

**PENERAPAN *CRITICAL PATH METHOD* (CPM) UNTUK  
PENGOPTIMALAN PROSES PRODUKSI DI PABRIK GONDORUKEM  
DAN TERPENTIN REJOWINANGUN, KABUPATEN TRENGGALEK**

**SKRIPSI**



**Oleh :**

**BETTYARINDA CAHYANING BUDI**

**(15/382842/KT/08044)**

**FAKULTAS KEHUTANAN**

**UNIVERSITAS GADJAH MADA**

**YOGYAKARTA**

**2019**

**PENERAPAN *CRITICAL PATH METHOD* (CPM) UNTUK  
PENGOPTIMALAN PROSES PRODUKSI DI PABRIK GONDORUKEM  
DAN TERPENTIN REJOWINANGUN, KABUPATEN TRENGGALEK**

**SKRIPSI**

Diajukan Kepada

Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada  
Untuk Memenuhi Sebagian dari Syarat-Syarat  
Untuk Memperoleh Derajat Sarjana Kehutanan

Oleh :

**BETTYARINDA CAHYANING BUDI**

**(15/382842/KT/08044)**

**FAKULTAS KEHUTANAN**

**UNIVERSITAS GADJAH MADA**

**YOGYAKARTA**

**2019**

## HALAMAN PENGESAHAN

PENERAPAN *CRITICAL PATH METHOD* (CPM) UNTUK  
PENGOPTIMALAN PROSES PRODUKSI DI PABRIK GONDORUKEM DAN  
TERPENTIN REJOWINANGUN, KABUPATEN TRENGGALEK

BETTYARINDA CAHYANING BUDI  
15/382842/KT/08044

Telah Dipertahankan di Hadapan Dewan Penguji  
Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta  
dan Diterima untuk Memenuhi Sebagian dari Persyaratan  
Memperoleh Derajat Sarjana Kehutanan

Pada Tanggal : 16 Oktober 2019

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Slamet Riyanto, S.Hut., M.Si.      Sigit Sunarta., S.Hut., M.Sc., M.P., Ph.D.  
Anggota Dewan Penguji

1. Slamet Riyanto, S.Hut., M.Si. ....
2. Sigit Sunarta., S.Hut., M.Sc., M.P., Ph.D. ....
3. Dr. Emma Soraya, S.Hut., M.For. ....
4. Dr. Ir. Nunuk Supriyatno, M.Sc .....

Tanggal Pengesahan : .....

Mengesahkan  
Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada  
Dekan

Dr. Budiadi, S.Hut., M.Agr.Sc.  
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Bettyarinda Cahyaning Budi  
NIM : 15/382842/KT/08044  
Tahun terdaftar : 2015  
Program Studi : Kehutanan  
Fakultas/Sekolah : Kehutanan / Universitas Gadjah Mada

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/ lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan sumbernya secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi dan apabila dokumen ilmiah Skripsi ini di kemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil karya penulis lain, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dan/ atau sanksi hukum yang berlaku.

Yogyakarta, 16 Oktober 2019

Bettyarinda Cahyaning Budi

15/382842/KT/08044

**KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Penerapan *Critical Path Method* (CPM) Untuk Pengoptimalan Proses Produksi di Pabrik Gondorukem dan Terpentin Rejowinangun, Kabupaten Trenggalek”. Tujuan dari penyusunan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana Kehutanan di Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu selama kegiatan penelitian dari pengambilan data hingga penulisan sehingga skripsi ini dapat tersusun. Ucapan terima kasih sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada :

1. Dr. Budiadi, S.Hut., M.Agr.Sc., selaku Dekan Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada.
2. Slamet Riyanto, S.Hut., M.Si., selaku dosen pembimbing I dan penguji skripsi yang telah memberi bimbingan, arahan, serta masukan selama pembuatan skripsi.
3. Dr. Sigit Sunarta, S.Hut., M.Sc., selaku dosen pembimbing II dan penguji skripsi yang telah memberi bimbingan, arahan, serta masukan selama pembuatan skripsi.
4. Dr. Emma Soraya, S.Hut., M.For., selaku dosen penguji skripsi telah memberi saran, kritik, dan masukan demi kesempurnaan skripsi ini.
5. Dr. Ir. Nunuk Supriyatno, M.Sc., selaku dosen penguji skripsi telah memberi saran, kritik, dan masukan demi kesempurnaan skripsi ini.

6. Teguh Yuwono, S.Hut., M.Sc., selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberi bimbingan dan nasihat selama perkuliahan di Fakultas Kehutanan UGM.
7. Seluruh dosen Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada yang telah memberi ilmu, pelajaran, dan pengalaman yang bermanfaat.
8. Perum Perhutani Divisi Regional II Jawa Timur dan PGT Rejowinangun yang telah memberikan saya ijin penelitian.
9. Pihak-pihak lain yang turut membantu dalam pembuatan skripsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk skripsi ini dari berbagai pihak. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Yogyakarta, 16 Oktober 2019

Penulis

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini berhasil saya selesaikan dengan bantuan dan dukungan dari orang-orang di sekitar saya. Oleh karena itu, skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Kedua orangtua saya, Arif Budijanto dan Endah Ristianti, yang penuh kasih sayang dan kesabaran dalam merawat dan membesarkan saya.
2. Kedua adik saya, Cintyarinda B. M. dan Divanko Fajarinda B. S. yang selalu menjadi pendengar yang baik dan memberi saran serta dukungan.
3. Keluarga besar saya yang selalu mendukung dan mengajarkan kebaikan.
4. Dania, Renita, Dera yang selalu menemani dan menyemangati saya bersama dengan teman-teman kos lainnya (Eca, April, dan Mbak Ivanny).
5. Keluarga SOSMAS, Dania, Riska, Trias, Astri, Bitu, Zaki, Syahrul, dan Roy, yang selalu saling mendukung dan memberi saran terbaik selama di Kehutanan UGM.
6. Njolanda, Arung, Fiki, Mila, Hernandez, dan Taufik, teman-teman 127, yang selalu mendengar curhat dan keluh kesah saya.
7. Haqqi M. H. yang sudah membantu dalam penyusunan proposal hingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan lancar.
8. Teman-teman Manajemen Hutan 2017 dan *General Forestry* 2015.
9. Pegawai PGT Rejowinangun yang banyak membantu dalam penelitian

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>Abstrak</b> .....	xii
<b>Abstract</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Tujuan Penelitian .....	5
1.4. Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1. Pengoptimalan dan Efisiensi .....	6
2.2. Perencanaan Jaringan Kerja ( <i>Network Planning</i> ) .....	7
2.1.1. <i>Network Diagram</i> .....	12
2.1.2. Analisis Waktu, Sumberdaya, dan Biaya .....	14
2.3. <i>Critical Path Method (CPM)</i> .....	14
2.2.1. Jalur Kritis .....	15
2.2.2. Percepatan Pelaksanaan Kegiatan ( <i>Crashing</i> ) .....	17
2.4. Industri Gondorukem dan Terpentin .....	18
2.3.1. Produksi Gondorukem dan Terpentin .....	19
2.3.2. Waktu Kerja .....	21
2.5. Biaya .....	22
2.6. Penelitian Terdahulu .....	24
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	32
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	32
3.2. Jenis dan Sumber Data .....	32
3.3. Teknik Pengumpulan Data .....	33
3.3.1. Wawancara .....	33
3.3.2. Observasi .....	34
3.3.3. Pengukuran Langsung .....	34
3.4. Analisis Hasil .....	35
3.4.1. Waktu Kerja .....	35
3.4.2. Penyusunan Diagram Jaringan Kerja .....	37

3.4.3.	Perbandingan Waktu, Sumberdaya, dan Biaya .....	41
3.4.4.	Hubungan Tujuan, Data, dan Metode .....	42
<b>BAB IV PROFIL PERUSAHAAN .....</b>		<b>43</b>
4.1.	Lokasi Perusahaan .....	43
4.2.	Sejarah Perusahaan .....	43
4.3.	Struktur Organisasi .....	44
4.4.	Aspek Personalia .....	48
4.4.1.	Tenaga Kerja .....	48
4.4.2.	Waktu Kerja .....	49
4.4.3.	Sistem Perekrutan Tenaga Kerja .....	49
4.4.4.	Sistem Pengupahan Tenaga Kerja .....	50
4.4.5.	Sistem Pemberhentian Kerja .....	50
4.5.	Aspek Produksi .....	50
4.5.1.	Jenis Produk .....	50
4.5.2.	Bahan Baku .....	51
4.5.3.	Bahan Penolong .....	51
4.5.4.	Bahan Bakar .....	52
4.5.5.	Alat Produksi .....	53
4.5.6.	Penanganan Limbah .....	56
4.5.7.	Pemasaran .....	58
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>59</b>
5.1.	Komponen Kegiatan Proses Produksi di PGT Rejowinangun .....	59
5.1.1.	Proses Produksi Gondorukem .....	59
5.1.2.	Proses Produksi Terpentin .....	64
5.2.	Waktu dan Biaya Aktual .....	65
5.2.2.	Waktu Aktual .....	65
5.2.3.	Biaya Aktual .....	70
5.3.	Penyusunan Diagram Jaringan Kerja dan Pengoptimalan Proses Produksi .....	72
5.3.1.	Penyusunan Diagram Jaringan Kerja .....	72
5.3.2.	Pengoptimalan Proses Produksi .....	83
5.4.	Perbandingan Waktu, Sumberdaya, dan Biaya Produksi .....	89
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>94</b>
6.1.	Kesimpulan .....	94
6.2.	Saran .....	95
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>96</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>101</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Posisi Terhadap Penelitian Terdahulu.....	29
Tabel 3.1	Jumlah sampel pada proses produksi gondorukem dan terpentin.....	35
Tabel 3.2	Tabel hubungan antara tujuan, data, dan metode.....	42
Tabel 4.9	Pembagian waktu kerja di PGT Rejowinangun.....	49
Tabel 5.1	Jumlah waktu yang diperlukan setiap kegiatan.....	67
Tabel 5.2	Jumlah waktu yang diperlukan untuk elemen kerja pada setiap kegiatan.....	67
Tabel 5.3	Daftar kebutuhan sumberdaya untuk satu siklus produksi.....	70
Tabel 5.4	Total biaya yang diperlukan untuk satu siklus produksi.....	71
Tabel 5.5	Jenis kegiatan dan kegiatan pendahulunya untuk satu siklus produksi.....	74
Tabel 5.6	Analisis waktu aktual untuk satu siklus produksi menggunakan <i>software QM for Windows</i> dengan metode CPM.....	81
Tabel 5.7	Perbandingan waktu aktual dan waktu <i>crash</i> .....	84
Tabel 5.8	Analisis waktu <i>crash</i> untuk satu siklus produksi menggunakan <i>software QM for Windows</i> dengan metode CPM.....	87
Tabel 5.9	Perbandingan biaya aktual dan biaya <i>crash</i> untuk satu siklus produksi.....	89

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 5.1	<i>Network diagram</i> jaringan kerja pada proses produksi gondorukem dan terpentin.....	76
Gambar 5.2	<i>Network diagram</i> jaringan kerja pada komponen kegiatan produksi gondorukem dan terpentin.....	77
Gambar 5.3	<i>Network diagram</i> jaringan kerja pada elemen kerja <i>batch</i> 1.....	77
Gambar 5.4	<i>Network diagram</i> jaringan kerja pada elemen kerja <i>batch</i> 2.....	78
Gambar 5.5	<i>Network diagram</i> jaringan kerja pada elemen kerja <i>batch</i> 3.....	78

PENERAPAN *CRITICAL PATH METHOD* (CPM) UNTUK  
PENGOPTIMALAN PROSES PRODUKSI DI PABRIK GONDORUKEM DAN  
TERPENTIN REJOWINANGUN, KABUPATEN TRENGGALEK

Oleh:

Bettyarinda Cahyaning Budi<sup>1</sup>, Slamet Riyanto<sup>2</sup>, dan Sigit Sunarta<sup>3</sup>

**Abstrak**

Efisiensi merupakan kunci untuk mencapai industri hasil hutan yang berdaya saing tinggi. Salah satu upaya dalam meningkatkan efisiensi di Pabrik Gondorukem dan Terpentin Rejowinangun yaitu pengoptimalan jaringan kerja dari proses produksi yang telah ada saat ini. Tujuan dari penelitian ini adalah 1) mengestimasi alokasi waktu dan biaya yang diperlukan dalam satu siklus produksi gondorukem dan terpentin, 2) mengevaluasi kemungkinan dilakukan pengoptimalan jaringan kerja yang telah ada saat ini dan pada kegiatan apa saja yang dapat dioptimalkan, 3) mengestimasi pengurangan waktu dan penghematan sumberdaya serta biaya setelah dilakukan pengoptimalan pada jaringan kerja.

Pengambilan data dilakukan dengan pengamatan, pengukuran waktu kerja, dan pemanfaatan data sekunder. Waktu kerja diukur untuk setiap elemen kegiatan dengan jumlah ulangan minimal memenuhi tingkat kepercayaan 95%. Data kebutuhan sumberdaya dan biaya produksi diperoleh dari data sekunder yang berasal dari laporan produksi perusahaan. Waktu proses produksi dianalisis menggunakan prosedur *time study* dengan metode *cumulative timing* dan kebutuhan sumberdaya serta biaya mengacu pada standar kebutuhan alat, bahan, tenaga kerja, dan biaya satuan. Pengoptimalan waktu produksi dilakukan dengan analisis jaringan kerja menggunakan *Critical Path Method* (CPM) dengan bantuan *software QM for Windows*. Pengurangan waktu dan penghematan sumberdaya serta biaya dianalisis menggunakan perbandingan antara dengan dan tanpa pengoptimalan.

Temuan-temuan penting yang diperoleh dari penelitian ini adalah 1) Untuk satu siklus produksi dibutuhkan waktu 608 menit dengan biaya Rp.74.158.560. 2) Analisis CPM menunjukkan bahwa kegiatan produksi gondorukem dan terpentin merupakan kegiatan kritis serta dapat dilakukan pengoptimalan dengan percepatan (*crashing*) pada waktu aktual dengan mengurangi durasi waktu elemen kerja pada kegiatan produksi kecuali pengalengan. 3) Waktu yang dapat dihemat untuk satu siklus produksi adalah 30 menit dengan biaya sebesar Rp205.988. Sehingga, biaya yang dibutuhkan untuk satu siklus produksi dengan waktu *crash* yaitu 578 menit adalah Rp73.952.572.

Kata kunci : jaringan kerja, *critical path method*, gondorukem, terpentin.

---

<sup>1</sup>Mahasiswa Manajemen Hutan, Program Studi S1 Fakultas Kehutanan, UGM

<sup>2</sup>Dosen Pengajar Manajemen Hutan, Program Studi S1 Fakultas Kehutanan, UGM

<sup>3</sup>Dosen Pengajar Teknologi Hasil Hutan, Program Studi S1 Fakultas Kehutanan, UGM

*APPLICATION OF CRITICAL PATH METHOD (CPM) FOR OPTIMIZING  
PRODUCTION PROCESS AT REJOWINANGUN GOM ROSIN AND  
TURPENTINE FACTORY, TRENGGALEK REGENCY*

By:

Bettyarinda Cahyaning Budi<sup>1</sup>, Slamet Riyanto<sup>2</sup>, dan Sigit Sunarta<sup>3</sup>

**Abstract**

*Efficiency is the key to achieve a highly competitive forest products industry. One effort to improve efficiency at the Rejowinangun Gom Rosin and Turpentine Factory is optimizing the network of the existing production process. The objectives of this study are: 1) estimating the allocation of time and costs for one production cycle, 2) evaluating the possibility of existing network planning optimization, and 3) estimating time, resource, and cost savings after optimization.*

*Data was collected by observation, measurement of work time, and secondary data. Work time was measured for each element of activity with a minimum number of repetitions fulfilled the 95% confidence level. Data on resource requirements and production costs were obtained from secondary data of company production reports. Production process time was analyzed by time study procedures with cumulative timing methods and resource requirements and costs referred to the standard requirements for tools, materials, labor, and unit costs. Optimization of production time was conducted by network analysis using Critical Path Method (CPM), backed up by QM for Windows software. Time reduction, resource, and cost savings were analyzed by comparison between with and without optimization.*

*The important results of this study were: 1) For one production cycle, it took 608 minutes and needed Rp74,158,560. 2) CPM analysis showed that the production of gondorukem and turpentine was a critical activity and it was possible to do the acceleration (crashing) by reducing the normal duration time of work elements in production activities. 3) The time saving for one production cycle was 30 minutes at a cost of Rp205,988. The cost required for one production cycle with 578 minutes of crashing time was Rp73,952,572.*

*Keywords : network planning, critical path method, gum rosin, turpentine.*

---

<sup>1</sup>Student of Faculty of Forestry, UGM

<sup>2</sup> Lecture of Departement of Forest Management, Faculty of Forestry, UGM

<sup>3</sup>Lecture of Forest Product Technology Departement, Faculty of Forestry, UGM

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Menurut Peraturan Menteri Kehutanan Nomor : P.21/Menhut-II/2009, hasil hutan bukan kayu (HHBK) adalah hasil hutan hayati baik nabati maupun hewani beserta produk turunan dan budidaya kecuali kayu yang berasal dari ekosistem hutan. Hasil hutan kayu dari ekosistem hutan hanya sebesar 10%, sedangkan sebagian besar (90%) adalah hasil lain berupa hasil hutan bukan kayu (HHBK) yang selama ini belum dikelola dan dimanfaatkan secara optimal untuk meningkatkan kesejahteraan rakyat.

