

No : TA/TK/2018/22

**PRA RANCANGAN PABRIK *WOOD PLASTIC*  
*COMPOSITE PAPAN DECK* DENGAN KAPASITAS  
25.260 LEMBAR/TAHUN**

**PERANCANGAN PABRIK**

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



Oleh :

Nama : Amithya Apsari

Nama : Septiani Aulia Putri

NIM : 14521105

NIM : 14521285

**KONSENTRASI TEKNIK TEKSTIL  
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2018**

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**PRA RANCANGAN PABRIK *WOOD PLASTIC*  
*COMPOSITE* PAPAN *DECK* DENGAN KAPASITAS  
25.260 LEMBAR/TAHUN**

**PERANCANGAN PABRIK**



Oleh :

Nama : Amithya Apsari

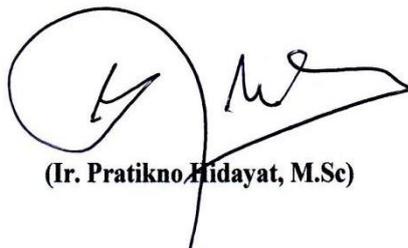
Nama : Septiani Aulia Putri

NIM : 14521105

NIM : 14521285

Yogyakarta, Juli 2018

Pembimbing,



(Ir. Pratikno Hidayat, M.Sc)

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**  
**PRA RANCANGAN PABRIK *WOOD PLASTIC***  
***COMPOSITE* PAPAN *DECK* DENGAN KAPASITAS**  
**25.260 LEMBAR/TAHUN**

**PERANCANGAN PABRIK**

**Oleh :**

**Nama : Amithya Apsari**

**Nama : Septiani Aulia Putri**

**NIM : 14521105**

**NIM : 14521285**

**Telah Dipertahankan Didepan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Tekstil  
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri**

**Universitas Islam Indonesia**

**Yogyakarta, 2 Agustus 2018**

**Tim Penguji,**

**Pratikno Hidayat, Ir., M.Sc.**

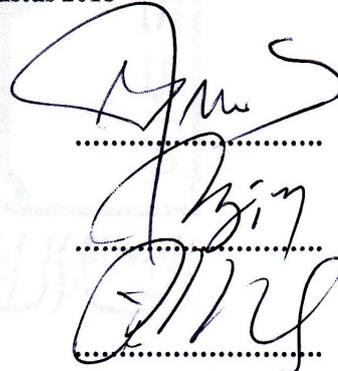
**Ketua**

**Tuasikal M. Amin, Ir., M.Sn**

**Penguji I**

**Asmanto Subagyo, M.Sc.**

**Penguji II**



**Mengetahui:**

**Ketua Program Studi Teknik Kimia  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia**



**Drs. Ir. Faisal R.M., MSIE, Ph.D**

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL PRA RANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Amithya Apsari

Nama :Septiani Aulia Putri

NIM : 14521105

NIM : 14521285

Yogyakarta, 2 Agustus 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 pernyataan ini dibuat, semoga dapat dipergunakan sebagai mana mestinya.



(Amithya Apsari)



(Septiani Aulia Putri)

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik sesuai rencana dan tepat pada waktunya. Shalawat serta salam semoga tetap tercurah pada junjungan kita Nabi Muhammad SAW.

Tugas Akhir yang berjudul **PRA RANCANGAN PABRIK *WOOD PLASTIC COMPOSITE* PAPAN *DECK* DENGAN KAPASITAS 25.260 LEMBAR/TAHUN** ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana strata 1 (S1) di Program Studi Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Tekstil Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Selesainya laporan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan semua pihak yang telah memberikan bimbingan kepada penulis demi tercapainya penulisan laporan tugas akhir yang baik sehingga laporan ini dapat terselesaikan, maka ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada :

1. Allah SWT. yang selalu memberi rahmat dan hidayah-Nya.
2. Kedua orang tua penulis yang selalu setia tulus dan ikhlas memberikan semangat serta kasih sayang kepada penulis.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Drs. Ir. Faisal RM, M.SIE, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

5. Bapak Ir. Pratikno Hidayat, M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan petunjuk serta saran sampai terselesainya Laporan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini.
6. Segenap Dosen Fakultas Teknologi Industri khususnya dosen Teknik Kimia dan Teknik Tekstil yang telah mendidik dan membimbing penulis.
7. Panji Kumala Setiawan yang sudah banyak membantu mengajarkan penulis dari semester 1 sampai semester 8.
8. Teman-teman jurusan Teknik Kimia Teknik Tekstil, angkatan 2014.
9. Dan semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, penulis menerima kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan laporan ini. Akhir kata, penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan pembaca.

Yogyakarta, 2 Agustus 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR JUDUL.....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS PRA RANCANGAN PABRIK.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xviii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>xx</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tinjauan Pustaka.....	8
1.2.1 Pengertian Komposit.....	8
1.2.2 Klasifikasi Komposit.....	9
1.2.2.1 Komposit Partikel.....	9
1.2.2.2 Komposit Serat.....	10
1.2.2.3 Komposit Struktural.....	11

1.2.3 Bagian Utama Komposit.....	11
1.2.3.1 <i>Reinforcement</i> (penguat).....	11
1.2.3.2 Matrik.....	12
1.2.4 Pengertian <i>Wood Plastic Composite</i> (WPC).....	14
1.2.5 Komponen pada WPC.....	16
1.2.5.1 Komponen Matrik.....	16
1.2.5.1.a <i>Thermosets</i> .....	16
1.2.5.1.b <i>Thermoplastics</i> .....	16
1.2.5.2 Komponen Kayu.....	17
1.2.5.2.a Jenis-jenis Kayu.....	18
1.2.5.2.b Ukuran Partikel pada Kayu.....	19
1.2.6 Metode Manufaktur WPC.....	19
1.2.6.1 <i>Compounding</i> .....	19
1.2.6.2 <i>Extrusion</i> .....	20
1.2.6.3 <i>Injection Moulding</i> .....	21
1.2.6.4 <i>Wet Process for Sheet Formation</i> .....	21
1.2.6.4.a Pemodelan 3D dengan WPC.....	21

## **BAB 2 PERANCANGAN PRODUK**

2.1 Spesifikasi Produk.....	23
2.2 Spesifikasi Bahan Baku.....	25

2.2.1 Spesifikasi Serbuk Kayu Jati sebagai <i>Reinforcement</i> WPC.....	25
2.2.2 Spesifikasi Resin Termoplastik sebagai Matrik WPC.....	29
2.2.3 Bahan Baku Pembantu.....	31
2.2.3.1 <i>Calcium</i> .....	32
2.2.3.2 <i>Calcium Stearate</i> .....	32
2.2.3.3 <i>EBS Wax</i> .....	34
2.2.3.4 <i>SCONA</i> .....	35
2.2.3.5 Antioksidan Irganox dan Irgafos.....	36
2.2.3.6 Tinuvin.....	37
2.3 Pengendalian Kualitas.....	37
2.3.1 Pengendalian Mutu Bahan Baku.....	39
2.3.2 Pengendalian Mutu Proses.....	39
2.3.3 Evaluasi Produk.....	39
2.3.3.1 Sifat Mekanik.....	40
2.3.3.2 Daya Tahan.....	44

### **BAB 3 PERANCANGAN PROSES**

3.1 Uraian Proses.....	47
3.1.1 <i>Material Preparation</i> .....	49
3.1.2 <i>Compounder / Blender</i> .....	49
3.1.3 <i>Material Feeding</i> .....	50

3.1.4 <i>Extrusion</i> .....	50
3.1.4.1 <i>Curing</i> .....	51
3.1.5 <i>Cutting</i> .....	51
3.1.6 <i>Specimen Testing</i> .....	51
3.1.6.1 Kadar Air.....	52
3.1.6.2 Daya Serap Air.....	52
3.1.6.3 Perubahan Tebal.....	53
3.1.6.4 Kerapatan.....	53
3.1.6.5 Keteguhan Lentur Statis.....	54
3.1.6.6 Kekerasan.....	55
3.1.6.7 Keteguhan Tekan.....	55
3.1.7 <i>Final Production</i> .....	56
3.1.8 <i>Waste</i> .....	56
3.2 Spesifikasi Mesin.....	56
3.2.1 Spesifikasi Mesin <i>Mixer</i> .....	56
3.2.2 Spesifikasi Mesin <i>Peletizer</i> .....	58
3.2.3 Spesifikasi Mesin <i>Wood Plastic Extruder</i> .....	59
3.2.4 Spesifikasi Mesin <i>Cutting</i> .....	60
3.2.5 Spesifikasi Mesin <i>Sander</i> .....	61
3.2.6 Spesifikasi Mesin <i>Recycled Wood Plastic Crusher</i> .....	62

3.2.7 Spesifikasi Mesin UTM.....	63
3.3 Perancangan Produksi.....	64
3.3.1 Kebutuhan Bahan Baku.....	64
3.3.1.1 Kebutuhan Serbuk Kayu.....	66
3.3.1.2 Kebutuhan HDPE sebagai Resin.....	66
3.3.1.3 Kebutuhan Aditif.....	67
3.3.2 Kebutuhan Mesin Produksi.....	69
3.3.2.1 Kebutuhan Mesin <i>Mixer</i> .....	70
3.3.2.2 Kebutuhan Mesin <i>Pelletizer</i> .....	71
3.3.2.3 Kebutuhan Mesin <i>Extruder</i> .....	71
3.3.2.4 Kebutuhan Mesin <i>Cutting</i> .....	72
3.3.2.5 Kebutuhan Mesin <i>Sander</i> .....	72
3.3.2.6 Kebutuhan Mesin <i>Crusher</i> .....	73
3.3.2.7 Kebutuhan Mesin UTM.....	73

#### **BAB IV PERANCANGAN PABRIK**

4.1 Lokasi Pabrik.....	74
4.2 Perencanaan Tata Letak Pabrik ( <i>Plan Layout</i> ).....	77
4.3 Perencanaan Tata Letak Mesin ( <i>Machines Plan Lay Out</i> ).....	84
4.4 Alir Proses Produksi.....	88
4.5 Perawatan Mesin.....	88

4.6 Pelayanan Teknik (Utilitas).....	91
4.6.1 Penyediaan Air.....	92
4.6.1.1 Perhitungan Kebutuhan Air.....	94
4.6.2 Sarana Komunikasi.....	99
4.6.3 Unit Penyediaan Listrik.....	99
4.6.3.1 Kebutuhan Listrik untuk Mesin Produksi.....	99
4.6.3.2 Kebutuhan Listrik untuk Non-Produksi.....	103
4.6.3.3 Kebutuhan Listrik untuk Lampu.....	107
4.6.3.4 Kebutuhan Listrik untuk AC dan Kipas Angin.....	118
4.6.3.5 Perhitungan Kebutuhan Bahan Bakar.....	122
4.7 Organisasi Perusahaan.....	124
4.7.1 Bentuk Organisasi Perusahaan.....	124
4.7.2 Struktur Organisasi.....	126
4.7.3 Tugas dan Wewenang.....	128
4.7.4 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji.....	139
4.7.5 Waktu Kerja Karyawan.....	143
4.7.6 Status dan Sistem Upah Karyawan.....	143
4.7.7 Rekrutmen Karyawan.....	144
4.7.8 Riset dan Pengembangan Perusahaan.....	145

4.7.9 Kesejahteraan Karyawan.....	147
4.8 Evaluasi Ekonomi.....	149
4.8.1 Modal Tetap ( <i>Fixed Capital Investment</i> ).....	150
4.8.1.1 Biaya Lahan dan Bangunan Pabrik.....	150
4.8.1.2 Biaya Mesin-mesin Produksi.....	150
4.8.1.3 Biaya Transportasi.....	151
4.8.1.4 Biaya Pelayanan Teknik (Utilitas).....	152
4.8.1.5 Biaya Inventaris Kantor.....	152
4.8.1.6 Biaya Instalasi dan Pemasangan.....	153
4.8.1.7 Biaya Notaris dan Perizinan.....	153
4.8.1.8 Biaya Training Karyawan.....	153
4.8.2 Modal Kerja ( <i>Working Capital Investment</i> ).....	154
4.8.3 Biaya Produksi ( <i>Manufacturing Cost</i> ).....	154
4.8.4 Sumber Pembiayaan.....	166
4.8.5 Harga Jual.....	168
4.8.6 Biaya Umum ( <i>General Expense</i> ).....	169
4.8.7 Analisa Keuntungan.....	170
4.8.8 Analisa Kelayakan.....	171
4.8.8.1 <i>Return On Investment (ROI)</i> .....	171
4.8.8.2 <i>Pay Out Time (POT)</i> .....	172

4.8.8.3 <i>Break Even Point (BEP)</i> .....	172
4.8.8.4 <i>Shut Down Point (SDP)</i> .....	174
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan.....	177
5.2 Saran.....	179
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>180</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>184</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Perkembangan Produksi Papan <i>Deck</i> Kayu.....	4
Tabel 1.2 Perkembangan Produksi Produk Papan <i>Deck</i> Partikel Komposit.....	5
Tabel 1.3 Peramala dengan Metode <i>Trend Linier</i> .....	6
Tabel 1.4 Prediksi Produksi Papan <i>Deck</i> WPC.....	7
Tabel 1.5 Produk Umum WPC, Kategori Produk, dan Proses Manufaktur.....	15
Tabel 2.1 (a) Spesifikasi Dimensi Produk Papan <i>Deck</i> WPC.....	24
Tabel 2.1 (b) Komposisi Bahan Baku pada Produk Papan <i>Deck</i> WPC.....	24
Tabel 2.2 Sifat-Sifat Kayu Jati.....	27
Tabel 3.1 Densitas Bahan Baku Pembuatan Papan <i>Deck</i> WPC.....	65
Tabel 3.2 Rekapitulasi Berat Kebutuhan (kg).....	68
Tabel 4.1 Ukuran Ruangan dalam <i>Plan Layout</i> .....	83
Tabel 4.2 Rekapitulasi Penggunaan Air Perusahaan.....	97
Tabel 4.3 Rekapitulasi Penggunaan Listrik Mesin Produksi & Non-Produksi....	106
Tabel 4.4 Jumlah Kuat Penerangan pada Ruang Produksi.....	109
Tabel 4.5 Rekapitulasi Daya Lampu Ruang Non-Produksi.....	117
Tabel 4.6 Rekapitulasi Kebutuhan AC Perusahaan.....	120
Tabel 4.7 Rekapitulasi Kebutuhan Kipas Angin Perusahaan.....	121

Tabel 4.8 Rekapitulasi Daya Listrik Terpasang.....	123
Tabel 4.9 Penggolongan Tenaga Kerja Berdasarkan Jabatan& Pendidikan.....	140
Tabel 4.10 Jumlah Biaya Lahan dan Bangunan Pabrik.....	150
Tabel 4.11 Jumlah Biaya Mesin-mesin Produksi.....	151
Tabel 4.12 Jumlah Biaya Transportasi.....	151
Tabel 4.13 Jumlah Biaya Utilitas.....	152
Tabel 4.14 Jumlah Biaya Inventaris Kantor.....	152
Tabel 4.15 Jumlah Biaya Instalasi dan Pemasangan.....	153
Tabel 4.16 Rekapitulasi Modal Tetap Perusahaan.....	154
Tabel 4.17 Biaya Bahan Baku.....	155
Tabel 4.18 Total Biaya Asuransi.....	160
Tabel 4.19 Total Nilai Depresiasi Perusahaan.....	161
Tabel 4.20 Total Biaya Perawatan.....	164
Tabel 4.21 Rekapitulasi <i>Variabel Cost</i> .....	164
Tabel 4.22 Rekapitulasi <i>Fixed Cost</i> .....	165
Tabel 4.23 Sumber Modal Perusahaan.....	166
Tabel 4.24 Rekapitulasi Biaya Ansuran Bank.....	167
Tabel 4.25 Rekapitulasi Biaya <i>Fixed Annual</i> .....	173

Tabel 4.26 Rekapitulasi Biaya <i>Regulate Annual</i> .....	173
--	-----

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Visualisasi Papan <i>Deck</i> WPC.....	25
Gambar 2.2 Serbuk Kayu Jati.....	28
Gambar 2.3 Polimerisasi dari <i>Polyethylene</i> .....	30
Gambar 2.4 Resin <i>Wicker</i> dan Biji Plastik.....	31
Gambar 2.5 <i>EBS Wax</i> .....	34
Gambar 3.1 <i>Flow</i> Proses Produksi Papan <i>Deck</i> WPC.....	48
Gambar 3.2 Mesin <i>Mixer</i> .....	58
Gambar 3.3 Mesin <i>Pelletizer</i> .....	59
Gambar 3.4 Mesin <i>Wood Plastic Extruder</i> .....	60
Gambar 3.6 Mesin <i>Sander</i> .....	62
Gambar 3.7 Mesin <i>Recyled Wood Plastic Crusher</i> .....	63
Gambar 3.8 Mesin UTM ( <i>Universal Testing Machine</i> ).....	64
Gambar 4.1 Tata Letak Pabrik Papan <i>Deck</i> WPC.....	82
Gambar 4.2 <i>Flowchart</i> Mesin Pembuatan Papan <i>Deck</i> WPC.....	85
Gambar 4.3 <i>Machines Plan Layout</i> .....	86
Gambar 4.4 Alir Proses Produksi.....	88
Gambar 4.5 Struktur Organisasi Pabrik Papan <i>Deck</i> WPC.....	127

Gambar 4.6 Mekanisme Perekrutan Karyawan Perusahaan.....	145
Gambar 4.7 Grafik Analisa Kelayakan Pabrik Papan <i>Deck</i> WPC.....	176

## ABSTRAK

Pra Rancangan Pabrik ini berkaitan dengan pembuatan *Wood Plastic Composite* (WPC) dengan produk berupa papan *deck*. Tujuan dari perancangan pabrik WPC adalah untuk membuat suatu alternative pengganti kayu, yaitu dengan memanfaatkan limbah kayu menjadi produk yang bermanfaat yaitu papan *deck*. WPC dapat memberikan kekuatan dan keindahan yang menyerupai kayu dengan daya tahan dan kelebihan serta keunggulan polimer atau plastik. Bahan baku penguat yang digunakan adalah 60% serbuk kayu jati dan 30% matrik biji plastik HDPE, serta 10% bahan bantu (aditif). Pabrik ini direncanakan didirikan di Jalan Raya Jepara-Bangsri KM 18 dengan luas 6.500 m<sup>2</sup>. Pabrik ini akan beroperasi pada tahun 2022 dengan kapasitas 25.260 lembar/tahun. Papan *deck* ini akan dijual dengan harga Rp 470.200,00 /lembar. Keuntungan bersih perusahaan dalam satu tahun sebesar Rp 2.843.888.670,00 dengan lama waktu pengembalian modal investasi 10 tahun 4 bulan dan untuk %BEP sebesar 51,69% ; %SDP sebesar 15,5% ; dan %ROI sebesar 9,7%. Selain itu, produk WPC memiliki pasar yang cukup baik dan dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan nilai tambah produksi hasil hutan Indonesia.

Kata-kata Kunci : WPC, serbuk kayu, plastik HDPE.

## ABSTRACT

*This preliminary plant related to manufacture of Wood Plastic Composite (WPC) with deck board as a product. The purpose of this preliminary plant is for making a wood replacement alternative, one of the most frequently used WPC products is tile for outdoors, as known as deck boards. WPC can provide wood-like strength and the magnificence with durability and advantages as well as the benefits of polymers or plastics. 60% powder wood of teak as a reinforcement and 30% seeds HDPE plastic as a matrix, and 10% auxiliary materials (additives). The factory will be established in Raya Jepara-Bangsri Street KM 18 with area 6,500 m<sup>2</sup>. The factory will start to operate on 2022 with capacity 25,260 sheets/year. This products will on sale with price Rp 470,200.00/sheet. The benefit of this factory is Rp 2,843,888,670.00 with pay out time 10 years 4 month and also the percent of BEP is 51,69% ; %SDP is 15.5% ; and %ROI is 9.7%. Besides the products has a good market in Indonesia and can be utilized to increase the added value of forest products in Indonesia.*

*Key Words : WPC, woodust, plastic HDPE.*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan teknologi bahan sudah sangat berkembang dari tahun ke tahun. Banyak industri yang sudah tidak lagi bergantung pada penggunaan logam sebagai material yang digunakan dalam memproduksi suatu barang. Bahan baku yang semakin terbatas, harga yang semakin tinggi, dan juga proses manufaktur yang rumit banyak membuat pelaku industri beralih dari material logam ke material non-logam. Banyak material non-logam yang telah diteliti dan dikembangkan diantaranya keramik, plastik, polimer, serta komposit.

Saat ini, penggunaan material komposit dalam bidang industri bukan lagi hal yang baru. Sifatnya yang dapat digunakan sesuai kebutuhan serta proses manufaktur yang relatif cukup mudah membuat material komposit menjadi suatu material yang cukup digemari dan sering digunakan di berbagai industri. Selain itu, densitas dari bahan komposit sangat kecil sehingga beratnya menjadi lebih ringan dibanding logam, tetapi sifat mekanik dari bahan komposit dapat menyamai atau terkadang melebihi material logam. Bahan komposit memiliki keunggulan seperti tahan terhadap korosi serta ramah lingkungan karena banyak bahan baku komposit yang berasal dari alam.

Salah satu bahan komposit yang berasal dari alam adalah kayu. Kayu merupakan salah satu bahan bangunan yang banyak digunakan untuk keperluan konstruksi, dekorasi, maupun *furniture*. Kayu juga memiliki banyak keunggulan dibandingkan bahan lain yaitu mudah dibentuk, memiliki sifat awet, ringan, mudah didapatkan, dan dapat terurai. Karakteristiknya yang cukup baik membuat kebutuhan kayu terus meningkat dari tahun ke tahun seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk. Peningkatan kebutuhan kayu ini layakanya perlu diperhatikan, mengingat sebagian besar produksi kayu berasal dari hutan.

Menurut Data Statistik Kementerian Kehutanan pada tahun 2013, kayu hasil hutan di Indonesia paling banyak digunakan sebagai kayu lapis yaitu mencapai 3,26 juta m<sup>3</sup> dalam jangka waktu setahun. Sedangkan menurut Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2015, jumlah produksi kayu bulat di Indonesia adalah sebesar 43,87 juta m<sup>3</sup>. Selain itu, total produksi kayu gergajian mencapai 1,93 juta m<sup>3</sup> per tahun dan kayu lapis mencapai 1,64 juta m<sup>3</sup>. Disamping produksinya yang cukup tinggi, potensi limbah industri penggergajian mencapai 50,2% dari bahan baku yang diolah, sementara potensi limbah industri kayu lapis mencapai 60% dari bahan baku yang diolah. Tingkat kebutuhan kayu dari hasil hutan yang terus meningkat membuat berbagai pihak tak jarang melakukan eksploitasi hutan secara besar-besaran. Pengambilan hasil hutan seakan tidak terkontrol dari tahun ke tahun ditambah maraknya penebangan liar (*illegal logging*). Kerusakan tersebut telah menimbulkan dampak lingkungan, ekonomi, dan sosial yang sangat serius. Hal ini menyebabkan pengambilan hasil hutan semakin diperketat dan membuat harga kayu menjadi semakin mahal.

Sementara itu, pengolahan limbah kayu baik yang berupa serpihan atau tatal kayu dan serbuk atau partikel kayu hampir tidak dimanfaatkan dengan baik, seringkali limbah kayu hanya digunakan untuk bahan bakar yang rendah nilai ekonominya atau bahkan terkadang dibuang. Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan nilai ekonomi limbah kayu tersebut adalah dengan menjadikannya sebagai bahan baku pembuatan material komposit, sehingga produk yang dihasilkan dapat dimanfaatkan dengan luas diantaranya untuk konstruksi rumah, keperluan rumah tangga, produk meubel, panel-panel, aksesoris, dll.

*Wood Plastic Composite* (WPC) adalah alternatif pengganti kayu masa kini. merupakan bahan komposit hasil pencampuran limbah kayu berupa serbuk kayu dengan limbah plastik berupa biji-biji plastik yang dibentuk melalui proses ekstrusi. WPC dapat memberikan kekuatan dan keindahan yang menyerupai kayu dengan daya tahan dan kelebihan serta keunggulan polimer atau plastik. Salah satu produk WPC yang sering digunakan adalah papan *deck* atau papan ubin untuk di luar rumah (*outdoor*). Negara Indonesia pun salah satu negara yang menggunakan papan *deck* yang terbuat dari kayu. Seperti data yang tersedia pada Tabel 1.1 yang bersumber pada Badan Pusat Statistik Indonesia tentang perkembangan produksi papan *deck* kayu dari tahun 2012 sampai dengan tahun 2016, menunjukkan bahwa produksi papan *deck* di Indonesia masih dibutuhkan dari tahun ke tahun.

**Tabel 1.1 Perkembangan Produksi Papan *Deck* Kayu**

Tahun	Berat (kg)
2012	13.250.373
2013	14.819.334
2014	12.044.092
2015	8.232.480
2016	4.188.440

Dari data yang ditunjukkan pada Tabel 1.1 terjadi penurunan yang cukup signifikan dari tahun 2013 sampai tahun 2016. Dari hasil prediksi produksi papan *deck* kayu dengan menggunakan metode *trend linier* menunjukkan permintaan produksi papan *deck* kayu terus mengalami penurunan. Hal ini dapat terjadi dikarenakan lahan hutan yang menyempit sehingga pasokan kayu berkurang, sedangkan permintaan kayu yang meningkat menyebabkan harga kayu semakin mahal.

Maka dari itu kami merencanakan untuk membuat suatu perancangan pabrik yang dapat menghasilkan papan *deck* berbahan WPC (*Wood Plastic Composite*) yang dapat digunakan sebagai alternatif pengganti kayu, yaitu dengan memanfaatkan limbah berupa serbuk kayu (partikel kayu) menjadi produk yang bermanfaat. Pada Tabel 1.2 adalah data permintaan konsumen terhadap produk

papan *deck* dengan partikelkomposit di Indonesia yang bersumber dari Badan Pusat Statistik Indonesia dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2017.

**Tabel 1.2 Perkembangan Produksi Produk Papan *Deck* menggunakan Partikel Komposit**

<b>Tahun</b>	<b>Berat (kg)</b>
2013	1.839.220
2014	2.976.674
2015	1.884.432
2016	1.339.287
2017	1.952.107

Kapasitas pabrik didapat melalui peramalan dengan metode *trend linier*. Pada Tabel 1.2 terdapat data permintaan konsumen terhadap produk papan *deck* dengan menggunakan partikel komposit di Indonesia yang bersumber dari Badan Pusat Statistik Indonesia dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2017. Dengan rumus,

$$Y = A + Bx$$

Dimana,

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

$$B = \frac{\sum(x.y)}{\sum x^2}$$

A = Rata-rata permintaan masa lalu

B = Koefisien yang menunjukkan perubahan setiap tahun

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

X = Waktu tertentu yang telah diubah dalam kode (tahun ke-)

Maka diperoleh :

**Tabel 1.3 Peramalan dengan Metode *Trend Linier***

<b>Tahun</b>	<b>y (kg)</b>	<b>x</b>	<b>x<sup>2</sup></b>	<b>x.y</b>
2013	1.839.220	-2	4	-3.678.440
2014	2.976.674	-1	1	-2.976.674
2015	1.884.432	0	0	0
2016	1.339.287	1	1	1.339.287
2017	1.952.107	2	4	3.904.214
<b>Jumlah</b>	<b>9.991.720</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>-1.411.613</b>

Dengan,

$$A = \frac{9.991.720}{5}$$

$$= 1.998.344$$

$$B = \frac{-1.411.613}{10}$$

$$= -141.161$$

Sehingga diperoleh :

$$Y = 1.998.344 + (-141.161)x$$

Dikarenakan pendirian pabrik ini akan dilakukan pada tahun 2022, sehingga diperoleh kebutuhan konsumen terhadap papan *deck* WPC dengan metode *trend linier* ditunjukkan pada Tabel 1.4 berikut ini,

**Tabel 1.4 Prediksi Produksi Papan *Deck* WPC**

<b>Tahun</b>	<b>X</b>	<b>Berat (kg/tahun)</b>
2018	3	1.574.861
2019	4	1.433.699
2020	5	1.292.537
2021	6	1.151.376
2022	7	1.010.215

Dimana nilai  $x = 7$  adalah kebutuhan papan *deck* pada tahun ke-7, yaitu tahun 2022. Namun demikian, direncanakan dalam tugas prarancangan pabrik ini hanya mengambil 25% dari total kebutuhan konsumen terhadap papan *deck* WPC yaitu 1.010.215, sehingga kapasitas produk yang akan dibuat pada tahun 2017 adalah,

$$= 25\% \times 1.010.215 = 252.553,73 \text{ kg/tahun} \approx 252.600 \text{ kg/tahun}$$

Berat satu buah papan *deck* adalah 10 kg sehingga,

$$= \frac{252.600 \text{ kg/tahun}}{10 \text{ kg/lembar}}$$

$$= 25.260 \text{ lembar/tahun}$$

Berdasarkan data diatas pabrik papan *deck* WPC ini pada tahun 2022 dengan kapasitas 252.600 kg/tahun atau setara dengan 25.260 lembar/tahun, pabrik ini

dapat memenuhi 25% dari total kebutuhan papan *deck* di Indonesia dan dengan kualitas yang dapat bersaing.

Produk WPC memiliki pasar yang cukup baik dan dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan nilai tambah produksi hasil hutan Indonesia. Kedepannya potensi keberadaan industri WPC di Indonesia semakin berkembang, diperkirakan akan semakin meningkat mengingat banyak industri pengolahan kayu yang kesulitan memperoleh bahan bakunya, sehingga diperlukan inovasi produk komposit yang sesuai dengan potensi bahan baku Indonesia dimasa mendatang.

## **1.2 Tinjauan Pustaka**

### **1.2.1 Pengertian Komposit**

Pada dasarnya, komposit dapat diartikan sebagai kombinasi antara dua material atau lebih yang berbeda sifat dan perbedaan itu dapat dilihat secara mikroskopik yang tersusun dari dua komponen yakni matrik (*resin*) dan penguat (*reinforcement*)(Yudhanto, 2007; Sahari, dkk, 2009).Penguat (*reinforcement*) ini dapat berupa partikel atau serat. Suatu jenis bahan berupa potongan-potongan komponen yang membentuk jaringan memanjang, yang berfungsi memperkuat matrik disebut serat (Yudhanto, 2007). Komposit memiliki definisi dasar yaitu submikro (nano), mikrostruktur, makrostruktur. Submikro (nano) adalah material matrik yang dapat didefinisikan sebagai fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar disusun dari dua atom atau lebih yang terletak pada molekul tunggal dan kisi kristal, contohnya senyawa, paduan (*alloy*) polimer, keramik.Mikrostruktur merupakan material yang disusun dari dua fase atau

senyawa. Makrostruktur merupakan material yang disusun dari campuran dua atau lebih penyusun makro yang berbeda dalam bentuk dan komposisi yang tidak larut satu sama lain atau definisi secara makro ini yang biasa dipakai dalam mendefinisikan komposit.

### **1.2.2 Klasifikasi Komposit**

Secara umum bahan komposit terdiri dari dua jenis, yaitu bahan komposit partikel (*particulate composite*) dan bahan komposit serat (*fiber composite*). Bahan komposit partikel terdiri dari partikel-partikel yang diikat oleh matrik. Bentuk partikel ini dapat bermacam-macam seperti bulat, kubik, tetragonal atau bahkan berbentuk yang tidak beraturan secara acak. Sedangkan bahan komposit serat terdiri dari serat-serat yang diikat oleh matrik. Bentuknya ada dua macam yaitu serat panjang dan serat pendek.

#### **1.2.2.1 Komposit Partikel**

Komposit partikel merupakan komposit yang menggunakan partikel atau serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matrik. Komposit partikel merupakan produk yang dihasilkan dengan menempatkan partikel-partikel dan sekaligus mengikatnya dengan suatu matrik bersamaan dengan satu atau lebih unsur-unsur perlakuan seperti panas, tekanan, kelembaban, katalisator, dll. Dalam struktur komposit, bahan komposit partikel tersusun dari partikel-partikel yang menurut definisinya partikel ini memiliki beberapa macam bentuk seperti bulat, kubik, tetragonal atau bahkan tak beraturan, tetapi rata-rata berdimensi sama. Bahan komposit partikel umumnya digunakan sebagai pengisi

dan penguat bahan komposit keramik (*ceramic matrix composite*). Bahan komposit partikel pada umumnya lebih lemah dibanding bahan komposit serat. Bahan komposit partikel mempunyai keunggulan, seperti ketahanan terhadap aus, tidak mudah retak, dan mempunyai daya pengikat dengan matrik yang baik, sedangkan kelemahannya yaitu dari ketangguhan patahnya yang lebih rendah dibandingkan dengan serat panjang.

