

**PRA RANCANGAN PABRIK KOMPOSIT TEMPAT SAMPAH DENGAN
PENGUAT SERAT KACA (*FIBERGLASS*) KAPASITAS PRODUKSI 5.451
PCS/TAHUN**

PRA RANCANGAN PABRIK

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



Oleh :

Nama : Annisa Muchtar Nama : Reni Nur Azizah

No. Mahasiswa : 14 521 159 No. Mahasiswa : 14 521 195

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

2018

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PERANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

ANNISA MUCHTAR

RENI NUR AZIZAH

14521159

14521195

Yogyakarta, 30 Juli 2018

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

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



ANNISA MUCHTAR



RENI NUR AZIZAH

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK TEMPAT SAMPAH KOMPOSIT FIBERGLASS
DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 5.451 PCS/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK



Oleh:

Nama : ANNISA M.

Nama : RENI NUR A.

No. Mahasiswa : 14521159

No. Mahasiswa : 14521195

Yogyakarta, 31 Juli 2018

Pembimbing Prarancangan Pabrik

(Ir. Pratikno Hidayat, M.Sc)

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK KOMPOSIT FIBERGLASS DENGAN KAPASITAS

PRODUKSI 5.451 PCS/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Annisa Muchtar Nama : Reni Nur Azizah
No. Mahasiswa : 14521159 No. Mahasiswa : 14521195

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

Yogyakarta, Agustus 2018

Tim Penguji,

Ketua
Ir. Pratikno Hidayat, M.Sc
Anggota I
Ir. Sukirman, M.M
Anggota II
Ir. Asmanto Subagyo, M. Sc



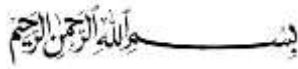
Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Ir. Drs. FAISAL RM, MSIE., Ph.D

KATA PENGANTAR



Alhamdulillahirobbil ‘Alamin. Puji dan Syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Sholawat serta salam tak lupa kami haturkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW yang telah membawa kita dari zaman jahiliyah menuju zaman terang benderang.

Tugas Akhir kami yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Komposit Tempat Sampah dengan Penguat Serat Kaca (Fiberglass) Kapasitas Produksi 5.451 pcs/tahun” disusun sebagai penerapan teori Teknik Tekstil yang kami pelajari selama di bangku perkuliahan dan sebagai salah satu syarat agar dapat mendapatkan gelar Sarjana Teknik Strata 1 (S1) di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

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

1. Allah SWT atas seluruh kebaikan-Nya yang tidak pernah putus selama proses penulisan Tugas Akhir ini. Selesainya Tugas Akhir ini adalah Rahmat dari-Nya.
2. Kedua Orang Tua kami atas do’a, kasih sayang, dan semangat serta *support* yang juga tidak pernah terputus.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri.
4. Bapak Ir. Drs. Faisal. R.M, MSIE,. Ph.D, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia.
5. Bapak Ir. Pratikno Hidayat, M.Sc selaku pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan selama penulisan Tugas Akhir ini.

6. Seluruh dosen dan civitas akademik di lingkungan Fakultas Teknologi Industri.
7. Teman-teman seperjuangan Teknik Kimia 2014.
8. Caesar Wiratama selaku pemilik CV Markom yang telah mengizinkan kami untuk mengunjungi pabrik komposit tempat sampahnya dan memberikan banyak ilmu serta arahan dalam proses penulisan Tugas Akhir ini mengenai komposit.
9. Adrian Ristanto Adi, Nana Rusdiana, Abadi Nudjul Sastrawijaya dan Abda'u Khairul Rizki Hutomo yang telah membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini.
10. Seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah membantu selesainya Tugas Akhir ini.

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

Yogyakarta, 29 Juli 2018

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	Error! Bookmark not defined.
PERANCANGAN PABRIK	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
ABSTRAK	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
BAB I PENDAHULUAN	2
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Tinjauan Pustaka	10
1.2.1 Pengertian Komposit	10
1.2.2 Material Penyusun Komposit	11
1.2.3 Klasifikasi Komposit	13
1.2.4 Metode Pembuatan Komposit	22
BAB II PERANCANGAN PRODUK	28

2.1	Spesifikasi Produk	28
2.2	Spesifikasi Bahan Baku	31
2.2.1	<i>Reinforcement</i>	31
2.2.2	Matriks	33
2.2.3	<i>Additives</i>	34
2.3	Pengendalian Kualitas	38
2.3.1	Pengendalian Kualitas Bahan Baku	41
2.3.2	Pengendalian Kualitas Proses	43
2.3.3	Pengendalian Kualitas Produk	43
BAB III PERANCANGAN PROSES		46
3.1	Uraian Proses	46
3.1.1	Proses Persiapan	52
3.1.2	Proses Utama	54
3.1.3	<i>Finishing</i>	57
3.1.4	Pengujian	58
3.2	Spesifikasi Mesin	63
3.2.1	Spesifikasi <i>Spray Gun</i>	63
3.2.2	Spesifikasi <i>Curing Machine</i>	64
3.2.3	Spesifikasi <i>Universal Testing Machine (UTM)</i>	65
3.3	Perencanaan Produksi	67

3.3.1	Analisis Kebutuhan Bahan.....	67
3.3.2	Analisis Kebutuhan Mesin.....	74
3.3.3	Analisis Kebutuhan Alat-Alat Pembantu.....	75
BAB IV PERANCANGAN PABRIK.....		78
4.1	Lokasi Pabrik.....	78
4.2	Tata Letak Pabrik (<i>Plant Layout</i>).....	80
4.3	Tata Letak Mesin.....	86
4.4	Alir Proses dan Material.....	92
4.5	Pelayanan Teknik (Utilitas).....	94
4.6	Organisasi Perusahaan.....	123
4.7	Evaluasi Ekonomi.....	140
BAB V PENUTUP.....		166
5.1	Kesimpulan.....	166
5.2	Saran.....	167
DAFTAR PUSTAKA.....		154

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data kebutuhan <i>fiberglass</i> (kg) di Indonesia	7
Tabel 1. 2 Data perhitungan ramalan kebutuhan dengan metode <i>least square</i>	8
Tabel 1. 3 Ramalan produksi tahun 2017-2018	9
Tabel 1. 4 Sifat-sifat dari jenis-jenis <i>fiberglass</i>	19
Tabel 1. 5. Komposisi senyawa kimia <i>fiberglass</i>	20
Tabel 1. 6. Karakteristik <i>fiber- reinforcement</i> material	20
Tabel 2. 1 Spesifikasi sifat fisik tempat sampah penguat <i>fiberglass</i>	29
Tabel 2. 2 Spesifikasi bahan baku <i>fiberglass</i> jenis <i>E-glass</i>	32
Tabel 3. 1 Estimasi waktu proses.....	51
Tabel 3. 2 Dimensi ASTM A370	59
Tabel 4. 1 Rekapitulasi kebutuhan air per hari.....	97
Tabel 4. 2 Rekapitulasi kebutuhan listrik untuk mesin produksi	104
Tabel 4. 3 Rekapitulasi kebutuhan listrik penunjang produksi	106
Tabel 4. 4 Rekapitulasi kebutuhan listrik untuk penerangan	122
Tabel 4. 5 Rekapitulasi kebutuhan listrik pabrik/tahun	122
Tabel 4. 6 Penggolongan dan jumlah tenaga kerja	136

Tabel 4. 7 Jadwal pembagian kelompok <i>shift</i>	138
Tabel 4. 8 Biaya tanah dan bangunan	142
Tabel 4. 9 Biaya mesin-mesin produksi	142
Tabel 4. 10 Biaya transportasi.....	143
Tabel 4. 11 Biaya utilitas	143
Tabel 4. 12 Biaya investaris	144
Tabel 4. 13 Biaya instalasi dan pemasangan.....	144
Tabel 4. 14 Biaya instalasi dan fasilitas penunjang	145
Tabel 4. 15 Biaya perijinan dan lain-lain	145
Tabel 4. 16 Biaya bahan baku	145
Tabel 4. 17 Biaya penunjang proses	146
Tabel 4. 18 Biaya listrik dan utilitas	146
Tabel 4. 19 Gaji karyawan	148
Tabel 4. 20 <i>Fixed capital investment</i>	149
Tabel 4. 21 <i>Working capital</i>	150
Tabel 4. 22 Sumber modal perusahaan	151
Tabel 4. 23 Rincian angsuran bank	153
Tabel 4. 24 Rincian biaya depresiasi.....	154
Tabel 4. 25 Rincian biaya pemeliharaan	156
Tabel 4. 26 Biaya asuransi	156
Tabel 4. 27 Biaya <i>fixed cost</i>	162
Tabel 4. 28 <i>Variable Cost</i>	162
Tabel 4. 29 Biaya <i>regulated annual</i>	166

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Jumlah timbunan sampah di kota-kota besar di Indonesia.....	3
Gambar 1. 2. Particulate reinforced composites	16
Gambar 1. 3. Fiber-reinforced composites.....	18
Gambar 1. 4. Structural composites	22
Gambar 1. 5 Skema metode hand lay up.....	23
Gambar 1. 6 Ilustrasi metode spray up.....	25
Gambar 1. 7 Metode vacuum bag	26
Gambar 1. 8 Skema injection mould.....	28
Gambar 2. 1 Visual komposit tempat sampah	30
Gambar 2. 2 <i>Fiberglass E-glass</i>	33
Gambar 2. 3 Yukalac 157.....	34
Gambar 2. 4 <i>Methyl ethyl ketone peroksida</i> (MEKPO)	35
Gambar 2. 5 Kalsium karbonat	35
Gambar 2. 6 Pigmen.....	36
Gambar 2. 7 Cairan cobalt	37
Gambar 2. 8 Polivinil alkohol (PVA)	38
Gambar 3. 1 Alur proses persiapan pembuatan komposit tempat sampah	49
Gambar 3. 2 Alur proses utama pembuatan komposit tempat sampah	50
Gambar 3. 3 Alur proses <i>finishing</i> pembuatan komposit tempat sampah.....	51

Gambar 3. 4 Ilustrasi pembuatan komposit dengan metode <i>spray up</i>	55
Gambar 3. 5 Ilustrasi proses utama	56
Gambar 3. 6 Gambar <i>specimen</i> untuk uji tekan	59
Gambar 3. 7 Pertambahan panjang <i>specimen</i> akibat pengujian tekan	60
Gambar 3. 8 Skematik uji tekan.....	62
Gambar 3. 9 Kurva tegangan regangan.....	62
Gambar 3. 10 <i>Spray gun</i>	63
Gambar 3. 11 <i>Curing machine</i>	64
Gambar 3. 12 <i>Universl testing machine</i> (UTM)	66
Gambar 4. 1 <i>Layout</i> pabrik.....	83
Gambar 4. 2 <i>Layout</i> mesin ruang persiapan.....	89
Gambar 4. 3 <i>Layout</i> mesin ruang <i>spray up</i>	90
Gambar 4. 4 <i>Layout</i> mesin ruang <i>curing</i>	91
Gambar 4. 5 <i>Layout</i> mesin ruang <i>finishing</i>	91
Gambar 4. 6 Alir proses pembuatan tempat sampah.....	92
Gambar 4. 7 Struktur organisasi pabrik komposit tempat sampah	127
Gambar 4. 8 Grafik analisis kelayakan ekonomi	170

ABSTRAK

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Penyusun komposit terdiri dari *reinforcement* dan *matriks*. Terdapat berbagai macam produk jenis produk komposit, salah satunya tempat sampah. Tujuan prarancangan pabrik ini adalah untuk memproduksi tempat sampah dengan penguat serat kaca (fiberglass) kapasitas produksi 5.451 pcs/tahun untuk membantu memenuhi fasilitas tempat sampah pilah di area outdoor.

Tempat sampah komposit dengan penguat serat kaca ini dibuat dengan perbandingan 60% : 40% antara penguat dan pengikat. Proses pembuatan tempat sampah *fiberglass* ini dengan metode *spray up*, yaitu penyemprotan menggunakan alat jenis pneumatic gun melalui proses persiapan, *spray up*, *curing* dan *finishing*. Pemilihan metode *spray up* karena proses pembuatannya lebih cepat dan mudah dibandingkan dengan metode yang lain.

Pabrik tempat sampah *fiberglass* ini akan di dirikan Kabupaten Bantul. Tepatnya di Jl. Wonosari KM. 10, Sitimulyo, Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul, Yogyakarta di atas tanah seluas 1.575 m². Bentuk perusahaannya adalah Commanditaire Vennotschap (CV) yang akan beroperasi selama 8 jam/hari dengan jumlah karyawan sebanyak 42 orang. Perusahaan ini akan berdiri pada tahun 2019 dengan modal awal Rp 6,173,246,600.04. Dengan perbandingan ekuitas dan pinjaman bank 40%:60%. Dengan modal sebesar itu, pabrik akan mendapat keuntungan Rp. 1.146.061.949,97 per tahun. Sehingga perusahaan akan mendapatkan nilai *Pay Out Time* (POT) pada tahun kelima, *Break Event Point* (BEP) 40,70%, *Shut Down Point* (SDP) sebesar 28,12% dan *Return Of Investement* (ROI) sebesar 18,5%. Nilai-nilai tersebut membuktikan bahwa perusahaan yang akan dioperasikan ini layak untuk didirikan.

Kata-kata Kunci: Komposit, Tempat sampah *fiberglass*, Metode *spray up*

ABSTRACT

Composite is a material formed from the combination of two or more of its forming material through a non-homogeneous mixture, in which the mechanical properties of each material are different. Composite consist of reinforcement and matrix. There is a wide range of composite products, the example is fiberglass bin. The purpose of making this preliminary design is to provide facility of outdoor bin.

Fiberglass bin is made by 60%: 40% ratio of reinforcement and matrix. The method of making this fiberglass bin is spray up method, using a pneumatic gun through the process of preparation, spray up, curing and finishing. The choice of spray up method is chosen because the process of production will be optimal due to the machine capability if compared to hand lay up method, and is easier than other methods.

This factory will be established in Bantul regency. Precisely on Jl. Wonosari KM. 10, Sitimulyo, Kecamatan Piyungan, Bantul Regency, Yogyakarta on an area land of 1,575 m². The company form is Commanditaire Vennotschap (CV) that will be operated for 8 hours/day with a total employee of 42 people. The company will be operated in 2019 with an initial capital of Rp 6,173,246,600.04. By comparison of equity and bank loans of 40%: 60%. With the capital, the factory will benefit in Rp. 1.146.061.949,97 per year. So the company will get the value of Pay Out Time (POT) in the fifth year, Break Event Point (BEP) of 40.07%, Shut Down Point (SDP) of 28,12%, and Return Of Investement (ROI) of 18.5%. Those values prove that this company is worthy to operate.

Keywords : Composite, Fiberglass bin, Spray up method

BAB I

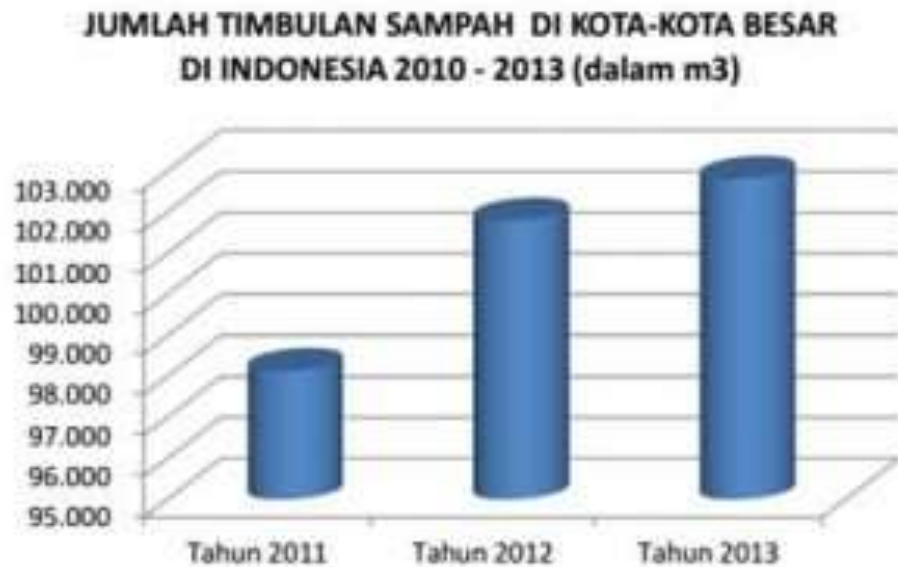
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, menyebabkan bertambahnya jumlah aktivitas yang berpengaruh pada peningkatan kemampuan ekonomi, produksi, dan konsumtivitas. Pertambahan aktivitas tersebut kemudian menyebabkan pertambahan sampah yang dihasilkan.

Pada saat ini, sampah sudah menjadi masalah umum yang terjadi di kota-kota di Indonesia. Menurut data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), rata-rata masyarakat Indonesia menghasilkan kira-kira 130.000 ton sampah dalam satu hari. Pembuangan sampah-sampah tersebut tidak pada tempatnya, dikarenakan tidak disiplinnya masyarakat membuang sampah pada tempatnya yang juga didukung oleh kurangnya ketersediaan tempat sampah di jalan-jalan umum. Hal tersebut menyebabkan berbagai macam bencana khususnya banjir, karena sampah-sampah yang dibuang di sungai, di got, dan di tempat-tempat lain yang bukan tempat sampah.

Gambar 1.1 memperlihatkan data sampah yang dihasilkan dari berbagai kota di Indonesia.



Gambar 1. 1 Jumlah timbulan sampah di kota-kota besar di Indonesia

Sumber: Badan Pusat Statistik (BPS)

Dari data tersebut menunjukkan problema sampah yang selalu mengalami peningkatan setiap tahunnya. Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan adanya penambahan tempat sampah di area *outdoor*, terutama tempat sampah yang terpilah sebagai sarana pengumpulan sampah rumah tangga sebelum diangkut ke TPS sehingga proses pelayanan persampahan semakin mudah dan terlayani dengan baik.

Kewajiban untuk melaksanakan pemilahan sampah sudah ada sejak Tahun 2008, melalui Undang-Undang No. 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah (UUPS).

Pasal 13 UUPS mengatur “Pengelola kawasan pemukiman, kawasan komersial, kawasan industri, kawasan khusus, fasilitas umum, fasilitas sosial, dan fasilitas lainnya wajib menyediakan fasilitas pemilahan sampah.” Namun pada kenyataannya, hampir 9 tahun sampai dengan Desember 2016, Pemilahan sampah tersebut belum terlaksana.

Setelah berlaku selama hampir 4 Tahun, 2008-2012, pada tanggal 15 Oktober tahun 2012 diundangkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 81 Tahun 2012 Tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga (PP Sampah 2012).

Peraturan Pemerintah tersebut merupakan pelaksanaan dari Pasal 16 UU Sampah, yang menetapkan, bahwa ketentuan lebih lanjut mengenai tata cara penyediaan fasilitas pemilahan sampah, tata cara pelabelan atau penandaan, dan kewajiban produsen diatur dengan peraturan pemerintah.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 81 Tahun 2012, disebutkan di Pasal 17 Ayat (2) bahwa Pemilahan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan melalui kegiatan pengelompokan sampah menjadi paling sedikit 5 (lima) jenis sampah yang terdiri atas Sampah yang berbahaya dan beracun serta limbah yang berbahaya dan beracun, sampah yang mudah terurai, sampah yang dapat digunakan kembali, sampah yang dapat di daur ulang, dan sampah lainnya.

Pasal 17 Ayat (5) PP Sampah 2012, Pemilahan sampah sebagaimana dimaksud pada ayat (3) dan ayat (4) harus menggunakan

sarana yang memenuhi persyaratan: a. jumlah sarana sesuai jenis pengelompokan sampah sebagaimana dimaksud pada ayat (2); b. diberi label atau tanda; dan c. bahan, bentuk, dan warna wadah.

Dalam hal ini, industri pembuatan tempat sampah menjadi salah satu industri yang berperan penting untuk mengatasi permasalahan tersebut. Sehingga terjadi persaingan dalam sektor Industri dalam pemilihan material untuk pembuatan tempat sampah dengan kualitas yang baik dan harga yang terjangkau.

Menurut Caesar Wiratama (2018), salah satu material yang akhir-akhir ini mulai berkembang penggunaannya di dunia teknik (*engineering*) adalah material komposit yang merupakan kombinasi dari dua bagian, yaitu fiber sebagai penguat dan resin sebagai pengikat. Salah satu bahan yang paling banyak digunakan karena cukup ekonomis dan kuat digunakan dalam berbagai aplikasi adalah serat kaca (*fiberglass*). Cukup sering terjadi kesalahpahaman antara material *fiberglass* ini dengan material plastik karena memang secara sekilas tampilannya hampir serupa dan aplikasinya pada bidang yang hampir sama atau saling menggantikan.

Meskipun tempat sampah terlihat sederhana, namun pada aplikasinya, produk ini dibebani dengan beban yang cukup ekstrim, baik beban bantingan oleh penggunanya saat pengeluaran sampah maupun dipasang diruang terbuka dengan perubahan cuaca yang ekstrim, mulai dari terik matahari yang sangat panas dan guyuran air yang deras, belum lagi faktor sampah yang ada didalamnya menambah beban berat tempat

sampah dan bahan-bahan kimia yang berada di dalamnya juga berpotensi merusak produk tempat sampah.

Oleh karena itu, faktor pemilihan material pembuatan tempat sampah menjadi cukup dominan. Salah satu penggunaan yang sedang *booming* pada tempat sampah *outdoor* adalah menggunakan bahan plastik dan *fiberglass*. Perbedaan yang signifikan terlihat pada visual produk dalam kondisi baru. Tempat sampah plastik akan memiliki permukaan yang lebih halus disbanding dengan tempat sampah *fiberglass*. Namun tempat sampah plastik tidak tahan beban bantingan dan mudah retak karena sifatnya yang getas. Karena sifatnya yang getas tersebut, retakan yang terjadi pada produk plastik akan menyebar sehingga kerusakan akan lebih mudah terjadi.

Tempat sampah *fiberglass* memiliki permukaan yang sangat halus dibagian luar, namun bagian dalamnya akan terlihat serat-seratnya. Hal tersebut tidak akan menjadi masalah mengingat fungsinya adalah sebagai tempat pembuangan sampah. Dibandingkan dengan plastik, bahan *fiberglass* jauh lebih ulet dan tahan banting sehingga memiliki umur yang jauh lebih lama dibandingkan plastik. Adapun jika terjadi retak pada produk *fiberglass*, reparasi dapat dengan mudah dilakukan cukup dengan melapisi bagian dalamnya dengan *fiberglass* dan cairan resin yang sudah diberi katalis.

Keunggulan lain dari bahan *fiberglass* adalah penggunaan pewarna internal atau dikenal dengan *pigment*, yaitu pewarnaan yang menyatu dengan produk sehingga tidak dapat luntur dikarenakan faktor lingkungan. Hal ini tentu saja sangat mendukung untuk penggunaan tempat sampah di tempat umum yang terbuka (*outdoor*) dibandingkan dengan tempat sampah dengan pengecatan atau pewarnaan secara konvensional. Meskipun produk plastik juga menggunakan pewarnaan internal, namun warnanya dapat terdegradasi terhadap lingkungan karena permukaannya tidak diperkeras seperti pada produk *fiberglass*. Lapisan kulit yang keras yang berwarna mengkilat pada *fiberglass* disebut juga dengan *gelcoat*. *Gelcoat* pada *fiberglass* membuat permukaan produk lebih tahan luntur dan tahan gores dibandingkan produk plastik.

Selain itu, *fiberglass* juga luas penggunaannya karena terkenal tahan terhadap air ataupun bahan-bahan kimia sehingga tidak jarang *fiberglass* digunakan sebagai bahan tangki penyimpanan bahan atau *septic tank*. Keunggulan ini juga sangat mendukung penggunaannya sebagai tempat sampah, mengingat zat-zat kimia yang terkandung pada sampah cukup berpotensi merusak tempat sampah. (Caesar Wiratama, 2018).

Industri komposit tempat sampah di Indonesia masih belum banyak, bahkan Indonesia telah banyak mengeluarkan biaya sampai dengan 9,6 Milyar untuk impor tempat sampah dari Jerman (referensi). Oleh sebab itu, pendirian pabrik komposit tempat sampah di Indonesia diharapkan dapat membantu meningkatkan produksi dalam negeri,

menyeimbangkan struktur ekonomi Indonesia, meningkatkan devisa negara serta memperluas lapangan kerja.

Dalam pra rancangan pabrik ini, kami kesulitan mendapatkan data produksi tempat sampah di Indonesia, maka kami melakukan pendekatan yang paling memungkinkan untuk menentukan kapasitas produksi berupa data kebutuhan bahan baku tempat sampah, yaitu serat kaca (*fiberglass*).

Tabel 1.1 menunjukkan data kebutuhan *fiberglass* di Indonesia dari Badan Pusat Statistik (BPS):

Tabel 1. 1 Data kebutuhan *fiberglass* (kg) di Indonesia

No	Tahun	Berat (kg)
1	2012	205.744
2	2013	275.324
3	2014	1.442.478
4	2015	1.180.589
5	2016	1.185.412

Sumber: Badan Pusat Statistik (BPS)

Dengan adanya data mengenai kebutuhan *fiberglass* pada Tabel 1.1 diatas, maka dapat ditentukan rencana produksi tempat sampah *fiberglass* dalam satuan buah pertahun dengan menggunakan perhitungan metode *least square* (kuadrat terkecil) dengan perhitungan sebagai berikut:

Tabel 1. 2 Data perhitungan ramalan kebutuhan dengan metode *least square*

Tahun	Produksi (Y)	Periode (X)	XY	X²
2012	205.744	-2	-411488	4
2013	275.324	-1	-275324	1
2014	1.442.478	0	0	0
2015	1.180.589	1	1180589	1
2016	185.412	2	370824	4
Total	3.289.547	0	864601	10

$$Y = A + BX$$

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

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

Sehingga diperoleh persamaan:

$$Y = 657909,4 + 86460,1 X$$

Dimana :

A = Rata-rata permintaan masa lalu

B = Koefisien yang menunjukkan perubahan setiap tahun

Y = Nilai data hasil ramalan

X = Waktu tertentu

N = Jumlah data

Tabel 1. 3 Ramalan produksi tahun 2017-2018

Tahun	X	Y (kg/tahun)
2017	3	917.290
2018	4	1.003.750
2019	5	1.090.210

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, prediksi kebutuhan *fiberglass* untuk tahun 2019 (8 tahun mendatang dari tahun 2012) yaitu sebesar 1.090.210 kg/tahun. Maka, kebutuhan *fiberglass* dalam pembuatan tempat sampah diasumsikan sebesar 1% dari kebutuhan totalnya karena merupakan perusahaan pemula untuk tahap awal, yaitu sebesar 10.902 kg/tahun.

Kebutuhan *fiberglass* dalam pembuatan tempat sampah dengan asumsi 1%

$$\text{Kebutuhan } fiberglass = \frac{1}{100} \times 1.090.210 \text{ kg/tahun}$$

$$= 10.902 \text{ kg/tahun}$$

Dari perhitungan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa rencana produksi tempat sampah pertahun dengan jumlah hari 252 hari kerja pertahun dan kebutuhan *fiberglass* untuk 1 unit tempat sampah sebesar 2

kg adalah 5.451 pcs/tahun. Dengan kapasitas sebesar yang disebutkan diatas, diharapkan pabrik komposit tempat sampah ini dapat bersaing di pasar Indonesia.

Produksi tempat sampah per tahun

$$= \frac{10.902 \text{ kg}}{1 \text{ tahun}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{12 \text{ bulan}} \times \frac{252 \text{ hari}}{1 \text{ tahun}} \times \frac{1 \text{ pcs}}{2 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ bulan hari kerja}}{21 \text{ hari}}$$

$$= 5.451 \text{ pcs/tahun}$$

1.2 Tinjauan Pustaka

1.2.1 Pengertian Komposit

Komposit berasal dari kata kerja “*to compose*” yang berarti menyusun atau menggabung. Jadi, secara sederhana, bahan komposit berarti bahan gabungan dari dua atau lebih bahan yang berlainan. Komposit merupakan rangkaian dua atau lebih bahan yang digabung menjadi satu bahan secara mikroskopis dimana bahan pembentuknya masih terlihat seperti aslinya dan memiliki hubungan kerja diantaranya sehingga mampu menampilkan sifat-sifat yang diinginkan (Mikell, 1996). Definisi lainnya yaitu, menurut Matthews dkk. (1993), komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Dari campuran tersebut, akan dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya

sehingga kita leluasa merencanakan kekuatan material komposit yang kita inginkan dengan jalan mengatur komposisi dari material pembentuknya. Jadi komposit merupakan sejumlah sistem multi fasa sifat dengan gabungan, yaitu gabungan antara bahan matriks atau pengikat dengan penguat.

1.2.2 Material Penyusun Komposit

Secara garis besar, ada dua bahan berbeda yang ada dalam komposit, yaitu:

1. *Reinforcement*

Suatu material penguat yang biasanya mempunyai karakteristik mekanik yang sangat tinggi.

2. Matriks

Merupakan pengikat serat yang tersusun dari senyawa polimer organik yang digunakan sebagai media pengikat *fiber* dan sering dijumpai dalam keadaan cair. Matriks berfungsi sebagai pengikat serat menjadi sebuah unit struktur dan melindungi dari kerusakan eksternal. Pada resin terdapat kondisi-kondisi, antara lain :

- *A-Stage*

Tahap mula-mula pada reaksi polimerisasi dimana material resin tersebut dapat larut dan dapat bercampur dengan cairan tertentu.

- *B-Stage*

Tahap antara polimerisasi dimana material resin akan mengembang apabila kontak dengan cairan tertentu dan melunak jika dipanaskan.

- *C-Stage*

Tahap akhir pada proses termoset, dimana material resin tidak dapat mencair lagi.