Wahyudi (2013) menjelaskan bahwa selama ini hasil hutan kayu dan produk-produk turunannya merupakan produk hasil hutan yang sangat dominan sebagai penghasil devisa negara, penyerapan tenaga kerja, dan manfaat lain baik langsung maupun tidak langsung. Karena permintaan produk hasil hutan kayu yang tinggi, pemanenan kayu juga terus mengalami peningkatan bahkan berlebihan sehingga tidak lagi mempertimbangkan asas-asas pengelolaan hutan secara lestari. Selain produk kayu, akhir-akhir ini permintaan produk hasil hutan bukan kayu juga mengalami peningkatan pesat, salah satunya adalah permintaan gondorukem dan terpentin. Karena permintaan HHBK yang semakin penting, maka Undang-undang No. 41 tahun 1999 tentang kehutanan telah mengakomodir dan mengamankan bahwa komoditas HHBK diarahkan menjadi produk hasil hutan utama di masa mendatang menggantikan peran kayu.

Dalam Peraturan Menteri Kehutanan Nomor : P.19/Menhut-II/2009 menyebutkan bahwa peluang Indonesia untuk memanfaatkan pasar internasional cukup terbuka lebar. Keterbukaan tersebut terutama didorong oleh pertumbuhan ekspor HHBK dunia yang bagus, yakni sekitar 15% per tahun. Selain itu, dengan pengembangan HHBK pada wilayah sentra produksi diharapkan mampu mengurangi ketergantungan pada hasil hutan kayu, meningkatkan pendapatan masyarakat sekitar hutan dari HHBK serta menumbuhkan kesadaran memelihara kawasan hutan, terciptanya lapangan kerja baru dari komoditas HHBK, meningkatkan devisa sektor kehutanan bukan kayu, dan beberapa kondisi menguntungkan lainnya.

Getah dari batang pohon pinus merupakan bahan utama dalam pembuatan gondorukem dan terpentin. Resin menurut Fadhilah dan Rizkika (2015) merupakan eksudat atau getah yang dikeluarkan beberapa jenis tumbuhan terutama pohon konifer atau runjung. Getah itu umumnya membeku dan berwarna transparan. Gondorukem dan terpentin yang dihasilkan dari getah pinus merupakan kelompok produk hasil hutan bukan kayu.

Peluang dalam mengembangkan gondorukem serta terpentin cukup besar, mengingat potensi hutan pinus di Indonesia yang belum sepenuhnya dimanfaatkan. Menurut Alfian (2016), peluang ekspor gondorukem masih sangat terbuka lebar karena produsen terbesar dunia hanya didominasi oleh tiga negara yaitu China, Brazil, dan Indonesia. Pasar ekspor gondorukem dan terpentin Indonesia antara lain India, Amerika Serikat, Perancis, dan Belanda.

Menurut Fachrodji dkk (2009), Indonesia menjadi negara ketiga terbesar setelah RRC dan Brazil, menyumbang lebih dari 8% produksi gondorukem dunia.

Dari sisi *profit margin*, posisi industri gondorukem Indonesia lebih tinggi dari RRC dan Brazil. Selisih tersebut berasal dari nilai perolehan bahan baku di Indonesia yang jauh lebih murah. Namun, apabila dilihat dari biaya produksi atau biaya pabrikasi dan penggantian biaya *overhead*, maka biaya industri gondorukem Indonesia adalah yang paling tinggi. Di Indonesia, penyumbang produk gondorukem dan terpentin terbesar berasal dari Perhutani, bahkan Perhutani menjadi produsen terbesar di Asia Tenggara.

Pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT) Rejowinangun merupakan pabrik pengolahan gondorukem dan terpentin milik Perum Perhutani Divisi Regional Jawa Timur yang berada di Kabupaten Trenggalek. Pabrik yang berdiri sejak tahun 1995 ini mendapat pasokan bahan baku getah pinus dari berbagai wilayah yang meliputi Kediri, Tulungagung, Blitar, Trenggalek, Malang, Sumatera, dan Sulawesi. Pada tahun 2019, PGT Rejowinangun memiliki 46 orang tenaga kerja orang dengan status 37 orang sebagai pegawai dan 9 orang sebagai tenaga *outsourcing*. Berdasarkan data milik pabrik hingga bulan Juni 2019, PGT Rejowinangun telah memproduksi gondorukem kualitas X sebesar 265.920 kg, gondorukem kualitas WW sebesar 2.587.440 kg, terpentin sebesar 570.248 kg, gondorukem tanpa mutu (GTM) sebesar 6.434 kg, dan terpentin tanpa mutu (TTM) sebesar 791 kg dari total getah diterima 3.982.500 kg yang berasal dari KPH pemasok. Selain itu, PGT Rejowinangun menerima getah maklon dari luar KPH sebesar 90.275 kg yang menghasilkan gondorukem mutu X 61.440 kg dan terpentin 10.846 kg.

PGT Rejowinangun telah berupaya seoptimal mungkin dalam menghasilkan gondorukem dan terpentin dengan kualitas baik meskipun terkadang pasokan getah yang diterima masih kurang dalam hal kuantitas maupun kualitas. Pabrik juga telah

menjalankan sistem produksi selama 24 jam penuh dalam rangka mengurangi penggunaan listrik maupun bahan bakar yang terbuang banyak untuk proses pemanasan mesin. Kini PGT Rejowinangun telah menggunakan bahan bakar berupa CNG (*Compressed Natural Gas*) yang merupakan alternatif bahan bakar selain bensin dan solar karena lebih murah dan ramah lingkungan. Namun, kegiatan produksi di PGT Rejowinangun masih sering mengalami keterlambatan yang berpengaruh terhadap semakin lamanya waktu penyelesaian produksi gondorukem dan terpentin.

Dalam sebuah proses produksi, peningkatan efisiensi selalu dikembangkan secara terus-menerus baik terhadap *input*, proses, maupun *output*. Efisiensi pada segi proses salah satunya dilakukan dengan penyusunan perencanaan dan pengendalian jaringan kerja, sehingga proses produksi yang telah berlangsung dapat berjalan di jalur yang optimal. Penelitian ini mengevaluasi apakah pada PGT Rejowinangun masih terdapat kemungkinan dilakukan pengoptimalan terhadap proses produksi yang telah berlangsung.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah yang akan diteliti antara lain :

1. Berapa alokasi waktu dan biaya yang diperlukan dalam satu siklus produksi gondorukem dan terpentin?
2. Apakah terdapat kemungkinan dilakukan pengoptimalan jaringan kerja yang ada saat ini? Apabila memungkinkan, pada kegiatan apa saja yang dapat dioptimalkan?

3. Berapa penghematan waktu dan biaya yang diperoleh dari pengoptimalan jaringan kerja?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian perencanaan jaringan kerja di industri gondorukem dan terpentin studi kasus di Pabrik Gondorukem dan Terpentin Rejowinangun, Trenggalek adalah :

1. Mengestimasi alokasi waktu dan biaya yang diperlukan dalam satu siklus produksi gondorukem dan terpentin.
2. Mengevaluasi kemungkinan dilakukan pengoptimalan jaringan kerja yang telah ada saat ini dan pada kegiatan apa saja yang dapat dioptimalkan.
3. Mengestimasi pengurangan waktu dan penghematan sumberdaya serta biaya setelah dilakukan pengoptimalan pada jaringan kerja.

### 1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat terhadap :

#### 1. Pengembangan ilmu

Penelitian ini merupakan salah satu wadah dalam menerapkan ilmu yang telah diperoleh di bangku kuliah melalui kasus nyata di lapangan dan menjadi salah satu contoh penelitian yang dapat dikembangkan di masa depan.

#### 2. Praktis bagi perusahaan

Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu menjadi masukan bagi perusahaan mengenai perencanaan dan pengendalian produksi sehingga dapat meningkatkan produktifitas dan efisiensi kerja serta tepatnya waktu penyelesaian produk.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Pengoptimalan dan Efisiensi

Perencanaan produksi merupakan bagian dari perencanaan operasional di dalam perusahaan. Dalam penyusunan perencanaan produksi, hal yang perlu dipertimbangkan adalah adanya optimasi produksi sehingga akan dapat dicapai tingkat biaya yang paling rendah untuk pelaksanaan proses produksi tersebut (Pianda, 2008).

Esther dkk (2013) menjelaskan bahwa optimasi merupakan pencapaian suatu keadaan yang terbaik, yaitu pencapaian suatu solusi masalah yang diarahkan pada batas maksimum dan minimum. Optimasi dapat ditempuh dengan dua cara yaitu maksimisasi dan minimisasi. Maksimisasi adalah optimasi produksi dengan menggunakan atau mengalokasikan input tertentu untuk mendapatkan keuntungan yang maksimal, sedangkan minimisasi adalah optimasi produksi dengan menggunakan input atau biaya yang paling minimal untuk menghasilkan tingkat output tertentu

Menurut Kopp dalam Kusumawardani (2001), efisiensi dalam produksi merupakan ukuran perbandingan antara output dan input. Konsep efisiensi diperkenalkan oleh Michael Farrell dengan mendefinisikan sebagai kemampuan organisasi produksi untuk menghasilkan produksi tertentu pada tingkat biaya minimum (Nurlalela, 2018).

Perusahaan selalu berusaha untuk meningkatkan efisiensi produksinya, yaitu diindikasikan dengan biaya yang lebih rendah untuk jumlah output dan tingkat mutu

tertentu. Efisiensi produksi adalah hal yang penting bagi perusahaan-perusahaan jasa sekaligus pula perusahaan manufaktur (Madura, 2007).

Faktor yang memengaruhi produktivitas dan efisiensi dapat dibagi menjadi dua bagian besar, yaitu internal dan eksternal perusahaan. Bagian internal terdiri dari tenaga kerja yang memiliki tingkat kemampuan dan pengetahuan yang berbeda, kondisi bahan baku, perawatan mesin, dan metode kerja yang dipahami dan dilaksanakan dengan baik oleh semua tenaga kerja. Sedangkan bagian eksternal terdiri dari pelanggan, lingkungan, pemasok, dan pesaing (Martono, 2019).

## 2.2. Perencanaan Jaringan Kerja (*Network Planning*)

Sistem produksi merupakan kumpulan dari sub sistem yang saling berinteraksi dengan tujuan mentransformasi input produksi menjadi output produksi. Input produksi ini dapat berupa bahan baku, mesin, tenaga kerja, modal, dan informasi. Sedangkan *output* produksi merupakan produk yang dihasilkan berikut hasil sampingannya, seperti limbah, informasi, dan sebagainya (Rosnani, 2012). Subsistem-subsistem dari sistem produksi tersebut antara lain adalah perencanaan dan pengendalian produksi, pengendalian kualitas, perawatan fasilitas produksi, penentuan standar-standar operasi, penentuan fasilitas produksi, dan penentuan harga pokok produksi (Nasution, 2006).

Menurut Gitosudarmo (1985), dengan adanya perencanaan dan pengendalian produksi maka akan dapat diperoleh beberapa manfaat baik bagi produsen, konsumen, investor, supplier bahan, serta bagi masyarakat secara keseluruhan. Adapun manfaat yang diperoleh adalah meningkatnya produktifitas dan efisiensi kerja serta tepatnya waktu penyelesaian produk, sehingga dapat menurunkan harga pokok produk yang dihasilkan dan menekan harga jual produk.

Model jaringan kerja merupakan salah satu teknik kuantitatif yang populer, karena model ini secara visual menggambarkan sistem yang sedang dianalisis. Hal ini memudahkan analisis untuk memahami dan memiliki interpretasi yang lebih jelas terhadap sistem tersebut. CPM dan PERT merupakan teknik yang paling banyak digunakan dalam perencanaan dan pengendalian proyek. Dengan menggambarkan kegiatan-kegiatan dari suatu proyek dalam suatu jaringan kerja, dapat dilakukan berbagai analisis dalam mengambil keputusan yang berkaitan dengan perencanaan waktu, biaya, atau penggunaan sumber daya (Herjanto, 2009).

Menurut Ali (1992), perencanaan jaringan kerja (*Network Planning*) adalah alat untuk menghubungkan berbagai macam pekerjaan yang ada, yang satu sama lain saling bebas atau saling bergantung berdasarkan pertimbangan sumberdaya yang digunakan, logika proses yang berlangsung, dan hasil proses itu sendiri.

Menurut Soeharto (2002), perencanaan jaringan kerja (*network planning*) berguna untuk :

1. Perkiraan lamanya kurun waktu untuk penyelesaian proyek.
2. Mengetahui kegiatan-kegiatan mana yang bersifat kritis dalam hubungannya dengan penyelesaian proyek.
3. Mengetahui pengaruh keterlambatan dalam pelaksanaan kegiatan tertentu terhadap sasaran jadwal penyelesaian proyek secara menyeluruh.
4. Menyusun urutan kegiatan proyek yang memiliki jumlah besar.
5. Komponen dengan hubungan ketergantungan yang kompleks.
6. Membuat perkiraan jadwal proyek yang paling ekonomis.
7. Mengusahakan fluktuasi minimal dari penggunaan sumberdaya.

Persyaratan yang harus dipenuhi agar aplikasi *network planning* dalam penyelenggaraan proyek dapat memberikan manfaat menurut Ali (1992), antara lain :

a. Model harus lengkap

*Network planning* merupakan model informasi kegiatan yang ada dalam *network diagram*, jadi terdapat masalah mengenai kegiatan-kegiatan yang berdasarkan pertimbangan tertentu tidak termasuk dalam *network diagram*.

b. Model harus cocok

*Network diagram* untuk proyek pembangunan jembatan berbeda dengan *network diagram* untuk perayaan hari ulang tahun kemerdekaan dan berbeda pula *network diagram* harus disesuaikan dengan proyek yang akan dijalankan.

c. Asumsi yang dapat dipakai tepat

*Network planning* sebagai metode perencanaan harus menggunakan asumsi, *network planning* keberhasilannya sangat tergantung pada ketepatan asumsi yang digunakan.

d. Sikap pelaksanaan yang mendukung

Dalam sistem apapun juga, sikap para pelaksana atau petugas yang bersangkutan dianggap dan harus mendukung agar penyelenggaraan proyek berhasil.

Selain itu, menurut Ali (1992) pula, aplikasi atau penerapan *network planning* pada penyelenggaraan proyek memerlukan prasyarat yang harus dipenuhi agar dapat dilaksanakan. Prasyarat tersebut yaitu adanya kepastian tentang proyek yang

harus diselenggarakan, maka selanjutnya perlu diikuti dengan tahap aplikasi *network planning* yang terdiri dari tiga kelompok utama yaitu pembuatan, pemakaian, dan perbaikan.

Tahapan aplikasi *network planning* pada penyelenggaraan proyek secara lengkap meliputi :

a. Pembuatan (desain)

Tujuan akhir dari pembuatan ini adalah terciptanya suatu model yang dapat dipakai sebagai patokan selama penyelenggaraan proyek, yaitu berupa pelaksanaan berbagai kegiatan, baik jadwal pelaksanaan maupun penyediaan dan pemakaian sumberdaya. Proses pembuatan (desain) meliputi tahap-tahap sebagai berikut :

1. Inventarisasi kegiatan. Pada tahap ini yang dilakukan adalah menguraikan atau menurunkan proyek menjadi kegiatan-kegiatan. Inventarisasi umumnya berlaku untuk proyek-proyek yang telah sering diselenggarakan.
2. Hubungan antar kegiatan. Pada tahap ini ditemukan hubungan tiap kegiatan dengan kegiatan-kegiatan lainnya. Hubungan yang menentukan adalah hubungan ketergantungan antar kegiatan yang secara logika menuntut ketergantungan tersebut. Sebab-sebab ketergantungan lainnya tidak turut diperhitungkan dalam tahapan ini.
3. Menyusun *network diagram*. Dengan ditentukannya hubungan antar kegiatan, maka dapat dirangkaikan berbagai kegiatan yang berkaitan sehingga keseluruhan kegiatan penyusun jaringan kerja yang mencerminkan proyek secara keseluruhan.

