produk yang dihasilkan guna mempertahankan kelangsungan dan kemajuan perusahaan agar dapat menembus pasar tekstil internasional, karena hingga saat ini produk tekstil merupakan salah satu komoditi non migas terbesar sebagai penunjang devisa negara.

Sutra sudah dikenal manusia serta dimanfaatkan manusia sejak dahulu. Sedangkan pelopor budidaya persuteraan ini adalah bangsa China. Bahkan sekitar tahun 200-an SM pada masa dinasti Han sudah memiliki pabrik benang sutra yang besar dan memasarkannya ke berbagai penjuru dunia.

Ketika pertama kali diperkenalkan, kain sutera sudah menarik perhatian keluarga kerajaan China. Pakaian-pakaian dari keluarga kerajaan yang mewah dan indah ini lalu

ditiru oleh para bangsawan dan orang-orang kaya dari seluruh wilayah itu. Dari China usaha ini menyebar ke Jepang, Korea, India, dan akhirnya sampai ke Indonesia.

Bangsa Indonesia sendiri diperkirakan sudah mengenal sutera karena hubungan dagang yang terjalin dengan bangsa China maupun India. Dimana hubungan ini dilakukan oleh kerajaan-kerajaan di wilayah Indonesia. Pada mulanya hanya dikenal kain sutera saja, namun pada masa penjajahan bangsa Belanda Indonesia diperkenalkan cara pemeliharaan ulat sutera. Pada saat itu Belanda membeli kain sutera dari pemerintahan Inggris dalam jumlah yang relatif besar yang akan digunakan dalam pembuatan parasut untuk menjajah Indonesia. Di negeri jajahannya yaitu India, kolonial Inggris juga memproduksi sutera, sehingga hal ini membuat Belanda untuk mulai mengembangkan sutera alam di Indonesia yang dikarenakan iklim atau kondisi antara India dan Indonesia hampir sama.

Pada awalnya bibit ulat sutera ini didatangkan dari luar negeri terutama dari Jepang. Namun tahun-tahun berikutnya Perum Perhutani mulai melakukan pengembangan persuteraan di Indonesia. Cara pemeliharaan ulat sutera yang lebih intensif di kembangkan dan juga di bangun pula pabrik pemintalan benang sutera di beberapa daerah di Indonesia. Mungkin bila dibandingkan dengan negara-negara produsen yang sudah maju, negara kita masih tertinggal jauh baik dari segi produksi maupun mutu, sebab kita masih tertinggal dari segi luas atau besarnya peternakan dan teknologi. Padahal dari segi agroklimat, sesungguhnya Indonesia mempunyai potensi alam yang amat besar. Dari Aceh sampai Irian Jaya banyak kawasan yang cocok untuk budidaya ulat sutera maupun tanaman murbei. Bila masyarakat di pedesaan mau dan mampu memanfaatkan potensi alam tersebut untuk usaha ulat sutera, tentu akan meningkatkan pendapatan dan menyerap banyak tenaga kerja, sekaligus dapat memenuhi kebutuhan benang sutera yang selama ini masih diimport dari luar negeri. Dengan

demikian bukan mustahil Indonesia menjadi eksportir benang sutera yang diperhitungkan di pasaran dunia.

Pengeksport kokon terbesar ke Indonesia adalah China, sebesar 77,9 ton (78%) dari total import Indonesia sebanyak 99,7 ton. Sedangkan pengimpor benang sutera yang terbesar adalah Hongkong sebesar 51,5 ton (95%) dari total import Indonesia sebanyak 54,3 ton. Dan pemasok kain sutera ke Indonesia paling banyak dilakukan oleh Italia 30,9 ton dan India 23,8 ton.

Hingga saat ini penghasil sutera alam sebagian besar 80% adalah Sulawesi Selatan dan Jawa Tengah termasuk Daerah Istimewa Yogyakarta. Produksi benang sutera Indonesia rata-rata per tahun baru mencapai 150 ton. Maka dari itu untuk memenuhi kebutuhan sutera alam tersebut dalam negeri kita terpaksa masih mengimpor dari luar negeri yang harganya cukup mahal yakni sekitar \$ US 90 (\pm Rp 180.000,00)/kg. Pada tahun 1994 kebutuhan sutera alam dunia diperkirakan sebesar 92.743 ton/tahun. Padahal produksi benang sutera baru mencapai 83.393 ton (FAO, 1994). Untuk memenuhi kebutuhan tersebut maka konsumen berpaling ke Amerika Selatan dan Asia terutama Asia Tenggara termasuk Indonesia. Pada waktu itu Indonesia sendiri hanya mampu menghasilkan produksi benang sutera alam mentah rata-rata sebanyak 144 ton/tahun, sehingga dinyatakan belum mencapai target sasaran produksi nasional yang telah ditetapkan oleh pemerintah selama Pelita V yang lalu.

Tabel 1.1
Realisasi Eksport Benang Sutra Indonesia

Tahun	Volume (ton)
1996	5,7
1997	6,5
1998	5,6
1999	8,7
2000	10,2
2001	12,5
2002	15,3

Sumber: BPS, 2002



Tabel 1.2
Perkembangan Permintaan dan Produksi Benang Sutera

Tahun	Permintaan benang sutera (ton)	Produksi benang sutera (Ton)
1995	109	83
1996	121	43
1997	133	105
1998	147	118
1999	162	133
2000	179	149
2001	215	170
2002	260	185

Sumber : Badan Pusat Statistik 2003

Tabel 1.3
Perkembangan Import Benang Sutera Indonesia

Tahun	Import Benang Sutera		
	Kapasitas (Kg)	Nilai (US\$)	Negara
1996	52.015	1.321.805	Jepang,Hongkong,Korea, Singapura
1997	58.565	1.711.743	Cina,Jepang,Hongkong, Taiwan,Singapura,Belanda
1998	33.098	1.044.428	Cina,Taiwan,Singapura, Australia
1999	34.646	588.783	Hongkong, Korea, Cina
2000	44.577	478.720	Hongkong Korea,Cina, Vietnam,India,Jerman
2001	79.304	497.671	Cina,Hongkong,Taiwan, Singapura,India,UK

Sumber : Badan Pusat Statistik 2003

Tabel 1.4
Kondisi Persuteraan Alam di Indonesia

Tahun	Tanaman murbei (Ha)	Produksi kokon (Ton)	Produksi benang (Ton)	Petani sutera (KK)
1998	8.066	458,530	70,40	8.451
1999	9.858	595,050	74,38	10.196
2000	10.026	483,500	72,56	9.603
2001	12.581	748,691	110,36	12.564
2002	12.200	690,64	90,84	12.950
2003	11.686	270,575	37,83	12.325

Sumber : Temu Usaha Sutra Alam Nasional,Yogyakarta,2003

Dari tabel tersebut maka dapat dilihat bahwa pertumbuhan dan perkembangan persuteraan di Indonesia semakin meningkat dan mempunyai prospek ke depan yang menjanjikan.

Permasalahan:

1. Beberapa permasalahan yang selalu dihadapi dalam upaya pengembangan persuteraan alam ini khususnya industri pemintalan benang sutera adalah sebagai berikut: sumber daya manusia, budidaya ulat sutera dan tanaman murbei merupakan hal yang baru bagi bangsa Indonesia, sehingga memerlukan pelatihan khusus dan sumber daya manusia yang sudah ada perlu ditingkatkan ketrampilannya, baik untuk budidaya murbei maupun ulat sutera sampai mengolah kokon dan benang.
2. Teknologi atau peralatan dari aspek teknologi atau alat yang ada sekarang ini baik untuk jumlah maupun jenisnya masih perlu dikembangkan.
3. Dalam peningkatan kapasitas produksi kain tenun dalam rangka memenuhi kebutuhan pasar akan kain sutera saat ini perlu adanya penambahan modal kerja.
4. Jumlah kokon masih sangat terbatas, sehingga harus ditingkatkan untuk memenuhi kebutuhan industri pemintalan benang sutera alam.
5. Pembuatan benang sutera twist masih jarang, hal ini disebabkan pengalaman masyarakat masih kurang dalam pemintalan benang sutera twist.

Melihat kondisi perindustrian pemintalan sutera alam maka kapasitas produksi benang untuk memenuhi pasar domestik belum terpenuhi. Selain itu proses high twist digunakan untuk meningkatkan kualitas dari benang sutera . Oleh karena itu maka penulis menggunakan kapasitas produksi sebanyak 12 ton/tahun dengan nomor benang 33D. Diharapkan dengan kapasitas yang ada dapat memenuhi kebutuhan benang sutera dalam negeri maupun untuk luar negeri.

1.2. TINJAUAN PUSTAKA

1.2.1. Serat Sutra

Serat sutera diperoleh dari ulat sutera yang membentuk kepompong. Serat ini berbentuk filamen yang cukup panjang. Ulat sutera sebenarnya merupakan salah satu bentuk/fase dari rangkaian siklus hidup sejenis serangga kupu-kupu (*Lepidoptera*). Sedangkan *family* dari jenis kupu-kupu ini sangat banyak, salah satunya dari keluarga *Bombycidae*, yaitu kupu-kupu yang kepompongnya diselimuti atau dibungkus dengan kokon. Dari keluarga *Bombycidae* ini diantaranya terdapat jenis kupu sutera yaitu *Bombyx mori*. Jenis kupu inilah yang dapat dimanfaatkan kokonnya untuk membuat benang sutera (Hatta Sunanto, 1998).

Ulat kupu-kupu keluarga *Bombycidae* senantiasa membentuk kokon lebih dahulu sebelum menjadi kepompong. Secara alamiah, kegiatan ini merupakan upaya untuk menyelamatkan diri dari musuh atau kondisi lingkungan karena kepompong tersebut keadaannya sangat lemah dan tidak berdaya (Suprio Guntoro, 1994)

Bombyx mori merupakan jenis ulat yang paling sering diproduksi untuk diambil kepompongnya, namun begitu masih banyak jenis ulat sutera yang lainnya yang masih dapat diambil kepompongnya. Ada juga sutera Tusah yaitu jenis sutera liar.

1.2.2. Proses Pembibitan Ulat Sutra

Telur kupu yang telah ada segera ditetaskan. Sekitar 2-3 hari sebelum telur menetas, biasanya akan terlihat titik biru pada telur. Dan telur tersebut harus dipindahkan ke tempat yang gelap selama kurang lebih dua hari.

Setelah kurang lebih dua hari, kotak penetasan dibuka untuk mengetahui berapa banyak telur yang menetas. Apabila telur yang menetas masih sedikit maka kotak penetasan

ditutup kembali. Namun, jika telur yang menetas sudah banyak, tutup kotak harus dibuka dan ruangan diberi penerangan yang cukup. Ulat kemudian dipindahkan ke sasag (kotak pemeliharaan), dimana sasag tersebut sudah dilapisi kertas parafin. Selanjutnya dilakukan desinfeksi tubuh ulat dengan menaburkan campuran kaporit dan kapur halus ke tubuh ulat secara merata. Beberapa saat kemudian, ulat diberi makan daun murbei yang lunak (masih muda) yang dipotong-potong. Kemudian sasag ditutup dengan kertas parafin.

Sistem pemeliharaan ulat kecil dan ulat besar dalam pemeliharaan ulat sutera ini berbeda. Ulat kecil adalah ulat yang berumur 1 hingga 11 atau 12 hari, sedangkan ulat besar adalah fase sejak ulat berumur 12 hingga 22 hari dimana ulat akan memasuki fase pengokonan. Pada fase ulat kecil dapat dibagi-bagi lagi menjadi tiga instar yaitu :

- Instar I : ulat berumur 1-4 hari
- Instar II : ulat berumur 5-7 hari
- Instar III : ulat berumur 8-11 hari

Instar merupakan periode di mana ulat akan mengalami masa tidur dan mengalami pergantian kulit.

Ulat kecil memerlukan daun murbei yang masih lunak atau yang masih muda. Untuk instar I diberi daun murbei muda yang berasal dari bagian tangkai atas, sedangkan untuk ulat instar II dan III diberi daun dari tangkai bawah. Pemberian makan dilakukan empat kali sehari, yaitu pada pagi, siang, sore, dan malam hari. Agar ulat mudah memakan daun maka daun hendaknya dipotong-potong kecil dengan ukuran sebagai berikut :

- Untuk instar I : 0,5 – 1 cm
- Untuk instar II : 1,5 – 2 cm
- Untuk instar III : 3 – 5 cm

Sekitar satu jam sebelum diberi makanan, kertas penutup tempat pemeliharaan harus dibuka agar daun yang diberikan sebelumnya cepat mengering. Setelah pemberian makan selesai, kotak ditutup kembali dengan kertas penutup. Kira-kira dua jam kemudian kertas penutup dibuka kembali dan potongan-potongan daun yang ada diusahakan tetap merata.

Ulat mengalami tidur dan berganti kulit yang terjadi pada akhir suatu fase instar. Ketika sebagian besar ulat sudah tidur, pemberian pakan harus dihentikan dan ulat ditaburi kapur atau arang sekam dan ventilasi udara juga harus dibuka, karena pada saat ini diperlukan udara yang cukup banyak.

Ulat besar adalah ulat yang telah mencapai instar IV hingga akhir instar V atau stadium akhir, yaitu mulai umur 12 atau 13 hari hingga umur 22 – 25 hari. Kebutuhan pakan pada stadium ulat besar jauh lebih banyak dibandingkan ulat kecil, yaitu sekitar 90%-95% dari total kebutuhan pakan yang diperlukan selama pemeliharaan. Daun murbei yang akan diberikan pada ulat besar tidak harus dipotong-potong. Sebelum diberikan untuk ulat, daun yang telah tersedia harus disimpan pada tempat yang sejuk dan ditutupi dengan kain yang basah agar tetap segar. Pemberian pakan untuk ulat besar dilakukan empat kali dalam sehari, yaitu pada pagi, siang, sore dan malam hari. Pada instar V, frekuensi pemberian pakan sebaiknya ditambah lagi sampai lima atau enam kali dalam sehari.

Fase pengokonan adalah fase dimana ulat akan berubah bentuk menjadi pupa, sebelum berubah bentuk menjadi kupu-kupu. Selama fase ini, ulat akan mengeluarkan kokon, yaitu suatu bahan yang berfungsi untuk membungkus dirinya agar terhindar dari gangguan musuh. Pembentukan kokon berlangsung sekitar empat hari, biasanya ulat mulai memproduksi kokon pada akhir instar V, yakni pada umur 22 hingga 25 atau 26 hari. Agar proses pengokonan dapat berjalan baik, ulat perlu disediakan tempat khusus untuk memproduksi kokon.

Tanda-tanda ulat yang siap memproduksi kokon :

- Nafsu makan berkurang, bahkan ada yang berhenti makan sama sekali.
- Tubuh ulat menjadi agak transparan (tembus cahaya), warnanya bening dan kekuning-kuningan.
- Ulat cenderung berjalan ke tepi sasag atau naik ke sisi sasag dan kepalanya diangkat-angkat seperti mencari pegangan.
- Mulutnya mengeluarkan liur (kokon)

Setelah sekitar 6 – 7 hari sejak ulat sutera masak dan dipindahkan di tempat pengokonan, biasanya kokon sudah dapat dipanen. Waktu pemanenan harus tepat, tidak boleh terlalu cepat atau terlalu lambat. Bila pemanenan terlalu awal, pupa masih terlalu muda, sehingga mudah pecah dan mengakibatkan kokon menjadi kotor. Sebaliknya jika pemanenan terlalu lambat, pupa yang ada dalam kokon akan berubah menjadi kupu-kupu dan keluar dengan merusak kulit kokon. Bila pupa yang ada di dalam kokon sudah berwarna coklat dan kulitnya keras, berarti panen sudah dapat dilakukan. Pada saat panen sekaligus dilakukan seleksi untuk memisahkan antara kokon yang baik, yang kembar dan yang cacat. Seleksi ini sangat penting dilakukan karena tingkat mutu kokon akan menentukan mutu benang sutera yang akan dihasilkan. Agar kokon tidak rusak. Maka perlu diawetkan dengan cara mengeringkan kokon tersebut, baik menggunakan oven atau dengan cara penjemuran di bawah sinar matahari. (Suprio Guntoro, 1994)

Jenis serat sutera ada dua macam, yaitu (Pawitro, 1977):

1. Cultivated silk, adalah serat sutera yang dihasilkan dari ulat sutera yang dipelihara dengan saksama. Pemeliharaan dilakukan dari mulai telur ulat menetas sampai dengan masa pembuatan kokon.
2. Wild silk, adalah serat sutera yang dihasilkan dari ulat sutera yang tidak dipelihara, yaitu yang memakan daun pohon oak.

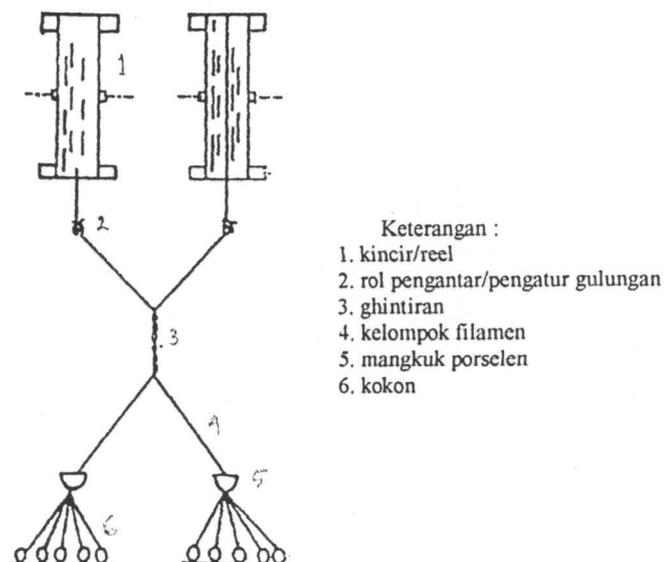
Proses produksi sutera dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

1. Pembibitan, yang berhubungan dengan produksi kepompong.
2. Penggulungan sutera, yang berhubungan dengan penguraian kepompong menjadi benang.

1.2.3. Proses Penggulungan Serat Sutera (Soeprijono, 1974)

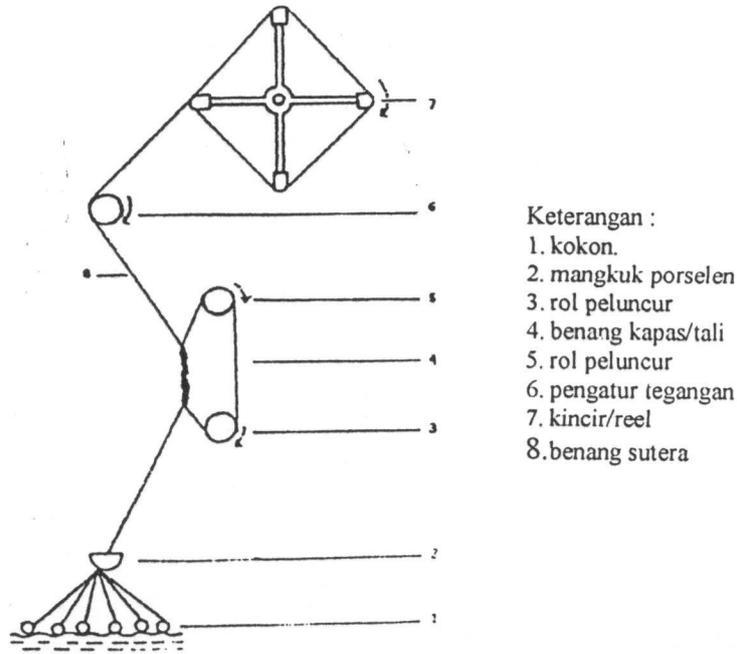
Dikenal ada macam penggulungan sutera, yaitu :

- Cara Chambaon atau cara Perancis, pada cara Perancis sekelompok filamen dibelitkan pada kelompok filamen yang lainnya, sehingga membentuk gintiran pada masing-masing kelompok.



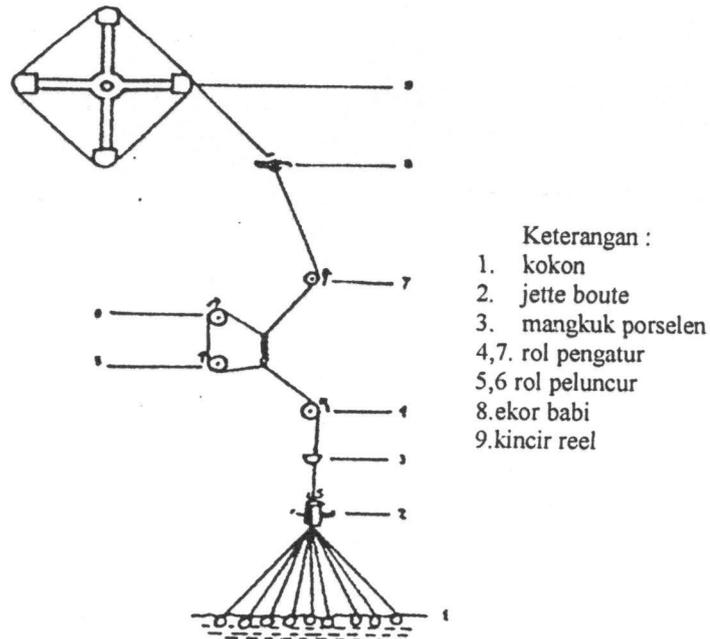
Gambar 1.1
Penggulungan Cara Chambaon

- Cara Travell atau cara Italia, pada cara Italia sekelompok filamen digintir dengan cara melilitkannya pada seutas benang sehingga terbentuk gintiran pada kelompok filamen tersebut.



Gambar 1.2.
Penggulungan Cara Travell

- Cara Kennel, cara ini merupakan gabungan atau modifikasi dari dua cara sebelumnya dimana kelompok filamen dililitkan pada kelompok filamen itu sendiri sepanjang kurang lebih 1 inchi atau 8 – 12 lilitan.

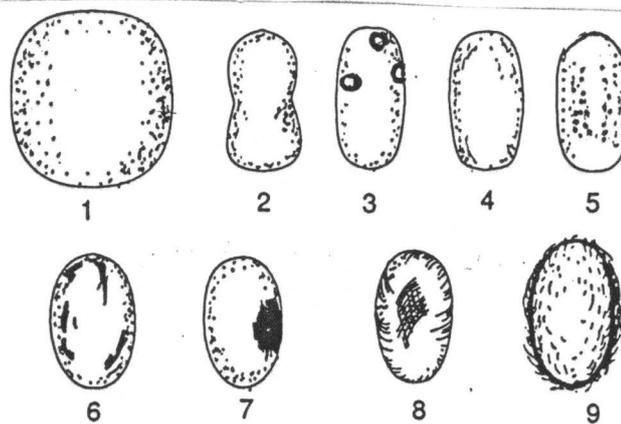


Gambar 1.3.
Penggulungan Cara Kennel

1.2.4. Struktur Mikro Serat Sutera

Satu filamen sutera terdiri dari 2 serabut sutera yang digabung oleh sejenis protein yang terdiri dari serisin. Lebar filamen tidak rata, bergaris-garis dan ada lipatan-lipatan. Penampang lintang setiap filamen hampir lonjong dan ada dua serat berbentuk segitiga terletak di dalamnya dengan salah satu isi dan masing-masing serat terletak berdekatan. Ketebalan dan ketidakteraturan permukaannya diakibatkan oleh lapisan serisin yang tidak rata sehingga menyebabkan pegangannya agak sulit. Zat serisin sangat tahan terhadap pergantian cuaca, tapi serisin sangat mudah luntur oleh larutan alkali yang rendah dan bila serisin dihilangkan dua serabut yang berkilauan membentuk helaian sutera mentah, serabut sutera yang baik adalah teratur dan tembus cahaya. Panjangnya bisa mencapai 600 m, tetapi panjang rata-ratanya 500 m tergantung pada kesehatan, cara makan dan keadaan larva. Sutera mengeluarkan serabut sutera bervariasi dari 12 mikrometer sampai bisa mencapai 30 mikrometer. Hal ini menyebabkan perbandingan panjang dan lebarnya 2000 : 1.

Kecantikan dan kelembutan kemilau sutera disebabkan oleh serabutnya, dimana penampangnya berbentuk segitiga. Karena serabut sutera ini biasanya gampang terpilin sendiri, maka sudut pantulnya menjadi terpatah-patah dan mengakibatkan kemilau yang lembut dan terpecah.



Gambar 1.4.

Contoh kokon bermutu jelek (cacat) yang harus disingkirkan dalam seleksi

1.2.5. Komposisi Dari Sutera (Soeprijono, 1974)

Pada prinsipnya sutera mentah tersusun atas dua macam protein, yaitu serisin yang berfungsi sebagai perekat dan fibroin sebagai serat.

Komposisi dari sutera mentah adalah sebagai berikut:

Fibroin (serat).....	76%
Serisin (perekat).....	22%
Lilin.....	1.5%
Garam-garam mineral.....	0,5%

Fibroin dan serisin adalah protein yang tidak mengandung unsur belerang. Namun susunan kimianya maupun sifat-sifat fisiknya berbeda.

a. Fibroin

Fibroin adalah protein yang tidak larut didalam alkali lemah dan sabun. Protein terdapat didalam zat-zat hidup dan merupakan bagian yang terpenting. Protein merupakan molekul rantai yang terbentuk dari gabungan asam-asam amino yang membentuk rantai-ranta polypeptida. Hidrolisa polypeptida akan menghasilkan satuan-satuan asam amino. Asam amino adalah suatu senyawa yang mempunyai gugus-gugus asam maupun basa yang terikat pada atom karbon yang sama dan mempunyai rumus molekul NH_2CHROOH . Perbedaan antara bermacam-macam protein ditimbulkan oleh variasi gugus samping $-\text{R}$ yang terikat pada rantai utamanya.

Telah dikenal lebih dari 20 tahun asam amino dengan gugus samping yang berbeda-beda, sehingga memungkinkan banyak sekali variasi susunan polipeptida.