Matriks dalam struktur komposit dapat dibedakan menjadi :

- Komposit Matrik Polimer (*Polymer Matrix Composites-PMC*)

Bahan ini merupakan bahan komposit yang sering digunakan. Bahan ini menggunakan suatu polimer seperti resin sebagai matriksnya dan suatu jenis serat seperti *glass*, *carbon*, dan aramid sebagai penguatnya. komposit ini memiliki biaya pembuatan yang lebih rendah, dapat dibuat dengan produksi massal, ketangguhannya baik, tahan dalam penyimpanan, dan lebih ringan.

Jenis polimer yang sering digunakan adalah *Thermoplastic* dan *Termosetting*. *Thermoplastic* adalah polimer yang akan mengeras apabila didinginkan. *Thermoplastic* akan meleleh pada suhu tertentu dan memiliki sifat *reversible*, yaitu kembali mengeras bila

didinginkan. Contoh dari *thermoplastic* adalah *polyester*, *Nylon 66*, *Polypropilene*, *Polieter sulfon*. Sedangkan *thermosetting* tidak dapat mengikuti perubahan suhu (*irreversible*). Bila sekali pengerasan telah terjadi maka bahan tidak dapat dilunakkan kembali. Contoh *thermoplastic* adalah Epoksida dan Poli-imida.

- Komposit Matrik Logam (*Metal Matrix Composites-MMC*)
Bahan ini menggunakan suatu logam seperti aluminium sebagai matriks dan serat sebagai penguatnya.
- Komposit Matrik Keramik (*Ceramic Matrix Composites-CMC*).

Bahan ini menggunakan keramik sebagai matrik dan diperkuat dengan serat pendek atau serabut-serabut yang terbuat dari Silikon Karbida atau Boron Nitrid.

1.2.3 Klasifikasi Komposit

Menurut William D. Callister, Jr. dalam bukunya yang berjudul *Material Science and Engineering an Introduction Fourth Edition*, secara garis besar ada 3 jenis komposit berdasarkan penguatnya, yaitu:

1. *Particle-Reinforced Composite*

Merupakan komposit yang menggunakan partikel atau serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriksnya.

Keuntungan dari *Particle-Reinforced Composites* adalah kekuatannya lebih seragam dari berbagai arah, dan dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan dan kekerasan material. Proses produksi pada komposit jenis ini biasanya dijumpai pada metalurgi serbuk, *stir casting*, *infiltration process*, *spray deposition*, dan *in-situ process*.

Particle-Reinforced ini dibagi menjadi dua, yaitu *Large Particle* dan *Dispersion Strengthened*.

- *Large-Particle Composite*

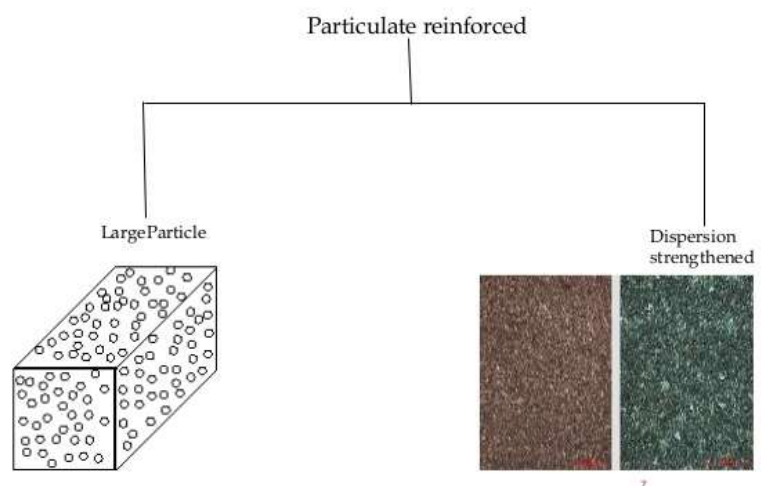
Beberapa material pada polimer yang menjadi pengisi merupakan komposit dengan tipe partikel yang besar. Salah satu contoh dari *Large Particle Composite* adalah semen sebagai matriksnya, dan pasir serta kerikil sebagai partikelnya. Bentuk geometri dari partikel jenis ini memiliki ukuran yang berbeda-beda, tetapi dimensinya harus berukuran yang kurang lebih sama. Akan tetapi, reinforcement yang lebih efektif diharapkan berukuran kecil agar mudah di distribusikan kedalam matriks secara merata.

Large particle composite biasanya terdapat dalam tiga tipe material (logam, polimer dan keramik). Cermets adalah salah satu contoh dari *ceramic-metal composite*. Cermet yang paling umum adalah *cemented carbide*, yang tersusun dari partikel yang sangat keras dari *carbide ceramic* yang

tahan panas seperti *tungsten carbide* (WC) atau *titanium carbide* (TiC), dimasukkan kedalam matriks yang bersifat metal seperti cobalt atau nikel.

- *Dispersion-Strengthened Composite*

Dispersion-Strengthened Composite dapat dijumpai pada metal dan paduan metal. Dimana metal dan paduan metal biasanya diperkuat dengan dispersi yang seragam oleh beberapa persen volume dari partikel yang materialnya bersifat keras dan *inert* (lembam). Fase yang terdispersi bisa berupa metal maupun nonmetal; dimana material oksida adalah yang paling sering digunakan. Mekanisme penguatannya terjadi berdasarkan interaksi antara partikel-partikel dan dislokasi didalam matriksnya, dengan penguatan presipitasi. Fraksi partikular yang terjadi sangat kecil, bahkan jarang sampai 3%. Ukuran partikelnya sangat kecil yaitu 10-250 nm.



Gambar 1. 2. *Particulate reinforced composites*

2. *Fiber-Reinforced Composite*

Fiber-reinforced Composite adalah jenis komposit yang menggunakan serat sebagai penguatnya. Tujuan dari *fiber-reinforced composite* adalah untuk memiliki beberapa sifat tertentu yaitu kekuatan yang tinggi dan kekakuan yang sesuai dengan kebutuhan. *Fiber-reinforced composites* diklasifikasikan berdasarkan panjang serat. Pada serat pendek, serat-seratnya akan menjadi terlalu pendek untuk menghasilkan perubahan yang signifikan terhadap kekuatannya. *Fiber-Reinforced Composites* biasanya diklasifikasikan berdasarkan tipe matriks (polimer, metal, dan keramik matriks).

Fungsi utama dari serat adalah untuk menopang kekuatan dari komposit, sehingga tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari serat yang digunakan, karena tegangan yang dikenakan pada komposit mulanya diterima oleh matriks dan akan diteruskan kepada serat, sehingga serat akan menahan beban sampai beban maksimum. Oleh karena itu, serat harus memiliki tegangan tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada matrik penyusun kompositnya. Selain itu, syarat lain yang harus dimiliki oleh serat yaitu mempunyai diameter yang lebih kecil dari diameter

bulk-nya (matriksnya) namun harus lebih kuat daripada matriksnya, serta harus memiliki *tensile strength* yang tinggi (Akbar Praditia, 2015).

Arah dan orientasi dari serat relatif terhadap satu sama lain, konsentrasi dari seratnya, dan pendistribusian seratnya memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan dan sifat lain dari *fiber-reinforced composites*. Dengan adanya pengklasifikasian terhadap orientasi serat, dua hal yang memungkinkan terjadi yaitu: (1) susunan paralel dari sumbu longitudinal pada serat dengan arah lurus, dan (2) susunan yang acak (*random*). *Continuous fibers* biasanya tersusun secara teratur, sedangkan *discontinuous fibers* biasanya tersusun secara teratur maupun secara acak atau setengah acak. Secara keseluruhan, sifat pada komposit biasanya terlihat ketika distribusi serat tersusun secara teratur.

- *Continuous (alligned) Fiber Composite.*

Continuous atau yang biasa disebut *uni-directional* mempunyai susunan serat panjang dan lurus, membentuk lamina diantara matriksnya. Jenis matriks ini adalah jenis yang paling banyak digunakan.

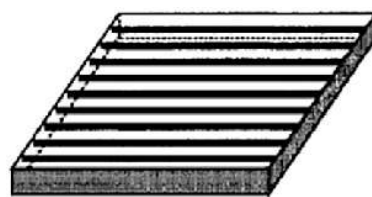
- *Discontinuous (short) Fiber Composite*

Merupakan komposit dengan tipe serat yang pendek. Komposit jenis ini dibedakan lagi menjadi *alligned discontinuous fiber* (serat-serat pendek yang tersusun secara

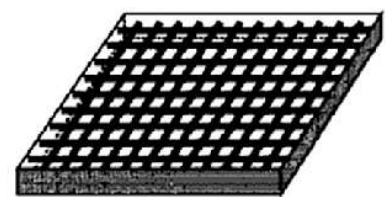
teratur) dan *randomly oriented discontinuous fiber* (serat-serat pendek yang tersusun secara acak diantara matriksnya). Tipe acak sering digunakan pada produksi dengan jumlah yang besar karena faktor biaya produksinya yang lebih murah. Kekurangannya adalah sifat mekaniknya yang kurang baik.

- *Woven Fiber Composite*

Jenis ini biasa disebut dengan *bi-directional*. Susunan dari serat ini mengikat antar lapisannya. Tetapi kekuatan dan kekakuannya tidak sebaik tipe *continuous fiber* karena susunan serat memanjangnya tidak selurus *continuous fiber*.



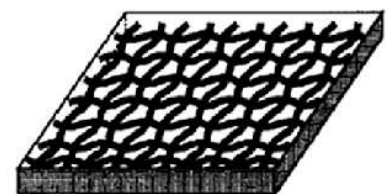
(a) Unidirectional



(b) Bi-directional



(c) Discontinuous fiber



(d) Woven

Gambar 1. 3. Fiber-reinforced composites

- *Hybrid Fiber Composite*

Hybrid fiber composite merupakan komposit gabungan dari tipe serat lurus dan serat acak. Pertimbangannya agar dapat meminimalisir kekurangan dari kedua serat tersebut dan menggabungkan kelebihanannya. Jenis serat yang biasa digunakan pada tipe ini adalah:

- *Fiber-glass*

Keuntungan dari menggunakan *fiberglass* sebagai material komposit adalah biayanya yang murah dan lebih rendah dari komposit lainnya, dan tahan korosi.

Jenis-jenis dari *fiberglass* adalah *E-glass*, *C-glass*, dan *S-glass*.

Tabel 1. 4 Sifat-sifat dari jenis-jenis *fiberglass*

No	Jenis serat		
	<i>E-glass</i>	<i>C-glass</i>	<i>S-glass</i>
1.	Isolator listrik yang baik	Tahan terhadap korosi	Modulus lebih tinggi
2.	Kekakuan tinggi	Kekuatan lebih rendah dari <i>E-glass</i>	Lebih tahan terhadap suhu tinggi

3.	Kekuatan tinggi	Harga lebih mahal dari <i>E-glass</i>	Harga lebih mahal dari <i>E-glass</i>
----	-----------------	---------------------------------------	---------------------------------------

Tabel 1. 5. Komposisi senyawa kimia *fiberglass*

Tipe serat	Komposisi senyawa kimia (%)								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	B ₂ O ₃	K ₂ O	BaO
<i>E-glass</i>	52,4	14,4	0,2	17,2	4,6	0,8	10,6	-	-
<i>C-glass</i>	64,4	4,1	0,1	13,4	3,3	9,6	4,7	0,4	0,9
<i>S-glass</i>	52,4	4,4	-	-	10,3	0,3	-	-	-

- *Fiber-nylon (Aramid/Kevlar)*
- *Fiber-carbon*

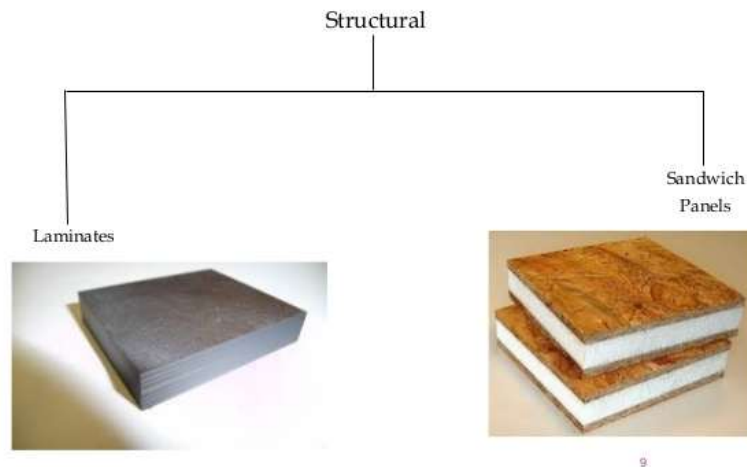
Tabel 1. 6. Karakteristik *fiber-reinforcement material*

<i>Material</i>	<i>Specific Gravity</i>	<i>Tensile Strength (GPa)</i>	<i>Specific Strength (GPa)</i>	<i>Modulus of Elasticity (GPa)</i>	<i>Specific Modulus (GPa)</i>
<i>Nylon</i>	1,44	3,6-4,1	2,5-2,85	131	91
<i>Carbon</i>	1,78- 2,15	1,5-4,8	0,70-2,70	228-724	106-407
<i>Glass</i>	2,58	3,45	1,34	72,5	28,1

3. *Structural Composites*

Structural Composites terbentuk dari material homogen maupun material komposit yang sifatnya tergantung tidak hanya pada sifat dari unsur-unsurnya tetapi juga bentuk geometri dari struktur elemen yang berbeda-beda. *Laminar* dan *sandwich* merupakan tipe pada *structural composites*.

- *Laminar composite* adalah gabungan dari dua atau lebih lamina (satu lembar *composite* dengan arah serat tertentu) yang membentuk elemen struktur secara integral pada komposit. Sebagai elemen sebuah struktur, lamina yang serat penguatnya searah saja (*unidirectional lamina*) pada umumnya tidak menguntungkan karena memiliki sifat yang buruk. Untuk itulah struktur komposit dibuat dalam bentuk *laminata* yang terdiri dari beberapa macam lamina atau lapisan yang diorientasikan dalam arah yang diinginkan dan digabungkan.
- *Sandwich* merupakan komposit yang tersusun dari 3 lapisan yang terdiri dari *flat composite* sebagai kulit permukaan serta material inti (*core*) di bagian tengahnya (berada di antaranya). Komposit *sandwich* dibuat dengan tujuan untuk efisiensi berat yang optimal, namun mempunyai kekakuan dan kekuatan yang tinggi.



Gambar 1. 4. *Structural composites*

1.2.4 Metode Pembuatan Komposit

Ada dua metode pembuatan komposit yaitu metode dengan cetakan terbuka (*open mould*) maupun cetakan tertutup (*close mould*). Pada cetakan terbuka, contohnya adalah *hand lay up* dan *spray up*. Sedangkan pada cetakan tertutup, contohnya *vacuum bag* dan *injection mould*.

- *Hand lay up*

Hand lay up adalah metode paling sederhana yang biasanya digunakan untuk produk komposit dengan jumlah produksi kecil maupun besar. Metode ini adalah metode yang paling murah karena peralatan yang diperlukan serta prosesnya sangat sederhana. Perubahan desain juga sangat mudah untuk dibuat. Investasi yang dibutuhkan untuk metode ini sangat minim. Dengan pekerja yang

memiliki kemampuan yang tinggi, produk komposit yang

dih

asil

kan

bisa

me

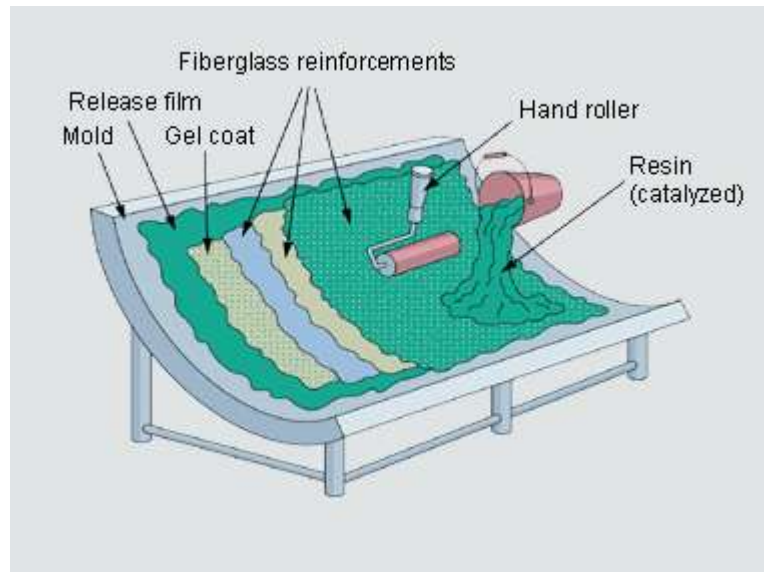
nja

di

san

gat

baik.



Gambar 1. 5 Skema metode hand lay up

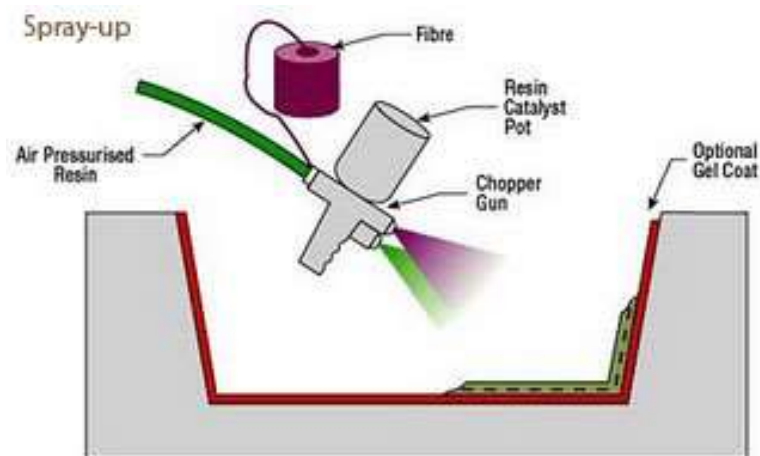
Sumber: <http://wacker.com>

Proses pembuatan komposit dengan metode *hand lay up* ini adalah dengan cara melapisi *mould* dengan *gelcoat* sampai mencapai

keadaan cure, setelah itu meletakkan *fiberglass* sesuai dengan kebutuhan. Kemudian seluruh permukaan *fiber* dilapisi dengan resin dan katalis. Metode ini biasanya dilakukan pada temperatur kamar, tetapi temperatur yang lebih tinggi bisa digunakan untuk mempercepat waktu *curing*.

- *Spray up*

Metode *spray up* atau yang dikenal dengan istilah *chopping* adalah metode yang mirip dengan *hand lay up*. Metode ini biasanya digunakan untuk pembuatan badan kapal, tanki, komponen transportasi dan tempat sampah dengan bentuk dan ukuran yang bermacam-macam. *Chopped laminate* memiliki penyesuaian yang baik dan proses pembuatannya lebih cepat dibandingkan dengan *hand lay up*. Pada proses ini operator harus mengontrol ketebalan



dan konsistensi, maka ketelitian dalam proses ini tergantung pada operatornya. Metode ini juga merupakan metode yang sederhana karena peralatan yang diperlukan kurang lebih sama dengan peralatan yang digunakan pada metode *hand lay up*. Yang membedakan hanyalah alat penyemprotnya saja.

Gambar 1. 6 Ilustrasi metode *spray up*

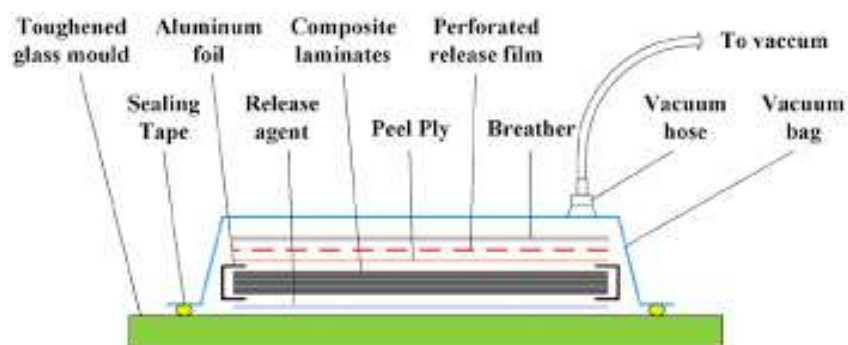
Sumber: <http://www.carbonfiberglass.com>

Proses pembuatan komposit dengan metode ini adalah dengan cara mengaplikasikan *gelcoat* ke permukaan cetakan bersamaan dengan

penyemprotan *fiber* sampai mencapai kondisi *cured*. Pada metode *spray up* ini bentuk yang dihasilkan biasanya lebih kompleks dari metode *hand lay up*.

- *Vacuum bag*

Vacuum bag merupakan proses pembuatan komposit dengan cara *close mould*. Dalam proses ini, serat dan resin diproses di dalam *vacuum bag*. Proses ini biasanya memerlukan bahan-bahan tertentu dan biasanya untuk keperluan dengan volume material yang sangat besar (500.000 part/tahun). *Vacuum bag mould* memberikan sifat mekanik yang baik setelah proses *hand lay up* dilakukan.



Gambar 1. 7 Metode *vacuum bag*

Sumber: <http://www.researchgate.com>

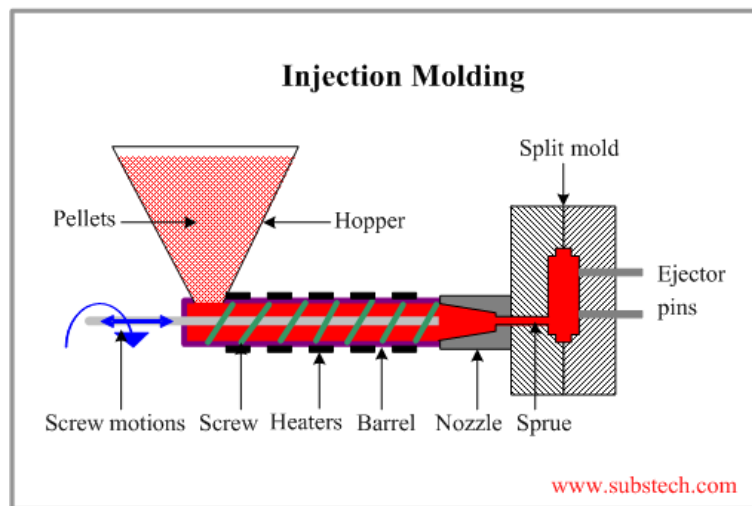
Proses ini dilakukan dengan mengurangi tekanan yang terperangkap di dalam *vacuum bag* yang kedap udara agar menghasilkan bahan komposit struktural yang solid. *Vacuum bag* menggunakan tekanan atmosfer sebagai penjepit untuk menekan

lapisan laminasi secara bersamaan dengan tekanan yang sama rata. Laminasi disegel di dalam sebuah kantong kedap udara. Kantong tersebut merupakan sebuah cetakan kedap udara pada satu sisi dan kantong kedap udara di sisi lain. Ketika kantong disegel ke cetakan, tekanan pada luar dan dalam kantong ini sama dengan tekanan atmosfer: sekitar 29 inci air raksa (Hg), atau 14,7 psi. Kemudian pompa vakum menghisap udara dari bagian dalam kantong, tekanan udara dalam kantong berkurang sementara tekanan udara di luar kantong tetap pada 14,7 Psi.

Tekanan atmosfer menekan sisi kantong dan semua yang berada di dalam kantong secara bersamaan, menempatkan tekanan yang sama dan bahkan di atas permukaan kantong. Perbedaan tekanan antara bagian dalam dan luar kantong menentukan jumlah penjepitan yang berlaku pada laminasi. Secara teoritis, tekanan maksimum dapat diberikan pada laminasi jika hal itu memungkinkan untuk mencapai keadaan *vacuum* yang sempurna dan menghilangkan semua udara dari kantong.

- *Injection Mould*

Metode *injection mould* juga dikenal sebagai reaksi pencetakan cairan atau pelapisan tekanan tinggi.



Gambar 1. 8 Skema *injection mould*

Sumber: <http://www.substech.com>

Fiber dan resin dimasukkan kedalam rongga cetakan bagian atas, kondisi temperature dijaga supaya tetap dapat mencairkan resin. Resin cair beserta *fiber* akan mengalir ke bagian bawah, kemudian injeksi dilakukan oleh mandrel ke arah nozel menuju cetakan. Pada proses ini resin polimer reaktif yang di gunakan seperti polioli, isosianat, poliuretan, dan poliamida menyediakan siklus pencetakan cepat cocok untuk aplikasi otomotif dan

furnitur. Aplikasi secara umum meliputi bumper otomotif, komponen fender dan panel, alat rumah, dan komponen mebel.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

Suatu produk bisa dinilai berkualitas apabila memiliki spesifikasi tertentu yang baik dan daya guna yang tinggi (*end use*). Spesifikasi yang dimiliki suatu produk dapat mempengaruhi target penjualan dan dapat menentukan kedudukannya di pasaran. Dengan merujuk dari berbagai referensi, maka perancangan pabrik ini dimaksudkan untuk produksi komposit tempat sampah dengan menggunakan penguat *fiberglass* dengan pengikat serat jenis komposit matriks polimer menggunakan resin termoplastik poliester dan metode pembuatan *spray up* yang memiliki kualitas unggul. Berikut ini adalah detail rancangan produk tempat sampah komposit penguat *fiberglass*:

- 1) Memiliki kualitas produk yang lebih kuat dan tahan lama dibandingkan dengan tempat sampah plastik.
- 2) Warna dari tempat sampah yang tidak mudah luntur karena proses pembuatan menggunakan *gelcoat* yang diberi pigmen sebagai pewarna produk.
- 3) Warna tempat sampah yang beragam sesuai dengan Undang-Undang No.18 tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah

- 4) Produk bisa diperbaiki apabila terjadi kerusakan setelah penggunaan sekian waktu, tanpa harus mengganti dengan tempat sampah yang baru.

Dibawah ini digambarkan spesifikasi sifat fisik dari rancangan produk tempat sampah dari *fiberglass* yang akan diproduksi pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Spesifikasi sifat fisik tempat sampah penguat *fiberglass*

No.	Spesifikasi	Besar	Satuan
1.	<i>Compressive Properties</i>	41,37	GPa
2.	<i>Tensile Strength</i>	3,45	Gpa
3.	<i>Specific Strength</i>	1,34	Gpa
4.	<i>Modulus of Elasticity</i>	72,5	Gpa
5.	<i>Specific Modulus</i>	28,1	Gpa

Sumber: Callister, William D. *Materials Science and Engineering an Introduction*, 4th edition. America. 1940.

Dibawah ini adalah spesifikasi fisik tempat sampah *fiberglass*:

1. Dimensi =

Badan Tempat Sampah = 33 cm x 28 cm x 63 cm

Telinga Tempat Sampah = 3.5 cm x 28 cm x 3 cm

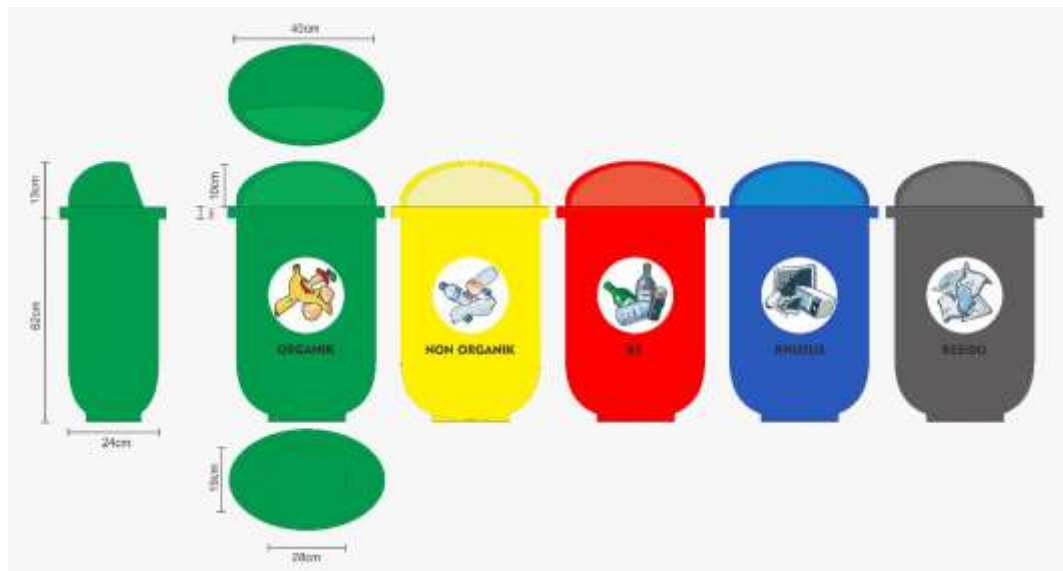
Tinggi Tutup = 33 cm x 28 cm x 10 cm

2. Kapasitas produk = 50 L oval

3. Berat produk = 2,22 kg

(1.5 kg di bagian badan, 0.5 kg di bagian teliga, 0.72 kg di bagian tutup)

3. Paket warna = kuning, biru, merah, hijau, dan abu-abu.



Gambar 2. 1 Visual komposit tempat sampah

Produk komposit tempat sampah berpenguat *fiberglass* yang akan dibuat ini memiliki keunggulan, sebagaimana *fiberglass* merupakan salah satu jenis komposit yang memiliki kekuatan dan kekakuan yang tinggi, ekonomis, serta *sustainable* karena dapat digunakan dalam jangka waktu yang panjang dan dapat diberikan *treatment repair* apabila terjadi kerusakan setelah sekian tahun pemakaian. Tetapi, kemungkinan kerusakan yang terjadi sangatlah kecil mengingat sifat fisik *fiberglass* yang sangat kuat.

Dengan keunggulan yang dimiliki oleh produk ini, diharapkan kedepannya dapat bersaing di pasar perindustrian. Disamping itu, dengan adanya perancangan pabrik tempat sampah ini diharapkan dapat membantu mewujudkan Undang-Undang mengenai pengelolaan sampah di Indonesia.