### **1.2.2.2 Komposit Serat**

Unsur utama komposit serat adalah pada serat yang mempunyai banyak keunggulannya, oleh karena itu bahan komposit serat yang paling banyak dipakai. Bahan komposit serat terdiri dari serat-serat yang terikat oleh matrik yang saling berhubungan. Bahan komposit serat ini terdiri dari dua macam, yaitu serat panjang (*continuous fiber*) dan serat pendek (*short fiber* dan *whisker*). Penggunaan bahan komposit serat sangat efisien dalam menerima beban dan gaya. Karena itu bahan komposit serat sangat kuat dan kaku bila dibebani searah serat, sebaliknya sangat lemah bila dibebani dalam arah tegak lurus serat.

Komposit serat dalam dunia industri mulai dikembangkan daripada menggunakan bahan partikel. Bahan komposit serat mempunyai keunggulan utama yaitu *strong* (kuat), *stiff* (tangguh), dan lebih tahan terhadap panas pada saat didalam matrik (Schwartz, 1984). Dalam pengembangan teknologi pengolahan serat, pembuatan serat sekarang semakin diunggulkan dibandingkan material-material yang digunakan. Cara yang digunakan untuk mengkombinasi serat berkekuatan tarik tinggi dan bermodulus elastisitas tinggi adalah dengan matrik

yang bermassa ringan, berkekuatan tarik rendah, serta bermodulus elastisitas rendah makin banyak dikembangkan guna memperoleh hasil yang maksimal. Komposit umumnya menggunakan bahan plastik yang merupakan material yang paling sering digunakan sebagai bahan pengikat seratnya, selain itu plastik mudah didapat dan mudah dalam perlakuannya daripada bahan dari logam yang membutuhkan bahan sendiri.

### **1.2.2.3 Komposit Struktural**

Komposit struktural dibentuk oleh penguat-penguat yang memiliki bentuk lembaran. Berdasarkan struktur, komposit dapat dibagi menjadi dua struktur yaitu struktur *laminat* dan struktur *sandwich*. *Laminat* adalah gabungan dari dua atau lebih lamina yang membentuk elemen struktur secara integral pada komposit.

Komposit *sandwich* merupakan komposit yang tersusun dari 3 lapisan yang terdiri dari 3 lapisan yaitu *flat composite (metal sheet)* sebagai kulit permukaan (*skin*) serta material inti (*core*) di bagian tengahnya. *Core* yang biasa dipakai adalah *polyuretan (PU)*, *polyvinil clorida (PVC)*, dan *honeycomb*. Komposit *sandwich* dapat diaplikasikan sebagai struktural maupun non-struktural bagian internal dan eksternal pada kereta, bus, truk, dan jenis kendaraan lainnya.

## **1.2.3 Bagian Utama Komposit**

### **1.2.3.1 Reinforcement (Penguat)**

Salah satu bagian utama dari komposit adalah *reinforcement*(penguat) yang berfungsi sebagai penanggung beban utama pada komposit.

### 1.2.3.2 Matrik

Matrik adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar (dominan). Matrik mempunyai fungsi untuk mentransfer tegangan ke serat secara merata, melindungi serat dari gesekan mekanik, memegang dan mempertahankan serat pada posisinya, melindungi dari lingkungan yang merugikan, tetap stabil setelah proses manufaktur.

Sifat-sifat matrik (Ellyawan, 2008):

- a. Sifat mekanis yang baik
- b. Kekuatan ikatan yang baik
- c. Ketangguhan yang baik
- d. Tahan terhadap temperatur

Menurut Gibson (1994) matrik dalam struktur komposit dapat dibedakan menjadi:

1. Komposit Matrik Polimer (*Polymer Matrix Composite* - PMC)

Komposit bahan ini merupakan bahan komposit yang sering digunakan, biasa disebut polimer berpenguat serat (FRP - *Fibre Reinforced Polymers or Plastics*). Bahan ini menggunakan suatu polimer berbahan resin sebagai matriknya dan suatu jenis serat seperti kaca, karbon, dan aramid (kevlar) sebagai penguatnya.

Komposit ini bersifat:

- a. Biaya pembuatan lebih rendah
- b. Dapat dibuat dengan produksi massal
- c. Ketangguhan baik
- d. Tahan simpan
- e. Siklus pabrikan dapat dipersingkat
- f. Kemampuan mengikuti bentuk
- g. Lebih ringan

Keuntungan dari PMC:

- 1) Ringan
  - 2) *Specific Stiffness* tinggi
  - 3) *Specific Strength* tinggi
  - 4) *Anisotropy*
2. Komposit Matrik Logam (*Metal Matrix Composite* - MMC)

Bahan ini menggunakan suatu logam seperti aluminium sebagai matrik dan penguatnya dengan serat seperti silikon karbida. Material MMC mulai dikembangkan sejak tahun 1996. Kelebihan MMC dibandingkan dengan PMC adalah transfer tegangan dan regangan yang baik, ketahanan terhadap temperatur tinggi, tidak menyerap kelembapan, tidak mudah terbakar, kekuatan tekan dan geser yang baik serta ketahanan aus

dan muai termal yang lebih baik, sedangkan kekurangan MMC biayanya mahal dan standarisasi material dan proses yang sedikit. Sifat matrik pada MMC antara lain mempunyai keuletan yang tinggi, mempunyai titik lebur yang rendah, dan mempunyai densitas yang rendah.

### 3. Komposit Matrik Keramik (*Ceramic Matrix Composite* - CMC)

CMC merupakan material 2 fasa dengan 1 fasa berfungsi sebagai *reinforcement* dan 1 fasa sebagai matrik. Bahan ini menggunakan keramik sebagai matrik dan diperkuat dengan serat pendek, atau serabut-serabut (*whiskers*) dimana terbuat dari silikon karbida atau boron nitride. Matrik yang sering digunakan pada CMC adalah gelas anorganik, keramik gelas, alumina dan silikon nitrida. Keuntungan dari CMC diantaranya dimensinya stabil bahkan lebih stabil dari pada logam, sangat tangguh bahkan hampir sama dengan ketangguhan dari cast iron, mempunyai karakteristik permukaan yang tahan aus, unsur kimianya stabil pada temperature tinggi, tahan pada temperatur tinggi (*creep*), kekuatan dan ketangguhan tinggi serta ketahanan terhadap korosi. Kerugian dari CMC adalah sulit untuk diproduksi dalam jumlah besar, relative mahal dan *non-cot effective* hanya untuk aplikasi tertentu.

#### 1.2.4 Pengertian *Wood Plastic Composite* (WPC)

Perkembangan teknologi, khususnya di bidang papan komposit, telah menghasilkan produk komposit yang merupakan gabungan antara serbuk kayu dengan plastik daur ulang (polimer). Teknologi ini berkembang pada awal 1990-

an di Jepang dan Amerika Serikat. Dengan teknologi ini dimungkinkan pemanfaatan serbuk kayu dan plastic (polimer) secara maksimal, dengan demikian akan menekan jumlah limbah yang dihasilkan.

WPC merupakan rekayasa teknologi untuk menggabungkan sifat kayu dan sifat plastik, untuk mendapatkan material baru yang memiliki sifat keunggulan kedua bahan penyusunnya. Yaitu kayu yang memiliki sifat keras serta terlihat natural, dan plastik yang memiliki sifat awet. WPC mirip sekali dengan kayu dalam penampakan, bau, tekstur, tapi juga memiliki sifat plastik yang tahan jamur, anti rayap, tahan cuaca lembab dan panas. Tabel 1.5 menunjukkan beberapa produk umum WPC, kategori produk dan proses manufakturing yang di produksi industri WPC umumnya yang berada di Negara Eropa.

**Tabel 1.5 Produk Umum WPC, Kategori Produk, dan Proses Manufaktur**

Produk	Kategori produk	Proses Manufaktur
Papan <i>deck</i> /ubin, dan bingkai jendela	Konstruksi, <i>outdoors</i>	<i>Extrusion</i> dan <i>Injection moulding</i>
<i>Furniture</i> taman dan pagar	Taman/kebun, <i>outdoors</i>	<i>Extrusion</i>
Interior otomotif dan komponen mesin (terkena temperatur kurang dari 110 °C)	Otomotif	<i>Extrusion, injection moulding</i> dan <i>sheet forming</i>
Bagian <i>furniture</i> dan <i>furniture</i>	Perumahan dan interior	<i>Extrusion</i> dan <i>Injection moulding</i>
<i>Packaging</i> , komponen untuk <i>games</i> , elektronik rumah tangga, dan perangkat lainnya	<i>Consumer goods</i> , interior, dan <i>outdoors</i>	<i>Extrusion</i> dan <i>Injection moulding</i> , FDM

## **1.2.5 Komponen pada WPC**

Produk dari WPC terdiri dari dua bahan utama dan dengan fasa yang berbeda. Salah satu fasanya adalah matrik yang memiliki komponen berbeda ketika digabungkan dan saling menyalurkan beban diantara masing-masing komponen. Matrik pada WPC diantaranya *thermoset* atau umumnya *thermoplastic polymer*. Fasa utama lainnya yaitu ada pada komponen kayu. Komponen kayu berfungsi sebagai penguat (*reinforcement*) pada suatu komposit.

### **1.2.5.1 Komponen Matrik**

#### **1.2.5.1.a *Thermosets***

*Thermosets* masuk dalam kategori komposit Matrik Polimer (*Polymer Matrix Composite - PMC*). *Thermosets* adalah polimer yang setelah dileburkan (*curing*) tidak dapat meleleh atau diproses untuk penggunaan tipe yang sama. Dari keadaan cair, polimer ini dileburkan menjadi bentuk padat yang secara kimia saling bertukar ikatan. Sifat mekanik dari polimer ini datang dari inisial unit molekuler dan massa jenis yang terbentuk selama proses *curing* (Hull and Clyne, 1996). Umumnya *thermosets* yang digunakan adalah *urea-formaldehyde*, *phenol-formaldehyde*, *epoxy*, dan *polyamides*.

#### **1.2.5.1.b *Thermoplastics***

*Thermoplastics* masuk dalam kategori komposit Matrik Polimer (*polymer Matrix Composite - PMC*). *Thermoplastics* adalah polimer yang dapat dipanaskan dan dilunakkan, didinginkan dan dikeraskan, dan kemudian dapat kembali

dilunakkan selama sifat karakteristiknya tetap terjadi dari awal pemakaian. Tidak seperti *thermosets*, polimer ini tidak mengalami pertukaran ikatan melainkan mengandalkan sifat dari unit monomernya; berat molekul yang besar; dan keadaan dari rantai polimer untuk kinerja mekaniknya (Hull dan Clyne, 1996). *High Density Polyethylene* (HDPE), *polypropylene* (PP), dan *polyvinyl chloride* (PVC) adalah matrik yang paling sering digunakan dalam pembuatan WPC dengan menggunakan *thermoplastics* (Klyosoc, 2007). *Thermoplastic* diproses dengan temperatur yang relatif rendah dibawah degradasi temperatur kayu (180 – 200 °C).

#### **1.2.5.2 Komponen Kayu**

Kayu dapat menjadi material pengisi (*filler*) atau penguat (*reinforcement*) yang sudah digunakan pada komposit dari ribuan tahun yang lalu. Kayu memiliki banyak keuntungan, diantaranya adalah harga yang cukup rendah; relatif memiliki kekuatan yang tinggi serta memiliki rasio berat; masa jenis yang rendah; relatif lembut dan mudah digabungkan dengan produksi plastik yang ada; dapat mengimbangi jumlah polimer yang digunakan; serta sumber yang terbarukan (Wolcott and Englund 1999; Clemons 2002; Farsi 2012).

Material kayu yang digunakan pada WPC dapat berasal dari sumber yang masih baru atau sering juga berasal dari limbah industri seperti industri perabotan dari penggergaji kayu, pemecah kayu atau bekas pembongkaran dari suatu gedung diperkotaan. Material ini kemudian akan dikelupas dan digiling menjadi bentuk akhir yaitu partikel kayu (serbuk kayu).

Biasanya partikel berukuran kurang dari 1 mm dan memiliki rasio distribusi aspek yang lebar (Wang, 2007). Partikel ini terdiri dari kumpulan serat pendek daripada serat kayu individu yang panjang.

#### **1.2.5.2.a Jenis-jenis Kayu**

Jenis kayu yang digunakan pada WPC biasanya ditentukan dari lokasi geografisnya, ketersediaannya, dan harganya. Jenis kayu yang digunakan mempengaruhi aspek penting pada produksi WPC seperti kontabilitas kimia dan konstruksi mekaniknya. Menurut penelitian oleh Berger dan Stark pada tahun 1997, menemukan bahwa kayu keras memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi dan memiliki deflesi panas sehingga lebih baik untuk pembuatan WPC dibanding dengan kayu yang lunak.

Salah satu pertimbangan dalam pemilihan kayu adalah mikro struktur pada kayu itu sendiri. Luas permukaan yang efektif untuk bereaksi dengan polimer dan derajat penetran polimer di dalam struktur kayu mempengaruhi sifat pada komposit tersebut. Jenis kayu dengan area *interfacial* yang tinggi akan meningkatkan jumlah *interlocking* mekanik pada polimer dan struktur kayu. Derajat penetran polimer dan struktur kayu mempengaruhi komposisi pada polimer dengan berat molekulnya. Komponen berat molekul yang rendah dapat sangat mudah untuk penetran pada struktur kayu, selain itu kontribusi pada sifat mekanik dan keseimbangan optimum juga harus ditemukan untuk pembuatan WPC.

### **1.2.5.2.b Ukuran partikel pada kayu**

Ukuran dan geometri pada partikel kayu yang digunakan pada WPC mempengaruhi alur/karakteristik perawatan dan sifat mekaniknya. Ukuran partikel ditandai dengan ukuran ruang *mesh* pada saringan yang dilewati partikel. Ukuran *mesh* mengacu pada berapa banyak bukaan pada saringan dalam 2.54 cm<sup>2</sup>. Contohnya, 100 *mesh* pada saringan memiliki 100 bukaan dalam 2.54 cm<sup>2</sup>. Semakin tinggi angka *mesh* maka akan semakin kecil partikelnya. Ukuran *mesh* pada partikel yang digunakan pada WPC akan bervariasi tergantung pada sifat serta hasil akhir produk, dan paling umum dari 10 sampai 80 *mesh* (Patterson 2001; Clemons 2002).

WPC dengan ukuran partikel yang besar mengandung lebih banyak konsentrasi tekanan yang mempengaruhi dampak energi pada produk. Aspek yang paling penting adalah rasio partikel yang merupakan panjang dibagi dengan lebar sumbu minor terbesar partikel. Umumnya, bila ada partikel dengan rasio aspek yang lebih besar, ada potensi transfer beban yang lebih efektif antara matrik dan partikel yang mengarah ke sifat mekanik yang lebih baik (Schwarzkopf and Muszynski, 2015).

## **1.2.6 Metode Manufaktur WPC**

### **1.2.6.1 *Compounding***

*Compounding* adalah penggabungan komponen kayu dan polimer secara bersamaan. Sangat penting untuk menyalurkan partikel kayu secara merata ke

seluruh polimer cair selama proses penggabungan. Dispersi ini sangat penting dengan tingginya kepadatan pada WPC. Dispersi dan pembasahan yang tepat memungkinkan transfer beban yang seragam dan lebih efektif terjadi di seluruh komposit. Jika penggabungan tidak tepat, komposit akan mengurangi sifat mekanik dibandingkan dengan penggabungan yang optimal dan meningkatkan resiko masalah daya tahan. Setelah penggabungan, material dapat langsung dibentuk menjadi hasil akhir produk atau dapat dimasukkan ke dalam palet untuk digunakan nanti.

#### **1.2.6.2 Extrusion**

Mayoritas dari WPC diekstruksi ke linier yang lebih panjang untuk digunakan sebagai papan *deck*, papan, pagar, dll. Pengekstrusi mempunyai dua tujuan utama yaitu penggabungan kayu dan polimer, dan kemudian membentuk bentuk profil ekstrusi.

Komponen kayu dan polimer diukur dan dimasukkan ke dalam alat ekstrusi dan dicampur menggunakan konfigurasi sekrup tunggal atau kembar. Sekrup berfungsi untuk mencampurkan dan memindahkan setiap material. Campuran dipanaskan melalui gesekan antara campuran barel, sekrup, campuran polimer kayu dan juga oleh zona panas di sepanjang barel alat pengestruksinya. Sekrup ganda terkadang digunakan sebagai unit *compounding* untuk memproduksi pelet bekas.

### **1.2.6.3 Injection moulding**

*Injection moulding* tidak sering digunakan untuk WPC, tetapi dapat digunakan untuk membuat bentuk yang lebih kompleks untuk berbagai produk. Tahap pertama pada *injection moulding* ini sama seperti pengestruksian, tetapi sebagai gantinya campuran dipaksakan untuk mencair, bahan campuran disuntikkan ke dalam cetakan. Setelah campuran kayu ini sudah berada di cetakan, kemudian didinginkan dan dikeluarkan untuk persiapan dibentuk.

### **1.2.6.4 Wet Process for Sheet Formation**

Lembaran pada WPC sering digunakan dalam industri otomotif, baik itu diproses dengan alat pengestruksi atau dibentuk dengan *wet process* (proses basah). Pada pembuatan dengan *wet process*, kandungan polimer dan kayu digabungkan dengan adiktif kimia sebelum ditekan panas ke dalam lembaran. Lembaran ini dapat menggunakan plastik *scrim* untuk membantu menahan papan bersamaan (Pritchard 2004).

#### **1.2.6.4.a Pemodelan 3D dengan WPC**

Pemodelan 3D (atau manufaktur tambahan) adalah teknik manufaktur yang memungkinkan untuk bentuk kompleks yang akan dibuat dengan menempatkan atau memindahkan bahan (seperti WPC dan plastik lainnya, tetapi berbagai macam bahan dapat digunakan) dalam pola yang dapat disesuaikan untuk membuat objek 3 dimensi. Untuk sebagian besar proses ini model objek yang dibuat dalam lingkungan model 3D (seperti *computed-aided drafting (CAD) software*),

kemudian diproses dalam *software* yang membagi objek 3D menjadi sebuah kumpulan anyaman berlapis yang mana dapat dibuat dengan teknik pemodelan.

Pemodelan 3D paling sering digunakan sebagai metode *prototyping* yang cepat. *Prototyping* memungkinkan pengguna untuk menciptakan dan menguji perbedaan desain produk. WPC digunakan dalam pemodelan 3D untuk menurunkan biaya bahan dan mengurangi dampak lingkungan dengan menggunakan plastik berbasis fosil. Seperti pada aplikasi WPC lainnya, *wax*, *photostabilisers*, pelumas, dan adiktiflainnya digunakan dalam matriks material untuk mengubah sifat dari produk akhir dan bantuan dalam proses manufaktur.

FDM adalah metode pemodelan 3D terdepan di banyak area manufaktur (Nikzad et al. 2011). WPC yang digunakan dalam metode ini adalah filamen yang dimasukkan ke dalam mulut pipa yang panas dan mengendapkan WPC sesuai dengan desain produk. WPC harus dipanaskan hingga keadaan lembut tanpa melebihi suhu degradasi termal dari serat kayu dalam filamen, yang mana dapat membatasi penggunaan jenis plastik dalam aplikasi ini.

## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

#### 2.1 Spesifikasi Produk

Rencana produk yang akan dihasilkan pabrik ini adalah berupa papan *deck* atau papan ubin *outdoor* yang berpenguat (*reinforcement*) serbuk kayu jati dan matrik (*resin*) *polyethylene* berkerapatan tinggi (HDPE). Keunggulan utama dari bahan ini adalah ramah lingkungan, memiliki berbagai macam ukuran panel berbeda dan bisa digunakan untuk di dalam maupun di luar rumah, lebih tahan terhadap kondisi lingkungan daripada kayu yang berasal dari pohon, memiliki daya tahan yang tinggi terhadap benturan dan abrasi, memiliki kestabilan dimensi yang baik (tidak akan mengembang bila berada di area lembab), memiliki kemungkinan retak yang sangat kecil, memiliki desain yang mendukung keindahan rumah, memiliki warna yang tidak cepat memudar, serta memiliki daya tahan yang baik terhadap rayap, jamur, dan hama.

Perancangan pabrik ini menghasilkan papan *deck* berbahan WPC (*Wood Plastic Composite*) yang dapat digunakan sebagai alternatif pengganti kayu, yaitu dengan memanfaatkan serbuk kayu jati menjadi produk yang bermanfaat. Detail spesifikasi produk papan *deck* WPC berdasarkan standar ketetapan dapat dilihat pada Tabel 2.1 dibawah ini.

**Tabel 2.1 (a) Spesifikasi Dimensi Produk Papan *Deck* WPC**

<b>Keterangan</b>	<b>Ukuran</b>
Panjang	3 m s.d 5 m
Lebar	0,14 m
Tebal	0,025 m (dengan hole yang berukuran 1,3 cm x 2 cm dan jarak masing-masing hole adalah 1,5 cm)
Berat	10 kg
Densitas	714,3 kg/m <sup>3</sup>
Keteguhan Lengkung Mutlak	≥ 1100 kg/m <sup>2</sup>
Keteguhan Tekan Mutlak	≥ 650 kg/m <sup>2</sup>

**Tabel 2.1 (b) Komposisi Bahan Baku pada Produk Papan *Deck* WPC**

<b>Bahan Baku</b>	<b>Fungsi</b>	<b>Persentase</b>
Serbuk Kayu	<i>Reinforcement</i> (Penguat)	60%
Biji Plastik HDPE	Matrik (Perekat)	30%
Aditif		
- <i>Calcium</i>	<i>Filler</i> (Pengisi)	10%
- <i>Calcium Stearate</i>	Pelapis lapisan papan <i>deck</i>	
- <i>EBS Wax (Ethylene Bis Stearamida)</i>	Pelumas pada <i>thermoplastic</i>	
- SCONA	Penguat adhesi	
- Tinufin	Anti UV	
- Irganox	Anti Jamur	
- Irgafos		
- <i>Color Agent</i>	Pewarna	

Secara visual standar papan *deck* WPC yang akan dibuat disajikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Visualisasi papan *deck* WPC

Sumber : Pabrik WPC Destination Green Indonesia

## 2.2 Spesifikasi Bahan Baku

Menentukan bahan baku yang sesuai untuk produk papan *deck* WPC ini merupakan faktor yang penting, karena akan menentukan kualitas dari produk yang dihasilkan. Adapun bahan baku yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

### 2.2.1 Spesifikasi Serbuk Kayu Jati sebagai *Reinforcement* WPC

Komposit kayu plastik (WPC) umumnya mengandung 50% kayu, atau biasanya digunakan antara 30% sampai 65% (Clemons, 2002). Kayu tersebut sebelumnya diproses agar berbentuk tepung atau biji-biji kayu kecil. Secara teknis, semua jenis kayu dapat digunakan untuk membuat WPC, tetapi lebih baik digunakan kayu dari pohon yang berbatang keras dari pada kayu dari pohon berbatang lunak. Serbuk kayu yang lebih kecil dari 20 *mesh* tau 850 mikron,

dikategorikan sebagai tepung kayu, dimana ukuran 40; 60; dan 100 *mesh* umumnya lebih banyak digunakan.

Sebagian besar perusahaan menyuplai serbuk kayu dari sisa pemotongan kayu di pabrik pembuatan lantai kayu atau pembuat *furniture* kayu. Sangat jarang ditemukan perusahaan mengambil langsung kayu dari hutan. Hal ini disebabkan karena perusahaan menggunakan jenis kayu yang sesuai dengan karakteristik yang diinginkan dan kayu dipanen pada waktu yang berbeda.

Tepung/serbuk kayu yang digunakan dalam pembuatan WPC harus mengandung air dengan jumlah yang sangat sedikit jika dibandingkan dengan kayu di alam. Maka dari itu, sebelum dimasukkan ke dalam mesin pencampur kayu akan dipanaskan dan dikeringkan sampai tidak memiliki kandungan air.

Menurut Strak dan Berger (1997), serbuk kayu memiliki kelebihan sebagai *filler* bila dibandingkan dengan *filler* mineral seperti mika, kalsium karbonat, dan talk yaitu: temperatur proses lebih rendah (kurang dari 400°F) dengan demikian mengurangi biaya energi, dapat terdegradasi secara alami, berat jenisnya jauh lebih rendah, sehingga biaya per *volume* lebih murah, gaya geseknya rendah sehingga tidak merusak peralatan pada proses pembuatan, serta berasal dari sumber yang dapat diperbaharui.

Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam pemanfaatan serbuk kayu sebagai penguat dalam pembuatan komposit kayu plastik adalah jenis kayu, ukuran serbuk serta nisbah antara serbuk kayu dan plastik. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah sifat dasar dari serbuk kayu itu sendiri. Kayu merupakan

bahan yang sebagian besar terdiri dari selulosa (40-50%), hemiselulosa (20-30%), lignin (20-30%), dan sejumlah kecil bahan-bahan anorganik dan ekstraktif. Karenanya kayu bersifat hidrofilik, kaku, serta dapat terdegradasi secara biologis. Bahan baku serbuk kayu yang digunakan pada pabrik ini adalah serbuk kayu jati. Berikut sifat-sifat kayu jati dapat dilihat pada Tabel 2.2 dibawah ini.

**Tabel 2.2 Sifat-Sifat Kayu Jati**

No.	Sifat	Satuan	Nilai
1	Berat Jenis	kg/cm <sup>3</sup>	0,62-0,75 (rata-rata 0,67)
2	Tegangan pada batas proporsi	kg/cm <sup>3</sup>	718
3	Tegangan pada batas patah	kg/cm <sup>3</sup>	1031
4	Modulus elastisitas	kg/cm <sup>3</sup>	127700
5	Tegangan tekan sejajar serat	kg/cm <sup>3</sup>	550
6	Tegangan geser arah radial	kg/cm <sup>3</sup>	80
7	Tegangan geser arah tangensial	kg/cm <sup>3</sup>	89
8	Kadar selulosa	%	47,5
9	Kadar lignin	%	29,9
10	Kadar pentose	%	14,4
11	Kadar abu	%	1,4

**Lanjutan Tabel 2.2 Sifat-Sifat Kayu Jati**

12	Kadar silica	%	0,4
13	Serabut	%	66,3
14	Kelarutan dalam alkohol benzena	%	4,6
15	Kelarutan dalam air dingin	%	1,2
16	Kelarutan dalam air panas	%	11,1
17	Kelarutan dalam NaOH 1%	%	19,8
18	Kadar air saat titik jenuh serat	%	28
19	Nilai kalor	cal/gram	5081
20	Kerapatan	cal/gram	0,44

Pada Gambar 2.2 menunjukkan visualisasi dari serbuk kayu jati yang biasanya digunakan untuk pembuatan WPC.



Gambar 2.2 Serbuk Kayu Jati

Sumber : Pabrik WPC Destination Green Indonesia

### 2.2.2 Spesifikasi Resin Termoplastik sebagai Matrik WPC

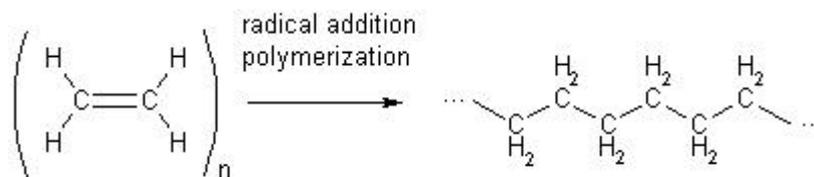
Pemilihan resin yang akan digunakan dalam membuat komposit kayu plastik tergantung kepada banyak faktor seperti sifat polimer, persyaratan produk, ketersediaan dan biaya. Baik *thermoplastic resin* origin atau daur ulang dapat digunakan. Karena kayu cenderung untuk mengalami dekomposisi pada suhu tinggi, maka *thermoplastic resin* yang dapat diproses pada suhu di bawah 200°C dipilih untuk pembuatan komposit kayu plastik (Wolcott dan Adcock, 2000; Clemons, 2002).

Matrik pada WPC berfungsi sebagai bahan pengikat dan perekat pada suatu produk yang akan di produksi sehingga terbentuk menjadi sebuah unit struktur. Matrik yang digunakan pada pembuatan WPC yaitu *polyethylene* (PE) dengan kerapatan tinggi (HDPE/ *High Density Polyethylene*). Selain itu *elastomer resins*-1,4- *isoprene rubber* maupun *trans-1,4- isoprene rubber* baik sintetis maupun alami telah terbukti baik digunakan sebagai matrik polimer dengan suhu proses yang rendah yaitu 80°C hingga 120°C (Febrianto, 1999).

Polimer semikonduktif dan konduktif adalah polimer terkonjugasi yang menunjukkan perubahan ikatan tunggal dan ganda antara atom-atom karbon pada rantai utama polimer. Ikatan ganda diperoleh dari karbon yang memiliki empat elektron valensi, namun pada molekul terkonjugasi hanya memiliki tiga atau dua atom lain. Elektron yang tersisa membentuk ikatan  $\pi$ , elektron yang terdelokalisasi pada seluruh molekul. Suatu zat dapat bersifat polimer konduktif jika mempunyai ikatan rangkap yang terkonjugasi. Contoh dari polimer

terkonjugasi ini adalah *polyethylene* (PE). Dan Indonesia merupakan salah satu penghasil biji plastik untuk jenis *polypropylene* (PE) dan *High Density Polyethylene* (HDPE).

*High Density Polyethylene* (HDPE) adalah *thermoplastic polyethylene* yang terbuat dari minyak bumi. Dengan rasio kekuatan kepadatan tinggi, HDPE biasa digunakan untuk produksi botol plastik; pipa tahan korosi; geomembran; dan kayu plastik. HDPE memiliki kepadatan berkisar dari 0,93 – 0,97 g/cm<sup>3</sup> atau 970 kg/m<sup>3</sup>. Selain itu HDPE memiliki percabangan kecil, memberikan kekuatan antarmolekul yang lebih kuat dan kekuatan tarik daripada LDPE (*Low Density Polyethylene*). Pada Gambar 2.3 menunjukkan polimerisasi dari *polyethyene* (PE)



Gambar 2.3 Polimerisasi dari *polyethyene*

*High Density Polyethylene* (HDPE) yang digunakan untuk pembuatan papan *deck* berasal dari resin *wicker* untuk produk yang akan dihasilkan berwarna lebih gelap dan biji plastik untuk produk yang akan dihasilkan berwarna lebih terang. Pada Gambar 2.4 menunjukkan visualisasi resin *wicker* dan biji plastic.



Gambar 2.4 Resin *wicker* dan Biji Plastik

Sumber : Pabrik WPC Destination Green Indonesia

Resin *wicker* juga dikenal sebagai resin dalam segala cuaca karena banyak diproduksi terutama untuk *furniture* teras pada luar ruangan. Resin *wicker* yang merupakan kategori dari *polyethylene* (PE) akan terlihat seperti rotan alami, tetapi terbuat dari bahan sintetis. Resin ini umumnya tahan lama, tahan terhadap radiasi UV matahari dan air.

### 2.2.3 Bahan Baku Pembantu

Secara umum penambahan bahan pengisi kayu ke dalam *thermoplastic* resin meningkatkan kekakuan *thermoplastic resin* namun menurunkan ketangguhan pukul dari komposit. Kebanyakan polimer terutamanya *thermoplastic resin* adalah bahan yang bersifat non-polar dan menolak air, hal ini tentunya tidak kompatibel dengan kayu yang bersifat polar dan menyerap air, akibatnya adesi yang lemah akan terjadi antara polimer dan serat kayu jika kedua bahan tersebut digabungkan. Untuk memperbaiki afinitas dan adesi antara serat kayu dan matrik *thermoplastic* pada komposit kayu plastik ditambahkan bahan aditif *couple agent* dalam jumlah yang terbatas.

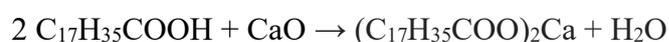
Selain itu modifikasi kimia, pelapisan serat dan pencangkakan ko-polimerisasi juga terbukti dapat meningkatkan sifat mekanis komposit kayu plastik. Bahan aditif lain dapat juga ditambahkan untuk memperbaiki sifat-sifat tertentu yang dikehendaki. Seperti penambahan pelumas akan membantu pengaliran bahan baku komposit di dalam campuran, menurunkan viskositas, mengurangi pemborosan panas selama proses, memudahkan penyebaran serat kayu di dalam matrik polimer, mengurangi adesi antara resin dengan baling-baling pada alat *extruder*, dan mengurangi friksi antara resin dengan alat pemrosesan. Bahan bantu seperti pewarna, penstabil panas dan cahaya, *impact modifier*, antioksidan, penyerap sinar UV, *foaming agent*, antijamur, *dispersing agents*, *nucleating agents*, dan lain-lain juga sering ditambahkan untuk memperbaiki sifat-sifat tertentu dari produk yang dihasilkan.

#### **2.2.3.1 Calcium**

Bahan bantu berupa *calcium* berfungsi sebagai *filler* (pengisi) yang dapat menambah kekuatan pada papan *deck* WPC ini.