Fibroin terutama tersusun atas asam-asam sebagai berikut :

Glisin dengan gugus samping $-\text{H}$	43,8%
Alanin dengan gugus samping $-\text{CH}_3$	26,4%

Serin dengan gugus samping – CH_2OH 12,6%

Tirosin dengan gugus samping – $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{OH}$ 10,6%

Sisanya terdiri dari asam-asam amino lainnya.

Filamen sutera mentah terdiri dari dua serat fibroin yang terbungkus didalam serisin. Lebar filamen tidak rata dan menunjukkan banyak ketidakrataan permukaan seperti garis-garis dan lipatan-lipatan. Setiap filamen sutera mentah mempunyai penampang lintang hampir lonjong dan dua serat berbentuk segitiga terletak didalamnya dengan salah satu sis dari masing-masing serat terletak berdekatan.

Setelah serisin dihilangkan, serat fibroin akan tembus cahaya, lebar serat rata sepanjang serat dengan permukaan yang halus.

b. Serisin

Serisin adalah protein albumin yang tidak larut dalam air dingin, tetapi menjadi lunak didalam air panas dan larut didalan larutan alkali lemah atau sabun. Serisin menyebabkan serat sutera mentah pegangannya kaku dan kasar, dan merupakan pelindung serat selama pengerjaan mekanik. Supaya kain sutera menjadi lembut, berkilau dan dapat dicelup, serisinnya harus dihilangkan. Penghilangan serisin ini biasanya dilakukan dengan pemasakan di dalam larutan sabun. Dalam pemasakan ini lilin dan garam-garam mineral ini juga ikut dihilangkan.

1.2.6. Sifat-sifat Serat Sutra

Sifat-sifat serat sutera terdiri :

a. Sifat fisika

- Moisture regain serat mentah adalah 11% tetapi setelah serisinnya dihilangkan akan menjadi 10%

- Kekuatan tarik dalam keadaan kering antara 4,0-4,5 gram per denier sedang dalam keadaan basah 3,5-4,0 gram per denier
- Serat sutera dapat kembali kepanjang semula setelah mengalami mulur 4%, tetapi kalau mulurnya lebih dari 4% pemulihannya lambat, dan tidak kembali ke panjang semula
- Pada udara lembab sutera dapat menyerap air 30% dengan tanpa merasa basah
- Sutera mempunyai berat jenis 1,33-1,34.
- Sutera mempunyai daya tahan panas sampai suhu 140° C dan dalam waktu yang tidak lama. Bila pemanasan pada suhu 140° C dengan waktu cukup lama menyebabkan perubahan warna pada sutera dan kekuatannya menurun. Pada suhu 170° C sutera mengalami kerusakan.
- Apabila sutera dididihkan dalam air maka kecerahan warna dan kekuatan tarik kain akan berkurang. Perubahan ini akan berjalan cepat pada suhu 100° C
- Penyinaran yang cukup lama dengan sinar matahari langsung akan mengurangi kekuatan. Sedang penyinaran selama 6 jam dengan sinar ultra violet menyebabkan kemunduran kekuatan sebesar 50%
- Sutera dalam keadaan kering apabila digosok akan dapat segera bermuatan listrik. Hal ini menyebabkan sutera merupakan konduktor yang jelek.
- Penampang membujur dari serat sutera tidak beraturan yang disebabkan dari pengaruh serisin yang ada didalamnya.

b. Sifat kimia

- Bersifat amfoter dan menyerap asam dan basa dari larutan encer seperti serat-serat protein lainnya.
- Sutera mempunyai titik iso elektrik 3,6

- Sutera tidak mudah diserang oleh larutan asam encer hangat, tetapi larut dan rusak di dalam asam kuat.
- Sutera lebih tahan alkali tetapi kurang tahan asam bila dibandingkan dengan wol.
- Pada suhu yang tinggi akan terjadi kemunduran kekuatan.
- Tahan terhadap pelarut organik tetapi larut dalam kuproamonium hidroksida dan kuprietilena diamina
- Kurang tahan terhadap zat-zat oksidator dan sinar matahari dibandingkan dengan serat selulosa atau serat buatan.

1.2.7. Murbei

1.2.7.1. Jenis Tanaman Murbei

Tanaman murbei (*Morus* sp) dalam bahasa Jawa disebut *Besaran* dapat tumbuh hamper di semua jenis tanah. Tanaman murbei memiliki banyak jenis potensial untuk pakan ulat sutera, antara lain jenis *Morus alba*, *Morus cathayana* dan *Morus multi caulis*. tanaman murbei jenis *Morus alba* ujung rantingnya yang muda sedikit merah, tangkai daun agak merah, batang coklat, batang tumbuh lurus dan cabangnya tumbuh dari pertengahan batang. Produksi daunnya cukup tinggi. Tanaman murbei jenis *Morus cathayana* ujung rantingnya yang masih muda dan tangkai daunnya sedikit merah, batangnya coklat keputihan, pertumbuhan batang lurus, ukuran daun besar dan produksi daunnya tinggi. Sedangkan pada murbei jenis *Morus multi caulis* ujung ranting muda kehijauan, batang kelabu-tua-kehijauan dan pertumbuhan batang lurus. Ukuran daun lebar, produksi daun tinggi dan tidak cepat layu.

1.2.7.2. Botani Tanaman Murbei (Hatta Sunanto, 1997)

Murbei berasal dari Cina yang mempunyai sistematika sebagai berikut :

Divisio	: Spermatopyta
Sub Divisio	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Famili	: Moraceae
Genus	: morus
Spesies	: Morus sp

1. Bentuk tanaman,

Tanaman murbei berbentuk atau habitat semak (perdu) yang tingginya sekitar 5 m – 6 m. Tanaman murbei dapat juga berbentuk pohon yang tingginya mencapai 20 m – 25 m.

2. Batang,

Batang tanaman murbei memiliki warna bermacam-macam, tergantung pada spesiesnya yaitu hijau kecoklatan dan hijau agak kelabu.

3. Daun,

Tanaman murbei berdaun tunggal dan terlatak pada cabang spiral. Tulang daun sebelah bawah tampak jelas. Bentuk dan ukuran daun bermacam-macam tergantung dari varietasnya, yaitu berbentuk oval, agak bulat, berlekuk dan ada yang tidak berlekuk, tepi daun bergerigi dan ujung daun meruncing atau membulat.

4. Bunga dan buah,

Bunga murbei mempunyai type seks berubah satu (monoecious) atau berumah dua (dioecious). Tanaman murbei memiliki bunga jantan dan bunga betina yang

masing-masing tersusun dalam untaian yang terpisah antara yang satu dengan yang lainnya.

5. Akar,

Murbei memiliki akar yang luas dan dalam. Tanaman murbei yang berasal dari stek, meskipun pada umumnya tidak mempunyai akar tunggal, namun ada akar yang tumbuh ke bawah yang mirip dengan akar tunggal. Akar tanaman murbei pada umumnya berkembang sampai pada kedalaman 10 cm – 15 cm dari permukaan tanah.

6. Sifat,

Tanaman murbei tahan terhadap perlakuan pemangkasan. Tanaman murbei yang dipangkas dan dipelihara dengan baik akan tumbuh tunas-tunas baru yang berjumlah banyak dan tumbuh pesat serta dapat menghasilkan daun yang berwarna hijau segar. Daun-daun inilah yang akan dipakai untuk pakan ulat sutera

1.2.7.3. Nutrisi dan Mutu Daun murbei

1. Komposisi kimia daun murbei,

Dari hasil pemelitan yang dilakukan oleh Dr.Alexandra Matei dari Rumania tahun1996, disebutkan bahwa: prosentase selulosa dan prosentase bahan kering *Morus cathayana* lebih tinggi dari kokuso, ini berarti rata-rata daun murbei *Morus cathayana* kandungan airnya kurang dari selulosa atau serat kasarnya terlalu tinggi. Sedangkan untuk kandungan protein, lemak *Morus cathayana* lebih baik. Untuk mendapatkan keseimbangan unsur kimia tersebut diatas dapat diperbaiki dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- Pemupukan organik maupun an organik
- Pengairan

- Pengolahan tanah untuk memperbaiki struktur dan tekstur tanah yang akhirnya memperbaiki peredaran udara dalam tanah atau aerasi cukup baik.
2. Mutu daun murbei, kualitas daun murbei sebagai makanan ulat sutera sangat dipengaruhi oleh beberapa hal, diantaranya:
- Jenis murbei, masing-masing jenis murbei mempunyai kandungan unsur kimia yang berbeda secara alami, untuk ada jenis yang diunggulkan.
 - Kesuburan tanah dan derajat keasaman tanah, kesuburan tanah jelas akan sangat berpengaruh terhadap mutu daun murbei yang dihasilkan. Derajat keasaman tanah (pH) $< 6,5$ perlu kapur supaya pH -nya mendekati 7. pada tanah-tanah yang pH -nya 7 (netral) atau basa, jika ditanami murbei untuk pemeliharaan ulat sutera, maka ulatnya akan mempunyai ketahanan terhadap penyakit lebih baik.
 - Lama sinar matahari menyinari kebun murbei, kebun murbei yang mendapatkan sinar matahari sepanjang hari dari pagi sampai sore akan menghasilkan daun murbei yang berkualitas baik.

1.2.7.4. Syarat-syarat Tumbuh Murbei

1. Keadaan tanah

Tanaman murbei dapat tumbuh dalam berbagai jenis tanah. Walaupun demikian, keadaan tanah tetap perlu diperhatikan agar tanaman murbei dapat tumbuh subur. Pada prinsipnya tanaman murbei dapat tumbuh baik jika aerasi dan drainase tanahnya baik, solum minimal 50 cm, unsur hara tercukupi, tanah tidak asam (pH optimal 6,5) dan kelembaban udara cukup menunjang yaitu sekitar 65 % sampai

85%. Tanaman dapat tumbuh di daerah dataran rendah dan dataran tinggi. (Sudjarwo, 2000)

2. Keadaan iklim,

Tanaman murbei dapat tumbuh subur di daerah-daerah yang memiliki curah hujan antara 635 sampai 2500 mm/th. Suhu optimal untuk pertumbuhan murbei adalah antara 23,9°C sampai 26,6°C, tetapi pada umumnya tanaman murbei dapat tumbuh dengan suhu minimum 13°C dan suhu maksimum 38°C.

1.2.8. Jenis Benang Sutra

Jenis benang tekstil menurut strukturnya sangat mempengaruhi hasil daripada proses pembuatan benang. pembuatan benang pada umumnya merupakan tahap kedua dalam pembuatan kain. Cara pembuatan benang tergantung dari jenis serat yang digunakan dan jenis benang yang akan dihasilkan. Jenis serat yang digunakan dapat berupa serat alam, serat setengah buatan, serat sintetis atau campuran dari serat-serat tersebut. Sedangkan jenis benang yang dihasilkan dapat berupa benang staple atau pintal, benang gintir, benang kabel, benang filamen, benang tekstur dan lain-lain.

Beberapa macam benang sutera dapat digunakan dalam pembuatan barang-barang sutera yang mempunyai kekhususan sendiri-sendiri yang tergantung dari jumlah twist, cara pembuatannya dan kegunaannya. (Djumaeri, 1977)

Ada beberapa jenis benang sutera yang digunakan dalam pembuatan barang-barang dari bahan serat sutera. Jenis benang dan jumlah pilinan tergantung pada jenis produk yang akan dibuat.

Jenis benang sutera itu sendiri antara lain (Bernard, 1983):

1. Benang tunggal/single yarn.

Adalah benang yang tersusun dari serat-serat stapel dengan membuat 3 sampai 8 helai benang sutera diberi puntiran secara bersamaan dalam satu arah untuk membentuk satu benang yang disebut benang single. Pilinan benang tunggal yang lepas (memiliki 1 atau 3 puntiran per inchi) digunakan khususnya untuk benang pengisi berbagai kain sutera.

2. Tram.

Tram hanya digunakan sebagai benang pengisi. Biasanya 2 sampai 4 benang tunggal yang tidak ditwist digabung hanya dengan sedikit pilinana yaitu sekitar 3 hingga 5 puntiran per inchi, jumlah puntiran mungkin bertambah khususnya untuk kain sutera tebal. Tram jarang sekali diberi puntiran lebih dari 5 puntiran per inchi, kecuali untuk kain-kain seperti radium dan taffeta yang menggunakan tram puntiran kasar khusus dengan 30 putaran per inchi. Benang ini banyak digunakan sebagai benang pakan dengan kilap yang tinggi.

3. Vorte.

Adalah benang yang tersusun dari 3 benang tunggal yang tidak diberi puntiran gabungan dengan benang tunggal dengan pemberian puntiran paling sedikit 30 sampai 40 putaran per inchi dengan menggunakan arah puntiran S twist.

4. Georgette.

Adalah benang yang tersusun dari 2 benang tunggal yang tidak diberi puntiran dan digabung dengan pemberian twist paling sedikit 70 sampai 75 putaran per inchi, dapat menggunakan arah putaran S twist atau Z twist. Hasilnya adalah benang yang sangat baik, kuat, elastis digunakan sebagai benang untuk kain tipis seperti kain georgette.

5. Organzine.

Organzine digunakan terutama untuk benang penjalin. Terdiri dari 2 atau lebih benang tunggal, tiap benang tunggal memiliki arah puntiran Z. Benang tunggal ini kemudian digabungkan dengan memberikan puntiran sebanyak 12 sampai 20 dengan arah putaran S yang berlawanan yang menyebabkan benang tunggal ini tersambung satu sama lain dengan lebih kuat dan menghasilkan benang yang lebih kuat dan lebih rapat.

6. Grenadin.

Grenadine adalah benang gintir yang mempunyai gintiran lebih tinggi dari pada benang organzine, dapat mencapai 25 sampai 30 per inchi. Gintiran yang tinggi menyebabkan benang tersebut tidak mengkilap.

7. Two by two (jenis grenadine).

Masing-masing 2 pasang benang tunggal yang tidak diberi puntiran yang digabung dengan cara dipuntir sekitar 36 puntiran per inchi dengan arah puntiran Z, kemudian antara pasangan tersebut memiliki 25-35 dengan arah puntiran S. hasilnya benang-benang ini merupakan benang grenadine hanya saja lebih berat. Berat dan tingginya puntiran membuatnya sangat baik untuk kain-kain tipis (crepe)

8. Compensene S.

Benang ini dibuat dari 2 pasang tunggal yang tidak diberi puntiran. Salah satu pasang diberi puntiran 45 putaran per inchi dengan arah putaran twist S dan pasangan lainnya diberi puntiran sebanyak 45 perinchi dengan arah putaran twist Z. pasangan yang telah dipilin ini kemudian saling memilin dengan arah puntiran 5 putaran per inchi. Arah pilinan yang berlawanan ini mencegah kekusutan dan menghasilkan elastisitas. Benang-benang ini seringkali digunakan untuk kain-kain rajutan.

9. Crepe.

Beberapa kain tipis dibuat dari benang-benang crepe. Benang ini terdiri dari 2 pasang benang tunggal yang tidak diberi pilinan dan satu pasang benang diberi pilinan sebanyak 60 sampai 85 putaran per inchi dengan arah putaran twist S. Pasangan yang lain diberi puntiran dengan jumlah putaran yang sama dengan arah putaran yang sama dengan arah putaran Z. Kedua pasangan benang ini kemudian saling memilin satu setengah hingga lima putaran per inchi dengan arah putaran twist S. Benang crepe biasanya dipakai untuk benang lusi dan pakan dalam pembuatan kain crepe.

1.3. PROSES PEMINTALAN

Benang sutera kasar sebelum ditenun menjadi kain harus mengalami proses – proses pengerjaan sehingga benang sutera tersebut dapat ditenun. Proses tersebut dikenal dengan nama *throwing* yang meliputi pengerjaan-pengerjaan sebagai berikut :

1) Sortasi (Pemilihan).

Benang sutera kasar biasanya dijual dalam bentuk ball, yang berisi untaian-untaian benang sutera. Untaian benang sutera biasanya dipisahkan dalam tiga kelompok atau lebih, sesuai dengan diameter dan kondisi dari benang. Pekerjaan ini disebut deniering atau sizing, yang dilakukan dengan tangan dan bertujuan untuk memisahkan benang-benang sutera menurut kualitasnya. Proses sortasi ini merupakan pekerjaan yang sangat penting dan perasaan pegangan tangan memegang peranan yang sangat penting dalam pekerjaan ini.

2) Perendaman.

Proses perendaman bertujuan untuk mengurangi serisin sehingga pegangan benang menjadi lebih lembut. Proses ini dilakukan dengan cara merendam untaian benang dalam larutan sabun selama 12-18 jam. Pada proses ini terjadi lubrikasi pada

benang, penambahan tenacity dan kohasi dari serat. Untuk benang yang bermutu baik, proses perendaman seringkali tidak dilakukan. Benang sutera yang tidak direndam biasanya disebut benang sutera bright.

3) Pengeringan.

Benang sutera yang telah direndam, kemudian dikeringkan dengan mesin centrifuge dan dengan udara kering.

4) Penggulungan (winding).

Benang untaian yang telah kering kemudian digulung pada bobbin. Pada proses penggulungan ini juga dilakukan pembuangan bagian-bagian benang yang tidak rata dan yang menggumpal.

5) Perangkapan.

Proses ini juga sering disebut proses pemberian antihan. Pada proses ini benang-benang dari dua bobbin atau lebih dirangkap dan diberi antihan atau tanpa antihan, sehingga membentuk suatu benang dengan nomor benang yang diinginkan.

6) Pemintalan atau throwing.

Proses ini merupakan proses pemberian antihan yang lebih besar dari pada proses perangkapan pada benang rangkap.

7) Conditioning.

Proses ini merupakan proses pemantapan antihan yang dilakukan dengan memasukkan untaian benang yang telah dipintal ke dalam oven atau kamar uap dengan suhu atau tekanan tertentu.

Dalam proses pemintalan benang sutera siap tenun (yarn silk) dengan bahan baku benang sutera mentah (raw silk) harus melalui tahapan-tahapan sebagai berikut :

Benang sutera sebelum diproses lebih lanjut masih perlu digintir untuk mencegah pecahnya benang dalam proses degumming (menghilangkan serisin), waktu diputihkan

atau dicelup dan selanjutnya baru dapat ditenun atau dirajut. Selain untuk mencegah rusaknya benang selama proses degumming, penggintiran juga memberi daya penutup (covern capacity) yang lebih besar dibanding dengan benang single dengan denier yang sama.

Benang sutera dalam bentuk raw silk masih memerlukan beberapa proses penggintiran agar dapat ditenun yaitu dengan cara :

- Benang-benang berupa ukelan digulung kembali dalam spoel.
- Benang dirangkap 2, 3 atau disesuaikan menurut permintaan dan kegunaan dari benang sutera tersebut untuk dijadikan menjadi satu dan digintir.
- Benang yang sudah digintir tersebut dikukus atau dimasukkan dalam kamar uap untuk menjaga jangan sampai berubah.
- Benang yang sudah dikukus tersebut dibuat ukelan kembali untuk menghilangkan perekat atau serisinnya.

1.4. TUJUAN PRA RANCANGAN

Tujuan dari pra rancangan pabrik ini adalah:

1. Untuk mengerti dan memahami serta mampu membuat pabrik tekstil, khususnya pabrik pembuatan benang sutera yang layak dan mampu menghasilkan keuntungan.
2. Untuk dapat mengetahui dan menganalisis input, proses dan output sampai dengan pemasaran produknya.
3. Untuk membuat benang sutera yang akan digunakan sebagai benang lusi dengan high twist agar dapat mengurangi banyaknya putus benang pada saat proses pertenunan.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

Di dalam pra perancangan pabrik ini, produk yang akan dihasilkan mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

1. *Nomor benang* : 33 D x 2
2. *Jumlah twist* : 265,86 putaran/m

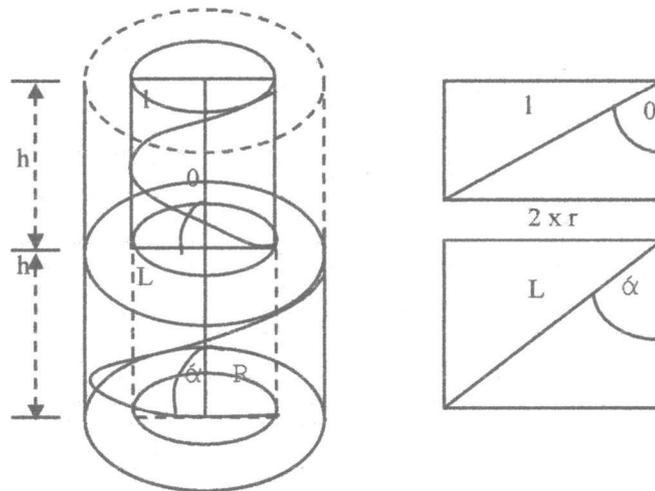
Tidak seperti benang pital, puntiran atau twist yang diberikan pada benang multifilamen justru akan menurunkan kekuatan tariknya.(Dalyono,2002)

Namun demikian menurut Treloar adanya gintiran pada benang multifilamen merupakan hal yang penting untuk mencapai daya tahan terhadap abrasi atau gosokan, kelelahan dan kerusakan-kerusakan lainnya yang ditimbulkan baik oleh tegangan maupun tekanan.(Hamberger,1995)

3. *Kekuatan (Tenacity)* : 3284,91 gram/denier

Kekuatan merupakan sifat benang yang sangat penting, supaya benang-benang tersebut tahan terhadap tarikan-tarikan dalam proses pemintalan dan pertenunan, sehingga kain jadinya akan mempunyai kekuatan yang cukup besar.(Soeprijono,1974)

Kekuatan benang dapat diprediksikan melalui struktur benang gintir (multifilamen), salah satunya adalah struktur benang yang diajukan oleh Hearle, seperti yang terlihat pada gambar 2.1 (Dalyono,2002)



Gambar 2.1
Struktur fisik benang sutera

Dimana :

R = radius benang (cm)

r = radius silinder yang memuat helical path suatu partikel serat (cm)

T = twist benang (cm⁻¹)

h = panjang satu putaran twist

α = sudut twist pada permukaan benang (derajat)

θ = sudut helical pada radius

l = panjang serat dalam satu putaran twist, pada radius r (cm)

L = panjang serat dalam satu putaran twist, pada radius R (cm)

C = nomor (tex)

V_y = specific volume (cm³/gram)

$$h = 1/T$$

$$l^2 = h^2 + 4\pi^2 r^2$$

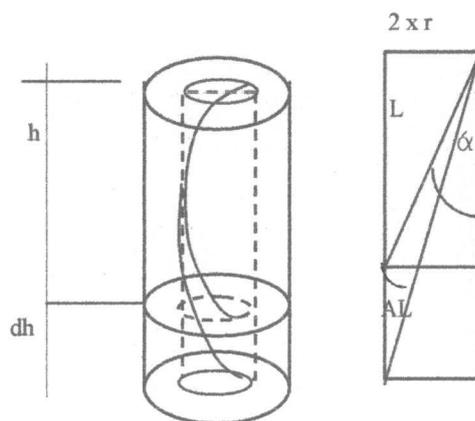
$$\tan \theta = 2\pi r/h$$

$$\tan \alpha = 2\pi R/h$$

$$C = \pi R/Vy \cdot 10^5$$

$$R = \sqrt{\frac{Vy \cdot C}{10^5 \pi}}$$

$$\tan \alpha = \frac{2\pi}{h} \sqrt{\frac{Vy \cdot C}{10^5 \pi}}$$



Gambar 2.2
Struktur geometri filament benang sutera

Apabila strain filamen ϵ_f dan ϵ_y adalah strain benang maka hubungannya menurut

Platt adalah sebagai berikut :

$$\epsilon_f = \epsilon_y \cos^2 \alpha$$

Sehingga:

total tegangan benang = $\epsilon_f E_f \cdot Tex$

$$= \epsilon_y \cdot \cos^2 \alpha \cdot E_f (2\pi R^2/Vy)$$

dimana E_f adalah modulus filamen

Dan



Specific stress benang (tenacity) = tegangan benang/tex

$$= \epsilon_y \cdot \cos^2 \alpha \cdot E_f$$

Dengan demikian modulus benang

$$E_y = \cos^2 \alpha \cdot E_f$$

4. *Mulur* : 3,3%

5. *Arah twist* : Z

Benang twist Z adalah benang yang arah putarannya searah dengan jarum jam atau biasa disebut dengan twist kanan. Dalam produksi normal untuk pembuatan benang lusi arah twist S jarang dipakai

6. *Perangkapan* : 2 benang sutera mentah no. 33 D

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

Dalam perancangan pabrik ini, bahan baku yang digunakan adalah benang sutera mentah (raw silk) yaitu benang sutera hasil dari proses re reeling. Untuk dapat digunakan sebagai bahan pembuat benang high twist maka benang sutera mentah ini memenuhi spesifikasi sebagai berikut :

1. *Jumlah filamen* : 8 serat sutera

Dalam benang multifilamen, jumlah filamen akan menentukan sifat kainnya. Banyak sifat-sifat benang yang dipengaruhi oleh jumlah filamen ini, tetapi yang paling utama adalah kekuatan dan porositas benangnya. Untuk nomor benang yang sama, semakin banyak jumlah filamen akan semakin turun kekuatannya, karena semakin banyak jumlah filamen, nomor monofilamennya semakin kecil (nomor langsung), sehingga apabila benang tersebut ditarik, salah satu filamennya akan cepat putus. Dengan adanya beberapa filamen yang menyusun benang, maka terbentuklah

pori-pori atau ruang udara antar filamen yang dapat ditembus baik udara maupun air.

Untuk nomor benang yang sama, semakin banyak jumlah filamen berarti semakin kecil nomor filamennya.

2. *Jumlah twist* : 12 putaran/inchi

Jumlah twist dalam suatu benang akan mempengaruhi kekuatan dari benang tersebut. Namun demikian ada beberapa benang yang akan semakin kecil kekuatannya apabila diberi twist yang banyak.