Banyak faktor yang dapat mempengaruhi kualitas suatu produk yang dihasilkan. Baik dari segi persiapan produksi, proses produksi maupun pasca produksi. Untuk memenuhi kebutuhan produk yang sesuai dengan kebutuhan, maka diperlukan persiapan bahan baku yang sesuai dengan spesifikasinya sehingga akan diperoleh produk yang sesuai dengan syarat-syarat penggunaan akhirnya (*end use*).

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

2.2.1 Reinforcement

Reinforcement atau penguat yang digunakan untuk produk ini adalah *fiberglass*. Bahan baku pokok dari pembuatan *fiberglass* adalah pasir silikat, batu kapur dan seringkali ditambahkan beberapa bahan lainnya seperti aluminium hidroksida, natrium karbonat, dan boraks. Banyaknya bahan yang digunakan disesuaikan dengan sifat-sifat *fiberglass* yang diinginkan.

Pada produksi tempat sampah ini, *fiberglass* yang digunakan didapat dari supplier berupa *fiberglass* yang berbentuk *matt*. Jenis *fiberglass* yang digunakan adalah *Chopped Strand Matt (CSM) E-glass*. Pemilihan *fiberglass* jenis ini dikarenakan oleh kinerja jenis *fiberglass*

yang sangat baik dalam aplikasi pembuatan komposit yang menggunakan resin poliester. Selain itu, CSM sangat cocok untuk digunakan pada metode *Spray Up*. Selain untuk produk tempat sampah, CSM banyak digunakan dalam *aerospace*, transportasi laut, rekreasi dan konstruksi.

Berikut spesifikasi *fiberglass* jenis *E-glass* yang digunakan akan digambarkan pada Tabel 2.2 dibawah ini.

Tabel 2. 2 Spesifikasi bahan baku *fiberglass* jenis *E-glass*

<i>Coefficient of Linear-Thermal Expansion</i>	4.8x10 ⁻⁶ cm/cm/°C
<i>Specific Heat</i>	0.19 cal/g°C
<i>Heat Conductivity (Bulk Glass)</i>	0.86Kcal/m.h°C
<i>Softening Temperature</i>	850 °C
<i>Index of Refraction at 25°C</i>	1.55
<i>Tensile Strength</i>	350 kgf/mm ² (Mpa)
<i>Elastic Modulus</i>	7,300 kg/mm ²
<i>Elongation at 25°C</i>	4.8%
<i>Dielectric Constant(ε) at 25°C</i>	10 ² Hz-6.43 10 ⁴ Hz-6.32 10 ¹⁰ Hz-6.11
<i>Loss Tangent(tgδ) at 25°C</i>	10 ² Hz-0.0042 10 ¹⁰ Hz-0.006
<i>Volume Resistance</i>	2.53~2.60
<i>Specific Gravity</i>	2.53~2.60 g/cm ³
<i>Density</i>	10 ¹⁰ Ω cm

Sumber: Taiwan Glass Group

Keunggulan *fiberglass E-glass* diantaranya yaitu kuat, tidak korosi, fleksibel, isolator listrik dan sinar matahari yang tidak mempengaruhi warna. Berikut ini adalah gambar *fiberglass E-glass*:



Gambar 2. 2 *Fiberglass E-glass*

2.2.2 Matriks

A. Resin Poliester

Jenis resin yang digunakan pada pembuatan produk komposit tempat sampah ini adalah resin poliester yang merupakan *Polymer Matrix Composite* (PMC). PMC bersifat termoplastik yaitu mengeras apabila didinginkan. Termoplastik akan meleleh pada suhu tertentu dan memiliki sifat reversible, yaitu kembali mengeras bila didinginkan. Pemilihan matriks ini sebagai resin untuk *reinforcement E-glass* adalah karena harganya yang jauh lebih murah dibanding dengan resin epoxy pada umumnya. Selain itu, sifat dari resin ini adalah mudah diolah dan mudah kering.

Dalam pembuatan produk komposit tempat sampah ini, produk resin yang digunakan adalah Yukalac 157 BQTN-EX. Resin ini merupakan tipe resin *general purpose*, umum digunakan untuk pembuatan produk komposit dengan cara *hand lay up* maupun *spray up mould*. Tipe

resin ini sudah memenuhi syarat *Lloyd's Register's (LR) Rules and Regulations* dan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI). Resin ini memiliki spesifikasi massa jenis sebesar $1,19 \text{ g/cm}^3$ dan *Modulus Young* 1,18 GPa.



Gambar 2. 3 Yukalac 157

2.2.3 Additives

A. Katalis

Katalis merupakan cairan jernih dengan bau menyengat. Fungsinya sebagai katalisator agar resin lebih cepat mengeras. Penambahan katalis ini cukup sedikit saja tergantung pada jenis resin yang digunakan. Selain itu umur resin juga mempengaruhi jumlah katalis yang digunakan. Artinya resin yang sudah lama dan mengental akan membutuhkan katalis lebih sedikit bila dibandingkan dengan resin baru yang masih encer. Katalis yang digunakan dalam pembuatan komposit tempat sampah ini adalah senyawa *Metyl Etyl Keton Peroksida (MEKPO)*

Berikut adalah gambar MEKPO.



Gambar 2. 4 *Methyl ethyl ketone peroksida* (MEKPO)

B. Erosil

Erosil merupakan pengental adonan matriks yang berbentuk bubuk sangat halus. Erosil berfungsi sebagai perekat *fiberglass* agar bersifat kuat dan tidak mudah patah. Erosil yang digunakan yaitu (Kalsium Karbonat). Kalsium Karbonat dipilih sebagai erosil karena tidak mudah menggumpal.



Gambar 2. 5 Kalsium karbonat

C. Pigmen

Pigmen merupakan zat pewarna yang digunakan pada saat adonan untuk *fiberglass* dicampurkan. Pigmen yang digunakan adalah pigmen dengan warna biru, hijau, merah, kuning dan abu-abu untuk menunjang standar peraturan pemerintah tentang pengelolaan sampah.



Gambar 2. 6 Pigmen

D. Cobalt

Cairan kimia ini berwarna kebiru-biruan berfungsi sebagai bahan aktif pencampur katalis agar cepat kering, terutama apabila kualitas katalisnya kurang baik dan terlalu encer. Bahan ini dikategorikan sebagai penyempurna, sebab tidak semua industri menggunakannya. Hal ini tergantung pada kebutuhan pembuat dan kualitas resin yang digunakannya. Cobalt juga berfungsi untuk menghindari gelembung yang biasa terjadi pada material komposit. Selain itu, pemakaian Cobalt membantu agar warna dari pigmen yang dicampur menjadikan produk lebih mengkilat. Apabila perbandingan cobalt terlalu banyak, dapat menimbulkan api.

Selain itu, terlalu banyak menambahkan Cobalt dapat mengakibatkan hasil *fiberglass* yang getas atau rapuh.



Gambar 2. 7 Cairan cobalt

E. Monomer

Monomer merupakan senyawa organik berbentuk cairan seperti minyak tak berwarna yang mudah menguap dengan bau manis, meskipun menjadi busuk pada konsentrasi yang tinggi. Dalam hal ini, monomer yang digunakan yaitu styrene. Pemilihan styrene sebagai monomer yaitu agar hasil cetakan yang dibuat cepat kering.

F. Mould Release

Mould release berfungsi sebagai pelicin pada tahap pencetakan pada *mould* agar antara *mould* dengan hasil cetakan tidak saling merekat, sehingga dengan mudah dapat dilepaskan. *Mould release* yang digunakan dalam produksi tempat sampah ini adalah PVA (*Polivinil Alkohol*) karena ekonomis dan mudah didapatkan.



Gambar 2. 8 Polivinil alkohol (PVA)

G. *Pylox*

Pylox merupakan cat semprot yang digunakan untuk memberi label pembeda penggunaan tempat sampah. *Pylox* yang digunakan yaitu warna putih.

2.3 Pengendalian Kualitas

Mutu (kualitas) dalam kerangka ISO 9000 didefinisikan sebagai “ciri dan karakter menyeluruh dari suatu produk atau jasa yang mempengaruhi kemampuan produk tersebut untuk memuaskan kebutuhan tertentu”. Hal ini berarti bahwa kita harus dapat mengidentifikasi ciri dan karkter produk yang berhubungan dengan mutu dan kemudian membuat suatu dasar tolok ukur dan cara pengendaliannya.

Pengendalian kualitas produk merupakan usaha untuk meminimalisasi produk cacat dari produk yang dihasilkan perusahaan. Tanpa adanya pengendalian kualitas, akan menimbulkan kerugian yang

besar bagi perusahaan, karena penyimpangan-penyimpangan yang tidak diketahui sehingga perbaikan tidak dapat dilakukan dan akhirnya penyimpangan tersebut akan berkelanjutan. (Aldian Wahyu Utama, 2008).

Pengendalian kualitas menentukan ukuran, cara dan prasyarat fungsional lain suatu produk dan merupakan manajemen untuk memperbaiki kualitas produk, mempertahankan kualitas yang sudah tinggi dan mengurangi jumlah bahan yang rusak.

Tujuan pengendalian kualitas adalah sebagai berikut:

1. Agar bahan hasil produksi dapat mencapai standar kualitas yang ditetapkan
2. Mengusahakan agar biaya inspeksi dapat menjadi sekecil mungkin.
3. Mengusahakan agar biaya desain produk dan proses dengan menggunakan kualitas produksi tertentu dapat menjadi sekecil mungkin
4. Mengusahakan agar biaya produksi dapat menjadi serendah mungkin.

(Sofyan Assauri,2004)

Dalam persaingan yang kompetitif di dunia industri dewasa ini, persoalan kualitas produk menjadi hal yang sangat diutamakan bagi industri. Kemampuan suatu industri untuk memproduksi suatu produk dengan kualitas yang baik akan menambah permintaan karena kepuasan yang diterima oleh konsumen terhadap produk tersebut.

Menurut Gavin (1996) untuk melihat kualitas produk manufaktur terdapat 8 dimensi yang bisa digunakan, yaitu:

1. *Performance*, karakteristik utama suatu produk yang tercermin dari kemampuan produk dalam menjalankan fungsi utama
2. *Feature*, karakteristik pelengkap yang membedakan suatu produk dengan produk lain dan bisa memberi kesan berbeda
3. *Reliability*, keadaan suatu produk jika digunakan selama waktu tertentu
4. *Conformance*, kesesuaian produk dengan spesifikasi yang telah ditentukan
5. *Durability*, tingkat keawetan produk yang digambarkan dengan umur ekonomis produk atau seberapa lama produk memberi manfaat ekonomis
6. *Serviseability*, kemudahan dalam perawatan produk, kemudahan menemukan pusat-pusat reparasi jika produk mengalami kerusakan, dan kemudahan mendapatkan suku cadang jika ada suku cadang yang perlu diganti
7. *Aesthetic*, nilai keindahan atau daya tarik produk, bagaimana daya tarik produk
8. *Perceived*, reputasi produk atau citra produk.

Pengendalian yang dilakukan ada tiga, yaitu pengendalian sebelum proses, pengendalian saat proses dan pengendalian sesudah proses berlangsung. Pengendalian yang dilakukan sebelum proses disebut dengan

pengendalian mutu bahan baku, yang dilakukan saat proses produksi disebut dengan pengendalian mutu proses, yang dilakukan sesudah proses berlangsung disebut pengendalian mutu produk jadi.

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Bagi perusahaan yang memproduksi barang dimana karakteristik bahan baku mempengaruhi karakteristik produk, atau sebagian besar kualitas produk akhir ditentukan oleh bahan baku, maka perlu adanya pengawasan bahan baku dengan lebih teliti dan teratur untuk menjaga kualitas produk akhir. Langkah yang cukup penting untuk pengawasan bahan baku adalah seleksi sumber bahan atau *supplier-supplier* perusahaan. Untuk melaksanakan sumber bahan dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain (Ahyari, 1997):

- a) Evaluasi hubungan *path* waktu lalu.
- b) Evaluasi dengan daftar pertanyaan.
- c) Penelitian kualitas supplier secara langsung.

Pengendalian kualitas ini akan dilakukan oleh *Quality Control* (QC).

A. Kualitas *Fiberglass*

Spesifikasi *fiberglass* yang direncanakan dalam produksi tempat sampah ini berbentuk lembaran dengan ketebalan 1 mm di bagian badan tempat sampah, 2 mm di bagian dasar tempat sampah dan 5 mm di bagian *flange* (kuping) tempat sampah. Pengendalian mutu *fiberglass* dilakukan dengan cara memperhatikan perbandingan antara penguat dan

matriks pada tahap persiapan yang digunakan pada umumnya yaitu 60%:40%, serta perbandingan antara penguat dan *gelcoat* pada umumnya yaitu 5:2.

B. Mutu Matriks

Perbandingan volume yang digunakan pada matriks untuk pembuatan komposit dapat menentukan karakteristik komposit yang dibuat. Beberapa referensi memberikan penjelasan mengenai komposisi matriks dalam yang optimal dalam pembuatan komposit tempat sampah. Berikut ini komposisi perbandingan volume matriks yang digunakan untuk pembuatan komposit tempat sampah berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Caesar Wiratama (2017):

- Untuk keperluan pengikat fiber:

Resin:Katalis = 100:1

- Untuk keperluan *gelcoat*:

A (Resin : Erosil = 1:1)

B (A : Pigmen : Monomer : Cobalt : Katalis = 100 : 5 : 5 : 1 : 1)

Dengan adanya perbandingan volume yang ditetapkan sebagai standar pabrik komposit ini, maka pengendalian kualitas matriks dilakukan pada tahap persiapan dengan mengolah adonan sesuai dengan volume yang sudah ditentukan.

2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses

Apabila setiap proses produksi dapat diperiksa dengan lebih mudah, maka pengawasan kualitas dapat dilakukan dengan baik, dengan pemeriksaan yang mudah, setiap ada penyimpangan segera dapat diketahui sehingga tindakan pembenaran tidak terlambat. Oleh karena itu, sifat dan jenis perusahaan berbeda antara yang satu dengan yang lainnya, maka pengawasan kualitas inipun mempunyai beberapa perbedaan pokok.

Dalam pengendalian kualitas proses pembuatan komposit tempat sampah ini dilakukan inspeksi secara langsung, mulai dari proses pencampuran adonan, proses *spray up*, serta *finishing* yang harus sesuai dengan prosedur pembuatan yang telah ditentukan.

2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk

Walaupun telah diadakan pengawasan kualitas dalam tingkat proses, tetapi hal ini tidak menjamin bahwa tidak ada hasil yang rusak atau kurang baik. Untuk mengetahui apakah kualitas produk yang dihasilkan sesuai dengan rencana, maka diperlukan adanya pengawasan produk akhir. Sebab bagaimanapun juga produk jadi inilah yang akan sampai ke konsumen dan konsumen menilai produk jadi saja. Dengan demikian keberhasilan atau proses akan dilihat pada produk akhir yang dihasilkannya.

Pengujian yang dilakukan untuk pengendalian mutu produk ini bersifat pengujian sifat tampak (*visual inspection*) yang telah melalui

beberapa tahapan proses mulai dari proses persiapan sampai dengan proses *finishing*.

Adapun pengujian-pengujian yang dilakukan sebagai bentuk pengendalian kualitas produk yang akan dijual adalah sebagai berikut:

a. Pengujian Kekuatan Tarik

Pengujian kekuatan tarik adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan atau material dengan cara memberikan beban pada bahan atau material yang akan diuji. Sampel produk akan dilakukan pengujian yaitu pengujian berdasarkan ASTM A370. Setelah diuji beberapa bahan akan patah pada batas tarik dan beberapa akan mengalami deformasi yang tidak dapat dikembalikan. Deformasi tertentu dapat dianggap sebagai batas kekuatan tarik, meskipun belum patah, terutama pada bahan yang tidak dapat dikembalikan ke kondisi semula. Perubahan panjang dari spesimen dideteksi lewat pengukur regangan (*strain gage*) yang ditempelkan pada spesimen. Bila pengukur regangan ini mengalami perubahan panjang dan penampang, terjadi perubahan nilai hambatan listrik yang dibaca oleh detektor dan kemudian dikonversi menjadi perubahan regangan.

b. Pengujian Kekuatan Tekan

Kekuatan tekan dan kekuatan tarik sebenarnya hampir sama, sehingga fungsinya hampir sama. Pada beberapa bahan uji yang dibuat sesuai panjang, spesimen akan melengkung jika diuji menggunakan pengujian tekan. Namun pengujian tekan ini masih diperlukan karena ada beberapa

bahan yang memiliki perbedaan sehingga bahan tersebut berbeda pula sifat bahan dalam menerima pengujian tekan. Umumnya, pengujian tekan ini dilakukan pada logam yang bersifat getas, karena bahan uji yang demikian memiliki titik hancur yang terlihat jelas saat dilakukan pengujian tekan.

Pengujian tekan dilakukan berdasarkan ASTM D 3410. Pada pengujian tekan berdasarkan ASTM D 3410 bisa didapatkan nilai-nilai sebagai berikut:

a. *Compressive strength* (kekuatan tekan)

Kekuatan tarik tekan yang digunakan pada kurva adalah tegangan membujur rata-rata dari pengujian tarik tekan yang diperoleh dengan membagi beban maksimum dengan luas awal penampang melintang benda uji.

b. *Compressive Strain* (Regangan Tekan)

Regangan yang digunakan untuk kurva dengan tegangan regangan rekayasa adalah regangan rata-rata yang diperoleh dengan membagi perpanjangan spesimen dengan panjang awalnya.

c. *Compressive Modulus of Elasticity* (Modulus Elastisitas)

Modulus elastisitas adalah ketahanan deformasi elastis material ketika diberi beban tertentu. Modulus elastisitas diperoleh dari membagi perubahan tegangan dengan perubahan regangan.

BAB III

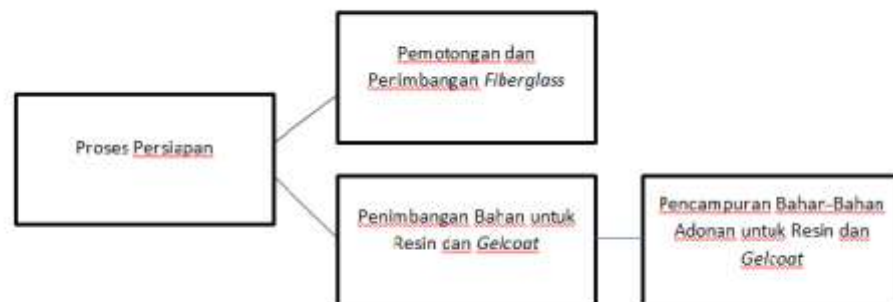
PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

Schroeder (1990), Taylor (2000), Krawjeski (1999) dan Auilano (2001) dalam Joko (2004) mendefinisikan proses produksi sebagai langkah-langkah yang diperlukan untuk mengubah/mengkonversi input (sumber daya manusia, bahan baku, peralatan dan sebagainya) menjadi suatu *output* (barang maupun jasa) dimana akibat proses transformasi ini nilai *output* menjadi lebih besar dari nilai *input*. Dengan demikian jelaslah bahwa yang dimaksud dengan proses produksi adalah proses transformasi itu sendiri.

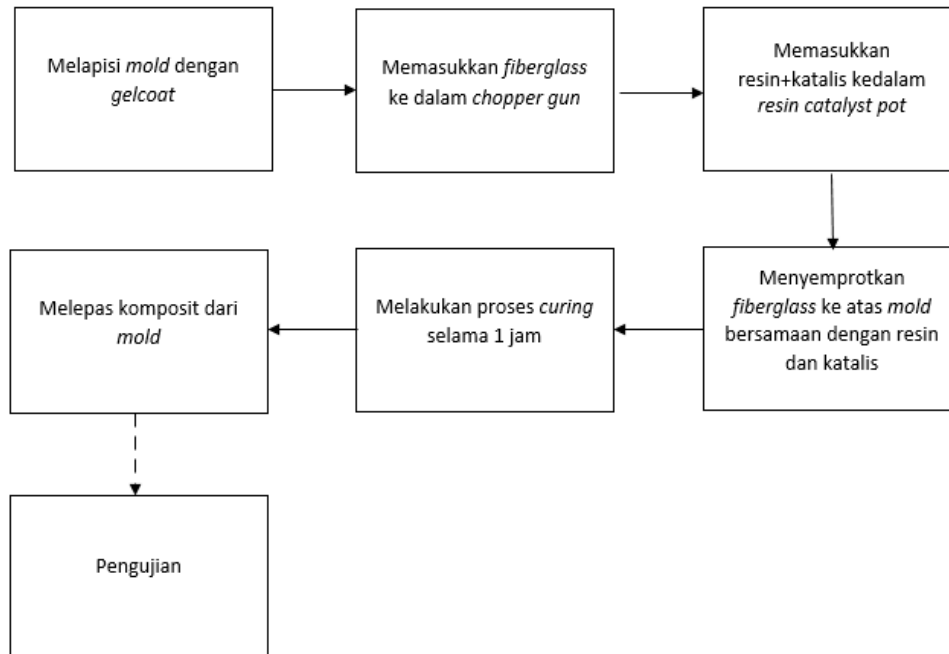
Proses produksi pada pabrik komposit tempat sampah ini dirancang agar dapat memproduksi tempat sampah yang terbuat dari komposit berbahan penguat *fiberglass* yang memiliki kekuatan lebih tinggi dibanding tempat sampah berbahan plastik pada umumnya.

Proses produksi komposit tempat sampah ini dilakukan dengan melewati tahapan proses yang dikontrol, diantaranya proses persiapan, proses utama dan proses *finishing*. Proses persiapan meliputi persiapan bahan baku yang digunakan yaitu berupa *fiberglass* dan *matriks*. Secara garis besar, proses persiapan akan dilaksanakan seperti pada Gambar 3.1 dibawah ini:



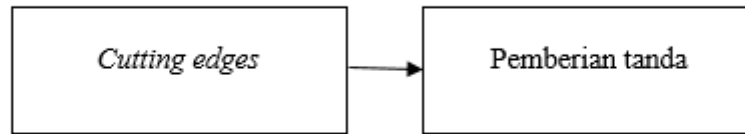
Gambar 3. 1 Alur proses persiapan pembuatan komposit tempat sampah

Proses utama yaitu proses pembuatan komposit dengan metode *Spray up*, dimana bahan-bahan pembuat *gelcoat* yang sudah sesuai dengan komposisi dicampur dan dioleskan diatas cetakan (*mould*) yang sudah disediakan sesuai dengan bentuk produk tempat sampah. Setelah itu, sambil menunggu *gelcoat* kering *fiberglass* dimasukkan ke dalam *chopper gun* untuk mengalami pemotongan secara otomatis saat mesin dinyalakan dan disemprotkan ke atas *gelcoat* bersamaan dengan penyemprotan resin. Penyemprotan dilakukan sebanyak 4 kali pada bagian badan dan 20 kali pada bagian telinga. Setelah proses *spray up* selesai, dilakukan proses *curing* selama 1 jam di dalam oven dengan suhu 100°C. Setelah itu, melepaskan produk dari *mould*. Secara garis besar, alur proses utama akan dilaksanakan seperti pada Gambar 3.2 dibawah ini:



Gambar 3. 2 Alur proses utama pembuatan komposit tempat sampah

Proses *finishing* yaitu proses penyempurnaan yang meliputi *cutting edges* untuk merapikan *excess* bahan yang terdapat pada produk tempat sampah setelah melalui proses *curing* dan dikeluarkan dari *mouldnya*. Proses selanjutnya adalah pemberian tanda tempat sampah menggunakan *pylox*. Setelah itu, penempatan produk kedalam gudang. Secara garis besar, proses *finishing* ini akan dilaksanakan seperti diagram alir pada Gambar 3.3 dibawah ini:



Gambar 3. 3 Alur proses *finishing* pembuatan komposit tempat sampah

Tabel 3. 1 Estimasi waktu proses

No.	Proses	Keterangan	Estimasi Waktu
1.	Persiapan	Pembuatan <i>gelcoat</i>	25 menit
		Persiapan <i>fiber</i> dan resin	10 menit
2.	Utama	Pengolesan <i>Wax</i>	5 menit
		Pengolesan <i>Gelcoat</i>	10 menit
		<i>Curing</i> suhu ruangan	20 menit
		Persiapan <i>fiber</i> dan resin ke dalam alat	5 menit
		<i>Spray up</i>	20 menit
		<i>Curing</i>	60 menit

		Pendinginan	20 menit
3.	<i>Finishing</i>	Pelepasan Komposit dari <i>Mould</i>	15 menit
		<i>Cutting</i>	5 menit
		<i>Marking</i>	5 menit
		Penempatan ke gudang	5 menit
		Estimasi waktu tambahan	35 menit
TOTAL			240 menit

3.1.1 Proses Persiapan

Proses persiapan yang dilakukan pertama kali yaitu mengecek *mould* yang akan dilapisi bahan-bahan utama. Pengecekan dilakukan secara visual dengan cara menilai apakah ada kecacatan dipermukaan *mould*. *Mould* ini bersifat *reusable* atau dapat digunakan kembali selama berkali-kali selama permukaannya tidak memiliki cacat. *Mould* yang digunakan adalah *mould* dengan bahan kayu. *Mould* ini dapat dibuat dengan jenis *male mould* atau *female mould*, dimana pada *male mould* berarti komposit dicetak di seluruh permukaan luar *mould*, sedangkan pada *female mould* berarti komposit dicetak di dalam *mould*. Dalam hal ini, untuk pembuatan produk komposit tempat sampah, jenis *mould* yang

digunakan adalah *male mould* karena merupakan jenis yang umum dilakukan untuk pembuatan tempat sampah.

Setelah pengecekan *mould* dilakukan, selanjutnya adalah persiapan bahan-bahan utama yang akan digunakan.

Bahan pertama yaitu *fiberglass* sebagai bahan penguat. *Fiberglass* yang akan digunakan disiapkan dengan berat 2 kg untuk selanjutnya dikerjakan pada proses utama.

Bahan kedua yaitu matriks yang berupa resin Poliester dengan perbandingan antara fiberglass dan resin sebesar 60:40.

Setelah itu, dilanjutkan dengan proses pembuatan *gelcoat* yaitu dengan mencampurkan resin serta erosil dengan perbandingan 1:1, dilanjutkan dengan pencampuran kedua adonan tadi dengan pigmen, stirene dan katalis dengan perbandingan 100:5:5:1. Proses pengadukan seluruh bahan dilakukan selama minimal 10 menit dan maksimal 25 menit sampai adonan tercampur dengan rata.

Setelah itu, menyiapkan resin dan katalis yang akan dimasukkan kedalam *resin and catalyst pot* pada *spray gun* pada proses utama dengan perbandingan 100:1.

Apabila bahan-bahan yang disiapkan sudah sesuai, maka dilanjutkan ke proses utama.

3.1.2 Proses Utama

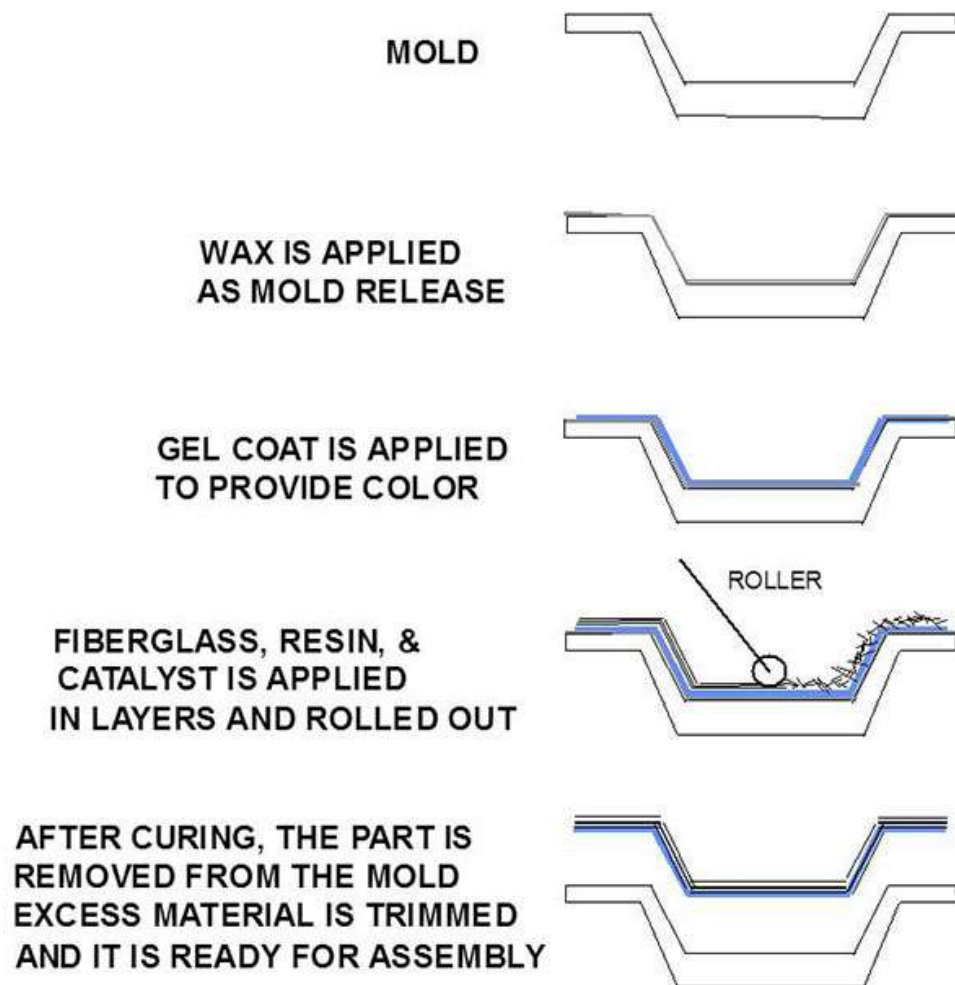
Metode yang dilakukan dalam pembuatan komposit tempat sampah ini menggunakan metode yang lebih efisien dari metode *hand lay up*, yaitu metode *spray up*. Pemilihan metode ini berdasarkan *compatibility* terhadap penguat dan matriks yang digunakan. Dibanding dengan *hand lay up* yang proses pengerjaannya memakan waktu lebih lama, *spray up* dapat mempercepat proses pengerjaannya karena dilakukan dengan alat *pneumatic* yang dinamakan *spray gun*. Proses ini juga dikenal dengan proses *chopped* karena ketika fiberglass dimasukkan kedalam alat dan dilakukan proses penyemprotan, *fiberglass* akan terpotong secara otomatis.