#### **2.2.3.2 Calcium Stearate**

*Calcium Stearate* adalah karboksilat kalsium, yang digolongkan sebagai sabun kalsium. *Calcium Stearate* yang berbentuk *waxy powder* adalah komponen dari beberapa pelumas, surfaktan, serta banyak bahan makanan. *Calcium Stearate* diproduksi dengan memanaskan asam stearat dan kalsium oksida :



Tidak seperti sabun yang mengandung natrium dan kalium, *calcium stearate* memiliki kelarutan rendah dalam air dan tidak berbusa dengan baik. Secara komersil dijual sebagai dispersi 50% dalam air atau sebagai bubuk kering semprot. Selain itu *calcium stearate* mudah dan murah untuk diproduksi, dan menunjukkan toksisitas rendah. Adapun pengaplikasian dari *calcium stearate*, sebagai berikut :

1. Sebagai *flow agent* dan kondisioner permukaan untuk beberapa produk permen.
2. Sebagai *waterproofing agent* untuk kain.
3. Sebagai pelumas dalam pensil dan krayon.
4. Pada industri beton, digunakan sebagai pengendalian pengkristalan produk semen yang digunakan dalam produksi unit pasangan bata yaitu paver dan blok, serta sebagai *waterproofing*.
5. Dalam produksi kertas digunakan sebagai pelumas untuk memberikan kilap yang baik, mencegah debu dan melipat retak dalam pembuatan kerton dan kertas karton.
6. Dalam plastik, digunakan sebagai pembersih asam atau penetral konsentrasi hingga 1000 ppm, pelumas dan zat pelepas. Dalam PVC kaku, dapat mempercepat fusi, meningkatkan aliran, dan mengurangi gelombang mati.
7. Dalam industri farmasi digunakan sebagai rilis cetakan tablet, *anti-tack agent*, dan *gelling agent*.
8. *Calcium stearate* adalah komponen dalam beberapa jenis pencegah busa.
9. Sebagai *anticaking agent*

Pada produksi WPC, *calcium stearate* digunakan sebagai pelapis produk serta sebagai *waterproofing*.

### 2.2.3.3 EBS Wax

EBS (*Ethylene Bis Stearamida*) merupakan pelumas untuk *thermoplastic resin*. *EBS Wax* memiliki sifat sebagai berikut; bersuhu ruangan, titik leleh berwarna putih pucat kuning lilin padat, tidak beracun, tidak berbau, tidak ada efek samping pada tubuh manusia, tidak larut dalam air pada suhu kamar, dan sebagian besar pelarut, dapat larut dalam hidrokarbon panas terklorinasi dan hidrokarbon aromatik titik didih pelarut yang tinggi, dan akan mengendap setelah pendinginan. *EBS Wax* memiliki kepadatan relatif 0,92 (25°C). Pada Gambar 2.5 menunjukkan visualisasi dari *EBS Wax* yang digunakan pada pembuatan WPC.



Gambar 2.5 *EBS Wax*

Sumber : Pabrik WPC Destination Green Indonesia

#### 2.2.3.4 SCONA

*Thermoplastic Elastomers* (TPE) merupakan bahan yang menggabungkan sifat termoplastik dan elastomer, terdapat kelompok utama yang dibedakan berdasarkan struktur TPEnya. Kelompok pertama terdiri dari kopolimer blok yang terdiri dari blok elastomer dan termoplastik, dimana termoplastik dapat bersifat kristal atau amorf dan meleleh secara reversibel ketika suhu transisi gelas terlampaui. Ini memungkinkan pemrosesan termoplastik. Dalam keadaan padat di bawah suhu transisi kaca, sifat-sifat material ditentukan oleh segmen elastomer. Kelompok kedua terdiri dari campuran polimer yang terdiri dari matrik polimer termoplastik dan satu atau beberapa komponen elastomer tertanam. Rasio komponen dalam jenis campuran ini dapat sangat bervariasi tergantung pada sifat yang diinginkan.

Istilah “*overmoulding*” mengacu pada metode dimana plastik keras sepenuhnya atau sebagian *overmoulded* dengan plastik elastomer. Jika komponen keras adalah bahan termoplastik, pengolahan dapat terjadi dengan pencetakan injeksi multikomponen (*multi-shot*) yang kemudian komponen keras dan lunak diproses secara berturut-turut dalam sistem pencetakan injeksi.

Penguat adhesi SCONA didasarkan pada kopolimer blok yang sama tetapi difungsikan dengan *maleic anhydride* (MAH) untuk mencapai adhesi yang lebih baik. Pemodifikasi kimia pengubah SCONA selalu merupakan polimer dasar (sering non-polar) yang difungsikan dengan beragam monomer dalam proses penyambungan. Semua produk SCONA dicangkokkan menggunakan proses fase

padat yang dipatenkan, sedangkan prosedur standar adalah mencangkokkan polimer dengan monomer dalam lelehan. Pada fiksasi fase padat, tingkat fungsionalisasi yang lebih besar tercapai, menghasilkan konsentrasi pemodifikasi yang diperlukan lebih rendah dalam senyawa. Kandungan senyawa organik mudah menguap dan sangat rendah dalam produk yang diproduksi menggunakan metode ini. Selain itu, suhu proses yang rendah menyebabkan lebih sedikit kerusakan pada polimer dasar dan berat molekul yang lebih tinggi yang dihasilkan tercermin dalam sifat mekanik yang meningkat dari senyawa tersebut.

Teknologi pengubah plastik SCONA menawarkan kemungkinan untuk graft dalam proses dua tahap yang dapat ditunjukkan pada Gambar 2.6, pencangkakan fase padat terjadi pada tahap pertama dan diikuti dengan mencair pada tahap kedua. Tingkat pencangkakan yang lebih besar dapat dicapai dengan menggunakan kombinasi ini.

#### **2.2.3.5 Antioksidan Irganox dan Irgafos**

Antioksidan Irganox dan Irgafos (AO) berfungsi untuk melindungi lapisan, plastik, serat, perekat dan sealant terhadap degradasi termal selama pemrosesan, produksi dan masa pakai. Irganox dengan demikian mewakili rentang lengkap AO berdasarkan fenol atau thioeter yang sterik, serta campuran berbagai kelas AO yang berbeda. Irgafos disebut sebagai stabilisator proses AO sekunder berdasarkan kimia fosfit.

### **2.2.3.6 Tinuvin**

TINUVIN 1130 adalah penyerap UV cair dari kelas *hidroksifenilbenzotriazol* yang khusus dikembangkan untuk pelapis. Produk ini dapat dicampur dengan semua pelarut umum tetapi juga mudah dimasukkan ke dalam sistem *water borne*. Mengingat tuntutan daya tahan tinggi, suhu tinggi dan ketahanan ekstraksi membuatnya sangat cocok untuk pelapis industri dan otomotif. Karena penyerapan UV yang luas, TINUVIN 1130 juga memberikan perlindungan yang efisien terhadap substrat yang peka cahaya seperti kayu dan plastik.

## **2.3 Pengendalian Kualitas**

Dengan berkembangnya industri komposit di Indonesia perlu adanya pengendalian kualitas produk yang menjadi tolakukur penting bagi manajemen. Kemajuan ini akan memberikan pengaruh terhadap suatu perusahaan dengan adanya persaingan yang ketat sehingga pentingnya kualitas produk menjadi jaminan untuk mendapatkan pasar yang lebih besar. Perusahaan membutuhkan cara yang mampu menghasilkan produk yang berkualitas yang mampu menjaga konsistensi agar tetap sesuai dengan tuntutan pasar, biasanya dengan menerapkan sistem pengendalian kualitas (*quality control*) terhadap proses yang akan dilaksanakan.

Dalam rekayasa dan manufaktur, pengendalian mutu atau pengendalian kualitas melibatkan pengembangan sistem untuk memastikan bahwa produk dan jasa dirancang dan diproduksi untuk memenuhi atau melampaui persyaratan dari pelanggan maupun produsen sendiri. Sistem-sistem ini sering dikembangkan

bersama dengan disiplin bisnis atau rekayasa lainnya dengan menggunakan pendekatan lintas fungsional.

Untuk memperoleh gambaran yang jelas tentang pengertian pengendalian kualitas tersebut, berikut ini dikemukakan berbagai definisi dari para ahli. Menurut Assauri (1993), pengendalian kualitas adalah kegiatan untuk memastikan apakah kebijaksanaan dalam hal kualitas dapat tercermin dalam hasil akhir. Menurut Ahyari (1992), pengendalian kualitas merupakan suatu aktivitas (manajemen perusahaan) untuk menjaga dan mengarahkan agar kualitas produk atau jasa perusahaan dapat dipertahankan sebagaimana yang telah direncanakan. Sedangkan menurut Wignjosoebroto (2006:252), pengendalian kualitas adalah suatu sistem verifikasi dan penjagaan/perawatan dari suatu tingkat/derajat kualitas produk atau proses yang sesuai, inspeksi yang terus menerus, serta tindakan korektif bilamana diperlukan.

Berdasarkan pendapat tersebut diatas, dapat disimpulkan bahwa pengendalian kualitas adalah suatu proses pengaturan bahan baku sampai menjadi produk akhir dengan memeriksa atau mengecek dan membandingkan dengan standar yang telah diharapkan, apabila terdapat penyimpangan dari standar, dicatat dan dianalisa untuk menentukan dimana penyimpangan terjadi, serta faktor-faktor yang menyebabkan penyimpangan tersebut.

### **2.3.1 Pengendalian Mutu Bahan Baku**

Pengendalian bahan baku dilakukan dengan cara mengecek serbuk kayu apakah sudah sesuai dengan ketentuan, yaitu lebih kecil dari 20 *mesh* atau 850 mikron, dikategorikan sebagai tepung kayu, dimana ukuran 40; 60; dan 100 *mesh* umumnya lebih banyak digunakan. Kemudian beberapa hal yang harus diperhatikan adalah penyimpanan bahan baku dengan rapi agar tidak terjadi kontaminasi dengan partikel lainnya.

### **2.3.2 Pengendalian Mutu Proses**

Pengendalian mutu proses secara umum dilakukan dengan menggunakan metode pengawasan langsung. Pada setiap masing-masing proses dilakukan dengan memperhatikan aliran bahan baku serta mesin produksi yang dilakukan oleh tim *quality control*.

### **2.3.3 Evaluasi Produk**

Bahan komposit sering dioptimalkan dengan memilih komponen untuk kekuatan, kekakuan, fleksibilitas dan daya tahan. Ketika dibandingkan dengan material individu, komposit juga menawarkan kinerja yang lebih konsisten, biaya produksi rendah, dan menciptakan jalan untuk pemanfaatan sumber daya terbarukan. WPC tidak berbeda dan diformulasikan untuk memenuhi kebutuhan konsumen dengan menemukan keseimbangan yang tepat dari sifat tersebut. Sifat mekanik dan daya tahan adalah yang terpenting dalam WPC.

### 2.3.3.1 Sifat Mekanik

Dengan *decking* WPC yang merupakan bagian terbesar dari pasar WPC (Clemons 2002), kita dapat melihat sifat mekanik penting pada pasar ini. Papan *deck* WPC mengalami pembengkokkan ketika terbagi celah antara penyangga dan dimuat secara dinamis saat berjalan dan mendukung beban statis (misalnya mebel dan panggangan). Baik itu *Ultimate Tensile Stress* (UTS) dan *Modulus of Elasticity* (MOE) merupakan sifat penting untuk dipertimbangkan. UTS adalah tekanan maksimum yang bahannya dapat dikenakan sebelum pecah. MOE mengacu pada kemampuan bahan untuk menahan deformasi dan dalam pengertian umum adalah kekakuan dalam bahan. Untuk *decking*, ini penting untuk membatasi defleksi produk. Perlu disebutkan bahwa respon elastis yang benar pada komposit plastik masih diperdebatkan, dan respon dari bahan sangat tergantung pada tingkat pengujian, suhu, sejarah spesimen sebelumnya, dll. Membandingkan nilai diantara profil yang berbeda, formulasi dan spesimen WPC dari fasilitas pengujian yang berbeda itu tidak mudah, tetapi untuk tujuan penelitian dan perkembangan menentukan nilai-nilai tersebut sebagai perbandingan dapat membantu. Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Karas (2010), menilai berbagai macam sifat mekanik termasuk MOE dan UTS untuk komposit kayu-HDPE. Tepung pinus yang dijual digunakan sebagai *filler* serta berbagai *filler* kayu dari sumber berkualitas rendah termasuk: seluruh pohon juniper (*whole-tree juniper* (WJ)) (termasuk kulit pohon), bahan dari penebangan hutan (*Forest thinning material* (FT)), dan pembongkaran dari kayu kota (*urban wood and demolition* (UW)).

UTS diplot terhadap rasio pemuatan *filler*. Terdapat garis horizontal pada 20 MPa yang mana mewakili nilai UTS untuk penggunaan HDPE dalam percobaan ini yang tidak mengandung *filler*. Garis yang lain mewakili komposit yang terbuat dari HDPE dan berbagai tipe *filler* tersebut diatas. Ketika rasio penekanan *filler* kayu meningkat terdapat sedikit peningkatan pada UTS, tetapi dengan level penekanan tertinggi mendekati kayu 60%, UTS menurun. Perilaku ini sudah diharapkan karena ketika semakin banyak komposit adalah kayu, partikel sering tidak sepenuhnya dikemas oleh polimer dan pengiriman tekanan secara optimal tidak memungkinkan. Sebagaimana rasio *filler* meningkat dari 0% ke 60%, MOE meningkat untuk semua sampel. Perilaku kekakuan ini juga menyajikam komposit menggunakan *filler* selain dari kayu. Pengisi WPC diatas 60% membutuhkan perawatan dalam dipersil partikel dan meningkatkan kemungkinan permasalahan dengan partikel yang tidak sepenuhnya terkemas, penyerapan air, formasi retak, dan ancaman biologis.

WPC telah menemukan kesuksesan dalam berbagai pasar termasuk *outdoor decking, railing*, pagardan kayu taman, tetapi jumlah penerapan dari WPC terbatas pada layanan yang tidak membutuhkan kinerja mekanik yang tinggi (Clemons 2002). Hull dan Clyne (1996) menyatakan bahwa memahami transfer tekanan adalah kunci untuk memahami perilaku mekanikal komposit. Pada WPC, biasanya menggunakan polimer termoplastik seperti PP yang bersifat hidrofobiksementara polimer penyusunnya kayu, seperti selulosa, yang bersifat hidrofilikdi alam dan memiliki gugus reaktif hidroksil sepanjang rantai penyusunnya (Sjöström 1993). Hal ini menghasilkan ketidakcocokan antara

komponen kayu polar dan bahan termoplastik non-polar menghasilkan adhesi yang buruk diantara keduanya (Lu et al. 2000) dan sifat mekanik lebih rendah dari komponen dengan ikatan yang benar.

Upaya untuk meningkatkan kualitas dari ikatan ini telah dibuat di masa lalu dengan bereksperimen dengan aditif yang dikenal dengan *coupling agents*. *Coupling agents* didefinisikan oleh Pritchard (1998) sebagai “zat yang digunakan dalam jumlah kecil untuk memperbaiki permukaan sehingga ikatan terjadi diantara itu dan permukaan lainnya, misalnya, kayu dan termoplastik.”. Efek dari *coupling agents* pada sifat mekanik dari WPC telah dipelajari secara ekstensif (Woodhams et al. 1984; Maldas dan Kokta 1991; Raj dan Kokta 1991; Stark dan Rowlands 2003) dan sudah ditunjukkan bahwa *coupling agents* meningkatkan kekuatan dan kekakuan dari komposit dalam jumlah besar. Pendekatan ini telah menjadi topik dari banyak penelitian dan rincian. Ulasan dari *coupling agents* yang digunakan pada WPC telah disusun oleh Lu et al. (2000), yang biasa digunakan untuk *coupling agents* ialah *maleic anhydride* cabang polipropilen (MAPP). Jenis dari *coupling agent* ini bereaksi dengan komponen kayu di satu ujung, dan diujung yang lain menjerat PP yang dimodifikasi dengan polimer PP dalam jumlah besar. Pada penelitian Stark dan Rowlands tahun 2003 menunjukkan bahwa adisi MAPP memiliki efek terbesar pada sifat komposit kayu serat mengandung kayu partikel dengan rasio aspek yang lebih besar ( $\approx 16$ ). Partikel kayu yang biasa digunakan pada WPC memiliki aspek rasio rendah (3-5). Inilah yang terjadi, *coupling agents* hanya dapat membantu dalam ikatan antar muka sampai batas tertentu. Sementara yang diharapkan performa terbaik dari serat

dengan aspek rasio yang lebih besar, metode ini menambah biaya dan kerumitan proses dan manufaktur dari WPC. Apakah iya atau tidak manufaktur WPC memutuskan untuk menggunakan *coupling agent*, interaksi antara matriks polimer dan partikel yang tertanam masih memerlukan perhatian. Tidak seperti mengukur sifat mekanik dari WPC seperti kekuatan *creep* atau lentur pada skala makro, memahami interaksi antara partikel dan matriks membutuhkan tampilan pada skala mikro. Di masa lalu, berbagai metode telah digunakan untuk menjelaskan dan memprediksi interaksi diantara fase kayu dan polimer menggunakan analisis ideal dan teknik numerik (Clyne 1989). berbagai metode ini memiliki beberapa asumsi umum termasuk: partikel yang tertanam yang mana homogen dan isotropik, kedad, berbentuk silindris, memiliki aspek ratio yang besar, memiliki ikatan antarmuka yang sempurna dengan matriks, dan tidak memiliki transfer beban pada ujungnya. Asumsi seperti itu sulit dapat diaplikasikan secara tidak teratur, partikel *bio-based* poros seperti kayu (Raisanen et al. 1997). Metode ini memberikan perkiraan transfer beban dengan sebuah inklusi yang disematkan dalam plastik termoplastik tetapi tidak memiliki kompleksitas sistem yang sebenarnya menjadi memuaskan. Baru-baru ini, Schwarzkopf dan Muszynski (2015) menginvestigasi interaksi tersebut menggunakan teknik pengukuran optikal berdasarkan *digital image correlation* (DIC) utama. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metodologi untuk pengukuran bentuk distribusi regangan yang efisien pada bahan matriks partikel kayu yang tertanam di sekitarnya. Partikel kayu dan partikel kawat tertanam dalam matriks HDPE. Spesimen dimasukkan dalam tegangan dan digambarkan melalui pengujian.

Dengan membandingkan gambar berturut-turut satu sama lain, perpindahan dan tegangan pada permukaan spesimen dapat dijelaskan. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa terdapat persetujuan yang baik antara teoritis (Clyne 1989) dan mengamati bentuk distribusi tegangan. Akan tetapi, analisa kuantitatif dari transfer beban diantara dua kebutuhan terjadi menggunakan alat pemodelan prediksi morfologis. Pendekatan ini telah digunakan untuk menganalisis transfer beban dalam spesimen yang terikat secara adhesive oleh Kamke pada tahun 2014 dan memberikan tampilan yang unik pada transfer tekanan internal dalam komposit dasar kayu.

#### **2.3.3.2 Daya Tahan**

Ketika membandingkan material kayu padat, WPC memiliki sifat mekanik yang rendah dalam kekuatan, kekakuan, dan ketahanan mulur. Disisi lain, WPC kurang rentan dalam penyerapan air serta menyerap dengan laju yang lebih lambat, hal ini menyebabkan adanya ketahanan yang lebih baik terhadap serangan jamur dan perubahan dimensi (Caulfield et al. 2005). Partikel kayu yang terdapat didalam WPC menjadi sumber nutrisi untuk pembusukan mikroba dan memiliki potensi untuk terdegradasi. Dalam teori enkapsulasi, partikel kayu dalam polimer harus memberikan beberapa tingkat perlindungan dari peluruhan biologis dan asupan kelembapan, kekuatan eksternal yang dapat membahayakan lapisan pelindung.

WPC sering dipasarkan karena sifatnya yang tahan lama, perawatan yang rendah, dan alternatif pengganti kayu padat sebagai produk *exterior*. WPC juga

banyak digunakan untuk penanda jalan dan perlengkapan yang ada di sepanjang jalan.

Sekitar 870 ton plastik digunakan setiap tahun di 8 negara US. Dengan adanya produk berbahan WPC ini, volume plastik yang besar dapat dipindahkan ke dalam sumber daya terbarukan. WPC banyak digunakan untuk penanda jalan dikarenakan dapat bertahan dalam kondisi lingkungan seperti hujan, sinar matahari, dan suhu yang tinggi maupun rendah. Daya tahan WPC dinilai dengan mengukur sifat mekanik tertentu sebelum dan sesudah perawatan pelapukan yang dipercepat serta penurunan berat badan karena uji kontak tanah. Untuk mensimulasikan efek kondisi lingkungan yang digunakan dalam aplikasi jalan raya, uji pelapukan digunakan dengan mengaplikasikan sinar UV, panas, dan kelembaban. Pengujian terhadap kontak tanah juga digunakan untuk melihat daya tahan dari WPC sehubungan dengan hilangnya massa dari peluruhan biologis.

Spesimen WPC yang telah dilakukan pengujian pelapukan mengalami kinerja mekanik yang lebih rendah daripada yang tidak diuji. Specimen tersebut memiliki tingkat muatan pengisi kayu yang lebih tinggi sehingga mengalami lebih banyak kehilangan massa dibandingkan specimen yang tidak diuji. Hal ini dikarenakan oleh degradasi polimer pada permukaan polimer. Sedangkan HDPE tidak terdegradasi secara substansial karena peluruhan biologis dalam uji kontak tanah ketika terkena UV dalam perawatan pelapukan. Dengan mendegradasi material matriks permukaan dan memungkinkan retakan dan jalur untuk terbentuk di seluruh struktur, lebih banyak partikel kayu yang terkena serangan biologis. Pemecahan permukaan polimer yang membungkus pengisi kayu juga dapat terjadi

selama siklus pembekuan dan karena keausan fisik oleh ban mobil dan truk yang merusak permukaan penanda jalan. WPC yang digunakan dalam material *decking* tidak perlu diadakan pengujian untuk ketahanan pada tanah.

Schirp pada tahun 2008 memberikan ringkasan keadaan degradasi biologis WPC dan memberikan beberapa strategi untuk meningkatkan daya tahan WPC. Salah satu strateginya adalah untuk membatasi rasio pemuatan pengisi kayu hingga di bawah 50% kecuali menggunakan perawatan antimikroba seperti borat seng yang efektif terhadap jamur dan jamur kayu. Setiap retakan atau bukaan di WPC atau antara polimer dan kayu menyediakan jalur untuk pelapisan kelembaban dan biologi untuk masuk, serta untuk perambatan retak. Kebanyakan masalah daya tahan pada WPC adalah dimulai dari permukaan dan kerja di dalamnya. Sehingga harus digunakan antimikroba, pewarna, dan agen anti-UV di seluruh volume WPC.

## BAB III

### PERANCANGAN PROSES

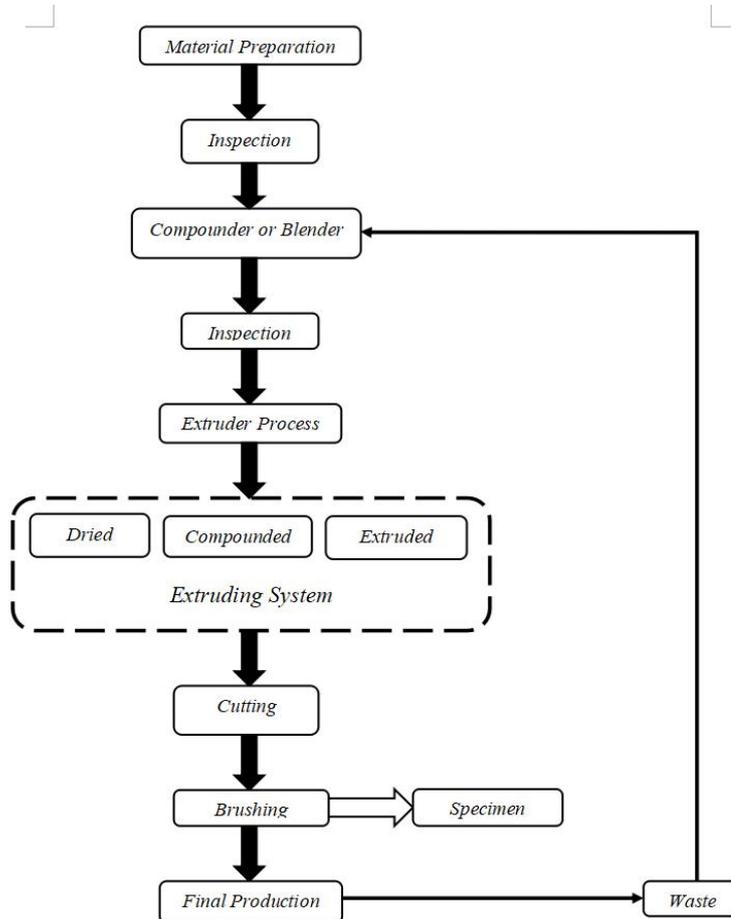
#### 3.1 Uraian Proses

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

Melihat kedua definisi di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa proses produksi merupakan kegiatan untuk menciptakan atau menambah kegunaan suatu barang atau jasa dengan menggunakan faktor-faktor yang ada seperti tenaga kerja, mesin, bahan baku dan dana agar lebih bermanfaat bagi kebutuhan manusia.

Pabrik komposit ini dirancang untuk dapat memproduksi papan *deck* dengan menggunakan bahan baku limbah yang diolah kembali sehingga ramah lingkungan. Proses pembuatannya melewati beberapa tahapan yang terkontrol guna menjaga kualitas produk akhir. *Flow Process* atau alur proses industri WPC *deck* meliputi persiapan bahan baku (penguat, resin, dan aditif), pencampuran bahan (*Mixing*), proses ekstrusi, dan *injection moulding*. Keempat proses tersebut

merupakan satu kesatuan yang saling terkait dan *continue*, dimana untuk melanjutkan proses selanjutnya perlu dilakukan proses sebelumnya. Disamping keempat proses yang telah disebutkan, terdapat beberapa proses lainnya sebagai penunjang proses produksi. Pengecekan terhadap pengendalian mutu dari proses persiapan bahan baku sampai produk jadi dilakukan pada setiap pergantian proses. Secara umum, alur proses produksi pembuatan WPC deck ditunjukkan pada Gambar 3.1,



Gambar 3.1 *Flow* Proses Produksi Papan *Deck* WPC

Alur Proses :  , Pengiriman Sample 

### **3.1.1 Material Preparation**

*Material preparation* merupakan tahap identifikasi terhadap bahan-bahan yang dibutuhkan untuk disesuaikan dengan standar komposisi pembuatan WPC *deck*. Proses identifikasi bahan baku meliputi pemeriksaan secara kualitatif dan kuantitatif. Pemeriksaan kualitatif dilakukan dengan mengamati kondisi bahan baku yang dilakukan secara visual. Untuk bahan serbuk kayu (*woodust*) harus dalam keadaan kering sebelum diproses dikarenakan kelembaban dalam kayu dapat menciptakan rongga dalam produk akhir dan dengan demikian mempengaruhi sifat mekanis. Sedangkan untuk bahan polimer yang daur ulang harus dipastikan dalam kondisi bersih dan homogen (polimer dengan jenis yang berbeda tidak akan tercampur dengan baik).

Pemeriksaan secara kuantitatif meliputi pengecekan kesesuaian jumlah perbandingan bahan baku yang akan diproses. Bahan baku tersebut memiliki perbandingan kurang lebih 60% *reinforcement* berupa *woodust* atau serbuk kayu, 30% matriks polimer HDPE, dan 10% bahan aditif yang dihitung menggunakan takaran berat dalam kg.

### **3.1.2 Compounder / Blender**

*Compounder/blender* merupakan tahap pertama dalam proses produksi yang mempunyai tugas utama yaitu mencampur (*mixing*) semua bahan baku yang sudah disiapkan ke dalam mesin *Mixer*. Manufaktur WPC *deck* dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai proses, namun kunci untuk membuat WPC *deck* adalah penyebaran komponen kayu secara efisien ke dalam matrik termoplastik

(*compounding*). Setelah bahan tercampur, kemudian dilakukan proses pembentukan selanjutnya.

### **3.1.3 *Material Feeding***

Campuran bahan baku yang mengandung plastik, serbuk kayu dan aditif selanjutnya dibentuk pelet yaitu bahan campuran yang dipadatkan menggunakan mesin. Pelet merupakan produk siap pakai yang dapat digunakan ketika polimer secara terpisah dimasukkan ke dalam ekstruder dalam keadaan leleh ke kayu.

### **3.1.4 *Extrusion***

*Extrusion* adalah jantung dari proses manufaktur WPC *deck* dimana tujuan utama proses ekstrusi adalah mencairkan polimer dan mencampur polimer, kayu dan aditif dalam proses yang disebut sebagai *compounding*. Selain itu, *extruder* meneruskan campuran polimer kayu majemuk melalui cetakan (*die*).

Prinsip kerja ekstruder yaitu bahan baku (pelet) diisikan melalui corong ke dalam laras/tabung berulir secara berkesinambungan. Putaran ulir (*screw*) menyebabkan bahan terdorong ke bagian cetakan. Selama proses ini, bahan mengalami gaya tekan dan gesekan antara ulir dengan bahan. Gesekan yang dialami oleh bahan turut serta menimbulkan kalor yang memanaskan bahan tersebut. Bahan yang keluar dari cetakan selanjutnya dipotong pada panjang yang sudah ditentukan oleh pisau yang berputar.

#### **3.1.4.1 *Curing***

Proses *curing* adalah proses pengeringan bahan-bahan penyusunan komposit, baik itu matriknya maupun penguatnya. Kecepatan curing ini berbeda-beda tergantung dari persentase katalis yang dipakai dan tergantung dari besarnya panas yang dipakai dalam proses *curing*. Diharapkan pada proses *curing* ini bisa mengurangi rongga-rongga yang ada di dalam komposit sehingga dihasilkan komposit yang berkualitas baik.

Proses *curing* pada proses ini adalah dengan menggunakan metode steam/uap sebagai sumber panas. Panas proses ini memakai beberapa saluran pipa untuk sirkulasi air dan udara. Pada ujung mesin terdapat alat pengatur jalannya air dan uap. Setelah katup dibuka, uap panas mengalir dan disirkulasikan untuk melakukan proses *curing*. Setelah proses *curing* selesai, air dingin dialirkan untuk mendinginkan produk.

#### **3.1.5 *Cutting***

Pada tahap ini, papan *deck* yang dihasilkan mesin *extruder* kemudian dipotong sesuai dengan dimensi yang sudah ditetapkan. Proses pemotongan dilakukan dengan menggunakan *circular saw machine*.