4. Data kegiatan. Setelah *network* kegiatan tersusun yang terdiri atas kegiatan-kegiatan, maka dicari data kegiatan meliputi lama kegiatan, biaya, dan sumberdaya yang akan dikendalikan (sebab sesuai dengan hukum Pareto, pada umumnya tidak semua sumberdaya perlu dikendalikan).
5. Analisa waktu dan sumberdaya. Tujuan analisa waktu adalah untuk mengetahui saat mulai dan saat selesai pelaksanaan setiap kegiatan, sehingga bila terjadi keterlambatan bisa diketahui bagaimana pengaruhnya dan selanjutnya ditetapkan tindakan apa yang harus diambil. Tujuan analisa sumberdaya adalah untuk mengetahui tingkat kebutuhan sumberdaya sehingga persiapan agar sumberdaya selalu dalam keadaan siap pakai bisa diselenggarakan setepat-tepatnya. Secara nyata, pada tahap ini dihitung atau ditentukan saat mulai, saat selesai, dan tenggang waktu tiap kegiatan, tenggang waktu peristiwa, histogram, dan kutva S sumberdaya yang dikendalikan.
6. Batasan. Pada tahap ini diinventarisasikan batasan-batasan uang tidak boleh dilanggar, baik mengenai waktu maupun distribusi penggunaan sumberdaya.
7. *Levelling*. *Levelling* adalah suatu hasil usaha pemecahan persoalan yang akan timbul akibat tidak sesuainya keadaan ideal dengan batasan-batasan yang berlaku.

b. Pemakaian.

Bila pembuatan telah selesai, maka model yang telah terjadi tersebut dipakai pada proses pelaksanaan proyek dengan cara melaporkan kemajuan

proses pelaksanaan tiap kegiatan sesuai dengan kegiatan-kegiatan yang ada dalam network diagram. Terdapat beberapa alternatif cara pelaporan berdasarkan kuantitas dalam bentuk satuan pekerjaan/kegiatan atau dalam bentuk relatif atau presentase, dan berdasarkan jangka waktunya secara kumulatif atau periodik. Proses pemakaian ini meliputi laporan dan evaluasi.

c. Perbaikan

Perbaikan dilakukan karena tidak tepatnya asumsi yang dipakai pada saat pembuatan yang disebabkan oleh berbagai alasan. Cara dan proses perbaikan hampir sama dengan cara dan proses pembuatan, perbedaan hanya terdaat pada ruang lingkup masing-masing. Tahap perbaikan mempunyai ruang lingkup yang terbatas karena tidak seluruh kegiatan ditinjau. Kegiatan yang ditinjau hanya yang mempunyai kaitan dengan perubahan asumsi dan yang dipengaruhi oleh perubahan tersebut.

2.1.1. *Network Diagram*

*Network Diagram* merupakan jaringan kerja yang berisi lintasan-lintasan kegiatan dan urutan-urutan peristiwa yang ada selama penyelenggaraan proyek (Ali, 1992), sehingga dapat dilihat kaitan suatu kegiatan dengan kegiatan lainnya. Apabila suatu kegiatan terlambat maka dengan segera dapat dilihat kegiatan apa saja yang dipengaruhi oleh keterlambatan tersebut dan berapa pengaruhnya.

Selain itu, juga dapat diketahui lintasan mana saja yang kritis sehingga dapat ditetapkan skala prioritas dalam menangani masalah-masalah yang akan diselesaikan dalam penyelenggaraan proyek. Juga dapat diketahui peristiwa-peristiwa mana saja yang kritis tersebut terjadi pada saatnya. Di samping itu,

berbagai tingkat manajemen tertentu dapat dikonsentrasikan pada peristiwa-peristiwa yang dianggap sangat penting menurut pertimbangan manajemen tersebut (Ali, 1992).

Prasyarat yang harus dipenuhi agar *network diagram* suatu kegiatan dapat dibuat ada dua hal, yaitu

1. Menginventarisasikan kegiatan-kegiatan yang ada dalam kegiatan yang bersangkutan atau menguraikan kegiatan yang bersangkutan menjadi kegiatan-kegiatan.
2. Menentukan atau mengidentifikasi pasangan-pasangan kegiatan yang mempunyai hubungan seri langsung di antara kegiatan-kegiatan yang telah diinventarisasikan tersebut.

Adapun hubungan seri merupakan hubungan antara suatu kegiatan yang tidak dapat mulai dikerjakan apabila kegiatan lainnya belum selesai dikerjakan. Selain itu terdapat pula hubungan paralel di mana suatu kegiatan dapat mulai dikerjakan dan atau diselesaikan tanpa menunggu kegiatan lainnya dimulai dan atau diselesaikan.

Keuntungan dari diagram *network* adalah dapat dilihat kemungkinan-kemungkinan perubahan jalur kegiatan proses produksi yang lebih baik atau lebih ekonomis. Lalu dapat pula dipelajari kemungkinan percepatan dari salah satu atau beberapa jalur kegiatan yang memungkinkan untuk mempercepat seluruh waktu penyelesaian. Selain itu dapat diketahui batas waktu dapat diselesaikannya keseluruhan, proses produksi itu, dan inilah yang disebut jalur kritis dengan waktu kritisnya (Gitosudarmo, 1985).

### 2.1.2. Analisis Waktu, Sumberdaya, dan Biaya

Menurut Ali (1992), dalam penerapan *network planning* pada penyelenggaraan suatu kegiatan harus dilakukan analisis waktu serta analisis biaya dan sumberdaya. Analisis waktu merupakan langkah awal sebelum dilakukan analisis biaya dan sumberdaya, selain itu pelaksanaan analisis waktu tidak terlalu sukar pelaksanaannya. Analisis waktu dalam penyelenggaraan ini adalah dengan mempelajari tingkah laku pelaksanaan kegiatan selama penyelenggaraan kegiatan. Tujuan dari dilakukannya analisis waktu adalah untuk menekan tingkat ketidakpastian selama waktu pelaksanaan kegiatan, sehingga apabila terdapat suatu kegiatan yang tidak sesuai dalam waktu pelaksanaan maka dapat dengan segera diambil keputusan yang tepat dan juga disertai informasi mengenai akibat yang ditimbulkan dari keputusan tersebut.

Sementara itu, analisis biaya dan sumberdaya bertujuan untuk mempelajari dan mengetahui jumlah biaya, tenaga kerja, peralatan, dan bahan yang diperlukan pada setiap pelaksanaan kegiatan. Model yang menggambarkan kebutuhan sumberdaya adalah grafik yang menggambarkan kebutuhan sumberdaya harian (histogram) dan grafik yang menggambarkan kebutuhan sumberdaya kumulatif mulai hari pertama sampai dengan hari tertentu selama penyelenggaraan kegiatan (kurva S) (Ali, 1992).

### 2.3. *Critical Path Method* (CPM)

Analisa jalur kritis atau CPM merupakan suatu metode analisis yang mampu memberikan informasi kepada manajer untuk dapat melakukan perencanaan dan pengendalian suatu kegiatan produksi atau proyek yang akan dilaksanakan. Dalam metode ini jalur-jalur jaringan aliran proses produksi digambarkan dalam bentuk

suatu diagram jalur kegiatan proses produksi. Diagram tersebut dikenal sebagai *diagram network* (Gitosudarmo, 1985).

Menurut Herjanto (1999), CPM menggunakan satu jenis waktu untuk taksiran waktu kegiatan. CPM digunakan apabila taksiran waktu pengerjaan setiap kegiatan dapat diketahui dengan baik, di mana penyimpangannya relatif kecil atau dapat diabaikan. CPM menganggap proyek terdiri dari kegiatan-kegiatan yang membentuk satu atau beberapa lintasan, dengan kata lain, CPM berorientasikan kegiatan (*activities oriented*).

CPM memasukkan konsep biaya dalam proses perencanaan dan pengawasan. Selain itu, metode ini dianggap mempunyai dasar yang kuat sebagai landasan untuk memperkirakan waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan setiap aktivitas. Dalam sistem CPM ditentukan dua buah perkiraan waktu dan biaya untuk setiap aktivitas yang terdapat dalam jaringan. Kedua perkiraan ini adalah perkiraan normal (*normal estimate*) dan perkiraan cepat (*crash estimate*) (Levin dan Kirkpatrick , 1972).

### 2.2.1. Jalur Kritis

Jalur kritis merupakan jalur-jalur di dalam diagram network di mana jalur tersebut memiliki jumlah waktu penyelesaian yang terpanjang dari jumlah waktu penyelesaian pada jalur-jalur yang lain (Gitosudarmo, 1985). Dalam proses identifikasi jalur kritis dikenal beberapa istilah, antara lain (Herjanto, 2007) :

1. *Earliest activity start time* (ES), menunjukkan saat paling awal suatu kegiatan dapat dimulai.
2. *Earliest activity finish time* (EF), menunjukkan saat paling awal selesainya suatu kegiatan.

3. *Latest activity start time* (LS), menunjukkan saat paling lambat suatu kegiatan harus dimulai.
4. *Latest activity finish time* (LF), menunjukkan saat paling lambat suatu kegiatan harus sudah dimulai.

Jalur kritis memiliki sifat atau ciri-ciri sebagai berikut (Gitosudarmo, 1985):

1. Jalur kritis merupakan jalur yang memakan waktu terpanjang dalam proses produksi.
2. Jalur kritis adalah jalur yang tidak memiliki tenggang waktu (*slack*) antara waktu selesainya suatu tahap kegiatan dengan waktu mulainya suatu tahap kegiatan yang lain dalam proses produksi. Apabila terjadi tenggang waktu atau istirahat maka akan terjadi penundaan pada penyelesaian dari seluruh pekerjaan produksi.

Menurut Ahyari (1977), di dalam pemilihan pekerjaan yang akan dipercepat penyelesaiannya, maka hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

1. Pekerjaan tersebut terletak di dalam jalur kritis, atau pekerjaan tersebut merupakan pekerjaan kritis.
2. Apabila pekerjaan tersebut dipercepat maka jalur kritis masih tetap melalui pekerjaan tersebut.
3. Apabila sesudah dipercepatnya suatu pekerjaan kritis, kemudian pekerjaan tersebut tidak lagi dilalui jalur kritis (tidak menjadi pekerjaan kritis), maka pemilihan percepat pekerjaan tersebut tidak akan mendapatkan hasil yang diharapkan.
4. Apabila percepatan untuk masing-masing pekerjaan mempunyai ongkos percepatan yang berbeda, maka pemilihan percepatan pekerjaan adalah

dengan memilih pekerjaan pada jalur kritis yang mempunyai ongkos percepatan yang paling kecil.

### 2.2.2. Percepatan Pelaksanaan Kegiatan (*Crashing*)

*Crashing* merupakan proses mereduksi durasi waktu suatu kegiatan yang akan berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proses produksi secara keseluruhan. Menurut Ervianto (2014) dalam Dimiyati dan Nurjaman (2014), proses *crashing* merupakan cara untuk melakukan perkiraan untuk variabel *cost* dalam menentukan pengurangan durasi yang paling optimal dan ekonomis dari suatu kegiatan proyek yang masih memungkinkan untuk direduksi. *Crashing* dapat memunculkan adanya *trade off* antara biaya dan waktu (Arianie dan Puspitasari, 2017).

Menurut Dharma dan Wiwi (2013), pada metode CPM terdapat dua buah perkiraan waktu dan biaya untuk setiap kegiatan yang terdapat dalam jaringan. Kedua perkiraan tersebut adalah perkiraan waktu penyelesaian dan biaya yang sifatnya normal (*normal estimate*) dan perkiraan waktu penyelesaian dan biaya yang sifatnya dipercepat (*crash estimate*). Dalam menentukan perkiraan waktu penyelesaian akan dikenal dengan istilah jalur kritis, jalur yang memiliki rangkaian-rangkaian kegiatan dengan total jumlah waktu terlama dan waktu penyelesaian proyek yang tercepat. Sehingga, dapat dikatakan bahwa jalur kritis berisikan kegiatan-kegiatan kritis dari awal sampai akhir jalur. Seorang manajer proyek harus mampu mengidentifikasi jalur kritis dengan baik, sebab pada jalur ini terdapat kegiatan yang jika pelaksanaannya terlambat maka akan mengakibatkan keterlambatan seluruh proyek.

*Crashing project* menurut Caesaron dan Thio (2015), memiliki beberapa ketentuan antara lain :

1. Komponen waktu yaitu waktu normal dan waktu akselerasi. Waktu normal merupakan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan, sedangkan waktu akselerasi (*crash time*) merupakan waktu terpendek yang palng mungkin untuk menyelesaikan aktivitas.
2. Komponen biaya yang terdiri dari tiga komponen, yaitu biaya normal, biaya akselerasi, dan biaya akselerasi per unit waktu. Biaya normal adalah biaya langsung untuk menyelesaikan aktivitas pada kondisi normal. Biaya akselerasi adalah biaya langsung untuk menyelesaikan aktivitas pada kondisi akselerasi/*crash*. Biaya akselerasi per unit waktu (*slope*) adalah biaya langsung untuk menyelesaikan aktivitas pada kondisi akselerasi/*crash* dalam satuan waktu terkecil.

#### 2.4. Industri Gondorukem dan Terpentin

Pinus merupakan jenis tanaman hutan yang cukup banyak ditanam. Selain sebagai tanaman peneduh jalan dan tanaman penghias taman, tanaman pinus juga kerap diusahakan sebagai tanaman hutan komersial karena kayu dan getahnya bisa digunakan untuk bahan baku industri (Hadi dan Rodame, 2011). Industri pengolahan gondorukem dan terpentin termasuk dalam pengolahan hasil hutan non-kayu produk intermediate dengan produk hulu berupa getah pinus.

Getah pinus yang telah disadap kemudian diolah dan menghasilkan gondorukem (Gum Rosin) dan terpentin. Menurut Kasmudjo (2014), gondorukem merupakan produk getah resin, sebagai residu yang diperoleh pada pengolahan getah pinus. Pada pengolahan ini diperoleh pula produk tambahan berupa distilat yang disebut minyak terpentin. Minyak terpentin yang diperoleh sebanyak 9-14%

dari bahan getahnya dan gondorukemnya sebanyak 60-75% pada pengolahan dengan uap sistem bertahap.

Gondorukem berupa padatan berwarna kuning jernih sampai kuning tua, dapat digunakan sebagai bahan tambahan pada industri kertas, keramik, plastik, cat, batik, sabun, tinta cetak, politur, farmasi, kosmetik, dll. Sedangkan terpentin berbentuk cair berwarna jernih serta merupakan pelarut yang kuat, dapat menjadi bahan baku industri kosmetik, minyak cat, campuran bahan pelarut, antiseptik, kamper, dan farmasi (Mahfud dan Zakir, 2018).

Secara nasional, beberapa kegiatan pengolahan komoditas HHBK yang berskala industri masih terbatas pada beberapa kelompok komoditas tertentu. Perum Perhutani, misalnya, mengolah kelompok resin dari pohon Pinus, yang kemudian menghasilkan terpentin dan gondorukem. Tetapi dalam perkembangannya, perusahaan tersebut juga hanya mengekspor komoditas tersebut dalam bentuk bahan mentah, bukan dalam bentuk yang telah diolah lebih lanjut (Wahyudi, 2013).

### 2.3.1. Produksi Gondorukem dan Terpentin

Menurut Kasmudjo (2011), proses pengolahan gondorukem dan minyak terpentin yang menggunakan sistem distilasi melalui tiga tahapan perlakuan, yaitu tahap pengenceran, tahap pengendapan (penyaringan dan pencucian), dan tahap pemasakan (distilasi). Urutan tata cara pengolahannya adalah :

1. Getah yang datang dari TPG ditampung dalam bak penampung dan diberi bahan penolong berupa asam oksalat sampai 0,5% berat getah. Tujuan pemberian asam oksalat ini adalah untuk mengikat ion besi (karat) yang ada di dalam getah pinus.