Proses pembuatan komposit yaitu dengan cara mengolesi *mould* dengan *release agent* sebanyak tiga kali agar produk jadi mudah dilepas dari *mould*nya. Setelah itu, melapisi *mould* yang sudah diberi *release agent* dengan *gelcoat* dan menunggu selama 20 menit sampai teksturnya mengeras pada suhu ruangan. Fiber dan resin serta katalis yang sudah diperhitungkan di proses persiapan dimasukkan masing-masing kedalam *chopper gun* dan *resin and catalyst pot*. Kemudian *fiberglass* bersamaan dengan resin dan katalis disemprotkan ke atas *gelcoat*. Setelah itu, hasil penyemprotan diratakan dengan *roller* agar mengurangi kemungkinan *void* yang dapat terjadi karena udara yang terjebak didalamnya. Setelah itu, dilakukan proses pengeringan di dalam mesin *curing* atau *oven* dengan suhu 100°C dan waktu 1 jam. Setelah proses pengeringan selesai, hasil komposit yang telah melalui proses *curing* didinginkan di suhu ruangan

selama 20 menit dan dilepaskan dari cetaknya. Ilustrasi pada proses utama ini digambarkan pada Gambar 3.4 dan 3.5 dibawah ini.



Gambar 3. 4 Ilustrasi pembuatan komposit dengan metode *spray up*



Gambar 3. 5 Ilustrasi proses utama

Sumber: <http://www.performancecomposites.com>

Salah satu hal penting yang harus diperhatikan dalam pembuatan produk komposit tempat sampah ini adalah penggunaan masker penutup mulut, kaca mata dan sarung tangan. Masker penutup mulut sangat diperlukan karena penguat yang digunakan adalah serat kaca, sehingga

apabila serat tersebut terhirup akan membahayakan kesehatan paru-paru karena serat-seratnya yang tajam. Sedangkan sarung tangan digunakan karena campuran *gelcoat* yang diolah untuk dioleskan ke *mould* bersifat sangat panas sehingga akan menyebabkan iritasi apabila terkena kulit secara langsung. Kacamata digunakan untuk melindungi mata dari kemungkinan serat-serat kecil yang berterbangan diudara untuk masuk kedalam mata.

Untuk sampel uji yang telah diberi perlakuan yang sama seperti produk, dilanjutkan ke proses pengujian dengan menggunakan *Universal Testing Machine (UTM)*. Sedangkan untuk produk tempat sampahnya, akan dilanjutkan dalam proses *finishing*.

3.1.3 *Finishing*

Proses *finishing* merupakan proses penyempurnaan produk yaitu *cutting edges* atau merapikan bagian-bagian pinggir produk komposit menggunakan gerinda apabila ada *excess fiberglass* maupun resin yang timbul akibat dari proses *curing*. Setelah itu, dilanjutkan dengan pemberian tanda kegunaan tempat sampah menggunakan *pylox*. Tanda tersebut merupakan petunjuk penggunaan tempat sampah, dimana warna hijau akan diwarnai dengan *pylox* bertanda sampah organik, warna kuning akan diwarnai dengan *pylox* bertanda sampah anorganik, warna merah akan diwarnai dengan *pylox* bertanda sampah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun), warna biru akan diwarnai dengan *pylox* bertanda sampah khusus

kertas, dan warna abu-abu akan diwarnai dengan *pylox* bertanda sampah residu.

Setelah selesai, maka produk komposit tempat sampah disimpan di ruangan penyimpanan (gudang).

3.1.4 Pengujian

Pengujian komposit ini akan dilakukan pada sampel uji (*specimen*) dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM). Pengujian ini dilakukan selama 2 bulan sekali, dan pembuatan sampel dilakukan sebanyak lima sampel setiap satu kali pengujian, sehingga dalam 1 tahun akan didapatkan 30 sampel untuk representatif pengujian produk dengan perbandingan volume untuk *fiber:resin* dan *fiber:gelcoat* yang sama antara produk komposit dan *specimennya*.

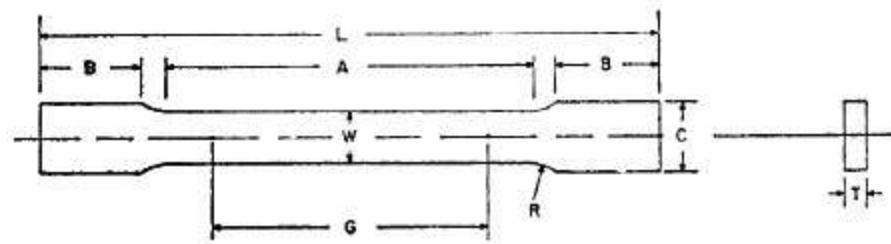
Tujuan pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik dan kekuatan tekan produk komposit melalui *specimen* yang dibuat.

Pembuatan komposit pada *specimen* sama dengan pembuatan komposit pada produk tempat sampah. Hanya saja *mouldnya* dibuat dengan ukuran yang sesuai dengan pengujian masing-masing tarik dan tekan.

Mekanisme pengujiannya yaitu dengan meletakkan *specimen* ke dalam alat UTM yang terhubung dengan komputer mesin. Setelah itu, dari komputer mesin dapat diatur pengujian yang akan dilakukan.

a. Pengujian Tarik

Spesiemen yang dibuat sesuai dengan ASTM A370 untuk bahan non logam. Untuk pengujian tarik, *specimen* tidak mendapatkan perlakuan khusus. Bentuk spesiemen tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.6 dan Tabel 3.2 berikut ini:



Gambar 3. 6 Gambar *specimen* untuk uji tarik

Tabel 3. 2 Dimensi ASTM A370

B	A	L	W	G	R	C	T
40 mm	60 mm	159 mm	16 mm	50 mm	10 mm	30 mm	5 mm

Keterangan:

L = Panjang *specimen*

B = Panjang daerah *clamping* (penjepit)

C = Lebar daerah *clamping* (penjepit)

A = Panjang daerah yang diuji

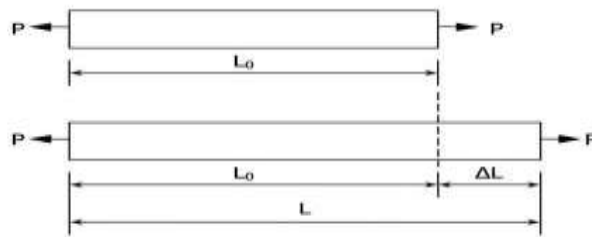
W = Lebar bagian yang diuji

G = Daerah uji

R = Kemiringan dari daerah *clamping* (penjepit)

T = Tebal *specimen*

Skema proses pengujian tarik yaitu pengujian tarik dilakukan dengan penambahan beban secara perlahan-lahan, kemudian akan terjadi penambahan panjang yang sebanding dengan gaya yang bekerja. Kesebandingan ini terus berlanjut sampai bahan sampai titik *proportionality limit*. Setelah itu penambahan panjang yang terjadi sebagai akibat penambahan beban tidak lagi berbanding lurus, penambahan beban yang sama akan menghasilkan penambahan panjang yang lebih besar. Nilai kekuatan tarik yang diperoleh minimum 3 GPa (10^6 Psi). Kenaikan beban pada pengujian ini berlangsung sampai maksimum yaitu sampai putus atau rusak.



Gambar 3. 7 Pertambahan panjang *specimen* akibat pengujian tekan

Keterangan :

L_0 : panjang awal

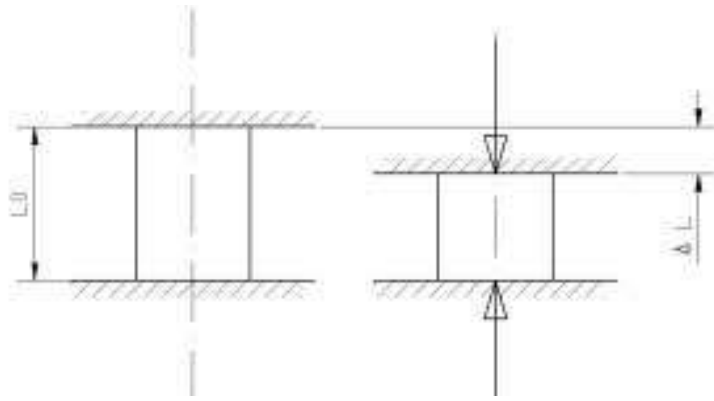
ΔL : perpanjangan panjang ukur benda uji

Cara pengujian tekan dengan menggunakan UTM sebagai berikut:

- Mengukur *specimen* dengan jangka sorong dan datanya dimasukkan ke computer
- Memposisikan *specimen* ke tempat *specimen* pada UTM dengan tombol *jog up* dan *jog down* kemudian menekan tombol *enter* pada komputer untuk mulai melakukan pengujian
- Membaca besar beban yang terlihat pada grafik di komputer dan *maximum load* yang diberikan sampai material rusak
- Mencetak data hasil pengujian

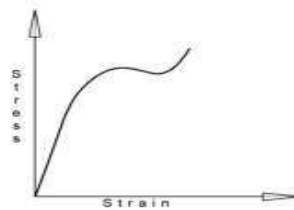
b. Pengujian Tekan

Pada pengujian tekan mengacu pada ASTM D-3410, metode ini mempunyai bentuk spesimen yang relatif pendek. Sebagaimana pada pengujian tarik, luasan permukaan kedua ujung yang dijepit harus mencukupi untuk mentransfer gaya tekan melalui proses pembebanan gesar. Arah pembebanan yang diberikan tegak lurus permukaan kulit komposit. Pada proses pengujian, spesimen akan terus di kenai beban sampai spesimen tersebut menjadi rusak karena tidak mampu menahan beban yang di berikan, ini di tandai dengan menyusutnya volume komposit akibat pembebanan tersebut. Akibat beban tekan yang diberikan yang merupakan fungsi dari luas penampang yang mana material akan cenderung mengalami perubahan kearah lateral. Pada uji tekan gaya yang diberikan ditunjukkan seperti Gambar 3.6



Gambar 3. 8 Skematik uji tekan

Sebuah batang komposit yang dikenai beban tekan akan mengalami perubahan panjang. Adapun kurva tegangan regangan akibat beban tekan ditunjukkan pada Gambar 3.7

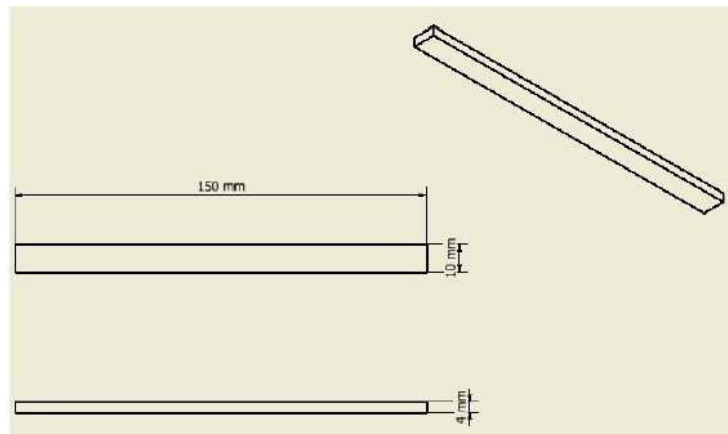


Gambar 3. 9 Kurva tegangan regangan

Pada material yang mengalami deformasi plastis jika terus diberikan tegangan maka material ini tidak akan berubah ke bentuk semula. Pada prakteknya nilai hasil pengukuran tegangan pada suatu pengujian tekan maupun tarik merupakan nilai teknik. Regangan akibat beban tekan yang terjadi, panjang akan menjadi berkurang dan diameter pada spesimen akan menjadi lebih besar.

Spesimen uji tekan yang dibuat dari komposit yang berbentuk balok yang memiliki dimensi panjang, lebar maupun

tinggi yaitu 150 mm x 10 mm x 4 mm. Pengujian ini sesuai dengan *America Society for Testing and Materials (ASTM) D695* dengan spesifikasi Gambar 3.8 sebagai berikut:



Gambar 3.8 Spesimen uji tekan

3.2 Spesifikasi Mesin

3.2.1 Spesifikasi *Spray Gun*

Spray gun yang digunakan pada proses utama pembuatan komposit tempat sampah adalah ES Manufacturing CDA-08 Chopper Gun



Gambar 3. 10 *Spray gun*

<i>Part Number</i>	:	130287
<i>Brand Name</i>	:	ES Manufacturing
<i>UNSPSC Code</i>	:	40142000
<i>Type</i>	:	<i>Direct Drive Chopper Gun</i>
<i>Dimension</i>	:	80 x 90 x 150 cm
<i>Power</i>	:	3 KW
<i>Weight</i>	:	2 kg
<i>Air Pressure</i>	:	80 Psi
<i>Output</i>	:	<i>4 lbs/min</i>
<i>Manufactured by</i>	:	<i>ES Manufacturing Incorporated, St. Petersburg FL (Engineered Solutions)</i>

3.2.2 Spesifikasi Curing Machine

Alat yang digunakan untuk proses pengeringan produk adalah *Industrial Microwave Oven* dengan spesifikasi mesin sebagai berikut:



Gambar 3. 11 *Curing machine*

<i>Brand Name</i>	: <i>ADASEN</i>
<i>Power</i>	: <i>2 KW</i>
<i>Certification</i>	: <i>CE</i>
<i>Material</i>	: <i>304 #stainless steel</i>
<i>Type</i>	: <i>Drying oven</i>
<i>Model Number</i>	: <i>JN-30</i>
<i>Magnetron</i>	: <i>Panasonic</i>
<i>Manufacture</i>	: <i>Shandong China</i>
<i>Weight</i>	: <i>1500 kg</i>
<i>Capacity</i>	: <i>100-500 kg</i>
<i>Dimension</i>	: <i>130 cm x 60 cm x 80 cm</i>
<i>Temperature</i>	: <i>0-350 °C</i>

3.2.3 Spesifikasi *Universal Testing Machine* (UTM)

Alat pengujian *tensile strength* pada sampel produk dilakukan dengan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) Merk Instron dengan spesifikasi sebagai berikut:



Gambar 3. 12 *Universl testing machine (UTM)*

<i>Model No</i>	:	5982
<i>System ID/SN</i>	:	590283015
<i>Configuration</i>	:	E2-F1-61
<i>Capacity</i>	:	100 kN (22500 lb)
<i>Weight</i>	:	898 kg 91984 lb)
<i>Date of Manufacture</i>	:	August, 01 2014
<i>Voltage</i>	:	220 Volt
<i>Frequency</i>	:	47-63 Hz
<i>Max. Power</i>	:	3500 VA
<i>Circuit Breaker</i>	:	20 Amp
<i>Dimension</i>	:	83 x 67 x 194 cm

3.3 Perencanaan Produksi

3.3.1 Analisis Kebutuhan Bahan

Analisis kebutuhan bahan baku ditujukan untuk mengetahui secara spesifik dan mendetail jumlah kebutuhan yang digunakan dalam perancangan pabrik komposit tempat sampah ini. Hal ini sangat penting untuk diketahui karena berkaitan langsung dengan estimasi kelancaran proses produksi. Dengan adanya analisis ini maka kinerja perusahaan dalam memenuhi permintaan buyer akan berjalan lancar dan tidak terhambat.

Jumlah produksi yang direncanakan untuk produk komposit tempat sampah dalam pra rancangan pabrik ini sebanyak 5.451 pcs/tahun dengan berat *fiberglass* yang digunakan per satu produk sebesar 2 kg. Dengan bahan baku utama yang digunakan adalah *fiberglass* dan *matriks*. Berikut merupakan kapasitas produksi yang direncanakan:

$$\text{a. Produksi satu bulan} = \frac{5.451 \text{ buah}}{1 \text{ tahun}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{12 \text{ bulan}}$$

$$= 454 \text{ buah/bulan}$$

$$\text{b. Produksi satu hari (dalam satu bulan 21 hari kerja)}$$

$$= \frac{454 \text{ buah}}{\text{bulan}} \times \frac{1 \text{ bulan}}{21 \text{ hari}}$$

$$= 21 \text{ buah/hari}$$

1. Analisis Kebutuhan *Reinforcement*

Kebutuhan fiberglass sebagai *reinforcement* (penguat) dalam pembuatan produk komposit tempat sampah dihitung berdasarkan berat fiberglass yang dibutuhkan dalam pembuatan satu produk tempat sampah. Berdasarkan referensi dari penelitian Caesar Wiratama (2017), berat fiberglass yang dibutuhkan dalam pembuatan satu tempat sampah yang optimal adalah 2 kg.

Kebutuhan fiberglass/tahun

$$= \frac{2 \text{ kg}}{\text{produk}} \times \frac{21 \text{ buah}}{\text{hari}} \times \frac{21 \text{ hari}}{1 \text{ bulan}} \times \frac{12 \text{ bulan}}{1 \text{ tahun}}$$

$$= 10.584 \text{ kg/tahun}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, didapatkan hasil kebutuhan fiberglass sebesar 10.584 kg/tahun. Diasumsikan kebutuhan fiberglass untuk sampel pengujian adalah 1 kg untuk setiap 5 sampel yang diuji selama 2 bulan sekali, maka kebutuhan tambahan fiberglass untuk pengujian adalah 6 kg. Maka kebutuhan fiberglass menjadi:

$$= 10.584 \text{ kg/tahun} + 6 \text{ kg/tahun}$$

$$= 10.590 \text{ kg/tahun}$$

Diasumsikan pula kecacatan pada bahan baku sebesar 2%, maka:

$$= 10.590 \times 2\% = 211,8 \text{ kg/tahun}$$

2. Analisis Kebutuhan Matriks

Matriks yang digunakan dalam pembuatan komposit tempat sampah ini berupa resin poliester. Perbandingan antara *fiberglass* dan resin yang digunakan adalah 60 : 40. Jumlah *fiberglass* yang dibutuhkan adalah sebanyak 46.879 kg/tahun. Maka, dengan perbandingan 60 : 40 dapat dihitung kebutuhan resin untuk keperluan matriks sebagai berikut:

Kebutuhan Poliester (PE) Resin

$$\frac{60}{100} = \frac{\text{Berat kebutuhan fiber}}{\text{Berat fiber+matriks}}$$

$$\frac{60}{100} = \frac{10.590 \text{ kg/tahun}}{\text{Berat fiber+matriks}}$$

$$\text{Berat fiber + matriks} = 17.650 \text{ kg/tahun}$$

$$\text{Kebutuhan PE resin (matriks)} = \frac{40}{100} \times \text{berat fiber + matriks}$$

$$= \frac{40}{100} \times 17.650 \text{ kg/tahun}$$

$$= 7.060 \text{ kg/tahun}$$

Kemudian, komposisi PE resin untuk bahan *gelcoat* adalah sebagai berikut:

$$\text{Adonan A} = \text{PE Resin : Erosil} = 1 : 1$$

$$\text{Adonan B} = \text{Adonan A : Pigmen : Stirene : Cobalt : Katalis}$$

$$= 100 : 5 : 5 : 1 : 1$$

Komposisi diatas digunakan sebagai perbandingan bahan pembuat *gelcoat* dengan komposisi *fiber* : *gelcoat* = 5 : 2, maka dapat dihitung kebutuhan PE resin untuk bahan *gelcoat* sebagai berikut:

$$\frac{5}{7} = \frac{\text{Berat kebutuhan fiber}}{\text{Berat fiber+gelcoat}}$$

$$\frac{5}{7} = \frac{10.590 \text{ kg/tahun}}{\text{Berat fiber+gelcoat}}$$

$$\text{Berat fiber + gelcoat} = 14.826 \text{ kg/tahun}$$

$$\text{Kebutuhan Adonan A} = \frac{2}{7} \times \text{berat fiber + gelcoat}$$

$$= \frac{2}{7} \times 14.826 \text{ kg/tahun}$$

$$= 4.236 \text{ kg/tahun}$$

$$\text{Kebutuhan PE resin (gelcoat)} = 4.236 \text{ kg/tahun} \times \frac{1}{2}$$

$$= 2.118 \text{ kg/tahun}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan PE resin total} &= \text{kebutuhan PE resin (matriks)} + \\ &\text{kebutuhan PE resin (gelcoat)} \end{aligned}$$

$$= (4.236 + 2.118) \text{ kg/tahun}$$

$$= 9.178 \text{ kg/tahun}$$

3. Analisis kebutuhan *additives*

Kebutuhan pelengkap yang paling utama dalam pembuatan komposit tempat sampah ini adalah *gelcoat*. *Gelcoat* adalah jenis resin yang digunakan untuk lapisan paling luar *fiberglass*. *Gelcoat* ini akan memberi warna pada produk karena didalam kandungannya terdapat pigmen. Berikut ini adalah komposisi bahan pembuatan *gelcoat*:

$$\text{Adonan A} = \text{PE Resin} : \text{Erosil} = 1:1$$

$$\text{Adonan B} = \text{Adonan A} : \text{Pigmen} : \text{Stirene} : \text{Cobalt} : \text{Katalis}$$

$$= 100 : 5 : 5 : 1 : 1$$

Dengan perbandingan diatas, maka dapat dihitung kebutuhan bahan-bahannya:

a. Kebutuhan Katalis

Dengan perbandingan resin:katalis sebesar 100 : 1 untuk keperluan matriks, maka, kebutuhan katalis MEKPO dapat ditentukan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\frac{100}{101} = \frac{\text{Berat PE resin (matriks)}}{\text{Berat resin+katalis}}$$

$$\frac{100}{101} = \frac{7.060 \text{ kg/tahun}}{\text{Berat resin+katalis}}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat resin + katalis} &= 7.130,6 \text{ kg/tahun} \\
 \text{Kebutuhan katalis (matriks)} &= \frac{1}{100} \times \text{berat resin + katalis} \\
 &= \frac{1}{100} \times 7.130,6 \text{ kg/tahun} \\
 &= 71,306 \text{ kg/tahun}
 \end{aligned}$$

Dengan merujuk perbandingan *fiber : gelcoat* = 5 : 2, dan komposisi adonan A dan adonan B yang tersebut diatas, maka dapat dihitung:

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan katalis (gelcoat)} &= \frac{1}{112} \times \text{kebutuhan adonan A} \\
 &= \frac{1}{112} \times 4.236 \text{ kg/tahun} \\
 &= 37,821 \text{ kg/tahun}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan total katalis} &= \text{Kebutuhan katalis (matriks)} + \\
 &\quad \text{Kebutuhan katalis (gelcoat)} \\
 &= (71,306 + 37,821) \text{ kg/tahun} \\
 &= 109,1274 \text{ kg/tahun}
 \end{aligned}$$

c. Kebutuhan Erosil

$$\text{Kebutuhan Erosil} = \text{Kebutuhan PE resin (gelcoat)}$$

$$= 2.118 \text{ kg/tahun}$$

d. Kebutuhan Pigmen

$$\frac{5}{112} \times \text{adonan A} = \frac{5}{112} \times \text{kebutuhan adonan A}$$

$$= \frac{5}{112} \times 4.236 \text{ kg/tahun}$$

$$= 189,107 \text{ kg/tahun}$$

e. Kebutuhan Stirene

$$\frac{5}{112} \times \text{adonan A} = \frac{5}{112} \times \text{kebutuhan adonan A}$$

$$= \frac{5}{112} \times 4.236 \text{ kg/tahun}$$

$$= 189,107 \text{ kg/tahun}$$

f. Kebutuhan Cobalt

$$\frac{1}{112} \times \text{adonan A} = \frac{1}{112} \times \text{kebutuhan adonan A}$$

$$= \frac{1}{112} \times 4.236 \text{ kg/tahun}$$

$$= 37,821 \text{ kg/tahun}$$

3.3.2 Analisis Kebutuhan Mesin

1. Kebutuhan *Spray Gun*

Produksi per hari = 21 pcs

Jumlah pigmen yang digunakan = 5 macam

Kebutuhan *Spray Gun* = $\frac{\text{produksi per hari}}{\text{jumlah pigmen}}$

$$= \frac{21 \text{ pcs}}{5}$$

$$= 4,2 \approx 5 \text{ buah}$$

Tidak dilakukan perhitungan kebutuhan *spray gun* secara teoritis karena kecepatan pembuatan produk ditentukan oleh kecepatan kerja karyawan pabrik. Penentuan kebutuhan *spray gun* didasarkan oleh jumlah warna pada produk yang diproduksi yaitu 5 warna.

2. Kebutuhan *Curing Machine*

Kapasitas *curing machine* = 6 pcs

Produksi per hari = 21 pcs

Kebutuhan *curing machine* = $\frac{\text{produksi per hari}}{\text{kapasitas curing machine}}$

$$= \frac{21 \text{ pcs}}{6 \text{ pcs}}$$

$$= 3,5 \approx 4 \text{ buah}$$

Kapasitas *curing machine* adalah 6 produk dalam satu mesin. Dengan sistem estafet kerja yaitu dengan 8 jam kerja *curing machine* digunakan 2 kali, maka :

$$\text{Kebutuhan } \textit{curing machine} = \frac{4}{2}$$

$$= 2 \text{ buah}$$

3. Kebutuhan *Universal Testing Machine* (UTM)

Universal Testing Machine (UTM) ini digunakan untuk *quality control* sebelum produk dipasarkan. Dalam pengujiannya dilakukan terhadap sampel uji atau *specimen*. *Specimen* yang diuji telah mewakili seluruh komposit yang diproduksi, hal ini dikarenakan persentasi kandungan *fiberglass* dan resin yang digunakan telah ditentukan dari awal produksi. Dengan demikian jumlah kandungan resin dan serat komposit produksi dengan *specimen* sama. Selain itu sifat mekanik dari komposit pasti sama dengan *specimen* yang diuji, karena *specimen* uji diambil dari beberapa lembar komposit produksi. Mengingat jumlah lembar komposit multiplek yang diproduksi ada lebihnya, maka kebutuhan uji *specimen* ini tidak akan mengurangi kebutuhan produksi lembar komposit per harinya. Sehingga kebutuhan mesin uji tekan komposit hanya memerlukan 1 mesin saja.

3.3.3 Analisis Kebutuhan Alat-Alat Pembantu

1. Kebutuhan timbangan

Timbangan sangat dibutuhkan dalam perhitungan kebutuhan resin yang digunakan untuk produksi, sehingga timbangan menjadi alat yang sangat penting untuk memenuhi kebutuhan proses produksi komposit tempat sampah. Untuk mempermudah proses produksi maka setiap karyawan pembuat adonan disediakan 1 timbangan.

Kebutuhan timbangan = Jumlah karyawan di divisi persiapan

Kebutuhan timbangan = 5 buah

2. **Kebutuhan tangki dan pengaduk**

Tangki dan pengaduk dibutuhkan untuk pengadukan bahan-bahan resin maupun *gelcoat*. Untuk mempermudah proses produksi maka tangki dan pengaduk yang dibutuhkan adalah sebanyak warna yang diproduksi.

Kebutuhan tangki = Jumlah warna yang diproduksi

Kebutuhan tangki = 5 buah

Kebutuhan pengaduk = Jumlah warna yang diproduksi

Kebutuhan pengaduk = 5 buah

3. **Kebutuhan gerinda**

Gerinda digunakan untuk proses *finishing* yaitu memotong *excess* resin dan menghaluskan permukaan produk yang sudah jadi. Untuk mempermudah proses produksi maka gerinda yang dibutuhkan yaitu sebanyak karyawan di divisi *finishing*.

Kebutuhan gerinda = jumlah karyawan di divisi *finishing*

Kebutuhan gerinda = 5 buah

4. **Kebutuhan kaca mata**

Kacamata adalah hal yang penting dalam pembuatan komposit dengan metode *spray gun*, agar saat pengerjaannya tidak membahayakan

mata karyawan dari *fiberglass* yang mungkin berterbangan di udara sekitar.

Kebutuhan kacamata = Jumlah karyawan di divisi utama

Kebutuhan kacamata = 5 buah

5. Kebutuhan masker

Masker sangat diperlukan dalam proses persiapan dan proses utama untuk menjaga kesehatan pernafasan karyawan.

Kebutuhan masker = Jumlah karyawan di div. Persiapan dan div.utama

Kebutuhan masker = 10 buah

6. Kebutuhan sarung tangan

Sarung tangan dibutuhkan untuk seluruh karyawan di divisi persiapan, divisi utama, maupun divisi *finishing* untuk menjaga kebersihan produk yang akan dibuat. Selain itu, sarung tangan difungsikan untuk menjaga kesehatan kulit karyawan di divisi persiapan dalam pembuatan adonan resin maupun *gelcoat*, karena bahan-bahannya dapat menyebabkan panas, gatal-gatal dan iritasi apabila terkena kulit secara langsung.

Kebutuhan sarung tangan = Jumlah karyawan div.persiapan-div.*finishing*

Kebutuhan sarung tangan = 15 buah

7. Kebutuhan kuas

Kuas digunakan untuk melapisi *release agent* dan *gelcoat* pada *mould*. Maka, kebutuhan kuas yang digunakan adalah dua kali jumlah karyawan di divisi persiapan.

Kebutuhan kuas = 2 x Jumlah karyawan di divisi persiapan

Kebutuhan kuas = 2 x 5 buah

Kebutuhan kuas = 10 buah

8. Kebutuhan kuas rol

Kuas rol digunakan untuk meratakan hasil komposit yang sudah dibuat setelah proses *spray up* dilakukan. Kebutuhan kuas rol sama dengan jumlah karyawan di divisi utama.