#### **3.1.6 *Specimen Testing***

Tahapan selanjutnya adalah pengujian terhadap spesimen produk papan *deck* WPC. Dengan mengetahui jenis campuran (formula) yang digunakan dan

presentase antara *filler*, polimer (plastik HDPE), dan zat aditif kemudian dilakukan pengujian sifat-sifat dasar sampel WPC sebagai berikut:

### 3.1.6.1 Kadar air

Contoh uji kadar air dengan menggunakan sampel berukuran 2.5 cm x 2.5 cm x 2.5 cm dimensi panjang, tebal, dan lebar. Kadar air dihitung berdasarkan berat awal dan berat kering tanur selama 24 jam pada suhu  $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Nilai kadar air papan dihitung berdasarkan rumus:

$$KA = \frac{BA - BKT}{BKT} \times 100\%$$

Keterangan:

KA = Kadar air

BA = Berat awal (g)

BKT = Berat kering tanur (g)

### 3.1.6.2 Daya Serap Air

Contoh uji berukuran 2.5 cm x 2.5 cm x 2.5 cm dimensi panjang, tebal, dan lebar dalam kondisi kering. Selanjutnya direndam dalam air (suhu  $25^{\circ}\text{C}$ ) selama 2 dan 24 jam, kemudian diukur kembali beratnya. Besar nilai daya serap air diperoleh dari perhitungan:

$$DSA = \frac{B2 - B1}{B1} \times 100\%$$

Keterangan:

DSA = Daya serap air (%)

B1 = Berat awal sampel (g)

B2 = Berat akhir sampel (g)

### 3.1.6.3 Perubahan Tebal

Contoh uji perubahan tebal sama dengan contoh uji daya serap air. Contoh uji dalam kondisi kering udara diukur dimensi tebal panjang, dan lebarnya kemudian dirata-ratakan. Selanjutnya contoh uji direndam dalam air selama 5 hari, dilanjutkan pengovenan selama 2 hari pada suhu 103°C (1 siklus) dan diukur masing-masing dimensinya sampai 3 siklus. Nilai perubahan tebal dinyatakan dalam persen yang dihitung dengan rumus:

$$PT = \frac{Takhir - Tawal}{Tawal} \times 100\%$$

Keterangan:

PT = Perubahan Tebal (%)

T awal = Tebal awal sampel (cm)

T akhir = Tebal akhir sampel (cm)

### 3.1.6.4 Kerapatan

Sampel pengujian kerapatan berdimensi 2.5 cm x 2.5 cm x 2.5 cm panjang, tebal, dan lebarnya dalam kondisi kering udara. Nilai kerapatan diperoleh dari

perbandingan berat kayu dan volumenya dalam kondisi kering udara. Nilai volume didapat dengan menggunakan hukum Archimedes, yakni perendaman sample pada tabung ukur yang diisi air. Jumlah air yang naik akibat adanya sampel dikonversi ke  $\text{cm}^3$  itulah volumenya. Penentuan kerapatan ini dilakukan secara gravimetris dengan menggunakan rumus:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Keterangan :

$\rho$  = Kerapatan ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )

$m$  = Massa contoh uji (g)

$v$  = *Volume* contoh uji ( $\text{cm}^3$ )

### 3.1.6.5 Keteguhan Lentur Statis

Pengujian pada keteguhan lentur ini dimaksud untuk mendapatkan nilai kekakuan (MOE) dan ketahanan (MOR). Contoh uji jenis *decking* yang berukuran 100 cm x 14cm x 2.5 cm diukur dimensi tebal dan lebarnya, kemudian diletakkan pada alat uji dengan beban berada di tengah bentang dan panjang bentangnya 98 cm. Pembebanan dilakukan dengan laju pembebanan 11.016 mm/menit pada mesin UTM. Keteguhan lentur status berupa modulus patah (MOR) dan modulus elastisitas (MOE) dapat dihitung dengan persamaan:

$$MOR(\text{kgf} / \text{cm}^2) = \frac{Mc}{I} \qquad MOE(\text{kgf} / \text{cm}^2) = \frac{Pl^3}{48YI}$$

Keterangan:

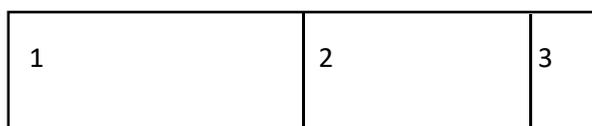
MOR = Modulus patah (kgf/cm <sup>2</sup> )	M	= 0.25*Pmax*1
c = <i>centroid</i> terpendek (cm)	Y	= <i>Trendline</i> grafik hasil pengujian
I = Momen Inersia (kg cm <sup>2</sup> )	l	= Panjang bentang (cm)
MOE = Kekakuan (kgf/cm <sup>2</sup> )	P	= Beban sampai batas proporsional (kg)

### 3.1.6.6 Kekerasan

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui besarnya nilai kekerasan (*hardness*) pada produk papan komposit plastik. Contoh uji di tekan menggunakan mesin Instron dengan sistem pembenaman setengah bola baja dengan luas 1 cm<sup>2</sup> dan kecepatan uji 6mm/menit. Persamaan yang digunakan adalah  $P_{max}$  dibagi luas  $\frac{1}{2}$  bola baja.

### 3.1.6.7 Keteguhan Tekan

Sampel uji yang telah dipotong diuji dengan menggunakan mesin UTM merk *Baldwin* pada arah searah dan tegak lurus sumbu longitudinal. Arah longitudinal didekati dengan arah panjang papan komposit plastik. Kemudian datanya diolah menggunakan aplikasi *DAQ Manager VI.6.2.73*. Keteguhan tekan (kg/cm<sup>3</sup>) diperoleh dengan membagikan antara gaya maksimum (kg) yang diterima papan dengan luas permukaannya (cm<sup>3</sup>).



Arah Longitudinal

Ukuran sampel *decking*:

1. (14.65 x 14.65 x 2.50) cm : tekan tegak lurus dari atas-bawah
2. (14.65 x 12.50 x 2.50) cm : tekan sejajar longitudinal
3. (14.65 x 2.93 x 2.50) cm : tekan tegak lurus dari kiri-kanan

### **3.1.7 Final Production**

Pada tahap ini WPC *deck* yang sudah melalui proses pemotongan dilakukan pemeriksaan *quality control* terhadap produk untuk memastikan apakah sesuai dengan yang diinginkan dan pemotongan produk sesuai dengan panjang yang sudah ditetapkan. Setelah itu, produk didinginkan terlebih dahulu pada suhu ruangan selama 24 jam sebelum kemudian dilakukan proses pengemasan.

### **3.1.8 Waste**

*Waste* disini merupakan pengumpulan dan pengolahan kembali limbah WPC *deck* yang dilakukan dengan menggunakan mesin crusher yang kemudian hasilnya dapat digunakan kembali untuk campuran pembuatan WPC *deck* berikutnya.

## **3.2 Spesifikasi Mesin**

Spesifikasi suatu alat proses dapat membantu tercapainya produk sesuai standar karena komponen yang dipilih mencapai nilai paling efektif untuk aplikasi tertentu.

### **3.2.1 Spesifikasi Mesin *Mixer***

Nama Merek

= HB

Nomor Model	= SRL-Z 500/1000
Buatan	= Jiangsu, China (Mainland)
Kapasitas	
- Heating Mixing Part	= 500 L
- Cooling Mixing Part	= 1000 L
Kapasitas Efektif	
- Heating Mixing Part	= 375 L
- Cooling Mixing Part	= 650 L
Daya Motor	
- Heating Mixing Part	= 47/67 kW
- Cooling Mixing Part	= 18,5 kW
Paddle	
- Heating Mixing Part	= 430/860 rpm
- Cooling Mixing Part	= 60 rpm
Metode	
- Heating Mixing Part	= Electric heat and self-friction
- Cooling Mixing Part	= Water-cooling
Waktu	
- Heating Mixing Part	= 20 – 30 menit
- Pendinging	= ± 10 menit
Konsumsi Gas	= 5,8 menit
Metode Pembuangan	= Pneumatic
Berat Mesin	= 4,8 ton

Dimensi = panjang x lebar x tinggi  
= (4,6 x 3 x 4,05) m



Gambar 3.2 Mesin *Mixer*

Sumber : *alibaba.com*

### 3.2.2 Spesifikasi Mesin *Pelletizer*

Nama Merek = YongJie  
Nomor Model = SJSL-75A  
Buatan = Jiangsu, China (Mainland)  
Diameter = 72 mm  
Kecepatan = 400 r/min  
Voltage = 380V 50HZ  
Daya = 90 kW  
Kapasitas = 225-300 kg/jam



Gambar 3.3 Mesin Pelletizer

Sumber : *alibaba.com*

### 3.2.3 Spesifikasi *Mesin Wood Plastic Extruder*

Nama Merek	= Tongjia
Nomor Model	= JG-MSB 80/156 (BF800)
Buatan	= Shandong, China (Mainland)
Diameter Screw	= 80/156 mm
Kuantitas Screw	= 2 piece
Kecepatan Screw	= 1-37,7 r/min
Main Extruder Power	= 55 kW
Heating Power (approx)	= 36 kW
Output (approx)	= 150-350 kg/jam
Max. Lebar Produk	= 800 mm
Ketinggian Aliran	= 150 mm
Kekuatan Aliran	= 50 KN
Kecepatan Aliran	= 0-3 m/min
Total Daya	= 35 kW

Konsumsi Air Pendingin	= 9 m <sup>3</sup> /jam
Tekanan Udara Terkompresi	= 0,6 MPa
Dimensi	= panjang x lebar x tinggi
	= (25 x 5 x 3) m



Gambar 3.4 Mesin *Wood Plastic Extruder*

Sumber : *alibaba.com*

### 3.2.4 Spesifikasi Mesin *Cutting*

Nama Merek	= Zhongding
Nomor Model	= MJ6132Y
Buatan	= Shandong, China (Mainland)
Dimesin Meja Geser	= panjang x lebar
	= (5 x 2,175) m
Max panjang pemotongan	= 5 m
Diameter utama mata pisau	= 80 mm
Kecepatan spindle utama saw	= 40 m/s
Daya motor utama	= 5,5 Kw
Diameter Spindle Utama	= 30 mm
Diameter Scoring Mata Pisau	= 120 mm
Kecepatan Scoring Mata Pisau	= 80 m/s

Daya Motor Scoring	= 1,1 kW
Dimensi	= panjang x lebar x tinggi = (5,05 x 4,95 x 2,7) m

### 3.2.5 Spesifikasi Mesin *Sander*

Nama Merek	= HEGU
Nomor Model	= HGMS400-1000
Buatan	= Shandong, China (Mainland)
Tegangan	= 380 V atau sebagai local
Max Pengolahan	= 1000 mm
Ketebalan Pengolahan	= 2,5 – 100 mm
Ukuran Sanding Belt	= 1610 x 2560 mm
Tekanan Kerja	= 0,6 Mpa
Kecepatan Sanding	= 18,11 m/s
Kecepatan Conveyor	= 4 – 20 m/min
Total Daya Motor	= 5,1 kW
Berat Mesin	= 1500 kg
Dimensi Mesin	= panjang x lebar x tinggi = (1,8 x 2,2 x 1,3) m



Gambar 3.6. Mesin Sander  
Sumber : *alibaba.com*

### 3.2.6 Spesifikasi Mesin *Recycled Wood Plastic Crusher*

Nama Merek	= ChengChang
Nomor Model	= CCY-50
Buatan	= Guangdong, China (Mainland)
Kapasitas Crushing	= 100 – 160 kg
Daya Motor	= 4,0 kW/ 5,0 HP
Stasionary Cutter	= 2 pcs
Rotary Cutter	= 15 pcs
Ukuran Cutter	= (275 x 200) mm
Dimensi	= panjang x lebar x tinggi = (0,982 x 0,666 x 1,088) m



Gambar 3.7. Mesin Recycled Wood Plastic Crusher

Sumber : *alibaba.com*

### 3.2.7 Spesifikasi Mesin UTM

Nama Merk	= YAOKE
Nomor Model	= YK-1108
Kapasitas	= 100; 200; 500; 1000; 2000; 5000; 10000 kg
Efektif Rentang Pengukuran	= kekuatan dari 0,2% - 100% (nilai 1)/0,4% - 100% (nilai 0,5)
Mengukur Akurasi	= nilai $\pm 1$ % / nilai $\pm 0,5$ %
Tester Resolusi	= Max beban 1/200000, konstan yang Resolusi
Pengujian yang Efektif Lebar	= 400 (dapat ditingkatkan lebar sesuai dengan kebutuhan)
Efektif Tarik Stroke	= 400, 500, 600 (dapat meningkatkan ruang sesuai dengan kebutuhan)
Kecepatan Pengujian	= 0,001 – 500 mm/menit
Power Supply	= 110 V, 50 HZ

Daya = 0,75 kW  
Dimensi = panjang x lebar x tinggi  
= (0,55 x 0,42 x 1,8) m



Gambar 3.8. Mesin UTM (*Universal Testing Machine*)

Sumber : *alibaba.com*

### 3.3 Perencanaan Produksi

#### 3.3.1 Kebutuhan Bahan Baku

Dalam perancangan produk ini, rencana papan *deck* WPC yang akan dihasilkan adalah 25.260 lembar/tahun atau setara dengan 252.600 kg/tahun. Perhitungan kebutuhan bahan baku sangat penting diketahui karena hal ini berkaitan dengan estimasi pemenuhan proses produksi. Perbandingan serbuk kayu : plastik (HDPE) : aditif yang digunakan adalah 60% : 30% : 10%.

Kapasitas Produksi (kg) = 25.260 lembar/tahun  
= 2.105 lembar/bulan  
= 95,7  $\approx$  96 lembar/hari (1 bulan = 22 hari kerja)

Untuk menghasilkan papan *deck* WPC dengan jumlah produksi diatas, dibutuhkan nilai densitas dari masing-masing bahan baku. Tabel 3.1 menunjukkan densitas dari masing-masing bahan baku pada pembuatan papan *deck* WPC :

**Tabel 3.1 Densitas Bahan Baku Pembuatan Papan *deck* WPC**

No	Keterangan	Densitas (kg/m <sup>3</sup> )
1	Serbuk Kayu Jati	480
2	HDPE	960
3	<u>Aditif</u>	
	<i>Calcium</i>	1550
	<i>Calcium Stearate</i>	1080
	<i>EBX Wax</i>	990
	Scona	905
	Tinuvin	1170
	Irganox	1021
	Irgafos	1030

Sumber : Wikipedia.com

Dan diketahui ukuran standar papan *deck* WPC adalah 4 m x 14 cm x 25 mm. Sehingga dimensi ukuran standar untuk panjang x lebar x tebal papan *deck* WPC sama dengan 0,014 m<sup>3</sup>. Berikut secara garis besar analisis kebutuhan masing-masing bahan baku :

### 3.3.1.1 Kebutuhan Serbuk Kayu

Kebutuhan serbuk kayu dalam pembuatan papan *deck* WPC ini adalah 60% sehingga formula yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

$$= \text{Dimensi ukuran standar (m}^3\text{) x densitas serbuk kayu jati (kg/m}^3\text{) x 60\%}$$

Sehingga,

$$= 0,014 \text{ m}^3 \times 480 \text{ kg/ m}^3 \times 60\%$$
$$= 4,032 \text{ kg}$$

### 3.3.1.2 Kebutuhan HDPE sebagai Resin

Resin merupakan komponen yang penting dalam industri komposit yang berfungsi sebagai bahan penguat dan pengikat *reinforcement* untuk menjadikannya komposit. Kebutuhan HDPE sebagai resin yang digunakan adalah 30% sehingga formula yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$= \text{Dimensi ukuran standar (m}^3\text{) x densitas HDPE (kg/m}^3\text{) x 30\%}$$
$$= 0,014 \text{ m}^3 \times 960 \text{ kg/ m}^3 \times 30\%$$
$$= 4,032 \text{ kg}$$

### 3.3.1.3 Kebutuhan Aditif

Kebutuhan aditif dalam pembuatan papan *deck* WPC ini adalah 10%, dimana aditif yang digunakan sebanyak 8 buah sehingga masing-masing aditif mendapatkan porsi sebanyak 1,25%. Sehingga formula yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

$$= \text{Dimensi ukuran standar (m}^3\text{) x densitas (kg/m}^3\text{) x 1,25\%}$$

a. Kebutuhan *Calcium*

$$= 0,014 \text{ m}^3 \times 1550 \text{ kg/ m}^3 \times 1,25\%$$

$$= 0,271 \text{ kg}$$

b. Kebutuhan *Calcium Stearate*

$$= 0,014 \text{ m}^3 \times 1080 \text{ kg/ m}^3 \times 1,25\%$$

$$= 0,189 \text{ kg}$$

c. Kebutuhan *EBS Wax*

$$= 0,014 \text{ m}^3 \times 990 \text{ kg/ m}^3 \times 1,25\%$$

$$= 0,173 \text{ kg}$$

d. Kebutuhan *Scona*

$$= 0,014 \text{ m}^3 \times 905 \text{ kg/ m}^3 \times 1,25\%$$

$$= 0,158 \text{ kg}$$

e. Kebutuhan Tinuvin

$$= 0,014 \text{ m}^3 \times 1170 \text{ kg/ m}^3 \times 1,25\%$$

$$= 0,205 \text{ kg}$$

f. Kebutuhan Irganox

$$= 0,014 \text{ m}^3 \times 1021 \text{ kg/ m}^3 \times 1,25\%$$

$$= 0,178 \text{ kg}$$

g. Kebutuhan Irgafos

$$= 0,014 \text{ m}^3 \times 1030 \text{ kg/ m}^3 \times 1,25\%$$

$$= 0,180 \text{ kg}$$

Sedangkan aditif berupa *coloring agent* pada WPC digunakan sebanyak 0,45 kg (Fauzi Febrianto, 2005).

Sehingga didapat rekapitulasi kebutuhan yang menghasilkan berat dari satu papan *deck* WPC yang ditunjukkan pada Tabel 3.2 berikut,

**Tabel 3.2 Rekapitulasi Berat Kebutuhan (kg)**

No	Keterangan	Berat (kg)
1	Serbuk jati	4,032
2	HDPE	4,032
3	<i>Calcium</i>	0,27125
4	<i>Calcium stearate</i>	0,189
5	<i>EBS Wax</i>	0,17325
6	SCONA	0,158375
7	Tinuvin	0,20475
8	Irganox	0,178675
9	Irgafos	0,18025
10	<i>Color Agent</i>	0,45

Dalam perancangan ini satu kali produksi untuk satu ukuran papan *deck* WPC adalah 4 m x 14 cm x 25 mm dengan kapasitas produksi pertahun 252.600 kg, maka kebutuhan total produksi papan *deck* dalam satu tahun dengan estimasi cacat 5% adalah :

$$= \text{kapasitas (kg/tahun)} \times 5\%$$

$$= 252.600 \text{ kg/tahun} \times 5\%$$

$$= 12.630 \text{ kg/tahun}$$

Sehingga panjang kebutuhan total papan *deck* WPC dalam satu tahun :

$$= 252.600 \text{ kg/tahun} + 12.630 \text{ kg/tahun}$$

$$= 265.230 \text{ kg/tahun}$$

### 3.3.2 Kebutuhan Mesin Produksi

Dalam segala macam bentuk industri, mesin merupakan komponen utama dalam menghasilkan suatu produk. Dimana diketahui jumlah hari kerja selama satu bulan adalah 22 hari, sehingga jumlah hari kerja selama satu tahun adalah 264 hari. Sehingga didapat,

$$\begin{aligned} \text{Produksi per Hari} &= \frac{\text{Produksi per Tahun}}{\text{Jumlah Hari Kerja selama Setahun}} \\ &= \frac{252600 \text{ kg}}{264 \text{ hari}} \\ &= 956,8182 \approx 957 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Kebutuhan mesin yang tersedia sangat berpengaruh pada jumlah produksi, adapun analisis kebutuhan mesin yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

### 3.3.2.1 Kebutuhan Mesin *Mixer*

Mesin *Mixer* berfungsi untuk mencampurkan semua material. Diketahui :

Kapasitas :

Proses *Heating* = 375 lt

Proses *Cooling* = 650 lt

Waktu pencampuran = 30 menit

Berat satu papan *deck* = 10 kg

Sehingga,

$$= 714 \text{ kg/m}^3 \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ dm}^3} = 0,714 \text{ kg/lt}$$

Proses *Heating* = 0,714 kg/lt x 375 lt = 267,75 kg

Proses *Cooling* = 0,714 kg/lt x 650 lt = 464,1 kg

Produksi per 30 Menit = 267,75 kg + 464,1 kg

$$= 731,85 \text{ kg/30 menit}$$

$$\text{Jumlah Mesin yang dibutuhkan} = \frac{\text{Produksi per 30 menit}}{\text{Produksi per Hari}}$$

$$= \frac{731,85 \text{ kg}}{957 \text{ kg}}$$

$$= 0,76 \approx 1 \text{ mesin}$$

### 3.3.2.2 Kebutuhan Mesin *Pelletizer*

Mesin *Pelletizer* berfungsi untuk merubaha hasil *mixer* menjadi berbentuk pellet sebelum di ekstruksi oleh mesin *extruder*. Diketahui :

$$\text{Kapasitas Mesin} = 225 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Effisiensi Mesin} = 95\%$$

Sehingga,

$$\text{Produksi per Jam} = 957 \text{ kg/hari} \times \frac{1 \text{ hari}}{7 \text{ jam}} \times 95\%$$

$$= 129,878 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Jumlah Mesin yang dibutuhkan} = \frac{\text{Produksi per Jam}}{\text{Kapazität Mesin}}$$

$$= \frac{129,878 \text{ kg/jam}}{225 \text{ kg/jam}}$$

$$= 0,57724 \approx 1 \text{ mesin}$$

### 3.3.2.3 Kebutuhan Mesin *Extruder*

Mesin *Extruder* berfungsi untuk mencairkan polimer dan mencampur polimer, kayu dan aditif dalam proses yang disebut sebagai *compounding*.

Diketahui :

$$\text{Kapazität Mesin} = 105 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Effisiensi Mesin} = 95\%$$

Sehingga,

$$\begin{aligned}\text{Produksi per Jam} &= 957 \text{ kg/hari} \times \frac{1 \text{ hari}}{7 \text{ jam}} \times 95\% \\ &= 129,878 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah Mesin yang dibutuhkan} &= \frac{\text{Produksi per Jam}}{\text{Kapasitas Mesin}} \\ &= \frac{129,878 \text{ kg/jam}}{105 \text{ kg/jam}} \\ &= 0,8658 \approx 1 \text{ mesin}\end{aligned}$$

#### 3.3.2.4 Kebutuhan Mesin *Cutting*

Mesin *Cutting* berfungsi untuk memotong panjang papan *deck* sesuai standar yaitu 3 - 5 m. Banyaknya kebutuhan mesin *cutting* ini disesuaikan dengan banyaknya mesin *extruder*, hal ini dikarenakan mesin *cutting* akan di instalasi dengan mesin *extruder*. Jadi kebutuhan mesin *cutting* adalah sebanyak 1 buah mesin.

#### 3.3.2.5 Kebutuhan Mesin *Sander*

Mesin *Sander* berfungsi untuk mengamplas lapisan papan *deck* sehingga terlihat seperti kayu. Diketahui :

$$\begin{aligned}\text{Kecepatan Mesin} &= 18,11 \text{ m/s} \\ \text{Panjang standar papan } \textit{deck} &= 4 \text{ m} \\ \text{Effisiensi Mesin} &= 95\%\end{aligned}$$

Sehingga produksi per mesin,

$$\begin{aligned} &= \text{Kecepatan mesin} \times \frac{1 \text{ detik}}{60 \text{ menit}} \times \frac{1 \text{ lembar}}{4 \text{ m}} \times \text{eff} \times \frac{420 \text{ menit}}{1 \text{ hari}} \\ &= 18,11 \text{ m/s} \times \frac{1 \text{ detik}}{60 \text{ menit}} \times \frac{1 \text{ lembar}}{4 \text{ m}} \times 95\% \times \frac{420 \text{ menit}}{1 \text{ hari}} \\ &= 30,107875 \text{ lembar/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Mesin yang dibutuhkan} &= \frac{\text{produksi per hari (lembar)}}{\text{produksi per mesin}} \\ &= \frac{96 \text{ lembar/hari}}{30,10 \text{ lembar/hari}} = 3 \text{ mesin} \end{aligned}$$

### 3.3.2.6 Kebutuhan Mesin *Crusher*

Mesin *Crusher* berfungsi untuk menguraikan limbah WPC untuk menjadi partikel yang lebih kecil lagi. Dikarenakan mesin ini digunakan hanya untuk penguraian limbah pabrik dan kapasitas mesin ini adalah 100 kg, maka hanya diperlukan satu mesin saja.

### 3.3.2.7 Kebutuhan Mesin UTM

Mesin UTM berfungsi untuk menguji spesimen papan *deck* dengan ukuran 100 cm x 14 cm x 2,5 cm. Dengan jumlah spesimen yang akan diuji sebanyak 4 buah dalam satu hari. Sehingga pabrik ini hanya membutuhkan 1 mesin UTM.

## **BAB IV**

### **PERANCANGAN PABRIK**

#### **4.1 Lokasi Pabrik**

Pemilihan lokasi pabrik merupakan salah satu hal yang penting dalam perancangan pabrik yang memproduksi barang maupun jasa. Dengan demikian strategi lokasi adalah hal yang tidak dapat diabaikan dalam proses perancangan. Alasan yang mendasarinya diantaranya yaitu sektor barang memerlukan lokasi untuk melakukan kegiatan pembuatan produk barang tersebut atau tempat memproduksi (pabrik) sedangkan untuk sektor jasa memerlukan tempat untuk dapat memberikan pelayanan bagi konsumen.

Pertimbangan lain dalam perencanaan dan pemilihan lokasi pabrik yaitu faktor sumber bahan baku, area pemasaran, dan tersedianya tenaga kerja. Setiap pabrik akan berusaha menjaga agar penyaluran bahan baku dapat berkesinambungan dengan harga layak dan transportasi rendah. Berbagai industri memilih tempat fasilitas produksinya di dekat area pemasaran dengan tujuan untuk memperpendek jaringan distribusi produk sehingga cepat sampai di tangan konsumen.

Pabrik papan *deck* WPC dengan kapasitas 25.260 lembar/tahun ini direncanakan didirikan di Jalan Raya Jepara-Bangsri KM 18 dengan luas lahan

6.500 m<sup>2</sup>. Bahan pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik adalah sebagai berikut:

## 1. Faktor Primer

### a. Sumber Bahan Baku

Tepuk/serbuk kayu jati (*teak woodust*) dibeli dari PT. Indratma Sahitaguna, Kabupaten Demak. Sedangkan biji plastik daur ulang HDPE dibeli dari PT. Langgeng Jaya Plastindo, Kabupaten Gresik.

### b. Daerah Pemasaran

Lokasi pabrik dekat dengan daerah pemasaran dan bahan baku seperti Semarang, Solo, Yogyakarta, Magelang, dan daerah Jawa Timur.

### c. Transportasi

Lokasi pabrik yang berada tepat dipinggir jalan raya antar kabupaten dan Kabupaten Jepara yang termasuk daerah jalur pantura memudahkan jalur distribusi bahan baku maupun barang ke daerah pemasaran di pulau jawa. Daerah Kabupaten Jepara juga terdapat akses pelabuhan sehingga memudahkan untuk ekspor produk ke luar pulau jawa.

## 2. Faktor Sekunder

### a. Persediaan air dan sumber tenaga listrik

Utilitas terdiri dari air yang akan dipenuhi dengan membuat sumur di lokasi pabrik. Pengadaan energi listrik berasal dari PLTU Tanjung Jati.

b. Tenaga Kerja

Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan dapat dengan mudah terpenuhi di lokasi ini.

c. Kondisi masyarakat dan keamanan di sekitar lokasi

Penduduk di sekitar lokasi pabrik sudah terbiasa dengan lingkungan industri berbahan baku kayu dan sejenisnya dan pabrik komposit ini tidak menyisakan limbah sehingga pendirian pabrik baru mudah diterima dan tidak ada kesulitan dalam beradaptasi.

d. Iklim dan kondisi tanah di daerah yang bersangkutan

Iklim yang baik (kelembaban udara, intensitas panas matahari, curah hujan, dan angin) serta kondisi tanah yang baik mempengaruhi kelancaran proses produksi sekaligus menjadi faktor pendorong bagi karyawan untuk bekerja lebih baik dengan situasi dan kondisi yang mendukung.

e. Kebijakan Pemerintah

Pemerintah Kabupaten Jepara mempunyai kebijakan untuk mengembangkan dan memajukan daerahnya, dengan adanya pembangunan pabrik komposit WPC *deck* ini diharapkan daerah dan masyarakat sekitarnya akan semakin sejahtera dan berkembang.

## **4.2 Perencanaan Tata Letak Pabrik (*Plan Layout*)**

Layout didalam bahasa memiliki arti tata letak. Sedangkan menurut istilah, layout merupakan usaha untuk menyusun, menata, atau memadukan elemen-elemen atau unsur-unsur komunikasi grafis (teks, gambar, tabel dll) menjadikan komunikasi visual yang komunikatif, estetik dan menarik. Di sini diperlukan pertimbangan ketika sedang mendesain suatu informasi yang seefektif mungkin. Tujuan utama layout adalah menampilkan elemen gambar dan teks agar menjadi komunikatif dalam sebuah cara yang dapat memudahkan pembaca menerima informasi yang disajikan. (Lukamnul Hakim, 2012).

Kemudian untuk meningkatkan produktifitas, sumber daya manusia menjadi factor yang sangat menentukan. Karena tanpa adanya sumber daya manusia secanggih apapun peralatan yang dimiliki, menjadi tidak berarti. Demikian juga betapapun ketrampilan yang dimiliki tetapi tidak disertai dengan teknologi yang memadai, produktivitas tetap akan rendah.

Tujuan utama dari tata letak fasilitas ialah mengatur area kerja dan segala fasilitas produksi yang paling ekonomis untuk operasi produksi yang aman dan nyaman sehingga akan dapat menaikkan kinerja dari operator. Lebih spesifik lagi suatu tata letak yang baik akan dapat memberikan keuntungan-keuntungan dalam sistem produksi, yaitu antara lain sebagai berikut :

- a. Meningkatkan output produksi.

Biasanya tata letak yang baik akan memberikan keluaran yang lebih besar dengan ongkos yang sama atau lebih sedikit, *man hours* yang lebih kecil, dan atau mengurangi jam kerja mesin.

- b. Mengurangi waktu tunggu

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, sehingga dapat mengurangi waktu tunggu yang berlebihan.

- c. Mengurangi proses pemindahan material

Pada beberapa kasus proses pemindahan bahan bisa mencapai 30% sampai 90% dari total biaya produksi, maka diperlukan usaha untuk mengatur tata letak fasilitas pabrik sehingga aktivitas pemindahan material dapat diminimumkan.

- d. Penghematan areal produksi, gudang, dan service.

Perancangan tata letak fasilitas dapat mengatasi pemborosan area yang disebabkan oleh jalan lintas, material yang menumpuk, jarak antar mesin yang berlebihan, dan lain-lain.

- e. Penggunaan yang lebih besar dari pemakaian mesin, tenaga kerja, dan atau fasilitas produksi lainnya.

Faktor-faktor pemanfaatan mesin, tenaga kerja dan lain-lain erat kaitannya dengan biaya produksi. Suatu tata letak yang terencana dengan baik, akan

banyak membantu penggunaan elemen-elemen produksi yang lebih efektif dan efisien.

- f. Mengurangi *inventory in process*.

Sistem produksi pada dasarnya menghendaki sedapat mungkin bahan baku untuk berpindah dari suatu operasi ke operasi berikutnya secepat-cepatnya dan berusaha mengurangi bertumpuknya barang setengah jadi.

- g. Mengurangi resiko bagi kesehatan dan keselamatan kerja dari operator.

Perencanaan tata letak pabrik juga ditujukan untuk membuat suasana kerja yang nyaman dan aman bagi mereka yang bekerja di dalamnya. Hal-hal yang bisa dianggap membahayakan bagi kesehatan dan keselamatan kerja dari operator harus dihindari.

- h. Mengurangi faktor-faktor yang biasa merugikan dan mempengaruhi kualitas dari bahan baku ataupun produk jadi.

Tata letak yang direncanakan secara baik akan dapat mengurangi kerusakan-kerusakan yang bisa terjadi pada bahan baku ataupun produk jadi. Getaran-getaran, debu, panas, dan lain- lain dapat secara mudah merusak kualitas material ataupun produk yang dihasilkan.

Perencanaan tata letak fasilitas produksi berhubungan erat dengan proses perencanaan dan pengaturan letak mesin, peralatan, aliran bahan, dan pekerja padamasing-masing stasiun kerja (*work station*). Pengaturan tata letak fasilitas produksi harus mempertimbangkan faktor-faktor berikut:

1. Jenis produk, termasuk didalamnya desain produk dan volume produksi.
2. Urutan proses, apakah atas dasar arus atau atas dasar proses.
3. Peralatan yang digunakan, baik teknologi, jenis, maupun kapasitas mesin.
4. Pemeliharaan dan penggantian mesin dan peralatan (*maintenance and replacemenet*)
5. Keseimbangan kapasitas antar mesin dan antar departemen (*balance capacity*)
6. Area tenaga kerja (*employee area*).
7. Area pelayanan (*service area*).
8. Feksibilitas (*flexibility*)

Dasar pengaturan layout atau cara pengaturan rencana tata letak pabrik adalah :

1. Atas Dasar Proses

Pengaturan *layout* berdasar atas proses terlebih dahulu ditentukan jenis produk, tipe *manufacturing*, dan karakter peralatan produksi. Mesin-mesin dan peralatan yang mempunyai karakter serupa dikelompokkan menjadi satu. Dasar ini dinamakan *Layout Proses*.