2. Selanjutnya getah pinus dimasukkan ke dalam tangki pengenceran dan dilakukan pemanasan dengan uap pada suhu 70-90° selama 1-2 jam. Selanjutnya, dicampurkan minyak terpentin hingga 40% untuk mengencerkan getah dan garam sampai 5% untuk menarik kotoran dan air dalam getah. Setelah diberi campuran, sembari dipanaskan dan diaduk selama kurang lebih 1-2 jam, selanjutnya getah disaring dengan saringan ukuran 40-120 mesh dengan tekanan kuat.
3. Getah yang telah encer kemudian dimasukkan ke dalam tangki pencucian getah dengan cara dibilas dengan air panas (70-90°C). Untuk menjaga getah tetap encer, ke dalam tangki tersebut selalu diberi uap melalui pipa. Hasil pencucian dibiarkan beberapa saat hingga diperoleh tiga lapisan getah, yaitu lapisan atas yang berupa getah bersih dan jernih, lapisan tengah yang berupa air dan kotoran-kotoran termasuk garam, dan lapisan bawah berupa getah kotor bersama pasir dan tanah. Getah kotor dapat diolah lagi dan menghasilkan gondorukem dengan kualitas yang lebih rendah. Sedangkan bagian getah yang bersih disimpan sebelum dialirkan ke tangki pemasak.
4. Getah yang bersih tersebut selanjutnya dialirkan ke tangki pemasakan yang telah dialiri uap melalui pipa-pipa maupun semburan uap langsung. Pada pemasakan ini perlu diperhatikan beberapa hal yaitu pemanasan dengan uap pada satu jam pertama dijaga agar suhu tetap 120-130°C. Selanjutnya, pada 30 menit berikutnya suhu menjadi 150°C dan pemberian uap dihentikan, lalu suhu tetap dipertahankan pada 160-170°C selama 15 menit.

5. Hasil distilasi getah yang berupa gondorukem setelah selesai pemasakan tutupnya dibuka dan dialirkan melalui saringan dan dimasukkan ke dalam kaleng-kaleng, sedangkan untuk terpentin penampungannya terjadi setiap saat.

Masih ada perbedaan standar kualitas gondorukem yang diekspor dan tidak. Menurut Kasmudjo (2011), produk dan kualitas gondorukem dipengaruhi oleh kualitas getah, keenceran getah, tingkat pencampuran bahan penolong, hasil penyaringan dan pencucian serta proses pemasakannya pada ketel pemasak, disamping kemampuan dan ketrampilan SDM atau operatornya. Di Indonesia, tingkat kualitas gondorukem sudah dikeluarkan SNI-nya pada tahun 2010, SNI-7636: 2010, yaitu menggunakan tingkat Kualitas Internasional dengan tingkatan kualitas X, WW, WG, N, dan atau L (lokal).

### 2.3.2. Waktu Kerja

Untuk dapat menemukan besarnya waktu “ideal” dalam menyelesaikan suatu pekerjaan, diperlukan pengamatan waktu kerja (*time study*). Menurut Mundel (1995), *time study* (waktu kerja) merupakan suatu prosedur untuk mengetahui jumlah waktu yang dibutuhkan di bawah hitungan kondisi standar tertentu untuk suatu pekerjaan. Hasil dari pengukuran yang dilakukan disebut dengan waktu standar.

Menurut Barnes (1985), prosedur yang biasa digunakan dalam *time study* yaitu mencatat informasi mengenai pekerjaan dan operator atau pelaksana yang akan melakukan pekerjaan tersebut, menyusun secara lengkap waktu kerja operator atau pelaksana, menentukan jumlah pengamatan, melaksanakan pengecekan untuk memastikan bahwa ulangan yang dilakukan telah cukup, perhitungan hasil kerja operator dan menghitung waktu normal serta waktu standar.

Hasil *time study* dimanfaatkan untuk menentukan tarif upah yang adil, selain untuk kepentingan tersebut pemanfaatnya yang lebih penting adalah rasionalisasi produksi. Apabila data *time study* tersebut digunakan untuk rasionalisasi produksi, penggunaan tersebut akan terkait dengan salah satu atau beberapa tujuan sebagai berikut : peningkatan organisasi dan pekerjaan kerja, pengawasan dan pengambilan tindak lanjut, peningkatan dan perbandingan metode kerja, peralatan atau mesin-mesin yang serta untuk penyusunan data kinerja dan perhitungan biaya (Mujetahid, 2008).

Menurut Mundel (1995), waktu standar dapat dipergunakan untuk beberapa hal berikut, antara lain: penjadwalan, menentukan tujuan pengawasan, menentukan efektivitas operasi, mengatur standar pekerja, menentukan kemampuan pekerja dalam menjalankan mesin produksi, menyeimbangkan kerja pegawai, membandingkan metode, menentukan biaya standar, menentukan peralatan dan kebutuhan pekerja, menentukan waktu dasar, dan memberikan dasar untuk pengaturan harga per satuan atau upah insentif.

## 2.5. Biaya

Dalam PAI (Prinsip Akuntansi Indonesia) yang diterbitkan IAI (Ikatan Akuntansi Indonesia), biaya atau *cost* adalah pengorbanan yang dilakukan untuk memperoleh suatu barang ataupun jasa yang diukur dengan nilai uang, baik itu pengeluaran berupa uang, melalui tukar menukar ataupun melalui pemberian jasa (Helmi, 1990). Sejumlah uang yang dikeluarkan dipergunakan untuk membeli input untuk dapat menghasilkan suatu output dari proses produksi.

Menurut Mursyidi (2008), biaya produksi adalah seluruh biaya yang dikeluarkan untuk kegiatan suatu organisasi atau perusahaan untuk memproduksi

dan merubah bahan baku menjadi barang jadi melalui penggunaan tenaga kerja dan fasilitas produksi lainnya. Pengertian bahan jadi bukan hanya dalam bentuk barang akhir yang dapat langsung dinikmati oleh konsumen, melainkan dapat dalam bentuk barang atau bahan setengah jadi yang merupakan bahan baku untuk proses produksi selanjutnya.

Pengendalian biaya produksi bertujuan ganda yaitu mengendalikan unsur-unsur biaya produksi dan di samping itu juga berusaha untuk mengetahui harga pokok produksi. Unsur-unsur biaya produksi seperti yang telah diketahui terdiri dari biaya material atau bahan baku, biaya tenaga kerja, dan biaya overhead pabrik. Pengendalian terhadap biaya dari ketiga jenis tersebut sebenarnya adalah untuk dapat mengetahui perkembangan dan keadaan atas pemakaian faktor-faktor produksi di dalam proses pembuatan barang/jasa. Dari perkembangan keadaan pemakaian faktor-faktor produksi tersebut dapatlah diketahui efisiensi dan efektivitas dari pemakaian faktor-faktor produksi tersebut (Gitosudarmo, 1985).

Biaya produksi menurut Samryn (2012) dikategorikan menjadi :

1. Biaya bahan langsung

Biaya ini terdiri dari bahan-bahan baku yang menjadi bagian yang integral dari produk jadi dan dapat ditelusuri hubungannya dengan mudah ke dalam produk yang dihasilkan. Menurut Mardiasmo (1994), bahan baku merupakan bahan yang dapat diidentifikasi secara langsung dengan produk yang dihasilkannya, nilainya relatif besar, dan umumnya sifat bahan baku masih melekat pada produk yang dihasilkan.

2. Biaya tenaga kerja langsung

Biaya ini disebut juga *touched labor* karena biaya ini dibayarkan kepada para pegawai atau buruh yang secara langsung melaksanakan proses produksi. Dalam istilah sehari-hari biaya tenaga kerja identik dengan jumlah pembayaran gaji, upah, dan pembayaran lain karena mempekerjakan pegawai. Menurut Mardiasmo (1994), istilah gaji umumnya digunakan untuk menyebut kompensasi yang dibayarkan secara reguler dalam jumlah relatif tetap. Sedang istilah upah digunakan untuk kompensasi yang dibayarkan berdasarkan jam kerja, hari kerja, atau berdasarkan unit produk atau jasa tertentu.

### 3. Biaya *overhead* pabrik.

Biaya ini meliputi semua biaya yang berhubungan dengan pabrik selain bahan langsung dan tenaga kerja langsung. Menurut Wicaksono (2006), umumnya biaya ini sukar ditelusuri secara konkrit dalam produk akhir, maka terlebih dahulu harus dilakukan pemisahan antara biaya variabel dengan biaya tetap. Biaya tetap adalah biaya yang tidak akan berubah sampai tingkat tertentu atau biaya yang tidak dipengaruhi oleh volume kegiatan. Sementara biaya variabel adalah biaya yang akan bertambah atau berkurang proporsional dengan volume kegiatan.

## 2.6. Penelitian Terdahulu

Menurut Astuti (2007), salah satu metode yang dapat diterapkan untuk perencanaan produksi adalah metode jalur kritis (*Critical Path Methods* atau CPM). Perencanaan produksi dengan metode jalur kritis ini mempertimbangkan waktu penyelesaian suatu produk dan biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan produk tersebut. Informasi mengenai waktu dan biaya pembuatan suatu produk yang efisien

tersebut diperoleh dengan melakukan analisis terhadap jaringan kerja dalam proses produksi.

Berdasarkan penelitian Sugiharto dan Triana (2007) pada perusahaan yang memproduksi bahan makanan berupa sohun menggunakan metode analisis jaringan kerja dan metode jalur kritis (*Critical Path Method*), terdapat waktu longgar pada suatu kegiatan. Dengan terdapatnya waktu longgar tersebut memungkinkan adanya sejumlah tenaga kerja yang menganggur dan pemborosan tenaga listrik. Perusahaan dapat menghilangkan ketidakefisienan dalam penggunaan waktu tersebut dengan cara memperpendek waktu pengerjaan proses produksi pada jalur kritis, tentu tetap ada konsekuensi yang ditanggung oleh perusahaan yaitu dengan menambah biaya pada beberapa kegiatan produksi. Pada masing-masing kegiatan yang dipercepat pengerjaan produksinya maka biayanya dapat dihemat sebesar waktu produksi yang dipercepat. Untuk mengukur efisiensi pelaksanaan produksinya yaitu dengan memperpendek waktu produksinya agar dapat lebih meningkatkan aktivitas produksinya yang ditandai dengan tidak ada lagi mesin yang menganggur dan penghematan penggunaan sumberdaya listrik. Walaupun pemendekan waktu produksi hanya dalam satuan menit dan penghematan biaya hanya dalam satuan ribuan rupiah per produksinya, namun hal tersebut dapat berpengaruh jika dihitung dalam jangka waktu satu tahun kerja atau lebih.

Penelitian Caesaron dan Thio (2015) menjelaskan bahwa keterlambatan penyelesaian proyek dapat disebabkan oleh lima faktor antara lain manusia, material, metode, mesin, dan lingkungan. Pada sisi manusia terdapat penyebab seperti tenaga kerja kurang ahli dan kurangnya jumlah tenaga kerja. Dari sisi material atau bahan baku dapat disebabkan karena mutu dan kualitas yang tidak

baik dan keterlambatan datangnya material atau bahan baku. Dari sisi metode disebabkan oleh metode pengerjaan yang tidak tepat karena tenaga kerja yang tidak ahli, instruksi kerja tidak tepat, dan kurangnya pengawasan. Dari sisi mesin disebabkan oleh kondisi mesin atau alat yang mengalami kerusakan dan perlu diperbaiki. Untuk mempercepat proses penyelesaian proyek dilakukan dengan sumber daya, yaitu menambah jam kerja (lembur), menambah alat-alat proyek dan menambah tenaga kerja. Dan penambahan sumber daya tersebut akan dilakukan apabila *progress* proyek pada pertengahan tidak mencapai 50 persen. Teknik pengolahan *crashing project* akan dilakukan pada kegiatan jalur kritis (kegiatan yang memiliki nilai *slack* sama dengan 0 (enol)) proyek yang mengalami keterlambatan. Hal ini disebabkan bahwa teknik *crashing project* ini menimbulkan biaya tambahan, dimana biaya tambahan tersebut akan dipergunakan maksimal apabila dilakukan pada kegiatan yang memiliki jalur kritis.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Kurniawan *et al* (2015) di PGT Sindangwangi, waktu baku yang diperlukan untuk tiap kegiatan antara lain pada proses pengenceran (*melter*) adalah 29 menit 44 detik dengan waktu antrian sebesar 27,51 detik; waktu baku proses pencucian (*settler*) adalah 37 menit 22 detik dengan waktu tunggu 32,03 detik; waktu baku proses pemasakan (*cooking*) adalah 2 jam 40 menit 36 detik dengan waktu antrian sebesar 5 menit 5,56 detik; waktu baku untuk proses pengendapan (*washer*) adalah 1 jam 58 menit 48 detik; dan waktu baku untuk proses pengalengan (*canning*) adalah 32 menit 5 detik dengan waktu antrian sebesar 10,42 detik. Total waktu pembuatan gondorukem dalam satu *line* produksi adalah 4 jam 26 menit 2,52 detik. Waktu antrian dari proses- proses tersebut dinilai kecil dan wajar sehingga tidak diperlukan perubahan atau

penambahan proses dimana akan meningkatkan biaya. Akan tetapi pada penelitian ini tidak dijelaskan secara lengkap mengenai kapasitas volume getah pinus yang diolah menjadi gondorukem dalam satu line produksi.

Menurut penelitian Nurvitarini *et al* (2015), terjadi ketidakseimbangan antara jumlah elemen kerja pada masing-masing stasiun kerja. Selain itu, beban kerja yang diterima operator tidak dipertimbangkan di PGT Garahan Jember. Ketidakseimbangan tersebut secara tidak langsung juga dapat mempengaruhi produktivitas operator karena beban kerja yang diterima dapat mengakibatkan kelelahan pada operator. Terdapat 89 elemen kerja yang harus dilakukan oleh tujuh orang operator departemen produksi. Waktu baku yang diperlukan untuk tiap kegiatan antara lain oleh operator pada *melter* atas adalah 3,84 menit dengan waktu produktif 73 menit, *melter* bawah adalah 9 menit dengan waktu produktif 163 menit, *washer* adalah 51,96 menit dengan waktu produktif 521 menit, pemasak adalah 7,86 menit dengan waktu produktif 77 menit, *canning* adalah 22, 68 menit dengan waktu produktif 689 menit, UPL (Unit Pengolahan Limbah) adalah 11,61 menit dengan waktu produktif 179 menit, serta pengemasan dan penyimpanan adalah 17,64 menit dengan waktu produktif 680 menit. Untuk mengurangi beban kerja yang diterima oleh operator departemen produksi, maka diberikan beberapa rekomendasi yaitu menambah jumlah operator atau membagi pekerjaan dengan operator *work station* lain yang memiliki beban kerja rendah atau yang saling berdekatan.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Nurmaydha *et al* (2017) di PGT Sukun, untuk mengolah 676,54 ton getah pinus diperlukan waktu jam kerja mesin antara lain tangki *melter* adalah 180,43 jam, tangki *settler* adalah 210,56 jam, tangki

*washer* adalah 17,65 jam, tangki pemasak adalah 255,86 jam, dan tangki *bioler* adalah 272,42 jam. Dari pengolahan tersebut diperoleh 484,9 ton gondorukem dan 104,96 ton terpentin. Untuk memperbaiki produktivitas direkomendasikan dengan menjaga ketersediaan bahan baku dengan meningkatkan kerjasama yang saling menguntungkan dengan *supplier*, meningkatkan kenyamanan dan kinerja tenaga kerja, dan meningkatkan kinerja mesin agar kerja mesin optimal sesuai dengan SOP.







## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT) Rejowinangun. PGT Rejowinangun secara administratif berlokasi di di Jl. Kanjeng Jimat No. 1, Santren, Rejowinangun, Kecamatan Trenggalek, Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur. Pengambilan data dilakukan pada tanggal 18 Juni 2019 hingga 19 Juli 2019.

#### 3.2. Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini dilaksanakan menggunakan pendekatan kuantitatif. Penelitian dengan pendekatan kuantitatif digunakan apabila data yang dikumpulkan merupakan data kuantitatif berupa hasil pengukuran dan data-data numerik lainnya serta dapat diolah dengan menggunakan teknik statistik. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer serta data sekunder, antara lain

1. Data primer merupakan data yang diambil secara langsung di lapangan.

Data primer diperoleh dari hasil inventarisasi kegiatan pada saat proses produksi. Data yang diambil meliputi tahap kegiatan produksi, durasi waktu, biaya yang dikeluarkan, dan sumberdaya yang dibutuhkan untuk dapat melaksanakan kegiatan produksi.

2. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari sumber lain di mana

data ini menjadi data pendukung serta pelengkap dari data primer yang telah diambil secara langsung di lapangan. Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain :

- a. Rencana kerja dan realisasi dari proses produksi pada bulan Juni 2019 untuk mendapatkan volume produksi gondorukem dan terpentin.
- b. Jumlah bahan baku getah pinus yang diterima pada bulan Juni 2019.
- c. Harga dan sumber bahan baku getah pinus untuk mengetahui biaya bahan baku yang dikeluarkan untuk pembuatan gondorukem dan terpentin.
- d. Biaya listrik yang dikeluarkan seluruh tenaga mesin yang digunakan dalam produksi gondorukem dan terpentin pada bulan Juni 2019.
- e. Biaya-biaya lain yang dikeluarkan dalam proses produksi pada bulan Juni 2019.