Kebutuhan kuas rol = Jumlah karyawan di divisi utama

Kebutuhan kuas rol = 5 buah

9. Kebutuhan rak dorong

Rak dorong digunakan untuk meletakkan produk komposit pada proses *curing* dan pendinginan. Rak dorong yang digunakan adalah 4 buah. Masing-masing 2 buah untuk setiap proses.

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Dalam upaya mendirikan suatu pabrik, memilih dan menentukan lokasi pabrik dan fasilitas produksinya merupakan suatu keputusan strategik yang penting. Salah satu kunci keberhasilan pada sistem *manufacturing* adalah efisiensi dalam proses konversi *Input* menjadi *Output* serta pemindahan produknya dari lokasi produksi ke konsumen. Oleh karena itu, lokasi ini sangat menentukan kesuksesan sebuah perusahaan. Pemilihan lokasi pabrik yang tepat dapat menekan biaya produksi bahkan memberikan keuntungan jangka panjang. Selain itu, kemungkinan pengembangan maupun perluasan dimasa yang akan datang. Karena hal tersebut, penentuan lokasi pabrik pada perancangan ini didasarkan pada beberapa faktor yaitu faktor yang dapat mendukung kelancaran operasional, menekan biaya produksi, dan memacu volume penjualan produk.

Penentuan lokasi pabrik merupakan hal yang penting bagi karena akan mempengaruhi kedudukan perusahaan dalam hal persaingan dan menentukan kelangsungan hidup perusahaan secara kontinyu. Menurut Aniek Hindrayani (2010) dalam bukunya yang berjudul Manajemen Operasi, faktor-faktor yang akan mempengaruhi pemilihan lokasi dilihat dari sisi produk yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

- Letak konsumen atau pasar
- Sumber bahan baku
- Sumber tenaga kerja
- Air
- Suhu udara
- Listrik
- Transportasi
- Lingkungan, masyarakat
- Peraturan Pemerintah, Undang-undang dan sistem pajak. Aspek umum yang diatur undang-undang adalah jam kerja maksimum, upah minimum, usia kerja minimum, dan kondisi lingkungan kerja.
- Pembuangan limbah industri
- Fasilitas untuk pabrik
- Fasilitas untuk karyawan

Adapun pabrik komposit tempat sampah ini akan didirikan di Kabupaten Bantul. Tepatnya di Jl. Wonosari KM. 10, Sitimulyo, Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul, Yogyakarta. Pertimbangan pemilihan lokasi pendirian pabrik adalah sebagai berikut:

- Kemampuan melayani konsumen secara maksimal karena letak pasar yang strategis, dimana merupakan tempat khusus industri yang akan mulai beroperasi pada tahun 2019.
- Mudah mendapatkan bahan baku yang ekonomis untuk jangka panjang.

- Mudah dijangkau oleh konsumen.
- Mudah mendapatkan tenaga kerja yang kredibel dengan jumlah yang cukup.
- Memungkinkan diadakannya perluasan pabrik di masa yang akan datang.
- Lingkungan sekitar memang diperuntukkan kepada industri-industri yang akan beroperasi.
- Pemerintah Daerah yang mendukung pajak yang menarik.
- Dekat dengan jalan raya sehingga *supply* bahan baku dari luar mudah didapatkan.
- Saluran komunikasi yang lancar.
- Lingkungan industri yang kondusif.

4.2 Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Perencanaan tata letak didefinisikan sebagai perencanaan dan integrasi aliran komponen-komponen suatu produk untuk mendapatkan intelerasi yang paling efektif dan efisien antar operator, peralatan, dan proses transformasi material dari bagian penerimaan sampai ke bagian pengiriman produk jadi.

Layout merupakan penyusunan perabotan dan perlengkapan kantor pada luas lantai yang tersedia.

Tata Letak bertujuan untuk :

- Memaksimumkan pemanfaatan peralatan pabrik

- Meminimumkan kebutuhan tenaga kerja
- Mengusahakan agar aliran bahan dan produk lancar
- Meminimumkan hambatan pada kesehatan
- Meminimumkan usaha membawa bahan

Dikutip dari buku T.Hani Handoko yang berjudul Dasar Manajemen Produksi & Operasi: Salemba Empat, dikatakan bahwa secara garis besar tujuan utama dari tata letak pabrik ialah mengatur area kerja dan segala fasilitas produksi yang paling ekonomis untuk beroperasi produksi aman, dan nyaman sehingga akan dapat menaikkan moral kerja dan Performance dari operator. Lebih spesifik lagi tata letak yang baik akan dapat memberikan keuntungan-keuntungan dalam sistem produksi, yaitu antara lain sebagai berikut:

- Menaikkan *output* produksi
Suatu tata letak yang baik akan memberikan keluaran (*output*) yang lebih besar atau lebih sedikit, *man hours* yang lebih kecil, dan mengurangi jam kerja mesin (*machine hours*).
- Mengurangi waktu tunggu (*delay*)
Mengatur keseimbangan antara waktu operasi produksi dan beban dari masing-masing departemen atau mesin adalah bagian kerja dari mereka yang bertanggung jawab terhadap desain tata letak pabrik. Pengaturan tata letak yang terkoordinir dan terencana dengan baik akan dapat mengurangi waktu tunggu (*delay*) yang berlebihan.
- Mengurangi proses pemindahan bahan (*material handling*)

Proses perencanaan dan perancangan tata letak pabrik akan lebih menekankan desainnya pada usaha-usaha memindahkan aktivitas–aktivitas pemindahan bahan pada saat proses produksi berlangsung

- Penghematan penggunaan areal untuk produksi, gudang dan *service*, jalan lintas, material yang menumpuk, jarak antara mesin–mesin yang berlebihan, dan lain–lain.

Suatu perencanaan tata letak yang optimal mengatasi segala masalah pemborosan pemakaian ruangan

- Pendaya guna yang lebih besar dari pemakaian mesin, tenaga kerja, dan fasilitas produksi lainnya

Faktor–faktor pemanfaatan mesin, tenaga kerja, dan lain–lain adalah erat kaitannya dengan biaya produksi.

Gambar 4.1 memperlihatkan rencana *layout* pabrik yang berdiri diatas bangunan seluas 1.575 m² . Rincian *layout* pabrik disajikan berikut ini:



Gambar 4. 1 *Layout* pabrik

Keterangan *Layout* Pabrik:

Pabrik di dirikan diatas lahan seluas 1.575 m² dengan bangunan pabrik seluas:

1. Gudang Bahan Baku

Luas : 5,8 m x 7 m = 40,6 m²

Fungsi : Menyimpan dan menjaga bahan baku pembuatan komposit tempat sampah

2. Ruang Proses Persiapan

Luas : 5,8 m x 13 m = 75,4 m²

Fungsi : Mempersiapkan seluruh bahan yang akan digunakan pada proses utama pembuatan komposit tempat sampah

3. Ruang *Spray up*

Luas : $11,5 \text{ m} \times 16 \text{ m} = 184 \text{ m}^2$

Fungsi : Tempat pembuatan komposit tempat sampah dengan metode *spray up*

4. Ruang *Curing*

Luas : $4,6 \text{ m} \times 11,5 \text{ m} = 52,9 \text{ m}^2$

Fungsi : Tempat *curing* produk komposit menggunakan oven

5. Ruang *Finishing*

Luas : $7,5 \text{ m} \times 4,5 \text{ m} = 33,75 \text{ m}^2$

Fungsi : Tempat *cutting edges* dan pemberian tanda pada produk

6. Ruang Pengujian

Luas : $4,5 \text{ m} \times 5 \text{ m} = 22,5 \text{ m}^2$

Fungsi : Ruang pengujian *specimen* sampel produk

7. Gudang Produk

Luas : $7,4 \text{ m} \times 11,5 \text{ m} = 85,1 \text{ m}^2$

Fungsi : Ruang penyimpanan produk komposit tempat sampah yang sudah melewati proses *finishing*

8. Bengkel

Luas : $6 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 24 \text{ m}^2$

Fungsi : Bengkel sekaligus tempat menyimpan *spare part* mesin

9. Ruang Generator
Luas : $6 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 24 \text{ m}^2$
Fungsi : Tempat menyimpan generator
10. Penampungan air
Luas : $4,1 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 16,4 \text{ m}^2$
Fungsi : Tempat menyimpan cadangan air
11. Kantor
Luas : $12 \text{ m} \times 7 \text{ m} = 84 \text{ m}^2$
Fungsi : Ruang kerja untuk Direktur Utama, Manager Umum dan Kepala Bagian non Produksi.
12. Klinik
Luas : $4 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 8 \text{ m}^2$
Fungsi : Tempat pengobatan dan Perawatan Karyawan
13. Kantin
Luas : $4 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 8 \text{ m}^2$
Fungsi : Tempat istirahat dan makan
14. Mushola
Luas : $4 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 16 \text{ m}^2$
Fungsi : Tempat beribadah
15. Parkir Truk
Luas : $7 \text{ m} \times 12 \text{ m} = 84 \text{ m}^2$
Fungsi : Tempat parkir truk pengantar dan penjemput produk komposit tempat sampah

16. Parkir Karyawan

$$\text{Luas} : 10 \text{ m} \times 7 \text{ m} = 70 \text{ m}^2$$

Fungsi : Tempat parkir karyawan dan tamu

17. Satpam

$$\text{Luas} : 4 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 16 \text{ m}^2$$

Fungsi : Ruang satpam untuk memantau keluar-masuk kendaraan

18. Area Perluasan 1

$$\text{Luas} : 29,3 \text{ m} \times 8 \text{ m} = 234,4 \text{ m}^2$$

Fungsi : Lahan persiapan apabila ada kemungkinan perluasan area

19. Area Perluasan 2

$$\text{Luas} : 6 \text{ m} \times 20 \text{ m} = 120 \text{ m}^2$$

Fungsi : Lahan persiapan apabila ada kemungkinan perluasan area

4.3 Tata Letak Mesin

Salah satu hal yang penting dalam perancangan pabrik adalah pengaturan tata letak mesin. Oleh karena itu, perencanaan tata letak mesin yang digunakan harus dirancang dengan baik. Jika suatu pabrik tidak memiliki pengaturan tata letak mesin yang baik, proses produksi dalam pabrik akan terganggu baik dari segi kenyamanan bekerja dan lain sebagainya yang dapat mengakibatkan kerugian bagi pabrik. Hal ini membuat peralatan-peralatan produksi tidak dapat digunakan secara optimal. Untuk mencapai optimasi produksi, dibutuhkan suatu penataan letak mesin produksi secara tepat di dalam setiap perusahaan pada saat ini

dituntut untuk dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi yang tinggi. Parameter yang biasanya digunakan untuk mengukur aspek efisiensi dengan tetap memperhatikan aspek efektivitas pencapaian tujuan adalah produktivitas. Banyak alternatif strategi dan pendekatan perbaikan yang dapat dikembangkan, salah satu tindakan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produktivitas pada bagian produksi adalah penataan tata letak mesin-mesin produksi sehingga dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi yang diinginkan dan dapat menghasilkan produk sesuai dengan keinginan dan memenuhi target yang telah ditentukan.

Pada pabrik komposit tempat sampah ini, tata letak yang digunakan yaitu tipe *first in first out*, yaitu pengaturan tata letak mesin dan fasilitas pabrik didasarkan pada aliran proses pembuatan produk, cara ini dilakukan dengan cara mengatur penempatan mesin tanpa memandang tipe mesin yang digunakan, dengan urutan proses dari satu bagian ke bagian yang lain sehingga produk selesai diproses. Dengan demikian, setiap pos kerja melakukan setiap operasi dari pos sebelumnya kemudian meneruskan ke pos berikutnya dalam garis dimana operasi selanjutnya dilakukan. Tujuan dari tata letak ini untuk mengurangi proses pemindahan bahan dan memudahkan pengawasan dalam kegiatan produksi, juga untuk meningkatkan efisiensi dan efektifitas kerja.

Kesesuaian ruang dan tata letak mesin produksi merupakan faktor penting yang perlu diperhitungkan dari segi fungsi mesin dan target produksi, terutama dari pertimbangan tipe proses. Penataan peralatan pada

perancangan pabrik komposit ini disusun berdasarkan pada pertimbangan urutan proses produksi antara departemen dan ruang.

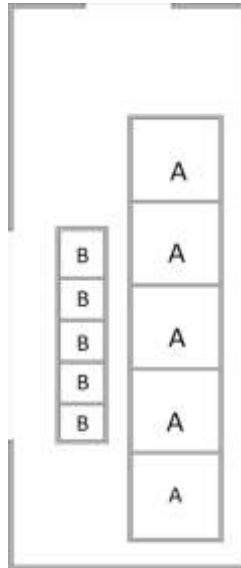
Bagian produksi ruang yang penting diperhitungkan dari urutan proses adalah sebagai berikut :

- a. Ruang proses persiapan
- b. Ruang proses *spray up* (proses utama)
- c. Ruang *curing*
- d. Ruang proses *finishing*

Keempat unit tersebut merupakan inti dari proses produksi pabrik komposit. Dalam setiap ruang dilengkapi bermacam-macam peralatan sesuai dengan spesifikasi proses yang telah ditentukan.

Berikut *layout* mesin dalam masing-masing ruangan:

1. Ruang Persiapan



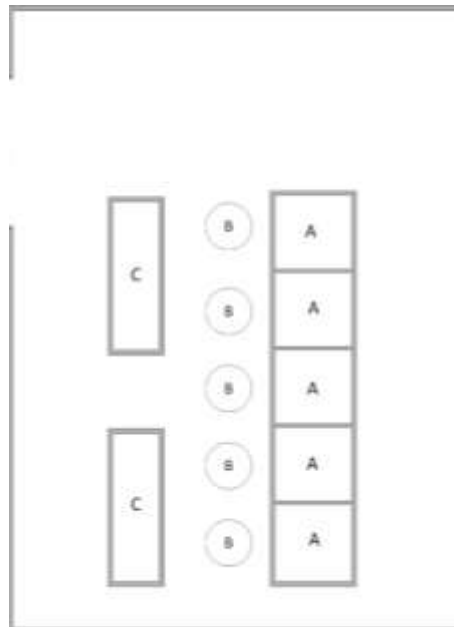
Gambar 4. 2 *Layout* mesin ruang persiapan

Keterangan:

A : Tempat timbangan dan tangki pembuatan adonan *gelcoat* (2 m x 2 m)

B : Tempat mempersiapkan *fiberglass* dan resin+katalis (2 m x 1,5 m)

2. Ruang *Spray Up* (Proses Utama)



Gambar 4. 3 *Layout* mesin ruang *spray up*

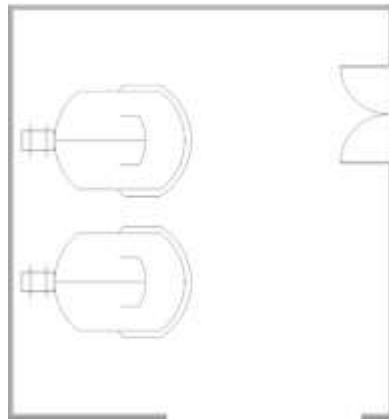
Keterangan:

A : Tempat mesin *spray up* (3 m x 2 m)

B : Tempat *mould* (1,5 m x 1 m)

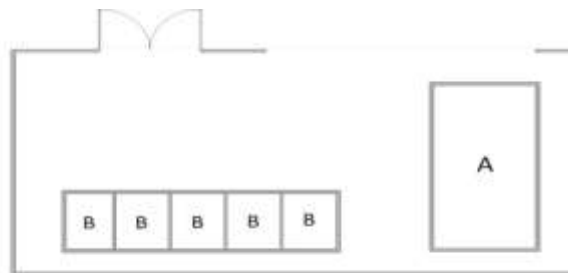
C : Tempat rak produk (3 m x 3 m)

3. Ruang *Curing*



Gambar 4. 4 *Layout mesin ruang curing*

4. Ruang *Finishing*



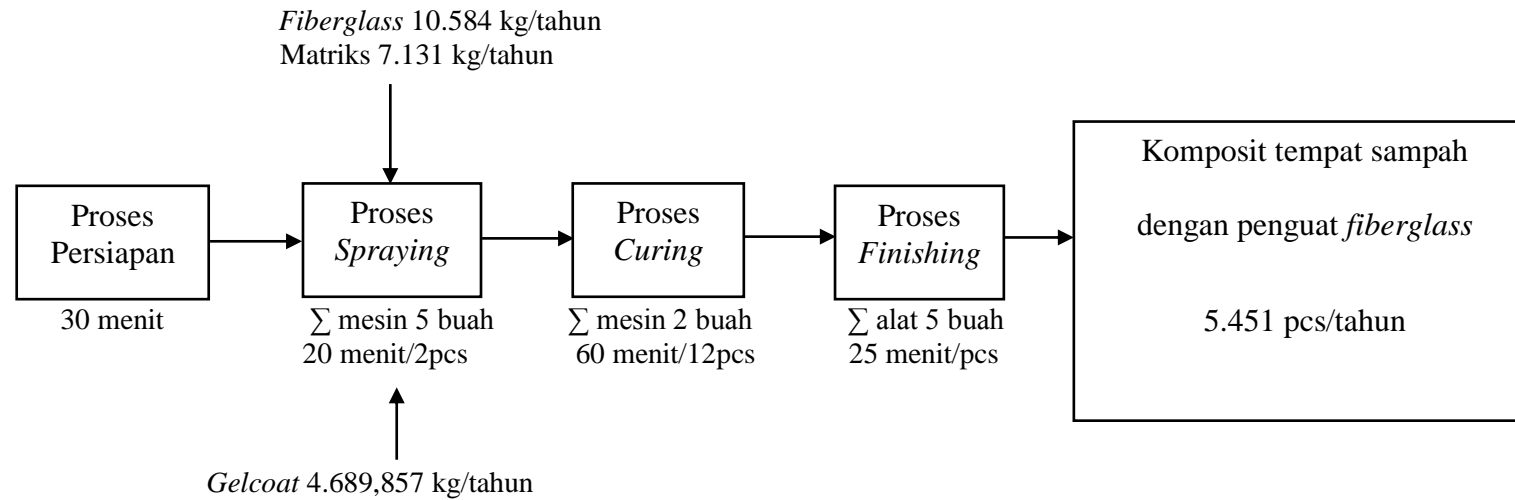
Gambar 4. 5 *Layout mesin ruang finishing*

Keterangan :

A : tempat *cutting edges* 10 m x 5 m

B : tempat pemberian tanda pada produk 2 m x 2 m

4.4 Alir Proses dan Material



Gambar 4. 6 Alir proses pembuatan tempat sampah

4.5 Pelayanan Teknik (Utilitas)

Unit utilitas merupakan unit penunjang bagi unit-unit yang lain dalam suatu pabrik atau sarana penunjang untuk menjalankan suatu pabrik dari tahap awal hingga produk akhir.

4.5.1 Unit penyedia air

Unit penyediaan air merupakan salah satu unit utilitas yang bertugas menyediakan air untuk kebutuhan industri. Pada pabrik ini, air yang dibutuhkan adalah untuk keperluan non produksi, sehingga adanya unit ini tidak berpengaruh terhadap kelancaran produksi melainkan unit penunjang untuk kebutuhan karyawan dalam hal beribadah, sanitasi, serta *hydrant* untuk menanggulangi kebakaran.

Dalam perancangan pabrik tempat sampah ini, sumber air yang digunakan berasal dari PDAM. PDAM dipilih karena dinilai lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan pengeboran air tanah yang akan membutuhkan waktu dan biaya yang lebih mengingat keperluan air bukan untuk proses produksi. Pertimbangan menggunakan PDAM sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah :

1. Keperluan air yang dibutuhkan tidak terlalu banyak.
2. Air PDAM adalah jenis air layak konsumsi.
3. Penghematan waktu dan tenaga karena kemudahan untuk mendapatkan air dengan cara berlangganan dengan PDAM.

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik adalah untuk:

4.5.1.1 Kebutuhan air untuk mushola

Kebutuhan air untuk mushola diasumsikan sebanyak 5 liter/hari untuk setiap orang dengan perkiraan yang melakukan sholat sebanyak 36 orang dengan pertimbangan tidak semua pegawai beragama islam. (15% non muslim). Sehingga diasumsikan setiap orang melakukan 2 kali sholat dengan kebutuhan total 10 liter/orang/hari.

$$\begin{aligned} \text{Maka total kebutuhan air untuk masjid} &= 10 \text{ liter} \times 36 \text{ orang} \\ &= 360 \text{ liter/hari} \end{aligned}$$

4.5.1.2 Kebutuhan air untuk sanitasi

Kebutuhan air untuk sanitasi diasumsikan setiap orang menggunakan 15 liter/hari (Poerba, 1995) dengan jumlah pegawai 42 orang.

$$\begin{aligned} \text{Maka total kebutuhan air untuk WC} &= \text{jumlah pegawai} \times \text{kebutuhan air} \\ &= 42 \text{ orang} \times 15 \text{ liter} \\ &= 630 \text{ liter/hari} \end{aligned}$$

4.5.1.3 Kebutuhan air untuk konsumsi

Kebutuhan air untuk konsumsi diasumsikan setiap orang mengonsumsi 3 liter/hari (Abraham Maslow, 1970) dengan jumlah pegawai 42 orang.

Maka total kebutuhan air untuk konsumsi
 = jumlah pegawai x kebutuhan air konsumsi
 = 42 orang x 3 liter
 = 126 liter/hari

4.5.1.4 Kebutuhan air untuk *hydran*

Jenis *hydran* yang digunakan untuk pabrik ini adalah jenis *hydran box* atau *hydrant* gedung yang berfungsi sebagai sitem pencegah kebakaran yang menggunakan pasokan air dan dipasang didalam gedung. Pasokan air untuk *hydran* gedung sekurang-kurangnya 400 L/menit, serta mampu mengalirkan air minimal selama 30 menit. Maka air untuk kebutuhan *hydran* perlu menyisihkan air sekitar 0,28 liter/hari.

4.5.1.5 Kebutuhan air untuk sarana fisik

Air untuk sarana fisik digunakan untuk mencuci kendaraan perusahaan dan untuk kepentingan kebersihan ruangan. Perhitungan kebutuhan air adalah sebagai berikut:

- Air untuk mencuci kendaraan membutuhkan 200 liter/mobil/minggu sedangkan untuk truk membutuhkan 400 liter/truk/minggu. (Miftahudin, 2013)

$$\begin{aligned} \text{Banyaknya kebutuhan air} &= 400 \text{ L/truk/minggu} \times 1 \text{ truk} \\ &= 400 \text{ L/minggu} \\ &= 57,14 \text{ L/hari} \end{aligned}$$

- Air untuk kebersihan ruangan membutuhkan 2 liter/hari. 100 m² (Tanggoro, 1999)

$$\begin{aligned} \text{Banyaknya kebutuhan air} &= 2 \text{ L}/100 \text{ m}^2 \times 116 \text{ m}^2 \\ &= 2,32 \text{ L/hari} \end{aligned}$$

Sehingga total kebutuhan air untuk sarana fisik perhari adalah sebesar 59,46 L/hari.

Tabel 4. 1 Rekapitulasi kebutuhan air per hari

Jenis Kebutuhan	Jumlah (liter/hari)
Air untuk mushola	360
Air untuk sanitasi	630
Air untuk konsumsi	126
Air untuk hydran	0,28
Air untuk sarana fisik	59,46
Total	1.175,74

Berdasarkan tabel 4.1 diatas, yaitu total kebutuhan air sebesar 1.175, 74 liter/hari atau 1,18 m³, maka kebutuhan air perbulan adalah 35,4 m³. Pemerintah menetapkan bahwa tarif PDAM untuk industri adalah Rp. 2.100,00/m³ dengan biaya tetap per bulan sebesar Rp. 44.000,00. Sehingga besarnya biaya yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan air perusahaan adalah:

$$\begin{aligned} &= (35,4 \text{ m}^3/\text{bulan} \times \text{Rp. } 8.000,00/\text{m}^3) + \text{Rp. } 44.000,00 \\ &= \text{Rp. } 327.200,00/\text{bulan} \\ &= \text{Rp. } 327.200,00/\text{bulan} \times 12 \text{ bulan}/\text{tahun} \\ &= \text{Rp. } 3.926.400,00/\text{tahun} \end{aligned}$$

4.5.2 Pompa Air

Spesifikasi pompa air yang digunakan adalah :

- a. Merk : Grundfos
- b. Type : UPA 15-19
- c. Daya : 120 Watt
- d. Kapasitas : 30 liter/menit

Dengan kapasitas 30 liter/menit, maka:

$$30 \text{ liter/menit} \times 1440 \text{ menit/jam} = 43.200 \text{ liter/hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan pompa} &= \frac{\text{Total kebutuhan air}}{\text{Kapasitas pompa}} \\ &= \frac{1.175,74 \text{ liter/hari}}{43.200 \text{ liter/hari}} \end{aligned}$$

$$= 0,0272 = 1 \text{ pompa}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu kerja pompa} &= \frac{\text{Total kebutuhan air}}{\text{Jumlah pompa} \times \text{Kapasitas pompa}} \\ &= \frac{1.175,74 \text{ liter/hari}}{1 \times 30 \text{ liter/menit}} \times \frac{1 \text{ jam}}{60 \text{ menit}} \end{aligned}$$

$$= 0,65 \text{ jam} = 39 \text{ menit}$$

4.5.3 Sarana penunjang non produksi

- Sarana komunikasi

Sarana komunikasi ini digunakan untuk memperlancar dan mempermudah komunikasi. Sarana komunikasi terdiri dari telepon, faximail, surat atau paket dan tulisan-tulisan.

- *Hydran*

Hydran berfungsi untuk mengantisipasi resiko apabila pabrik mengalami kebakaran. *Hydrant box* ditempatkan pada tempat-tempat dalam ruangan produksi dan kantor masing-masing 1 buah. Sedangkan *chemical hydrant* akan ditempatkan di beberapa ruangan yaitu kantor, gudang bahan baku, gudang produk, kantin, dan satpam masing-masing 1 buah.

- Air Conditioner (AC)

AC diperlukan untuk menjaga kondisi ruangan dengan pertimbangan secara teknis dan untuk memberikan kenyamanan pada karyawan. Pada perusahaan ini AC digunakan di beberapa tempat, antara lain:

- a. Kantor
- b. Lab. Pengujian

Spesifikasi AC yang digunakan:

- a. Merk : Panasonic AC Split 1 PK
- b. Type : CS-YN9TKJ Split Standart
- c. Daya : 840 Watt

$$\text{Kebutuhan AC} = \frac{P \times T \times L \times I \times E}{60}$$

Keterangan:

I = Insulasi (10)/ Non Insulasi (18)

E = Nilai berdasarkan arah hadap dinding terpanjang.

(Utara=16, Timur= 17, Selatan=18, Barat=20)

P, L, T = Panjang, Lebar, Tinggi (feet)

1 PK = 9.000 BTU/h

- Kantor (84m²)

$$\text{BTU} = \frac{(12 \times 7 \times 3) \text{ m} \times 10 \times 18}{60}$$

$$= \frac{(39 \times 22 \times 9) \text{ feet} \times 10 \times 18}{60}$$

$$= 23.166$$

$$\text{Jumlah AC} = \frac{23.166}{9.000}$$

$$= 3 \text{ buah}$$

- Ruang Pengujian (22,5m²)

$$\text{BTU} = \frac{(4,5 \times 5 \times 3) \text{ m} \times 10 \times 18}{60}$$

$$= \frac{(14 \times 16 \times 9) \text{ feet} \times 10 \times 17}{60}$$

$$= 5.712$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah AC} &= \frac{5,712}{9,000} \\ &= 1 \text{ buah} \end{aligned}$$

Maka jumlah AC yang diperlukan adalah 4 buah.

- **Kipas**

Kipas berfungsi untuk membantu melancarkan sirkulasi udara di dalam semua ruangan. Kipas yang terpasang digerakkan oleh motor listrik yang terpasang di dalam kipas dengan daya masing-masing 0,045 kW dan mempunyai daya maksimum 100 m². Pada pabrik komposit tempat sampah ini kipas yang digunakan adalah di beberapa tempat seperti mushola, kantin, pos satpam dan klinik. Perhitungan kebutuhan kipas adalah sebagai berikut:

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

Dengan spesifikasi kipas sebagai berikut:

Merk : Kipas Angin Dinding National Plus ukuran 16"

Tipe : NA678HAAB503TYANID-94227406

Daya : 0,045 kW

$$\text{- Kebutuhan kipas mushola} = \frac{4 \text{ m} \times 4 \text{ m}}{100 \text{ m}^2}$$

$$= 0,16 \approx 1 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned} \text{- Kebutuhan kipas kantin} &= \frac{4 \text{ m} \times 2 \text{ m}}{100 \text{ m}^2} \\ &= 0,08 \approx 1 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Kebutuhan kipas pos satpam} &= \frac{4 \text{ m} \times 4 \text{ m}}{100 \text{ m}^2} \\ &= 0,16 \approx 1 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Kebutuhan kipas klinik} &= \frac{4 \text{ m} \times 2 \text{ m}}{100 \text{ m}^2} \\ &= 0,08 \approx 1 \text{ buah} \end{aligned}$$

Maka jumlah kebutuhan kipas adalah 4 buah.

- **Komputer**

Komputer digunakan sebagai alat penunjang untuk proses berjalannya pabrik baik dalam bidang produksi, administrasi, humas, keuangan, pemasaran, dan lain-lain. Spesifikasi komputer yang digunakan yaitu:

Jenis : Intel Core i3 550 32 Hz dengan monitor 17"

Daya : 0,5 kW

Jumlah: 9 unit

Komputer tersebut akan digunakan di kantor perusahaan, kantor operator dan ruang pengujian.