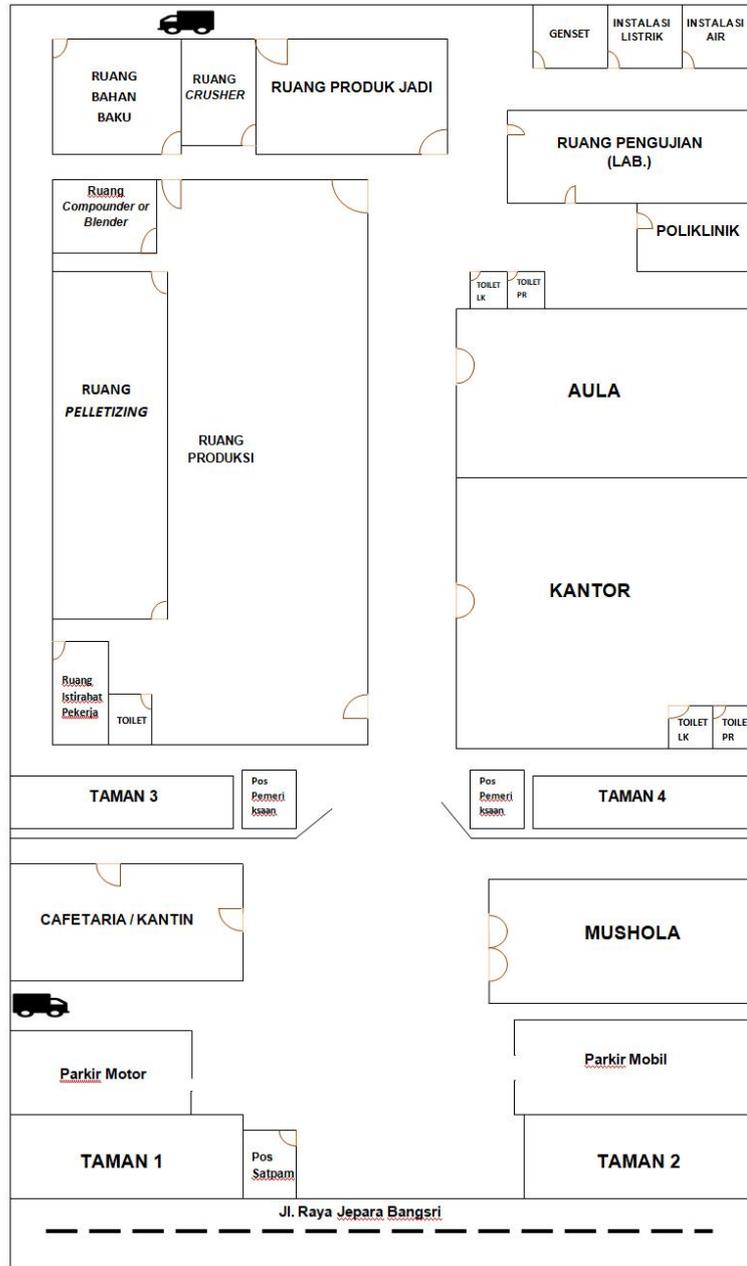
2. Atas Dasar Produk

Pada pengaturan *layout* berdasar atas produk terlebih dahulu ditentukan jenis pekerjaan yang harus dilakukan pada produk yang akan dihasilkan. Pengaturan tata letak fasilitas pabrik seperti mesin, tidak

memandang tipenya dan penempatannya sesuai dengan urutan dari satu proses ke proses yang lain. Dasar ini dinamakan *Layout* Produk.

Pada prarancangan pabrik ini digunakan tipe bangunan berlantai tunggal. Tipe ini adalah bentuk paling umum dan dapat memudahkan dalam proses pengangkutan bahan-bahan dari satu tahapan proses ke tahapan proses berikutnya serta tidak mahal karena dilakukan secara horizontal. Tata letak pabrik papan *deck* WPC yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Skala 1:1000



Gambar 4.1. Tata Letak Pabrik Papan *Deck* WPC

Keterangan ukuran masing-masing ruangan untuk *layout* Gambar 4.1.

diatas ditunjukkan pada Tabel 4.1 berikut ini :

**Tabel 4.1. Ukuran Ruangan dalam *Plan Layout***

<b>No</b>	<b>Nama Ruangan</b>	<b>Panjang (m)</b>	<b>Lebar (m)</b>	<b>Luas (m<sup>2</sup>)</b>
1	Pos Satpam	5	5	25
2	Taman 1	8	20	160
3	Taman 2	8	20	160
4	Parkir Motor	10	14	140
5	Parkir Mobil	10	18	180
6	Mushola	12	22	264
7	Cafetaria / Kantin	10	20	200
8	Taman 3	3	15	45
9	Taman 4	3	15	45
10	Pos Pemeriksaan	5	3	15
11	Pos Pemeriksaan	5	3	15
12	Kantor	28	28	784
	- Toilet Perempuan	5	4	
	- Toilet Laki-laki	5	4	
13	Aula	18	28	504
14	Toilet Perempuan	5	4	20
15	Toilet Laki-laki	5	4	20
16	Poliklinik	6	8	48
17	Ruang Pengujian (Lab.)	14	18	252
18	Instalasi Air	5	5	25
19	Instalasi Listrik	5	5	25
20	Genset	5	5	25
21	Ruang Produk Jadi	10	20	200

**Lanjutan Tabel 4.1 Ukuran Ruangan dalam *Plan Layout***

22	Ruang <i>Crusher</i>	10	5	50
23	Ruang Bahan Baku	14,5	14,5	210,25
24	Ruang Produksi	60	30	1800
	- Ruang Istirahat Pekerja	8	10	
	- Toilet	5	4	
	- Ruang <i>Compounder or Blender</i>	6	9	
	- Ruang <i>Pelletizing</i>	40	10	
<b>Luas Bangunan</b>				<b>5.212,25</b>
<b>Luas Jalan</b>				<b>1.287,75</b>
<b>Luas Tanah</b>		<b>100</b>	<b>65</b>	<b>6.500</b>

#### **4.3 Perencanaan Tata Letak Mesin (*Machines Plan Lay Out*)**

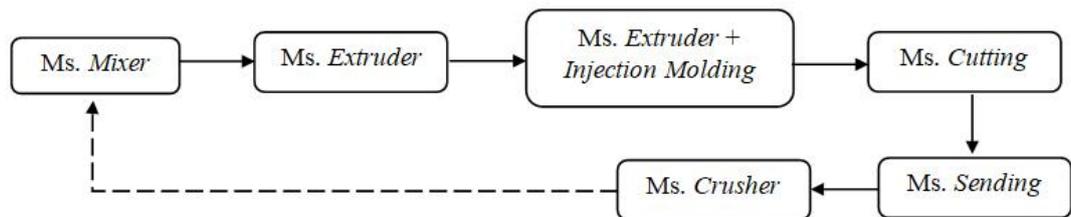
Tata letak mesin sangat berhubungan dengan penyusunan mesin dan peralatan produksi dalam suatu pabrik. Fasilitas produksi harus disediakan sesuai dengan tempatnya masing-masing. Susunan mesin, peralatan, dan fasilitas pabrik lainnya akan mempengaruhi;

- Efisiensi jalannya produksi,
- Perolehan laba produksi,
- Kelangsungan perusahaan,

Pengaturan tata letak mesin pada prarancangan pabrik ini menggunakan sistim *First In First Out* (FIFO), dimana 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. Tujuan dari tata letak ini adalah untuk mengurangi proses pemindahan bahan dan memudahkan pengawasan dalam kegiatan produksi, juga untuk meningkatkan efisiensi dan efektifitas kerja.

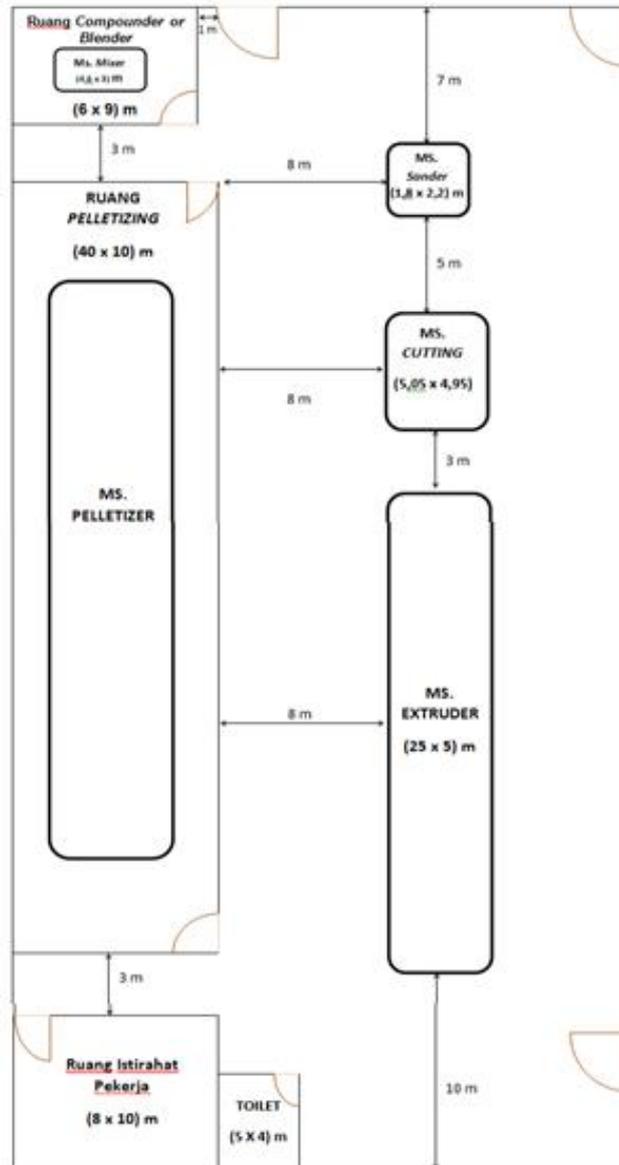
Kesesuaian ruang dan tata letak mesin produksi merupakan faktor penting yang perlu diperhatikan dari segi fungsi mesin dan target produksi, terutama dari pertimbangan tipe proses. Gambar 4.2 menunjukkan *flowchart* mesin untuk pembuatan papan *deck* WPC.



Gambar 4.2 *Flowchart* Mesin Pembuatan Papan *Deck* WPC

Mesin-mesin ini ditata dengan posisi berbentuk U di ruang produksi. Tata letak mesin dapat dilihat pada Gambar 4.3. dibawah ini.

Skala 1 : 1000



Gambar 4.3. *Machines Plan Layout*

Keterangan :

Ukuran ruang produksi :  $60 \text{ m} \times 30 \text{ m} = 180 \text{ m}^2$

1. Ruang *Compounder or Blender*

Ukuran mesin *mixer* =  $4,6 \text{ m} \times 3 \text{ m}$

Luas ruangan =  $6 \text{ m} \times 9 \text{ m}$

2. Ruang *Pelletizing*

Ukuran mesin *pelletizer* =  $25 \text{ m} \times 5 \text{ m}$

Luas ruangan =  $40 \text{ m} \times 10 \text{ m}$

3. Mesin *Extruder* =  $25 \text{ m} \times 5 \text{ m}$

4. Mesin *Cutting* =  $5,05 \text{ m} \times 4,95 \text{ m}$

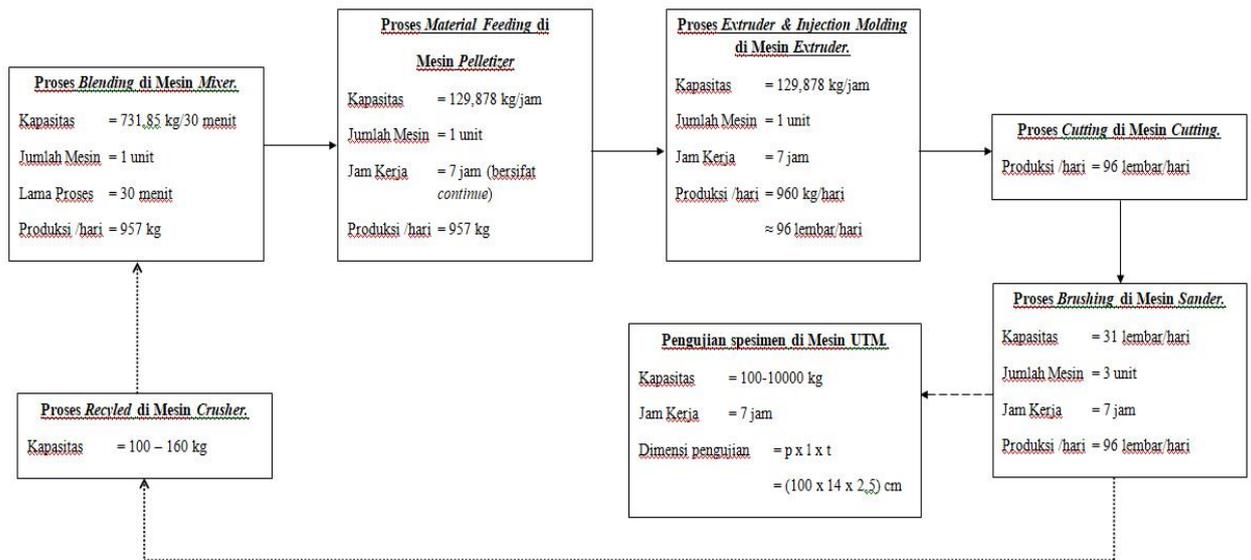
5. Mesin Sander =  $1,8 \text{ m} \times 2,2 \text{ m}$

6. Ruang istirahat pekerja =  $8 \text{ m} \times 10 \text{ m}$

7. Toilet =  $5 \text{ m} \times 4 \text{ m}$

#### 4.4 Alir Proses Produksi

Alir proses pada produksi papan *deck Wood Plastic Composite (WPC)* dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut ini.



Gambar 4.4 Alir Proses Produksi

#### 4.5 Perawatan Mesin

Perawatan di suatu industri merupakan salah satu faktor yang penting dalam mendukung suatu proses produksi yang mempunyai daya saing di pasaran. Produk yang dibuat industri harus mempunyai hal-hal berikut:

- Kualitas baik
- Harga pantas
- Di produksi dan diserahkan ke konsumen dalam waktu yang cepat

Oleh karena itu proses produksi harus didukung oleh peralatan yang siap bekerja setiap saat dan handal. Untuk mencapai hal itu maka peralatan-peralatan

penunjang proses produksi ini harus selalu dilakukan perawatan yang teratur dan terencana.

Secara umum, ditinjau dari saat pelaksanaan pekerjaan perawatan, dapat dibagi menjadi dua cara:

1. Perawatan yang direncanakan (*Planned Maintenance*)
2. Perawatan yang tidak direncanakan (*Unplanned Maintenance*)

Untuk perawatan yang direncanakan dibagi menjadi dua macam, yaitu:

1. Perawatan Preventif (*Peventive Maintenance*)

Merupakan pekerjaan perawatan yang bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan atau cara perawatan yang direncanakan untuk pencegahan (preventif). Ruang lingkup pekerjaan preventif termasuk: inspeksi, perbaikan kecil, pelumasan dan penyetelan, sehingga peralatan atau mesin-mesin selama beroperasi terhindar dari kerusakan.

2. Perawatan Koretif (*Corrective Maintenance*)

Merupakan pekerjaan perawatan yang dilakukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kondisi fasilitas/peralatan sehingga mencapai standar yang dapat diterima. Dalam perbaikan dapat dilakukan peningkatan-peningkatan sedemikian rupa, seperti melakukan perubahan atau modifikasi rancangan agar peralatan menjadi lebih baik.

Untuk mengantisipasi perawatan korektif ini perusahaan menetapkan perawatan preventif dengan ketat dan terprogram. Kegiatan-kegiatan perawatan preventif pada mesin-mesin produksi antara lain:

a. Mesin *Mixer*

- ✓ Pembersihan dan pengecekan pada mesin setiap hari

b. Mesin *Granulator(Pelletizer)*

- ✓ Pengecekan fungsi heater, blower, dan pendingin 1 x 1 bulan

c. Mesin *Extruder*

- ✓ Pelumasan tepatnya pada bagian *screw* setiap 6 bulan sekali
- ✓ Setiap 2 minggu dilakukan pengecekan dan pembersihan pada mesin

d. Mesin *Cutting*

- ✓ Pisau dan tuas tekan pisau, meliputi:
  - Pembersihan setiap hari
  - Pengasahan pisau dan pelumasan oli setiap 1 bulan sekali
- ✓ *Overhaul* 4 tahun sekali

e. Mesin *Sander*

- ✓ Pembersihan dan pengecekan pada mesin setiap hari

f. Mesin *Crusher*

- ✓ Pembersihan dan pengecekan pada mesin setiap hari

g. Mesin Pengujian

- ✓ Pembersihan setiap hari, meliputi:
  - Pembersihan bagian-bagian alat uji
- ✓ Overhaul 1 x 3 tahun, meliputi:
  - Penggantian *autopart* yang rusak

#### **4.6 Pelayanan Teknik (Utilitas)**

Unit pendukung proses atau sering pula disebut utilitas merupakan sarana penunjang proses yang diperlukan pabrik agar dapat berjalan dengan baik. Utilitas dalam pabrik komposit ini meliputi air dan listrik. Penyediaan utilitas dapat dilakukan secara langsung dimana utilitas diproduksi di dalam pabrik tersebut, atau secara tidak langsung yang diperoleh dari pembelian ke perusahaan-perusahaan yang menyediakan. Tugas dan tanggung jawab bagian utilitas adalah:

- a. Mengamankan dan menjaga kesinambungan proses produksi dengan memberikan sumber tenaga yang handal.
- b. Memberikan pelayanan pasokan bahan bakar, listrik, dan air untuk kebutuhan operasional pabrik dan kebutuhan sanitasi.

#### 4.6.1 Penyediaan Air

Unit penyediaan air merupakan salah satu unit utilitas yang bertugas menyediakan air untuk kebutuhan industri maupun rumah tangga. Unit ini sangat berpengaruh dalam kelancaran produksi dari awal hingga akhir proses. Dalam memenuhi kebutuhan air di dalam pabrik, dapat diambil dari air permukaan seperti air sumur, air sungai, dan air laut sebagai sumber untuk mendapatkan air. Dalam perancangan pabrik papan *deck* WPC ini, sumber air yang digunakan berasal dari sumur. Pertimbangan menggunakan air sumur sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah:

1. Air sumur lebih ekonomis dibandingkan jika harus membeli air dari PDAM.
2. Pemenuhan kebutuhan air dapat terjamin, baik untuk kapasitas maupun waktunya.
3. Kualitas air lebih terjaga.

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik adalah untuk:

1. Air untuk proses

Hal-hal yang diperhatikan dalam air proses

- a. Kesadahan (*hardness*) yang dapat menyebabkan kerak
- b. Besi yang dapat menimbulkan korosi

- c. Minyak yang dapat menyebabkan terbentuknya lapisan film yang mengakibatkan terganggunya koefisien transfer panas serta menimbulkan endapan.

## 2. Air sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk keperluan kantor dan rumah tangga perusahaan, yaitu air minum, laboratorium, dll.

Air sanitasi yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat tertentu:

### a. Syarat fisik:

- 1) Suhu normal di bawah suhu udara luar
- 2) Warna jernih
- 3) Tidak berasa
- 4) Tidak berbau

### b. Syarat kimia:

- 1) Tidak mengandung zat organik maupun anorganik
- 2) Tidak beracun

### c. Syarat bakteriologis:

Tidak mengandung bakteri-bakteri, terutama bakteri patogen, seperti *Salmonella*, *Pseudomonas*, *Eschericia coli*.

#### 4.6.1.1 Perhitungan Kebutuhan Air

Pemakaian air untuk prarancangan ini anatara lain :

a. Keperluan Air untuk Mesin *Extruder*

Keperluan air untuk mesin ekstruder yang dibutuhkan adalah sebanyak 4 liter – 8 liter (Andrew Putra, 2010). Pada pembuatan papan *deck* ini akan digunakan 4 liter/hari air untuk kebutuhan mesin ekstruder. Sehingga dibutuhkan 88 liter/bulan.

b. Keperluan Air untuk Sanitasi

- Air Bak Mandi

Jumlah kebutuhan air untuk toilet per orang diperkirakan 15 liter/hari (Poerba, 1995). Jumlah karyawan pada prarancangan pabrik ini sebanyak 70 orang, sehingga kebutuhan air untuk bak mandi sebesar,

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan air bak mandi} &= 70 \text{ orang} \times 15 \text{ lt/hari} \\ &= 1.050 \text{ lt/hari}\end{aligned}$$

- Air untuk Taman

Taman disekitar pabrik diperkirakan membutuhkan air sebanyak 500 liter/hari.

- Air untuk Mushola

Jumlah kebutuhan air di mushola per orang diperkirakan 15 lt/hari (Suhandri, 1996:19). Dengan jumlah karyawan sebanyak 70 orang dan asumsi karyawan yang beragama islam 90%, maka kebutuhan air untuk mushola sebesar,

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan air untuk mushola} &= 15 \text{ lt/hari} \times (70 \text{ orang} \times 90\%) \\ &= 945 \text{ lt/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total kebutuhan air untuk sanitasi} &= (1.050 + 500 + 945) \text{ lt/hari} \\ &= 2.495 \text{ lt/hari} \\ &= 54.890 \text{ lt/bulan}\end{aligned}$$

c. Kebutuhan Air untuk Konsumsi

Jumlah air untuk diminum per orang diasumsikan 3 lt/hari (Abraham Maslow, 1970). Jumlah karyawan adalah 70 orang, sehingga kebutuhan air untuk dikonsumsi sebesar,

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan air konsumsi} &= 3 \text{ lt/hari} \times 70 \text{ orang} \\ &= 210 \text{ lt/hari} \\ &= 4.620 \text{ lt/bulan}\end{aligned}$$

Banyaknya kebutuhan galon dalam 1 bulan, jika 1 galon = 19 liter.

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan galon} &= \frac{4.620 \text{ lt/bulan}}{19 \text{ lt}} \\ &= 243,16 \approx 244 \text{ galon/bulan}\end{aligned}$$

d. Air untuk Kebutuhan Hydrant

Kebutuhan air per hydrant adalah 250 liter (Kiswanto, 2012). Perencanaan titik hydrant di pabrik sebanyak 6 titik, dengan ketentuan 1 titik di kantin; 1 titik di pos satpam; 1 titik diantara kantor dan aula; 1 titik diantara lab dan poliklinik; dan 2 titik di ruang produksi. Sehingga kebutuhan air untuk hydrant sebesar,

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan air untuk hydrant} &= 250 \text{ lt} \times 6 \text{ titik} \\ &= 1.500 \text{ lt/titik}\end{aligned}$$

e. Air untuk Kebutuhan Lainnya

- Air untuk Kendaraan Perusahaan

Kebutuhan air untuk membersihkan truk adalah 400 liter/truk, sedangkan untuk mobil adalah 200 lt/mobil (Miftahudin, 2013). Sehingga keperluan air untuk 2 truk dan 2 mobil perusahaan sebesar,

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan air untuk truk} &= 400 \text{ lt/truk} \times 2 \text{ truk} \\ &= 800 \text{ lt}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan air untuk mobil} &= 200 \text{ lt/mobil} \times 2 \text{ mobil} \\ &= 400 \text{ lt}\end{aligned}$$

Dengan asumsi 1 bulan terdapat 2 kali pencucian, maka :

$$\begin{aligned}\text{Total Kebutuhan Air untuk Kendaraan} &= (800 \text{ lt} + 400 \text{ lt}) \times 2 \\ &= 2.400 \text{ lt}\end{aligned}$$

- Air untuk Kebersihan Ruangan

Total luas bangunan pabrik adalah 5.327 m<sup>2</sup>, kebutuhan air untuk 100 m<sup>2</sup> per hari adalah 2 liter (Tanggoro, 1999). Sehingga kebutuhan air yang dibutuhkan sebesar,

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan air untuk Kebersihan ruangan} &= \frac{2 \text{ lt} \times 5.327 \text{ m}^2}{100 \text{ m}^2} \\ &= 106,54 \approx 107 \text{ lt/hari} \\ &= 2.354 \text{ lt/bulan}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total kebutuhan air untuk kebutuhan lainnya} &= 2.400 \text{ lt} + 2.354 \text{ lt} \\ &= 4.754 \text{ lt/bulan}\end{aligned}$$

Berdasarkan kebutuhan diatas, maka total kebutuhan air yang diperlukan untuk pabrik dalam 1 hari dapat dilihat pada Tabel 4.2. dibawah ini :

**Tabel 4.2 Rekapitulasi Penggunaan Air Perusahaan**

<b>Unit Kegunaan Air</b>	<b>lt/hari</b>	<b>lt/bulan</b>
Air untuk sanitasi	2.495	54.890
Air untuk Konsumsi	210	4.620
Air untuk hydrant	1.500	1.500
Air untuk kebutuhan lain	1.307	4.754
air untuk extruder	4	88
<b>Total</b>	<b>5.516</b>	<b>65.852</b>

Untuk memenuhi penggunaan air disemua bagian pabrik akan dipenuhi oleh pompa air yang berfungsi untuk mengambil air dari sumber mata air sumur yang kemudian air dapat langsung terdistribusi ke masing-masing bagian. Spesifikasi pompa air yang digunakan adalah sebagai berikut :

Merk = Shimizu PS 130 BIT

Jenis Pompa = Sumur Dangkal Otomatis (tabung angin)

Daya Motor = 125 Watt

Kapasitas = 35 lt/menit

Daya Hisap Max. = 9 meter

Daya Pancar Max. = 40 meter

Total Head Max. = 40 meter

Dengan kapasitas pompa 35 lt/menit maka,

$$= 35 \text{ lt/menit} \times 420 \text{ menit/hari}$$

$$= 14.700 \text{ lt/hari}$$

Jumlah pompa yang dibutuhkan adalah,

$$= \frac{\text{Total Penggunaan Air Perusahaan /hari}}{\text{Kapasitas pompa /hari}}$$

$$= \frac{5.516 \text{ lt/hari}}{14.700 \text{ lt/hari}}$$

$$= 0,37 \approx 1 \text{ pompa}$$

Waktu kerja pompa adalah,

$$= \frac{\text{Total Penggunaan Air Perusahaan /hari}}{\text{Kapasitas pompa} \times \text{jumlah pompa}}$$

$$= \frac{5.516 \text{ lt/hari}}{35 \frac{\text{lt}}{\text{menit}} \times 1 \text{ pompa}}$$

$$= 157,6 \text{ menit}$$

$$= 2,63 \approx 3 \text{ jam}$$

#### 4.6.2 Sarana Komunikasi

Pengadaan sarana komunikasi bertujuan untuk memudahkan komunikasi dengan pihak internal perusahaan seperti komunikasi antar divisi maupun dengan pihak eksternal perusahaan seperti komunikasi dengan pihak *client*, *supplier*, dan sebagainya. Sarana komunikasi sangat penting untuk dan memiliki pengaruh besar terhadap kelangsungan proses produksi. Sarana komunikasi yang digunakan untuk pabrik papan *deck* WPC ini antara lain intercom, memo, internet (*e-mail*), dan surat. Intercom dan memo digunakan untuk komunikasi internal perusahaan sedangkan internet (*e-mail*) dan surat resmi digunakan untuk komunikasi eksternal perusahaan.

#### 4.6.3 Unit Penyediaan Listrik

Unit ini berfungsi untuk memenuhi kebutuhan listrik di seluruh area pabrik, pemenuhan kebutuhan listrik dipenuhi oleh PLN dan sebagai cadangan adalah *generator set* untuk menghindari gangguan yang mungkin terjadi pada PLN.

##### 4.6.3.1 Kebutuhan Listrik untuk Mesin Produksi

a. Mesin *Mixer*

Daya/mesin (bagian *heating*) = 57 kW

Daya/mesin (bagian *cooling*) = 18,5 kW

Jumlah Mesin = 1 unit

Jam Kerja (bagian *heating*) = 20 menit

$$\text{Jam Kerja (bagian } \textit{cooling}) = 10 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan listrik (bagian } \textit{heating}) &= \text{daya} \times \text{jumlah mesin} \times \text{jam kerja} \\ &= 57 \text{ kW} \times 1 \text{ unit} \times \frac{20 \text{ menit}}{60} \\ &= 19 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan listrik (bagian } \textit{cooling}) &= \text{daya} \times \text{jumlah mesin} \times \text{jam kerja} \\ &= 18,5 \text{ kW} \times 1 \text{ unit} \times \frac{10 \text{ menit}}{60} \\ &= 3,08 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Kebutuhan untuk Mesin } \textit{Mixer} &= 19 \text{ kWh} + 3,08 \text{ kWh} \\ &= 22,08 \approx 23 \text{ kWh} \end{aligned}$$

b. Mesin *Pelletizer*

$$\text{Daya Mesin} = 90 \text{ kW}$$

$$\text{Jumlah Mesin} = 1 \text{ unit}$$

$$\text{Jam Kerja} = 7 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan untuk Mesin } \textit{Pelletizer} &= \text{daya mesin} \times \text{jml mesin} \times \text{jam kerja} \\ &= 90 \text{ kW} \times 1 \text{ unit} \times 7 \text{ jam} \\ &= 630 \text{ kWh} \end{aligned}$$

c. Mesin *Extruder*

$$\text{Daya Mesin} = 35 \text{ kW}$$

$$\text{Jumlah Mesin} = 1 \text{ unit}$$

$$\text{Jam Kerja} = 7 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan untuk Mesin } \textit{Extruder} &= \text{ daya mesin} \times \text{ jumlah mesin} \times \text{ jam} \\ &\text{ kerja} \end{aligned}$$

$$= 35 \text{ kW} \times 1 \text{ unit} \times 7 \text{ jam}$$

$$= 245 \text{ kWh}$$

d. Mesin *Cutting*

$$\text{Daya Mesin} = 5,5 \text{ kW}$$

$$\text{Jumlah Mesin} = 1 \text{ unit}$$

$$\text{Jam Kerja} = 7 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan untuk Mesin } \textit{Cutting} &= \text{ daya mesin} \times \text{ jumlah mesin} \times \text{ jam} \\ &\text{ kerja} \end{aligned}$$

$$= 5,5 \text{ kW} \times 1 \text{ unit} \times 7 \text{ jam}$$

$$= 38,5 \text{ kWh}$$

e. Mesin *Sander*

$$\text{Daya Mesin} = 5,1 \text{ kW}$$

$$\text{Jumlah Mesin} = 3 \text{ unit}$$

$$\text{Jam Kerja} = 7 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan untuk Mesin } \textit{Sander} &= \text{ daya mesin} \times \text{ jumlah mesin} \times \text{ jam} \\ &\text{ kerja} \end{aligned}$$

$$= 5,1 \text{ kW} \times 3 \text{ unit} \times 7 \text{ jam}$$

$$= 107,1 \text{ kWh}$$

f. Mesin *Crusher*

$$\text{Daya Mesin} = 4 \text{ kW}$$

$$\text{Jumlah Mesin} = 1 \text{ unit}$$

$$\text{Jam Kerja} = 3 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan untuk Mesin } \textit{Crusher} &= \text{ daya mesin} \times \text{ jumlah mesin} \times \text{ jam} \\ &\text{ kerja} \end{aligned}$$

$$= 4 \text{ kW} \times 1 \text{ unit} \times 3 \text{ jam}$$

$$= 12 \text{ kWh}$$

g. Mesin Pengujian

Daya Mesin = 0,75 kW

Jumlah Mesin = 1 unit

Jam Kerja = 3 jam

Kebutuhan untuk Mesin Pengujian = daya mesin x jumlah mesin x jam  
kerja  
= 0,75 kW x 1 unit x 3 jam  
= 2,25 kWh

#### 4.6.3.2 Kebutuhan Listrik untuk Non-Produksi

a. Komputer

Komputer akan diberikan kepada masing-masing manajer sebanyak 4 buah, bagian personalia sebanyak 1 buah, bagian administrasi sebanyak 3 buah, bagian diklat sebanyak 1 buah, bagian humas sebanyak 2 buah, bagian keuangan sebanyak 3 buah, bagian akunting sebanyak 3 buah, bagian pemasaran sebanyak 2 buah, bagian laboratorium sebanyak 1 buah, *quality control* sebanyak 1 buah, dan bagian distribusi sebanyak 1 buah. Jumlah kebutuhan komputer sebanyak 22 unit. Spesifikasi computer yang digunakan adalah sebagai berikut,

Processor = APU A8-5545 Quad Core up to 2.7 Ghz

RAM = 2 GB DDR3 PC 10600

Daya = 450 Watt

Jumlah = 22 unit

Rasio Pemakaian = 90%

Penggunaan = 7 jam

Dapat diperoleh kebutuhan listrik untuk komputer per hari adalah,

$$= 450 \text{ Watt} \times 90\% \times 22 \text{ unit} \times 7 \text{ jam}$$

$$= 62.370 \text{ Wh}$$

$$= 62,37 \text{ kWh}$$

b. Printer

Jumlah kebutuhan printer yang digunakan adalah sebanyak 5 unit.

Spesifikasi printer yang digunakan adalah sebagai berikut,

Daya = 1,7 Watt

Jumlah Mesin = 5 unit

Jam Kerja = 7 jam

Rasio Pemakaian = 90%

Dapat diperoleh kebutuhan listrik untuk komputer per hari adalah,

$$= 1,7 \text{ Watt} \times 90\% \times 5 \text{ unit} \times 7 \text{ jam}$$

$$= 53,55 \text{ Wh} = 0,0535 \text{ kWh}$$

c. *Fotocopy*

$$\text{Daya} = 1,3 \text{ kW}$$

$$\text{Jumlah Mesin} = 1 \text{ unit}$$

$$\text{Rasio Pemakaian} = 90\%$$

$$\text{Jam Kerja} = 7 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Pemakaian listrik untuk } \textit{fotocopy} &= \text{daya} \times \text{jumlah mesin} \times \text{jam kerja} \\ &= 1,3 \text{ kW} \times 1 \text{ unit} \times 90\% \times 7 \text{ jam} \\ &= 8,19 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Berdasarkan kebutuhan diatas, maka total kebutuhan listrik untuk mesin produksi dan non-produksi yang diperlukan, dapat dilihat pada Tabel 4.3. dibawah ini :

**Tabel 4.3 Rekapitulasi Penggunaan Listrik Mesin Produksi dan Non-Produksi**

<b>No</b>	<b>Mesin</b>	<b>Jumlah Mesin</b>	<b>Daya Terpasang (kW)</b>	<b>Jam Kerja (jam)</b>	<b>Penggunaan Lisrik (kWh)</b>
1	Mesin <i>Mixer</i>	1	75,5	7	22,08333333
2	Mesin <i>Pelletizer</i>	1	90	7	630
3	Mesin <i>Extruder</i>	1	35	7	245
4	Mesin <i>Cutting</i>	1	5,5	7	38,5
5	Mesin <i>Sander</i>	3	5,1	7	107,1
6	Mesin <i>Crusher</i>	1	4	7	12
7	Mesin Pengujian	1	0,75	7	2,25
8	Komputer	28	0,45	7	62,37
9	Printer	5	0,0017	7	0,05355
10	<i>Fotocopy</i>	1	1,3	7	8,19
<b>TOTAL</b>			<b>217,6017</b>	<b>TOTAL</b>	<b>1.127,55</b>

#### 4.6.3.3 Kebutuhan Listrik untuk Lampu

Listrik penerangan digunakan untuk penerangan pada :

a. Ruang Produksi

Listrik penerangan untuk ruang produksi terdapat ruang *Compounder or Blender*, ruang *pelletizing*, ruang istirahat pekerja, dan toilet. Kekuatan penyinaran lampu di ruang produksi ditetapkan sesuai dengan standar yang telah ditentukan yaitu sebesar 40 lumens/ft<sup>3</sup> atau 430,52 lumens/m<sup>2</sup> (Nurman, ST).