3. *Arah twist* : S

Benang twist dengan arah puntiran S adalah benang yang arah putarannya berlawanan dengan arah jarum jam.

4. *Kehalusan sutera* : 33 D

Kehalusan dinyatakan dari berat filamen untuk panjang tertentu dan dihitung rata-ratanya. Setiap berat filamen dinyatakan dalam gram dan panjang filamen dinyatakan dalam 9000 meter dan disebut denier.

5. *Mulur* : 3,3%

Mulur benang sutera untuk dapat kembali ke panjang semula adalah 4%. Tetapi apabila mulurnya lebih dari 4% maka pemulihannya akan lambat dan tidak akan kembali ke panjang semula.

6. *Kekuatan tarik* : 4,5 gram / denier

Sutera adalah serat alam yang paling kuat. Panjang seratnya yang tidak terputus dalam pilinan benang memberikan faktor kekuatan yang lebih besar apabila dibandingkan dengan serat alam lainnya.

Sedangkan secara fisik kekuatan tarik benang sutera dalam keadaan kering berkisar antara 4%-4,5% gram / denier. Dalam keadaan basah 3,5%-4%

Serat yang kuat akan lebih kaku daripada serat yang sedang atau kurang kekuatannya. Karena itu untuk kain-kain yang harus mempunyai pegangan atau rabaan yang lembut disarankan untuk menggunakan serat-serat yang kekuatannya sedang atau kurang. Tetapi hal ini tidak berarti harus menggunakan serat yang lemah kekuatannya untuk membuat kain yang baik

2.3. Sifat Fisik dan Mekanik

2.3.1. Kadar Serisin

Pembentukan lapisan filamen kokon terdiri dari 75 % fibroin dan 25 % serisin selebihnya mengandung malam, lemak, karbohidrat, abu dan zat warna. Fibroin merupakan bagian utama dari serat sutera sedangkan serisin merupakan pelindung yang mengelilingi fibroin dan menyatukan filamennya

Berat jenis filamen sutera yang terdiri dari fibroin dan serisin biasanya berkisar antara 1,32 dan 1,4 dengan berat jenis serisin 0,06 lebih berat dari fibroin. Karena serisin merupakan pelindung yang mengelilingi fibroin dan menyatukan filamennya maka pada proses degumming, serisin harus dikurangi yang berfungsi untuk mengubah sifat dari sutera.(Soeprijono,1974).

Pilinan benang sutera yang masih mengandung serisin harus dihilangkan dalam proses pencucian sabun berikutnya, dimana hal ini untuk menghilangkan kilauan dan kelembutan alami sutera. 25% dari serat sutera hilang pada proses degumming. Saat serisin dihilangkan, serat sutera maupun kain sutera berwarna putih kecoklatan, berkilau dan sangat lembut.(Corbman,1983).

2.3.2 Sifat Fisik dan Struktur Serat

Serat sutera memiliki afinitas yang sangat baik terhadap perendaman. Dengan cepat dapat menyerap asam, basa dan pencelupan langsung. Dalam semua kondisi, sutera mudah menyerap saat pencelupan, tetapi resisten pada cahaya adalah kelemahannya.

Serat sutera secara umum dapat menyerap sekitar 11% dari berat kelembabannya. Sutra mempunyai sifat lentur (ditambah dengan elastisitas dan kekenyalan) memberikan drapability yang sangat baik. Pada udara lembab serat sutera dapat menyerap air 30% dengan tidak terasa basah. (Corbman,1983)

Kehalusan dinyatakan dari berat filamen untuk panjang tertentu dan dihitung rata-ratanya. Setiap berat filamen dalam gram untuk panjang filamen 9000 m disebut denier.(Djumaeri,1977).

2.3.3. Struktur Molekuler

Kandungan benang sutera adalah protein yang sederhana yaitu, fibroin. Ada 4 type sederhana yang menyusun fibroin (- H ; - CH₃ ; -CH₂OH dan -CH₂  OH).

Benang sutera mentah mempunyai komposisi sebagai berikut :

Fibroin (serat)	76 %
Serisin (perekat).....	22 %
Lilin.....	1,5 %
Garam-garam	0,5 %

Fibroin adalah protein yang tidak mengandung belerang, tidak larut dalam alkali lemah dan sabun. Serisin adalah protein yang tidak mengandung belerang dan merupakan protein albumin yang tidak larut dalam air dingin, tetapi menjadi lunak di dalam air panas dan larut dalam alkali lemah dan sabun. Serisin menyebabkan benang sutera mentah pegangannya kaku dan kasar dan merupakan pelindung benang selama pengerjaan mekanik. Supaya kain sutera menjadi lembut, berkilau dan dapat dicelup

maka serisannya harus dihilangkan, biasanya dengan pemasakan di dalam larutan sabun. Dalam pemasakan ini lilin dan garam-garam mineral juga ikut hilang. (Djumaeri, 1977) Secara fisik kekuatan tarik benang sutera dalam keadaan kering berkisar antara 4 – 4,5 gram/denier, sedangkan dalam keadaan basah 3,5 – 4 gram/ denier. Sedangkan mulur benang dapat kembali ke panjang semula setelah mengalami mulur 4%, tetapi apabila mulurnya lebih dari 4 % maka pemulihannya akan lambat dan tidak akan kembali ke panjang semula. Berat jenis benang sutera adalah 1,33 dan moisture regainnya sebesar 11% untuk benang sutera mentah tetapi setelah dihilangkan akan menjadi 10%. Sifat daya tahan sinar ultraviolet kurang tahan atau kurang baik. Pemanasan pada suhu 140°C dengan waktu yang cukup lama maka akan menyebabkan perubahan warna pada sutera dan kekuatannya akan menurun. Pada suhu 170°C dapat mengalami kerusakan. Penyinaran yang lama dengan sinar matahari langsung akan mengurangi kekuatan. Sedangkan penyinaran selama 6 jam dengan sinar ultraviolet menyebabkan kemunduran kekuatan sebesar 50%. Sutera merupakan konduktor yang jelek. Penggosokan dalam keadaan kering menyebabkan sutera segera bermuatan listrik. (Soeprijono, 1974).

2.3.4. Struktur Benang

Pada dasarnya benang dapat dibentuk strukturnya ke dalam tiga jenis yaitu : benang tunggal, benang rangkap dan benang gintir.

Benang tunggal dalam hal ini disebut sebagai benang monofilamen, sehingga semua sifat benangnya sama dengan sifat-sifat seratnya, baik sifat fisik, kimia maupun mekanik. Sedangkan benang rangkap disebut benang multifilamen, dimana jumlah filamen akan menentukan sifat kainnya. Banyak sifat benang-benang ini yang dipengaruhi oleh jumlah filamen tetapi yang paling utama adalah kekuatan dan porositas benangnya. Untuk nomor benang yang sama, semakin banyak jumlah filamen, akan menurunkan kekuatan

tarik benangnya, karena semakin banyak jumlah filamen, nomor benangnya akan semakin kecil (nomor langsung), sehingga apabila benang ditarik, salah satu filamennya akan cepat putus.

Sedangkan benang gintir adalah pemberian puntiran yang diberikan kepada benang multifilamen. Selain untuk mendapatkan sifat-sifat kain yang diinginkan, tujuan pemberian puntiran adalah untuk menyatukan filamen-filamennya agar tidak menyebar atau terlepas, sehingga proses-proses selanjutnya yang harus dilewati oleh benang tersebut dapat berjalan dengan lancar. Tidak seperti halnya pada benang pintal, puntiran yang diberikan pada benang multifilamen justru akan menurunkan kekuatan tariknya.(Dalyono,2002).

Namun demikian adanya puntiran pada benang multifilamen merupakan hal yang sangat penting untuk mencapai daya tahan terhadap abrasi atau gosokan dan kerusakan-kerusakan lainnya yang ditimbulkan oleh tegangan maupun tekanan.(Morton,1962).

2.3.5 Pengelembungan Serat (Swelling)

Apabila serat dibasahi dengan air dan kemudian panjang dan diameternya diukur, ternyata pertambahan diameter jauh lebih besar dari perpanjangannya, dibandingkan dengan ukuran aslinya. Pertambahan diameter dari serat sutera adalah 19% sedangkan pertambahan panjang serat sutera berkisar 1,7 %.

Apabila serat-serat menyerap air, maka serat-serat akan berubah dalam beberapa dimensi yaitu : pembengkakan secara aksial dan pembengkakan pada penampang melintang serat. Hal ini mempunyai akibat teknis dalam stabilitas dimensi dari kain, utamanya pembengkakan pada penampang melintang yang biasanya menghasilkan penyusutan twist atau struktur-struktur yang ada hubungannya dengan pembengkakan serat. Ini juga berarti bahwa pori-pori dari kain yang rapat seluruhnya akan merintanginya apabila

serat-serat dalam benang membengkak dan kemudian serat-serat tidak tembus/kedap terhadap air. Pembengkakan juga suatu faktor yang penting dalam proses creeping, pengeringan dan pencelupan. Apabila serat dimasukkan ke dalam air, molekul-molekul air masuk ke dalam serat dan tidak berada diantara rantai-rantai molekul serat tersebut menjadi lebih besar karena terdesak oleh molekul-molekul air.

Pembengkakan serat dapat dinyatakan dalam hubungannya dengan kenaikan diameter, luas, panjang dan volume dengan cara sebagai berikut :

- a. Pembengkakan diameter pada penampang melintang serat,

Artinya = kenaikan kecil di dalam diameter.

$$SD = \frac{\Delta D}{D}$$

- b. Luas pembengkakan pada penampang melintang serat,

Artinya = kenaikan kecil pada luas penampang serat.

$$SA = \frac{\Delta A}{A}$$

- c. Pembengkakan aksial serat,

Artinya = kenaikan kecil dalam panjang serat.

$$SL = \frac{\Delta L}{L}$$

- d. Pembengkakan volume serat,

Artinya = kenaikan kecil dalam volume

$$SV = \frac{\Delta V}{V}$$

Hubungan antara pengurangan untuk dua parameter bebas mempunyai efek pada bentuk serat. Sebagai contoh dalam serat bahwa keseragaman panjangnya terdapat di sepanjang serat dan akan di dapat formula sebagai berikut :

$$V = A L$$

Dimana $V =$ volume

$A =$ luas penampang melintang

$L =$ panjang

Dengan demikian :

$$V + \Delta V = (A + \Delta A) (L + \Delta L)$$

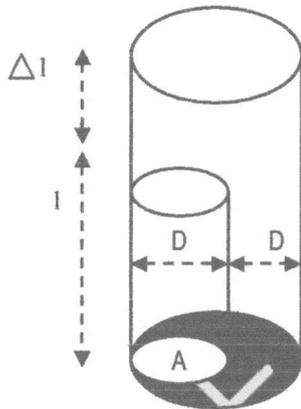
Dan

$$SV = \frac{\Delta V}{V} = \frac{(A + \Delta A)(L + \Delta L) - AL}{AL}$$

$$= \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta A \times \Delta L}{AL}$$

$$= SL + SA + SA \cdot SL$$

Hal ini dapat dilihat bahwa bentuk lingkaran penampang melintang serat sebagai berikut :



Gambar 2.3
Perubahan dalam dimensi serat pada proses pembengkakan

$$SA = 2 SD + S^2D$$

Pengukuran pembengkakan serat

Pembengkakan serat dapat diukur dengan mengukur beberapa faktor ;

Pembengkakan volume serat

Apabila contoh dengan berat 1 gram dikeringkan maka akan didapat:

$$v = \frac{1}{\rho_0}$$

Dan

$$\begin{aligned} V + \Delta V &= \frac{(1 + m)}{\rho_s} \\ &= \frac{(1 + r / 100)}{\rho_s} \end{aligned}$$

Dimana

ρ_0 = densitas serat dalam keadaan kering

ρ_s = densitas serat dalam keadaan membengkak

m = massa air yang terserap

r = regain (%)

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1. Uraian proses

Untuk membuat benang sutera dalam bentuk benang twist dengan bahan baku benang sutera mentah dalam bentuk raw silk masih memerlukan beberapa macam proses yang harus dilakukan sebelum dilakukan proses pemintalan.

3.1.1. Benang sutera mentah (raw silk)

Hasil akhir dari pemintalan raw silk yaitu benang sutera mentah. Yang dihasilkan dari kokon, tanpa dicuci atau dibuang lapisan serisannya. Benang ini belum siap untuk ditenun menjadi kain. Benang sutera tersebut masih harus diolah lagi menjadi benang twist agar siap untuk ditenun menjadi kain sutera. Untuk mengurangi jumlah serisin yang mungkin masih tertinggal dalam benang sutera mentah itu maka harus dihilangkan dengan proses degumming. Proses degumming dimaksudkan untuk menghilangkan lapisan serisin yang masih ada di dalam benang sutera. Benang sutera tersebut direndam dalam air yang hangat. Air untuk memasak kokon harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

- 1) Jernih, bersih dan bebas dari segala macam kotoran
- 2) Netral atau sedikit alkalis dengan pH 6,5 – 8,5
- 3) Kesadahannya 8° – 10° (kesadahan Jerman)



3.1.2. Proses Doubling/Perangkapan

Proses ini disebut juga proses pemberian antihan rendah. Pada proses ini benang-benang dari dua haspel atau lebih dirangkap dan diberi antihan atau tanpa antihan,

sehingga membentuk suatu benang dengan nomor benang yang diinginkan. Dalam proses perangkapan ini benang akan dirangkap dua.

Proses doubling biasa disebut juga dengan proses perangkapan benang. Mesin rangkap benang sebenarnya adalah juga mesin reeling biasa baik teknik kerjanya, bentuknya, hasilnya dan cara kerja serta peralatan lainnya sama seperti mesin-mesin reeling biasa. Penggulungan beberapa helai benang pada haspel dilakukan sekaligus dan tiap helai benang melewati alat pengatur tegangan dan stop motion, sehingga kemungkinan kesalahan-kesalahan karena perbedaan tegangan dari masing-masing helai benang dapat dicegah, begitu pula kemungkinan salah rangkap dapat dihindari.

Ada tiga sistem cara penggulungan, yaitu :

1. Cara Chamboan / Perancis

Dengan cara ini, sekelompok filamen dililitkan pada kelompok filamen lainnya sehingga terbentuk gintiran pada masing-masing kelompok filament.

2. Cara Travelle / Itali

Pada cara ini, sekelompok filamen digintir dengan cara melilitkan filamen tersebut pada seutas benang sehingga terbentuk gintiran pada kelompok filamen tersebut.

3. Cara Kennel

Cara ini merupakan gabungan atau modifikasi dari dua cara sebelumnya dimana sekelompok filamen dilewatkan pada roll (peluncur), kemudian dililitkan pada kelompok filamen itu sendiri sepanjang kurang lebih 1 inchi atau 8 – 12 lilitan.

3.1.3. Twisting/ Penggintiran

Proses twisting adalah proses pemberian antihan pada sehelai benang atau lebih, jumlah puntiran dinyatakan dalam jumlah puntiran per satuan panjang (inchi, meter dan cm) sedang arah puntiran dinyatakan dengan arah S dan Z



Arah puntiran S



arah puntiran Z

Gambar 3.1
Skema arah puntiran benang

Benang twist S adalah benang yang arah puntirannya berlawanan dengan arah jarum jam sedangkan untuk benang twist Z yaitu sebaliknya atau biasa disebut twist kanan.

Penggunaan benang twist S maupun Z tergantung dari desain dan pegangan (faktor handling) dari kain. Benang twist S jarang dipakai, sedang benang twist Z dipakai untuk produksi normal

Fungsi dari twisting untuk memberikan gintiran pada benang sehingga menjadikan benang lebih kuat. selain itu filamen dari benang sutera tersebut dapat dilindungi dari kerusakan. Benang-benang yang tidak ditwist hampir tidak mungkin tidak rusak apabila ditenun atau dirajut. Dalam proses penggintiran / twisting ini juga dilakukan proses oiling yang mempunyai tujuan untuk mengurangi gesekan yang disebabkan twist yang cukup tinggi. Dimana hal ini juga dapat mengurangi sifat elektrostatis dari benang sutera dan putus benang dapat dikurangi

Dan pada umumnya proses twisting juga untuk mendapatkan kekuatan dan nomor benang tertentu yang sesuai dengan tujuan pada proses selanjutnya serat dapat meningkatkan mutu dan kenampakan (performance) dari benang maupun kain yang ditenun dari benang tersebut.

Jika akan menggunakan benang single, maka harus ditwist lebih dahulu agar kuat menahan gesekan sewaktu ditenun.

Dalam proses twisting/penggintiran ada 4 faktor yang bervariasi yaitu :

1. Jumlah benang yang pilinan.
2. Jumlah pilinan, yang biasa ditunjukkan dalam jumlah pilinan per meter (TPM)
3. Jumlah perangkapan (1, 2, 3 dst)
4. Jenis penggintiran (S atau kombinasi S-Z, dimana S adalah pilinan ke kiri dan Z pilinan ke kanan)

Benang sutera mentah masih memerlukan beberapa proses dalam penggintiran agar dapat ditenun. Adapun prosesnya sebagai berikut :

1. Benang-benang berupa ukelan digulung kembali dalam spoel.
2. Benang dirangkap 2,3 atau disesuaikan dengan permintaan dan kegunaan dari benang sutera tersebut untuk dijadikan satu dan digintir.
3. Benang yang sudah digintir tersebut dikukus atau dimasukkan ke dalam kamar uap untuk menjaga agar jangan sampai berubah.
4. Benang yang sudah dikukus tersebut dibuat ukelan kembali untuk menghilangkan perekat atau serisannya.

Dalam proses penggintiran ini benang sutera yang akan dibuat menggunakan arah puntiran Z dengan jumlah puntiran 12 putaran/inchi.

Hasil dari proses twisting ini disebut benang gintir.dalam bentuk kelosan atau paletan.

Benang yang sudah digintir merupakan benang sutera twist yang siap untuk dipasarkan.

Berdasarkan jalannya benang, mesin gintir digolongkan atas:

1. Penggintiran turun.(down twister)

Pada sistem ini jalannya benang yang dikerjakan dari rak kelos sampai digulung pada bobbin dari atas ke bawah (down process). Pada umumnya digunakan untuk penggintiran benang-benang staple.

2. Penggintiran naik (up twister)

Prinsip kerjanya adalah gulungan benang disuapkan, diputar untuk memberikan puntiran pada benang tersebut. Benang dalam gulungan yang disuapkan ini adalah benang rangkap. Kemudian benang yang telah digintir tersebut digulung dalam bentuk silinder atau cones..

Gulungan benang yang disuapkan dipasang pada spindle yang terletak dibagian bawah dari mesin dan spindelnya diputar selama proses berlangsung, sehingga benangnya terpuntir. Peralatan penggulangannya menggunakan drum friksi dan terletak di bagian atas mesin. Karena jalannya benang yang di proses adalah dari bawah ke atas maka mesin ini disebut up twister. Pada umumnya digunakan untuk menggintir benang-benang filamen. Oleh karena itu perancangan pabrik ini menggunakan mesin penggintiran naik.

Hasil dari proses twisting/penggintiran ini disebut benang gintir. Dalam penggintiran ada dua cara yang dapat dipakai :

1. Perangkapan langsung dilakukan diatas mesin gintir. Pada cara ini setiap kelosan benang single diletakkan pada rak bobbin diatas mesin. Beberapa helai benang single ditarik bersama-sama melalui rol pengantar, ke delivery roll, terus digintir dan digulung pada bobbin spindle dari mesin gintir. Keuntungan cara ini adalah prosesnya pendek, tidak memerlukan mesin perangkap. Kekurangannya adalah tiap helai sukar dikontrol keadaanya maupun tegangannya, sehingga sering diperoleh

hasil gintiran yang kurang rata. Untuk mesin yang tidak dilengkapi dengan stop motion, pada setiap pengantar benang single, kemungkinan besar terjadi salah gintir.

2. Cara tidak langsung. Beberapa helai benang single dirangkap terlebih dahulu pada mesin rangkap. Keuntungannya dari cara ini adalah: tegangan tiap-tiap helai benang terkontrol. Tiap-tiap bobbin telah berisi benang ranglap, sehingga pada waktu diproses (ditarik) pada mesin gintir, kemungkinan putus benang kecil. Kemungkinan akan terjadinya salah gintir kecil, efisiensi produksi dapat ditingkatkan, selain itu mutu dari benangpun dapat ditingkatkan.

Secara teoritis besarnya twist (gintiran) adalah sama dengan banyaknya putaran spindle dibagi oleh kecepatan penggulungan bobbin untuk waktu yang sama

$$\text{Twist per inchi} = \text{RPM spindle} / \text{kecepatan keliling bobbin}$$

Perubahan TPI dapat dilaksanakan dengan jalan merubah rangkaian roda-roda gigi yang menghubungkan drum friksi

3.1.4. Pengelosan

Fungsi dari mesin kelos ialah untuk menggulung kembali benang-benang dari bentuk untai, bobbin, bobbin cakra, cheese atau cone menjadi bentuk sesuai dengan penggunaan berikutnya. Selain itu juga bisa untuk meningkatkan mutu dari benang yang diproses, misalnya menghilangkan kotoran (slub), sambungan yang besar dan bagian benang yang lemah sehingga mendapatkan benang yang bersih dan rata.

Dalam proses pengelosan benang sutera ini akan digunakan mesin pengelosan dengan menggunakan bobbin cakra karena dalam pembuatannya, benang sutera termasuk jenis benang yang licin sehingga diharapkan dalam proses pengelosan ini tidak terjadi slip. Benang sutera mentah yang berasal dari reeling dalam bentuk strength digulung pada mesin kelos ke dalam bobbin cakra agar sesuai dengan penggunaan selanjutnya.

Ada beberapa macam type mesin kelos yang digunakan dalam proses pengelosan, namun pada dasarnya ditinjau dari cara kerjanya satu dan lainnya tidak ada bedanya, yaitu fungsinya sebagai penggulung benang.

Macam-macam mesin kelos dapat dibagi :

1. Mesin kelos eksentrik
2. Mesin kelos bersayap
3. Mesin kelos silinder beralur eksentrik
4. Mesin kelos silinder beralur spiral
5. Mesin kelos khusus untuk bobbin cakra

Dalam perancangan ini digunakan mesin kelos khusus untuk bobbin cakra, dimana penggulungan benangnya adalah penggulungan benang sejajar.

Bobbin ini juga berbentuk silinder, hanya pada kedua belah ujungnya diberi piringan atau cakra. Perbedaannya dengan bobbin silinder adalah pada kedua samping bobbin terdapat piringan (cakra). Penggunaannya juga serupa dengan bobbin silinder yaitu benang digulung dengan arah sejajar atau bersilangan.

Fungsi dari bobbin cakra adalah sebagai penahan agar gulungan benang di tiap-tiap pinggir bobbin tidak meleset atau jatuh. Terutama sekali untuk benang-benang yang licin yang sering mengalami pemindahan tempat.

Untuk memperoleh bentuk gulungan silinder biasa maupun yang berbentuk tong, maka pengantar benang dilengkapi dengan beberapa eksentrik.

3.1.5. Re reeling

Proses re reeling adalah proses pemindahan benang sutera yang sudah dipintal dari reel dengan keliling yang lebih kecil ke reel yang lebih besar dengan keliling 1,5 m (rangka kayu segi enam), untuk membuat untaian benang sutera dengan panjang, lebar

dan berat yang sesuai dengan standar yang diinginkan juga untuk menurunkan tegangan yang ada pada reel kecil. (Sukirman AtmoSudarjo,2000)

Dalam proses re reeling ini yang perlu diperhatikan adalah (Mulyana Ade,2001) ;

- Haspel-haspel kecil yang telah penuh dengan gulungan benang sutera dari mesin reeling diterima dan diatur sebelum proses lebih lanjut pada mesin re reeling
- Haspel-haspel tersebut terlebih dahulu direndam dalam air bersih sampai rata bagian dalam (jika proses pemintalan dari reeling ke re reeling memerlukan waktu lebih dari satu hari) supaya benang sutera mudah diambil atau diurai kembali.
- Benang pada haspel kecil (sesudah direndam) lalu dikeringkan.Tiap gulungan benang ditentukan beratnya sehingga menghasilkan gulungan-gulungan benang yang sama dan dikemas rapi.

Ada beberapa hal yang perlu dijaga selama proses re reeling terjadi , yaitu ;

1. Harus dicegah ujung benang ganda.
2. Jangan memproduksi untaian yang tidak rata.
3. Ada waktu benang putus harus disambung setelah reel besar dihentikan untuk mencegah terjadinya simpul yang panjang.
4. Ujung benang disatukan dan untaian dianyam menjadi beberapa bagian.

3.1.6. Heat Setting

Dalam proses heat setting benang yang sudah mengalami proses penggintiran/twisting dilakukan pengukusan atau oven. Benang yang sudah diberi twist dimasukkan ke dalam oven pada suhu 75° C dengan waktu 30 menit. Dalam proses ini dimaksudkan agar twist atau gintiran tidak lepas atau pudar. Proses heat setting yang dikenakan pada benang adalah untuk menstabilkan twist, sehingga proses ini disebut

sebagai twist setting. Ada tiga faktor yang sangat penting dalam proses twist setting yaitu :suhu/temperatur, waktu dan tekanan. Pada umumnya faktor-faktor yang disetel adalah temperatur dan waktu proses, sedangkan untuk tekanan hanya ada alat indicator yang menunjukkan besarnya tekanan dalam ruang proses. Kesalahan penyetelan parameter dari faktor tersebut walaupun hanya pada salah satu faktor saja akan berakibat fatal pada benang yang akan diproses. Misalnya jika setelan parameter temperatur melebihi ketentuan, maka proses twist setting dapat mengakibatkan benang menjadi berkurang shrinkagena, atau jika temperatur terlalu tinggi maka benang akan menjadi rapuh. Dan juga sebaliknya, maka hasilnya adalah benang belum stabil, kalau twistnya cukup tinggi maka benang masih mudah merintil (snarl).

Lamanya proses heat setting sangat tergantung pada temperatur, perantara yang digunakan (udara panas atau uap panas), dan karakteristik serat yang diproses.