4.5.4 Unit pembangkit listrik

Unit pembangkit listrik pada pabrik komposit tempat sampah ini berfungsi sebagai penyedia kebutuhan listrik seluruh pabrik dan penerangan. Listrik merupakan komponen utilitas utama yang sangat penting dipenuhi demi terjaganya keseimbangan dan lancarnya stabilitas produksi. Sumber listrik yang digunakan pada pabrik komposit tempat sampah ini berasal dari PLN dan generator genset yang dimiliki oleh perusahaan. Generator genset diperlukan untuk mengantisipasi kelancaran proses produksi ketika listrik dari PLN sedang mengalami pemadaman. Secara garis besar, listrik berfungsi untuk:

1. Listrik untuk mesin produksi

Mesin-mesin yang digunakan untuk proses produksi pembuatan tempat sampah sebagian besar bertenaga listrik. Sehingga sumber listrik merupakan komponen yang sangat penting untuk berlangsungnya produksi dari awal hingga akhir. Mesin-mesin yang menggunakan listrik pada produksi tempat sampah ini antara lain alat *spray* untuk komposit dan alat *finishing*.

2. Listrik untuk penerangan

Pabrik tempat sampah yang dirancang ini seluruh ruangnya memerlukan penerangan. Penerangan ini bertujuan untuk menciptakan kenyamanan bagi para karyawan dan menambah ketelitian pada saat bekerja. Oleh karena itu, penerangan pada pabrik sangat dibutuhkan.

3. Listrik untuk utilitas dan sarana penunjang produksi

Listrik yang digunakan untuk sarana penunjang produksi dan non produksi yang dimaksud disini yaitu seperti keperluan untuk perangkat komputer, AC (*Air Conditioner*), kipas angin dan lain sebagainya.

4.5.4.1 Kebutuhan listrik untuk mesin produksi per tahun

Hari efektif kerja pada pabrik ini selama satu tahun adalah 252 hari. Jam produksi yang diberlakukan adalah 8 jam kerja dengan jumlah 1 *shift* kerja. Kecuali untuk satpam akan diberlakukan 3 *shift* kerja.

- Kebutuhan listrik untuk *spray gun*

$$\begin{aligned} \text{Pemakaian listrik} &= \text{Watt} \times \text{Jumlah mesin} \times \text{Jam kerja} \times \text{Hari} \\ &= 3 \text{ kW} \times 5 \text{ mesin} \times 252 \text{ hari} \\ &= 3.780 \text{ kWh} \end{aligned}$$

- Kebutuhan listrik untuk mesin *curing*

$$\begin{aligned} \text{Pemakaian listrik} &= \text{Watt} \times \text{Jumlah mesin} \times \text{Jam kerja} \times \text{Hari} \\ &= 2 \text{ kW} \times 2 \text{ mesin} \times 252 \text{ hari} \\ &= 2.016 \text{ kWh} \end{aligned}$$

- Kebutuhan listrik untuk mesin UTM

$$\begin{aligned} \text{Pemakaian listrik} &= \text{Watt} \times \text{Jumlah mesin} \times \text{Jam kerja} \times \text{Hari} \\ &= 3,5 \text{ kW} \times 1 \text{ mesin} \times 0,3 \text{ Jam} \times 6 \text{ hari} \\ &= 6,3 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Tabel 4. 2 Rekapitulasi kebutuhan listrik untuk mesin produksi

Nama Mesin	Kebutuhan Listrik/Tahun (kWh)
<i>Spray Gun</i>	3,780
<i>Curing</i>	2,016

UTM	6.3
Total	5,802

4.5.4.2 Kebutuhan listrik untuk penunjang non produksi pertahun

- Kebutuhan listrik untuk pompa air

$$\begin{aligned}
 \text{Pemakaian listrik} &= \text{Watt} \times \text{Jumlah mesin} \times \text{Jam kerja} \times \text{Hari} \\
 &= 0,12 \text{ kW} \times 1 \text{ mesin} \times 0,6 \text{ Jam} \times 252 \text{ hari} \\
 &= 23,760 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

- Kebutuhan listrik untuk AC

$$\begin{aligned}
 \text{Pemakaian listrik} &= \text{Watt} \times \text{Jumlah mesin} \times \text{Jam kerja} \times \text{Hari} \\
 &= 0,84 \text{ kW} \times 4 \text{ mesin} \times 8 \text{ Jam} \times 252 \text{ hari} \\
 &= 6.773,76 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

- Kebutuhan listrik untuk kipas angin

$$\begin{aligned}
 \text{Pemakaian listrik} &= \text{Watt} \times \text{Jumlah mesin} \times \text{Jam kerja} \times \text{Hari} \\
 &= 0,045 \text{ kW} \times 4 \text{ mesin} \times 8 \text{ Jam} \times 252 \text{ hari} \\
 &= 362,88 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

- Kebutuhan listrik untuk printer *all in one*

$$\begin{aligned}
 \text{Pemakaian listrik} &= \text{Watt} \times \text{Jumlah mesin} \times \text{Jam kerja} \times \text{Hari} \\
 &= 0,007 \text{ kW} \times 7 \text{ mesin} \times 8 \text{ Jam} \times 252 \text{ hari} \\
 &= 98,784 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

- Kebutuhan listrik untuk komputer

$$\text{Pemakaian listrik} = \text{Watt} \times \text{Jumlah mesin} \times \text{Jam kerja} \times \text{Hari}$$

$$= 0,5 \text{ kW} \times 9 \text{ mesin} \times 8 \text{ Jam} \times 252 \text{ hari}$$

$$= 9.072 \text{ kWh}$$

Tabel 4. 3 Rekapitulasi kebutuhan listrik penunjang produksi

Nama Mesin	Kebutuhan Listrik/Tahun (kWh)
AC (<i>Air Conditioner</i>)	6773.76
Kipas Angin	362.88
Printer	98.784
Komputer	9072
Total	16307.424

4.5.4.3 Kebutuhan listrik untuk penerangan area produksi/tahun

Listrik untuk penerangan area produksi yang didalamnya terdapat ruang untuk gudang bahan baku, ruang persiapan, ruang spray up, ruang curing, ruang finishing, ruang pengujian dan gudang produk. Kekuatan penyinaran lampu masing-masing ruang produksi ditetapkan sesuai dengan standar tingkat pencahayaan ruang kerja yang telah ditetapkan oleh SNI-03-6197-2000 yaitu 250 Lux atau sebesar 250 lumens/m². Dengan spesifikasi lampu yang digunakan untuk penerangan area produksi adalah sebagai berikut:

Jenis lampu : LED Phillips 9,5 Watt

Luminous Efficacy : 76 Lumsens/Watt

Sudut sebaran sinar (ω) : 4 sr

Jarak lampu (r) : 3 meter

Syarat penerangan : 250 lumens/m²

Daya lampu : 9,5 Watt

Berdasarkan spesifikasi lampu, maka:

$$\text{Intensitas Cahaya (I)} = \frac{\text{Arus Cahaya } (\Phi)}{\text{Sudut Sebar Sinar } (\omega)}$$

$$= \frac{76 \frac{\text{lm}}{\text{watt}} \times 9,5 \text{ watt}}{4 \text{ sr}}$$

$$= 180,5 \text{ Lumens}$$

$$\text{Kuat Penerangan (E)} = \frac{\text{Intensitas Cahaya (I)}}{\text{Jarak lampu } (r^2)}$$

$$= \frac{180,5 \text{ Lumens}}{3 \text{ meter}}$$

$$= 20,05 \text{ Lux}$$

$$\text{Luas Penerangan (A)} = \frac{\text{Arus Cahaya } (\Phi)}{\text{Kuat Penerangan (E)}}$$

$$= \frac{722 \text{ Lumens}}{20,05 \text{ Lux}}$$

$$= 36 \text{ m}^2$$

Berdasarkan spesifikasi diatas, maka dapat dihitung kebutuhan penerangan untuk masing-masing ruangan yaitu sebagai berikut:

Ruang Bahan Baku

Dengan luas ruangan 40,6 m²

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

$$= \frac{40,6 \text{ m}^2}{36 \text{ m}^2}$$

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

$$\text{Daya/Hari} = \text{Jumlah titik lampu} \times \text{Daya} \times \text{Waktu}$$

$$= 2 \times 9,5 \text{ kW}/1000 \times 2 \text{ jam}$$

$$= 0,038 \text{ kWh}$$

$$\text{Daya/Tahun} = 0,038 \text{ kWh} \times 252 \text{ hari}$$

$$= 9,576 \text{ kWh}$$

Ruang Persiapan

Dengan luas ruangan 75,4 m²

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

$$= \frac{75,4 \text{ m}^2}{36 \text{ m}^2}$$

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

$$\text{Daya/Hari} = \text{Jumlah titik lampu} \times \text{Daya} \times \text{Waktu}$$

$$= 3 \times 9,5 \text{ kW}/1000 \times 2 \text{ jam}$$

$$= 0,057 \text{ kWh}$$

$$\text{Daya/Tahun} = 0,057 \text{ kWh} \times 252 \text{ hari}$$

$$= 14,364 \text{ kWh}$$

Ruang Spray

Dengan luas ruangan 184 m^2

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

$$= \frac{184 \text{ m}^2}{36 \text{ m}^2}$$

$$= 6 \text{ titik lampu}$$

$$\text{Daya/Hari} = \text{Jumlah titik lampu} \times \text{Daya} \times \text{Waktu}$$

$$= 6 \times 9,5 \text{ kW}/1000 \times 8 \text{ jam}$$

$$= 0,456 \text{ kWh}$$

$$\text{Daya/Tahun} = 0,456 \text{ kWh} \times 252 \text{ hari}$$

$$= 114,912 \text{ kWh}$$

Ruang Curing

Dengan luas ruangan $52,9 \text{ m}^2$

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

$$= \frac{52,9 \text{ m}^2}{36 \text{ m}^2}$$

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

$$\text{Daya/Hari} = \text{Jumlah titik lampu} \times \text{Daya} \times \text{Waktu}$$

$$= 2 \times 9,5 \text{ kW}/1000 \times 8 \text{ jam}$$

$$= 0,152 \text{ kWh}$$

$$\text{Daya/Tahun} = 0,152 \text{ kWh} \times 252 \text{ hari}$$

$$= 38,304 \text{ kWh}$$

Ruang *Finishing*

Dengan luas ruangan 33,75 m²

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

$$= \frac{33,75 \text{ m}^2}{36 \text{ m}^2}$$

$$= 1 \text{ titik lampu}$$

$$\text{Daya/Hari} = \text{Jumlah titik lampu} \times \text{Daya} \times \text{Waktu}$$

$$= 1 \times 9,5 \text{ kW}/1000 \times 8 \text{ jam}$$

$$= 0,076 \text{ kWh}$$

$$\text{Daya/Tahun} = 0,076 \text{ kWh} \times 252 \text{ hari}$$

$$= 19,152 \text{ kWh}$$

Ruang Pengujian

Dengan luas ruangan 22,5 m²

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

$$= \frac{22,5 \text{ m}^2}{36 \text{ m}^2}$$

$$= 1 \text{ titik lampu}$$

$$\text{Daya/Hari} = \text{Jumlah titik lampu} \times \text{Daya} \times \text{Waktu}$$

$$= 1 \times 9,5 \text{ kW}/1000 \times 8 \text{ jam}$$

$$= 0,076 \text{ kWh}$$

$$\text{Daya/Tahun} = 0,076 \times 252 \text{ hari}$$

$$= 19,152 \text{ kWh}$$

Ruang Produk

Dengan luas ruangan 85,1 m²

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

$$= \frac{85,1 \text{ m}^2}{36 \text{ m}^2}$$

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

Daya/Hari = Jumlah titik lampu x Daya x Waktu

$$= 3 \times 9,5 \text{ kW}/1000 \times 2 \text{ jam}$$

$$= 0,057 \text{ kWh}$$

Daya/Tahun = 0,038 kWh x 252 hari

$$= 14,364 \text{ kWh}$$

4.5.4.4 Kebutuhan listrik untuk penerangan area non produksi/tahun

Listrik untuk penerangan area produksi yang didalamnya terdapat ruang generator, ruang penampungan air, bengkel, kantin, mushola, klinik, dan pos satpam. Kekuatan penyinaran lampu masing-masing ruang produksi ditetapkan sesuai dengan standar tingkat pencahayaan ruang kerja yang telah ditetapkan oleh SNI-03-6197-2000 yaitu 250 Lux atau sebesar 250 lumens/m². Dengan spesifikasi lampu yang digunakan untuk penerangan area produksi adalah sebagai berikut:

Jenis lampu : LED Phillips 6 Watt

Luminous Efficacy : 76 Lumens/Watt

Sudut sebaran sinar (ω) : 4 sr

Jarak lampu (r) : 3 meter

Syarat penerangan : 250 lumens/m²

Daya lampu : 6 Watt

Berdasarkan spesifikasi lampu, maka:

$$\text{Intensitas Cahaya (I)} = \frac{\text{Arus Cahaya } (\Phi)}{\text{Sudut Sebar Sinar } (\omega)}$$

$$= \frac{76 \frac{\text{lm}}{\text{watt}} \times 6 \text{ watt}}{4 \text{ sr}}$$

$$= 114 \text{ Lumens}$$

$$\text{Kuat Penerangan (E)} = \frac{\text{Intensitas Cahaya (I)}}{\text{Jarak lampu } (r^2)}$$

$$= \frac{114 \text{ Lumens}}{3 \text{ meter}}$$

$$= 12,67 \text{ Lux}$$

$$\text{Luas Penerangan (A)} = \frac{\text{Arus Cahaya } (\Phi)}{\text{Kuat Penerangan (E)}}$$

$$= \frac{456 \text{ Lumens}}{12,67 \text{ Lux}}$$

$$= 36 \text{ m}^2$$

Berdasarkan spesifikasi diatas, maka dapat dihitung kebutuhan penerangan untuk masing-masing ruangan yaitu sebagai berikut:

Ruang Generator

Dengan luas ruangan 24 m²

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

$$= \frac{24 \text{ m}^2}{36 \text{ m}^2}$$

$$= 1 \text{ titik lampu}$$

$$\text{Daya/Hari} = \text{Jumlah titik lampu} \times \text{Daya} \times \text{Waktu}$$

$$= 1 \times 6 \text{ kW}/1000 \times 1 \text{ jam}$$

$$= 0,006 \text{ kWh}$$

$$\text{Daya/Tahun} = 0,006 \text{ kWh} \times 252 \text{ hari}$$

$$= 1,512 \text{ kWh}$$

Ruang Penampungan Air

Dengan luas ruangan 16,4 m²

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

$$= \frac{16,4 \text{ m}^2}{36 \text{ m}^2}$$

$$= 1 \text{ titik lampu}$$

$$\text{Daya/Hari} = \text{Jumlah titik lampu} \times \text{Daya} \times \text{Waktu}$$

$$\begin{aligned}
 &= 1 \times 6 \text{ kW}/1000 \times 1 \text{ jam} \\
 &= 0,006 \text{ kWh} \\
 \text{Daya/Tahun} &= 0,006 \text{ kWh} \times 252 \text{ hari} \\
 &= 1,512 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

Ruang Bengkel

Dengan luas ruangan 24 m²

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah titik lampu} &= \frac{\text{Luas ruangan}}{\text{Luas Penerangan}} \\
 &= \frac{24 \text{ m}^2}{36 \text{ m}^2} \\
 &= 1 \text{ titik lampu} \\
 \text{Daya/Hari} &= \text{Jumlah titik lampu} \times \text{Daya} \times \text{Waktu} \\
 &= 1 \times 6 \text{ kW}/1000 \times 1 \text{ jam} \\
 &= 0,006 \text{ kWh} \\
 \text{Daya/Tahun} &= 0,006 \text{ kWh} \times 252 \text{ hari} \\
 &= 1,512 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

Ruang Kantor

Dengan luas ruangan 84 m²

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

$$= \frac{84 \text{ m}^2}{36 \text{ m}^2}$$

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

$$\text{Daya/Hari} = \text{Jumlah titik lampu} \times \text{Daya} \times \text{Waktu}$$

$$= 3 \times 6 \text{ kW}/1000 \times 8 \text{ jam}$$

$$= 0,144 \text{ kWh}$$

$$\text{Daya/Tahun} = 0,144 \text{ kWh} \times 252 \text{ hari}$$

$$= 36,288 \text{ kWh}$$

Ruang Mushola

Dengan luas ruangan 16 m²

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

$$= \frac{16 \text{ m}^2}{36 \text{ m}^2}$$

$$= 1 \text{ titik lampu}$$

$$\text{Daya/Hari} = \text{Jumlah titik lampu} \times \text{Daya} \times \text{Waktu}$$

$$= 1 \times 6 \text{ kW}/1000 \times 4 \text{ jam}$$

$$= 0,024 \text{ kWh}$$

$$\begin{aligned} \text{Daya/Tahun} &= 0,024 \text{ kWh} \times 252 \text{ hari} \\ &= 6,048 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Ruang Klinik

Dengan luas ruangan 8 m²

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

$$= \frac{8 \text{ m}^2}{36 \text{ m}^2}$$

$$= 1 \text{ titik lampu}$$

$$\text{Daya/Hari} = \text{Jumlah titik lampu} \times \text{Daya} \times \text{Waktu}$$

$$= 1 \times 6 \text{ kW}/1000 \times 1 \text{ jam}$$

$$= 0,006 \text{ kWh}$$

$$\text{Daya/Tahun} = 0,006 \text{ kWh} \times 252 \text{ hari}$$

$$= 1,152 \text{ kWh}$$

Ruang Kantin

Dengan luas ruangan 8 m²

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

$$= \frac{8 \text{ m}^2}{36 \text{ m}^2}$$

$$= 1 \text{ titik lampu}$$

$$\text{Daya/Hari} = \text{Jumlah titik lampu} \times \text{Daya} \times \text{Waktu}$$

$$= 1 \times 6 \text{ kW}/1000 \times 1 \text{ jam}$$

$$= 0,006 \text{ kWh}$$

$$\text{Daya/Tahun} = 0,006 \text{ kWh} \times 252 \text{ hari}$$

$$= 1,152 \text{ kWh}$$

Pos Satpam

Dengan luas ruangan 16 m²

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

$$= \frac{16 \text{ m}^2}{36 \text{ m}^2}$$

$$= 1 \text{ titik lampu}$$

$$\text{Daya/Hari} = \text{Jumlah titik lampu} \times \text{Daya} \times \text{Waktu}$$

$$= 1 \times 6 \text{ kW}/1000 \times 24 \text{ jam}$$

$$= 0,144 \text{ kWh}$$

$$\begin{aligned} \text{Daya/Tahun} &= 0,144 \text{ kWh} \times 252 \text{ hari} \\ &= 36,288 \text{ kWh} \end{aligned}$$

4.5.4.5 Kebutuhan listrik untuk penerangan area lingkungan pabrik

Listrik untuk penerangan area lingkungan pabrik dengan spesifikasi lampu yang digunakan sebagai berikut:

Jenis lampu	:	Mercury 50 Watt
Luminous Efficacy	:	23,4 Lumens/Watt
Sudut sebaran sinar (ω)	:	4 sr
Jarak lampu (r)	:	4 meter
Syarat penerangan	:	107,63 lumens/m ²
Daya lampu	:	50 Watt

Berdasarkan spesifikasi lampu, maka:

$$\begin{aligned} \text{Intensitas Cahaya (I)} &= \frac{\text{Arus Cahaya } (\Phi)}{\text{Sudut Sebar Sinar } (\omega)} \\ &= \frac{23,4 \frac{\text{lm}}{\text{watt}} \times 50 \text{ watt}}{4 \text{ sr}} \\ &= 292,5 \text{ Lumens} \\ \text{Kuat Penerangan (E)} &= \frac{\text{Intensitas Cahaya (I)}}{\text{Jarak lampu } (r^2)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{292,5 \text{ Lumens}}{4 \text{ meter}} \\
 &= 18,3 \text{ Lux} \\
 \text{Luas Penerangan (A)} &= \frac{\text{Arus Cahaya (}\Phi\text{)}}{\text{Kuat Penerangan (E)}} \\
 &= \frac{1.170 \text{ Lumens}}{18,3 \text{ Lux}} \\
 &= 64 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Berdasarkan spesifikasi diatas, maka dapat dihitung kebutuhan penerangan untuk masing-masing ruangan yaitu sebagai berikut:

Parkir Karyawan

Dengan luas 70 m²

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah titik lampu} &= \frac{\text{Luas ruangan}}{\text{Luas Penerangan}} \\
 &= \frac{70 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2} \\
 &= 2 \text{ titik lampu}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Daya/Hari} &= \text{Jumlah titik lampu} \times \text{Daya} \times \text{Waktu} \\
 &= 2 \times 50 \text{ kW}/1000 \times 12 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$= 1,2 \text{ kWh}$$

$$\text{Daya/Tahun} = 1,2 \text{ kWh} \times 252 \text{ hari}$$

$$= 302,4 \text{ kWh}$$

Parkir Karyawan

Dengan luas 70 m^2

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

$$= \frac{70 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2}$$

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

$$\text{Daya/Hari} = \text{Jumlah titik lampu} \times \text{Daya} \times \text{Waktu}$$

$$= 2 \times 50 \text{ kW}/1000 \times 12 \text{ jam}$$

$$= 1,2 \text{ kWh}$$

$$\text{Daya/Tahun} = 1,2 \text{ kWh} \times 252 \text{ hari}$$

$$= 302,4 \text{ kWh}$$

Lingkungan Pabrik

Dengan luas $375,95 \text{ m}^2$

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

$$= \frac{275,95 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2}$$

$$= 11 \text{ titik lampu}$$

Daya/Hari = Jumlah titik lampu x Daya x Waktu

$$= 11 \times 50 \text{ kW}/1000 \times 12 \text{ jam}$$

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

Daya/Tahun = 6,6 kWh x 252 hari

$$= 1.663,2 \text{ kWh}$$

Tabel 4. 4 Rekapitulasi kebutuhan listrik untuk penerangan

Kebutuhan Penerangan	Daya/Tahun (kWh)
Area Produksi	229.824
Area Non Produksi	87.696
Area Lingkungan	1965.6
Total	2,283

Tabel 4. 5 Rekapitulasi kebutuhan listrik pabrik/tahun

Kebutuhan Listrik	Daya/Tahun
Mesin Produksi	5,802
Alat Penunjang (AC, Kipas, dll)	16307.424
Penerangan	2,283
Total	24,393

Tarif yang diberlakukan pemerintah adalah Rp. 1.467,28/kWh. Sehingga besar biaya listrik yang harus dikeluarkan adalah:

= 24.393 kWh x Rp. 1.467,28/kWh

= Rp. 35.791.132,14

4.6 Organisasi Perusahaan

Pengertian CV atau Persekutuan Komanditer (CV) adalah suatu bentuk badan usaha persekutuan yang didirikan oleh seorang atau beberapa orang yang mempercayakan uang atau barang kepada seorang atau beberapa orang yang menjalankan perusahaan dan bertindak sebagai pemimpin untuk mencapai tujuan bersama dengan tingkat keterlibatan yang berbeda-beda di antara anggotanya.

Pengertian Persekutuan Komanditer (CV) atau *Comanditer Vennotschap* menurut definisi para ahli mengatakan bahwa pengertian persekutuan komanditer adalah suatu badan usaha yang mempersekutukan modal dari dua orang atau lebih yang terbagi dalam dua jenis sekutu.

Pengertian CV Menurut Pasal 20 KUHD mengenal Sekutu Komanditer dengan penanaman modal, dimana bahwa status dan tanggung jawabnya adalah sebagai berikut :

1. Tidak mencampuri pengurusan perusahaan atau tidak bekerja dalam CV tersebut;
2. Sekutu Komanditer ini hanya menyediakan modal atau uang untuk mendapatkan keuntungan dari laba perusahaan, sehingga Sekutu Komanditer disebut juga sekutu penanam modal terbatas;

3. Kerugian CV yang ditanggung oleh Sekutu Komanditer, hanya terbatas pada sejumlah modal atau uang yang disetorkan atau ditanamkan; dan
4. Nama Sekutu Komanditer tidak boleh diketahui, itu sebabnya disebut komanditer atau *commanditeire vennoot* yang berarti sleeping partner atau silent partner.

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini didasarkan atas beberapa faktor, antara lain:

1. Bentuk CV sudah dikenal masyarakat, terutama masyarakat bisnis kecil dan menengah, sehingga memudahkan perusahaan ikut dalam berbagai kegiatan, misalnya ikut dalam tender pekerjaan tertentu.
2. CV lebih mudah dalam memperoleh modal, karena pihak perbankan lebih memercayainya, jika dibandingkan dengan perusahaan perseorangan.
3. CV lebih mudah berkembang karena manajemen dipegang oleh orang yang ahli dan dipercaya oleh sekutu lainnya sehingga mudah memperoleh tender dari pemerintah.
4. CV lebih fleksibel, karena tanggung jawab terbatas hanya sekutu komaditer sedangkan yang mengurus perusahaan dan mempunyai tanggung jawab tidak terbatas hanya sekutu komplementer.
5. Pengenaan pajak hanya satu kali, yaitu pada badan usaha saja. Pembagian keuntungan atau laba yang diberikan kepada sekutu komanditer tidak lagi dikenakan pajak penghasilan.

4.6.1 Struktur Organisasi

Struktur organisasi merupakan salah satu faktor penting yang dapat menunjang kelangsungan dan kemajuan perusahaan, karena berhubungan dengan komunikasi yang terjadi dalam perusahaan demi tercapainya kerjasama yang baik antar karyawan. Struktur organisasi terdiri dari 3 macam yaitu:

1. *Line System*

Sistem ini digunakan pada perusahaan kecil dimana pemilik perusahaan sebagai pemegang komando tertinggi dan memberi perintah secara langsung kepada bawahannya.

2. *Line and Staff System*

Sistem ini digunakan pada sebagian besar perusahaan. Garis wewenang lebih sederhana, praktis dan tegas. Seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada perseorangan atasan saja.

3. *Functional System*

Sistem ini menempatkan setiap karyawan pada bidangnya masing-masing sesuai keahlian. Wewenang karyawan terbatas pada bidang keahliannya. Biasanya struktur ini digunakan pada perusahaan besar dan kompleks.

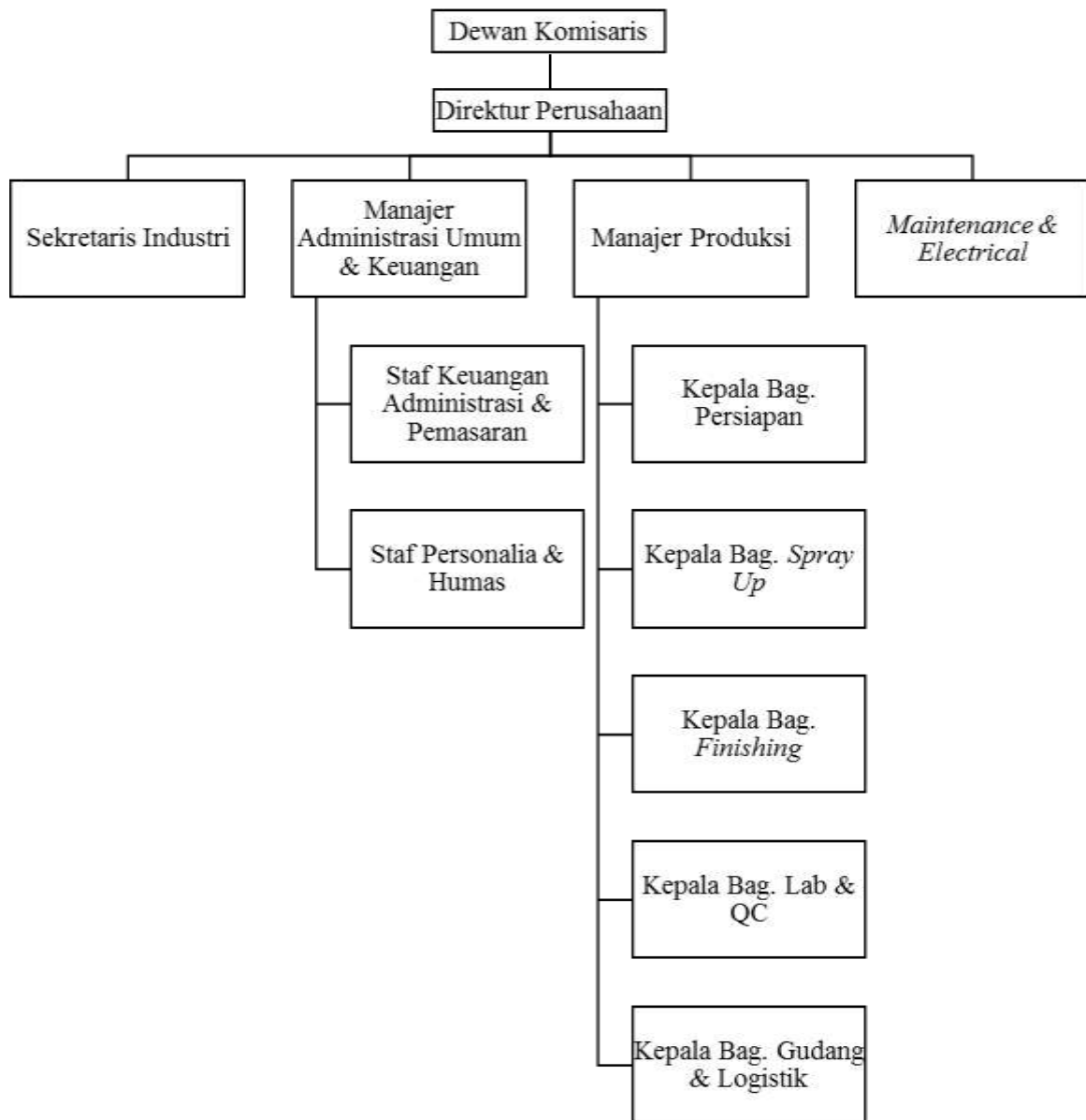
Untuk mendapatkan sistem organisasi yang baik maka perlu diperhatikan azas-azas, antara lain: pendelegasian wewenang, perumusan tujuan perusahaan dengan jelas, pembagian tugas kerja yang jelas,

kesatuan perintah dan tanggung jawab, sistem kontrol atas kerja yang telah dilaksanakan, dan organisasi perusahaan yang fleksibel (Widjaja, 2003).