Penentuan kuat penerangan dapat diperoleh dengan formula,

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

Sedangkan untuk perhitungan jumlah titik lampu yang dibutuhkan diperoleh dengan formula,

$$\text{Jumlah titik lampu} = \frac{\text{total luas ruangan}}{\text{kuat penerangan}}$$

Sehingga kuat penerangan,

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

Maka kekuatan lampu tiap titik :

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

Spesifikasi lampu yang digunakan untuk di ruang produksi adalah sebagai berikut:

Jenis Lampu : Lampu TL 20 Watt

Kuat Penerangan ( $\phi$ ) : 1150 lumens/W

Sudur sebaran sinar ( $\omega$ ) : 4 sr

Tinggi lampu ( r ) : 4 meter

Syarat penerangan : 430,52 lumens/m<sup>2</sup>

Maka,

$$\begin{aligned}\text{Intensitas Cahaya (I)} &= \frac{\phi}{\omega} \\ &= \frac{1150 \times 20}{4} \\ &= 5.750 \text{ cd}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kuat Penerangan (E)} &= \frac{I}{r^2} \\ &= \frac{5750}{4^2} \\ &= 359,375 \text{ lux}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas Penerangan (A)} &= \frac{\phi}{E} \\ &= \frac{1150 \times 20}{359,375} \\ &= 64 \text{ m}^2\end{aligned}$$

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

**Tabel 4.4 Jumlah Kuat Penerangan pada Ruang Produksi**

<b>Ruang</b>	<b>Luas (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Jumlah penerangan (lms/m<sup>2</sup>)</b>
Ruang Produksi	1.800	774.936
- Ruang Istirahat Pekerja	54	23.248,08
- Toilet	20	8.610,4
- Ruang <i>Compounder or Blender</i>	80	34.441,6
- Ruang <i>Pelletizing</i>	400	172.208

Jumlah Kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu di ruang produksi dapat dihitung dengan formula sebagai berikut,

$$\text{Jumlah Titik Lampu} = \frac{\text{Luas Ruang Produksi}}{\text{Luas Penerangan}}$$

$$= \frac{1800 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2}$$

$$= 28,125 \approx 29 \text{ titik lampu}$$

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

$$= \frac{774936}{29}$$

$$= 26.721,93 \text{ lumens}$$

$$\begin{aligned}
\text{Kekuatan tiap titik lampu} &= \frac{\text{penerangan tiap titik}}{\text{daya listrik}} \times \text{daya lampu} \\
&= \frac{26721,93}{1150} \times 20 \text{ Watt} \\
&= 464,23 \text{ Watt}
\end{aligned}$$

Apabila waktu menyala ditetapkan selama 7 jam dengan rasio konsumsi 80% maka tenaga listrik yang dibutuhkan per hari untuk ruang produksi adalah,

$$\begin{aligned}
&= \text{waktu menyala} \times \text{jumlah titik lampu} \times \text{daya lampu} \times 80\% \\
&= 7 \text{ jam} \times 29 \times 20 \text{ Watt} \times 80\% \\
&= 3248 \text{ Wh} \\
&= 3,248 \text{ kWh}
\end{aligned}$$

- Ruang Istirahat Pekerja di Ruang Produksi

Jumlah Kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dapat dihitung dengan formula sebagai berikut,

$$\begin{aligned}
\text{Jumlah Titik Lampu} &= \frac{\text{Luas Ruangan}}{\text{Luas Penerangan}} \\
&= \frac{54 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2} \\
&= 0,84 \approx 1 \text{ titik lampu}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penerangan tiap titik lampu} &= \frac{\text{jumlah penerangan total}}{\text{jumlah titik lampu}} \\ &= \frac{23248,08}{1} \\ &= 28.248,08 \text{ lumens} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kekuatan tiap titik lampu} &= \frac{\text{penerangan tiap titik}}{\text{daya listrik}} \times \text{daya lampu} \\ &= \frac{28248,08}{1150} \times 20 \text{ Watt} \\ &= 404,32 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Apabila waktu menyala ditetapkan selama 7 jam dengan rasio konsumsi 80% maka tenaga listrik yang dibutuhkan per hari untuk ruang produksi adalah,

$$\begin{aligned} &= \text{waktu menyala} \times \text{jumlah titik lampu} \times \text{daya lampu} \times 80\% \\ &= 7 \text{ jam} \times 1 \times 20 \text{ Watt} \times 80\% \\ &= 112 \text{ Wh} \\ &= 0,112 \text{ kWh} \end{aligned}$$

- Ruang Toilet di Ruang Produksi

Jumlah Kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dapat dihitung dengan formula sebagai berikut,

$$\text{Jumlah Titik Lampu} = \frac{\text{Luas Ruang}}{\text{Luas Penerangan}}$$

$$= \frac{20 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2}$$

$$= 0,32 \approx 1 \text{ titik lampu}$$

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

$$= \frac{8610,4}{1}$$

$$= 8.610,4 \text{ lumens}$$

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

$$= \frac{8610,4}{1150} \times 20 \text{ Watt}$$

$$= 149,75 \text{ Watt}$$

Apabila waktu menyala ditetapkan selama 7 jam dengan rasio konsumsi 80% maka tenaga listrik yang dibutuhkan per hari untuk ruang produksi adalah,

$$= \text{waktu menyala} \times \text{jumlah titik lampu} \times \text{daya lampu} \times 80\%$$

$$= 7 \text{ jam} \times 1 \times 20 \text{ Watt} \times 80\%$$

$$= 112 \text{ Wh}$$

$$= 0,112 \text{ kWh}$$

- Ruang *Compounder or Blender* di Ruang Produksi

Jumlah Kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dapat dihitung dengan formula sebagai berikut,

$$\text{Jumlah Titik Lampu} = \frac{\text{Luas Ruang}}{\text{Luas Penerangan}}$$

$$= \frac{80 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2}$$

$$= 1,25 \approx 2 \text{ titik lampu}$$

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

$$= \frac{34441,6}{2}$$

$$= 17.220,8 \text{ lumens}$$

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

$$= \frac{17220,8}{1150} \times 20 \text{ Watt}$$

$$= 299,49 \text{ Watt}$$

Apabila waktu menyala ditetapkan selama 7 jam dengan rasio konsumsi 80% maka tenaga listrik yang dibutuhkan per hari untuk ruang produksi adalah,

$$= \text{waktu menyala} \times \text{jumlah titik lampu} \times \text{daya lampu} \times 80\%$$

$$= 7 \text{ jam} \times 2 \times 20 \text{ Watt} \times 80\%$$

$$= 224 \text{ Wh}$$

$$= 0,224 \text{ kWh}$$

- Ruang *Pelletizing* di Ruang Produksi

Jumlah Kebutuhan titik lampu dan kuat penerangan tiap titik lampu dapat dihitung dengan formula sebagai berikut,

$$\text{Jumlah Titik Lampu} = \frac{\text{Luas Ruangan}}{\text{Luas Penerangan}}$$

$$= \frac{400 \text{ m}^2}{64 \text{ m}^2}$$

$$= 6,25 \approx 7 \text{ titik lampu}$$

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

$$= \frac{172208}{7}$$

$$= 24.601,14 \text{ lumens}$$

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

$$= \frac{24601,14}{1150} \times 20 \text{ Watt}$$

$$= 427,85 \text{ Watt}$$

Apabila waktu menyala ditetapkan selama 7 jam dengan rasio konsumsi 80% maka tenaga listrik yang dibutuhkan per hari untuk ruang produksi adalah,

= waktu menyala x jumlah titik lampu x daya lampu x 80%

= 7 jam x 7 x 20 Watt x 80%

= 784 Wh

= 0,784 kWh

b. Ruang Non-Produksi

Listrik penerangan untuk ruang produksi digunakan pada ruang kantor, pos satpam, mushola, cafeteria/kantin, pos pemeriksaan, toilet (diluar ruang produksi), Poliklinik, ruang pengujian (Lab.), instalasi air, instalasi listrik, genset, ruang produk jadi, ruang *crusher*, dan ruang bahan baku. Besarnya tenaga listrik yang dibutuhkan sesuai dengan ketentuan standar,

Jenis Lampu : Lampu TL 20 Watt

Kuat Penerangan ( $\phi$ ) : 1150 lumens/W

Sudur sebaran sinar ( $\omega$ ) : 4 sr

Tinggi lampu ( r ) : 3 meter

Syarat penerangan : 430,52 lumens/m<sup>2</sup>

Maka perhitungan nilai intensitas cahaya, kuat penerangan, luas penerangan, jumlah titik lampu, kuat penerangan dan kekuatan lampu adalah sebagai berikut,

$$\begin{aligned} \text{Intensitas Cahaya (I)} &= \frac{\phi}{\omega} \\ &= \frac{1150 \times 20}{4} \\ &= 5.750 \text{ cd} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Penerangan (E)} &= \frac{I}{r^2} \\ &= \frac{5750}{3^2} \\ &= 638,889 \text{ lux} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas Penerangan (A)} &= \frac{\phi}{E} \\ &= \frac{1150 \times 20}{638,889} \\ &= 36 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan formula yang sama dan rasio konsumsi yang sama yaitu 80%, maka perhitungan jumlah titik lampu, lumens dan daya yang diperlukan setiap lampu yang diperlukan di ruang non-produksi direkap pada Tabel 4.5 berikut ini,

**Tabel 4.5 Rekapitulasi Daya Lampu Ruang Produksi dan Non Produksi**

Ruang	Luas (m2)	Jumlah titik lampu	Penerangan tiap titik lampu (lumens)	Jumlah penerangan (lms/m2)	Kekuatan tiap titik lampu (Watt)	Daya terpasang (Watt)	Penggunaan Daya (Watt)
Pos Satpam	25	1	10763	10763	187,1826087	140	112
Mushola	264	8	14207,16	113657,28	247,0810435	1.120	896
Cafeteria / Kantin	200	6	14350,66667	86104	249,5768116	840	672
Pos Pemeriksaan	15	1	6457,8	6457,8	112,3095652	140	112
Pos Pemeriksaan	15	1	6457,8	6457,8	112,3095652	140	112
Kantor	784	22	15342,16727	337527,68	266,8203004	3.080	2464
Toilet Perempuan	20	1	8610,4	8610,4	149,746087	140	112
Toilet Laki-laki	20	1	8610,4	8610,4	149,746087	140	112
Aula	504	14	15498,72	216982,08	269,5429565	1.960	1568
Toilet Perempuan	20	1	8610,4	8610,4	149,746087	140	112
Toilet Laki-laki	20	1	8610,4	8610,4	149,746087	140	112
Poliklinik	48	2	10332,48	20664,96	179,6953043	280	224
Ruang Pengujian (Lab.)	252	8	13561,38	108491,04	235,850087	1120	896
Instalasi Air	25	1	10763	10763	187,1826087	140	112
Instalasi Listrik	25	1	10763	10763	187,1826087	140	112
Genset	25	1	10763	10763	187,1826087	140	112
Ruang Produk Jadi	200	6	14350,66667	86104	249,5768116	840	672
Ruang Crusher	50	2	10763	21526	187,1826087	280	224
Ruang Bahan Baku	210,25	6	15086,13833	90516,83	262,3676232	840	672
Ruang Produksi	1800	29	26721,93103	774936	464,7292354	4.060	3.248
Ruang Istirahat Pekerja	54	1	23248,08	23248,08	404,3144348	140	112
Toilet	20	1	8610,4	8610,4	149,746087	140	112
Ruang Compounder or Blender	80	2	17220,8	34441,6	299,4921739	280	224
Ruang Pelletizing	400	7	24601,14286	172208	427,8459627	980	784
<b>TOTAL</b>						<b>17.360</b>	<b>13.888</b>

Dan total pemakaian listrik per bulan untuk penerangan kegiatan non produksi adalah sebesar,

$$= 9,408 \text{ kWh} \times 22 \text{ hari/bulan}$$

$$= 206,979 \text{ kWh}$$

#### 4.6.3.4 Kebutuhan Listrik untuk AC dan Kipas Angin

Pabrik papan *deck* WPC ini juga dilengkapi dengan sarana pendingin ruangan yaitu AC dan kipas angin, hal ini diperuntukan untuk kenyamanan kerja karyawan yang sedang bekerja. AC digunakan untuk ruangan yang berhubungan secara langsung dengan lokasi kerja karyawan seperti : kantor, aula, dan ruang pengujian (Lab.). Sedangkan untuk kipas angin akan dipasang pada ruang pos satpam, mushola, cafeteria/kantin, pos pemeriksaan, poliklinik dan ruang istirahat pekerja di ruang produksi.

##### a. Rencana Penggunaan AC

AC yang akan digunakan mempunyai spesifikasi sebagai berikut,

Merk : Panasonic Standard CS-PN18SKP AC Split

Jenis : 2 PK

Daya : 2,04 kW

Untuk menentukan jumlah AC pada suatu ruangan digunakan rumus,

$$\text{Kebutuhan BTU} = (L \times W \times H \times I \times E) / h$$

- L = Panjang ruang dalam feet
- W = Lebar ruang dalam feet
- H = Tinggi ruang dalam feet
- I = Nilai 10 jika ruang berinsulasi (dilantai bawah)  
 Nilai 18 jika ruang tidak berinsulasi (dilantai atas)
- E = Nilai 16 jika dindin terpanjang menghadap utara  
 Nilai 17 jika dindin terpanjang menghadap timur  
 Nilai 18 jika dindin terpanjang menghadap selatan  
 Nilai 20 jika dindin terpanjang menghadap barat
- h = 60

Kapasitas AC berdasarkan PK :

$$\text{AC } \frac{1}{2} \text{ PK} = \pm 5.000 \text{ BTU/h}$$

$$\text{AC } \frac{3}{4} \text{ PK} = \pm 7.000 \text{ BTU/h}$$

$$\text{AC } 1 \text{ PK} = \pm 9.000 \text{ BTU/h}$$

$$\text{AC } 1\frac{1}{2} \text{ PK} = \pm 12.000 \text{ BTU/h}$$

$$\text{AC } 2 \text{ PK} = \pm 18.000 \text{ BTU/h}$$

$$\text{Jumlah AC} = \frac{\text{kebutuhan BTU/h}}{\text{kapasitas AC berdasarkan PK}}$$

Sehingga kebutuhan AC perusahaan dapat dilihat pada rekapitulasi pada Tabel 4.6 berikut ini,

**Tabel 4.6 Rekapitulasi Kebutuhan AC Perusahaan**

Ruang	Volume (ft3)	I	E	h	Keb. BTU/h	Jenis AC (PK)	Jumlah AC	Daya terpasang (kW)
Kantor	83060,1	10	17	60	235336,95	2	14	28,56
Aula	53395,78	10	17	60	151288,0433	2	9	18,36
Ruang Pengujian (Lab.)	2712,51	10	17	60	7685,445	2	1	2,04
<b>TOTAL</b>							<b>24</b>	<b>48,96</b>

Daya Terpasang untuk AC dalam satu hari dengan rasio konsumsi 80%,

$$= \text{Daya} / \text{AC} \times \sum \text{AC} \times \text{jam kerja} \times 80\%$$

$$= 2,04 \text{ kW} \times 24 \text{ unit} \times 7 \text{ jam/hari} \times 80\%$$

$$= 274,176 \text{ kWh/hari}$$

$$= 6.031,87 \text{ kWh/bulan}$$

**b. Rencana Penggunaan Kipas Angin**

Penggunaan kipas angin untuk membantu sirkulasi udara di dalam bangunan pabrik dalam rangka menjaga kenyamanan kerja bagi karyawan sehingga dapat bekerja secara maksimal. Spesifikasi kipas angin yang digunakan adalah sebagai berikut,

Merk : Maspion

Daya : 0,25 kW

Penggunaan Max. : 25 m<sup>2</sup>

Kebutuhan jumlah kipas angin dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut,

$$\text{Jumlah Kipas Angin} = \frac{\text{Luas Ruang}}{\text{Kapasitas max kipas angin}}$$

Sehingga kebutuhan kipas angin perusahaan dapat dilihat pada rekapitulasi pada Tabel 4.7 berikut ini,

**Tabel 4.7 Rekapitulasi Kebutuhan Kipas Angin Perusahaan**

<b>Ruang</b>	<b>Luas (m2)</b>	<b>Jumlah Kipas Angin</b>	<b>Daya Terpasang (kw)</b>	<b>Jam Kerja</b>	<b>Penggunaan Daya (kwh)</b>
Pos Satpam	25	1	0,25	7	1,4
Mushola	264	11	2,75	4	8,8
Cafetaria / Kantin	200	8	2	4	6,4
Pos Pemeriksaan	15	1	0,25	7	1,4
Pos Pemeriksaan	15	1	0,25	7	1,4
Poliklinik	48	2	0,5	4	1,6
Ruang Istirahat Pekerja	54	3	0,75	4	2,4
<b>TOTAL</b>		<b>27</b>	<b>6,75</b>	<b>TOTAL</b>	<b>23,4</b>

Sehingga penggunaan daya untuk kipas angin adalah,

$$= 23,4 \text{ kWh/hari}$$

$$= 514,8 \text{ kWh/bulan}$$

#### **4.5.3.5 Perhitungan Kebutuhan Bahan Bakar**

Kebutuhan bahan bakar meliputi kebutuhan bensin untuk transportasi perusahaan seperti truk perusahaan dan mobil perusahaan.

##### **a. Mobil Perusahaan**

Kebutuhanan bensin untuk mobil perusahaan diasumsikan 15 liter/hari/mobil. Pada perusahaan ini terdapat 2 mobil sehingga kebutuhan bahan bakar untuk mobil yang harus disediakan adalah,

$$\text{Jumlah Bensin} = \text{Jumlah Mobil} \times \text{kebutuhan bensin/mobil}$$

$$= 2 \text{ unit} \times 15 \text{ liter/mobil}$$

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

##### **b. Truk Perusahaan**

Kebutuhanan bensin untuk truk perusahaan diasumsikan 15 liter/hari/truk. Pada perusahaan ini terdapat 2 truk sehingga kebutuhan bahan bakar untuk truk yang harus disediakan adalah,

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Bensin} &= \text{Jumlah Truk} \times \text{kebutuhan bensin/truk} \\ &= 2 \text{ unit} \times 15 \text{ liter/mobil} \\ &= 30 \text{ liter/hari} \end{aligned}$$

c. Generator

Seluruh kebutuhan listrik untuk mesin produksi, AC, kipas angin, dan pompa air apabila terjadi pemadaman listrik maka akan disuplai oleh satu buah generator. Rekapitulasi daya listrik yang terpasang pada pabrik WPC papan *deck* dapat dilihat pada tabel 4.8.

**Tabel 4.8 Rekapitulasi Daya Listrik Terpasang**

No	Keterangan	Daya yang Terpasang (kW)
1	Mesin Produksi & non-produksi	217,6017
2	Lampu	17,36
3	AC	48,96
4	Kipas Angin	23,4
<b>TOTAL</b>		<b>307,3217</b>

Berdasarkan rekapitulasi daya listrik terpasang pada pabrik WPC papan *deck*, maka dibutuhkan generator dengan spesifikasi sebagai berikut,

Merek : Perkins  
Tipe : Silent Type  
Kapasitas : 500 kVA (400 kW)

Pemakaian generator setiap mati lampu diasumsikan 1 bulan 1 hari selama 4 jam, sehingga kebutuhan solar untuk generator adalah,

$$= \text{kapasitas generator} \times \text{jam kerja/bulan}$$

$$= 400 \text{ kW} \times 4 \text{ jam}$$

$$= 1600 \text{ kWh} \times 12 \text{ bulan}$$

$$= 19200 \text{ kWh/tahun}$$

## **4.7 Organisasi Perusahaan**

### **4.7.1 Bentuk Organisasi Perusahaan**

Salah satu tujuan utama didirikannya sebuah pabrik adalah untuk memperoleh keuntungan yang maksimal. Untuk mencapai tujuan dan efisiensi perusahaan, maka diperlukan suatu struktur organisasi yang baik. Struktur organisasi itu akan menentukan kelancaran aktivitas perusahaan sehari-hari dalam memperoleh keuntungan yang maksimal sehingga perusahaan dapat memproduksi secara kontinyu dan berkembang dengan baik.

Bentuk perusahaan yang direncanakan adalah Persero Terbatas (PT). Persero Terbatas (PT) adalah suatu badan hukum untuk menjalankan usaha yang memiliki modal terdiri dari saham-saham, yang pemiliknya memiliki bagian saham sebanyak saham yang dimilikinya. Karena modalnya terdiri dari saham-saham yang dapat diperjualbelikan, perubahan kepemilikan perusahaan bisa dilakukan tanpa perlu membubarkan perusahaan. Pabrik yang akan didirikan direncanakan mempunyai:

Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas

Lapangan Usaha : Industri Komposit

Lokasi Perusahaan : Jalan Raya Jepara-Bangsri KM 18, Bangsri, Kab.  
Jepara, Jawa Tengah

Kapasitas : 25.260 lembar/tahun

Beberapa alasan memilih bentuk perusahaan menggunakan Perseroan Terbatas antara lain sebagai berikut :

1. Mudah untuk mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
3. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain (pemilik perusahaan adalah pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris) sehingga kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan.
4. Efisien dari segi manajemen.

Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur utama yang cukup cakap dan berpengalaman.

5. Lapangan usaha lebih luas.

Suatu PT saat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.

6. Merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi
7. Mudah mendapatkan kredit dari bank dengan jaminan perusahaan yang ada.
8. Mudah bergerak di pasar modal.

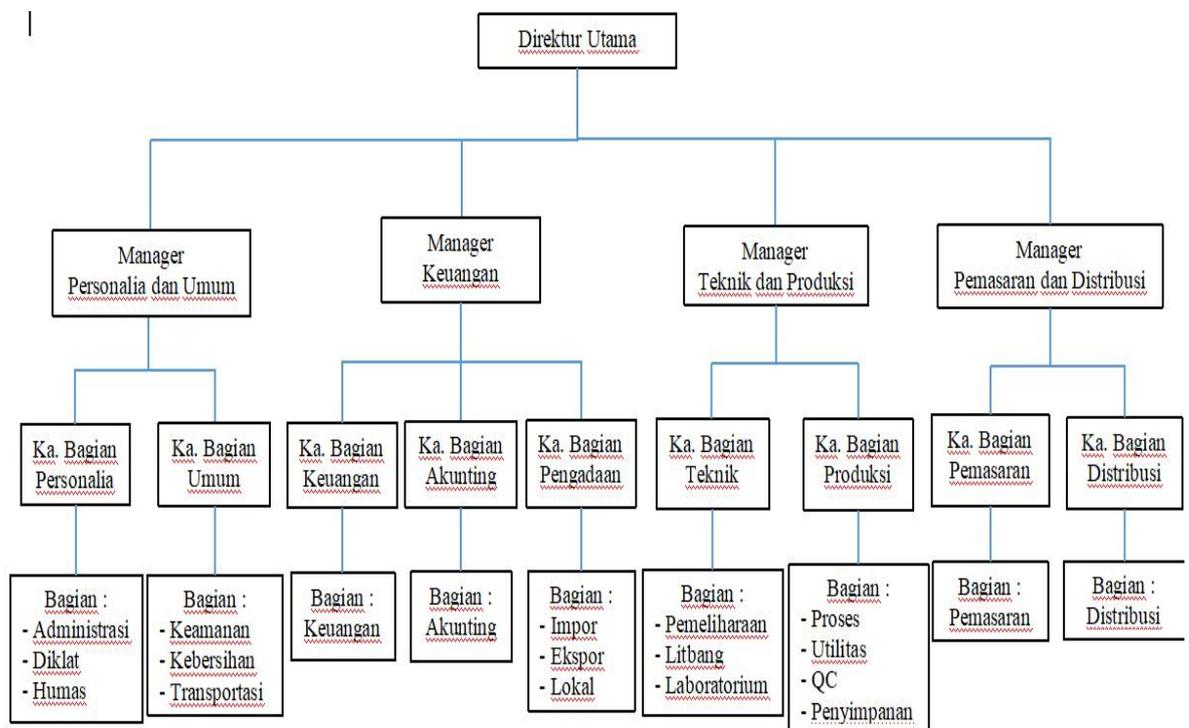
#### **4.7.2 Struktur Organisasi**

Salah satu faktor penunjang kemajuan perusahaan adalah struktur organisasi yang digunakan oleh perusahaan tersebut. Manfaat adanya struktur organisasi adalah sebagai berikut :

- a. Menjelaskan dan menjernihkan persoalan mengenai pembatas tugas, tanggung jawab, wewenang, dll.
- b. Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.
- c. Penempatan pegawai yang lebih tepat.
- d. Penyusunan program pengembangan manajemen
- e. Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh Dewan Komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh Direktur Utama yang membawahi bagian umum, keuangan, pemasaran, serta teknik dan produksi. Masing-masing Kepala Bagian akan membawahi beberapa seksi yang dikepalai oleh Kepala seksi dan masing-masing seksi akan membawahi dan mengawasi para karyawan perusahaan pada masing-masing bidang.

Bagan struktur organisasi perusahaan papan *deck* WPC dapat dilihat pada Gambar 4.5 dibawah ini,



Gambar 4.5. Struktur Organisasi Pabrik Papan *Deck* WPC

### 4.7.3 Tugas dan Wewenang

Adapun tugas dan wewenang dari struktur organisasi perusahaan seperti berikut :

#### 1. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk PerseroTerbatas (PT) adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). pada RUPS tersebut para pemegang saham berwenang:

- a. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Direksi.
- b. Mengesahkan hasil-hasil serta neraca perhitungan untung-rugi tahunan dari perusahaan.

#### 2. Dewan Direksi

##### a. 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 kebijaksanaan yang diambil sebagai pimpinan perusahaan.

Tugas dan wewenang Direktur Utama antara lain :

- Melaksanakan kebijakan perusahaan dan mempertanggung jawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada akhir masa jabatannya.
- Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen dan karyawan.
- Mengangkat dan memberhentikan Kepala Bagian dengan persetujuan Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS).
- Mengambil inisiatif serta membuat perjanjian-perjanjian dan kontrak kerjasama dengan pihak di luar organisasi perusahaan.

b. Manager

Secara umum tugas manager adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan yang dilakukan oleh kepala-kepala bagian dalam membawahi bagian yang dipimpinnya, sesuai dengan garis komando yang diberikan oleh Direktur Perusahaan. Manager dalam perusahaan papan *deck* WPC ini terdiri dari Manager Personalia dan Umum, Manager Keuangan, Manager Teknik dan Produksi, serta Manager Pemasaran dan Distribusi. Tugas dan wewenang dari tiap manager antara lain :

1) Manager Personalia dan Umum

Manajer Personalia dan Umum bertanggung jawab langsung kepada Direktur Utama dalam mengatur personalia dan humas.

Dalam menjalankan tugasnya Manager Personalia dan Umum dibantu oleh dua Kepala Bagian, yaitu Kepala Bagian Personalia dan Kepala Bagian Umum. Wewenang Manager Personalia dan Umum :

- ◆ Memberi pelayanan administrasi kepada semua unsur organisasi.
- ◆ Mengatur dan meningkatkan hubungan kerjasama antar karyawan perusahaan dengan masyarakat.
- ◆ Memberi pelatihan pendidikan bagi karyawan
- ◆ Memberi pelayanan kepada semua unsur dalam organisasi di bidang kesejahteraan dan fasilitas kesehatan serta keselamatan kerja bagi seluruh karyawan dan keluarganya.
- ◆ Memberikan penyuluhan mengenai fasilitas perusahaan.

## 2) Manager Keuangan

Manager Keuangan bertanggung jawab langsung kepada Direktur Utama dalam mengawasi dan mengatur keuangan dan administrasi. Dalam menjalankan tugasnya Manager Keuangan dibantu oleh tiga Kepala Bagian, yaitu Kepala Bagian Keuangan, Kepala Bagian Akunting, dan Kepala Bagian Pengadaan. Wewenang Manager Keuangan :

- ◆ Mengatur dan mengawasi setiap pengeluaran bagi penyediaan bahan baku dan pemasukan hasil penjualan produk.
- ◆ Mengatur dan menyerahkan gaji karyawan.
- ◆ Mengatur dan merencanakan anggaran belanja.

### 3) Manager Teknik dan Produksi

Manager Teknik dan Produksi bertanggung jawab langsung kepada Direktur Utama. Tugasnya mengkoordinir segala kegiatan yang berhubungan dengan masalah teknik baik di lapangan maupun di kantor dan yang berhubungan dengan masalah proses baik di bagian produksi maupun utilitas. Manager Teknik dan Produksi dibantu oleh dua Kepala Bagian, yaitu Kepala Bagian Teknik dan Kepala Bagian Produksi. Wewenang Manager Teknik dan Produksi :

- ◆ Melaksanakan operasi selama proses produksi berlangsung.
- ◆ Mengawasi persediaan bahan baku dan penyimpanan hasil produksi.
- ◆ Bertanggung jawab atas kelancaran fungsional dan utilitas.
- ◆ Membuat proram dan melaksanakan suatu penelitian guna meningkatkan mutu produk.
- ◆ Mengawasi pelaksanaan penelitian dan analisa hasil produksi.

#### 4) Manager Pemasaran dan Distribusi

Manager Pemasaran dan Distribusi bertanggung jawab langsung kepada Direktur Utama. Tugasnya mengkoordinir segala kegiatan yang berhubungan dengan distribusi bahan baku dan produk serta pemasarannya. Manager Pemasaran dan Distribusi dibantu oleh dua Kepala Bagian, yaitu Kepala Bagian Pemasaran dan Kepala Bagian Distribusi. Wewenang Manager Pemasaran :

- ◆ Menentukan daerah pemasaran.
- ◆ Menetapkan harga jual produk dan mempromosikan hasil produksi.
- ◆ Meningkatkan hubungan kerjasama dengan perusahaan lain.
- ◆ Mengatur pembelian kebutuhan pabrik.

#### c. Kepala Bagian

Secara umum tugas Kepala Bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala Bagian bertanggung jawab kepada Manager sesuai dengan bagiannya masing-masing. Kepala Bagian terdiri dari :

## 1) Kepala Bagian Personalia

Kepala Bagian Personalia bertanggung jawab kepada Manager Personalia dan Umum dalam bidang kepegawaian, Pusdiklat, dan Humas. Kepala Bagian Personalia membawahi :

### a. Bagian Kepegawaian

Tugas Bagian Kepegawaian antara lain :

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

### b. Bagian Humas

Tugas Bagian Humas adalah mengatur hubungan perusahaan dengan masyarakat luar.

### c. Bagian Pusdiklat (Pusat Pendidikan dan Latihan)

Tugas Bagian Pusdiklat antara lain :

- Melaksanakan pendidikan dan pelatihan dalam rangka peningkatan kompetensi/profesionalisme karyawan dan calon karyawan di lingkungan perusahaan berdasarkan kebijakan pengembangan SDM.
- Perumusan, pengevaluasian identifikasi indikator kinerja utama.
- Pelaksanaan hubungan kerjasama dibidang pendidikan dan pelatihan

## 2) Kepala Bagian Umum

Kepala Bagian Umum bertanggung jawab kepada manager Personalia dan Umum. Kepala Bagian umum membawahi bagian keamanan, bagian kebersihan, dan bagian transportasi perusahaan.

## 3) Kepala Bagian Keuangan

Kepala Bagian Keuangan bertanggung jawab kepada Manager Keuangan dalam bidang administrasi dan keuangan. Kepala Bagian Keuangan membawahi:

a. Bagian Keuangan

Tugas Bagian Keuangan adalah membuat *budgeting* anggaran keuangan, mengadakan evaluasi dari arus keuangan (untung rugi perusahaan), mengamankan uang perusahaan, menangani upah karyawan, membuat prediksi keuangan masa depan.