Jalannya proses twist setting pada mesin vacuum steamer adalah :

1. Benang yang akan diproses digulung pada bobbin yang berlubang-lubang (bobbin ini harus tahan panas dan tekanan).
2. Kemudian bobbin-bobbin yang berisi benang tersebut disusun dalam suatu bak yang berlubang-lubang yang terbuat dari aluminium (lubang-lubang pada bobbin dan bak tempat bobbin adalah untuk jalannya uap sehingga lebih mudah terpenetrasi ke dalam benang)
3. Kemudian bak-bak berisi bobbin benang tersebut disusun dalam suatu rak/kereta yang dimensinya sesuai dengan besarnya vacuum steamer (sehingga rak/kereta tersebut dapat dimasukkan ke dalam vacuum steamer).
4. Rak/kereta dimasukkan ke dalam vacuum steamer.
5. Menutup pintu mesin vacuum steamer dengan rapat.

6. Menyetel parameter temperatur dan waktu, serat setelan-setelan yang lain pada panel kontrol dari mesin vacuun steamer.
7. Kemudian memulai proses heat setting.

3.1.7. Benang sutera Twist

Benang sutera yang baik adalah benang sutera yang dapat menghasilkan kain yang baik pula, bebas dari cacat kain yang disebabkan oleh benang sutera dan dengan jumlah limbah yang minimum.

Pada perancangan ini produk yang akan dibuat adalah benang sutera dengan nomor benang 33 D dengan arah twist Z dan benang yang akan dirangkap ada 2 benang dengan jumlah twist 12. Benang gintir adalah benang yang tersusun dari 2 benang single atau lebih dan digintir satu sama lain.

Tujuan dari pembuatan benang gintir adalah :

1. Untuk mendapatkan benang yang lebih kuat
2. Untuk membuat benang yang mempunyai sifat tertentu, misalnya lembut, keras, kaku, fleksibel dan lain-lain.
3. Untuk mendapatkan benang dengan diameter yang lebih besar.
4. Untuk mendapatkan benang hias.
5. Untuk mendapatkan benang yang lebih rata.

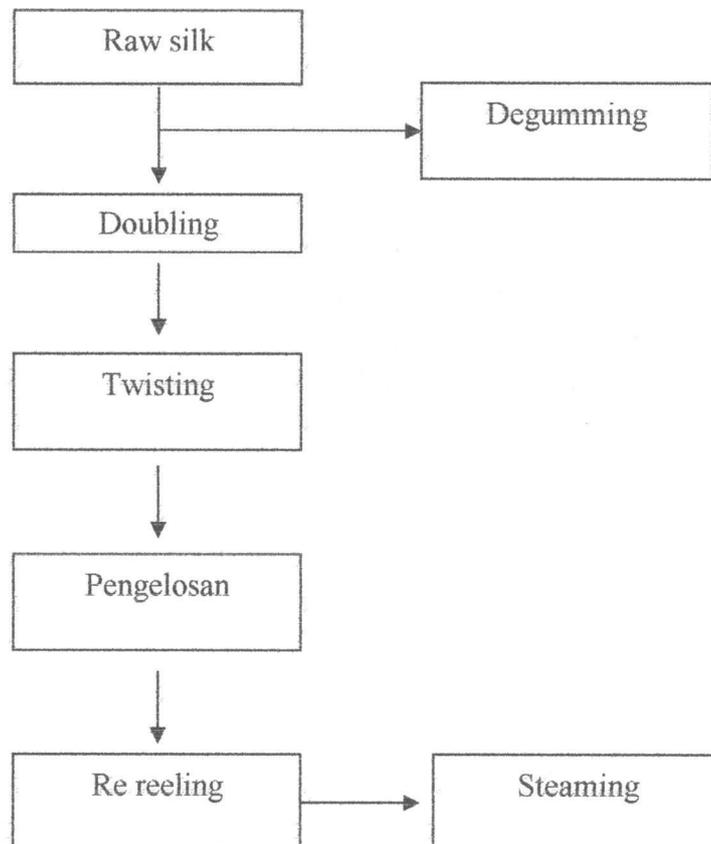
Faktor-faktor yang mempengaruhi sifat dari benang gintir yang dihasilkan, yaitu jumlah gintiran yang diberikan, arah antihian dari benang pembentuknya, kehalusan serat dan kehalusan benang pembentuknya. Apabila arah gintiran dan arah antihian dari benang tunggalnya berlawanan, maka akan didapatkan benang gintir yang lembut. Sebaliknya, apabila arah antihian benang tunggalnya dan arah gintirannya sama maka akan diperoleh

benang gintir yang keras. Pada benang filamen seperti benang sutera kehalusan serat berpengaruh terhadap kekasaran benang. Makin halus serat atau benang pembentuknya, maka benang gintir yang dihasilkan akan makin fleksibel.

3.1.8. Packing

Tujuan untuk mencegah kerusakan dan keausan dari benang sutera yang telah jadi selama pengangkutan dan penanganan, dan kerusakan atau pemburukan yang disebabkan karena lembab, gosokan atau serangga dan untuk mempertahankan mutu sutera.

3.2. Desain Proses



Gambar 3.2
Diagram Alir Proses Pembuatan Benang Sutera High Twist

3.3. Spesifikasi Mutu

Tujuannya adalah untuk menstandarkan mutu dari setiap jumlah benang sutera dan membuat hasil agar tampak lebih menarik dan mempertinggi nilai produk.

3.3.1. Pengujian benang sutera (yarn twist)

Pengujian utama untuk benang sutera yang diterapkan dalam perdagangan adalah ketidakrataan, kehalusan benang dan putus benang. sebagai uji tambahan dilakukan uji kekuatan tarik (tenacity), uji mulur benang dan juga inspeksi visual dari packing (pengepakan dan finishingnya).

Ketidakrataan ukuran kehalusan dari filamen kokon yang digunakan sebagai bahan baku benang sutera dan kurangnya skill dan ketrampilan teknik, menyebabkan benang sutera tidak dapat rata ukuran kehalusannya. Ada dua macam ketidakrataan yaitu: ketidakrataan jangka pendek dan ketidakrataan jangka panjang. Ketidakrataan jangka pendek diuji dengan catat ketidakrataan, sedang ketidakrataan jangka panjang diuji dengan deviasi standarnya.

3.3.2. Penanganan limbah

Limbah pada perancangan pabrik ini cenderung tidak membahayakan karena limbahnya berupa limbah padat. Limbah ini berupa sisa-sisa dari proses yang tidak sesuai dengan standar yang ditentukan sebelumnya atau benang yang rusak. Penanganan limbah ini dapat dengan cara menjual limbah-limbah tersebut ke perusahaan pemintalan yang membutuhkan serat-serat staple atau membakar sisa yang tidak dapat dimanfaatkan kembali.

Besar kecilnya limbah tergantung kepada beberapa faktor antara lain :

1. Mutu bahan.

2. Macam mesin yang digunakan.
3. Orang yang melayani mesin.
4. Macam benang yang diproses.

3.4. Spesifikasi mesin

1. Mesin Doubling

Buatan	: Balai Besar Tekstil
Tahun	: 2001
Kecepatan Motor	: 1400 RPM
Jumlah	: 5
Jumlah Kelos	: 15
Effisiensi	: 90 %

2. Mesin Twisting

Buatan	: Balai Besar Tekstil Bandung
Tahun	: 2001
Kecepatan motor	: 1400 RPM
Jumlah	: 8
Jumlah drum	: 40
Effisiensi	: 90%

3. Mesin Kelos

Buatan	: Balai Besar Tekstil Bandung
Tahun	: 2000
Kecepatan motor	: 1400 RPM
Jumlah	: 5
Jumlah kelos	: 25

- Effisiensi : 90%
4. Mesin Re reeling
- Buatan : Balai Besar Tekstil
- Tahun : 2001
- Kecepatan motor : 1420 RPM
- Jumlah : 3
- Jumlah kincir : 15
- Effisiensi : 90 %
5. Steam / Heat Setting
- Kapasitas : 6 kg
- Waktu pengeringan : 25 menit
- Temperatur : 50 C – 70 C
- Waktu 1 hari kerja : 8 jam

3.5. Perencanaan Produksi, Kebutuhan Mesin dan Kebutuhan Bahan

Menghitung rencana produksi dan jumlah mesin dengan kapasitas produksi 12 ton/tahun

a. Mesin Doubling / Perangkapan

Diketahui data :

Kecepatan Motor = 1400 RPM

Diameter roda gigi Pm = 0,45 m

Diameter roda gigi P1 = 1,6 m

Diameter roda gigi P2 = 0,3 m

Diameter roda gigi P3 = 0,7 m

Diameter roda gigi F1 = 1,3 m

$$\text{Diameter roda gigi F2} = 0,3 \text{ m}$$

$$\text{Diameter kelos} = 0,09 \text{ m}$$

- Kecepatan Permukaan (Ss Kelos)

$$= \text{Kecepatan Motor} \times \frac{Pm}{P1} \times \frac{P2}{P3} \times \frac{F1}{F2} \times \pi \times D_{kelos}$$

$$= 1400 \times \frac{0,45}{1,6} \times \frac{0,3}{0,7} \times \frac{1,3}{0,3} \times 3,14 \times 0,09$$

$$= 206,65 \text{ m / menit}$$

- Produksi / Jam / Kelos

$$= \frac{S_{skelos} \times 60 \text{ menit / jam} \times \text{effisiensi} \times \text{No. benang} \times \text{jumlah rangkap}}{9000}$$

$$= \frac{206,65 \text{ m / menit} \times 60 \text{ menit / jam} \times 0,9 \times 33 \text{ gram / meter} \times 2}{9000 \text{ meter}}$$

$$= 81,83 \text{ gram/jam/kelos}$$

- Produksi / Jam / Mesin

$$= \text{Produksi/jam} \times \text{jumlah kelos}$$

$$= 81,83 \text{ gram/jam/kelos} \times 15 \text{ kelos}$$

$$= 1227,45 \text{ gram/jam/mesin}$$

- Kapasitas Produksi

$$= \frac{12.000.000 \text{ gram / tahun}}{8 \text{ jam / hari} \times 26 \text{ hari / bulan} \times 12 \text{ bulan / tahun}}$$

$$= 4807,69 \text{ gram/jam}$$

- Target Produksi Mesin Doubling / Jam

$$= \text{kapasitas produksi} \times \text{limbah}$$

$$= 4807,69 \text{ gram/jam} \times \frac{100}{99}$$

$$= 4856,25 \text{ gram/jam}$$

- Kebutuhan Mesin Doubling

$$= \frac{\text{target produksi mesin doubling / jam}}{\text{produksi / jam / mesin}}$$

$$= \frac{4856,25 \text{ gram}}{1227,45 \text{ gram}}$$

$$= 3,9 \text{ mesin}$$

$$= 4 \text{ mesin}$$

- Produksi / Jam / 4 mesin

$$= \text{produksi/jam/mesin} \times 4 \text{ mesin}$$

$$= 1227,45 \text{ gram/jam/mesin} \times 4 \text{ mesin}$$

$$= 4909,8 \text{ gram/jam/4 mesin}$$

b. Mesin Twisting / Gintir

Diketahui data :

Kecepatan Motor = 1400 RPM

Diameter roda gigi P1 = 0,0890 m

Diameter roda gigi P2 = 0,254 m

Diameter roda gigi P4 = 0,685 m

Diameter roda gigi S1 = 0,015 m

Diameter roda gigi T1 = 0,35 m

Diameter roda gigi T2 = 0,21 m

Diameter roda gigi T3 = 0,74 m

Diameter roda gigi T4 = 0,23 m

Diameter roda gigi T9 = 0,39 m

Diameter roda gigi TCW = 0,13 m

$$\text{Diameter drum (D1)} = 0,88 \text{ m}$$

- Putaran Spindle

$$\begin{aligned} &= \text{Kecepatan motor} \times \frac{P1}{P2} \times \frac{P4}{S1} \\ &= 1400 \text{ RPM} \times \frac{0,089\text{m}}{0,254\text{m}} \times \frac{0,685\text{m}}{0,015\text{m}} \\ &= 22.405,83 \text{ putaran/menit} \end{aligned}$$

- Ss Drum / Kecepatan Permukaan

$$\begin{aligned} &= \text{Kecepatan motor} \times \frac{P1}{P2} \times \frac{TCW}{T9} \times \frac{T4}{T3} \times \frac{T2}{T1} \times \pi \times D.\text{drum} \\ &= 1400 \text{ RPM} \times \frac{0,089\text{m}}{0,254\text{m}} \times \frac{0,13\text{m}}{0,39\text{m}} \times \frac{0,23\text{m}}{0,74\text{m}} \times \frac{0,21\text{m}}{0,35\text{m}} \times 3,14 \times 0,88\text{m} \\ &= 84,26 \text{ putaran/m} \end{aligned}$$

- TPM (Twist Per Meter)

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{putaran .spindel}}{\text{Ss .drum}} \\ &= \frac{22.401,83 \text{putaran / menit}}{84,26\text{m / menit}} \\ &= 265,86 \text{ putaran/m} \end{aligned}$$

- Produksi / Jam / Drum

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Ss.drums} \times 60\text{menit / jam} \times \text{effisiensi} \times \text{no.benang}}{9000\text{m}} \\ &= \frac{84,26 \text{putaran/ m} \times 60\text{menit / jam} \times 0,9 \times 33\text{denier}}{9000\text{m}} \\ &= 16,68 \text{ gram/jam/drum} \end{aligned}$$

- Produksi / Jam / Mesin

$$\begin{aligned} &= \text{produksi/jam/drum} \times \text{jumlah drum} \\ &= 16,68 \text{ gram/jam/drm} \times 40 \text{ drum} \end{aligned}$$

$$= 667,2 \text{ gram/jam/mesin}$$

- Target Produksi Mesin Gintir / Jam

$$= \text{target produksi 4 mesin doubling/jam} \times \% \text{ limbah}$$

$$= 4908,8 \text{ gram/jam} \times \frac{100}{99}$$

$$= 4959,39 \text{ gram/jam}$$

- Kebutuhan Mesin Gintir

$$= \frac{\text{target produksi mesin gintir}}{\text{produksi / jam / mesin}}$$

$$= \frac{4959,39 \text{ gram/jam}}{667,2 \text{ gram/jam}}$$

$$= 7,43$$

$$= 7 \text{ mesin}$$

- Produksi / Jam / 7 mesin

$$= \text{produksi/jam/mesin} \times \text{kebutuhan mesin gintir}$$

$$= 667,2 \text{ gram/jam/mesin} \times 7 \text{ mesin}$$

$$= 4670,4 \text{ gram/jam/7 mesin}$$

c. Mesin Kelos

Diketahui data :

Kecepatan Motor = 1400 RPM

Diameter roda gigi Pm = 0,45 m

Diameter roda gigi P1 = 1,6 m

Diameter roda gigi P2 = 0,3 m

Diameter roda gigi P3 = 0,7 m

Diameter roda gigi F1 = 1,3 m

Diameter roda gigi F2 = 0,3 m

$$\text{Diameter kelos} = 0,09 \text{ m}$$

- Kecepatan Permukaan (Ss kelos)

$$= \text{Kecepatan Motor} \times \frac{Pm}{P1} \times \frac{P2}{P3} \times \frac{F1}{F2} \times \pi \times D_{kelos}$$

$$= 1400 \text{ RPM} \times \frac{0,45}{1,6} \times \frac{0,3}{0,7} \times \frac{1,3}{0,3} \times 3,14 \times 0,09$$

$$= 206,65 \text{ m/menit}$$

- Produksi / Jam / Kelos

$$= \frac{Sskelos \times 60 \text{ menit / jam} \times \text{effisiensi} \times \text{No. benang}}{9000}$$

$$= \frac{206,65 \text{ m / menit} \times 60 \text{ menit / jam} \times 0,9 \times 33 \text{ gram / meter}}{9000 \text{ meter}}$$

$$= 40,91 \text{ gram/jam/kelos}$$

- Produksi / Jam / Mesin

$$= \text{produksi/jam/kelos} \times \text{jumlah kelos}$$

$$= 40,91 \text{ gram/jam/kelos} \times 25 \text{ kelos}$$

$$= 1022,75 \text{ gram/jam mesin}$$

- Target Produksi Mesin Kelos / Jam

$$= \text{target produksi mesin doubling/jam} \times \text{limbah}$$

$$= 4909,8 \text{ gram/jam/mesin} \times \frac{100}{99}$$

$$= 4959,39 \text{ gram/jam/mesin}$$

- Kebutuhan Mesin Kelos

$$= \frac{\text{target produksimesin kelos / jam}}{\text{produksi / jam / mesin}}$$

$$= \frac{4959,39 \text{ gram / jam / mesin}}{1022,7 \text{ gram / jam / mesin}}$$

$$= 4,84 \text{ mesin}$$

$$= 5 \text{ mesin}$$

- Produksi / Jam / 5 mesin

$$= \text{produksi/jam/mesin} \times \text{kebutuhan mesin gintir}$$

$$= 1022,7 \text{ gram/jam.mesin} \times 5 \text{ mesin}$$

$$= 5113,75 \text{ gram/jam/5 mesin}$$

d. Mesin Re Reeling

Diketahui data :

Kecepatan motor = 1420 RPM

Diameter roda gigi P1 = 0,6 m

Diameter roda gigi P2 = 2,3 m

Diameter roda gigi P3 = 0,65 m

Diameter roda gigi P4 = 2,7 m

Diameter roda gigi F1 = 1,7 m

Diameter roda gigi F2 = 0,65 m

Diameter kincir = 0,8 m

- Kecepatan Permukaan (Ss Kincir)

$$= \text{Kecepatan Motor} \times \frac{P1}{P2} \times \frac{P3}{P4} \times \frac{F1}{F2} \times \pi \times D.\text{kincir}$$

$$= 1420 \text{ RPM} \times \frac{0,6m}{2,3m} \times \frac{0,65m}{2,7m} \times \frac{1,7m}{0,65m} \times 3,14 \times 0,8m$$

$$= 585,89 \text{ m/menit}$$

- Produksi / Jam / Kincir

$$= \frac{Sskincir \times 60 \text{menit/ jam} \times \text{effisiensi} \times \text{No.benang}}{9000}$$

$$= \frac{585,89m / menit \times 60menit / jam \times 0,9 \times 33gram / meter}{9000meter}$$

$$= 116,006 \text{ gram/jam/kincir}$$

- Produksi / Jam / Mesin

$$= \text{produksi/jam/kincir} \times \text{jumlah kincir}$$

$$= 116,006 \text{ gram/jam/mesin} \times 15 \text{ kincir}$$

$$= 1740,09 \text{ gram/jam/mesin}$$

- Target Produksi Mesin Re Reeling / Jam

$$= \text{target produksi mesin gintir} \times \% \text{ limbah}$$

$$= 4670,4 \text{ gram/jam/mesin} \times \frac{100}{99}$$

$$= 4717,57 \text{ gram/jam/mesin}$$

- Kebutuhan Mesin Re Reeling

$$= \frac{\text{targetproduksimesinre-reeling/ jam}}{\text{produksi/ jam/ mesin}}$$

$$= \frac{4717,57 \text{ gram/ jam/ mesin}}{1740,09 \text{ gram/ jam/ mesin}}$$

$$= 2,71$$

$$= 3 \text{ mesin}$$

- Produksi / Jam / 3 mesin

$$= \text{produksi/jam/mesin} \times \text{jumlah mesin}$$

$$= 1740,09 \text{ gram/jam/mesin} \times 3 \text{ mesin}$$

$$= 5220,27 \text{ gram/jam/3 mesin}$$

- e. Steam / Heat Setting

Diketahui data :

$$\text{Kapasitas pengukusan / steam} = 60 \text{ Kg}$$

Waktu satu kali pengukusan = 30 menit

Temperatur = 50° C – 70° C

Waktu satu hari kerja efektif = 8 jam

• Jumlah Pengukusan / Hari = 1 kali

• Hasil Benang dari Mesin Gintir (Twisting) / Hari

= Produksi/jam/mesin x waktu satu hari kerja efektif x jumlah mesin gintir

= 667,2 gram/jam/mesin x 8 jam x 7 mesin

= 37.363,2 gram/mesin

= 37,36 kg/mesin

• Berat Benang Satu Kali Pemasakan

= $\frac{\text{hasilbenangdarime sin g int ir}}{\text{jumlahpeng ukusan / hari}}$

= $\frac{37,36\text{kg}}{1}$

= 37,36 kg

• Kebutuhan Steam

= $\frac{\text{berathenang / pengukusan}}{\text{kapasitassteam / pengukusan}}$

= $\frac{37,36\text{kg}}{60\text{kg}}$

= 0,622

= 1 unit

f. Menghitung Kebutuhan Bahan Baku

• Jumlah produksi yang dihasilkan dari mesin re reeling = 1740,09 gram

• Kebutuhan raw silk untuk 4 unit mesin / jam

= 1740,09 gram x 3 mesin

$$= 5220,27 \text{ gram / jam / 3 mesin}$$

- Kebutuhan raw silk / hari

$$= 5220,27 \text{ gram / jam} \times 8 \text{ jam / hari}$$

$$= 41.762,16 \text{ gram / hari}$$

- Kebutuhan raw silk / bulan

$$= 41.762,16 \text{ gram / hari} \times 26 \text{ hari / bulan}$$

$$= 1.085.816, \text{ gram / bulan}$$

$$= 1.085,816 \text{ Kg / bulan}$$

- Dengan rendeman 5 % maka kebutuhan benang raw silk / bulan adalah

$$= 1.085,816 \text{ Kg / bulan} \times \frac{100}{95}$$

$$= 1.142,964 \text{ Kg / bulan}$$



BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1. Lokasi Pabrik

Persoalan dimana suatu pabrik akan didirikan bukanlah suatu hal yang mudah untuk dipecahkan. Pada dasarnya lokasi pabrik yang paling ideal adalah terletak pada suatu tempat yang akhirnya mampu memberikan total biaya produksi yang rendah dan keuntungan yang maksimal. Dengan kata lain, lokasi yang terbaik dari suatu pabrik adalah lokasi dimana unit cost dari proses produksi dan distribusi akan rendah, sedangkan harga dan volume penjualan produk akan mampu menghasilkan keuntungan yang sebesar-besarnya bagi perusahaan. Pemilihan lokasi pabrik merupakan suatu keputusan yang sangat penting, karena kesalahan pemilihan lokasi pabrik tidak mungkin dapat dengan segera diperbaiki tanpa kehilangan investasi yang telah ditanamkan serta adanya tambahan modal untuk mencari alternatif lokasi di tempat lain. Banyak faktor yang harus dipertimbangkan di dalam penentuan lokasi dimana pabrik akan didirikan. Faktor-faktor tersebut adalah :

a. Lokasi pasar

Pasar atau market adalah lokasi dimana potensi pembeli berdomisili, adalah salah satu faktor yang harus diperhatikan di dalam proses penentuan lokasi pabrik. Tergantung pada macam produk yang dihasilkan, pasar ini bisa secara luas tersebar atau terpusatkan. Apabila suatu pasar ditetapkan untuk terpusatkan pada lokasi tertentu, maka pabrik yang akan didirikan haruslah ditetapkan berdekatan dengan lokasi pasar tersebut, sedangkan apabila pasar yang akan display ternyata tersebar di beberapa lokasi tertentu maka dapat pabrik dapat ditempatkan pada titik beratnya. Mengenai lokasi pasar dimana produk akan

didistribusikan dapat dibedakan dalam empat macam yaitu internasional, nasional, regional dan lokal.

b. Penyediaan Bahan Baku

Pengadaan sulit atau tidak, mengenai kuantitas, kualitas dan kontinuitas.

Selain itu perlu diperhatikan juga hal-hal sebagai berikut ini :

- Besarnya ukuran
- Daya tahan
- Jumlah bahan baku

Untuk pabrik pemintalan benang sutera, lokasi pabrik harus dekat dengan bahan baku agar kualitas bahan baku masih dalam kualitas yang baik pada saat akan diproses.

c. Penyediaan Tenaga Kerja

Jauh dekatnya pabrik dengan pemukiman penduduk, mudah tidaknya rekrutmen tenaga kerja, tersedianya tenaga kerja dengan berbagai macam keahlian dan latar belakang harus diperhatikan. Begitu juga dengan hal-hal dibawah ini :

- Potensi tenaga kerja
- Produktifitas tenaga kerja
- Tingkatan skill
- Usaha tenaga kerja

Tenaga kerja merupakan faktor beban (cost) yang rutin sehingga ratio dan efektifitasnya sangat penting untuk dikaji dan dievaluasi terus menerus. Akan sangat efektif dan efisien untuk merekrut tenaga kerja dari lingkungan sekitar lokasi pabrik karena selain membantu mengurangi pengangguran juga nantinya akan meningkatkan taraf hidup penduduk sekitar

d. Transportasi

Hal ini sebagai pertimbangan sulit tidaknya masalah pengangkutan baik bahan baku maupun bahan hasil produksi. Adapun unsur-unsur yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut :

- Transportasi darat, laut atau udara
- Ongkos transportasi bahan terhadap :
 - Lokasi sumber bahan
 - Waktu perjalanan
 - Kecepatan pengangkutan

e. Iklim dan ekosistem

Perlu diperhatikan apakah iklim relatif stabil, karena akan sangat berhubungan dengan kecocokan produk dan bahan baku yang akan digunakan serta akan banyak mempengaruhi efektivitas, efisiensi dan tingkah laku pekerja pabrik di dalam melaksanakan aktivitasnya sehari-hari. Bagi pabrik benang sutera, diperlukan iklim yang sesuai agar bahan baku awet dan berkualitas baik sedangkan agar pekerja dapat bekerja dengan nyaman didalam ruangan berdasarkan penelitian temperatur ruangan dapat dijaga sekitar 24° C.

f. Kebutuhan tanah

Tersedianya lahan untuk pabrik dan pengembangannya dikemudian hari, perlu diperhatikan pula :

- Ongkos dan pengembangannya.
- Fasilitas dan bangunannya.
- Kondisi dan supplay air.

g. Lingkungan sosial dan politik

Daerah dimana pabrik akan didirikan harus relatif aman dan stabil, tidak banyak gangguan oleh faktor-faktor sosial atau kependudukan, bukan daerah pergerakan massa atau pergolakan dan jauh dari tempat-tempat umum berkumpulnya massa.