Dengan berpedoman terhadap azas-azas tersebut, maka dipilih organisasi kerja berdasarkan *system Line and Staff System*. Pada system ini, garis wewenang lebih sederhana, praktis, dan tegas. Menurut Djoko (2003), ada 2 kelompok orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi kerja berdasarkan system garis dan staf ini, yaitu:

1. Sebagai garis atau *line*, yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi untuk mencapai tujuan.
2. Sebagai staf, yaitu orang-orang yang melakukan tugas sesuai dengan keahliannya, dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran kepada unit operasional.

Struktur organisasi perusahaan merupakan sebuah garis hierarki (bertingkat) yang mendeskripsikan komponen-komponen yang menyusun perusahaan dimana setiap individu (sumber daya manusia) yang berada di dalam lingkup perusahaan tersebut memiliki posisi dan fungsi masing-masing. Struktur organisasi merupakan cerminan antara bagian satu dan bagian lainnya yang menggambarkan lalu lintas dan wewenang serta tanggung jawab dalam sebuah perusahaan. Struktur organisasi pabrik tempat sampah seperti pada Gambar 4.7 berikut:



Gambar 4. 7 Struktur organisasi pabrik komposit tempat sampah

4.6.2 Tugas dan Wewenang

1. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk CV adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS).

Pada RUPS tersebut, para pemegang saham berwenang:

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

(Widjaja, 2003)

2. Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemilik saham sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab kepada pemilik saham.

Tugas dewan komisaris meliputi:

- Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahannya pemasaran.
- Mengawasi tugas-tugas direksi.
- Membantu direksi dalam tugas-tugas penting.

(Widjaja, 2003)

3. Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab kepada dewan komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur utama membawahi sekretaris direktur, manajer administrasi umum dan keuangan, manajer produksi dan bagian *maintenance* dan *electrical*.

Tugas direktur utama antara lain:

- Melaksanakan kebijakan perusahaan dan mempertanggung jawabkan pekerjaannya secara berkala pada pemegang saham.
- Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan membuat kelangsungan hubungan yang baik antara karyawan dan konsumen.
- Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
- Mengkoordinir kerja sama antara bagian produksi, keuangan dan umum.
- Menetapkan strategi yang tepat guna mencapai visi dan misi perusahaan.
- Mengoordinasi dan mengawasi semua kegiatan di perusahaan.
- Memutuskan dan menentukan peraturan dan kebijakan tertinggi perusahaan.

4. Manajer Administrasi Umum dan Keuangan

Manajer adalah seseorang yang berpengalaman, mempunyai pengetahuan dan keterampilan yang baik yang diakui oleh perusahaan untuk dapat memimpin, mengelola, mengendalikan, mengatur, serta mengembangkan perusahaan agar mencapai tujuannya. Tugas dan wewenang manajer antara lain:

- Bertanggung jawab terhadap direktur utama dan perusahaan dalam bagian administrasi umum, personalia, humas, keamanan, serta perusahaan
- Memberi arahan kepada bawahan, menetapkan kebijaksanaan, dan mengkoordinir kerja bawahan
- Mengatur penerimaan dan pemberhentian karyawan
- Mengatur hal-hal yang berkaitan dengan kesejahteraan karyawan

Manajer administrasi umum dan keuangan membawahi:

a. Staf Keuangan, Administrasi dan Pemasaran

Yang mempunyai tugas sebagai berikut:

- Staf Keuangan
 - Mencatat utang piutang perusahaan
 - Mengatur administrasi kantor dan pembukuan
 - Mengaudit masalah perpajakan

- Staf Administrasi
 - Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang, dan membuat ramalan tentang keuangan masa depan
 - Mengadakan perhitungan tentang gaji dan intensif karyawan
- Staf Pemasaran
 - Merencanakan strategi penjualan hasil produksi
 - Mengatur distribusi hasil produksi
 - Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan dalam kaitannya dengan proses produksi
 - Mengetahui pasar dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang

b. Staf Personalia dan Humas

Yang mempunyai tugas antara lain:

- Staf Personalia
 - Mengadakan pelatihan bagi karyawan baru maupun karyawan lama yang akan dipromosikan jabatannya
 - Merencanakan, mengawasi, dan melaksanakan kebijakan perusahaan yang berkenaan dengan

pengarahan, penempatan pegawai, sistem pemberian gaji kepada karyawan, serta termasuk juga tunjangan kesejahteraan pegawai, promosi, pemindahan, dan pemberhentian pegawai

- Menampung dan menyelesaikan keluhan, kritik, dan saran karyawan perusahaan sesuai dengan peraturan-peraturan perusahaan supaya semangat kerja karyawan terjaga

- Staf Humas

- Bertanggung jawab atas keamanan perusahaan meliputi lingkungan kerja dan sekitarnya
- Melakukan hubungan dan interaksi dengan instansi lain, karyawan, dan masyarakat sekitar
- Membiayai dan mengatur anggota keamanan dalam menjalankan tugasnya

5. Manajer Produksi

Manajer produksi bertanggung jawab dalam bidang mutu dan kelancaran produksi serta mengkoordinir kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

Manajer produksi mempunyai tugas dan wewenang antara lain:

- Membuat perencanaan dan jadwal proses produksi
- Mengawasi proses produksi agar kualitas, kuantitas, dan waktunya sesuai dengan perencanaan yang sudah dibuat

- Bertanggung jawab mengatur manajemen gudang agar tidak terjadi kelebihan atau kekurangan persediaan bahan baku, bahan pendukung, maupun produk yang sudah jadi di gudang
- Bertanggung jawab mengatur manajemen alat agar fasilitas produksi berfungsi sebagaimana mestinya dan beroperasi secara lancar
- Membuat laporan secara berkala mengenai produksi
- Bertanggung jawab pada peningkatan keterampilan dan keahlian karyawan yang berada di bawah naungannya
- Berinovasi dalam pengerjaan produksi dan memberikan masukan pada perusahaan yang berkaitan dengan bagiannya
- Bertanggung jawab dalam melaksanakan inspeksi yang ada, memelihara hubungan dan kondisi serta situasi kerja yang produktif

Manajer produksi membawahi kepala bagian persiapan, kepala bagian *spray up*, kepala bagian *finishing*, kepala bagian QC dan LAB dan kepala bagian gudang dan logistik.

a. Kepala bagian pada proses produksi mempunyai tugas antara lain:

- Mengawasi jalannya proses produksi dan bertanggung jawab terhadap kelancaran proses
- Mengendalikan laju produksi pabrik sesuai dengan kebutuhan pasar dan bertanggung jawab terhadap kuantitas hasil produksi serta jumlah bahan baku dan bahan penunjang lainnya

- Membuat laporan secara berkala mengenai keadaan dan kestabilan mesin
 - Menjaga kerapihan, kebersihan dan kenyamanan lingkungan kerja
- b. Kepala bagian LAB dan QC mempunyai tugas antara lain:
- Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu
 - Mengawasi dan menganalisa mutu produksi
 - Mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan buangan pabrik
 - Mengendalikan sistem *quality control* pada semua bagian
 - Memberikan pemahaman bagi setiap operator mengenai *quality control*
 - Menciptakan sistem *quality kontrol* pada semua bagian yang mengacu pada ISO dan SNI yang ada
 - Membuat laporan berkala kepada kepala bagian produksi
- c. Kepala bagian gudang dan logistik mempunyai tugas antara lain:
- Mengatur transportasi perpindahan barang
 - Mengatur dan mencatat keluar masuknya barang
 - Membuat analisa kebutuhan bahan baku yang harus dipersiapkan
 - Melakukan segala aktifitas penyimpanan baik berupa bahan baku maupun bahan cadangan untuk memenuhi kebutuhan produksi

6. *Maintenance* dan *Electrical*

Maintenance dan *electrical* bertanggung jawab dalam bidang peralatan dan utilitas yang memiliki tugas antara lain:

- Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik
- Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik
- Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, air dan tenaga listrik

4.6.3 Rekrutmen Karyawan

Untuk meningkatkan kestabilan produksi, perusahaan ini akan banyak menyerap tenaga kerja yang berasal dari masyarakat di Kabupaten Bantul dan sekitarnya. Tenaga kerja yang dibutuhkan meliputi tenaga kerja ahli dan tenaga kerja pelaksana.

Perusahaan ini mempekerjakan karyawan yang berpendidikan dan tingkat pendidikannya disesuaikan dengan jabatan yang akan diduduki. Pola perekrutan yang dilakukan oleh perusahaan dilatar belakangi oleh beberapa alasan. Antara lain karena adanya karyawan yang keluar, meninggal, pensiun, dan adanya penambahan fasilitas seperti mesin baru di perusahaan. Mekanisme perekrutan kerja di Perusahaan ini yaitu pada recruitment pada umumnya yaitu seleksi administrasi, tes tertulis, wawancara, dan penerimaan kerja. Setelah open recruitment selesai maka calon karyawan digolongkan sesuai dengan keahliannya masing-masing.

Berikut penggolongan tenaga kerja dan jumlah karyawan yang diperlukan dapat dilihat pada tabel 4.6 dibawah ini:

Tabel 4. 6 Penggolongan dan jumlah tenaga kerja

No	Jabatan	Jenjang Pendidikan Terakhir	Jumlah
1	Direktur Utama	S2-S3 Tekstil/Industri/Profesional	1
2	Sekretaris Direktur	S1 Ilmu Komunikasi	1
3	Manajer Administrasi Umum & Keuangan	S2 Ekonomi/Manajemen	1
	a. Staff Administrasi, Keuangan & Pemasaran	D3-S1 Ekonomi/Manajemen	2
	b. Staff Personalia & Humas	D3-S1 Psikologi/Ilmu Komunikasi	2
4	Manajer Produksi	S1-S2 Tekstil/Industri	1
	a. Kepala Bag. Persiapan	S1 Tekstil/Industri	1
	Karyawan	SMK-D3 Jurusan Teknik	5
	b. Kepala Bag. <i>Spray up</i>	S1 Teknik Tekstil/Mesin/Industri	1
	Karyawan	SMK-D3 Teknik Tekstil/Mesin	5
	c. Kepala Bag. <i>Finising</i>	S1 Teknik Tekstil/Industri	1
	Karyawan	SMK-D3 Teknik Tekstil/Industri	5
	d. Kepala Bag. Lab & QA	S1 Teknik Tekstil/Mesin/Industri	1
	Karyawan	D3 Teknik Tekstil/Mesin/Industri	2
	e. Kabag Gudang & Logistik	D3-S1 Teknik Tekstil/Industri	1
	Karyawan	SMK-D3 Jurusan Teknik	2
5	<i>Maintenance & Electrical</i>	D3-S1 Teknik Mesin/Elektro	2
6	Satpam	SMA-D3 Semua Jurusan	4
7	<i>Cleaning Service</i>	SMP/SMA	2
8	Penjaga Kantin	SMP/SMA	2
9	Sopir	SMA	1
TOTAL			42

4.6.4 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik tempat sampah ini direncanakan beroperasi 252 hari dalam satu tahun dan 8 jam dalam satu hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan, perawatan dan *shut down* . Pembagian jam kerja digolongkan dalam dua golongan , yaitu karyawan *shift* dan *non shift* .Untuk karyawan *non shift* bekerja selama 5 hari dalam satu minggu

sedangkan untuk karyawan *shift* jam kerjanya mengikuti jadwal yang sudah ditentukan.

- Karyawan *non shift*

Karyawan *non shift* adalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan *non shift* adalah direktur utama, manajer, kepala bagian, staf kepala bagian dan seluruh karyawan pada proses produksi. Karyawan *non shift* akan bekerja selama 5 hari dalam seminggu dan libur pada hari Sabtu, Minggu dan hari besar dengan pembagian kerja sebagai berikut :

Jam kerja:

- Hari Senin – Jumat : Pukul 08.00 – 16.00

Jam istirahat:

- Hari Senin – Kamis : Pukul 12.00 – 13.00
- Hari Jumat : Pukul 11.00 – 13.00

- Karyawan *shift*

Karyawan *shift* adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan keamanan dan kelancaran proses produksi. Pada pabrik tempat sampah ini karyawan *shift* hanya diberlakukan pada bagian keamanan pabrik. Karyawan *shift* dibagi menjadi tiga *shift* dengan pengaturan sebagai berikut:

- *Shift* pagi : Pukul 06.00 – 14.00
- *Shift* siang : Pukul 14.00 – 22.00
- *Shift* malam : Pukul 22.00 – 06.00

Untuk karyawan *shift* dibagi menjadi 4 kelompok (A/B/C/D) dimana dalam satu hari kerja, hanya tiga kelompok yang masuk, sehingga ada satu kelompok yang libur. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah, kelompok yang bertugas tetap harus masuk, akan tetapi dihitung kerja lembur dan mendapat intensif tambahan. Jadwal pembagian kerja masing-masing kelompok ditampilkan dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel 4. 7 Jadwal pembagian kelompok *shift*

Hari	1	2	3	4	5	6	7	8
Pagi	A	A	D	D	C	C	B	B
Sore	B	B	A	A	D	D	C	C
Malam	C	C	B	B	A	A	D	D
Libur	D	D	C	C	B	B	A	A

Jadwal untuk tanggal selanjutnya berulang ke susunan awal.

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan para karyawannya dan akan secara langsung mempengaruhi kelangsungan dan kemajuan perusahaan. Untuk itu kepala seluruh karyawan diwajibkan mengisi presensi, presensi juga bisa

digunakan oleh pimpinan perusahaan sebagai salah satu dasar dalam mengembangkan karier para karyawan di dalam perusahaan (Djoko, 2003).

4.6.5 Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada para karyawan, antara lain:

1. Mushola

Mushola merupakan sentra ibadah dan juga tempat istirahat. Selain itu mushola juga digunakan sebagai tempat pengajaran Pendidikan agama sehingga dapat menambah keimanan bagi seluruh anggota perusahaan.

2. Unit Kesehatan

Jaminan untuk dapat bekerja dengan kondisi yang fit bagi karyawan merupakan keharusan bagi manajemen perusahaan yaitu dengan penyediaan fasilitas klinik kesehatan karyawan.

3. Pakaian kerja

Pakaian kerja diberikan kepada setiap karyawan setiap tahun sejumlah satu buah.

4. Cuti

- Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam satu tahun.

- Cuti sakit diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.
- Cuti hamil diberikan kepada karyawan yang hendak melahirkan, masa cuti berlaku selama 2 bulan sebelum melahirkan sampai 1 bulan setelah melahirkan.

5. Asuransi Tenaga Kerja

Asuransi tenaga kerja diberikan oleh perusahaan sejumlah 5% dari total gaji/tahun.

6. Uang Makan

Karyawan diberikan uang makan siang di kantin sebesar Rp 7.500,00/hari.

7. Tunjangan Hari Raya (THR)

Setiap karyawan akan diberikan Tunjangan Hari Raya pada saat menjelang Idul Fitri sebesar gaji satu bulan.

4.7 Evaluasi Ekonomi

Evaluasi ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui layak atau tidaknya suatu pabrik didirikan karena didalamnya mencakup perhitungan analisis yang didasarkan atas kondisi pabrik. Hal ini dibuat antara lain sebagai pertimbangan bagaimana pabrik dijalankan agar kedepannya proses produksi bias sesuai dengan prosedur yang direncanakan. Selain itu diharapkan dapat menjadi acuan dalam meningkatkan dan mengembangkan perusahaan dengan menghasilkan produk yang sesuai

dengan permintaan konsumen serta menjaga kualitas dengan biaya produksi yang optimal.

Dengan adanya analisa ekonomi dalam sebuah pra rancangan pabrik, maka diharapkan mampu mendapatkan perkiraan (*estimation*) tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik, dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan, dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh.

Dalam evaluasi ekonomi ini faktor-faktor yang ditinjau adalah:

1. *Return of Investment* (ROI)
2. *Pay Out Time* (POT)
3. *Break Even Point* (BEP)
4. *Shut Down Point* (SDP)

Sebelum dilakukan analisa terhadap kelima faktor tersebut, maka perlu dilakukan perhitungan terhadap berbagai hal sebagai berikut:

- Penafsiran Modal Industri (*Total Capital Investment*) yang meliputi modal tetap (*fixed capital investment*) dan modal kerja (*working capital*).
- Penafsiran pendapatan modal guna mengetahui titik impas, maka perlu diperkirakan biaya tetap (*fixed cost*), biaya tidak tetap (*variable cost*) dan biaya mengambang (*regulated cost*).

4.7.1 Modal Investasi (*Total Capital Investment*)

Modal investasi (*Total Capital Investment*) adalah modal yang tertanam pada perusahaan dan digunakan untuk membangun perusahaan dan fasilitas-fasilitasnya. Modal-modal tersebut terdiri dari tanah dan bangunan, mesin-mesin produksi, utilitas dan alat-alat penunjang, instalasi dan pemasangan, transportasi, investaris, notaris dan perijinan.

4.7.1.1 Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)

- a. Tanah dan Bangunan

Tabel 4. 8 Biaya tanah dan bangunan

No	Bangunan	Luas (m ²)	Harga/m ² (Rp)	Total Harga (Rp)
1	Tanah	1,575	Rp 1,250,000.00	Rp 1,968,750,000.00
2	Bangunan Gedung	599	Rp 1,500,000.00	Rp 898,500,000.00
3	Akses Jalan	376	Rp 1,000,000.00	Rp 376,000,000.00
TOTAL				Rp 3,243,250,000.00

- b. Mesin Produksi dan Laboraturium

Tabel 4. 9 Biaya mesin-mesin produksi

No	Nama Mesin	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Harga Total (Rp)
1	<i>Spray Gun</i>	5	Rp 120,384,000.00	Rp 601,920,000.00
2	<i>Curing Machine</i>	2	Rp 24,768,000.00	Rp 49,536,000.00
3	<i>Universal Testing</i>	1	Rp 50,544,000.00	Rp 50,544,000.00

	<i>Machine</i>			
TOTAL				Rp 702,000,000.00

c.

Transporta

si

Tabel 4. 10 Biaya transportasi

No	Nama	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Harga Total (Rp)
1	Rak dorong	4	Rp 800,000.00	Rp 3,200,000.00
2	Mobil Engkel	1	Rp 56,000,000.00	Rp 56,000,000.00
TOTAL				Rp 59,200,000.00

d. Utilitas

Tabel 4. 11 Biaya utilitas

No	Nama	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Harga Total (Rp)
1	Pompa Air	1	Rp 525,000.00	Rp 525,000.00
2	AC	4	Rp 2,475,000.00	Rp 9,900,000.00
3	Kipas	4	Rp 145,000.00	Rp 580,000.00
4	<i>Hydrant Box</i>	1	Rp 2,800,000.00	Rp 2,800,000.00
5	Tangki Air	1	Rp 1,148,000.00	Rp 1,148,000.00
6	Lampu LED 9,5 Watt	18	Rp 52,000.00	Rp 936,000.00
7	Lampu LED 9,5 Watt	10	Rp 30,000.00	Rp 300,000.00
8	Lampu Merkuri 50 Watt	25	Rp 45,000.00	Rp 1,125,000.00
TOTAL				Rp 17,314,000.00

e. Investaris

Tabel 4. 12 Biaya investaris

No	Nama	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Harga Total (Rp)
1	Komputer	9	Rp 2,850,000.00	Rp 25,650,000.00
2	Printer + Tinta	7	Rp 625,000.00	Rp 4,375,000.00
3	Faximail	1	Rp 1,450,000.00	Rp 1,450,000.00
4	<i>Telephone</i>	7	Rp 604,000.00	Rp 4,228,000.00
5	CCTV	2	Rp 999,800.00	Rp 1,999,600.00
6	Alat Tulis	1	Rp 1,550,000.00	Rp 1,550,000.00
7	Perangkat Kantor	1	Rp 10,520,000.00	Rp 10,520,000.00
8	Perangkat <i>Cleaning</i>	2	Rp 200,000.00	Rp 400,000.00
9	Perangkat Dapur	1	Rp 8,335,000.00	Rp 8,335,000.00
10	Perangkat Satpam	3	Rp 1,550,000.00	Rp 4,650,000.00
11	Perangkat Kesehatan	1	Rp 595,000.00	Rp 595,000.00
12	Perangkat Bengkel	1	Rp 8,700,000.00	Rp 8,700,000.00
13	<i>Hydrant Dry Chemical Powder Extinguisher</i>	8	Rp 350,000.00	Rp 2,800,000.00
TOTAL				Rp 75,252,600.00

f. Instalasi dan Pemasangan

Tabel 4. 13 Biaya instalasi dan pemasangan

No	Nama	Harga Total (Rp)
1	Pemasangan instalasi listrik	Rp 12,280,000.00
2	Pemasangan instalasi air dan pipa	Rp 10,372,000.00
TOTAL		Rp 22,652,000.00

g. Instalasi fasilitas penunjang

Tabel 4. 14 Biaya Instalasi dan fasilitas penunjang

No	Nama	Jumlah	Harga (Rp)	Harga Total (Rp)
1	Pemasangan Instalasi Telepon	7	Rp 115,000.00	Rp 805,000.00
2	Pemasangan Instalasi CCTV	2	Rp 225,000.00	Rp 450,000.00
3	Pemasangan Instalasi Komputer dan Internet	9	Rp 100,000.00	Rp 900,000.00
4	Pemasangan AC dan Kipas	8	Rp 70,000.00	Rp 560,000.00
TOTAL				Rp 2,715,000.00

h. Perijinan dan lain-lain

Tabel 4. 15 Biaya perijinan dan lain-lain

No	Nama	Harga Total
1	Notaris, NPWP dan PKP	Rp 17,750,000.00
2	Badan Hukum dan Perijinan	Rp 5,000,000.00
TOTAL		Rp 22,750,000.00

4.7.1.2 Modal Kerja (*Working capital*)

a. Bahan Baku

Tabel 4. 16 Biaya bahan baku

No	Nama Bahan	Kebutuhan	Satuan	Harga/kg (Rp)	Total Harga (Rp)
1	<i>Fiberglass</i> CSM	10,802	kg/tahun	Rp 23,000.00	Rp 248,446,000.00
2	Resin Poliester	9178	kg/tahun	Rp 31,000.00	Rp 284,518,000.00
3	Katalis	110	kg/tahun	Rp 18,000.00	Rp 1,980,000.00

4	Cobalt	38	kg/tahun	Rp 6,708.00	Rp 254,904.00
5	Pigmen	190	kg/tahun	Rp 97,500.00	Rp 18,525,000.00
6	Stirene	190	kg/tahun	Rp 59,550.00	Rp 11,314,500.00
7	Erosil	2118	kg/tahun	Rp 92,150.00	Rp 195,173,700.00
TOTAL					Rp 760,212,104.00

b. Penunjang Proses

Tabel 4. 17 Biaya penunjang proses

No	Nama Bahan	Jumlah	Harga Satuan	Total Harga
1	Mould	11	Rp 59,500.00	Rp 654,500.00
2	Kuas	30	Rp 5,000.00	Rp 150,000.00
3	Masker	15	Rp 25,000.00	Rp 375,000.00
4	Timbangan	5	Rp 75,000.00	Rp 375,000.00
5	Tangki & Pengaduk	5	Rp 993,600.00	Rp 4,968,000.00
6	Gerinda	5	Rp 232,500.00	Rp 1,162,500.00
7	Kacamata	5	Rp 39,000.00	Rp 195,000.00
8	Sarung tangan	15	Rp 12,000.00	Rp 180,000.00
9	Kuas Rol	5	Rp 15,000.00	Rp 75,000.00
TOTAL				Rp 8,135,000.00

c. Listrik dan Utilitas

Tabel 4. 18 Biaya listrik dan utilitas

No	Kebutuhan	Harga
1	Total Biaya Listrik/PLN	Rp 35,335,235.00
2	Total Biaya Air PDAM	Rp 3,926,400.00

TOTAL	Rp 39,261,635.00
-------	------------------

d. Gaji Karyawan

Tabel 4. 19 Gaji karyawan

No	Jabatan	Pendidikan Terakhir	Jumlah	Gaji/Bulan (Rp)	Total Gaji/Bulan (Rp)
1	Direktur Utama	S2-S3 Tekstil/Industri/Profesional	1	Rp 10,000,000.00	Rp 10,000,000.00
2	Sekretaris Direktur	S1 Ilmu Komunikasi	1	Rp 4,000,000.00	Rp 4,000,000.00
3	Manajer Administrasi Umum & Keuangan	S2 Ekonomi/Manajemen	1	Rp 6,000,000.00	Rp 6,000,000.00
	a. Staf Administrasi, Keuangan & Pemasaran	D3-S1 Ekonomi/Manajemen	2	Rp 2,700,000.00	Rp 5,400,000.00
	b. Staf Personalia & Humas	D3-S1 Psikologi/Ilmu Komunikasi	2	Rp 2,700,000.00	Rp 5,400,000.00
4	Manajer Produksi	S1-S2 Tekstil/Industri	1	Rp 7,000,000.00	Rp 7,000,000.00
	a. Kepala Bag. Persiapan	S1 Tekstil/Industri	1	Rp 3,000,000.00	Rp 3,000,000.00
	Karyawan	SMK-D3 Jurusan Teknik	5	Rp 2,000,000.00	Rp 10,000,000.00
	b. Kepala Bag. <i>Spray up</i>	S1 Teknik Tekstil/Mesin/Industri	1	Rp 3,000,000.00	Rp 3,000,000.00
	Karyawan	SMK-D3 Teknik Tekstil/Mesin	5	Rp 2,000,000.00	Rp 10,000,000.00
	c. Kepala Bag. <i>Finising</i>	S1 Teknik Tekstil/Industri	1	Rp 3,000,000.00	Rp 3,000,000.00
	Karyawan	SMK-D3 Teknik Tekstil/Industri	5	Rp 2,000,000.00	Rp 10,000,000.00
	d. Kepala Bag. Lab & QA	S1 Teknik Tekstil/Mesin/Industri	1	Rp 3,000,000.00	Rp 3,000,000.00
	Karyawan	D3 Teknik Tekstil/Mesin/Industri	2	Rp 2,000,000.00	Rp 4,000,000.00
	e. Kabag Gudang &	D3-S1 Teknik Tekstil/Industri	1	Rp 3,000,000.00	Rp 3,000,000.00

	Logistik				
	Karyawan	SMK-D3 Jurusan Teknik	2	Rp 2,000,000.00	Rp 4,000,000.00
5	<i>Maintenance & Electrical</i>	D3-S1 Teknik Mesin/Elektro	2	Rp 2,500,000.00	Rp 5,000,000.00
6	Satpam	SMA-D3 Semua Jurusan	4	Rp 2,000,000.00	Rp 6,000,000.00
7	<i>Cleaning Service</i>	SMP/SMA	2	Rp 1,800,000.00	Rp 3,600,000.00
8	Penjaga Kantin	SMP/SMA	2	Rp 1,800,000.00	Rp 3,600,000.00
9	Sopir	SMA	1	Rp 1,900,000.00	Rp 1,900,000.00
TOTAL			42	Rp 67,400,000.00	Rp 110,900,000.00

e. Biaya Lain-Lain

$$= 1\% \times (\text{Bahan Baku} + \text{Utilitas})$$

$$= 1\% \times (\text{Rp. } 760.212.104,00 + \text{Rp. } 17.314.000,00) = \text{Rp. } 7.775.261,04$$

4.7.1.3 Total Modal Perusahaan

a. Total Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)

Tabel 4. 20 *Fixed capital investment*

No	Jenis Modal Tetap	Jumlah
1	Tanah dan Bangunan	Rp 3,243,250,000.00
2	Mesin Produksi dan Laboratorium	Rp 702,000,000.00
3	Transportasi	Rp 59,200,000.00
4	Utilitas	Rp 17,314,000.00
5	Investaris	Rp 75,252,600.00
6	Instalasi dan Pemasangan	Rp 22,652,000.00
7	Instalasi Fasilitas Penunjang	Rp 2,715,000.00
8	Perijinan dan Lain-lain	Rp 22,750,000.00

TOTAL	Rp	4,145,133,600.00
-------	----	------------------

b. Total Modal Kerja (Working Capital)

Tabel 4. 21 *Working capital*

No	Jenis Modal Kerja	Jumlah	
1	Bahan Baku	Rp	760,212,104.00
2	Penunjang Proses	Rp	8,135,000.00
3	Listrik & Utilitas	Rp	39,261,635.00
4	Gaji Karyawan	Rp	1,212,729,000.00
5	Lain-lain	Rp	7,775,261.04
TOTAL		Rp	2,028,113,000.04

Sehingga total modal perusahaan

= Total modal tetap + total modal kerja

= Rp 4,145,133,600.00 + Rp 2,028,113,000.04

= Rp 6,173,246,600.04

4.7.2 Sumber Pembiayaan

Sumber biaya pada pabrik ini diperoleh dari 40% modal sendiri dan 60% kredit bank dengan suku bunga 12% dari nilai kredit. Biaya administrasi diambil dari total pinjaman bank.

Pembayaran pinjaman bank adalah jumlah uang yang menjadi kompensasi atas pinjaman pada periode tertentu. Pembayaran dilakukan

dengan cara membayar pokok pinjaman dan bunga dengan jumlah yang sama pada setiap akhir.