4) Kepala Bagian Akunting

Kepala Bagian Akunting bertanggung jawab kepada Manager Keuangan dalam bidang akunting perusahaan. Kepala Bagian Akunting membawahi :

a. Bagian Akunting

- Membuat pembukuan laporan keuangan neraca perusahaan.
- Melakukan pencatatan hutang piutang perusahaan.
- Melakukan perhitungan arus kas, laba, dan rugi perusahaan.

5) Kepala Bagian Pengadaan

Kepala Bagian Pengadaan bertanggung jawab kepada Manager Keuangan. Kepala Bagian Pengadaan bertugas mengatur lalu lintas domestik perusahaan baik dalam maupun luar negeri dan pengadaan bahan baku dari perusahaan lokal. Kepala Bagian Pengadaan membawahi bagian Ekspor, Bagian Impor, dan Bagian Lokal.

## 6) Kepala Bagian Teknik

Tugas Kepala Bagian Teknik antara lain :

- Bertanggung jawab kepada Manager Teknik dan Produksi.
- Mengkoordinir kepala bagian yang menjadi bawahannya.

Kepala Bagian Teknik membawahi :

### a. Bagian Pemeliharaan

Tugas Bagian Pemeliharaan antara lain :

- Melaksanakan pemeliharaan fasilitas dan peralatan pabrik.
- Memperbaiki peralatan pabrik

### b. Bagian Penelitian dan Pengembangan

Tugas dan wewenang Litbang antara lain :

- Mempertinggi mutu suatu produk dan mengadakan pemilihan pemasaran produk ke suatu tempat.
- Memperbaiki proses dari pabrik/perencanaan alat untuk pengembangan produksi.
- Mempertinggi efisiensi kerja.

### c. Kepala Bagian Laboratorium

## 7) Kepala Bagian Produksi

Bertanggung jawab kepada Manager Teknik dan Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi. Kepala Bagian Produksi membawahi :

### a. Bagian Proses

Tugas Bagian Proses antara lain :

- Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan, sebelum diperbaiki oleh bagian yang berwenang.
- Mengawasi jalannya proses dan produksi.

### b. Bagian Utilitas

Tugas Bagian Utilitas adalah melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, air, udara instrument, dan tenaga listrik.

c. *Bagian Quality Control*

Tugas *Bagian Quality Control* antara lain :

- Menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan kerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.
- Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan pembantu.
- Mengawasi dan menganalisa produk serta buangan pabrik.

d. *Bagian Penyimpanan*

Tugas *Bagian Penyimpanan* adalah bertanggung jawab menjaga area *storage* bahan bakudan produk pada unit proses.

8) *Kepala Bagian Pemasaran*

*Kepala Bagian Pemasaran* bertanggung jawab kepada *Manager Pemasaran dan Produksi* dalam bidang pemasaran hasil produksi.

*Kepala Bagian Pemasaran* membawahi :

a. *Bagian Pemasaran*

Tugas *Bagian Pemasaran* antara lain merencanakan strategi penjualan hasil produksi.

#### 9) Kepala Bagian Distribusi

Kepala Bagian Distribusi bertanggung jawab kepada Manager Pemasaran dan Distribusi hasil produksi. Kepala Bagian Distribusi membawahi :

##### a. Bagian Distribusi

Tugas Bagian Distribusi antara lain :

- Mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari *storage*.
- Mengatur distribusi hasil produksi dari area *storage*.

#### 4.7.4 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji

Perusahaan di daerah Jepara secara umum menentukan Gaji untuk karyawannya berdasarkan besaran Nilai UMK yang berlaku untuk wilayah Jepara. UMK Jepara dan sekitarnya telah ditetapkan oleh Gubernur Jawa Tengah Ganjar Pranowo tertanggal 20 November 2017. Ketetapan UMK Jepara tersebut mulai berlaku pada tanggal 1 Januari 2018 yang akan berlaku selama satu tahun. Besaran UMK untuk daerah Jepara periode tahun 2018 tercantum di dalam Keputusan Gubernur Jawa Tengah Nomor : 560 / 94 / 2017 tentang Upah Minimum pada 35 (Tiga Puluh Lima) Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Tengah Tahun 2018. Besaran Nilai **Gaji UMK Kabupaten Jepara tahun 2018** adalah sebesar Rp1.739.360,00 yang periode sebelumnya tahun 2017 sebesar Rp1.600.000,00 sehingga memiliki selisih sebesar Rp139.360,00 atau mengalami kenaikan 8,71%.

Pada Tabel 4.9 menunjukkan penggolongan tenaga kerja sesuai dengan jabatan dan jenjang pendidikan serta gaji yang diperoleh.

**Tabel 4.9 Penggolongan Tenaga Kerja Berdasarkan Jabatan dan Jenjang Pendidikan**

<b>No.</b>	<b>Jabatan</b>	<b>Pendidikan Minimum</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Gaji/bulan (Rp)</b>	<b>Total Gaji/bulan (Rp)</b>
1	Direktur Utama	S2-S3 Tekstil/Profesional	1	10.500.000	10.500.000
2	Manager Personalian dan Umum	S1 Ilmu Komunikasi/Manajemen	1	6.250.000	6.250.000
3	Manager Keuangan	S1 Ekonomi/Akuntansi	1	6.250.000	6.250.000
4	Manager Teknik dan Produksi	S1 Teknik Tekstil/Mesin	1	6.250.000	6.250.000
5	Manager Pemasaran dan Distribusi	S1 Ekonomi/Manajemen	1	6.250.000	6.250.000
6	Kepala Bagian Personalia	D3-S1 Ilmu Komunikasi	1	4.250.000	4.250.000
7	Kepala Bagian Umum	S1 Manajemen	1	4.250.000	4.250.000
8	Kepala Bagian Keuangan	D3-S1 Ekonomi	1	4.250.000	4.250.000
9	Kepala Bagian Akunting	D3-S1 Akuntansi	1	4.250.000	4.250.000

**Lanjutan Tabel 4.9 Penggolongan Tenaga Kerja Berdasarkan Jabatan dan  
Jenjang Pendidikan**

10	Kepala Bagian Pengadaan	D3-S1 Teknik Mesin/Industri	1	4.250.000	4.250.000
11	Kepala Bagian Teknik	S1 Teknik Mesin	1	4.250.000	4.250.000
12	Kepala Bagian Produksi	S1 Teknik Tekstil/Industri	1	4.250.000	4.250.000
13	Kepala Bagian Pemasaran	S1 Manajemen	1	4.250.000	4.250.000
14	Kepala Bagian Distribusi	S1 Manajemen	1	4.250.000	4.250.000
15	Karyawan Bagian Administrasi	D3-S1 Ekonomi/Manajemen	3	3.250.000	9.750.000
16	Karyawan Bagian Diklat	S1 Psikologi	3	3.250.000	9.750.000
17	Karyawan Bagian Humas	S1 Hukum/Ilmu Komunikasi	3	3.250.000	9.750.000
18	Karyawan Bagian Keamanan	SMA/SMK	2	3.000.000	6.000.000
19	Karyawan Bagian Kebersihan	SMA/SMK	7	2.000.000	14.000.000
20	Karyawan Bagian Transportasi	SMA/SMK	3	2.500.000	7.500.000
21	Karyawan Bag. Keuangan	D3-S1 Ekonomi/Akuntansi	3	3.500.000	10.500.000

**Lanjutan Tabel 4.9 Penggolongan Tenaga Kerja Berdasarkan Jabatan dan  
Jenjang Pendidikan**

22	Karyawan Bag. Akunting	D3-S1 Akuntansi	3	3.500.000	10.500.000
23	Karyawan Bagian Impor	S1 Ekonomi	2	3.250.000	6.500.000
24	Karyawan Bagian Ekspor	S1 Ekonomi	2	3.250.000	6.500.000
25	Karyawan Bagian Lokal	S1 Ekonomi	2	3.250.000	6.500.000
26	Karyawan Bag. Pemeliharaan	D3-S1 Teknik Mesin/Industi	3	3.250.000	9.750.000
27	Karyawan Bagian Litbang	S1 Teknik Tekstil/Industri	2	3.250.000	6.500.000
28	Karyawan Bag. Laboratorium	S1 Teknik Tekstil/Kimia	1	3.250.000	3.250.000
29	Karyawan Bagian Proses	D3-S1 Teknik Tekstil/Mesin	6	3.500.000	21.000.000
30	Karyawan Bagian QC	S1 Teknik Tekstil	3	3.250.000	9.750.000
31	Karyawan Bag. Penyimpanan	SMA/SMK	2	3.250.000	6.500.000
32	Karyawan Bag. Pemasaran	D3-S1 Manajemen	3	3.250.000	9.750.000
33	Karyawan Bag. Distribusi	D3-S1 Manajemen	3	3.250.000	9.750.000
<b>Jumlah</b>			<b>70</b>		<b>247.250.000</b>

#### **4.7.5 Waktu Kerja Karyawan**

Waktu kerja karyawan pada perusahaan ini yaitu 7 jam kerja aktif dalam 1 hari. Namun, jika diperlukan penambahan jam kerja untuk memenuhi target produksi maka jam kerja karyawan dapat disesuaikan kebutuhan dengan pemberian upah lembur semestinya. Karyawan diberikan libur pada hari Sabtu-Minggu dan hari libur nasional. Namun hari libur pada saat hari Raya Idul Fitri, karyawan diberikan waktu libur 5 hari sebelum dan sesudah hari raya. Rincian jam kerja karyawan yaitu :

Hari Senin – Jum’at : Jam 08.00 - 16.00

Waktu istirahat jam kerja : Jam 12.00 - 13.00

Waktu istirahat hari Jum’at : Jam 11.30 - 13.00

#### **4.7.6 Status dan Sistem Upah Karyawan**

Status karyawan dalam pabrik komposit ini dibagi menjadi dua golongan :

##### 1) Karyawan Tetap

Karyawan tetap yaitu karyawan yang pengabdian dan kerjanya dibayar pada setiap bulannya. Biasanya untuk menjadi seorang karyawan tetap terlebih dahulu melalui proses magang/kontrak dalam jangka waktu tertentu. Selanjutnya jika telah habis masa magang maka karyawan tersebut bisa diangkat sebagai karyawan tetap perusahaan. Di perusahaan ini yang

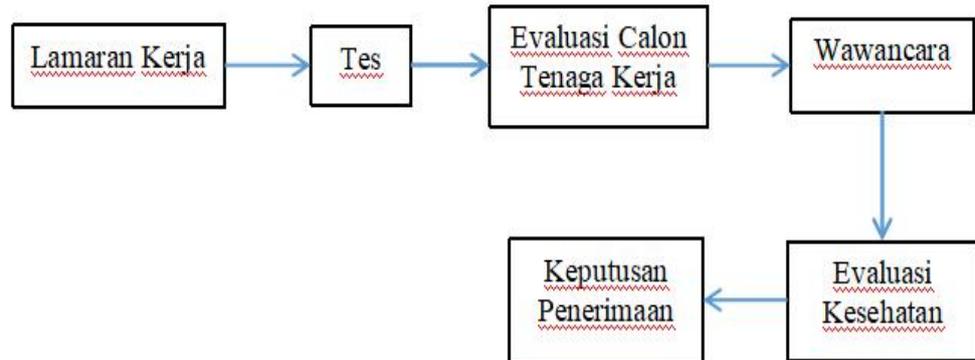
tergolong karyawan tetap adalah direktur utama, manajer, kepala bagian dan staff.

## 2) Karyawan Kontrak

Karyawan kontrak merupakan karyawan yang berada pada masa percobaan setelah melalui proses rekrutmen. Selain dalam masa percobaan, karyawan ini juga mendapatkan pelatihan dari karyawan tetap tentang pekerjaan yang nanti dibutuhkan oleh perusahaan. Masa kontrak yang ditetapkan oleh perusahaan adalah selama 1 tahun. Apabila telah melalui masa kontrak dan karyawan tersebut dinilai baik dan memenuhi kriteria yang ditetapkan perusahaan, maka karyawan tersebut dapat diangkat menjadi karyawan tetap apabila karyawan tersebut menghendaki. Namun jika tidak, karyawan bebas memilih langkah selanjutnya.

### **4.7.7 Rekrutmen Karyawan**

Untuk meningkatkan kestabilan produksi, perusahaan ini mempekerjakan karyawan yang berpendidikan dan tingkat pendidikan menentukan jabatan karyawan tersebut di perusahaan. Oleh karena itu, perusahaan mengadakan rekrutment karyawan untuk menempati jabatan penting di perusahaan yang disesuaikan pada bidang keilmuan dan tingkat pendidikan dari calon karyawan. Mekanisme rekrutment karyawan yang digunakan dalam perusahaan ini dapat dilihat pada Gambar 4.6 dibawah ini:



Gambar 4.6 Mekanisme Perekrutan Karyawan Perusahaan

Setelah proses rekrutmen karyawan selesai, maka dapat digolongkan sesuai keahliannya masing-masing.

#### 4.7.8 Riset dan Pengembangan Perusahaan

Perusahaan ini terdapat seksi riset dan pengembangan perusahaan yang bertugas memberikan kontribusi tepat guna untuk pengembangan dan kemajuan perusahaan. Riset dan pengembangan yang dilakukan oleh bidang ini diharapkan memiliki produk yang dapat diandalkan di masa yang akan datang. Hal ini dilakukan oleh bagian riset dan pengembangan :

##### a. Pengembangan Produk

Sangat penting bagi sebuah perusahaan melakukan pengembangan produk untuk membangun kesuksesan dari produk sebelumnya. Jangan hanya berhenti pada produk yang sedang dijual sekarang, perusahaan harus bisa mengembangkan produk dengan membuat produk baru yang diterima pasar. Perusahaan harus bisa menciptakan produk yang jauh lebih bagus dan jauh

lebih menghasilkan pemasukan dari sebelumnya. Pengembangan produk baru adalah langkah maju untuk perkembangan bisnis perusahaan. Anda tidak bisa hanya mengandalkan produk lama yang telah dijual perusahaan. Pengembangan ini bukan hanya menginginkan kesuksesan yang dulu namun kadang perusahaan harus berjuang untuk produk baru yang belum pernah dipublikasikan pada konsumen.

b. *Value Analysis* dan *Value Engineering*

Merupakan metode atau cara untuk meningkatkan nilai suatu barang dengan mengatur prosedur untuk merencanakan sistem, proses, mesin, peralatan, alat, layanan atau metode kerja. Nilai Analisis / Rekayasa Nilai didefinisikan sebagai penerapan sistem yang berbasis fungsi dengan menerapkan aplikasi engineering yang dapat mengidentifikasi fungsi produk, proses, proyek, desain fasilitas, sistem atau layanan yang dapat memberikan nilai moneter. Konsisten dengan kinerja yang ditentukan dan kehandalan umur produk pada biaya rendah sehingga akan meningkatkan kepuasan pelanggan dan menambah nilai.

c. Riset Pasar

Bisnis tidak hanya sebatas menyediakan dan menjual barang, tapi harus memahami dan mengetahui kebutuhan pelanggan. Selera konsumen yang terus berubah cenderung mendorong terjadinya perubahan strategi pemasaran, perubahan harga sehingga produk yang dianggap unggulan tahun sebelumnya belum tentu tepat untuk saat ini. Jika suatu produk sesuai kebutuhan

konsumen maka secara otomatis akan menimbulkan keinginan konsumen untuk memilikinya. Keinginan didukung oleh daya beli akan menimbulkan permintaan pasar. Perusahaan harus melakukan riset pasar agar memiliki data tentang kebutuhan dan keinginan pelanggan yang selanjutnya akan dituangkan dalam bentuk produk.

#### **4.7.9 Kesejahteraan Karyawan**

Perusahaan menyediakan berbagai fasilitas kepada para pegawai untuk memenuhi kebutuhan selama bekerja sehingga dapat meningkatkan semangat kerja para pegawai. Untuk menunjang peningkatan produktivitas kinerja karyawan, perusahaan memberikan fasilitas kesejahteraan sebagai berikut

a. Makan dan Minum

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

b. Pakaian Kerja

Seluruh karyawan berhak memperoleh pakaian seragam kerja sebanyak dua setel dan bagi karyawan bagian produksi diberikan APD.

c. Jamsostek

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

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

d. Tunjangan Hari Raya

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

e. Hak Cuti

- Cuti Tahunan

Cuti diberikan kepada karyawan setiap tahun maksimal 12 hari

- Cuti Hamil

Bagi wanita yang hamil diberi hak cuti 3 bulan dengan ketentuan 1 bulan sebelum melahirkan dan 2 bulan setelah melahirkan.

- Cuti Masal

Cuti masal diberikan dalam rangka menyambut hari raya Idul Fitri dengan waktu libur selama 4 hari.

- Cuti Sakit

Bagi karyawan yang sakit berhak memperoleh cuti sakit dengan cara menunjukkan surat keterangan dari dokter poliklinik yang menyatakan karyawan tersebut harus beristirahat.

f. Sarana Kerohanian

Khusus karyawan yang beragama Islam diwajibkan untuk sholat dalam waktu tertentu yang tempatnya sudah disediakan oleh perusahaan.

## 4.8 Evaluasi Ekonomi

Salah satu tujuan didirikannya sebuah pabrik adalah meningkatkan nilai bahan baku menjadi lebih tinggi dengan sebuah proses yang dinilai dari meningkatkan harga jual. Evaluasi ekonomi dilakukan untuk menganalisis kelayakan pabrik secara ekonomi, sehingga sebuah pabrik harus mampu menghasilkan keuntungan. Berikut adalah perhitungan evaluasi ekonomi :

1. Modal (*Capital Investment*)
  - a. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)
  - b. Modal Kerja (*Working Capital Investment*)
2. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)
  - a. Biaya produksi langsung (*Direct Manufacturing Cost*)
  - b. Biaya produksi tak langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)
  - c. Biaya tetap (*Fixed Manufacturing Cost*)
3. Pengeluaran Umum (*General Cost*)
4. Analisis Keuntungan
5. Analisis Kelayakan Ekonomi
  - a. *Percent Return on Investment* (ROI)
  - b. *Pay Out Time* (POT)
  - c. *Break Event Point* (BEP)
  - d. *Shut Down Point* (SDP)

#### 4.8.1 Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)

Modal tetap merupakan biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik secara fisik. Modal tetap terdiri dari biaya langsung (*Direct Cost*) dan biaya tidak langsung (*Indirect Cost*).

##### 4.8.1.1 Biaya Lahan dan Bangunan Pabrik

Biaya lahan dan bangunan pabrik meliputi biaya tanah, bangunan, serta jalan dan taman di pabrik ini. Biaya lahan dan bangunan pabrik dapat dilihat pada Tabel 4.10 dibawah ini :

**Tabel 4.10 Jumlah Biaya Lahan dan Bangunan Pabrik**

No	Jenis Pengeluaran	Luas (m2)	Harga /satuan	Biaya
1	Tanah	6500	Rp 1.100.000	Rp 7.150.000.000
2	Bangunan	5327	Rp 1.500.000	Rp 7.990.500.000
3	Jalan + Taman	1173	Rp 152.000	Rp 178.296.000
<b>TOTAL</b>				<b>Rp 15.318.796.000</b>

##### 4.8.1.2 Biaya Mesin-mesin Produksi

Jumlah biaya untuk mesin-mesin produksi dapat dilihat pada Tabel 4.11 rekapitulasi dibawah ini :

**Tabel 4.11 Jumlah Biaya Mesin-mesin Produksi**

<b>No</b>	<b>Jenis Pengeluaran</b>	<b>Kuantitas (unit)</b>	<b>Harga /satuan</b>	<b>Biaya</b>
1	Mesin <i>Mixer</i>	1	Rp 140.000.000	Rp 140.000.000
2	Mesin <i>Pelletizer</i>	1	Rp 1.400.000.000	Rp 1.400.000.000
3	Mesin <i>Extruder</i>	1	Rp 1.680.000.000	Rp 1.680.000.000
4	Mesin <i>Cutting</i>	1	Rp 14.000.000	Rp 14.000.000
5	Mesin <i>Sander</i>	3	Rp 84.000.000	Rp 252.000.000
6	Mesin UTM	1	Rp 49.000.000	Rp 49.000.000
7	Mesin <i>Crusher</i>	1	Rp 11.200.000	Rp 11.200.000
<b>TOTAL</b>				<b>Rp3.546.200.000</b>

#### 4.8.1.3 Biaya Transportasi

Jumlah biaya untuk transportasi dapat dilihat pada Tabel 4.12 rekapitulasi dibawah ini :

**Tabel 4.12 Jumlah Biaya Transportasi**

<b>No</b>	<b>Jenis Pengeluaran</b>	<b>Kuantitas (unit)</b>	<b>Harga /satuan</b>	<b>Biaya</b>
1	Mobil Dinas	2	Rp 170.000.000	Rp 340.000.000
2	Truk Barang	2	Rp 215.000.000	Rp 430.000.000
<b>TOTAL</b>				<b>Rp 770.000.000</b>

#### 4.8.1.4 Biaya Pelayanan Teknik (Utilitas)

Jumlah biaya untuk peralatan teknik (utilitas) dapat dilihat pada Tabel 4.13 dibawah ini :

**Tabel 4.13 Jumlah Biaya Utilitas**

No	Jenis Pengeluaran	Kuantitas (unit)	Harga /satuan	Biaya
1	Pompa Air	1	Rp 525.000	Rp 525.000
2	Generator	1	Rp 928.200.000	Rp 928.200.000
3	Lampu TL	124	Rp 24.000	Rp 2.976.000
4	Hydrant	6	Rp 3.900.000	Rp 23.400.000
5	AC	24	Rp 5.629.000	Rp 135.096.000
6	Kipas Angin	27	Rp512.000	Rp 13.824.000
7	Galon untuk air konsumsi	244	Rp 17.000	Rp 4.148.000
<b>TOTAL</b>				<b>Rp 1.108.169.000</b>

#### 4.8.1.5 Biaya Inventaris Kantor

Inventaris yang dibutuhkan untuk kebutuhan kantor dapat dilihat pada Tabel 4.14 dibawah ini :

**Tabel 4.14 Jumlah Biaya Inventaris Kantor**

No	Jenis Pengeluaran	Kuantitas (unit)	Harga /satuan	Biaya
1	Komputer	22	Rp 3.250.000	Rp 71.500.000
2	Printer	5	Rp 2.750.000	Rp 13.750.000
3	Fotocopy	1	Rp 2.400.000	Rp 2.400.000
4	Perlengkapan satpam	4	Rp 150.000	Rp 600.000
5	Perlengkapan dapur	1	Rp 1.750.000	Rp 1.750.000
6	Peralatan Poliklinik	1	Rp 5.000.000	Rp 5.000.000
7	Perlengkapan <i>Cleaning Service</i>	1	Rp 4.000.000	Rp 4.000.000
<b>TOTAL</b>				<b>Rp 99.000.000</b>

#### 4.8.1.6 Biaya Instalasi dan Pemasangan

Instalasi yang disediakan di pabrik ini dapat dilihat pada Tabel 4.15 dibawah ini :

**Tabel 4.15 Jumlah Biaya Instalasi dan Pemasangan**

No	Jenis Pengeluaran	Biaya
1	Instalasi Air	Rp 1.400.000
2	Instalasi Listrik	Rp 8.335.000
3	Instalasi Telepon	Rp 700.000
4	Pemasangan Internet	Rp 1.680.000
<b>TOTAL</b>		<b>Rp 12.115.000</b>

#### 4.8.1.7 Biaya Notaris dan Perizinan

Dalam mendirikan suatu perusahaan perlu adanya surat perizinan dari notaris dengan biaya senilai Rp 5.000.000,00.

#### 4.8.1.8 Biaya Training Karyawan

Training Karyawan diperuntukkan untuk melatih kinerja para karyawan, dengan biaya senilai Rp 4.500.000,00 dengan asumsi dalam 1 tahun perusahaan akan mengadakan training 3 kali dalam satu tahun. Sehingga biaya yang dibutuhkan dalam satu tahun adalah sebagai berikut,

$$= \text{Rp } 4.500.000,00 \times 3 \text{ kali training/tahun}$$

$$= \text{Rp } 13.500.000,00/\text{tahun}$$

Berdasarkan data diatas maka total modal tetap di perusahaan ini dapat dilihat pada Tabel 4.16 dibawah ini :

**Tabel 4.16 Rekapitulasi Modal Tetap Perusahaan**

<b>Jenis Biaya</b>	<b>Biaya</b>
Lahan dan Bangunan Pabrik	Rp15.318.796.000
Mesin Produksi	Rp 3.546.200.000
Biaya Transportasi	Rp 770.000.000
Biaya Peralatan Utilitas	Rp 1.108.199.000
Inventaris	Rp 99.000.000
Instalasi dan Pemasangan	Rp 12.115.000
Biaya Notaris dan Perizinan	Rp 5.000.000
Biaya Training Karyawan	Rp 13.500.000
<b>TOTAL</b>	<b>Rp 20.872.780.000</b>

#### **4.8.2 Modal Kerja (*Working Capital Investment*)**

Modal kerja adalah modal yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan operasional sehari-hari, dan merupakan modal perusahaan yang habis dalam satu kali berputar selama proses produksi dan proses perputarannya dalam jangka waktu satu tahun. Dengan demikian perusahaan ini menetapkan pengelompokan biaya operasional menjadi dua jenis, yaitu biaya tetap (*fixed cost*) dan biaya langsung (*variable cost*).

#### **4.8.3 Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)**

Biaya produksi merupakan jumlah dari biaya produksi langsung (*direct manufacturing cost*), biaya produksi tak langsung (*indirect manufacturing cost*), dan biaya tetap (*fixed manufacturing cost*). *Direct manufacturing cost* atau biaya produk langsung adalah pengeluaran yang bersangkutan khusus dalam pembuatan produk. *Indirect manufactur cost* adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung dan bukan langsung karena operasi pabrik, dalam perhitungan

didapatkan kecenderungan kesulitan menentukan batas antara *direct cost* dan *indirect cost*. *Fixed manufacturing cost* merupakan harga yang berkenaan dengan modal tetap (*fixed capital*) dan pengeluaran yang bersangkutan dimana harganya tetap, tidak tergantung waktu maupun tingkat produksi.

Biaya produksi langsung (*direct manufacturing cost*) pada perusahaan ini meliputi,

1. Bahan Baku

Biaya bahan baku pada pabrik ini dapat dilihat pada Tabel 4.17 dibawah ini :

**Tabel 4.17 Biaya Bahan Baku**

No	Jenis Pengeluaran	Kuantitas (kg/tahun)	Harga /kg	Pembelian tiap tahun
1	Serbuk kayu jati	102.000	Rp 6.000	Rp 612.000.000
2	Biji Plastik HDPE	102.000	Rp 13.000	Rp 1.326.000.000
3	<i>Calcium</i>	6.900	Rp 22.500	Rp 155.250.000
4	<i>Calcium Stereate</i>	4.800	Rp 27.000	Rp 129.600.000
5	EBS <i>Wax</i>	4.400	Rp 14.000	Rp 61.600.000
6	SCONA	4.000	Rp 14.000	Rp 56.000.000
7	TINUVIN	5.200	Rp 27.000	Rp 140.400.000
8	IRGANOX	4.500	Rp 27.000	Rp 121.500.000
9	IRGAFOS	4.600	Rp 27.000	Rp 124.200.000
10	<i>Color Agent</i>	11.400	Rp 16.000	Rp 182.400.000
<b>TOTAL</b>				Rp 2.908.950.000

2. Gaji Karyawan

Penggajian karyawan dilakukan secara periodik, yaitu setiap satu bulan pada awal bulan. Jumlah gaji yang diberikan berdasarkan tingkat

pendidikan, pengalaman, jabatan, dan prestasi kerja. Berdasarkan pada Tabel 4.9 diatas total biaya gaji adalah Rp 247.250.000 /bulan. Sehingga dalam satu tahun perusahaan mengeluarkan sebesar Rp 2.967.000.000,00 untuk biaya gaji karyawan.

### 3. Utilitas

Biaya utilitas meliputi biaya pemakaian listrik, solar, premium, dan gas.

#### - Biaya Listrik

Berdasarkan peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral RI nomor 19 tahun 2014, tentang tarif tenaga listrik yang disediakan oleh PT. Perusahaan Listrik Negara (Persero), pabrik ini termasuk dalam golongan 1-3/TM (>200 kVA) karena pemakaian listrik perusahaan mencapai 11.923,83 kW/bulan atau setara dengan 11.923,83 kVA/bulan. Berdasarkan peraturan tarif tenaga listrik untuk keperluan industri, pada golongan tarif 1-3/TM (>200 kVA) terdapat;

Blok WBP (Waktu Beban Puncak) =  $K \times \text{Rp } 1.115$

Blok LWBP (Luar Waktu Beban Puncak) =  $\text{Rp } 1.115$

kVArh =  $\text{Rp } 1.200$

dimana nilai K adalah  $1,4 \leq K \leq 2$ .

Sehingga biaya pemakaian listrik yang harus dibayar.