Hal ini juga dipengaruhi kondisi masyarakat yang :

- Patuh pada peraturan pemerintah
- Idealisme
- Kestabilan politik juga perlu diperhatikan secara seksama karena berpengaruh terhadap pasar dan keamanan

h. Sumber energi (power)

Hampir semua industri akan memerlukan listrik untuk berbagai macam kebutuhan dalam proses produksinya. Secara umum sebagian perusahaan lebih senang untuk membeli energi dari perusahaan listrik daripada harus membuat instalasi pembangkit listrik sendiri.

i. Air dan limbah industri (water & waste)

Pada beberapa industri tertentu, masalah tersedianya air dalam jumlah besar mutlak diperlukan untuk produksinya. Air untuk kebutuhan industri secara umum tersedia dari tiga macam sumber, yaitu:

- Surface water, yaitu air yang berasal dari sumber-sumber air seperti danau dan lain-lain
- Ground water adalah air yang berasal dari sumber air di dalam tanah (wells).
- Air yang berasal dari penampungan hujan (rain water).

Masalah pengendalian limbah juga merupakan faktor yang harus dipikirkan dalam perencanaan pendirian dan penentuan lokasi pabrik. Hal ini untuk memberi

perlindungan terhadap alam sekitar dan menjaga keseimbangan lingkungan habitat yang ada

Faktor-faktor tersebut diatas tidak mutlak semua harus dipenuhi dalam pendirian pabrik namun hanya sebagai pertimbangan, mana yang penting dan mana yang tidak terlalu penting dan keberadaannya dapat ditolerir tanpa mengesampingkan hal-hal penting lainnya. Dalam hal ini aspek yang paling penting adalah tenaga kerja, kestabilan politik, bahan baku dan pemasaran.

Pra rancangan pabrik benang sutera ini telah menentukan lokasi pendirian pabriknya yaitu di Jalan Purworejo-Purwokerto, tepatnya di Desa Grantung. Lokasi ini dipilih karena memperhatikan pertimbangan faktor-faktor diatas. Daerah tempat berdirinya pabrik ini tersedia cukup air bersih dan mudah untuk mendapatkannya, sehingga kebutuhan perusahaan baik untuk penunjang produksi dan juga untuk kebutuhan karyawannya terpenuhi, hal ini sangat menunjang kegiatan produksi agar berjalan lancar. Energi yang digunakan dalam pabrik ini mengambil dari PLN. Untuk mendapatkan tenaga kerja, pabrik mengambil dari daerah sekitar pabrik. Hal ini untuk membantu dan mengurangi jumlah pengangguran yang ada. Jarak antara pabrik dengan kota tidaklah jauh, maka untuk masalah transportasi tidak banyak mengalami masalah. Jenis transportasi yang digunakan yaitu menggunakan truk untuk pengangkutan bahan baku maupun bahan jadi hasil produksi. Grantung merupakan tempat yang cocok untuk pendirian pabrik ini, wilayah ini tidak terlalu jauh dengan kota Yogyakarta maupun Temanggung, sehingga mudah dalam pemenuhan bahan baku.

4.2. Tata letak Pabrik

Pengaturan ruangan dalam suatu pabrik sangat berhubungan erat dengan area yang dibutuhkan untuk mesin-mesin, peralatan produksi, penempatan material,

keleluasaan operator untuk bergerak dan aktivitas-aktivitas lainnya. Pengaturan tata letak bangunan pabrik dikelompokkan dalam tiga kelompok yaitu :

- a. Daerah operasi mesin-mesin produksi, meliputi :
 - Kelonggaran untuk ruangan antar mesin.
 - Maintenance seperti perawatan dan pemindahan bahan
- b. Daerah penyimpanan bahan baku dan produk jadi, meliputi :
 - Gudang bahan baku.
 - Gudang bahan jadi.
- c. Daerah perkantoran
 - Ruang untuk staff

4.3. Pemasaran Perusahaan dan Penentuan Biaya Produksi

Penentuan perhitungan berapa besar biaya yang dikeluarkan untuk produk yang dihasilkan tidak berpatok pada salah satu faktor saja tetapi seluruh aspek yang melibatkan produk tersebut hingga jadi sampai pada tempat pemesan.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya biaya produksi adalah :

1. Biaya transportasi yang dikeluarkan hingga barang sampai tujuan.
2. Biaya bahan baku yang digunakan
3. Biaya karyawan yang dipekerjakan.
4. Biaya produksi seperti energi yang digunakan, dan lain-lain.

4.3.1. Saluran Distribusi Pemasaran

Hampir semua barang barang atau produk merupakan pesanan, maka besarnya sudah ditentukan, karena itu dibutuhkan banyak relasi bisnis yang tahu tentang perkembangan khususnya produk yang tidak terfokus hanya pada satu jenis satu produk yang bisa dihasilkan.

4.4. Spesifikasi dan jumlah mesin

a. Mesin kelos

Kecepatan motor = 1400 RPM

Jumlah kelos = 25

Limbah = 1%

Effisiensi = 90%

b. Mesin doubling

RPM motor = 1400 putaran/menit

Jumlah kelos = 15

Limbah = 1%

Effisiensi = 90%

c. Mesin gintir

RPM motor = 1400 putaran/menit

Jumlah drum = 40

TPM = 265, 86 putaran/m

Effisiensi = 90%

d. Mesin re reeling

RPM motor = 1420¹ putaran/menit

Jumlah gulungan = 15

Limbah = 1%

Efisiensi = 90%

e. Steam/heat setting

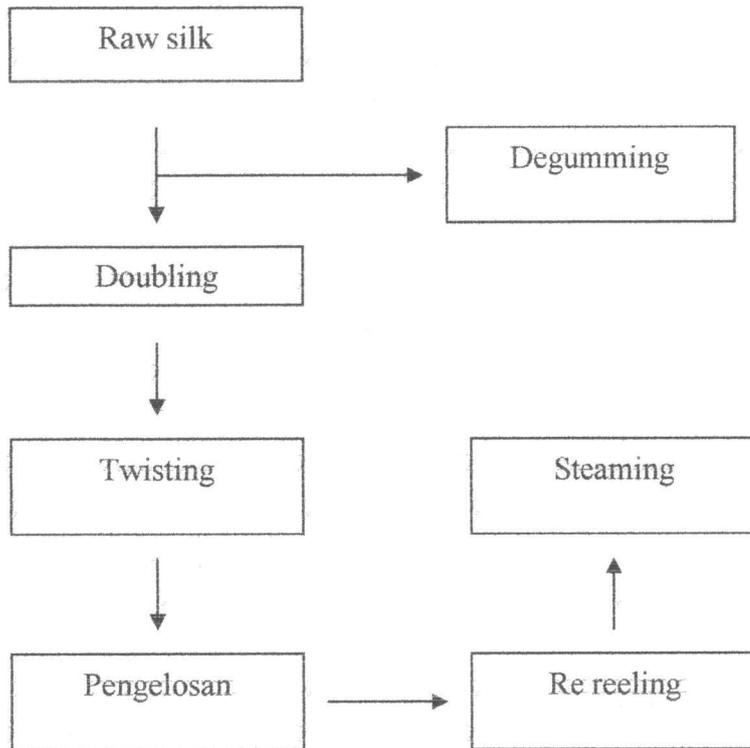
Kapasitas = 6 kg

Waktu pengeringan = 25 menit

Temperatur = 50°C-70°C

Waktu satu hari kerja = 8 jam

4.5. Alir Proses dan Material



Gambar 4.1
Alir Proses Pembuatan Benang Sutera High Twist

4.6. Utilitas

Utilitas disebut juga unit pendukung proses yaitu saran penunjang kelancaran suatu proses produksi dalam pabrik. Utilitas / alat bantu produksi adalah suatu unit komponen yang keberadaannya di dalam produksi bukan merupakan faktor utama tapi hanya sebagai penunjang akan tetapi sangat vital dalam menunjang jalannya proses produksi.

4.6.1. Unit utilitas

Beberapa bagian utama unit utilitas sebagai berikut :

1. Unit Penyedia Air

Air yang akan digunakan terbagi dalam beberapa kategori:

- Air untuk kegiatan industri

Dalam hal ini air untuk produksi adalah air yang hanya digunakan untuk proses heat setting.

- Air untuk sanitasi

Air untuk sanitasi adalah air yang digunakan untuk keperluan non produksi seperti : memasak, mencuci, mandi, WC dan toilet. Oleh karena itu air sanitasi ini harus memenuhi beberapa syarat diantaranya sebagai berikut :

- Syarat fisik :

- Warna jernih.
- Tidak berbau.
- Tidak mempunyai rasa.

- Syarat kimia :

- Tidak mengandung zat-zat organik ataupun non organik.
- Tidak beracun.
- Memiliki pH 7.

- Syarat biologi

- Tidak mengandung bakteri terutama bakteri patogen

- Air hydrant

Disamping kebutuhan air untuk kegiatan produksi dan sanitasi perlu diperhitungkan juga faktor keamanan. Untuk masalah ini pabrik menyediakan sumber air (air hydrant) yang digunakan untuk keadaan gawat darurat, seperti kebakaran sehingga jika terjadi kebakaran maka secara otomatis kran-kran yang telah dipasang akan mengeluarkan air.

- Air untuk keperluan yang lain-lain

Air untuk kebutuhan lain-lain ini bisa digunakan untuk pemakaian pencucian mobil perusahaan dan penyiraman tanaman. Penggunaan air untuk pabrik pembuatan benang sutera ini diperoleh dari sumur bor.

2. Unit Penyedia Listrik

Dalam industri ini listrik sangat diperlukan agar produktivitas dapat dicapai secara optimal. Kebutuhan listrik dalam industri ini digunakan untuk penerangan dan keperluan utilitas. Listrik untuk penerangan dalam industri harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a. Sinar atau cahaya cukup
- b. Sinar tidak berkilau atau menyilaukan
- c. Tidak terdapat kontras yang tajam
- d. Distribusi cahaya merata
- e. Cahaya terang
- f. Warna cahaya sesuai

Pada pabrik pembuatan benang sutera ini penerangan untuk ruangan produksi dan ruangan kerja secara keseluruhan menggunakan lampu-lampu listrik sehingga biaya listrik untuk penerangan digolongkan dalam biaya tetap.

Selain itu untuk dapat mengoperasikan mesin-mesin produksi dan unit dan utilitas lainnya, pabrik ini membutuhkan daya listrik yang cukup besar. Sebagian besar mesin-mesin dan unit utilitas dalam pabrik ini beroperasi secara terus menerus sehingga ketersediaan energi listrik dalam jumlah besar mutlak harus dapat terpenuhi dan selalu tersedia dalam jumlah yang cukup besar. Generator digunakan apabila supplay listrik terputus dari pusat PLN.

3. Pompa Air

Pompa dipergunakan dalam rangka pemindahan air dari satu tempat ke tempat secara paksa. Dalam perusahaan ini pompa digunakan untuk mendapatkan air dari sumur serta untuk mengalirkan air ke penampungan air dan kran-kran yang tersedia. Pada pabrik pembuatan benang sutera ini dipergunakan pompa sentrifugal karena pompa jenis ini mempunyai keuntungan sebagai berikut :

- a. Ongkos pembelian atau perawatan murah
- b. Bobot ringan
- c. Ruangan atau tempat kecil
- d. Mudah dihubungkan dengan penggerak mula jenis apapun
- e. Mudah dibersihkan karena tidak terdapat katub-katub
- f. Tidak memerlukan ketel angin
- g. Kemungkinan tinggi hisap lebih besar

Adapun spesifikasi pompa yang dipergunakan adalah sebagai berikut:

Jenis : Water Jet Pump

Kapasitas : 340 lt / menit

Motor : 0,55 KW

4. AC

Dalam suatu proses produksi baik itu untuk menjaga atau mengkondisikan ruang dengan pertimbangan secara teknis maupun prestasi kerja manusianya sangatlah diperlukan pengaturan kelembaban dan temperatur ruangan tersebut. Untuk itu pada proses produksi maupun ditempat aktifitas manusia dalam perusahaan ini digunakan AC sebagai pengatur kondisi ruangan.

Air Conditioner yang digunakan dalam perusahaan ini mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

Jenis mesin : Sharp direct cooling system

Type : AH – A2A9E
Power supply : 2,5 Pk – 22.900 BTU / h
Energi : 0,75 KW

5. Generator

Pada perancangan pabrik ini untuk mempertahankan agar kebutuhan listrik untuk penerangan, operasi mesin-mesin produksi dan unit utilitas tetap terpenuhi, maka disediakan generator sebagai sumber listrik cadangan apabila arus listrik dari PLN terputus.

Spesifikasi generator :

Type : AC Generator
Tegangan : 220 volt
Kapasitas : 40 kwh
Bahan bakar : solar
Jumlah : 1 unit

4.6.2. Menghitung Kebutuhan Unit Utilitas

a. Penyediaan Air

Pada perancangan ini penyediaan air dibedakan menurut kebutuhan dan kegunaannya. Pembagiannya sebagai berikut :

1. Air produksi.

Untuk heat setting diperlukan air sebanyak 100 liter / hari

2. Air untuk sanitasi

Setiap karyawan membutuhkan air sanitasi sebanyak 15 liter/hari. Dengan jumlah karyawan, maka diasumsikan kebutuhan air sanitasi adalah :

$$= 81 \times 15 \text{ liter}$$

$$= 1215 \text{ liter}$$

3. Air untuk konsumsi

Diasumsikan setiap karyawan mengkonsumsi air sebanyak 5 liter/hari. Dengan jumlah karyawan 81 orang maka kebutuhan air untuk konsumsi, ialah :

$$= 81 \times 5 \text{ liter}$$

$$= 405 \text{ liter}$$

4. Air untuk taman

Diasumsikan kebutuhan air untuk taman sebanyak 150 liter/hari.

5. Air untuk hydrant

Kebutuhan air untuk hydrant tidak dapat diperhitungkan, karena kebutuhan air ini digunakan pada keadaan darurat seperti kebakaran dan sebagainya.

Tabel 4.1
Penggunaan Air

No	Penggunaan air	Jumlah (liter)
1	Air untuk produksi	100 liter
2	Air untuk sanitasi	1215 liter
3	Air untuk konsumsi	405 liter
4	Air untuk untuk taman	150 liter
5	Air untuk hydrant	-
	Total kebutuhan air	1870 liter

b. Unit Pembangkit Listrik

Unit pembangkit listrik memenuhi kebutuhan penerangan, mesin produksi dan unit utilitas lain (alat kantor). Penerangan dalam suatu industri sangat penting bagi lingkungan pekerja, karena hal ini dapat memberikan:

- Kenyamanan dalam melakukan usaha produksi
- Keamanan selama dalam lingkungan produksi

- Mengurangi tingkat kecelakaan yang dialami oleh pekerja
- Memudahkan pengamatan dalam pemeriksaan produk
- Memperbesar tingkat ketelitian

A. Penerangan

1. Penerangan untuk kantor produksi

Diketahui data :

- a. Luas ruangan = 32 m²
- b. Jenis lampu = starting daylight TL 40 watt
- c. Arus cahaya = 27.200 / 40 watt
- d. Sudut sebar sinar = 4 Sr
- e. Tinggi lampu = 3 m ; r² = 9
- f. Waktu menyala = 12 jam
- g. Syarat penerangan = 30 lumen/ft² = 322,8 lumen/m²

Perhitungan

- a) Intensitas cahaya (i) = Q/W
= 27.200 lumens / 4 Sr
= 6800 lumens
- b) Kuat penerangan = I/r²
= 6800 lumens/9
= 755,56
- c) Luas tiap titik lampu = 27.200 lumens/755,56
= 35,99 m²
= 36 m²
- d) Jumlah titik lampu = 32 m²/36m²

- = 0,88 titik lampu
= 1 lampu
- e) Jumlah penerangan keseluruhan = $32 \text{ m}^2 \times 322,8 \text{ lumen}$
= 10.329,6 lumens
- f) Penerangan tiap titik = $10.329,6 \text{ lumens} / 0,88$
= 11.738,18 lumens
- g) Kekuatan lampu tiap titik = $11.738,18 \times 40 \text{ watt} / 27.200$
= 17,26 watt
- h) Pemakaian listrik/hari = $12 \text{ jam} \times 17,26 \times 1 \text{ lampu}$
= 207,12 watt jam

2. Kantor utilitas

Diketahui data :

- a. Luas ruangan = 32 m^2
- b. Jenis lampu = starting daylight TL 40 watt
- c. Arus cahaya = $27.200 / 40 \text{ watt}$
- d. Sudut sebar sinar = 4 Sr
- e. Tinggi lampu = 3 m ; $r^2 = 9$
- f. Waktu menyala = 12 jam
- g. Syarat penerangan = $30 \text{ lumen/ft}^2 = 322,8 \text{ lumen/m}^2$

Perhitungan

- a) Intensitas cahaya (i) = Q/W
= $27.200 \text{ lumens} / 4 \text{ Sr}$
= 6800 lumens
- b) Kuat penerangan = I/r^2
= $6800 \text{ lumens} / 9$

- = 0,88 titik lampu
= 1 lampu
- e) Jumlah penerangan keseluruhan = $32 \text{ m}^2 \times 322,8 \text{ lumen}$
= 10.329,6 lumens
- f) Penerangan tiap titik = $10.329,6 \text{ lumens} / 0,88$
= 11.738,18 lumens
- g) Kekuatan lampu tiap titik = $11.738,18 \times 40 \text{ watt} / 27.200$
= 17,26 watt
- h) Pemakaian listrik/hari = $12 \text{ jam} \times 17,26 \times 1 \text{ lampu}$
= 207,12 watt jam

2. Kantor utilitas

Diketahui data :

- a. Luas ruangan = 32 m^2
- b. Jenis lampu = starting daylight TL 40 watt
- c. Arus cahaya = $27.200 / 40 \text{ watt}$
- d. Sudut sebar sinar = 4 Sr
- e. Tinggi lampu = 3 m ; $r^2 = 9$
- f. Waktu menyala = 12 jam
- g. Syarat penerangan = $30 \text{ lumen/ft}^2 = 322,8 \text{ lumen/m}^2$

Perhitungan

- a) Intensitas cahaya (i) = Q/W
= $27.200 \text{ lumens} / 4 \text{ Sr}$
= 6800 lumens
- b) Kuat penerangan = I/r^2
= $6800 \text{ lumens} / 9$

- = 755,56
- c) Luas tiap titik lampu = 27.200 lumens/755,56
= 35,99 m²
= 36 m²
- d) Jumlah titik lampu = 32 m²/36m²
= 0,88 titik lampu
= 1 lampu
- e) Jumlah penerangan keseluruhan = 32 m² x 322,8 lumen
= 10.329,6 lumens
- f) Penerangan tiap titik = 10.329,6 lumens/0,88
= 11.738,18 lumens
- g) Kekuatan lampu tiap titik = 11.738,18 x 40 watt / 27.200
= 17,26 watt
- h) Pemakaian listrik/hari = 12 jam x 17,26 x 1 lampu
= 207,12 watt jam

3. Ruang peralatan maintenance.

Diketahui data :

- a. Luas ruangan = 40 m²
- b. Jenis lampu = starting daylight TL 40 watt
- c. Arus cahaya = 27.200 / 40 watt
- d. Sudut sebar sinar = 4 Sr
- e. Tinggi lampu = 3 m ; r² = 9
- f. Waktu menyala = 12 jam
- g. Syarat penerangan = 30 lumen/ft² = 322,8 lumen/m²

Perhitungan

a) Intensitas cahaya (i) $= Q/W$
 $= 27.200 \text{ lumens} / 4 \text{ Sr}$
 $= 6800 \text{ lumens}$

b) Kuat penerangan $= I/r^2$
 $= 6800 \text{ lumens}/9$
 $= 755,56$

c) Luas tiap titik lampu $= 27.200 \text{ lumens}/755,56$
 $= 35,99 \text{ m}^2$
 $= 36 \text{ m}^2$

d) Jumlah titik lampu $= 40 \text{ m}^2/36\text{m}^2$
 $= 1,11 \text{ titik lampu}$
 $= 1 \text{ lampu}$

e) Jumlah penerangan keseluruhan $= 40 \text{ m}^2 \times 322,8 \text{ lumen}$
 $= 12.912 \text{ lumens}$

f) Penerangan tiap titik $= 12.912 \text{ lumens}/1,11$
 $= 11.632,43 \text{ lumens}$

g) Kekuatan lampu tiap titik $= 11.632,43 \times 40 \text{ watt} / 27.200$
 $= 17,106 \text{ watt}$

h) Pemakaian listrik/hari $= 12 \text{ jam} \times 17,106 \times 1 \text{ lampu}$
 $= 207,12 \text{ watt jam}$

4. Ruang peralatan utilitas

Diketahui data :

- a. Luas ruangan $= 40 \text{ m}^2$
- b. Jenis lampu $= \text{starting daylight TL } 40 \text{ watt}$
- c. Arus cahaya $= 27.200 / 40 \text{ watt}$

- d. Sudut sebar sinar = 4 Sr
- e. Tinggi lampu = 3 m ; $r^2 = 9$
- f. Waktu menyala = 12 jam
- g. Syarat penerangan = 30 lumen/ft² = 322,8 lumen/m²

Perhitungan

- a) Intensitas cahaya (i) = Q/W
= 27.200 lumens / 4 Sr
= 6800 lumens
- b) Kuat penerangan = I/r^2
= 6800 lumens/9
= 755,56
- c) Luas tiap titik lampu = 27.200 lumens/755,56
= 35,99 m²
= 36 m²
- d) Jumlah titik lampu = $40 \text{ m}^2/36 \text{ m}^2$
= 1,11 titik lampu
= 1 lampu
- e) Jumlah penerangan keseluruhan = $40 \text{ m}^2 \times 322,8 \text{ lumen}$
= 12.912 lumens
- f) Penerangan tiap titik = 12.912 lumens/1,11
= 11.632,43 lumens
- g) Kekuatan lampu tiap titik = $11.632,43 \times 40 \text{ watt} / 27.200$
= 17,106 watt
- h) Pemakaian listrik/hari = 12 jam x 17,106 x 1 lampu
= 207,12 watt jam

5. Laboratorium

Diketahui data :

- a. Luas ruangan = 40 m^2
- b. Jenis lampu = starting daylight TL 40 watt
- c. Arus cahaya = $27.200 / 40 \text{ watt}$
- d. Sudut sebar sinar = 4 Sr
- e. Tinggi lampu = 3 m ; $r^2 = 9$
- f. Waktu menyala = 12 jam
- g. Syarat penerangan = $30 \text{ lumen/ft}^2 = 322,8 \text{ lumen/m}^2$

Perhitungan

- a) Intensitas cahaya (i) = Q/W
= $27.200 \text{ lumens} / 4 \text{ Sr}$
= 6800 lumens
- b) Kuat penerangan = I/r^2
= $6800 \text{ lumens}/9$
= $755,56$
- c) Luas tiap titik lampu = $27.200 \text{ lumens}/755,56$
= $35,99 \text{ m}^2$
= 36 m^2
- d) Jumlah titik lampu = $40 \text{ m}^2/36 \text{ m}^2$
= $1,11 \text{ titik lampu}$
= 1 lampu
- e) Jumlah penerangan keseluruhan = $40 \text{ m}^2 \times 322,8 \text{ lumen}$
= 12.912 lumens
- f) Penerangan tiap titik = $12.912 \text{ lumens}/1,11$

- = 11.632,43 lumens
- g) Kekuatan lampu tiap titik = 11.632,43 x 40 watt / 27.200
= 17,106 watt
- h) Pemakaian listrik/hari = 12 jam x 17,106 x 1 lampu
= 207,12 watt jam

6. Koperasi

Diketahui data :

- a. Luas ruangan = 35 m²
- b. Jenis lampu = starting daylight TL 40 watt
- c. Arus cahaya = 27.200 / 40 watt
- d. Sudut sebar sinar = 4 Sr
- e. Tinggi lampu = 3 m ; r² = 9
- f. Waktu menyala = 12 jam
- g. Syarat penerangan = 30 lumen/ft² = 322,8 lumen/m²

Perhitungan

- a) Intensitas cahaya (i) = Q/W
= 27.200 lumens / 4 Sr
= 6800 lumens
- b) Kuat penerangan = I/r²
= 6800 lumens/9
= 755,56
- c) Luas tiap titik lampu = 27.200 lumens/755,56
= 35,99 m²
= 36 m²
- d) Jumlah titik lampu = 35 m²/36m²

- = 0,97 titik lampu
= 1 lampu
- e) Jumlah penerangan keseluruhan = $35 \text{ m}^2 \times 322,8 \text{ lumen}$
= 11.298 lumens
- f) Penerangan tiap titik = $12.298 \text{ lumens}/0,97$
= 11.647,42 lumens
- g) Kekuatan lampu tiap titik = $11.647,42 \times 40 \text{ watt} / 27.200$
= 17,12 watt
- h) Pemakaian listrik/hari = $12 \text{ jam} \times 17,12 \times 1 \text{ lampu}$
= 205,44 watt jam

7. Kantor keuangan dan pemasaran

Diketahui data :

- a. Luas ruangan = 35 m^2
- b. Jenis lampu = starting daylight TL 40 watt
- c. Arus cahaya = $27.200 / 40 \text{ watt}$
- d. Sudut sebar sinar = 4 Sr
- e. Tinggi lampu = $3 \text{ m} ; r^2 = 9$
- f. Waktu menyala = 12 jam
- g. Syarat penerangan = $30 \text{ lumen}/\text{ft}^2 = 322,8 \text{ lumen}/\text{m}^2$