### 3.3. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan untuk data primer dilakukan dengan melakukan wawancara, observasi, dan pengukuran langsung di lapangan. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari studi pustaka, arsip-arsip perusahaan, dan laporan yang dihasilkan oleh perusahaan maupun pihak lain yang terkait.

#### 3.3.1. Wawancara

Wawancara dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai rencana kerja beserta realisasi dari kegiatan produksi sebelumnya, jumlah, sumber, dan harga bahan baku getah pinus yang diperlukan dalam pembuatan gondorukem dan terpentin, jam kerja, serta biaya-biaya yang dikeluarkan dalam kegiatan produksi. Wawancara dilakukan pada kepala PGT Rejowinangun dan pegawai kantor. Selain itu, wawancara juga dilakukan kepada operator dari tiap alat produksi untuk mengetahui realisasi cara kerja tiap alat.

### 3.3.2. Observasi

Observasi dilakukan dengan mengamati peristiwa yang terjadi di lokasi proses produksi. Observasi untuk mengetahui tahapan kegiatan produksi gondorukem dan terpentin yang meliputi komponen kegiatan, volume produksi yang dihasilkan, jumlah tenaga kerja, bahan, dan alat yang digunakan.

### 3.3.3. Pengukuran Langsung

Pengukuran langsung dilakukan menggunakan prosedur *time study* atau waktu kerja untuk memperoleh data prestasi kerja yang akan digunakan untuk analisis waktu. Metode pengukuran waktu yang digunakan adalah *cumulative timing*, yaitu pencatatan waktu kerja di mana alat ukur waktu (*stowatch*) tidak dikembalikan ke titik nol di akhir sebuah elemen kerja. Waktu masing-masing elemen didapatkan dengan pengurangan antar waktu yang terbaca pada akhir elemen kerja dengan waktu awal elemen kerja.

Untuk menentukan jumlah sampel yang dibutuhkan dalam *time study* maka diperlukan untuk menentukan tingkat kepercayaan dan tingkat keakuratan yang diharapkan. Tingkat kepercayaan yang digunakan sebesar 95% dan keakuratan  $\pm 10\%$ . Miyata *et al* (1981), dalam dalam Maryudi dan Supriyatno (2011), menyatakan bahwa tingkat kepercayaan 90% dan kecermatan 10% dipandang sudah representatif. Hal tersebut dikarenakan pekerjaan-pekerjaan pada bidang kehutanan memiliki variasi yang cukup tinggi, sehingga tingkat kepercayaan 95% dan keakuratan 5% akan membutuhkan data/jumlah ulangan yang sangat banyak atau tidak rasional. Rumus statistik yang digunakan untuk menentukan jumlah ulangan kerja minimal adalah :

$$N' = \left( \frac{20\sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

Sumber : Maryudi dan Supriyatno (2011)

Keterangan : X = jumlah waktu tiap kegiatan

N = jumlah ulangan pengamatan yang dilakukan

Jumlah sampel minimal dan realisasi pada proses produksi gondorukem dan terpentin yang dibutuhkan dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Jumlah sampel pada proses produksi gondorukem dan terpentin

No	Kegiatan	Jumlah sampel	
		Minimal	Realisasi
1	Pengukuran dan pemanasan awal	42	42
2	Pengenceran	7	30
3	Pencampuran	13	30
4	Pencucian	12	30
5	Penampungan	16	30
6	Pemasakan	3	30
7	Pengalengan	2	30

Sumber : Lampiran 2-9

### 3.4. Analisis Hasil

#### 3.4.1. Waktu Kerja

Menurut Haryanto (1995), perhitungan waktu kerja dilakukan melalui beberapa tahap berikut ini :

##### 1. Perhitungan waktu rata-rata

Waktu rata-rata merupakan rata-rata konsumsi waktu pada masing-masing elemen kerja hasil pengamatan. Waktu rata-rata dapat dihitung menggunakan rumus :

$$WR = \frac{X_i}{N}$$

Di mana, WR = Waktu rata-rata

$X_i$  = Total konsumsi waktu tiap elemen kerja

$N$  = Jumlah pengamatan

## 2. Perhitungan waktu normal

Waktu normal merupakan rata-rata waktu yang dikonsumsi oleh orang normal, bukan ahli, untuk melaksanakan pekerjaan yang sama.

Perhitungan waktu normal menggunakan rumus :

$$WN = WR * Lf$$

Di mana, WN = Waktu normal

WR = Waktu rata-rata

Lf = *levelling factor*

*Levelling Factor* merupakan koefisien yang digunakan untuk mengubah rata-rata waktu yang dipakai oleh orang ahli/kurang ahli menjadi waktu untuk orang normal. Lf ditentukan dengan *Westinghouse* yang didasarkan pada empat faktor, yaitu keterampilan, kondisi, usaha, dan konsistensi. Berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara dengan operator, diperoleh hasil seperti pada Tabel 3.2. berikut ini.

Tabel 3.2 Penentuan *levelling factor* operator

Faktor	Kriteria	Nilai	Justifikasi
Keterampilan	Sangat bagus	0,08	Operator memiliki pengalaman yang cukup lama dalam menjalankan alat.
Kondisi	Bagus	0,02	Operator dalam kondisi sehat dan berada dalam lingkungan kerja yang mendukung.
Usaha	Bagus	0,02	Operator telah berusaha untuk melaksanakan sesuai instruksi kerja dan SOP.
Konsistensi	Bagus	0,01	Tidak terjadi perbedaan yang besar antara hasil produksi satu dengan yang lain.

Dalam perhitungan *Westinghouse*, semua faktor dijumlahkan kemudian ditambah dengan 1. Nilai 1 di sini berfungsi untuk memperoleh nilai kewajaran, sehingga dihasilkan nilai *levelling factor* sebesar 1,13.

### 3. Perhitungan waktu standar

Waktu standar adalah waktu yang dikonsumsi oleh orang normal dan dikoreksi dengan *allowance*. *Allowance* merupakan waktu yang terbuang dari suatu pekerjaan di luar waktu kerja utama. Pada kegiatan produksi gondorukem dan terpentin, *allowance* yang ada yaitu penggantian atau pencucian *filter gaft* pada tangki-tangki. Secara sistematis, waktu standar dirumuskan sebagai :

$$WS = WN + All$$

Di mana, WS = Waktu standar

WN = Waktu normal

All = *Allowance*

#### 3.4.2. Penyusunan Diagram Jaringan Kerja

Penyusunan diagram jaringan kerja dilakukan pada seluruh kegiatan dalam proses produksi gondorukem dan terpentin. Tahapan pembuatan jaringan kerja menurut Ali (1992) meliputi :

##### 1. Inventarisasi kegiatan

Inventarisasi kegiatan dilakukan dengan mengamati kegiatan-kegiatan selama proses produksi gondorukem dan terpentin dikerjakan. Pengamatan dilakukan dengan mencatat secara runtut kegiatan-kegiatan serta memberi nomor urutan untuk tiap kegiatan. Selain itu, pengamatan juga dilakukan terhadap durasi waktu yang dibutuhkan, alat dan bahan,

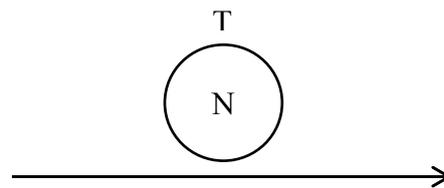
biaya yang dikeluarkan dan tenaga kerja selama kegiatan produksi berlangsung, dan hasil yang diperoleh dari proses produksi.

## 2. Hubungan antar kegiatan

Pada tahapan ini ditentukan hubungan antar kegiatan. Hubungan antar kegiatan dalam *network planning* sendiri dikategorikan menjadi dua, yaitu hubungan seri dan hubungan paralel. Hubungan seri merupakan hubungan antara dua kegiatan di mana suatu kegiatan tidak dapat dimulai untuk dikerjakan apabila kegiatan lainnya belum selesai dikerjakan. Sementara itu, hubungan paralel merupakan hubungan antara dua kegiatan di mana suatu kegiatan dapat untuk dimulai dan atau diakhiri tanpa harus menunggu kegiatannya lainnya dimulai dan atau selesai terlebih dahulu.

## 3. Penyusunan *network diagram*

Dengan ditentukannya hubungan antar kegiatan maka selanjutnya dapat dirangkai menjadi jaringan kerja (*network diagram*) yang mencerminkan kegiatan proses produksi secara menyeluruh. Diagram pada hakekatnya merupakan suatu sketsa atau gambaran, oleh sebab itu dalam pembuatan *network diagram* digunakan simbol dalam penyajiannya. Simbol-simbol yang digunakan yaitu lingkaran dan anak panah.



Gambar 3.1. Simbol pada *Network Diagram*

Keterangan : N : simbol nama kegiatan atau elemen kerja

T : waktu kegiatan

Tanda lingkaran melambangkan jenis kegiatan sedangkan anak panah menandakan hubungan antar kegiatan. Selain itu, terdapat perbedaan warna dalam *network diagram* yaitu warna merah dan hitam. Warna merah menandakan keadaan kritis, sehingga perlu diperhatikan agar tidak terjadi keterlambatan karena dapat berpengaruh terhadap keterlambatan proyek. Sementara itu, warna hitam menandakan kegiatan yang memiliki tenggang waktu.

#### 4. Analisis waktu

Pada tahapan ini ditentukan waktu awal dan waktu akhir dari setiap kegiatan. Selain itu juga dapat diketahui apakah suatu kegiatan berada pada jalur kritis. Analisis waktu dilakukan menggunakan durasi waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap kegiatan yang diperoleh dari hasil perhitungan waktu kerja, yaitu waktu standar. Metode analisis waktu menggunakan *Critical Path Method (CPM)* yang berguna untuk mengetahui peristiwa kritis, keadaan kritis, dan lintasan kritis. *Software* yang digunakan adalah *QM for Windows* dengan pilihan *module Project Management (PERT/CPM)*. Dengan diketahuinya kegiatan dan jalur kritis, kemudian dapat diketahui dan diambil tindakan kemungkinan dilakukan pengoptimalan pada jaringan kerja yang telah ada.

#### 5. Analisis sumberdaya dan biaya

Selain komponen kegiatan, dilakukan pencatatan sumberdaya dan biaya yang dibutuhkan untuk mendukung proses produksi. Sumberdaya yang dimaksud antara lain bahan baku, tenaga kerja, dan alat serta bahan lain yang digunakan untuk proses produksi. Sementara itu, biaya yang

dimaksud adalah biaya yang diperlukan untuk setiap penggunaan sumberdaya dalam proses produksi. Analisis biaya dilakukan terhadap :

a. Biaya bahan baku langsung

Biaya bahan baku langsung merupakan jumlah getah pinus yang dikirimkan ke PGT Rejowinangun. Perhitungan biaya bahan baku diperoleh dengan cara :

Biaya bahan baku = jumlah bahan baku yang diterima (kg) × harga bahan baku (per kg)

b. Biaya tenaga kerja langsung

Biaya tenaga kerja langsung terdiri dari gaji pegawai tetap yang diberikan tiap bulannya, upah kompensasi pegawai *outsourcing* yang diberikan tiap tengah periodenya yaitu 15 hari dari satu bulan periode, dan upah pegawai borongan yang dihitung berdasarkan banyaknya volume pekerjaan yang diselesaikan.

Biaya tenaga kerja langsung = jumlah bahan baku yang diolah (ton) × upah tenaga kerja langsung (ton/org)

c. Biaya *overhead* pabrik

Biaya *overhead* dihitung pada kegiatan pengenceran, pencampuran, pencucian, penampungan, dan pemasakan Biaya *overhead* yang dihitung adalah biaya makan/minum, biaya pemeliharaan mesin/instalasi pabrik, biaya penggunaan listrik, biaya penggunaan CNG, biaya asam oksalat, dan biaya kaleng gondorukem.

Perhitungan biaya *overhead* adalah

Biaya *overhead* = jumlah untuk satu siklus produksi (ton) × biaya  
per-satuan

### 3.4.3. Perbandingan Waktu, Sumberdaya, dan Biaya

Dari hasil analisis waktu menggunakan *Critical Path Method* (CPM), dapat diketahui kemungkinan dilakukan pengoptimalan. Pengoptimalan yang dapat dilakukan yaitu dalam bentuk percepatan (*crashing*). *Crashing* merupakan proses mereduksi durasi waktu suatu kegiatan yang akan berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proses produksi secara keseluruhan. Pemilihan waktu *crash* dipertimbangkan melalui instruksi kerja perusahaan dan kondisi di lapangan. Lalu, dari hasil *crashing* dibandingkan dengan waktu normal atau waktu aktual dari proses produksi yang ada.

Dari pengurangan waktu (*crashing*) akan diperoleh perbedaan penggunaan sumberdaya dan biaya antara waktu normal dengan waktu *crash*. Untuk mengetahui perbedaan tersebut digunakan perbandingan seperti pada persamaan berikut:

$$\text{Biaya waktu } \underset{\text{crash}}{\text{crash}} = \frac{\text{Waktu } \textit{crash}}{\text{Waktu normal}} \times \text{Biaya waktu normal}$$

#### 3.4.4. Hubungan Tujuan, Data, dan Metode

Tabel 3.1. Tabel hubungan antara tujuan, data, dan metode.

Tujuan	Jenis Data	Metode	
		Pengumpulan Data	Metode Analisis
1. Mengestimasi alokasi waktu dan biaya yang diperlukan dalam satu siklus produksi gondorukem dan terpentin.	a. Waktu standar	a. Pengukuran dengan <i>Stopwatch</i> dengan metode <i>accumulative method</i> .	a. Perhitungan waktu kerja dan <i>critical path method</i> (CPM)
	b. Biaya	b. Data sekunder milik PGT Rejowinangun	b. Menghitung menggunakan perbandingan antara biaya standar milik perusahaan per bulan Juni 2019 dengan satu siklus produksi.
2. Mengevaluasi kemungkinan dilakukan pengoptimalan jaringan kerja yang telah ada saat ini dan pada kegiatan apa saja yang dapat dioptimalkan.	a. Waktu standar	a. Pengukuran dengan <i>Stopwatch</i> dengan metode <i>accumulative method</i> .	a. Perhitungan waktu kerja dan <i>critical path method</i> (CPM)
	b. Instruksi kerja alat	b. Data sekunder milik PGT Rejowinangun	b. Membandingkan waktu normal proses produksi dengan waktu pada instruksi kerja dan jalur kritis hasil analisis menggunakan CPM

## BAB IV

### PROFIL PERUSAHAAN

#### 4.1. Lokasi Perusahaan

PGT Rejowinangun berjarak  $\pm 3$  km dari pusat kota atau tepatnya berlokasi di Jl. Kanjeng Jimat No. 1, Desa Rejowinangun, Kecamatan Trenggalek, Kabupaten Trenggalek. Pabrik yang memiliki luas  $\pm 3$  ha ini berada di lereng bukit yang terletak pada petak 80A RPH Trenggalek, BKPH Trenggalek. PGT Rejowinangun berdekatan dengan PT Perhutani Anugerah Kimia (PT PAK) yang merupakan anak perusahaan dari Perhutani. Secara geografis berada pada  $8^{\circ}2'48''$  LS dan  $111^{\circ}43'31''$  BT.

#### 4.2. Sejarah Perusahaan

Berdasarkan pada *Project Statement* Nomor 0995/KPTS/DIR/1993 pada tanggal 11 September 1993, dilakukan pembangunan PGT Rejowinangun yang dimulai dari September 1994 hingga 28 Februari 1995 dengan kapasitas produksi pabrik sebesar 10.000 ton/tahun dan biaya investasi awal sebesar Rp3.259.816.500,-. Peresmian PGT Rejowinangun dilakukan oleh Direktur Utama Perum Perhutani Direksi Jakarta pada 20 Juni 1995. Uji coba pertama yang dilakukan pada tanggal 24 Maret 1995 menghasilkan gondorukem kualitas WW yang telah memenuhi syarat untuk ekspor. Uji coba pemasakan hingga Mei 1995 dengan mengolah getah sebanyak 492.500 kg menghasilkan gondorukem sebesar 320.100 ton dengan rendemen 65% dan terpentin sebesar 44.700 liter dengan rendemen 9%.