Dimana total pinjaman bank adalah sebagai berikut:

$$= 60 \% \times \text{Total Modal Perusahaan}$$

$$= 60\% \times \text{Rp } 7,022,800,672$$

$$= 4,213,680,403.22$$

Tabel 4. 22 Sumber modal perusahaan

No	Modal Perusahaan		Sumber Dana	
	1	Modal Tetap	Rp 4,145,133,600	Modal Sendiri
2	Modal Kerja	Rp 2,877,667,072	Pinjaman Bank	4,213,680,403.22
TOTAL		Rp 7,022,800,672	TOTAL	Rp 7,022,800,672

Cara membayar pinjaman kepada bank, dapat menggunakan konsep ekuivalen. Dimana setiap akhir tahun perusahaan akan mengembalikan pembayaran dengan jumlah yang sama besarnya. Untuk menentukan nilai akhir tahun yang sama dapat dilakukan dengan formula dibawah ini,

$$A = P \left[\frac{i (1 + i)^m}{(1 + i)^m - 1} \right]$$

Diketahui :

$$\text{Jumlah Pinjaman (P)} = \text{Rp } 4.213.680.403,22$$

$$\text{Suku Bunga (i)} = 12 \%$$

Lama Ansuran (m) = 10 tahun

Maka Nilai Tahunan (A) adalah

$$\begin{aligned} A &= P \left[\frac{i(1+i)^m}{(1+i)^m - 1} \right] \\ &= Rp\ 4.213.680,22 \left[\frac{12\% (1+12\%)^{10}}{(1+12\%)^{10} - 1} \right] \\ &= Rp\ 792.117.045 \end{aligned}$$

Tabel 4. 23 Rincian angsuran bank

Tahun Ke-	P. Awal	Bunga	P.Akhir	P.Pokok	P.Akhir Tahun
1	Rp 4,213,680,403	Rp 568,846,854	Rp 4,782,527,258	Rp 223,270,191	Rp 792,117,045
2	Rp 3,990,410,212	Rp 538,705,379	Rp 4,529,115,591	Rp 253,411,667	Rp 792,117,045
3	Rp 3,736,998,546	Rp 504,494,804	Rp 4,241,493,350	Rp 287,622,242	Rp 792,117,045
4	Rp 3,449,376,304	Rp 465,665,801	Rp 3,915,042,105	Rp 326,451,244	Rp 792,117,045
5	Rp 3,122,925,060	Rp 421,594,883	Rp 3,544,519,943	Rp 370,522,162	Rp 792,117,045
6	Rp 2,752,402,898	Rp 371,574,391	Rp 3,123,977,289	Rp 420,542,654	Rp 792,117,045
7	Rp 2,331,860,244	Rp 314,801,133	Rp 2,646,661,377	Rp 477,315,912	Rp 792,117,045
8	Rp 1,854,544,332	Rp 250,363,485	Rp 2,104,907,817	Rp 541,753,560	Rp 792,117,045
9	Rp 1,312,790,771	Rp 177,226,754	Rp 1,490,017,526	Rp 614,890,291	Rp 792,117,045
10	Rp 697,900,480	Rp 94,216,565	Rp 792,117,045	Rp 697,900,480	Rp 792,117,045

4.7.3 Depresiasi

Pabrik komposit tempat sampah ini juga mengalami depresiasi. Depresiasi merupakan biaya yang timbul akibat usia mesin, peralatan, perlengkapan dan gedung yang menurunkan nilai investasi perusahaan.

Nilai depresiasi dihitung berdasarkan asumsi bahwa nilai suatu asset terjadi secara linear.

Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai depresiasi adalah:

$$\text{Depresiasi} = \frac{P-S}{N}$$

Dimana:

P = Nilai awal asset

S = Nilai Akhir asset

N = Umur

Besarnya pengaruh nilai penyusutan ditentukan berdasarkan umur barang sejak dibeli hingga lama pemakaian.

Tabel 4. 24 Rincian biaya depresiasi

No	Aset	P (Rp)	Sisa Nilai	N	D (Rp)
1	Bangunan	Rp 898,500,000.00	0.2	50	Rp 17,970,000.00
2	Mesin Produksi	Rp 702,000,000.00	0.1	10	Rp 70,200,000.00
3	Utilitas	Rp 17,314,000.00	0.1	10	Rp 1,731,400.00
4	Instalasi	Rp 25,367,000.00	0.1	10	Rp 2,536,700.00
5	Transportasi	Rp 59,200,000.00	0.1	10	Rp 5,920,000.00
6	Investaris	Rp 75,252,600.00	0.1	10	Rp 7,525,260.00
TOTAL					Rp 105,883,359.99

4.7.4 Biaya Pemeliharaan

Untuk menjaga agar modal perusahaan dapat tetap berfungsi dengan baik, perlu adanya biaya perawatan. Tujuan pemeliharaan yang paling penting adalah untuk memperpanjang usia kegunaan aset, menjamin kesediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi, menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan, dan menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut (Corder, 1992).

Biaya perawatan pada perusahaan ini dalam satu tahun adalah senilai 2% dari jumlah biaya pengadaan. Sehingga biaya perawatan dapat dilihat pada Tabel 4.25 dibawah.

Tabel 4. 25 Rincian biaya pemeliharaan

No	Aset	Nilai (Rp)	%	Biaya Pemeliharaan (Rp)
1	Bangunan	Rp 898,500,000.00	2	Rp 17,970,000.00
2	Mesin Produksi	Rp 702,000,000.00	2	Rp 14,040,000.00
3	Utilitas	Rp 17,314,000.00	2	Rp 346,280.00
4	Instalasi	Rp 25,367,000.00	2	Rp 507,340.00
5	Transportasi	Rp 59,200,000.00	2	Rp 1,184,000.00
6	Investaris	Rp 75,252,600.00	2	Rp 1,505,052.00
	TOTAL			Rp 35,552,672.00

4.6.5 Biaya Asuransi

Biaya asuransi adalah biaya yang diberikan kepada karyawan apabila terjadi hal-hal yang tidak diinginkan dalam proses produksi.

Tabel 4. 26 Biaya asuransi

No	Jenis yang diasuransikan	Nilai (Rp)	%Premi Asuransi	Harga Premi (Rp)
1	Bangunan	Rp 898,500,000.00	1	Rp 8,985,000.00
2	Mesin Produksi	Rp 702,000,000.00	1	Rp 7,020,000.00
3	Utilitas	Rp 17,314,000.00	1	Rp 173,140.00
4	Transportasi	Rp 59,200,000.00	1	Rp 592,000.00
5	Karyawan	Rp 1,212,729,000.00	5	Rp 60,636,450.00
TOTAL				Rp 77,406,590.00

4.7.6 Biaya Komunikasi dan Internet

Asumsi biaya yang dikeluarkan untuk komunikasi dan internet adalah sebagai berikut:

Asumsi biaya telepon/bulan = Rp. 100.000,00

Asumsi biaya internet/bulan= Rp. 250.000,00

Sehingga total biaya telepon & internet/bulan

= Rp. 100.000,00 + Rp. 250.000,00

= Rp. 350.000,00

Sehingga total biaya telepon dan internet selama satu tahun adalah

= Rp. 350.000,00 x 12 bulan

= Rp. 4.200.000,00/tahun

4.7.7 Biaya Pajak dan Retribusi

Berdasarkan Undang-Undang No. 28 Tahun 2009 Tentang Pajak Daerah dan Retribusi Daerah, Pajak Bumi dan Bangunan, Pedesaan dan Perkotaan merupakan salah satu jenis pajak daerah yang dapat dipungut daerah (Pajak Daerah).

Adapun berdasarkan Perda Kabupaten Bantul No. 18 Tahun 2011 Tentang Pajak Bumi dan Bangunan Pedesaan dan Perkotaan (PBB-P2), Objek PBB-P2 adalah Bumi dan atau bangunan yang dimiliki, dikuasai, dan atau dimanfaatkan oleh orang pribadi atau badan, kecuali kawasan yang

digunakan untuk kegiatan usaha perkebunan, perhutanan dan pertambangan.

Besarnya Nilai Jual Objek Pajak Tidak Kena Pajak (NJOPTKP) ditetapkan Rp. 10.000.000 (Sepuluh Juta Rupiah) untuk setiap wajib pajak,

1. Tarif
Pajak untuk Objek Pajak dengan NJOP sampai dengan Rp. 1.000.000.000,- (Satu Milyar Rupiah) ditetapkan sebesar 0,1 %
2. Tarif
Pajak untuk Objek Pajak dengan NJOP lebih besar dari Rp. 1.000.000.000,- (Satu Milyar Rupiah) ditetapkan sebesar 0,2 %.

Dengan ketentuan diatas, maka dapat ditentukan Pajak Bumi dan Bangunan yang harus dibayarkan sebagai berikut:

NJOP (Nilai Jual Objek Pajak)

= Rp. 3.423.250.000,00

NJOPTKP (Nilai Jual Objek Pajak Tidak Kena Pajak)

= Rp. 10.000.000,00

NJKP (Nilai Jual Kena Pajak)

= Rp. 3.423.250.000,00 – Rp. 10.000.000,00

= Rp. 3.233.250.000,00

PBB (Pajak Bumi dan Bangunan)

$$= 0,2\% \times \text{Rp. } 3.233.250.000,00$$

$$= \text{Rp. } 6.466.500,00$$

4.7.8 Biaya Promosi dan Pengiriman

Asumsi biaya Promosi per tahun adalah sebesar Rp. 13.500.000,00.

Asumsi biaya pengiriman produk ke berbagai daerah dengan berat produk/pcs 2,2 kg dan kapasitas produksi sebanyak 5451 pcs adalah 18.000/kg, maka biaya pengiriman produk yang dibutuhkan adalah sebesar

$$= 5451 \times 2,2 \text{ kg} \times \text{Rp. } 18.000,00$$

$$= \text{Rp. } 215.859.600,00$$

4.7.9 Biaya Kesejahteraan Karyawan

Fasilitas untuk kesejahteraan yang diberikan kepada karyawan adalah berupa seragam karyawan, uang makan dan THR.

- Seragam

Karyawan

Setiap karyawan akan diberikan 1 buah baju atasan kerja dalam setiap satu tahun dengan rincian sebagai berikut:

$$= \text{jumlah karyawan} \times \text{harga satuan}$$

$$= 42 \times \text{Rp. } 60.000,00$$

$$= \text{Rp. } 2.520.000,00$$

- Uang
 Makan
 Setiap karyawan akan diberikan layanan makan satu kali sehari selama satu tahun dengan rincian sebagai berikut:
 = Jumlah karyawan x harga makan x jumlah hari
 = 42 x Rp. 7.500,00 x 252 hari
 = Rp. 79.380.000,00
- Tunjangan
 Hari Raya (THR)
 Setiap karyawan akan diberikan THR ketika menjelang Hari Raya Idul Fitri dengan jumlah sesuai dengan gaji 1 bulan yaitu
 Rp. 101. 060.750,00
 Sehingga total biaya untuk kesejahteraan karyawan adalah
 = Seragam + Makan + THR
 = Rp. 2.520.000,00 + Rp. 79.380.000,00 + Rp. 101. 060.750,00
 = Rp. 182.960.750,00

4.7.10 Analisa Ekonomi

Analisa ekonomi berfungsi untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan atau tidak dan layak atau tidak layak jika didirikan. Suatu pabrik layak didirikan jika telah memenuhi beberapa syarat antara lain keamanan terjamin dan dapat mendatangkan keuntungan. Investasi pabrik merupakan dana atau modal yang dibutuhkan untuk membangun sebuah pabrik yang siap beroperasi termasuk untuk *startup*

dan modal kerja. Suatu pabrik yang didirikan tidak hanya berorientasi pada perolehan profit, tetapi juga berorientasi pada pengembangan modal yang dapat diketahui dengan melakukan uji kelayakan ekonomi pabrik.

Analisa kelayakan ekonomi yang diambil dalam menentukan keuntungan investasi pabrik ini adalah sebagai berikut:

1. Harga jual produk
2. Keuntungan *profitability*
3. Lama waktu pengembalian
 - a. Lama pengangsuran
 - b. *Pay Out Time* (POT)
4. Laju Pengembalian Biaya *Return of Investment (ROI)*
5. *Break Even Point* (BEP)
6. *Shut Down Point* (SDP)

Sebelum dilakukan analisa terhadap analisis diatas, maka perlu dilakukan perhitungan terhadap beberapa hal sebagai berikut

1. *Fixed*

Cost (Biaya Tetap)

Fixed Cost adalah biaya yang memiliki kecenderungan bersifat tetap dalam suatu proses produksi.

Tabel 4. 27 Biaya *fixed cost*

No	Analisis Ekonomi	Jumlah (Rp)
1	Depresiasi	Rp 105,883,359.99
2	Biaya Asuransi	Rp 77,406,590.00
3	Biaya Komunikasi	Rp 4,200,000.00
4	Pajak	Rp 6,466,500.00
5	Gaji Karyawan	Rp 1,212,729,000.00
TOTAL		Rp 1,406,685,449.99

2. *Variable Cost* (Biaya Tidak Tetap)

Variable Cost adalah biaya yang memiliki kecenderungan untuk berubah-ubah sesuai dengan besar produksi dan aktivitas perusahaan.

Tabel 4. 28 *Variable Cost*

No	Analisis Ekonomi	Jumlah (Rp)
1	Bahan Baku	Rp 760,212,104.00

2	Listrik & Bahan Bakar	Rp	39,261,635.00
3	Biaya Pengiriman Produk	Rp	215,859,600.00
4	Biaya Lain-Lain	Rp	7,775,261.04
TOTAL		Rp	1,023,108,600.04

4.7.11 Harga Jual

Biaya Tetap/Pcs

$$= \frac{\text{Fixed Cost}}{\text{Kapasitas /Tahun}}$$

$$= \frac{\text{Rp.1.406.685.449,99}}{5451}$$

$$= \text{Rp. 258.060,07}$$

Biaya Tidak Tetap/Pcs

$$= \frac{\text{Variable Cost}}{\text{Kapasitas /Tahun}}$$

$$= \frac{\text{Rp.1.023.108.600,04}}{5451}$$

$$= \text{Rp. 187.691,91}$$

Harga Pokok/Pcs

$$= \text{Harga Tetap/pcs} + \text{Harga Tidak Tetap/pcs}$$

$$= \text{Rp. } 258.060,07 + \text{Rp. } 167.691,91$$

$$= \text{Rp. } 445.751,98$$

Keuntungan/pcs

$$= 40\% \times \text{Rp. } 445.751,98$$

$$= \text{Rp. } 178.300,79$$

Harga pokok dan keuntungan

$$= \text{Rp. } 445.751,98 + \text{Rp. } 178.300,79$$

$$= \text{Rp. } 624.054,77$$

Pajak Penjualan

$$= 5\% \times \text{Rp. } 624.054,77$$

$$= \text{Rp. } 31.202,64$$

Harga Jual/Pcs

$$= \text{Rp. } 624.054,77 + \text{Rp. } 31.202,64$$

$$= \text{Rp. } 655.255,41$$

$$= \text{Rp. } 656.000$$

4.7.12 Analisa Keuntungan**Total Biaya Produksi**

$$= \text{Biaya Tetap} + \text{Biaya Tidak Tetap}$$

= Rp. 1.406.685.449,99 + Rp. 1.023.108.600,04

= Rp. 2.429.794.050,03

Harga Penjualan Produk

= Harga Jual x Kapasitas Produk/Tahun

= Rp. 656.000,00 x 5.451 Pcs/Tahun

= Rp. 3.575.856.000,00

Keuntungan Bersih

= Harga Penjualan Produk – Total Biaya Produksi

= Rp. 3.575.856.000,00 - Rp. 2.429.794.050,03

= Rp. 1.146.061,949,97

4.7.13 Analisa Kelayakan

Analisa kelayakan dilakukan untuk menentukan apakah sebuah perusahaan layak untuk dijalankan atau tidak. Perhitungan analisa kelayakan pada pra rancangan pabrik komposit tempat sampah ini adalah analisa *Break Even Point* (BEP), analisa *Shut Down Point* (SDP), *Pay Out Time* (POT) dan analisa *Return of Investment* (ROI).

Sales Annual (Sa)

= Kapasitas produksi/tahun x Harga Jual

= 5.451 pcs/tahun x Rp. 656.000,00

= Rp. 3.575.856,000,00

Regulated Annual (Ra)

Biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan secara rutin per tahun.

Biaya-biaya tersebut dapat dilihat pada tabel 4.29 biaya *regulated annual* berikut ini:

Tabel 4. 29 Biaya *regulated annual*

No	Keterangan	Jumlah (Rp)	
1	Promosi	Rp	13,500,000.00
2	Gaji Karyawan	Rp	1,212,729,000.00
3	Pemeliharaan	Rp	35,552,672.00
4	Kesejahteraan Karyawan	Rp	182,960,750.00
TOTAL		Rp	1,444,742,422.00

Shut Down Point

Shut Down Point adalah suatu tingkat produksi ketika menutup pabrik lebih menguntungkan daripada mengoperasikannya. Keadaan ini terjadi bila *output* produksi turun sampai di bawah BEP dan pada kondisi ketika *fixed annual* sama dengan selisih antara total *cost* dan total *sales*.

$$\begin{aligned} \%SDP &= \frac{0,3 \text{ Regulated Annual}}{\text{Sales Annual} - \text{Variable Annual} - 0,7 \text{ Regulated Annual}} \times 100\% \\ &= \frac{0,3 \times \text{Rp.1.444.742.422,00}}{\text{Rp. 3.575.856.000,00} - \text{Rp.1.023.108.600,04} - 0,7 \times \text{Rp.1.444.742.442,00}} \times 100\% \\ &= 28,12\% \end{aligned}$$

Kapasitas produksi pada saat SDP adalah

$$= \%SDP \times \text{Kapasitas Produksi/Tahun}$$

$$= 28,12\% \times 5451 \text{ pcs/tahun}$$

$$= 1.533 \text{ Pcs/Tahun}$$

Penjualan pada saat SDP adalah

$$= \text{Kapasitas produksi saat SDP} \times \text{Harga Jual}$$

$$= 1.533 \text{ Pcs/Tahun} \times \text{Rp. 656.000,00}$$

$$= \text{Rp. 1.005.468.665,75}$$

Return Of Investment (ROI)

Return Of Investment merupakan perkiraan keuntungan yang dapat diperoleh per tahun didasarkan pada kecepatan pengembalian modal tetap yang diinvestasikan (Timmerhaus, hal 198).

$$\begin{aligned} \%ROI &= \frac{\text{Keuntungan bersih per tahun}}{\text{Modal Tetap+Modal Kerja}} \times 100\% \\ &= \frac{\text{Rp 1.146.061.949,97}}{\text{Rp 4.145.133.600,00+Rp 2.028.113.000,04}} \times 100\% \\ &= 18,5 \% \end{aligned}$$

Pay Out Time (POT)

Pay Out Time merupakan waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang diinvestasikan atas dasar keuntungan setiap tahun setelah ditambah dengan penyusutan dan dihitung dengan menggunakan metode linier (Timmerhaus, hal 309).

$$\begin{aligned} POT &= \frac{\text{Modal Tetap+Modal Kerja}}{\text{Keuntungan Bersih}} \\ &= \frac{\text{Rp 4.145.133.600,00+Rp 2.028.113.000,04}}{\text{Rp 1.146.061.949,97}} \end{aligned}$$

$$= 5,39 \text{ tahun}$$

Break Even Point (BEP)

Break Even Point adalah titik yang menunjukkan jumlah biaya produksi sama dengan jumlah pendapatan. Jika pabrik dioperasikan dengan kapasitas di bawah titik BEP, maka pabrik akan mengalami kerugian. Sebaliknya, jika pabrik dioperasikan dengan kapasitas di atas titik BEP maka pabrik akan mendapatkan keuntungan.

$$\% \text{BEP} = \frac{F_a + 0,3 R_a}{S_a - V_a - 0,7 R_a} \times 100\%$$

$$= \frac{Rp.1.406.685.449,99 + 0,3 \times Rp.1.444.742.422,00}{Rp.3.575.856.000,00 - Rp.1.023.108.600,00 - 0,7 \times Rp.1.444.742.422,00} \times 100\%$$

$$= 40,70\%$$

Jumlah produk saat BEP

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

$$= 40,70 \% \times 5.451 \text{ pcs}$$

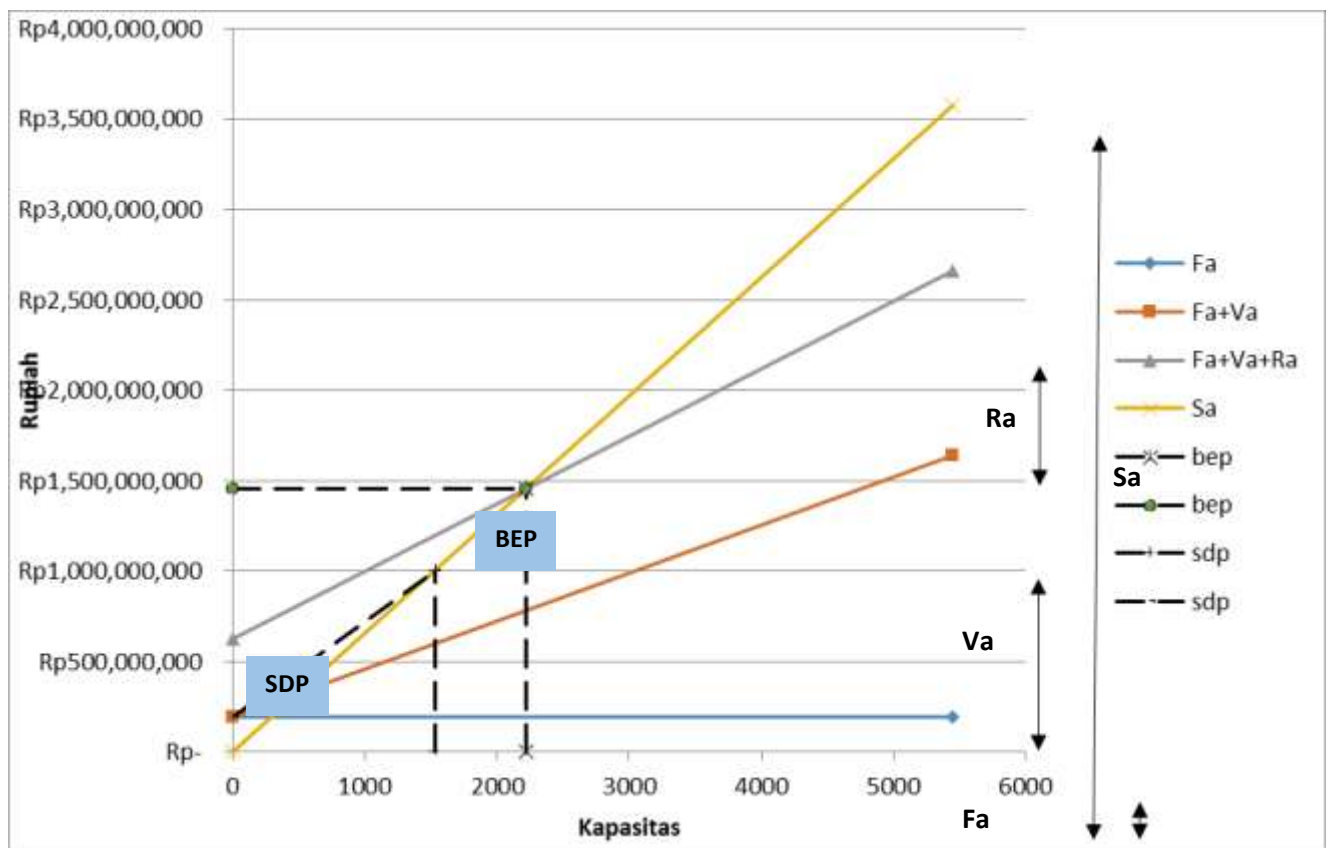
$$= 2.218 \text{ pcs}$$

Harga saat BEP

$$= \text{Jumlah produk saat BEP} \times \text{Harga jual}$$

$$= 2.218 \text{ pcs} \times Rp 656.000,00$$

= Rp 1,455,415,382.94



Gambar 4. 8 Grafik analisis kelayakan ekonomi

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa, baik yang ditinjau secara teknis maupun ekonomi, maka dalam pra rancangan pabrik komposit tempat sampah dengan penguat serat kaca (*fiberglass*) ini adalah sebagai berikut:

1. Pabrik komposit tempat sampah dengan penguat serat kaca (*fiberglass*) belum banyak berkembang di Indonesia, tetapi layak untuk dicoba selain untuk menambah pendapatan negara, juuga mendukung pengadaan fasilitas tempat sampah yang diatur dalam Undang-Undang No. 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah (UUPS).
2. Dari segi lokasi yaitu di Jl. Wonosari KM. 10, Sitimulyo, Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul, Yogyakarta dengan luas tanah 1.575 m² akan menguntungkan kemudahan dalam mendapatkan bahan baku, tenaga kerja, pengembangan pabrik, ketersediaan air dan listrik, serta mempunyai prospek pemasaran yang baik karena lokasinya yang tepat di lokasi industri.

3. Target penjualan pertahun adalah sebesar 5.451 pcs/tahun dengan bahan baku *fiberglass* serta resin dengan kebutuhan masing-masing 10.802 kg/tahun dan 9.178 kg/tahun.
4. Berdasarkan analisis ekonomi yang telah dihitung maka dapat diketahui bahwa:
 - Keuntungan yang diperoleh setelah pajak adalah Rp. 1.146.061.949,97
 - *Return of Investment* (ROI) setelah pajak sebesar 18,5%
 - *Pay Out Time* (POT) setelah pajak sebesar 5,39 Tahun.
 - *Break Even Point* (BEP) setelah pajak sebesar 40,70%
 - *Shut Down Point* (SDP) setelah pajak sebesar 28,12%

Dari hasil analisis ekonomi diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik Komposit Tempat Sampah dengan Penguat Serat Kaca (*Fiberglass*) ini layak untuk didirikan.

5.2 Saran

Produk Komposit Tempat Sampah dengan Penguat Serat Kaca (*Fiberglass*) dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan di masa mendatang yang dengan semakin meningkatnya populasi manusia, sampah akan semakin meningkat, dan fasilitas pembuangan sampah juga meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. *Open Molding*. <http://compositeslab.com/composites-manufacturing-processes/open-molding/>. Diakses pada 25 April 2018
- Anonim. Glas Craft. http://www.mccind.com/pdf_manuals_frp/B-410%20Chopper%20User%20Manual%20GC-1021%20REV.%2009.06.pdf. Diakses pada 25 April 2018.
- Anonim. 2015. *Pengelolaan Sampah Kebijakan Sampah Pemilahan Sampah*. <https://newberkeley.wordpress.com/2015/12/25/pengelolaan-sampah-kebijakan-sampah-pemilahan-sampah/>. Diakses pada 2 Juni 2018
- Anonim. *Penjelasan Uji Tarik*. <http://eprints.polsri.ac.id/3836/3/FILE%203%20%28%20BAB%20II%20%29.pdf>. Diakses pada 27 Juli 2018.
- ASTM A-370 *Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing*.
- ASTM D-3410 *Standard Test Method for Compressive Properties of Polymer Matrix Composite Materials with Unsupported Gage Section by Shear Loading*.
- Agus Dwi Catur, Paryanto D. S, dkk. 2014. *Sifat Mekanik Komposit Sandwich Berpenguat Serat Bambu Fiberglass Dengan Core Polyurethane Rigid Foam. Bahasa Indonesia Jurnal Online*. <http://rekayasamesin.ub.ac.id/index.php/rm/article/viewFile/206/198>. Diakses pada 26 Juli 2018

- Callister, William D. *Materials Science and Engineering an Introduction*, 4th edition. America. 1940.
- Clareyna, Eqitha Dea. *Pembuatan dan Karakteristik Komposit Polimer Berpenguat Bagasse*. 2013.
<https://media.neliti.com/media/publications/152028-ID-pembuatan-dan-karakteristik-komposit-pol.pdf>. Diakses pada 20 Maret 2018.
- Hindrayani, Aniek. *Manajemen Operasi*. Yogyakarta: Pohon Cahaya. 2010.
- Jonathan Oroh, Frans P Sappu, Romels Lumintang. 2013. *Analisis Sifat Mekanik Material Komposit Dari Serabut Kelapa*. Bahasa Indonesia Jurnal Online.
<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/poros/article/view/823/641>.
Diakses pada 15 Maret 2018.
- Mazumdar, Sanjay K. *Composites Manufacturing: Materials, Products, and Process Engineering*. Pp 21–100. Taylor and Francis Group. CRC Press. 2002.
- Muliawan, Dani. 2015. *Pengujian Mekanik*.
<https://www.scribd.com/document/257947388/Uji-Tarik>. Diakses pada 26 Juli 2018.
- Nastiti, Heni. *Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Metode Statistical Quality Control*. UPN Veteran. Jakarta. 2014.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 81 Tahun 2012 Tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga.

Poerba, Hartono. *Utilitas Bangunan*. Djambatan, Jakarta. 1995.

Praditya, Akbar. *Teknologi Material Komposit*. 2011.
https://www.academia.edu/31120747/TEKNOLOGI_MATERIAL_KOMPOSIT?auto=download. Diakses pada 6 Maret 2018.

Pupa, Faisal. *Metode Pembuatan Komposit*. 2011.
<http://faisalpupa.blogspot.co.id/2011/09/metoda-pembuatan-komposit.html>. Diakses pada 1 april 2017.

Rjrishabhjain. *Composite Application in Aerospace*. 2015.
<https://pt.slideshare.net/rjrishabhjain/seminar-on-composite-application-in-aerospace-engg>. Diakses pada 15 April 2018.

Rosdyana, Dewi. 2015. *Strategi Lokasi dan Tata Letak*.
<https://dewirosdyana.wordpress.com/2015/05/12/strategi-lokasi-dan-tata-letak/>. Diakses pada 15 April 2018

Setyanto, R. Hari. *Teknik Manufaktur komposit hijau dan aplikasinya*. 2012.
<https://jurnal.uns.ac.id/performa/article/viewFile/12618/10716> Diakses pada 7 Maret 2018.

SNI 07-0371-1998 Batang Uji Tarik.

T.Hani Handoko. *Dasar Manajemen Produksi & Operasi*. Salemba Empat. 2003.

Undang-Undang No. 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah. Lembaran
Negara RI No. 69 Tahun 2008.

Wiratama, Caesar. *Perbedaan Tempat Sampah Plastik dan Fiberglass*.2018.
[https://aeroengineering.co.id/2018/01/perbedaan-tempat-sampah-plastik-
dan-fiberglass/](https://aeroengineering.co.id/2018/01/perbedaan-tempat-sampah-plastik-dan-fiberglass/). Diakses pada 1 Maret 2018.