Perhitungan

- a) Intensitas cahaya (i) = Q/W
= $27.200 \text{ lumens} / 4 \text{ Sr}$
= 6800 lumens
- b) Kuat penerangan = I/r^2
= $6800 \text{ lumens}/9$

- = 755,56
- c) Luas tiap titik lampu = 27.200 lumens/755,56
= 35,99 m²
= 36 m²
- d) Jumlah titik lampu = 35 m²/36m²
= 0,97 titik lampu
= 1 lampu
- e) Jumlah penerangan keseluruhan = 35 m² x 322,8 lumen
= 11.298 lumens
- f) Penerangan tiap titik = 11.298 lumens/0,97
= 11.647,42 lumens
- g) Kekuatan lampu tiap titik = 11.647,42 x 40 watt / 27.200
= 17,12 watt
- i) Pemakaian listrik/hari = 12 jam x 17,12 x 1 lampu
= 205,44 watt jam

8. Kantor administari umum

Diketahui data :

- a. Luas ruangan = 35 m²
- b. Jenis lampu = starting daylight TL 40 watt
- c. Arus cahaya = 27.200 / 40 watt
- d. Sudut sebar sinar = 4 Sr
- e. Tinggi lampu = 3 m ; r² = 9
- f. Waktu menyala = 12 jam
- g. Syarat penerangan = 30 lumen/ft² = 322,8 lumen/m²

Perhitungan

- a) Intensitas cahaya (i) = Q/W
= 27.200 lumens / 4 Sr
= 6800 lumens
- b) Kuat penerangan = I/r^2
= 6800 lumens/9
= 755,56
- c) Luas tiap titik lampu = 27.200 lumens/755,56
= 35,99 m²
= 36 m²
- d) Jumlah titik lampu = 35 m²/36m²
= 0,97 titik lampu
= 1 lampu
- e) Jumlah penerangan keseluruhan = 35 m² x 322,8 lumen
= 11.298 lumens
- f) Penerangan tiap titik = 11.298 lumens/0,97
= 11.647,42 lumens
- g) Kekuatan lampu tiap titik = 11.647,42 x 40 watt / 27.200
= 17,12 watt
- h) Pemakaian listrik/hari = 12 jam x 17,12 x 1 lampu
= 205,44 watt jam

9. Kantor meeting

Diketahui data :

- a. Luas ruangan = 50 m²
- b. Jenis lampu = starting daylight TL 40 watt
- c. Arus cahaya = 27.200 / 40 watt



- d. Sudut sebar sinar = 4 Sr
- e. Tinggi lampu = 3 m ; $r^2 = 9$
- f. Waktu menyala = 12 jam
- g. Syarat penerangan = 30 lumen/ft² = 322,8 lumen/m²

Perhitungan

- a) Intensitas cahaya (i) = Q/W
= 27.200 lumens / 4 Sr
= 6800 lumens
- b) Kuat penerangan = I/r^2
= 6800 lumens/9
= 755,56
- c) Luas tiap titik lampu = 27.200 lumens/755,56
= 35,99 m
= 36 m²
- d) Jumlah titik lampu = $50 \text{ m}^2/36\text{m}^2$
= 1,38 titik lampu
= 1 lampu
- e) Jumlah penerangan keseluruhan = $50 \text{ m}^2 \times 322,8 \text{ lumen}$
= 16.140 lumens
- f) Penerangan tiap titik = 16.140 lumens/1,38
= 11.695,65 lumens
- g) Kekuatan lampu tiap titik = $11.695,65 \times 40 \text{ watt} / 27.200$
= 17,19 watt
- h) Pemakaian listrik/hari = 12 jam x 17,19 x 1 lampu
= 206,28 watt jam

10. Kantor direksi

Diketahui data :

- a. Luas ruangan = 35 m^2
- b. Jenis lampu = starting daylight TL 40 watt
- c. Arus cahaya = $27.200 / 40 \text{ watt}$
- d. Sudut sebar sinar = 4 Sr
- e. Tinggi lampu = 3 m ; $r^2 = 9$
- f. Waktu menyala = 12 jam
- g. Syarat penerangan = $30 \text{ lumen/ft}^2 = 322,8 \text{ lumen/m}^2$

Perhitungan

- a. Intensitas cahaya (i) = Q/W
= $27.200 \text{ lumens} / 4 \text{ Sr}$
= 6800 lumens
- b. Kuat penerangan = I/r^2
= $6800 \text{ lumens}/9$
= $755,56$
- c. Luas tiap titik lampu = $27.200 \text{ lumens}/755,56$
= $35,99 \text{ m}^2$
= 36 m^2
- d. Jumlah titik lampu = $35 \text{ m}^2/36 \text{ m}^2$
= $0,97 \text{ titik lampu}$
= 1 lampu
- e. Jumlah penerangan keseluruhan = $35 \text{ m}^2 \times 322,8 \text{ lumen}$
= 11.298 lumens
- f. Penerangan tiap titik = $11.298 \text{ lumens}/0,97$

- = 11.647,42 lumens
- g. Kekuatan lampu tiap titik = 11.647,42 x 40 watt / 27.200
= 17,12 watt
- h. Pemakaian listrik/hari = 12 jam x 17,12 x 1 lampu
= 205,44 watt jam

11. Ruang tamu

Diketahui data :

- a. Luas ruangan = 40 m²
- b. Jenis lampu = starting daylight TL 40 watt
- c. Arus cahaya = 27.200 / 40 watt
- d. Sudut sebar sinar = 4 Sr
- e. Tinggi lampu = 3 m ; r² = 9
- f. Waktu menyala = 12 jam
- g. Syarat penerangan = 30 lumen/ft² = 322,8 lumen/m²

Perhitungan

- a) Intensitas cahaya (i) = Q/W
= 27.200 lumens / 4 Sr
= 6800 lumens
- b) Kuat penerangan = I/r²
= 6800 lumens/9
= 755,56
- c) Luas tiap titik lampu = 27.200 lumens/755,56
= 35,99 m²
= 36 m²
- d) Jumlah titik lampu = 40 m²/36m²

- = 1,11 titik lampu
= 1 lampu
- e) Jumlah penerangan keseluruhan = $40 \text{ m}^2 \times 322,8 \text{ lumen}$
= 12.912 lumens
- f) Penerangan tiap titik = 12.912 lumens/1,11
= 11.632,43 lumens
- g) Kekuatan lampu tiap titik = $11.632,43 \times 40 \text{ watt} / 27.200$
= 17,106 watt
- h) Pemakaian listrik/hari = $12 \text{ jam} \times 17,106 \times 1 \text{ lampu}$
= 207,12 watt jam

12. Tempat satpam

Diketahui data :

- a. Luas ruangan = 6 m^2
- b. Jenis lampu = starting daylight TL 40 watt
- c. Arus cahaya = $27.200 / 40 \text{ watt}$
- d. Sudut sebar sinar = 4 Sr
- e. Tinggi lampu = 3 m ; $r^2 = 9$
- f. Waktu menyala = 12 jam
- g. Syarat penerangan = $30 \text{ lumen/ft}^2 = 322,8 \text{ lumen/m}^2$

Perhitungan

- a) Intensitas cahaya (i) = Q/W
= $27.200 \text{ lumens} / 4 \text{ Sr}$
= 6800 lumens
- b) Kuat penerangan = I/r^2
= $6800 \text{ lumens}/9$

- = 755,56
- c) Luas tiap titik lampu = 27.200 lumens/755,56
= 35,99 m²
= 36 m²
- d) Jumlah titik lampu = 6 m²/36m²
= 0,16 titik lampu
= 1 lampu
- e) Jumlah penerangan keseluruhan = 6 m² x 322,8 lumen
= 1936,8 lumens
- f) Penerangan tiap titik = 1936,8 lumens/0,16
= 12.105 lumens
- g) Kekuatan lampu tiap titik = 12.105 x 40 watt / 27.200
= 17,8 watt
- h) Pemakaian listrik/hari = 12 jam x 17,8 x 1 lampu
= 213,6 watt jam

13. Penerangan untuk ruang produksi

Diketahui data :

- a. Luas ruang produksi = 1056,5 m²
- b. Jenis lampu = starting daylight TL 40 watt
- c. Arus cahaya (ϕ) = 27.200 lumen / 40 watt
- d. Sudut sebar sinar (ω) = 4 Sr
- e. Tinggi lampu = 4 m ; r² = 16 m²
- f. Syarat penerangan = 40 lumens / ft² = 430,556 lumens / m²

Perhitungan

- a) Intensitas cahaya (I) = ϕ / ω

- = 27.200 lumen/4 Sr
- = 6800 lumens
- b) Kuat penerangan = I / r^2
- = 6800 lumens/ 16 m²
- = 425 lux
- c) Luas tiap titik lampu = 27.200 lumens / 425 lux
- = 64 m²
- d) Jumlah titik lampu = 1046,5 m²/ 64 m²
- = 16,35 m²
- = 16 m²
- e) Jumlah penerangan keseluruhan = 1046,5 m² x 430,556 lumens/m²
- = 450.576,854 lumen
- f) Penerangan tiap titik lampu = 450.576,854 lumen / 16,35
- = 27.558,22 lumen / titik lampu
- g) Kekuatan lampu tiap titik = 27.558 lumen x 40 watt / 27.200
- = 40,53 watt
- h) Pemakaian listrik / hari = 12 jam x 40,53 watt x 16 lampu
- = 7.781,76 wattjam
- = 7,781 KWH

14. Penerangan UPL

Diketahui data :

- a. Luas ruangan = 21 m²
- b. Jenis lampu = starting daylight TL 40 watt
- c. Arus cahaya = 27.200 / 40 watt
- d. Sudut sebar sinar = 4 Sr

- e. Tinggi lampu = 3 m ; $r^2 = 9$
- f. Waktu menyala = 12 jam
- g. Syarat penerangan = 30 lumen/ft² = 322,8 lumen/m²

Perhitungan

- a) Intensitas cahaya (i) = Q/W
= 27.200 lumens / 4 Sr
= 6800 lumens
- b) Kuat penerangan = I/r^2
= 6800 lumens/9
= 755,56
- c) Luas tiap titik lampu = 27.200 lumens/755,56
= 35,99 m²
= 36 m²
- d) Jumlah titik lampu = $21 \text{ m}^2/36\text{m}^2$
= 0,58 titik lampu
= 1 lampu
- e) Jumlah penerangan keseluruhan = $21 \text{ m}^2 \times 322,8 \text{ lumen}$
= 6778,8 lumens
- f) Penerangan tiap titik = $6778,8 \text{ lumens}/0,58$
= 3931,7 lumens
- g) Kekuatan lampu tiap titik = $3931,7 \times 40 \text{ watt} / 27.200$
= 5,78 watt
- h) Pemakaian listrik/hari = 12 jam x 5,78 x 1 lampu
= 69,36 watt jam

15. Water tower

Diketahui data :

- a. Luas ruangan = 6 m^2
- b. Jenis lampu = starting daylight TL 40 watt
- c. Arus cahaya = $27.200 / 40 \text{ watt}$
- d. Sudut sebar sinar = 4 Sr
- e. Tinggi lampu = 3 m ; $r^2 = 9$
- f. Waktu menyala = 12 jam
- g. Syarat penerangan = $30 \text{ lumen/ft}^2 = 322,8 \text{ lumen/m}^2$

Perhitungan

- a) Intensitas cahaya (i) = Q/W
= $27.200 \text{ lumens} / 4 \text{ Sr}$
= 6800 lumens
- b) Kuat penerangan = I/r^2
= $6800 \text{ lumens}/9$
= $755,56$
- c) Luas tiap titik lampu = $27.200 \text{ lumens}/755,56$
= $35,99 \text{ m}^2$
= 36 m^2
- d) Jumlah titik lampu = $6 \text{ m}^2/36\text{m}^2$
= $0,16 \text{ titik lampu}$
= 1 lampu
- e) Jumlah penerangan keseluruhan = $6 \text{ m}^2 \times 322,8 \text{ lumen}$
= $1936,8 \text{ lumens}$
- f) Penerangan tiap titik = $1936,8 \text{ lumens}/0,16$
= 12105 lumens

- g) Kekuatan lampu tiap titik = $12105 \times 40 \text{ watt} / 27.200$
= 17,8 watt
- h) Pemakaian listrik/hari = $12 \text{ jam} \times 17,8 \times 1 \text{ lampu}$
= 213,6 watt jam

16. Toilet

Diketahui data :

- a. Luas ruangan = 60 m^2
- b. Jenis lampu = starting daylight TL 40 watt
- c. Arus cahaya = $27.200 / 40 \text{ watt}$
- d. Sudut sebar sinar = 4 Sr
- e. Tinggi lampu = $3 \text{ m} ; r^2 = 9$
- f. Waktu menyala = 12 jam
- g. Syarat penerangan = $30 \text{ lumen/ft}^2 = 322,8 \text{ lumen/m}^2$

Perhitungan

- a) Intensitas cahaya (i) = Q/W
= $27.200 \text{ lumens} / 4 \text{ Sr}$
= 6800 lumens
- b) Kuat penerangan = I/r^2
= $6800 \text{ lumens}/9$
= 755,56
- c) Luas tiap titik lampu = $27.200 \text{ lumens}/755,56$
= $35,99 \text{ m}^2$
= 36 m^2
- d) Jumlah titik lampu = $60 \text{ m}^2/36 \text{ m}^2$
= 1,67 titik lampu

- = 2 lampu
- e) Jumlah penerangan keseluruhan = $60 \text{ m}^2 \times 322,8 \text{ lumen}$
= 19.368 lumens
- f) Penerangan tiap titik = $19.368 \text{ lumens}/1,67$
= 11.597,6 lumens
- g) Kekuatan lampu tiap titik = $11.597,6 \times 40 \text{ watt} / 27.200$
= 17,05 watt
- h) Pemakaian listrik/hari = $12 \text{ jam} \times 17,05 \times 2 \text{ lampu}$
= 207,12 watt jam

17. Poliklinik

Diketahui data :

- a. Luas ruangan = 32 m^2
- b. Jenis lampu = starting daylight TL 40 watt
- c. Arus cahaya = $27.200 / 40 \text{ watt}$
- d. Sudut sebar sinar = 4 Sr
- e. Tinggi lampu = $3 \text{ m} ; r^2 = 9$
- f. Waktu menyala = 12 jam
- g. Syarat penerangan = $30 \text{ lumen/ft}^2 = 322,8 \text{ lumen/m}^2$

Perhitungan

- a) Intensitas cahaya (i) = Q/W
= $27.200 \text{ lumens} / 4 \text{ Sr}$
= 6800 lumens
- b) Kuat penerangan = I/r^2
= $6800 \text{ lumens}/9$
= 755,56

- c) Luas tiap titik lampu = $27.200 \text{ lumens}/755,56$
= $35,99 \text{ m}^2$
= 36 m^2
- d) Jumlah titik lampu = $32 \text{ m}^2/36\text{m}^2$
= $0,88 \text{ titik lampu}$
= 1 lampu
- e) Jumlah penerangan keseluruhan = $32 \text{ m}^2 \times 322,8 \text{ lumen}$
= $10.329,6 \text{ lumens}$
- f) Penerangan tiap titik = $10.329,6 \text{ lumens}/0,88$
= $11.738,18 \text{ lumens}$
- g) Kekuatan lampu tiap titik = $11.738,18 \times 40 \text{ watt} / 27.200$
= $17,26 \text{ watt}$
- h) Pemakaian listrik/hari = $12 \text{ jam} \times 17,26 \times 1 \text{ lampu}$
= $207,12 \text{ watt jam}$

18. Kantin

Diketahui data :

- a. Luas ruangan = 40 m^2
- b. Jenis lampu = starting daylight TL 40 watt
- c. Arus cahaya = $27.200 / 40 \text{ watt}$
- d. Sudut sebar sinar = 4 Sr
- e. Tinggi lampu = $3 \text{ m}; r^2 = 9$
- f. Waktu menyala = 12 jam
- g. Syarat penerangan = $30 \text{ lumen}/\text{ft}^2 = 322,8 \text{ lumen}/\text{m}^2$

Perhitungan

a) Intensitas cahaya (i) = Q/W

- = 27.200 lumens / 4 Sr
- = 6800 lumens
- b) Kuat penerangan = I/r^2
- = 6800 lumens/9
- = 755,56
- c) Luas tiap titik lampu = 27.200 lumens/755,56
- = 35,99 m²
- = 36 m²
- d) Jumlah titik lampu = 40 m²/36m²
- = 1,11 titik lampu
- = 1 lampu
- e) Jumlah penerangan keseluruhan = 40 m² x 322,8 lumen
- = 12.912 lumens
- f) Penerangan tiap titik = 12.912 lumens/1,11
- = 11.632,43 lumens
- g) Kekuatan lampu tiap titik = 11.632,43 x 40 watt / 27.200
- = 17,106 watt
- h) Pemakaian listrik/hari = 12 jam x 17,106 x 1 lampu
- = 207,12 watt jam

19. Mushola

Diketahui data :

- a. Luas ruangan = 80 m²
- b. Jenis lampu = starting daylight TL 40 watt
- c. Arus cahaya = 27.200 / 40 watt
- d. Sudut sebar sinar = 4 Sr

- e. Tinggi lampu = 3 m ; $r^2 = 9$
- f. Waktu menyala = 12 jam
- g. Syarat penerangan = 30 lumen/ft² = 322,8 lumen/m²

Perhitungan

- a) Intensitas cahaya (i) = Q/W
= 27.200 lumens / 4 Sr
= 6800 lumens
- b) Kuat penerangan = I/r^2
= 6800 lumens/9
= 755,56
- c) Luas tiap titik lampu = 27.200 lumens/755,56
= 35,99 m²
= 36 m²
- d) Jumlah titik lampu = 80 m²/36m²
= 2,22 titik lampu
= 2 lampu
- e) Jumlah penerangan keseluruhan = 80 m² x 322,8 lumen
= 25.824 lumens
- f) Penerangan tiap titik = 25.824 lumens/2,22
= 11.632,43 lumens
- g) Kekuatan lampu tiap titik = 11.632,43 x 40 watt / 27.200
= 17,106 watt
- h) Pemakaian listrik/hari = 12 jam x 17,106 x 1 lampu
= 207,12 watt jam

20. Parkir motor

Diketahui data :

- a. Luas ruangan = 64 m^2
- b. Jenis lampu = starting daylight TL 40 watt
- c. Arus cahaya = $27.200 / 40 \text{ watt}$
- d. Sudut sebar sinar = 4 Sr
- e. Tinggi lampu = $3 \text{ m}; r^2 = 9$
- f. Waktu menyala = 12 jam
- g. Syarat penerangan = $30 \text{ lumen/ft}^2 = 322,8 \text{ lumen/m}^2$

Perhitungan

- a) Intensitas cahaya (i) = Q/W
= $27.200 \text{ lumens} / 4 \text{ Sr}$
= 6800 lumens
- b) Kuat penerangan = I/r^2
= $6800 \text{ lumens}/9$
= $755,56$
- c) Luas tiap titik lampu = $27.200 \text{ lumens}/755,56$
= $35,99 \text{ m}^2$
= 36 m^2
- d) Jumlah titik lampu = $64 \text{ m}^2/36\text{m}^2$
= $1,77 \text{ titik lampu}$
= 2 lampu
- e) Jumlah penerangan keseluruhan = $64 \text{ m}^2 \times 322,8 \text{ lumen}$
= $20.659,2 \text{ lumens}$
- f) Penerangan tiap titik = $20.659,2 \text{ lumens}/1,77$
= $11.671,86 \text{ lumens}$

- g) Kekuatan lampu tiap titik = $11.671,86 \times 40 \text{ watt} / 27.200$
= 17,16 watt
- h) Pemakaian listrik/hari = $12 \text{ jam} \times 17,16 \times 1 \text{ lampu}$
= 205,92 watt jam

21. Parkir mobil.

Diketahui data :

- a. Luas ruangan = 140 m^2
- b. Jenis lampu = starting daylight TL 40 watt
- c. Arus cahaya = $27.200 / 40 \text{ watt}$
- d. Sudut sebar sinar = 4 Sr
- e. Tinggi lampu = $3 \text{ m} ; r^2 = 9$
- f. Waktu menyala = 12 jam
- g. Syarat penerangan = $30 \text{ lumen/ft}^2 = 322,8 \text{ lumen/m}^2$

Perhitungan

- a) Intensitas cahaya (i) = Q/W
= $27.200 \text{ lumens} / 4 \text{ Sr}$
= 6800 lumens
- b) Kuat penerangan = I/r^2
= $6800 \text{ lumens}/9$
= 755,56
- c) Luas tiap titik lampu = $27.200 \text{ lumens}/755,56$
= $35,99 \text{ m}^2$
= 36 m^2
- d) Jumlah titik lampu = $140 \text{ m}^2/36 \text{ m}^2$
= 3,88 titik lampu

- = 4 lampu
- c) Jumlah penerangan keseluruhan = $140 \text{ m}^2 \times 322,8 \text{ lumens}$
 = 45.192 lumens
- f) Penerangan tiap titik = $45.192 \text{ lumens} / 3,88$
 = 11.647,42 lumens
- g) Kekuatan lampu tiap titik = $11.647,42 \times 40 \text{ watt} / 27.200$
 = 17,128 watt
- h) Pemakaian listrik/hari = $12 \text{ jam} \times 17,128 \times 1 \text{ lampu}$
 = 205,53 watt jam

22. Penerangan jalan sekitar pabrik diasumsikan menggunakan 10 titik lampu taman dengan jenis lampu mercury 250 watt.

- Dimana jam operasi = 12 jam / hari
- Jumlah pemakaian listrik / hari = $10 \text{ lampu} \times 250 \text{ watt} \times 12 \text{ jam}$
 = 30.000 watt jam
 = 30 KWH

Tabel 4.2.
Distribusi Titik Lampu pada Masing-Masing Ruangan

No	Nama Ruangan	Luas ruangan	Jumlah titik Lampu
1	Ruang tamu	40	1
2	Kantor direksi	35	1
3	Kantor adminisrasi umum	35	1
4	Ruang meeting	50	1
5	Kantor keuangan dan pemasaran	35	1
6	Koperasi	35	1
7	Kantor utilitas	32	1
8	Kantor produksi	32	1
9	Ruang laboratorium	40	1
10	Ruang peralatan maintenance	40	1

11	Ruang peralatan utilitas	40	1
12	Toilet	60	2
13	Mushola	80	2
14	Poliklinik	32	1
15	Kantin	40	1
16	Parkir mobil dan truk	140	4
17	Parkir motor	64	2
18	UPL(unit pengolahan limbah)	21	1
19	Taman	299	0
20	Jalan	651	10
21	Menara air	6	1
22	Ruang produksi	1056,5	16
23	Pos Satpam	6	1

Total kebutuhan listrik untuk penerangan / hari

1. Listrik untuk penerangan ruang perkantoran = 2484,37 wattjam
= 2,484 KWH
2. Listrik untuk penerangan di luar perkantoran = 2748,924 wattjam
= 2,748 KWH
3. Listrik untuk penerangan ruang produksi = 7.781,76 wattjam
= 7,781 KWH
4. Listrik untuk penerangan jalan = 30 KWH

Total kebutuhan listrik untuk penerangan adalah 43,013 KWH

Listrik untuk mesin-mesin produksi

Diketahui 1 HP = 0,7465 KW

1. Mesin kelos :
 - Daya/mesin = 0,5 HP
 - Jumlah mesin = 5 mesin
 - Jam kerja = 8 jam
 - Kebutuhan daya listrik/hari = 0,5 HP x 0,7465 KW x 5 mesin x 8 jam
= 14,93 KW

2. Mesin doubling

Daya/mesin	= 0,5 HP
Jumlah mesin	= 4 mesin
Jam kerja	= 8 jam
Kebutuhan daya listrik/hari	= 0,5 HP x 0,7465 KW x 4 mesin x 8 jam
	= 11,94 KW

3. Mesin gintir

Daya/mesin	= 0,5 HP
Jumlah mesin	= 7 mesin
Jam kerja	= 8 jam
Kebutuhan daya listrik/hari	= 0,5 HP x 0,7465 KW x 7 mesin x 8 jam
	= 20,9048 KWH

4. Mesin re reeling

Daya	= 0,5 HP
Jumlah mesin	= 3 mesin
Jam kerja	= 8 jam
Kebutuhan daya listrik/hari	= 0,5 HP x 0,7465 KW x 3 mesin x 8 jam
	= 8,9592 KW

5. Steam/heat setting

Daya	= 0,5 HP
Jumlah mesin	= 1 mesin
Jam kerja	= 8 jam
Kebutuhan daya listrik/hari	= 0,5 HP x 0,7465 KW x 1 mesin x 8 jam
	= 2,986 KW

Kebutuhan daya listrik untuk mesin-mesin produksi

a. Mesin kelos	= 14,93 KW
b. Mesin doubling	= 11,94 KW
c. Mesin gintir	= 20,9048 KW
d. Mesin re reeling	= 8,9592 KW
e. Mesin steam	= <u>2,98 KW</u>
	59,714 KW

Total kebutuhan daya listrik/hari untuk mesin produksi adalah 59,714KW

B. Kebutuhan unit utilitas lainnya

1. AC

Diketahui spesifikasi AC yang digunakan

Merk	= National
Type	= AN-A2A9E
Power supply	= 2,5 PK-22.900 Btu/h
Daya	= 0,75 KW

Kebutuhan AC untuk perkantoran meliputi ruang tamu, kantor direksi, kantor administrasi umum, ruang meeting, kantor keuangan dan pemasaran, kantor utilitas, laboratorium, dan kantor produksi. Diasumsikan di setiap ruang dipasang 1 buah AC. Jadi kebutuhan AC untuk ruang perkantoran adalah 8 unit.

Sedangkan kebutuhan AC untuk ruang produksi diasumsikan menggunakan 12 unit AC.