Latar belakang dibangunnya PGT Rejowinangun yaitu :

1. Melimpahnya produksi getah pinus yang berasal dari beberapa KPH di sekitar Kabupaten Trenggalek, terutama KPH Kediri, sehingga apabila hanya dua PGT yaitu PGT Sukun (Ponorogo) dan PGT Garahan (Jember) tidak akan mampu mengolah getah pinus yang diperkirakan akan meningkat. Selain itu, transportasi getah pinus dari KPH Kediri dan sekitarnya ke kedua PGT tersebut akan mengeluarkan biaya yang besar.
2. Meningkatnya permintaan pasar dunia terhadap produksi gondorukem dan terpentin, sehingga dengan dibangunnya PGT Rejowinangun dapat meningkatkan pemenuhan permintaan pasar dan meningkatkan kemampuan ekspor negara.
3. Kualitas produk gondorukem dan terpentin dari PGT milik Perum Perhutani mampu bersaing di pasar internasional.

Seiring dengan perkembangannya, PGT Rejowinangun telah mendapatkan sertifikasi ISO 9001:2000 mengenai *management quality*. Dengan diperolehnya sertifikasi tersebut, PGT Rejowinangun harus berusaha untuk selalu menghasilkan dan mempertahankan produk dengan kualitas yang memenuhi syarat yang telah ditetapkan. Cara yang ditempuh yaitu dengan melakukan kegiatan produksi sesuai dengan rencana kerja dan *Standard Operational Procedure* (SOP).

#### 4.3. Struktur Organisasi

Struktur organisasi di PGT Rejowinangun didasarkan pada keputusan Direktur Perhutani Nomor 1970/Kpts/Dir/1996 tanggal 30 Desember 1996 tentang susunan organisasi dan tugas pokok. Tipe organisasi pada PGT Rejowinangun yaitu struktur organisasi garis, di mana wewenang dari atasan mengalir langsung ke staf di bawahnya. Penggunaan struktur organisasi garis ini dikarenakan manajemen

tidak sepenuhnya terdapat di PGT Rejowinangun karena pabrik hanya bertugas dalam kegiatan produksi saja. Sementara itu, bagian keuangan, pemasaran, dan manajemen yang terkait dengan itu kewenangannya dipegang oleh Perhutani Divisi Regional Jawa Timur yang berada di Surabaya.

Struktur organisasi PGT Rejowinangun terdiri dari beberapa divisi bagian dan tugasnya sebagai berikut :

1. Kepala PGT bertugas memimpin dan mengelola pabrik, mengatur dan melaksanakan proses produksi, mengatur dan mengawasi persediaan bahan, serta mengatur dan melaksanakan pemeliharaan pabrik.
2. Divisi produksi dan teknik dikepalai oleh seorang supervisor. Tugas dari supervisor produksi dan teknik yaitu melaksanakan proses produksi dan menjaga agar semua sarana prasarana produksi dalam keadaan baik dan dapat dipakai. Divisi ini terdiri dari beberapa bagian, antara lain :
  - i. Kepala shift bertugas mengkoordinir operator dalam kegiatan produksi.
  - ii. Operator talang getah bertugas mengoperasikan talang getah dan mencatat proses pada blanko untuk setiap kegiatan produksi.
  - iii. Operator *melter* bertugas mengoperasikan tangki *melter* dan mencatat proses pengenceran pada blanko untuk setiap kegiatan produksi.
  - iv. Operator *mixer* bertugas mengoperasikan tangki *mixer* dan mencatat proses pada blanko untuk setiap kegiatan produksi.

- v. Operator *scrubbing* bertugas mengoperasikan tangki *scrubbing* dan mencatat proses pencucian pada blanko untuk setiap kegiatan produksi.
- vi. Operator pemasak bertugas mengontrol semua instalasi kerja yang berkaitan dengan proses pemasakan termasuk tangki pemasak, tangki kondensor, tangki kondesat, tangki terpentin, dan tangki vakum serta mencatat proses pemasakan pada blanko untuk setiap kegiatan produksi.
- vii. Operator *canning* bertugas menyiapkan kaleng gondorukem di atas palet dan *canning* gondorukem dari tangki pemasak ke kaleng gondorukem serta mencatat jumlah hasil *canning* pada blanko untuk setiap kegiatan produksi.
- viii. Operator unit pengolahan limbah (UPL) bertugas mengatur kotoran getah dari *blow down* tangki *melter* supaya tidak meluap dan memompa larutan getah kotor ke tangki *mixer* untuk didaur ulang serta mencatat hasil proses UPL tiap harinya.
- ix. Operator instalansi pengolahan air limbah (IPAL) bertugas menampung air limbah yang telah digunakan untuk proses produksi pada bak yang telah tersedia dan memproses air limbah berdasarkan petunjuk kerja serta mencatat hasil proses IPAL tiap harinya.
- x. Operator *boiler* bertugas menjaga dan memelihara *boiler* agar dalam kondisi siap pakai dengan hasil uap yang maksimal. Mengamati dan mencatat perlakuan *boiler* pada saat beroperasi tiap harinya.

- xi. Operator *forklit* bertugas memelihara dan merawat kendaraan *forklift*.
  - xii. Operator *manitenance* bertugas membantu kepala shift terhadap kegiatan produksi, yakni memantau peralatan dan mesin-mesin yang dipergunakan dalam proses produksi dalam keadaan baik dan siap pakai serta membuat laporan harian setiap terjadi perbaikan pada peralatan mesin proses maupun mesin pendukung *boiler*, *genset*, dan *forklift*.
3. Divisi persediaan yang dikepalai oleh supervisor. Supervisor divisi persediaan bertugas untuk mengatur dan mengurus penerimaan serta persediaan getah pinus. Divisi ini terdiri dari beberapa bagian, yaitu :
- i. Staf persediaan bahan baku bertugas menerima getah dari pengangkutan dan melakukan penimbangan setelah dilakukan uji mutu pada getah yang datang. Lalu menunag dan menyimpan getah tersebut ke dalam bak getah.
  - ii. Staf persediaan hasil industri bertugas menerima, meyimpan, dan mengatur gondorukem beserta terpentin yang diserahkan dari bagian produksi. Selain itu, staf persediaan hasil industri juga bertugas mencatat data permintaan, persediaan, dan pengiriman gondorukem dan terpentin.
  - iii. Perawat hasil produksi bertugas untuk mengontrol hasil produksi gondorukem dan terpentin.
4. Divisi Penguji dikepalai oleh supervisor QC & HSE. Penguji tingkat II bertugas melaksanakan inspeksi dan pengujian terhadap bahan baku

getah, produk dalam proses, dan produk akhir sesuai dengan prosedur kerja yang berlaku. Membawahi staf pelaksana *quality control* yang bertugas untuk inspeksi dan menguji produk larutan getah serta melaksanakan koordinasi dengan bagian proses untuk melakukan perbaikan dan pencegahan apabila terjadi ketidaksesuaian produk dalam proses.

5. Staf TU bertugas mengkoordinasi penyusunan rencana, evaluasi program, serta anggaran dan laporan.

6. Petugas keamanan yang bertugas menjaga keamanan lingkungan pabrik.

#### 4.4. Aspek Personalia

##### 4.4.1. Tenaga Kerja

PGT Rejowinangun memiliki 46 orang tenaga kerja yang terdiri atas 37 orang pegawai dan 9 orang tenaga *outsourcing*. Dari 46 orang tenaga kerja yang dimiliki hanya seorang pekerja wanita yang berada pada bagian administrasi. PGT Rejowinangun terdiri dari dua tipe tenaga kerja, yaitu tenaga kerja tetap dan tenaga kerja tidak tetap (*outsourcing*). Tenaga kerja tetap meliputi bagian kantor, satpam, serta para operator mesin. Sedangkan tenaga kerja tidak tetap (*outsourcing*) ditempatkan pada bagian penerimaan getah pinus dengan jumlah pada tiap periode tahunan berbeda tergantung pada bahan baku yang akan diolah.

Tenaga kerja menurut Rahman dan Yogi (2010), dibagi menjadi dua yaitu tenaga kerja langsung dan tenaga kerja tidak langsung. Tenaga kerja langsung merupakan tenaga kerja yang langsung berhadapan dengan proses produksi antara lain Divisi Persediaan, Divisi Produksi dan Teknik, serta Divisi *Quality Control*. Sedangkan tenaga kerja tidak langsung merupakan tenaga kerja yang tidak secara

langsung mempengaruhi proses produksi berupa bagian kantor, keamanan, dan kebersihan.

#### 4.4.2. Waktu Kerja

PGT Rejowinangun menggunakan pembagian waktu kerja untuk operasional hariannya menjadi dua, yaitu 3 *shift* dan *non-shift*. Pembagian waktu kerja dengan sistem *shift* dilakukan pada pekerja bagian divisi produksi dan teknik, divisi persediaan, divisi QC & HSE, serta keamanan. Pembagian *shift* dilakukan karena proses produksi berlangsung terus menerus selama 24 jam, sehingga diperlukan pembagian *shift* untuk memudahkan pekerjaan dan tidak melanggar penggunaan jam kerja yang telah ditetapkan yaitu 8 jam kerja dalam sehari dan sudah termasuk dengan waktu istirahat. Sedangkan pekerja yang termasuk dalam golongan *non-shift* meliputi bagian kantor.

Tabel 4.1 Pembagian waktu kerja di PGT Rejowinangun

Bagian		Hari Kerja		Jam kerja (WIB)	
Tenaga Kerja Langsung	Tidak	Senin-Kamis dan Sabtu		07.00-12 12.00-13.00 (istirahat) 13.00-15.00	
		Jumat		07.00-11.00 11.00-13.00 (istirahat) 13.00-15.00	
		- Produksi dan Teknik	Senin-Sabtu		
		- Persediaan	<i>Shift</i> I		07.00-15.00
		- <i>Quality Control</i>	<i>Shift</i> II		15.00-23.00
		- Keamanan	<i>Shift</i> III		23.00-07.00

#### 4.4.3. Sistem Perekrutan Tenaga Kerja

Sistem perekrutan tenaga kerja di PGT Rejowinangun yang berada di bawah di bawah naungan Perum Perhutani Kesatuan Bisnis Mandiri Industri Hasil Hutan (KBM-IHH) Perum Perhutani Unit II Divisi Regional Jawa Timur dimulai dengan perekrutan secara terbuka dan bersifat umum pada *website* resmi Perhutani.

#### 4.4.4. Sistem Pengupahan Tenaga Kerja

Sistem pengupahan tenaga kerja di PGT Rejowinangun yaitu untuk pegawai tetap diberikan kompensasi beserta tunjangan oleh Perum Perhutani. Sementara itu, untuk tenaga kerja *outsourcing* diberi kompensasi berupa upah yang diberikan tiap tengah periodenya yaitu 15 hari dari satu bulan periode.

#### 4.4.5. Sistem Pemberhentian Kerja

Sistem pemberhentian kerja di PGT Rejowinangun diberlakukan apabila pegawai telah memasuki masa pensiun dan pada pegawai yang melakukan pelanggaran peraturan.

### 4.5. Aspek Produksi

#### 4.5.1. Jenis Produk

PGT Rejowinangun menghasilkan dua produk dari pengolahan getah pinus yaitu gondorukem dan terpentin. Gondorukem merupakan residu dari pengolahan getah pinus. Gondorukem berbentuk padat berwarna kuning jernih hingga kuning tua. Sedangkan terpentin merupakan destilat hasil sampingan dari pembuatan gondorukem yang berbentuk cair dan berwarna jernih serta merupakan pelarut yang kuat.

PGT Rejowinangun pada bulan Juni 2019 telah memasak getah sebanyak 765.000 kg. Hasil produksi pada bulan Juni 2019 antara lain gondorukem mutu X sebanyak 74.880 kg, gondorukem mutu WW sebanyak 473.280 kg, dan terpentin sebanyak 116.926 kg. Selain itu dihasilkan juga gondorukem tanpa mutu (GTM) sebanyak 1.278 kg dan terpentin tanpa mutu (TTM) sebanyak 163 kg.

#### 4.5.2. Bahan Baku

Getah pinus merupakan bahan baku utama dalam pembuatan gondorukem dan terpentin. Getah pinus didapatkan dari penyadapan pada pohon pinus jenis *Pinus merkusii*. Penyuplai bahan baku getah pinus untuk PGT Rejowinangun berasal dari 5 KPH yaitu KPH Kediri, KPH Blitar, KPH Malang, KPH Pasuruan, dan KPH Jombang. Selain itu, bahan baku getah pinus juga didatangkan dari Sumatera dan Sulawesi. Bahan baku getah pinus yang diterima pada bulan Juni 2019 sebanyak 669.221 kg.

Terdapat empat mutu getah pinus yaitu mutu premium, mutu super premium, mutu 1, dan mutu 2. Mutu getah dibedakan berdasarkan warna, kadar air, dan kadar kotoran. Semakin berwarna keruh atau kecokelatan getah pinus maka akan semakin buruk mutunya karena mengandung banyak kotoran seperti tanah dan seresah. Selain itu, semakin kecil kadar air getah maka semakin bagus mutu getah karena mempengaruhi kualitas dan kuantitas produksi. Oleh karena itu, produksi getah pada musim kemarau akan semakin bagus karena mengandung kadar air yang sedikit.

#### 4.5.3. Bahan Penolong

Bahan penolong merupakan bahan yang dibutuhkan dalam proses pengolahan getah pinus agar berjalan dengan baik meski dengan jumlah yang tidak terlalu banyak. Bahan penolong yang digunakan antara lain :

- i. Asam Oksalat

Asam oksalat berguna untuk mengikat ion Fe dan mempercepat proses pengendapan kotoran pada getah agar tidak terjadi *browning* saat

dimasak. Asam oksalat ditambahkan bersamaan dengan proses pengenceran.

ii. Garam industri

Penggunaan garam industri berguna untuk memisahkan air dan terpentin. Garam industri ditambahkan pada saat proses dehidrator.

Cara kerja dari penggunaan garam industri ini adalah dengan menyerap air yang masih terkandung dalam terpentin setelah proses kondensasi, sehingga akan menghasilkan terpentin murni.

iii. Kapur

Kapur berguna dalam penanganan limbah dengan cara menaikkan pH.

Kapur mampu menetralsir air limbah hasil dari prose produksi yang bersifat asam

iv. Tawas

Tawas juga berguna dalam pengolahan limbah sama seperti kapur.

Tawas mampu menurunkan kandungan COD pada air limbah dengan proses koagulasi.

#### 4.5.4. Bahan Bakar

PGT Rejowinangun menggunakan *boiler* untuk penyediaan uap. Uap air tersebut dihasilkan dengan menggunakan bahan bakar berupa CNG. Menurut Kurniaty (2017), *Compressed Natural Gas* atau CNG merupakan bahan bakar yang berasal dari gas bumi dengan unsur utama gas meana yang dimampatkan, dipertahankan, dan disimpan di dalam sebuah bejana tekan yang dirancang khusus. Penggunaan CNG memiliki keuntungan yaitu ramah lingkungan, mesin lebih awet,

dan bersih dengan oktan 120. PGT Rejowinangun menggunakan CNG untuk seluruh kegiatan produksi.