= kW terpakai x (Blok WBP + Blok LWBP + kVAr

=  $11.923,83 \text{ kW/bulan} \times ((K \times \text{Rp } 1.115) + \text{Rp } 1.115 + \text{Rp } 1.200)$

$$\begin{aligned}
&= 11.923,83 \text{ kW/bulan} \times ((1,5 \times \text{Rp } 1.115) + \text{Rp } 1.115 \\
&+ \text{Rp } 1.200) \\
&= 11.923,83 \text{ kW/bulan} \times \text{Rp } 3.987,5 \\
&= \text{Rp } 47.546.265/\text{bulan} \times 12 \text{ bulan} \\
&= \text{Rp } 570.555.178 /\text{tahun}
\end{aligned}$$

- Biaya Air

Perhitungan pemakaian air bersih yaitu dengan cara menghitung tagihan air per 10 m<sup>3</sup>. Untuk ukuran 0-10 m<sup>3</sup> seharga Rp 2.000,00 ; 11-20 m<sup>3</sup> sebesar Rp 2.530,00 ; 21-30 m<sup>3</sup> sebesar Rp 5.650,00 ; 31-40 m<sup>3</sup> sebesar Rp 8.425,00 ; dan lebih dari 40 m<sup>3</sup> sebesar Rp9.750,00. Serta terdapat biaya perawatan yaitu sebesar Rp3.000,00. Pabrik ini memiliki kebutuhan berukuran 14,7 m<sup>3</sup>/hari atau setara dengan 323,4 m<sup>3</sup>/bulan , sehingga biaya air yang dibayar :

$$\begin{aligned}
&= 323,4 \text{ m}^3/\text{bulan} \times (\text{Rp } 3.000 + \text{Rp } 2.530) \\
&= \text{Rp } 1.788.402 /\text{bulan} \times 12 \text{ bulan} \\
&= \text{Rp } 21.460.824 /\text{tahun}
\end{aligned}$$

- Biaya Solar untuk Genset

Solar difungsikan untuk menyalakan generator set pada saat mati lampu. Kapasitas solar pada genset 500 kVa (400 kW). Jika diasumsikan dalam satu bulan terdapat satu hari mati lampu selama 4 jam. Maka kebutuhan solar dalam satu tahun,

= kapasitas generator x 4 jam

= 400 kW x 4 jam

= 1600 kWh x 12 bulan

= 19200 kWh /tahun

Harga solar/liter untuk generator = Rp 11.000,00

Biaya solar/tahun = kebutuhan solar x harga solar

= 19200 kWh/tahun x Rp 11.000,00

= Rp 211.200.000 /tahun

- Bahan Bakar Bensin

Bensin digunakan sebagai bahan bakar kendaraan perusahaan dengan kebutuhan bensin untuk 2 mobil dan 2 truk masing-masing adalah 30 lt/hari. Apabila harga bensin untuk mobil (pertalite) seharga Rp7.600,00 dan bensin untuk truk (solar) seharga Rp5.150,00 maka diperoleh,

Mobil,

= 30 lt/hari x 22 hari/bulan x Rp 7.600,00

= Rp5.346.000,00 /bulan

Truk,

= 30 lt/hari x 22 hari/bulan x Rp 5.150,00

= Rp 3.399.000,00 /bulan

Sehingga kebutuhan bahan bakar bensin untuk kendaraan selama satu tahun,

$$= (\text{Rp } 5.346.000 + \text{Rp } 3.399.000) \times 12 \text{ bulan}$$

$$= \text{Rp } 100.980.000/\text{tahun}$$

Total biaya utilitas,

= biaya listrik + biaya air + biaya solar genset + biaya bensin

$$= \text{Rp } 570.555.178 + \text{Rp } 21.469.824 + \text{Rp } 211.200.000 + \text{Rp } 100.980.000$$

$$= \text{Rp } 904.196.002 /\text{tahun}$$

Biaya tetap (*fixed cost*) meliputi,

1. Asuransi

Untuk menghindari dan mengurangi resiko terjadinya kejadian yang tidak diinginkan yang menyebabkan kerugian perusahaan maka perlu adanya asuransi. Besar asuransi pertahun yaitu 1% dari total biaya lahan bangunan mesin produksi, instalasi, biaya izin usaha, inventaris dan alat utilitas. Total biaya asuransi dapat dilihat pada Tabel 4.18 dibawah ini :

**Tabel 4.18 Total Biaya Asuransi**

<b>No</b>	<b>Jenis yang diasuransi</b>	<b>Biaya</b>
1	Lahan Bangunan Pabrik	Rp 15.318.796.000
2	Mesin Produksi	Rp 3.546.200.000
3	Alat Utilitas	Rp 1.108.169.000
4	Transportasi	Rp 770.000.000
5	Gaji Karyawan	Rp 247.250.000
<b>TOTAL</b>		<b>Rp 20.990.415.000</b>
<b>PREMI 1% /tahun</b>		<b>Rp 209.904.150</b>

## 2. Depresiasi

Depresiasi atau penyusutan merupakan proses akuntansi dalam mengalokasi biaya aktiva berwujud ke beban dengan cara yang sistematis dan rasional selama periode yang diharapkan mendapatkan manfaat dari penggunaan aktiva tersebut. Depresiasi merupakan penurunan nilai suatu aset karena waktu dan penggunaan yang ditimbulkan akibat kerusakan fisik, fungsi, deplesi dan kecelakaan. Untuk menentukan nilai depresiasi dapat menggunakan rumus sebagai berikut,

$$D = \frac{P-S}{N}$$

Keterangan :

D = Besar Depresiasi tiap Tahun

P = Nilai Awal Aset

S = Nilai Aset Akhir (20% asset awal)

N = Umur Aset

Nilai aset perusahaan dapat dilihat pada Tabel 4.19 dibawah ini :

**Tabel 4.19 Total Nilai Depresiasi Perusahaan**

No	Jenis Item	P (Rp)	S = 20% (Rp)	N (tahun)	D (Rp)
1	Mesin Produksi	Rp 3.546.200.000	Rp 709.240.000	15	Rp 189.130.667
2	Bangunan dan Jalan	Rp15.318.796.000	Rp3.063.759.200	25	Rp 490.201.472
3	Alat Utilitas	Rp1.108.169.000	Rp 221.633.800	10	Rp 88.653.520
4	Transportasi	Rp 770.000.000	Rp154.000.000	10	Rp 61.600.000
5	Instalasi	Rp 12.115.000	Rp 2.423.000	8	Rp 1.211.500
6	Inventaris	Rp 99.000.000	Rp 19.800.000	10	Rp 7.920000
<b>TOTAL BIAYA DEPRESI</b>					<b>Rp838.717.159</b>

### 3. Pajak dan Retribusi

Berdasarkan Peraturan Daerah Kabupaten Jepara Nomor 8 Tahun 2011 tentang Pajak Daerah tentang izin mendirikan bangunan akan dikenakan 2% dari biaya lahan dan bangunan pabrik (Pasal 61). Sehingga biaya pajak adalah sebagai berikut,

$$= 2\% \times \text{biaya lahan dan bangunan}$$

$$= 2\% \times \text{Rp } 15.318.796.000$$

$$= \text{Rp } 306.375.920$$

#### 4. Biaya Kesejahteraan Rakyat

- Biaya Seragam Karyawan

Setiap karyawan akan mendapatkan fasilitas baju kerja sebanyak 2 baju/tahun. Pembuatan baju kerja adalah sebesar Rp 80.000,00/pcs, sehingga biaya seraga karyawan adalah,

$$= 70 \text{ orang} \times (\text{Rp } 80.000,00 \times 2)$$

$$= \text{Rp } 11.200.000,00$$

- Premi Asuransi

Premi asuransi adalah sejumlah uang yang dibayarkan oleh perusahaan/pabrik kepada perusahaan asuransi sehubungan dengan adanya perjanjian pertanggungan yang dituangkan dalam polis asuransi. Perusahaan asuransi telah menetapkan biaya premi asuransi adalah Rp 280.000,00/bulan. Sehingga jumlah biaya yang harus dikeluarkan adalah,

$$= \text{Premi Asuransi/bulan} \times \text{jumlah karyawan} \times 1$$

tahun

$$= \text{Rp } 280.000,00/\text{bulan} \times 70 \text{ orang} \times 12 \text{ bulan}$$

$$= \text{Rp } 235.200.000,00$$

- Tunjangan Hari Raya

Berdasarkan PER.04/MEN.1994 pasal 3 ayat 2 bahwa tunjangan hari raya diberikan kepada seluruh karyawan sebesar 1x gaji per

bulan. Sehingga jumlah biaya THR yang harus dikeluarkan perusahaan adalah,

$$\begin{aligned} &= 1 \times \text{gaji karyawan} \\ &= 1 \times \text{Rp } 247.250.000,00 \\ &= \text{Rp } 247.250.000,00 \end{aligned}$$

Total biaya kesejahteraan karyawan yang harus dikeluarkan perusahaan adalah :

$$\begin{aligned} &= \text{biaya seragam} + \text{premi asuransi} + \text{THR} \\ &= \text{Rp}(11.200.000 + 235.200.000 + 247.250.000) \\ &= \text{Rp } 493.650.000,00 \end{aligned}$$

#### 5. Biaya *Telephone* dan Internet

Biaya *telephone* dan internet untuk setiap bulannya adalah Rp 630.000,00. Maka dalam 1 tahun biaya *telephone* dan internet adalah sebesar,

$$\begin{aligned} &= \text{Rp } 630.000,00 \times 12 \text{ bulan} \\ &= \text{Rp } 7.560.000,00/\text{tahun} \end{aligned}$$

#### 6. Biaya Perawatan

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 4.20,

**Tabel 4.20 Total Biaya Perawatan**

No	Jenis Perawatan	Biaya
1	Mesin Produksi	Rp 3.546.200.000
2	Bangunan dan Jalan	Rp15.318.796.000
3	Alat Utilitas	Rp 1.108.169.000
4	Transportasi	Rp 770.000.000
5	Instalasi	Rp 12.115.000
<b>TOTAL</b>		<b>Rp 20.755.280.000</b>
<b>2% dari TOTAL</b>		<b>Rp 415.105.600</b>

Rekapitulasi total biaya langsung (*variabel cost*) dapat dilihat pada Tabel 4.20 dibawah ini :

**Tabel 4.21 Rekapitulasi *Variabel Cost***

No	Keterangan	Biaya
1	Biaya Bahan Baku	Rp 2.908.950.000
2	Utilitas	Rp 904.196.002
3	Gaji Karyawan	Rp 2.967.000.000
<b>TOTAL</b>		<b>Rp 6.780.146.002</b>

Sedangkan untuk rekapitulasi total biaya tetap (*fixed cost*) dapat dilihat pada Tabel 4.22 dibawah ini :

**Tabel 4.22 Rekapitulasi *Fixed Cost***

<b>No</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Biaya</b>
1	Asuransi	Rp 209.904.150
2	Depresiasi	Rp 838.717.159
3	Pajak dan Retribusi	Rp 306.375.920
4	Biaya Kesejahteraan Karyawan	Rp 493.650.000
5	Biaya <i>Telephone</i> dan Internet	Rp 7.560.000
6	Biaya Perawatan	Rp 415.105.600
<b>TOTAL</b>		<b>Rp 1.856.207.229</b>

Dari data diatas didapat total modal kerja dalam setahun,

$$\begin{aligned}
 \text{Modal Kerja} &= \text{Total } \textit{Variabel Cost} + \text{Total } \textit{Fixed Cost} \\
 &= \text{Rp } 6.780.146.002,00 + \text{Rp } 1.856.207.229,00 \\
 &= \text{Rp } 8.636.353.231,00
 \end{aligned}$$

Sehingga total modal perusahaan adalah,

$$\begin{aligned}
 \text{Modal Perusahaan} &= \text{Modal Tetap} + \text{Modal Kerja} \\
 &= \text{Rp } 20.872.780.000,00 + \text{Rp } 8.636.353.231,00 \\
 &= \text{Rp } 29.509.133.231,00
 \end{aligned}$$

#### 4.8.4 Sumber Pembiayaan

Sumber pembiayaan perancangan pabrik ini diperoleh dari 40% modal sendiri dan 60% modal pinjaman dari bank dengan suku bunga 13,5% per tahun. Sumber pembiayaan dapat dilihat pada tabel 4.23 dibawah ini.

**Tabel 4.23 Sumber Modal Perusahaan**

No	Modal Perusahaan		Sumber Dana	
	1	Modal Tetap	Rp 20.872.780.000	Modal Sendiri
2	Modal Kerja	Rp 8.636.353.231	Pinjaman Bank	Rp 17.705.479.938
<b>TOTAL</b>		<b>Rp 29.509.133.231</b>	<b>TOTAL</b>	<b>Rp 29.509.133.231</b>

Jumlah Pinjaman (P) adalah

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

$$= 60\% \times \text{Rp } 29.509.133.231$$

$$= \text{Rp } 17.705.479.938$$

Cara membayar pinjaman kepada bank, dapat menggunakan konsep ekivalen. 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 :

Jumlah Pinjaman (P) = Rp 17.705.479.938

Suku Bunga (*i*) = 13,5 %

Lama Ansuran (m) = 10 tahun

Maka Nilai Tahunan (A) adalah

$$\begin{aligned} A &= P \left[ \frac{i(1+i)^m}{(1+i)^m - 1} \right] \\ &= \text{Rp } 17.705.479.938 \left[ \frac{13,5\% (1+13,5\%)^{10}}{(1+13,5\%)^{10} - 1} \right] \\ &= \text{Rp } 3.328.399.668 \end{aligned}$$

**Tabel 4.24 Rekapitulasi Biaya Ansuran Bank**

Tahun Ke-	P. Awal	Bunga	P.Akhir	P.Pokok	P.Akhir Tahun
1	Rp17.705.479.938	Rp2.390.239.792	Rp20.095.719.730	Rp 938.159.876	Rp 3.328.399.668
2	Rp16.767.320.063	Rp2.263.588.208	Rp19.030.908.271	Rp1.064.811.459	Rp 3.328.399.668
3	Rp15.702.508.603	Rp2.119.838.661	Rp17.822.347.265	Rp1.208.561.006	Rp 3.328.399.668
4	Rp14.493.947.597	Rp1.956.682.926	Rp16.450.630.523	Rp1.371.716.742	Rp 3.328.399.668
5	Rp13.122.230.856	Rp1.771.501.166	Rp14.893.732.021	Rp1.556.898.502	Rp 3.328.399.668
6	Rp11.565.332.354	Rp1.561.319.868	Rp13.126.652.221	Rp1.767.079.800	Rp 3.328.399.668
7	Rp 9.798.252.554	Rp1.322.764.095	Rp11.121.016.649	Rp2.005.635.573	Rp 3.328.399.668
8	Rp 7.792.616.981	Rp1.052.003.292	Rp 8.844.620.273	Rp2.276.396.375	Rp 3.328.399.668
9	Rp 5.516.220.606	Rp 744.689.782	Rp 6.260.910.388	Rp2.583.709.886	Rp 3.328.399.668
10	Rp 2.932.510.720	Rp 395.888.947	<b>Rp 3.328.399.668</b>	Rp2.932.510.720	<b>Rp 3.328.399.668</b>

#### 4.8.5 Harga Jual

$$\text{Keuntungan} = 25\%$$

$$\text{Kapasitas Produksi} = 25.260 \text{ lembar/tahun}$$

$$\text{Variable Cost} = \frac{\text{Variable Cost per tahun}}{\text{Kapasitas Produksi per tahun}}$$

$$= \frac{\text{Rp } 6.780.146.002}{25260}$$

$$= \text{Rp } 268.414$$

$$\text{Fixed Cost} = \frac{\text{Fixed Cost per tahun}}{\text{Kapasitas Produksi per tahun}}$$

$$= \frac{\text{Rp } 1.856.207.229}{25260}$$

$$= \text{Rp } 73.484$$

$$\text{Harga Pokok /lembar} = \text{Variable Cost} + \text{Fixed Cost}$$

$$= \text{Rp } 268.414 + \text{Rp } 73.484$$

$$= \text{Rp } 341.898$$

$$\text{Keuntungan /lembar} = 25\% \times \text{Harga pokok per lembar}$$

$$= 25\% \times \text{Rp } 341.898$$

$$= \text{Rp } 85.475$$

$$\text{Harga Produk /lembar} = \text{Harga pokok per lembar} + \text{Keuntungan}$$

$$= \text{Rp } 341.898 + \text{Rp } 85.475$$

$$= \text{Rp } 427.373$$

$$\begin{aligned} \text{Pajak Penjualan} &= 10\% \times \text{Harga Pokok per lembar} \\ &= 10\% \times \text{Rp } 427.373 \\ &= \text{Rp } 42.737 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Harga Jual} &= \text{Harga Pokok per lembar} + \text{Pajak Penjualan} \\ &= \text{Rp } 427.373 + \text{Rp } 42.737 \\ &= \text{Rp } 470.110 \approx \text{Rp } 470.200 / \text{lembar} \end{aligned}$$

#### 4.8.6 Biaya Umum (*General Expense*)

Selain biaya produksi, ada juga biaya umum yang meliputi administrasi, *sales expenses*, penelitian dan *finance*. Besarnya *general expenses* pabrik ini ditunjukkan pada keterangan dibawah ini,

1. Administrasi  $= 3\% \times \text{harga jual}$   
 $= 3\% \times \text{Rp } 470.200$   
 $= \text{Rp } 14.106$
2. Biaya Penjualan  $= 3\% \times \text{harga jual}$   
 $= 3\% \times \text{Rp } 470.200$   
 $= \text{Rp } 14.106$
3. *Research & Development*  $= 4\% \times \text{harga jual}$   
 $= 4\% \times \text{Rp } 470.200$   
 $= \text{Rp } 18.808$

$$\begin{aligned}
4. \text{ Finance} &= (15\% \times \text{Modal Kerja}) + (12\% \times \text{Fixed Cost}) \\
&= (15\% \times \text{Rp } 8.636.353.231) + (12\% \times \\
&\text{Rp } 1.856.207.229) \\
&= \text{Rp } 1.518.197.852
\end{aligned}$$

Sehingga,

$$\text{Total Biaya General Expense} = \text{Rp } 1.518.715.072$$

#### 4.8.7 Analisa Keuntungan

Keuntungan yang diperoleh selama satu tahun adalah,

$$\text{Produksi selama satu tahun} = 25.260 \text{ lembar}$$

$$\text{Harga Jual/lembar} = \text{Rp } 470.200,00$$

$$\text{Hasil Penjualan Produk per tahun} = \text{Produksi per tahun} \times \text{Harga Jual}$$

$$= 25.260 \text{ lembar} \times \text{Rp } 470.200,00$$

$$= \text{Rp } 11.877.252.000,00$$

$$\text{Keuntungan Sebelum dipajak} = \text{Hasil Penjualan per tahun} - \text{Modal Kerja}$$

$$= \text{Rp } (11.877.252.000,00 - 8.636.353.231,00)$$

$$= \text{Rp } 3.240.898.769,00$$

Keuntungan setelah dikurangi pajak penjualan sebesar 10%,

$$= \text{Rp } 3.240.898.769,00 - (10\% \times \text{Rp } 3.1240.898.769,00)$$

$$= \text{Rp } 3.240.898.769,00 - \text{Rp } 324.089.877,00$$

$$= \text{Rp } 2.916.808.892,00$$

$$\text{Pengeluaran Zakat sebesar } 2,5\% = 2,5\% \times \text{Rp } 2.916.808.892,00$$

$$= \text{Rp } 72.920.222,00$$

$$\text{Keuntungan Bersih} = \text{Rp } 2.916.808.892,00 - \text{Rp } 72.920.222,00$$

$$= \text{Rp } 2.843.888.670,00$$

#### 4.8.8 Analisa Kelayakan

Analisa kelayakan atau evaluasi ekonomi dimaksudkan untuk mengambil keputusan apakah perusahaan layak dijalankan atau tidak dijalankan. Analisa kelayakan dilakukan dengan menghitung *Return on Investment* (ROI), *Pay Out Time* (POT), *Break Even Point* (BEP), dan *Shut Down Point* (SDP).

##### 4.8.8.1 Return On Investment (ROI)

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

$$\%ROI = \frac{\text{Keuntungan bersih per tahun}}{\text{Modal Tetap} + \text{Modal Kerja}} \times 100\%$$

$$= \frac{\text{Rp } 2.843.888.670}{\text{Rp } 20.872.780.000 + \text{Rp } 8.636.353.231} \times 100\%$$

$$= 9,7 \%$$

#### 4.8.8.2 *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).

$$\begin{aligned} \text{POT} &= \frac{\text{Modal Tetap} + \text{Modal Kerja}}{\text{Keuntungan Bersih}} \\ &= \frac{\text{Rp } 20.872.780.000 + \text{Rp } 8.636.353.231}{\text{Rp } 2.843.888.670} \\ &= 10,4 \text{ tahun} \end{aligned}$$

#### 4.8.8.3 *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.

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

Diketahui,

Fa = *Fixed Annual*

**Tabel 4.25 Rekapitulasi Biaya *Fixed Annual***

<b>Keterangan</b>	<b>Jumlah</b>
Depresiasi	Rp 838.717.159
Pajak Retribusi	Rp 306.375.920
Asuransi	Rp 209.904.150
<b>TOTAL</b>	<b>Rp 1.354.997.229</b>

Ra = *Regulate Annual*

**Tabel 4.26 Rekapitulasi Biaya *Regulated Annual***

<b>Keterangan</b>	<b>Jumlah</b>
General expenses	Rp 1.518.715.072
Biaya perawatan	Rp 415.105.600
<b>TOTAL</b>	<b>Rp 1.933.820.672</b>

Va = *Variable Annual*

= Rp 6.780.146.002

Sa = *Sales Annual*

= Kapasitas Produk x Harga Jual

= 25.260 Lembar x Rp 470.200

$$= \text{Rp } 11.877.252.000$$

Berdasarkan formula diatas, didapat %BEP sebagai berikut,

$$\%BEP = \frac{\text{Rp } 1.354.997.229 + (0,3 \times \text{Rp } 1.933.820.672)}{\text{Rp } 11.877.252.000 + \text{Rp } 6.780.146.002 + (0,7 \times \text{Rp } 1.933.820.672)} \times 100\%$$

$$= 51,69 \%$$

Banyaknya produk saat mencapai BEP adalah,

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

$$= 51,69 \% \times 25.260 \text{ lembar}$$

$$= 13.058 \text{ lembar}$$

Maka harga jual pada saat mencapai BEP adalah,

$$= \text{Jumlah Produksi saat BEP} \times \text{Harga Jual}$$

$$= 13.058 \text{ lembar} \times \text{Rp } 470.200,00$$

$$= \text{Rp } 6.139.871.600,00$$

#### **4.8.8.4 Shut Down Point (SDP)**

*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*.

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

$$\%SDP = \frac{0,3 \times Rp\ 1.933.820.672}{Rp\ 11.877.252.000 - Rp\ 6.780.146.002 - (0,7 \times Rp\ 1.933.820.672)} \times 100\%$$

$$= 15,5 \%$$

Kapasitas Produksi pada saat SDP adalah,

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

$$= 15,5\% \times 25.260 \text{ lembar}$$

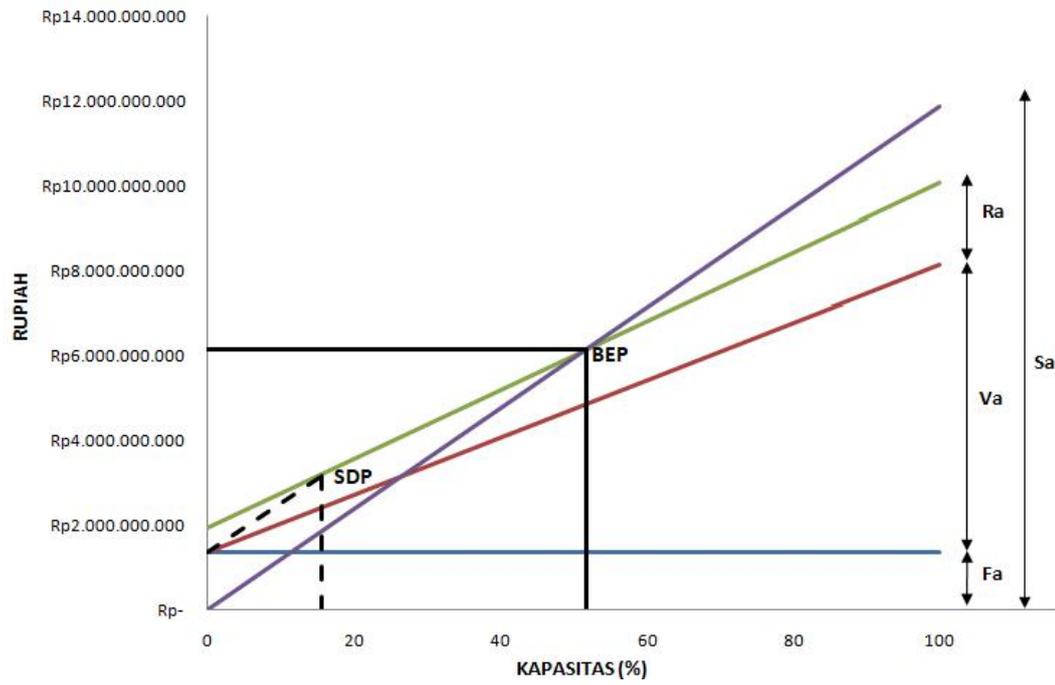
$$= 3.915 \text{ lembar}$$

Penjualan pada saat SDP adalah,

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

$$= 3.915 \text{ lembar} \times Rp\ 470.200,00$$

$$= Rp\ 1.840.883.000,00$$



**Gambar 4.7 Grafik Analisa Kelayakan Pabrik Papan *Deck* WPC**

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Perancangan pabrik komposit untuk produksi papan *deck* berbahan *Wood Plastic Composite* (WPC) dengan kapasitas 25.260 lembar/tahun setelah dianalisa, dapat disimpulkan bahwa :

1. Ditinjau dari pertimbangan bagaimana memperoleh bahan baku, distribusi pemasaran, dan faktor lainnya, maka diputuskan pabrik komposit ini didirikan di Jalan Raya Jepara-Bangsri KM 18, Kabupaten Jepara, Provinsi Jawa Tengah.
2. Bahan baku pembuatan papan *deck* WPC berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang terdiri dari 60% serbuk kayu sebagai *reinforcement*, 30% polimer HDPE sebagai matriks, dan 10% adiktif.
3. Produk papan *deck* WPC dijual dengan harga Rp470.200,00 /lembar, jika dibandingkan dengan produk papan *deck* yang biasa dipasaran, memiliki kisaran harga Rp 650.300,00 /lembar sedangkan produk papan *deck* WPC memiliki harga jual yang lebih terjangkau tetapi memiliki sifat sama bahkan lebih baik dari papan *deck* pada umumnya.

Berikut kesimpulan hasil analisa ekonomi pabrik papan deck WPC :

1. Modal investasi yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik ini sebesar Rp20.872.780.000,00 dan modal kerja dalam satu tahun sebesar Rp8.636.353.231,00, sehingga modal yang harus disiapkan untuk mendirikan pabrik sebesar Rp29.509.133.231,00.
2. Keuntungan bersih perusahaan dalam satu tahun sebesar Rp 2.843.888.670,00 dengan lama waktu pengembalian modal investasi (*Pay Out Time*) 10 tahun 4 bulan.
3. Nilai transaksi penjualan per tahun sebesar Rp 11.877.252.000,00 dengan harga jual per lembar untuk papan deck WPC Rp 470.200,00. Dengan nilai analisa :
  - %BEP sebesar 51,69% dan harga jual saat mencapai BEP Rp6.139.871.600,00
  - %SDP sebesar 15,5% dan penjualan pada saat SDP Rp 1.840.833.000,00
  - %ROI sebesar 9,7%
4. Dari hasil perhitungan analisa kelayakan, maka pabrik pembuatan papan deck WPC ini dapat dinyatakan layak untuk didirikan karena sudah memenuhi standar kelayakan yang ditetapkan, yaitu : Break Even Point (BEP) dengan syarat 40-60%, Shut Down Point (SDP) dengan syarat > 10% dan Return Of Investment (ROI) dengan syarat minimal 5%.

## 5.2 Saran

Berikut saran yang diajukan oleh penulis sebagai bahan pertimbangan para pembaca baik dari mahasiswa maupun kalangan umum yang tertarik dengan prarancangan pabrik komposit ini agar bisa dijadikan sebagai bahan referensi :

- 1) Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi tiap tahunnya selalu berkembang, sehingga penulis menyarankan agar penelitian terkait produk yang sejenis tetap dilakukan agar produk ini dapat terus berkembang dan dapat mencapai kualitas terbaiknya.
- 2) Kondisi Indonesia yang belum banyak memiliki pabrik yang menghasilkan produk ini dapat dijadikan peluang tersendiri untuk membantu memajukan perekonomian bangsa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Muqassary, Aldi. *Pengertian Pengendalian Kualitas*. <http://www.e-journal.com>. Diakses tanggal 9 April 2018.
- Altana. *Modifier for Adhesion Improvement in TPE-S Overmolding Compounds*. Jerman. 2012.
- Bahrudin, et.al. *Studi Pembuatan Material Wood Plastic Composite Berbasis Limbah Batang Sawit*. Teknobiologi: Jurnal Ilmiah Sains Terapan. Vol. 2 No. 1. 2011
- Balai Teknologi Polimer. *Komposit Plastik Kayu*. <http://sentrapolimer.id>. Diakses 6 Maret 2018.
- Caulfield et al. 2005. *Wood Plastic Composites - Performance and Environmental Impacts*. Slovenia. 2016.
- Clemons. 2002. *Komposit Kayu Plastik: Komposit Hijau untuk Bahan Bangunan Masa Depan: Tinjauan Teknis, Bahan Baku, Proses, Sifat-Sifat, Penggunaan dan Pemasaran*. Jurnal Teknologi Hasil Hutan. Vol 18 No. 2. Forest Product Department: Bogor. 2015.
- Clyne. 1989. *Wood Plastic Composites - Performance and Environmental Impacts*. Slovenia. 2016.
- Ellyawan. 2008. *Sifat-sifat Matrik*. [www.id.scribd.com](http://www.id.scribd.com). Diakses tanggal 9 April 2018.
- Febrianto, Fauzi. *Komposit Kayu Plastik: Komposit Hijau untuk Bahan Bangunan Masa Depan: Tinjauan Teknis, Bahan Baku, Proses, Sifat-Sifat, Penggunaan dan Pemasaran*. Jurnal Teknologi Hasil Hutan. Vol 18 No. 2. Forest Product Department: Bogor. 2015.

- Gardner, Douglas J., dan Murdock, David. *Extrusions of Wood Plastic Composite*. Maine. 2010.
- Hakim, Lukamnul. *Tata Letak Pabrik*. 2012
- Hietala, Maiju. *Extrusion Processing of Wood Raw Materials for Use in Wood Polymer Composites*. Thesis. Universitetstryckeriet: Lulea, Sweden. 2011.
- Hull, dan Clyne. 1996. *Wood Plastic Composites - Performance and Environmental Impacts*. Slovenia. 2016.
- Indah, Pinf. *Definisi Extruder*. <http://id.scribd.com>. Diakses tanggal 30 Mei 2018.
- Klyosoc. 2007. *Wood Plastic Composites - Performance and Environmental Impacts*. Slovenia. 2016.
- Larasita, Pulungan. *Proses Pembuatan WPC*. <http://www.larasitapulungan.blogspot.com>. Diakses tanggal 31 Maret 2018.
- Lu et al. 2000. *Wood Plastic Composites - Performance and Environmental Impacts*. Slovenia. 2016.
- Mishra, A. *Frictional Characterization of Teak Wood Dust Filled Epoxy Composites*. APEM Journal Vol. 9 No. 3. p. 114-118. 2014.
- Nayiroh, Nurun. *Teknologi Material Komposit*. UIN Malang. 2013.
- Nikzad et al. 2011. *Wood Plastic Composites - Performance and Environmental Impacts*. Slovenia. 2016.
- Nurwasillah, Ani. *Pra Rancangan Pabrik Atap Komposit Kanopi Gelombang*. Tugas Akhir. Tidak di terbitkan. Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia : Yogyakarta. 2015.

- Patterson, and Clemons. 2001-2002. *Wood Plastic Composites - Performance and Environmental Impacts*. Slovenia. 2016.
- Pritchard. 2004. *Wood Plastic Composites - Performance and Environmental Impacts*. Slovenia. 2016.
- Razak, M. Rais Rahmat. *Manajemen Riset dan Pengembangan*. <http://www.slideshare.net>. Diakses tanggal 13 Mei 2018.
- Raisanen et al. 1997. *Wood Plastic Composites - Performance and Environmental Impacts*. Slovenia. 2016.
- Saftitri, Sasqia Orina. *Bab Viii Organisasi Pabrik*. <http://www.scribd.com>. Diakses tanggal 6 Juni 2018.
- Sari, D. Y. *Pengertian Kmposit*. Polsri Repository. <http://www.eprints.polsri.ac.id>. Diakses tanggal 4 Mei 2018.
- Schwarzkopf, M. J. dan Burnard, M. D. *Wood Plastic Composites - Performance and Environmental Impacts*. Slovenia. 2016.
- Segerholm, Kristoffer. *Characteristics of Wood Plastic Composites Based on Modified Wood*. Sweden. 2012.
- Setyawati, Dina. *Komposit Serbuk Kayu Plastik Daur Ulang: Alternatif Pemanfaatan Limbah Kayu dan Plastik*. <http://www.yusmanof.blogspot.com>. Diakses 1Maret 2018.
- Sjostorm.1993. *Wood Plastic Composites - Performance and Environmental Impacts*. Slovenia. 2016.

- Slamet, Sugeng. *Karakterisasi Komposit dari Serbuk Gergaji Kayu (Sawdust) dengan Proses Hotpress Sebagai Bahan Baku Papan Partikel*. Universitas Muria Kudus 2013.
- Sungkar, Fadhil Muhammad. *Pra Rancangan Pabrik Dietel Eter dari Etanol dengan Proses Dehidrasi*. Tugas Akhir. Tidak di terbitkan. Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta : Jawa Tengah. 2012.
- Taylor, Adam, et. al. *Wood Plastic Composite - A Primer -*. University of Tennessee.
- Utomo, Angga Madi dan Andhika Restu Faldhilla. *Pra Rancangan Pabrik Komposit Multiplek Menggunakan Metode Hand Lay Up*. Tugas Akhir. Tidak di terbitkan. Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia : Yogyakarta. 2015.
- Wang. 2007. *Wood Plastic Composites - Performance and Environmental Impacts*. Slovenia. 2016.
- Wolcott, and Englund. 1996. *Wood Plastic Composites - Performance and Environmental Impacts*. Slovenia. 2016.
- Yudhanto, Sahari, dkk. 2007. *Komposit*. [www.e-journal.com](http://www.e-journal.com). Diakses tanggal 9 April 2018.
- Yadaf, Sumit Manohar, dan Yasor, Dr. Kamal Bin. *Mechanical and Physical Properties of Wood-Plastic Composites made of Propylene, Wood Flour and Nanoclay*. Kuala Lumpur. 2015.
- Yang, Mark. *WPC Board Processing Process*. <http://www.slideshare.net>. Diakses tanggal 19 April 2018.

## LAMPIRAN

### *Mesin Wood Plastic Extruder*

Diameter Screw	= 80/156 mm
Kuantitas Screw	= 2 piece
Kecepatan Screw	= 1-37,7 r/min
Main Extruder Power	= 55 kW
Heating Power (approx)	= 36 kW
Output (approx)	= 150-350 kg/jam
Max. Lebar Produk	= 800 mm
Ketinggian Aliran	= 150 mm
Kekuatan Aliran	= 50 KN
Kecepatan Aliran	= 0-3 m/min
Total Daya	= 35 kW
Konsumsi Air Pendingin	= 9 m <sup>3</sup> /jam
Tekanan Udara Terkompresi	= 0,6 MPa
Dimensi	= panjang x lebar x tinggi = (25 x 5 x 3) m
Effisiensi Mesin	= 95%
Produksi per Jam	= 957 kg/hari x $\frac{1 \text{ hari}}{7 \text{ jam}}$ x 95% = 129,878 kg/jam

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Mesin yang dibutuhkan} &= \frac{\text{Produksi per Jam}}{\text{Kapasitas Mesin}} \\
 &= \frac{129,878 \text{ kg/jam}}{105 \text{ kg/jam}} \\
 &= 0,8658 \approx 1 \text{ mesin}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Produksi per Hari} &= \frac{\text{Produksi per Tahun}}{\text{Jumlah Hari Kerja selama Setahun}} \\
 &= \frac{252600 \text{ kg}}{264 \text{ hari}} \\
 &= 956,8182 \approx 957 \text{ kg/hari} \\
 &= 957 \text{ kg/hari} : 10 \text{ kg} \\
 &= 95,7 \text{ lembar} \approx 96 \text{ lembar}
 \end{aligned}$$