Kebutuhan daya listrik /hari untuk AC adalah :

$$\begin{aligned} &= 20 \text{ unit} \times 0,75 \text{ KW} \times 8 \text{ jam} \\ &= 120 \text{ KW} \end{aligned}$$

2. Fan (Kipas angin)

Kebutuhan kipas angin untuk poliklinik, kantin, koperasi dan mushola

Spesifikasi fan :

Merk	= National
Type	= FV-25 TGU
Daya	= 0,278 KW

Untuk poliklinik, kantin dan koperasi masing-masing ruangan menggunakan 1 buah fan sedangkan untuk mushola menggunakan 2 buah fan. Jadi kebutuhan fan adalah 5 unit

Kebutuhan daya listrik/hari adalah :

$$\begin{aligned} &= 5 \text{ unit} \times 0,278 \text{ KW} \times 8 \text{ jam} \\ &= 11,12 \text{ KW} \end{aligned}$$

3. Komputer dan printer

Pada perancangan ini kebutuhan komputer dan printer hanya digunakan pada kantor direksi, kantor administrasi umum, kantor keuangan dan pemasaran, laboratorium, kantor produksi dan kantor utilitas.

Komputer dan printer yang digunakan sebanyak 6 unit dengan daya setiap unitnya 0,3 KW

Kebutuhan daya listrik / hari:

$$\begin{aligned} &= 6 \text{ unit} \times 0,3 \text{ KW} \times 8 \text{ jam} \\ &= 14,4 \text{ KW} \end{aligned}$$

4. Pompa air

Spesifikasi pompa air adalah sebagai berikut

Jenis	= Water Jet Pump
Kapasitas	= 340 l/menit
Motor	= 0,55 KW
Jumlah	= 1 unit

Kebutuhan daya listrik/hari adalah :

$$= 1 \times 0,55 \text{ KW} \times 8 \text{ jam}$$

$$= 4,4 \text{ KW}$$

5. Generator

Digunakan sebagai cadangan apabila supply listrik dari PLN mati. Jadi kebutuhan bahan bakar untuk generator tidak diperhitungkan.

Pada pengoperasiannya generator ini menggunakan bahan bakar solar dengan spesifikasi mesin sebagai berikut

Type	= AC generator
Kapasitas	= 40 KW
Tegangan	= 220 volt
Jumlah	= 1 unit
Bahan bakar	= solar

Kebutuhan daya listrik unit utilitas lainnya

1.AC	= 120 KW
2.Fan	= 11,12 KW
3.Kompiter dan printer	= 14,4 KW
4.Pompa air	= <u>4,4 KW</u>
	149,92 KW

Total kebutuhan daya listrik/hari unit utilitas 149,92 KW

Total kebutuhan untuk listrik pabrik ini seluruhnya dilayani oleh PLN dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel. 4.3
Total Kebutuhan Listrik

NO	Nama kebutuhan	Jumlah
1	Penerangan	43,013 KW
2	Mesin produksi	59,714 KW
3	Utilitas	149,92 KW
	Jumlah	252,647 KW

Diasumsikan dalam satu bulan kerja arus listrik dari PLN putus untuk 3 jam. Dengan demikian generator digunakan sebagai sumber energi listrik selama tiga jam dalam satu bulan. Jadi, kebutuhan bahan bakar untuk generator dapat dihitung:

Perhitungan bahan bakar solar untuk generator

Digunakan generator dengan efisiensi 80% maka input generator yang dihasilkan

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{totalkebutuhanlistri}}{0.8} \\
 &= \frac{252,647}{0,8} \\
 &= 315.808 \text{ kw/hari}
 \end{aligned}$$

Input = 13,15 kw/jam

Kebutuhan bahan bakar yang digunakan sesuai dengan spesifikasi yaitu jenis solar dengan berat jenis 0,870 kg/liter, nilai pembakaran 8.700 kcal/kg, daya sebesar 13,15 kwh dan efisiensi 80%.

Dimana 1 kwh = 860 kcal

Maka

$$\begin{aligned}
 \text{Input/jam} &= 13,15 \text{ kwh} \times 860 \text{ kcal} \\
 &= 11.309 \text{ kcal}
 \end{aligned}$$



Kebutuhan bahan bakar/jam

$$= \frac{\text{nilai input generator}}{\text{nilai pembakaran solar}}$$

$$= \frac{11.309 \text{ kcal / jam}}{8.700 \text{ kcal / kg}}$$

$$= 1,299 \text{ kg/jam}$$

Kebutuhan bahan bakar dalam liter/jam

$$= \frac{\text{kebutuhan solar (berat / jam)}}{\text{berat jenis solar}}$$

$$= \frac{1,299 \text{ kg / jam}}{0,870 \text{ kg / liter}}$$

$$= 1,49 \text{ liter/jam}$$

Sehingga kebutuhan bahan bakar solar untuk satu bulan adalah 1,49 liter/jam x 3 jam = 4,47 liter. Untuk kebutuhan selama 3 bulan kerja = 3 bulan x 4,47 liter/bulan adalah 13,41 liter.

4.7. Jumlah karyawan dan penggolongan jabatan

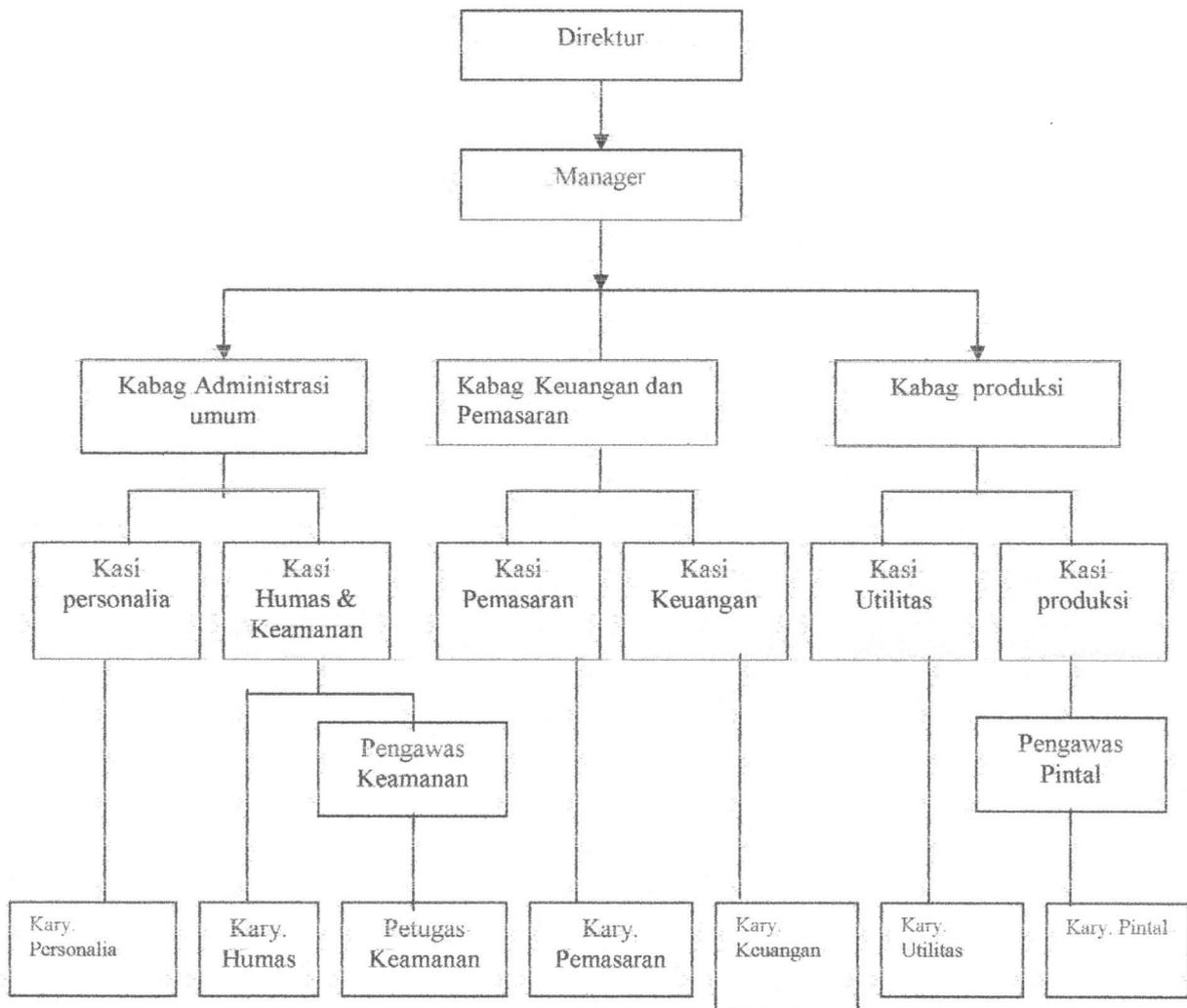
Tabel 4.4
Penggolongan Jabatan dan Jumlah Karyawan

No	Jabatan	Pra syarat	Jumlah
1	Direktur	Sarjana teknik tekstil /S2	1
2	Manager	Sarjana teknik tekstil/SE	1
3	Kabag administrasi umum	Sarjana ekonomi	1
4	Kabag keuangan dan pemasaran	Sarjana ekonomi	1
5	Kabag produksi	Sarjana teknik tekstil	1
6	Kasi personalia	D3 ekonomi	1
7	Kasi humas dan keamanan	D3 ekonomi	1
8	Kasi pemasaran	D3 ekonomi	1
9	Kasi keuangan dan administrasi	D3 ekonomi	1
10	Kasi utilitas dan maintenance	D3 teknik mesin	1
11	Kasi produksi	D3 teknik tekstil	1
12	Pengawas utilitas dan maintenance	D3 teknik mesin	1

13	Pengawas produksi	D3 teknik tekstil	1
14	Pengawas keamanan	SLTA	1
15	Dokter	Dokter	1
16	Prawat	Akper	1
17	Karyawan personalia	D1 ekonomi	4
18	Karyawan humas	D1 ekonomi	3
19	Karyawan pemasaran	D1 ekonomi	3
20	Karyawan keuangan	D1 ekonomi	2
21	Karyawan utilitas dan maintenace	D1 teknik mesin	4
22	Karyawan produksi	STM tekstil	40
23	Petugas keamanan	SLTA	3
24	Sopir	SLTA	3
25	Cleaning service	SLTP	3

4.8. Struktur Organisasi

Pengorganisasian merupakan suatu proses yang menyangkut bagaimana pekerjaan diatur dan dialokasikan diantara para anggota organisasi sehingga tujuan organisasi dapat tercapai secara efektif dan efisien. Struktur organisasi dapat diartikan sebagai susunan dan hubungan antar bagian/antar komponen/antar posisi dalam suatu organisasi. Suatu struktur organisasi menspesifikasikan pembagian kerja dan menunjukkan bagaimana fungsi atau kegiatan yang berbeda dihubungkan. Struktur organisasi juga menunjukkan hierarki dan struktur wewenang organisasi serta memperlihatkan hubungan pertanggung jawaban.



BAGAN STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN

4.8.1. Bentuk perusahaan

Bentuk perusahaan yang direncanakan pada perancangan pabrik tekstil ini adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modal dari penjualan saham dimana setiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat yang dikeluarkan oleh perusahaan dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal ke perusahaan yang berarti ikut memiliki perusahaan.

Dipilihnya bentuk perusahaan ini adalah didasarkan atas beberapa faktor antara lain mudah untuk mendapatkan modal, tanggung jawab pemegang saham terbatas sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan, pemilik dan pengurus

terpisah lain. Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direktur beserta stafnya.

Pembagian tugas dalam suatu perusahaan mutlak untuk dilakukan karena dengan adanya pembagian tugas maka semua tugas dapat berjalan dengan lancar dan mudah dalam pengaturannya.

Status karyawan perusahaan-perusahaan sebagai berikut :

- Bulanan

Mendapatkan gaji pokok dan tunjangan setiap bulannya.

- Harian

Upah dihitung per hari yang jumlahnya diakumulasikan untuk satu bulan kerja adalah 26 hari.

- Honorer

Untuk bagian kesehatan yang terdiri dari seorang dokter dan perawat yang masuk bergantian dengan honor yang diberikan setiap bulannya.

Jumlah karyawan perusahaan seluruhnya adalah :

- Bulanan	= 14
- Harian	= 65
- Honorer	<u>= 2</u>
total	81

Fasilitas yang diberikan oleh perusahaan adalah sebagai berikut :

- Pelayanan kesehatan dan klinik
- Pakaian kerja sebanyak dua stel untuk setiap tahun

Sedangkan jam kerja dipabrik pemintalan benang sutera ini adalah :

Hari Senin-Sabtu	: pukul 08.00 – 17.00 WIB
Waktu istirahat setiap jam kerja	: pukul 12.00 – 13.00 WIB
Hari Minggu	: libur

4.8.2. Wewenang dan Jabatan

A. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah orang yang memegang saham mempunyai kekuasaan tertinggi dalam menentukan segala keputusan yang akan diambil oleh perusahaan. Keputusan ini tidak dapat diganggu gugat. Para pemegang saham mempunyai wewenang untuk mengangkat dan memberhentikan direktur.

B. Direktur

Memimpin dan bertanggung jawab terhadap keseluruhan operasional yang dijalankan oleh perusahaan agar tercapai pengawasan yang baik. Selain tugas tersebut direktur juga bertanggung jawab terhadap kegiatan yang dilakukan atas nama baik perusahaan, baik yang ada di luar maupun di dalam perusahaan. Dan bertugas membawahi beberapa manager.

Direktur diambil dari salah satu dari pemegang saham atau orang yang mempunyai pengalaman dibidang perusahaan tekstil.

C. Manager

Tugas dari manager adalah:

- Menjamin bahwa proses produksi dilakukan sesuai dengan standart yang telah ditentukan oleh perusahaan
- Mengontrol kebutuhan listrik, air dan utilitas lainnya.
- Merencanakan dan mengatur segala urusan proses produksi yang terjadi di perusahaan.

D. Kepala bagian keuangan dan pemasaran

Seseorang yang bertanggung jawab pada manager atas keuangan perusahaan Bagian ini terdiri dari bagian keuangan, administrasi dan bagian pemasaran. Bagian keuangan bertugas mengatur keluar masuknya uang dalam perusahaan dan juga

menbuat laporan keuangan laba rugi dari perusahaan. Sedangkan untuk bagian pemasaran bertugas memasarkan dan mengatur penjualan barang-barang hasil produksi. Selain itu juga mengatur pembelian bahan baku sehingga produksi dapat berjalan lancar.

E. Kepala bagian produksi

Bertanggung jawab kepada manager dan bertugas mengatur proses produksi yang membawahi bagian produksi dan bagian utilitas. Bagian produksi bertugas mengawasi stock bahan baku, penyimpanan dan hasil produksi. Untuk bagian pemintalan bertugas mengawasi segala proses produksi dan juga mutu hasil proses agar dapat digunakan di proses selanjutnya dan menghasilkan benang sutera yang sesuai dengan standar. Bagian utilitas bertugas mengawasi jalannya fungsi mesin dan alat-alat teknik maupun utilitas lainnya dalam pabrik.

F. Kepala bagian administrasi umum.

Bertanggung jawab kepada manager tentang hal-hal yang menyangkup kepegawaian dan kesejahteraan karyawan.

G. Kepala seksi.

Pada prinsipnya tugas dari kepala seksi untuk masing-masing departemen, adalah :

- Melaksanakan absensi karyawan,
- Melaksanakan pembagian tugas karyawan,
- Melaksanakan pengawasan jalannya proses produksi,
- Mengatur pemakaian bahan-bahan baku,
- Mencatat dan melaporkan kegiatan kerja di akhir shift

H. Pengawas.

Tugas dari pengawas adalah :

- Mengatur kelancaran proses yaitu
 - 1) Mengatur keperluan bahan baku yang diperlukan selama kegiatan proses berlangsung,
 - 2) Mengatur pemakaian mesin-mesin berdasarkan instruksi disesuaikan dengan kondisi proses yang sedang berlangsung,
 - 3) Menempatkan pekerja sesuai dengan tugas dan tanggung jawab pada masing-masing mesin.

- Pengawasan pelaksanaan kerja yaitu;
 - 1) Memeriksa daftar hadir pekerja di masing-masing bagian,
 - 2) Memeriksa pelaksanaan kerja masing-masing bagian agar selalu mematuhi cara-cara kerja yang telah ditentukan setiap periode tertentu
 - 3) Memeriksa hasil produksi dari masing-masing unit kegiatan kerja,
 - 4) Memeriksa pengaturan istirahat pekerja agar terlaksana dan tidak mengganggu kegiatan produksi.

Fasilitas untuk karyawan merupakan suatu layanan yang diberikan perusahaan yang bertujuan untuk memperlancar proses produksi. Fasilitas tersebut adalah :

- a) Pakaian kerja, seluruh karyawan diberikan pakaian kerja atau seragam sebanyak dua kali dalam setahun.
- b) Jamsostek, program ini meliputi kecelakaan kerja, kematian akibat kecelakaan kerja, tabungan hari tua.
- c) Hak cuti, cuti untuk setiap tahun maksimal 12 hari dengan ketentuan satu bulan masuk kerja minimal 25 hari sehingga mendapat cuti satu hari.
- d) Cuti massal, dalam satu tahun pabrik mengadakan cuti massal yaitu pada hari raya Idul Fitri. Cuti massal ini maksimal 4 hari.

- e) Cuti hamil, karyawan wanita yang akan melahirkan berhak mendapatkan cuti hamil selama tiga bulan, yaitu 1,5 bulan sebelum melahirkan dan 1,5 bulan setelah melahirkan. Selama cuti hamil gaji tetap dibayarkan dengan ketentuan anak pertama dan anak kedua dengan jarak kelahiran minimal 3 tahun.
- f) Keagamaan, dibangunnya mushola

4.9. Pengendalian mutu

Tujuan pengendalian mutu adalah :

1. Untuk mengetahui ada tidaknya penyimpangan dari standar yang telah ditentukan.
2. Untuk menekan jumlah cacat produksi.
3. Menjaga mutu benang sutera yang dibuat

4.10. EVALUASI EKONOMI

4.10.1. MODAL PERUSAHAAN

A. MODAL INVESTASI

1. Tanah, seluas 3343,75 m²
@ Rp. 500.000,-/m² x 3343,75 m² = Rp. 1.671.875.000,-
2. Bangunan pabrik, seluas 1730,5 m²
@ Rp. 300.000,-/m² x 1740,5 m² = Rp. 519.150.000,-
3. Pembuatan taman, seluas 299 m²
@ Rp. 25.000,-/m x 299 m² = Rp. 7.475.000,-
4. Pembuatan jalan, seluas 510 m²
@ Rp.48.000,-/m x 510 m² = Rp. 24.480.000,-
5. Mesin – mesin, spare part dan pemasangan
 - Mesin kelos

▪ @ Rp. 20.000.000,- x 5 unit	= Rp. 100.000.000,-
▪ Mesin doubling / perangkapan	
▪ @ Rp. 25.000.000,- x 4 unit	= Rp. 100.000.000,-
▪ Mesin twisting / penggintiran	
▪ @ Rp. 25.000.000,- x 7 unit	= Rp. 175.000.000,-
▪ Mesin re reeling	
▪ @ Rp. 20.000.000,- x 3 unit	= Rp. 60.000.000,-
▪ Heat setting / steam	
▪ @ Rp. 4.000.000,- x 1 unit	= Rp. 4.000.000,-
▪ Spare part	= <u>Rp. 5.000.000,-</u>
Total mesin-mesin, spare part dan pemasangan	<i>Rp. 444.000.000,-</i>

6. Utilitas

▪ AC (Air Conditioner)	
▪ @ Rp.5.000.000,- x 20 unit	= Rp.100.000.000,-
▪ Fan (kipas angin)	
▪ @ Rp.200.000,- x 5 unit	= Rp.1.000.000,-
▪ Komputer + printer	
▪ @ Rp.5.000.000,- x 6 unit	= Rp. 30.000.000,-
▪ Pompa air	
▪ @ Rp. 4.000.000,- x 1 unit	= Rp. 4.000.000,-
▪ Generator	
▪ @ Rp. 24.000.000,- x 1 unit	= Rp.24.000.000,-
▪ Pipa-pipa	= Rp.2.000.000,-
▪ Alat-alat laboratorium	= Rp.3.500.000,-
Total utilitas	<i>Rp.164.500.000,-</i>

7. Instalasi listrik, air dan telepon

▪ Pemasangan instalasi listrik	= Rp. 10.000.000,-
▪ Pemasangan instalasi telepon	= Rp. 5.000.000,-
▪ Lampu	
@ Rp.18.000,- x 41 jenis lampu TL 40 watt	= Rp.738.000,-
@ Rp.250.000,- x 10 jenis mercury 250 watt	= Rp.2.500.000,-
▪ Pemasangan instalasi air sebanyak	
@ Rp. 10.000,- x 22 titik kran toilet	= Rp.220.000,-
@ Rp. 10.000,- x 2 titik kran taman	= Rp.20.000,-
▪ Hydrant	= Rp. 5.000.000,-
▪ Alat-alat cleaning service	= Rp. 1.000.000,-
Total biaya instalasi listrik, air dan telepon	= Rp.24.478.000,-

8. Alat Transportasi

Pick up (L 300) 1 unit	= Rp. 30.000.000,-
Truk 1 unit	= Rp. 50.000.000,-
Kijang 1 unit	= Rp. 80.000.000,-
Total alat transportasi	= Rp. 160.000.000,-

9. Biaya Notaris / Konsultasi = Rp. 10.000.000,-

10. Biaya Training Karyawan = Rp. 3.000.000,-

11. Alat-Alat Kantor dan Meubel

▪ 1 paket meja kursi ruang tamu	= Rp. 6.000.000,-
▪ 1 paket meja kursi kantor direksi	= Rp. 5.000.000,-
▪ 1 buah meja rapat	= Rp. 1.000.000,-
▪ 20 kursi rapat dengan tangan	= Rp. 6.000.000,-
▪ 6 almari arsip	= Rp. 2.400.000,-

▪ 5 almari kaca	= Rp. 2.500.000,-
▪ 9 meja kerja ketik dengan laci	= Rp. 2.250.000,-
▪ 9 kursi tanpa tangan	= Rp. 1.800.000,-
Total alat-alat kantor dan meubel	= Rp. 26.950.000,-
Jumlah total modal investasi	= Rp. 3.055.908.000,-

B. MODAL KERJA

1) Bahan baku

- Jumlah produksi / jam / mesin dari mesin re reeling = 1740,09 gram
- Kebutuhan raw silk untuk 3 unit mesin re reeling / jam
= 1740,09 gram / jam / mesin x 3 mesin
= 5220,27 gram / jam / 3 mesin
- Kebutuhan raw silk / hari
= 5220,27 gram / jam / 3 mesin x 8 jam / hari
= 41.762,16 gram / hari / 3 mesin
- Kebutuhan raw silk / bulan
= 41.762,16 gram / hari / 3 mesin x 26 hari / bulan
= 1.085.816,16 gram / bulan / 3 mesin
= 1.085,816 kg / bulan / 3 mesin
- Dengan rendeman 5 % maka kebutuhan rwa silk / bulan adalah
= 1.085,816 kg x $\frac{100}{95}$
= 1.142,964 kg / bulan
- Kebutuhan raw silk selama 3 bulan
= 1.142,964 kg / bulan x 3 bulan
= 3.428,892 kg / 3 bulan

- Harga 1 kg raw silk = Rp. 200.000,-
- Harga raw silk untuk 3 bulan produksi
= 3428,892 kg x Rp. 200.000,-

= Rp. 685.778.400,-

2) Biaya Pemeliharaan

Biaya pemeliharaan yang harus disediakan untuk keperluan selama tiga bulan adalah sebagai berikut :

- Untuk mesin-mesin

= $1,5\% \times \frac{3}{12} \times \text{Rp. } 444.000.000,-$ = Rp. 1.665.000,-

- Untuk utilitas

= $1,5\% \times \frac{3}{12} \times \text{Rp. } 164.500,-$ = Rp.616.875,-

- Untuk bangunan

= $1,5\% \times \frac{3}{12} \times \text{Rp. } 519.150.000,-$ = Rp. 1.946.812,5,-

- Untuk transportasi

= $2\% \times \frac{3}{12} \times \text{Rp. } 160.000.000,-$ = Rp. 800.000,-

Total biaya pemeliharaan selama tiga bulan = Rp.5.028.687,5,-

3) Gaji dan kesejahteraan karyawan

Tabel 4.5
Penggolongan gaji karyawan

No	Jabatan	Pra syarat	Jumlah	Gaji	Total Gaji
1	Direktur	ST,Teks/S2	1	Rp.3.000.000,-	Rp. 3.000.000,-
2	Manager	ST,Teks/SE	1	Rp.2.500.000,-	Rp. 2.500.000,-
3	Kabag adm. Umum	SE	1	Rp.2.000.000,-	Rp. 2.000.000,-
4	Kabag Keuangan.&	SE	1	Rp.2.000.000,-	Rp. 2.000.000,-

	pemasaran				
5	Kabag. Produksi	ST Teks	1	Rp.2.000.000,-	Rp. 2.000.000,-
6	Kasi personalia	D3 ekonomi	1	Rp.1.500.000,-	Rp. 1.500.000,-
7	Kasi hum & keamanan	D3-ekonomi	1	Rp.1.500.000,-	Rp. 1.500.000,-
8	Kasi pemasaran	D3 ekonomi	1	Rp.1.500.000,-	Rp. 1.500.000,-
9	Kasi keuangan & admi	D3 ekonomi	1	Rp.1.500.000,-	Rp. 1.500.000,-
10	Kasi utilitas & maint	D3 tek.mesin	1	Rp.1.500.000,-	Rp. 1.500.000,-
11	Kasi produksi	D3 tek.teks	1	Rp.1.500.000,-	Rp. 1.500.000,-
12	Peng utilitas maint	D3 tek.mesin	1	Rp.1.000.000,-	Rp. 1.000.000,-
13	Pengawas produksi	D3 tek.teks	1	Rp.1.000.000,-	Rp. 1.000.000,-
14	Pengawas keamanan	SLTA	1	Rp. 750.000,-	Rp. 750.000,-
15	Dokter	Dokter	1	Rp.1.500.000,-	Rp. 1.500.000,-
16	Perawat	Akper	1	Rp. 750.000,-	Rp. 750.000,-
17	Kary. Personalia	D1 tek.ekon	4	Rp. 500.000,-	Rp. 2.000.000,-
18	Kary. Humas	D1 tek.ekon	3	Rp. 500.000,-	Rp. 1.500.000,-
19	Kary. Pemasaran	D1 tek.ekon	3	Rp. 500.000,-	Rp. 1.500.000,-
20	Kary. Keuangan	D1 tek.ekon	2	Rp. 500.000,-	Rp. 1.000.000,-
21	Kary. Utilitas & maint	D1 tek.mesin	4	Rp. 500.000,-	Rp. 2.000.000,-
22	Kary. Produksi	STM teks	40	Rp. 450.000,-	Rp18.000.000,-
23	Petugas keamanan	SLTA	3	RP. 450.000,-	Rp. 1.350.000,-
24	Supir	SLTA	3	Rp. 450.000,-	Rp. 1.350.000,-
25	Cleaning service	SLTP	3	Rp. 300.000,-	Rp. 900.000,-
	Jumlah		81		Rp.55.100.000,-