#### 4.5.5. Alat Produksi

i. Bak Getah

Bak getah berfungsi untuk menampung getah yang diterima. Di bagian atas bak getah terdapat teralis besi berbentuk jaring yang berguna untuk menyaring kotoran-kotoran pada getah serta sebagai penyangga saat menuangkan getah dari drum. Bentuk miring pada lantai bak getah bertujuan untuk memudahkan pemindahan getah menuju talang getah.

ii. Talang Getah

Talang getah berfungsi untuk mengukur atau menakar getah pinus untuk dialirkan ke mesin proses. Untuk setiap proses dibutuhkan getah sebesar 2500 kg. Selain sebagai tempat untuk mengukur, di talang getah juga terjadi proses pemanasan awal agar getah menjadi lebih cair sehingga mudah mengalir ke tangki *melter*.

iii. Tangki Asam Oksalat

Pada tangki ini dilakukan pelarutan asam oksalat sebanyak 2-5kg/batch dengan air 100 liter. Larutan asam oksalat tersebut selanjutnya dialirkan menuju tangki.

iv. Tangki *Melter*

Tangki *melter* berfungsi untuk mengencerkan getah pada suhu 70-80° dengan mencampurkan terpentin. Tujuan dari pengenceran ini adalah untuk memisahkan getah dari kotoran.

v. Tangki *Mixer*

Tangki *mixer* berfungsi untuk mencampur getah dengan larutan asam oksalat. Tujuan dari pencampuran dengan asam oksalat ini adalah untuk mengikat kandungan besi pada getah agar tidak terjadi *browning* saat memasak serta memisahkan kotoran-kotoran halus lainnya.

vi. Tangki *Scrubbing*

Proses yang terjadi pada tangki *scrubbing* bertujuan untuk mencuci getah yang akan dimasak. PGT Rejowinangun memiliki dua buah tangki *scrubbing*.

vii. Tangki Penampung

Tangki penampung berfungsi untuk menampung getah yang telah diproses untuk selanjutnya dimasak. PGT Rejowinangun memiliki dua buah tangki penampung di mana tiap tangki mampu menampung 5 *batch*.

viii. Tangki Pemasak

Tangki pemasak berfungsi untuk memasak getah yang kemudian akan menghasilkan produk gondorukem dan terpentin. Proses pemasakan menggunakan vakum -70cmHg dengan suhu akhir pemasakan 155-165°C. Tangki pemasak mampu memasak 3 *batch* dalam satu kali proses pemasakan.

ix. Kondensor

Kondensor berfungsi untuk mendinginkan uap terpentin menjadi cair yang selanjutnya akan dilakukan pemisahan antara terpentin dan gondorukem di dalam separator.

x. Separator

Separator berfungsi memisahkan antara cairan dan gas. Pada separator terjadi pemisahan antara gondorukem dengan terpentin.

xi. Tangki Tuang Permanen

Tangki ini berfungsi untuk menyimpan cairan gondorukem untuk selanjutnya dikemas ke dalam kaleng. PGT Rejowinangun sendiri memiliki satu buah tangki tuang permanen.

xii. Tangki Terpentin

Tangki terpentin berfungsi untuk menampung terpentin yang telah terpisah dari gondorukem di tangki separator. Terdapat tujuh buah tangki terpentin pada PGT Rejowinangun yang terdiri dari tangki terpentin I, tangki terpentin II, tangki terpentin III, dan empat buah tangki terpentin ekspor.

xiii. Dehidrator

Dehidrator berfungsi untuk memisahkan air dari terpentin dengan garam industri. Terpentin yang berada pada tangki terpentin kemudian dialirkan ke dehidrator untuk memisahkan air dari terpentin dengan menggunakan garam industri. Terpentin murni selanjutnya disimpan ke dalam tangki ekspor.

xiv. Tangki Bahan Bakar

Tangki bahan bakar berfungsi menampung bahan bakar untuk *boiler* dan *forklift*. PGT Rejowinangun menggunakan bahan bakar berupa campuran solar dan *Compressed Natural Gas* (CNG) dengan perbandingan 20% dan 80% untuk *boiler*. Selain itu, terdapat *Marine Fuel Oil* (MFO) yang digunakan sebagai bahan bakar cadangan apabila CNG tidak tersedia.

xv. *Boiler*

*Boiler* berfungsi untuk menghasilkan uap yang digunakan untuk proses produksi. *Boiler* menyuplai energi untuk menjalankan mesin-mesin produksi di pabrik.

xvi. *Cooling Tower*

*Cooling tower* berfungsi untuk mendinginkan *boiler* serta air pada kondensor. Prinsip *cooling tower* yaitu memanfaatkan air sebagai pendingin.

xvii. *Generator Set* (Genset)

Mesin genset digunakan pada saat darurat seperti ketika terjadi pemadaman listrik agar proses produksi dapat tetap berjalan.

xviii. *Forklift*

*Forklift* merupakan alat yang digunakan untuk mengangkat dan memindahkan barang seperti kaleng-kaleng gondorukem dan terpentin, bak limbah, dan lain sebagainya.

#### 4.5.6. Penanganan Limbah

PGT Rejowinangun menghasilkan limbah yang berasal dari seluruh proses kegiatan mulai dari bongkar getah dan penampungan di bak penampung hingga

proses produksi akhir. Terdapat tiga jenis limbah yang dihasilkan yaitu limbah padat, limbah cair, dan limbah gas. Ketiga jenis limbah ini memiliki cara penanganan masing-masing yang berbeda.

Limbah padat berasal dari kadar kotoran yang terdapat pada getah pinus yang diolah pada proses kegiatan pengenceran di tangki melter. Kegiatan pengenceran menghasilkan limbah berupa seresah dan jonjot (kotoran halus) yang terikat getah. Proses pengolahan limbah padat ini adalah dengan dikeringkan, ditimbun, dan selanjutnya diambil oleh pihak ketiga sebagai bahan bakar industri rumah tangga yang merupakan UKM pengolahan tahu. Limbah padat tidak diolah lebih lanjut dengan perlakuan khusus karena tidak mengandung zat yang membahayakan bagi lingkungan.

Limbah cair berasal dari *blowdown* pada tangki *melter*, *mixer*, *scrubbing*, dan penampung. Limbah cair mengandung sedikit getah dan terpentin serta asam oksalat yang terlarut di dalam air. Limbah ini ditangani lebih lanjut di UPL (Unit Pengolahan Limbah) dan IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah). Limbah cair ini dipisahkan antara air limbah dengan larutan getah kotor yang masih tersisa. Air akan dialirkan menuju bak air kotor, sedangkan larutan getah kotor akan diproses ulang di tangki *mixer* I.

Limbah gas dihasilkan dari pembakaran bahan bakar. PGT Rejowinangun menggunakan bahan bakar utama berupa CNG (*Compressed Natural Gas*), di mana jenis gas ini ramah lingkungan dan menghasilkan limbah yang relatif sedikit. Namun, ketika terjadi kehabisan pasokan CNG atau sedang dalam proses pengisian, PGT Rejowinangun menggunakan bahan bakar berupa campuran solar dan MFO yang menghasilkan limbah lebih banyak.

#### 4.5.7. Pemasaran

PGT Rejowinangun hanya bertugas untuk memproduksi gondorukem dan terpentin. Kegiatan pemasaran dan perdagangan dipegang oleh KBM IHH Jawa Timur di Surabaya. Produk PGT Rejowinangun mayoritas diekspor ke luar negeri melalui KBM IHH Jawa Timur. Produk berupa gondorukem yang telah dipress dalam kaleng dan siap diperjual-belikan akan diambil oleh pihak KBM IHH Jawa Timur menggunakan truk-truk kontainer besar. Sementara itu untuk produk terpentin, pembeli mengambil sendiri menggunakan truk tangki besar ke PGT Rejowinangun untuk diisi.

## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 5.1. Komponen Kegiatan Proses Produksi di PGT Rejowinangun

##### 5.1.1. Proses Produksi Gondorukem

PGT Rejowinangun menerapkan sistem produksi semi-*batch*. Penggunaan sistem ini dipilih dengan tujuan agar kapasitas produksi sekali masak dapat berjalan optimal dan penggunaan bahan bakar yang efisien. Alur produksi gondorukem terdiri dari beberapa proses berikut ini.

##### 5.1.1.1. Penampungan Pada Bak Getah

Tahap pertama dalam pengolahan getah pinus yaitu penampungan. Penampungan pada bak getah berfungsi untuk menyortir getah berdasarkan mutunya, yaitu getah mutu I, II, premium, dan super premium. Penyortiran getah ditentukan oleh petugas penerima bahan baku dan penguji. Pada saat proses penerimaan getah dilakukan pengujian dengan mengambil sampel getah sebanyak 20% drum dari total drum yang dibawa oleh pemasok getah. Pengujian tersebut bertujuan untuk mengetahui mutu getah dengan mempertimbangkan warna, kadar air, dan kadar kotoran.

Drum getah akan diperiksa beratnya menggunakan timbangan yang telah terpasang di samping bak getah. Apabila dalam drum terdapat kandungan air, air tersebut akan dituang terlebih dahulu agar didapatkan berat getah yang sebenarnya. Penguji berhak menolak getah apabila getah tersebut tolak uji karena memiliki mutu yang tidak sesuai. Selanjutnya getah dituang pada bak getah yang telah dilengkapi dengan jaring-jaring/teralis besi agar getah yang menggumpal terlalu besar dapat

terurai. Getah yang masih menempel pada dinding drum kemudian diberi perlakuan berupa diuap dengan pipa-pipa uap agar getah dapat luruh. Drum yang kosong kemudian ditimbang lagi sehingga diperoleh berat bersih dari getah yang diterima.

#### 5.1.1.2. Pengukuran Getah dan Pemanasan Awal

Tahap selanjutnya yaitu pengukuran volume getah yang akan diencerkan. Tiap proses pengenceran dibutuhkan bahan baku getah sebesar 2500 kg atau 2,5 ton. Hal ini dikarenakan ukuran tangki pada proses selanjutnya memiliki kapasitas 2500 kg/*batch*. Oleh karena itu diperlukan pengukuran volume getah dengan mengalirkan getah dari bak penampung menuju talang getah. Talang getah telah diberi tanda (parameter) untuk memperkirakan getah yang akan diencerkan sebanyak 2500 kg. Saat berada di talang getah, getah diberi asam oksalat untuk mempercepat pengendapan kotoran. Selain itu, pada talang getah juga dilakukan pemanasan awal agar getah cepat mencair dan mudah mengalir ke tangki melter.

#### 5.1.1.3. Pengenceran dan Penyaringan Getah

Tahap berikutnya yaitu pengenceran dan penyaringan getah yang dilakukan di tangki *melter*. Pada tangki *melter* dilakukan pengenceran getah dengan terpentin sebagai katalis hingga diperoleh larutan getah. Terpentin yang digunakan dalam tahapan ini sebesar 900-1100 liter untuk mengencerkan getah 2500 kg (1 *batch*). Takaran terpentin tergantung pada kondisi getah, jika kadar kotoran dan kadar air getah rendah maka terpentin yang diperlukan tidak terlalu banyak, begitu juga sebaliknya.

Berdasarkan hasil pengamatan, pada kegiatan pengenceran dilakukan pemanasan hingga suhu 70-80°C dengan estimasi waktu 20 hingga 30 menit. Teknik pemanasan yang digunakan adalah dengan *open steam*. Selanjutnya

dilakukan pengendapan selama  $\pm 15$  menit dengan tujuan agar air dan kotoran turun ke dasar tangki. Air dan kotoran akan di-*blow down* menuju UPL (Unit Pengolahan Limbah). Proses pemisahan kotoran pada larutan getah menggunakan *filter* berukuran 125 mikron. Lalu dilakukan pengiriman larutan getah ke tangki *mixer* untuk tahap berikutnya dan dilanjutkan dengan membongkar seresah melalui *man hole* apabila larutan telah terkirim seluruhnya.

#### 5.1.1.4. Pencampuran

Tahap selanjutnya adalah pencampuran larutan getah dengan larutan asam oksalat pada tangki *mixer*. Pencampuran dengan asam oksalat bertujuan untuk mengendapkan ion besi dari kotoran-kotoran halus sehingga dapat terpisah dari larutan getah. Takaran asam oksalat yang diperlukan dalam tiap proses pencampuran sebesar 0,2% dari volume getah atau sekitar 4-5 kg untuk 2500 kg getah (1 *batch*). Banyaknya air yang ditambahkan untuk membuat larutan asam oksalat adalah 200 liter sedangkan asam oksalat yang diperlukan juga mempertimbangkan kondisi getah. Apabila getah memiliki kadar kotoran yang tinggi maka perlu menambah takaran asam oksalatnya.

Setelah larutan asam oksalat dialirkan ke tangki *mixer* dilakukan pemanasan hingga suhu 70-80°C. Sebenarnya pada tangki *mixer* telah dilengkapi alat agitator untuk pengadukan, namun karena terjadi kerusakan maka agitator tidak dipergunakan. Sebagai gantinya digunakan uap panas untuk pengadukan selama kurang lebih 2 menit agar larutan asam oksalat dapat tercampur dengan sempurna. Setelah proses pencampuran dan pemanasan selesai, larutan getah diendapkan selama 10-15 menit hingga diperoleh tiga lapisan yaitu lapisan larutan getah, lapisan kotoran, dan lapisan air. Setelah diendapkan, air dan kotoran di-*blow down*

dan dialirkan menuju UPL, sedangkan larutan getah dialirkan menuju tangki *scrubbing* untuk tahap selanjutnya. Pengiriman larutan getah menggunakan pompa yang dilengkapi dengan *filter* untuk menyaring kotoran-kotoran halus yang masih terdapat pada larutan getah. PGT Rejowinangun memiliki dua buah tangki *mixer*, yaitu tangki *mixer* I dan tangki *mixer* II. Tangki *mixer* I digunakan untuk proses pencampuran pada getah baru, sedangkan tangki *mixer* II digunakan untuk proses pencampuran pada limbah yang masih dapat diolah kembali.

#### 5.1.1.5. Pencucian

Proses pencucian berlangsung pada tangki *scrubbing* dengan menambahkan air sebanyak 100 liter selama kurang lebih 3 menit. Pencucian berfungsi untuk membersihkan kotoran-kotoran yang masih terkandung dalam larutan getah hingga diperoleh warna larutan yang bersih. Menurut Mahfud dan Zakir (2018), pada kegiatan pencucian di tangki *scrubbing* dilakukan pemanasan untuk menghilangkan emulsi air dan getah. Setelah larutan diendapkan, air dan kotoran di-*blow down* menuju UPL (Unit Pengolahan Limbah), sedangkan larutan getah diperiksa dan diuji untuk ditentukan standar kualitasnya sebelum dimasak.

Pengujian larutan getah dilakukan menggunakan *Lovibond-3 Field Comparator* secara visual. Apabila larutan getah belum memenuhi standar maka akan dilakukan pencucian ulang. Namun, jika larutan getah telah memenuhi standar maka dapat dialirkan menuju tangki penampung menggunakan pompa dengan melewati *filter* untuk menyaring kotoran-kotoran yang masih tertinggal dalam larutan. Proses pencucian hanya dapat dilakukan dua kali, sehingga apabila setelah larutan getah dicuci ulang masih belum memenuhi standar maka larutan getah akan dipisahkan ke tangki *scrubbing* II. PGT Rejowinangun memiliki dua buah tangki

*scrubbing*, yaitu tangki *scrubbing* I dan tangki *scrubbing* II. Tangki *scrubbing* I digunakan untuk proses pencucian larutan getah baru, sedangkan tangki *scrubbing* II digunakan untuk proses pencucian pada limbah yang masih dapat diolah kembali.

#### 5.1.1.6. Penampungan dan Pengendapan

Larutan getah yang telah dicuci bersih dan memenuhi standar kemudian dialirkan ke tangki penampung. Penampungan larutan getah bertujuan untuk memenuhi kapasitas proses pemasakan yaitu 2-3 *batch*. Larutan getah akan diendapkan di dalam tangki penampung untuk proses pengendapan kotoran apabila masih tersisa dalam larutan dan kemudian dialirkan menuju UPL. PGT Rejowinangun memiliki dua buah tangki penampung dengan kapasitas tiap tangki sebanyak delapan *batch*. Tangki penampung juga dilengkapi dengan *reflux* yang berfungsi untuk mengembunkan terpentin dari tangki *melter*, *mixer*, dan *scrubbing*. Pada tahapan di tangki penampung ini dilakukan pendinginan agar uap terpentin akan menetes dan kemudian digunakan kembali untuk proses pengenceran.

#### 5.1.1.7. Pemasakan

Menurut Yuswandi (2013), proses pemasakan larutan getah menjadi gondorukem dan terpentin pada prinsipnya menggunakan metode destilasi uap, yaitu pemisahan berdasarkan titik didih. Metode destilasi uap adalah metode penyulingan cairan yang tidak saling campur dengan air yaitu dengan menghembuskan uap air panas ke dalamnya.

Tangki pemasak dilengkapi dengan lima tangki yang saling terhubung, yaitu tangki kondensor, tangki separator, tangki terpentin kecil, tangki vakum, dan tangki tuang permanen. Untuk sekali proses pemasakan digunakan 2-3 *batch* larutan getah atau maksimum 7500 kg. Sebelum larutan getah dimasukkan ke dalam

tangki, semua *valve* ventilasi pemasak harus ditutup terlebih dahulu. Kemudian operator tangki pemasak menghidupkan pompa kondensor, *cooling tower*, dan pompa vakum hingga -40cmHg. Langkah berikutnya adalah membuka *valve inlet* tangki pemasak untuk memasukkan larutan getah dari tangki penampung dan membuka *valve open steam* secara bertahap hingga tekanan 2 kg/cm<sup>2</sup>. Proses pemasakan dilakukan secara bertahap hingga mencapai suhu 155-165°C dalam tekanan vakum -58 hingga (-70) cmHg. Kemudian larutan gondorukem yang telah masak didinginkan sampai suhu 143-145°C lalu dialirkan menuju tangki tuang permanen.