Gaji karyawan selama satu bulan = Rp. 55.100.000,-

Total gaji karyawan selama 3 bulan = Rp. 165.300.000,-

4) Biaya administrasi dan penjualan

Untuk biaya administrasi dikenakan 1,5 % dari harga penjualan selama tiga bulan produksi sebesar :

- Hasil produksi benang sutera / jam = 5220,27 gram / jam
- Hasil produksi benang sutera / hari
= 5220,27 gram / jam x 8 jam / hari
= 41.762,16 gram / hari
- Hasil produksi benang sutera / bulan

$$= 41.762,16 \text{ gram / hari} \times 26 \text{ hari / bulan}$$

$$= 1.085.816,16 \text{ gram / bulan}$$

- Hasil produksi benang sutera / 3 bulan

$$= 1.085.816,16 \text{ gram / bulan} \times 3 \text{ bulan}$$

$$= 3.257.448,48 \text{ gram / 3 bulan}$$

$$= 3.257,448 \text{ kg / 3 bulan}$$

- Harga penjualan 1 kg benang sutera = Rp. 350.000,-

- Biaya administrasi untuk 1 kg benang

$$= 1,5 \% \times \text{Rp. } 350.000,-$$

$$= \text{Rp. } 5250,-$$

- Biaya yang harus dikeluarkan untuk administrasi selama 3 bulan kerja/ produksi

$$= \text{Rp. } 5250,- / \text{kg} \times 3.257,448 \text{ kg}$$

$$= \text{Rp. } 17.101.602,- / 3 \text{ bulan}$$

$$= \text{Rp. } 5.700.534,- / \text{bulan}$$

5) Biaya penyusutan

Biaya penyusutan tergantung pada barang atau kegiatan yang dilaksanakan pada modal investasi. Yang termasuk di dalam penyusutan ini diantaranya yaitu :

- Mesin-mesin produksi dan utilitas

$$\text{Besar penyusutan} = 10 \%$$

$$\text{Lama penyusutan} = 5 \text{ tahun (60 bulan)}$$

Biaya penyusutan selama tiga bulan adalah

$$= 10 \% \times \frac{3}{60} \times \text{Rp. } 608.500.000,- = \text{Rp. } 3.042.500,-$$

- Bangunan pabrik

Besar penyusutan = 5 %

Lama penyusutan = 20 tahun (240 bulan)

Biaya peyusutan selama tiga bulan adalah

$$= 5 \% \times \frac{3}{240} \times \text{Rp. } 519.150.000,- = \text{Rp. } 324.468,75,-$$

- Instalasi listrik, telepon, dan air

Besar penyusutan = 10 %

Lama penyusutan = 5 tahun (60 bulan)

Biaya penyusutan selama tiga bulan adalah

$$= 10 \% \times \frac{3}{60} \times \text{Rp. } 24.476.000,- = \text{Rp. } 122.380,-$$

- Transportasi

Besar penyusutan = 20 %

Lama penyusutan = 5 tahun (60 bulan)

Biaya penyusutan selama tiga bulan adalah

$$= 20 \% \times \frac{3}{60} \times \text{Rp. } 160.000.000,- = \text{Rp. } 1.600.000,-$$

Total jumlah biaya penyusutan selama tiga bulan = Rp.5.061.973,75,-

6) Biaya asuransi

Pembebanan untuk biaya asuransi selama tiga bulan terhadap harga-harga mesin, spare part dan pemasangan adalah :

$$= 10 \% \times \frac{3}{12} \times \text{Rp. } 444.000.000,- = \text{Rp. } 11.100.000,-$$

7) Biaya listrik

Listrik yang digunakan di pabrik iniseluruhnya berasal dari PLN dengan kapasitas terpasang 40 Kw. Jadi perhitungan kebutuhan listrik adalah :

- Pemakaian listrik/hari = 252,647 KWH

- Pemakaian listrik/bulan = 6568,822 KWH
- Diketahui data dari PLN mengenai tarif dasar listrik untuk keperluan industri tahun 2003 dengan jumlah waktu menyala 0 – 350 jam adalah :
Biaya pemakaian = Rp. 412,- / KWH
Biaya beban = Rp. 27.800,- / KWH / bulan
- Biaya listrik per bulan
= pemakaian listrik / bulan x biaya pemakaian
= 6568,822 x Rp. 412,- / KWH
= Rp. 2.706.354,66,-
- Biaya total per bulan
= biaya beban + biaya pemakaian / bulan
= (40 KWH x Rp. 27.000,-) + Rp. 2.706.354,66,-
= Rp. 1.112.000,- + Rp. 2.706.354,66,-
= Rp. 3.818.354,664,-
- Jadi biaya pemakaian listrik selama tiga bulan adalah
= Rp. 3.818.354,664,- x 3 bulan
= Rp. 11.455.063,99,-
= Rp. 500.000,-

8) Biaya bahan bakar

- Untuk generator

Bahan bakar yang diperlukan untuk generator setiap bulan adalah 4,47 liter/bulan, untuk tiga bulan kerja maka dibutuhkan solar sebanyak
= 3 bulan x 4,47 liter/bulan
= 13, 41 liter/3 bulan

Biaya yang harus dikeluarkan untuk bahan bakar generator adalah :

$$= 13,41 \text{ liter/3 bulan} \times \text{Rp. } 2400,-$$

$$= \text{Rp. } 32.184,-$$

- Untuk bahan bakar kendaraan kantor (truk, pick up dan kijang)

Diasumsikan setiap kendaraan menggunakan 100 liter /bulan. Untuk 3 kendaraan maka per bulan memerlukan solar sebanyak 300 liter, dan untuk tiga bulan kerja maka solar yang dibutuhkan sebanyak 900 liter.

Biaya yang dikeluarkan untuk bahan bakar kendaraan

$$= 900 \text{ liter} \times \text{Rp. } 2400,-/\text{liter}$$

$$= \text{Rp. } 2.160.000,-$$

Total biaya bahan bakar solar adalah

$$= \text{Rp. } 32.184,- + \text{Rp. } 2.160.000,-$$

$$= \text{Rp. } 2.192.184,-$$

Total modal kerja selama 3 bulan Rp. 903.017.911,2,-

C. TOTAL MODAL PERUSAHAAN

Modal perusahaan ini keseluruhannya berasal dari penanaman saham bersama, diantaranya :

1. Modal investasi = Rp.3.055.908.000,-

2. Modal kerja untuk tiga bulan kerja = Rp.903.017.911,2,-

Modal perusahaan ini berasal dari penanaman bersama (sebagai modal investasi) dan juga berasal dari pinjaman lunak jangka menengah yang dilunasi dalam jangka waktu 10 tahun dengan diketahui :

I (suku bunga) = 12 %

P (pinjaman) = Rp. 903.017.911,2,-

n (lama pinjaman) = 10 tahun

S (pinjaman akhir) =?

$$S = P (1 + i)^n$$

$$S = \text{Rp. } 903.017.911,2,- (1 + 0,12)^{10}$$

$$= \text{Rp. } 2.804.636.562,-$$

Jadi perusahaan harus mengembalikan modal pinjamannya sebesar Rp. 2.804.636.562,- selama 10 tahun, dengan besarnya angsuran setiap bulannya adalah ;

$$= \frac{\text{Rp. } 2.804.636.562}{120 \text{ bulan}}$$

$$= \text{Rp. } 23.371.971,35,-/\text{bulan}$$

4.10.2. Biaya Produksi

a) Variabel cost

Variabel cost adalah biaya produksi yang tergantung pada besar kecilnya produksi atau aset dalam pabrik tersebut.

- Biaya bahan baku selama 1 bulan (26 hari)
- Raw silk = 1.085,816 kg / bulan
- Harga untuk 1 kg raw silk = @ Rp. 200.000,-
= Rp. 200.000,- / kg x 1.085,816 kg / bulan
= Rp. 217.163.200,-
- biaya administrasi dan penjualan = Rp. 5.700.534,-

Jumlah total variabel cost **Rp. 222.863.734,-**

b) Fixed cost

Fixed cost adalah biaya yang besarnya cenderung tetap untuk suatu periode tertentu. Meskipun volume produksi atau aktivitas pabrik

Biaya ini akan berubah karena waktu :

- Gaji dan kesejahteraan karyawan selama satu bulan = Rp.55.100.000,-
- Pembayaran pinjaman lunak = Rp. 23.371.971,35,-
/bulan.
- Biaya pemeliharaan setiap satu bulan
 1. Untuk mesin-mesin
$$1,5 \% \times \frac{1}{12} \times \text{Rp. } 444.000.000,- = \text{Rp. } 555.000,-$$
 2. Untuk transportasi
$$2 \% \times \frac{1}{12} \times \text{Rp. } 160.000.000,- = \text{Rp. } 266.666,67,-$$
 3. Untuk bangunan
$$1,5 \% \times \frac{1}{12} \times \text{Rp. } 519.150.000,- = \text{Rp. } 648.937,5,-$$
 4. Untuk utilitas
$$1,5 \% \times \frac{1}{12} \times \text{Rp. } 164.500.000,- = \text{Rp. } 205.625,-$$
 - jumlah = Rp.1.676.229,17
- Biaya penyusutan
 - a. Mesin produksi dan utilitas
$$10 \% \times \frac{1}{60} \times \text{Rp. } 608.500.000,- = \text{Rp. } 1.014.166,667,-$$
 - b. Bangunan pabrik
$$= 5 \% \times \frac{1}{240} \times \text{Rp. } 519.150.000,- = \text{Rp. } 108.156,25,-$$
 - c. Instalasi
$$= 10 \% \times \frac{1}{60} \times \text{Rp. } 24.478.000,- = \text{Rp. } 40.796,67,-$$
 - d. Transportasi

$$= 20 \% \times \frac{1}{60} \times \text{Rp.}160.000.000,- = \underline{\text{Rp.}533.333,34,-}$$

Total biaya penyusutan selama satu bulan Rp.1.696.452,93,-

- Biaya asuransi untuk mesin-mesin selama satu bulan

$$= 10 \% \times \frac{1}{12} \times \text{Rp.}444.000.000,-$$

$$= \text{Rp.}3.700.000,-$$

Jumlah total fixed cost **Rp. 85.544.653,45,-**

3. Biaya produksi

Biaya produksi untuk selanjutnya mencari BEP (titik pulang pokok), adalah sebagai berikut :

- Biaya produksi :

$$= \text{variabel cost} + \text{fixed cost}$$

$$= \text{Rp.}222.863.734,- + \text{Rp.}85.544.653,45,-$$

$$= \text{Rp.}308.408.387,5,-$$

- Produksi/bulan = 1085,816 kg/bulan

- Harga pokok per kg

$$= \frac{\text{biaya produksi}}{\text{produksi / bulan}}$$

$$= \frac{\text{Rp.}308.408.387,5}{1085,816}$$

$$= \text{Rp.}284.033,7,-$$

4.10.3. Analisa BEP (Break Even Point)

Analisa BEP adalah analisa untuk mencari suatu keadaan yang berupa jumlah produksi tertentu atau harga jual tertentu. Dimana pada keadaan tersebut hasil penjualan dan produksi akan sama dengan biaya yang diperlukan untuk produksi, sehingga pada

keadaan tersebut perusahaan tidak memperoleh laba atau mengalami kerugian. Langkah-langkah perhitungan BEP sebagai berikut:

$$\text{Fixed cost (FC)} = \text{Rp. 85.544.653,45,-}$$

$$\text{Penjualan (p)} = \text{Rp.350.000,-}$$

$$\text{Variabel cost (VC)} = \text{Rp.222.863.734,-}$$

$$\text{Produksi satu bulan (n)} = 1085,816 \text{ kg}$$

$$\text{Biaya tidak tetap (Vcp)} = \frac{\text{Rp.222.863.734,-}}{1085,816}$$

$$= \text{Rp.205.250,-}$$

$$\text{BEP produksi} = \frac{FC}{(P - Vcp)}$$

$$= \frac{\text{Rp.85.544.653,45}}{(\text{Rp.350.000} - \text{Rp.205.250,-})}$$

$$= 590,98 \text{ kg}$$

$$\text{Persentase BEP satu bulan} = \frac{590,98}{1085,816} \times 100 \%$$

$$= 54,42 \%$$

Supaya dapat dicapai BEP (titik pulang pokok) dalam satu bulan kerja, untuk kesetimbangan dengan harga jualnya, maka dapat ditentukan biaya untuk produk per kg adalah sebagai berikut :

Harga jual pada titik pulang pokok (BEP)

$$= Vcp + \left[\frac{FC}{n} \right]$$

$$= \text{Rp.205.250,-} + \left[\frac{\text{Rp.85.544.653,45}}{1085,816} \right]$$

$$= \text{Rp.284.033,74}$$

4.10.4. Shut Down Point (SDP)

Shut down point adalah level produksi dimana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar fixed cost SDP dihitung dengan persamaan :

$$SDP = \left| \frac{0.3Ra}{Sa - Va - 0.7Ra} \right|$$

Keterangan

Ra = Regulated cost pada kapasitas maksimum

1. Labour cost (ongkos buruh)

- Karyawan = Rp.55.100.000,-
- Maintenance = Rp.1.676.229,17,-

2 Laboratory

- 10% x labour cost = Rp.5.677.622,917,-

3. General expences (modal investasi) = Rp.3.055.908.000,-

4. Administrasi = Rp.5.700.534,-

Jumlah Ra = Rp.3.124.062.386,-

Sa = Sales pada kapasitas maksimum
 = 1085,816 kg/bulan x Rp.283.923,6,-
 = Rp.308.572.711,3,-

Va = Variabel cost (VC) pada kapasitas maksimum
 = Rp.222.863.734,-

$$SDP = \left| \frac{0.3Ra}{Sa - Va - 0.7Ra} \right| \times 100\%$$

$$SDP = \left| \frac{0.3 \times Rp.3.124.062.386,-}{Rp.308.572.711,3 - Rp.222.863.734 - 0.7 \times Rp.3.124.062.368,-} \right| \times 100\%$$

SDP = 44,6 %

4.10.5. Keuntungan Perusahaan

Dari perhitungan titik pulang pokok (BEP) dapat diketahui biaya / harga jual/kg. Dari harga jual/kg dapat dihitung besar keuntungan yang diperoleh pabrik selama satu bulan kerja yaitu :

- Harga jual pada BEP = Rp. 284.033,74,-
- Harga jual produk = Rp.350.000,-
- Produksi satu bulan kerja = 1085,816 kg
- Pajak pendapatan = 15 %/tahun

a. Keuntungan yang didapatkan tanpa dikenai pajak selama satu bulan kerja:

$$= (\text{Rp. } 350.000 - \text{Rp.}284.033,74)/\text{kg} \times 1085,816 \text{ kg}$$
$$= \text{Rp.}71.627.220,57,-$$

b. Keuntungan yang diperoleh dengan dikenai pajak selama satu bulan kerja:

$$= \text{Rp. } 71.627.220,57,- - (15\% \times 1/12 \times \text{Rp. } 71.627.220,57,-)$$
$$= \text{Rp.}70.731.880,31$$

4.10.6. P.O.T (Pay out Time)

POT adalah pengembalian modal investasi yang didasarkan pada keuntungan yang didapat dalam setiap bulannya, tanpa mengikut sertakan modal kerja.

- Modal investasi = Rp.3.055.908.000,-
- Keuntungan/bulan = Rp. 70.731.880,31.-

$$\text{POT} = \text{modal investasi} / \text{keuntungan per bulan}$$
$$= \text{Rp.}3.055.908.000 / \text{Rp. } 70.731.880,31.-$$

= 43,2 bulan

= 3 tahun 7 bulan 6 hari

4.10.7. ROI (Return of Investment)

ROI adalah pengembalian modal investasi dan modal kerja yang didasarkan pada keuntungan yang didapatkan dalam setiap bulan.

- Modal investasi = Rp.3.055.908.000,-
- Modal kerja dalam satu bulan = Rp.301.005.970,4,-
- Keuntungan dalam satu bulan = Rp. 70.731.880,31,-

$$ROI = \left| \frac{\text{mod al investas } i + \text{mod al ker jadalam sat ubulan}}{\text{keuntungan dalamsatub ulan}} \right| \times 1 \text{bulan}$$

$$ROI = \left| \frac{Rp.3.055.908.000 + 301.005.970,4}{Rp.70.731.880,31} \right| \times 1$$

- ROI = 47,45 bulan

= 3 tahun 11 bulan 13 hari

- Prosentase ROI sebelum dikenai pajak

$$[(\text{keuntungan sebelum dikenai pajak} \times 12) / \text{modal investasi}] \times 100\%$$

$$= [(Rp.71.627.220,57 \times 12) / 3.055.908.000] \times 100\%$$

$$= 28,12 \%$$

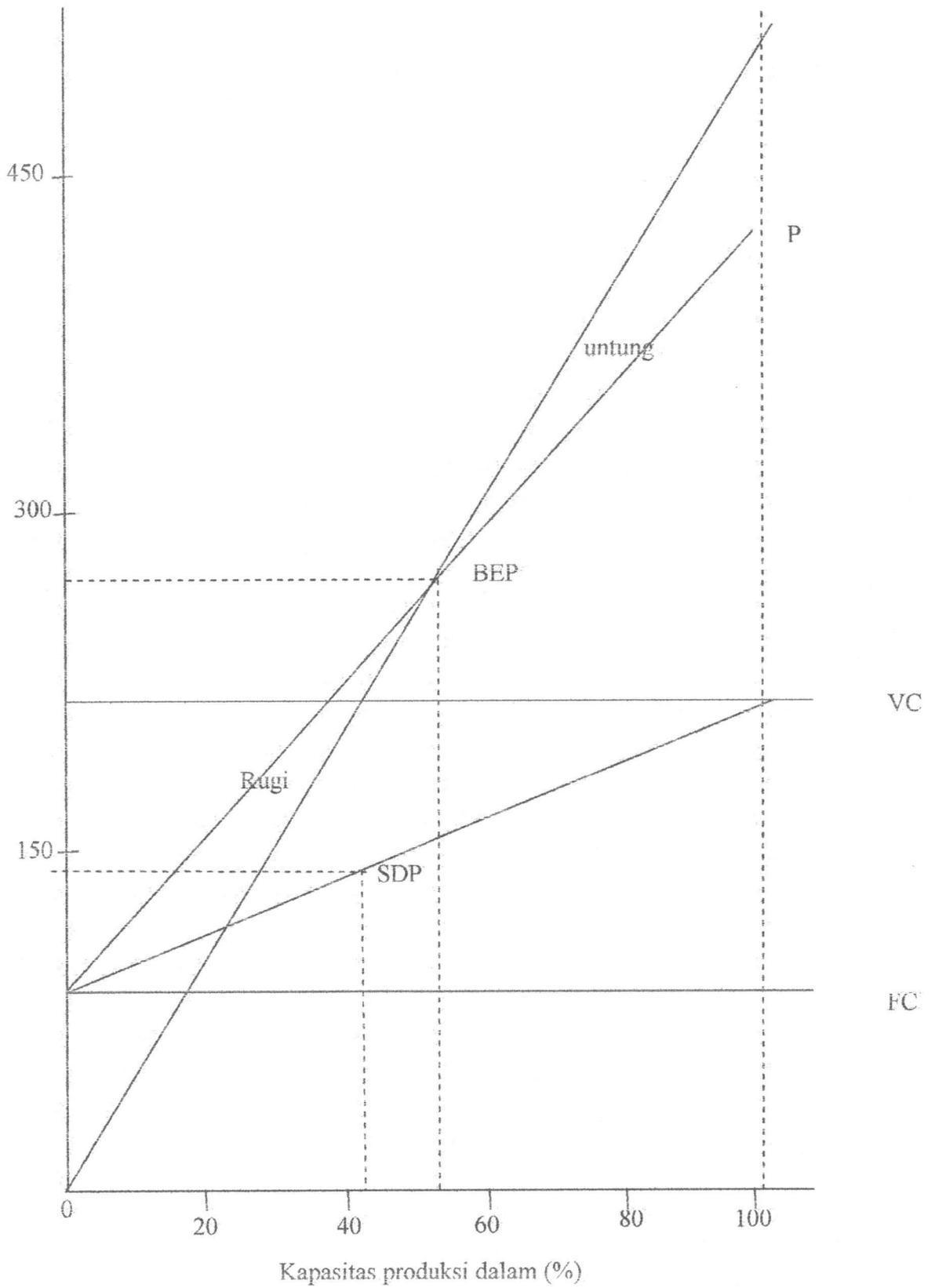
- Prosentase ROI setelah dikenai pajak

$$\% ROI = [(\text{keuntungan setelah dikenai pajak} \times 12) / \text{modal investasi}] \times 100\%$$

$$= [(Rp.70.731.880,31 \times 12) / 3.055.908.000] \times 100\%$$

$$= 27,77 \%$$

GRAFIK BEP



$$\begin{aligned} P \text{ (penjualan)} &= \text{Rp.}350.000,- \\ N \text{ (jumlah produksi)} &= 1085,816 \text{ kg / bulan} \\ TP \text{ (total penjualan)} &= N \times P \\ &= \text{Rp.}350.000,- \times 1085,816 \text{ kg / bulan} \\ &= \text{Rp.}380.035.600,- \\ VC \text{ (Variabel Cost)} &= \text{Rp.} 222.863.734,- \\ FC \text{ (Fixed Cost)} &= \text{Rp.}85.544.653,45 \\ TC \text{ (Total Cost)} &= VC + FC \\ &= \text{Rp.}222.863.734,- + \text{Rp.}85.544.653,45 \\ &= \text{Rp.}308.408.387,5 \\ Vcp \text{ (biaya tidak tetap)} &= \frac{Vc}{n} \\ &= \frac{\text{Rp.} 222 . 863 . 734 ,-}{1085 , 816} \\ &= \text{Rp.}205.250,- \\ BEP &= \text{Rp.}284.033,74 \\ BEP \text{ produksi} &= 590,98 \text{ kg} \end{aligned}$$

BAB V

PENUTUP

KESIMPULAN

Dari hasil penjelasan dan pembahasan beberapa factor sebagaimana dipaparkan pada bab-bab sebelumnya maka dapat disimpulkan perancangan pabrik pemintalan benang sutera 33 D (high twist) memberikan prospek yang baik dan layak untuk didirikan. Pra rancangan pabrik ini berproduksi untuk kapasitas 12 ton/tahun. Agar mencapai produk yang optimum maka dilakukan dengan jalan efektifitas dan efisiensi mesinnya maupun karyawan.

Dari perhitungan analisa ekonominya diperoleh :

Harga jual benang/kg (BEP) : Rp.284.033,74,-

ROI : 3 tahun 11 bulan 13 hari

BEP : 590,98 kg

Prosentase BEP : 54,42%

Modal investasi : Rp.3.055.908.000,-

POT : 3 tahun 7 bulan 6 hari

Setelah dipertimbangkan dari berbagai factor terutama dalam kemudahan dalam mendapatkan bahan bak, karyawan, iklim, pemasaran dan analisa ekonominya, maka pendirian pabrik pemintalan benang sutera ini layak didirikan di daerah Grantung, Purworejo, Jawa Tengah.

DAFTAR PUSTAKA

- Bernard P. Corbman, 1983, *Textile Fiber to Fabric*, Bronx, Community College City University of New York.
- Dalyono Mughni, 2002, *Pra Rancang Pabrik Tekstil*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Djumaeri, S.Teks., 1977, *Pengetahuan barang Tekstil*, Institut Teknologi Tekstil, Bandung.
- Hamburger, W.J., 1995, *Technology for The Analysis, Design and Use of Textile Structure as Engineering Material*, Edgar Marburg Lecture, Philadelphia.
- Wibowo Moerdoko, S.Teks., 1973, *Evaluasi Tekstil bagian Fisika*, Institut Teknologi Tekstil, Bandung.
- Morton, W.E. and Hearle, J.W.S., 1962, *Physical Properties of Textile Fiber*, The Textile Institute, Manchester.
- Mulyana Ade, 2001, *Teknologi Pengolahan Sutra Alam*, Balai Besar Tekstil, Bandung.
- Soekirman Atmosudarjo, 2000, *Sutra Alam Indonesia*, Jakarta.
- Soeprijono, S.Teks., 1974, *Serat-Serat Tekstil*, Institut Teknologi Tekstil, Bandung.
- Sugiharto Hartanto, 1993, *Teknologi Tekstil*, Jakarta.
- Suprio Guntoro, 1994, *Budidaya Ulat Sutra*, Kanisius, Yogyakarta.
- Winarni Chatib Bk.Teks., 1976, *Pengetahuan Bahan Tekstil 1*, Bagian Tekstil, Sekolah Menengah Pembangunan, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Jakarta.
- Sritomo Wignyosoebroto, 1996, *Tata Letak Pabrik dan Pemandahan Bahan*, Institut Teknologi Sepuluh November, Jakarta.