#### 5.1.1.8. Pengalengan

Gondorukem yang telah matang kemudian didinginkan dan dialirkan menuju tangki tuang permanen. Pada tangki ini suhu gondorukem semakin turun dan siap untuk dituang pada kaleng-kaleng kemasan. Untuk tiap kaleng kemasan memuat hingga 240 kg gondorukem. Sedangkan untuk setiap kali proses pemasakan menghasilkan sekitar 22-23 kaleng gondorukem. Untuk mengukur volume gondorukem yang dituang pada kaleng digunakan timbangan elektronik dengan kapasitas empat buah kaleng.

#### 5.1.2. Proses Produksi Terpentin

Terpentin diperoleh dari uap pemasakan larutan getah yang dialirkan ke tangki kondensor. Di tangki kondensor terjadi pendinginan uap yang kemudian berubah menjadi cair. Cairan yang dihasilkan masih tercampur antara terpentin dan air. Untuk dapat memisahkan kedua cairan tersebut digunakan tangki *separator* yang bekerja dengan prinsip berat jenis. Setelah terpisah, kemudian terpentin diberi garam industri yang berperan sebagai dehidrator. Tujuan penggunaan garam

industri yaitu untuk menyerap air yang masih terkandung dalam terpentin setelah proses kondensasi, sehingga akan menghasilkan terpentin murni.

Uap terpentin yang diperoleh dari hasil pemasakan dialirkan menuju tangki kondensor menggunakan *vacuum* yang berfungsi sebagai penyedot. Di tangki kondensor, uap terpentin didinginkan menggunakan air yang terdapat di dalam tangki. Selanjutnya pada tangki *separator* terjadi pemisahan antara terpentin dengan air. Terpentin memiliki berat jenis yang lebih ringan akan berada pada lapisan atas, sedangkan air akan berada di bawah. Terpentin yang telah terpisah selanjutnya akan dialirkan menuju tangki terpentin 1 dan dialirkan lagi menuju tangki terpentin 2. Tangki terpentin 2 memiliki dua buah pipa yaitu pipa atas dan pipa bawah. Pipa atas merupakan pipa yang mengalirkan terpentin menuju *dehydrator* untuk mengikat kandungan air yang masih terdapat pada minyak terpentin. Kemudian dilakukan uji berat jenis pada terpentin, apabila memenuhi standar maka terpentin akan dikirim menuju tangki terpentin 3. Dari tangki terpentin 3 kemudian dikirim ke tangki ekspor untuk siap dikirim kepada konsumen. Sementara itu, pipa bawah pada tangki terpentin 2 merupakan pipa untuk mengalirkan terpentin ke tangki *melter* untuk digunakan kembali pada proses pengenceran selanjutnya.

## 5.2. Waktu dan Biaya Aktual

### 5.2.2. Waktu Aktual

Untuk dapat menemukan besarnya waktu aktual dalam menyelesaikan suatu pekerjaan, diperlukan pengamatan waktu kerja (*time study*). Menurut Mundel (1995), *time study* (waktu kerja) merupakan suatu prosedur untuk mengetahui jumlah waktu yang dibutuhkan di bawah hitungan kondisi standar tertentu untuk

suatu pekerjaan. Hasil dari pengukuran yang dilakukan disebut dengan waktu standar. Dengan diperolehnya waktu standar, kemudian dapat digunakan untuk membuat perencanaan serta analisis waktu, sumberdaya, dan biaya.

Perhitungan waktu dilakukan pada tujuh komponen kegiatan produksi gondorukem yaitu 1) pengukuran dan pemanasan awal, 2) pengenceran, 3) pencampuran, 4) pencucian, 5) penampungan, 6) pemasakan, dan 7) pengalengan. Perhitungan waktu pada penelitian ini terbatas pada pembuatan gondorukem yang berasal dari getah pinus baru dan tidak mencakup dari pengolahan kembali dari limbah yang masih bagus. Dari hasil waktu standar yang didapatkan akan digunakan untuk menghitung lamanya waktu yang dibutuhkan dalam satu siklus produksi.

Dari perhitungan waktu standar diperoleh waktu penyelesaian masing-masing kegiatan seperti yang tercantum dalam Tabel 5.1 dan waktu penyelesaian elemen kerja pada setiap kegiatan dalam Tabel 5.2.

Tabel 5.1 Jumlah waktu standar yang diperlukan setiap kegiatan

No.	Kegiatan	Waktu (menit)
1	Pengukuran dan pemanasan awal	52
2	Pengenceran	80
3	Pencampuran	54
4	Pencucian	43
5	Penampungan	22
6	Pemasakan	198
7	Pengalengan	84

Sumber : Lampiran 2 sampai 9

Tabel 5.2 Jumlah waktu yang diperlukan untuk elemen kerja pada setiap kegiatan

No.	Kegiatan	Waktu (menit)
1	Pengukuran dan pemanasan awal	
	a. Pengisian	16
	b. Pemanasan	31
	c. Pengiriman	5
2	Pengenceran	
	a. Isi terpentin	9
	b. Pemanasan	25
	c. Pengendapan	15
	d. <i>Blowdown</i>	2
	e. Pengiriman	16
	f. Bongkar seresah	13
3	Pencampuran	
	a. Pengadukan asam oksalat	6
	b. Pengiriman asam oksalat	5
	c. Pencucian	2
	d. Pemanasan	2
	e. Pengendapan	14
	f. <i>Blowdown</i>	8
	g. Pengiriman	17
4	Pencucian	
	a. Pencucian	3
	b. Pemanasan	3
	c. Pengendapan	11
	d. <i>Blowdown</i>	7
	e. Pengiriman	19
5	Penampungan	
	a. Pengendapan	20
	b. <i>Blowdown</i>	2
6	Pemasakan	198
7	Pengalengan	84

Sumber : Lampiran 2 sampai 9

Proses produksi gondorukem dilakukan secara terus-menerus, di mana ketika larutan getah pada tangki *melter* telah selesai dan dialirkan ke tangki *mixer*, tangki *melter* akan beroperasi untuk mengencerkan lagi untuk larutan getah *batch* berikutnya dan talang getah diisi dengan getah lagi, begitu pula untuk tangki-tangki lainnya. Dalam sehari PGT Rejowinangun menargetkan 60.000 kg getah yang diolah tiap harinya dengan 24 kali proses pengenceran dari talang getah hingga tangki *scrubbing* yang terbagi menjadi delapan kali proses untuk tiap *shift*.

Sedangkan untuk proses pemasakan hingga pengalengan ditargetkan tujuh hingga delapan kali proses dalam sehari.

Pada kegiatan pengukuran dan pemanasan awal di talang getah membutuhkan waktu 52 menit. Elemen kerja pada kegiatan ini yaitu pengisian getah dari bak getah menuju talang getah, pemanasan, dan pengiriman dari talang getah menuju tangki *melter*. Waktu pengisian dapat berbeda-beda tergantung dari kondisi getahnya. Apabila getah merupakan getah mutu I dapat mengalir dengan lancar, namun untuk getah mutu II mengalir lebih lamban karena menggumpal dan banyak tercampur kotoran. Pada proses pemanasan juga juga tergantung pada kondisi atau mutu getah. Getah mutu II bertekstur menggumpal sehingga diperlukan pemanasan lebih lama agar dapat mencair dan dapat dikirim dengan lancar menuju tangki *melter*. Selain itu, getah mutu II juga memiliki kandungan kotoran yang lebih tinggi sehingga diperlukan asam oksalat yang lebih banyak untuk memisahkan kotoran tersebut.

Getah yang telah dilakukan pemanasan awal di talang getah kemudian dikirimkan menuju tangki *melter*. Total waktu yang dibutuhkan dalam kegiatan pengenceran di tangki *melter* adalah 80 menit. Elemen kerja pada kegiatan ini yaitu pengisian terpentin, pemanasan, pengendapan, *blowdown*, pengiriman menuju tangki *mixer*, dan bongkar seresah.

Selanjutnya, larutan getah dikirim menuju tangki *mixer* untuk dilakukan pencampuran dengan larutan asam oksalat. Elemen kerja pada kegiatan ini yaitu pengadukan asam oksalat, pengiriman asam oksalat, pencucian, pemanasan, pengendapan, *blowdown*, dan pengiriman. Total waktu dalam kegiatan pencampuran adalah 54 menit.

Getah yang telah dicampur dengan larutan asam oksalat kemudian dicuci di tangki *scrubbing*. Kegiatan pencucian ini berlangsung selama 43 menit hingga diperoleh warna larutan getah yang bersih. Elemen kerja pada kegiatan ini yaitu pencucian, pemanasan, pengendapan, *blowdown*, dan pengiriman menuju tangki penampung.

Setelah dicuci, larutan getah kemudian dikirim menuju tangki penampung untuk diendapkan dan *di-blow down* dari kotoran yang masih tersisa sembari menunggu untuk dimasak. Pengendapan dan *blowdown* di tangki penampung membutuhkan waktu 22 menit.

Larutan getah yang telah mencukupi kapasitas untuk dimasak kemudian dikirimkan menuju tangki pemasak setelah *valve* ventilasi pemasak ditutup, dan pompa kondensor, *cooling tower*, serta pompa vakum dinyalakan. Dari hasil pengamatan, jarak waktu yang dibutuhkan antara pengiriman gondorukem yang telah matang menuju tangki tuang permanen dengan persiapan pemasakan selanjutnya adalah 15-20 menit. Hal ini bertujuan untuk mengosongkan tangki pemasak dari gondorukem hasil masakan sebelumnya. Waktu yang dibutuhkan dalam proses pemasakan dari awal *valve* ventilasi pemasak ditutup hingga dibuka kembali untuk mengirimkan gondorukem ke tangki tuang permanen adalah 198 menit. Setelah gondorukem matang dan dikirimkan ke tangki tuang permanen, operator pengalengan dengan segera memulai proses pengisian gondorukem ke kaleng. Waktu yang dibutuhkan dalam kegiatan pengisian gondorukem ke dalam kaleng untuk satu kali hasil masakan adalah 84 menit.

### 5.2.3. Biaya Aktual

Sumberdaya yang dibutuhkan dalam kegiatan produksi gondorukem dan terpentin tersaji dalam Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Daftar kebutuhan sumberdaya untuk satu siklus produksi

No	Sumberdaya	Jumlah
1	Tenaga kerja	Tujuh orang operator dan satu tenaga borongan.
2	Bahan	7.500 kg getah pinus, 3.000 liter terpentin, 1.200 liter air, 15 kg asam oksalat, 3 kg garam industri, dan 23 kaleng kemasan gondorukem
3	Alat	14 unit
4	Listrik	276,975 kwh
5	Bahan bakar	CNG = 387,45 m <sup>3</sup>

Sumber : Daftar kebutuhan alat/bahan penolong dan realisasi pemakaian pada Juni 2019 PGT Rejowinangun

Dari Tabel 5.3 dapat diketahui bahwa untuk satu kali proses produksi gondorukem dan terpentin terdiri dari berbagai alat dan bahan serta tenaga kerja. Terdapat tujuh orang operator untuk kegiatan pengukuran dan pemanasan awal, pengenceran, pencampuran, pencucian, penampungan, pemasakan, dan pengalengan, serta operator *boiler*. Lalu terdapat satu tenaga borongan pada kegiatan pengalengan yang bertugas menyiapkan, membersihkan, menutup, dan mengepres kaleng kemasan gondorukem. Alat yang digunakan dalam proses produksi gondorukem dan terpentin yaitu bak penampung getah, talang getah, tangki *melter*, tangki pengaduk asam oksalat, tangki *mixer*, tangki *scrubbing*, tangki penampung, tangki pemasak, tangki vakum, tangki kondensor, tangki *separator*, tangki tuang permanen, tangki terpentin, dan *boiler*.

Penelitian ini terbatas pada proses produksi gondorukem dan terpentin yang berasal dari getah baru untuk satu siklus dengan asumsi mutu yang dihasilkan WW, bukan dari olahan kembali limbah yang masih mengandung getah dan tidak mencakup pengolahan limbah pada UPL dan IPAL. Biaya yang dikeluarkan dalam

proses produksi getah pinus menjadi gondorukem dan terpentin terbagi menjadi biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung, dan biaya *overhead* pabrik. Biaya yang diperlukan untuk satu siklus produksi gondorukem dan terpentin tersaji dalam Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Total biaya yang diperlukan untuk satu siklus produksi

Komponen Biaya	Total Biaya	
Biaya bahan baku	Rp	67.687.500
Biaya tenaga kerja	Rp	174.095
Biaya <i>overhead</i> pabrik	Rp	6.296.964
Total	Rp	74.158.560

Sumber : Lampiran 10-11

Biaya bahan baku merupakan biaya yang dikeluarkan untuk penggunaan bahan baku dalam satu siklus produksi. PGT Rejowinangun tidak mengeluarkan biaya untuk bahan baku getah yang dikirim oleh pemasok-pemasok melainkan hanya menerima getah dan memprosesnya menjadi gondorukem dan terpentin. Begitupula untuk penjualannya, PGT Rejowinangun tidak memiliki fungsi untuk pemasaran dan penjualan. Pembayaran getah pinus dan pemasaran serta penjualan gondorukem dan terpentin menjadi urusan dan tanggung jawab KBM IHH Jawa Timur yang berada di Surabaya. Berdasarkan tabel di atas, biaya bahan baku untuk 7.500 kg getah yaitu sebesar Rp67.687.500. Berdasarkan data milik PGT Rejowinangun, harga getah pinus hingga saat ini mencapai Rp9.025 per kg.

Biaya tenaga kerja merupakan biaya yang diberikan kepada operator maupun tenaga borongan yang secara langsung berhubungan dalam pelaksanaan proses produksi. Biaya tenaga kerja langsung dalam bentuk gaji maupun upah. Biaya tenaga kerja yang dikeluarkan oleh PGT Rejowinangun untuk satu siklus produksi yaitu sebesar Rp174.095. Biaya tenaga kerja diperoleh dari total getah (ton) yang

dapat diproses oleh operator dan jumlah kaleng kemasan gondorukem yang dapat dikerjakan oleh tenaga borongan.

Biaya *overhead* meliputi seluruh biaya yang berhubungan dengan pabrik untuk kegiatan produksi selain bahan baku dan tenaga kerja. Biaya *overhead* pabrik dihitung berdasarkan biaya yang dikeluarkan untuk satu siklus produksi gondorukem dan terpentin yang meliputi biaya listrik, CNG, asam oksalat, garam industri, dan kaleng kemasan gondorukem. Selain itu juga termasuk di dalamnya biaya pemeliharaan, biaya penyusutan mesin atau instalasi pabrik, dan biaya upah tak langsung. Upah tak langsung berupa biaya makan dan minum untuk tenaga kerja. Total biaya *overhead* pabrik yang dikeluarkan untuk satu siklus produksi yaitu sebesar Rp6.296.964. Total biaya yang dikeluarkan PGT Rejowinangun untuk satu siklus produksi adalah sebesar Rp74.158.560 atau Rp9.888/kg getah pinus yang diolah.

### 5.3. Penyusunan Diagram Jaringan Kerja dan Pengoptimalan Proses Produksi

#### 5.3.1. Penyusunan Diagram Jaringan Kerja

Dalam penyusunan diagram kerja dilakukan melalui langkah-langkah berikut ini

##### 5.3.1.1. Inventarisasi Kegiatan

Untuk dapat menyusun jaringan kerja terlebih dahulu perlu dilakukan inventarisasi kegiatan dengan mengamati komponen kegiatan selama proses produksi. Komponen kegiatan produksi gondorukem yang diamati adalah produksi dari getah baru yang berasal dari bak getah untuk satu siklus produksi. Satu siklus produksi mencakup tiga kali pengenceran hingga pengampungan sebanyak masing-masing 2500 kg getah, pemasakan sebanyak 7500 kg getah, dan pengalengan.

Komponen kegiatan tersebut antara lain pengukuran dan pemanasan awal di talang getah, pengenceran di tangki *melter*, pencampuran di tangki *mixer*, pencucian di tangki *scrubbing*, penampungan, pemasakan, dan pengalengan gondorukem.

### 5.3.1.2. Hubungan Antar Kegiatan

Setelah dilakukan inventarisasi kegiatan pada proses produksi gondorukem dan terpentin maka dapat diketahui hubungan antar kegiatan tersebut. Dari hubungan antar kegiatan akan dapat ditentukan pola jaringan kerjanya. Pembuatan pola jaringan kerja dilakukan dengan merangkai elemen-elemen kerja pada tiap kegiatan berdasarkan urutan waktu pelaksanaan dan ketergantungan antar kegiatan yang secara logika menuntut ketergantungan tersebut. Hubungan antar kegiatan dalam satu siklus produksi disajikan dalam Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Jenis kegiatan dan kegiatan pendahulunya untuk satu siklus produksi

Simbol	Jenis Kegiatan	Kegiatan Pendahulu	Simbol	Jenis Kegiatan	Kegiatan Pendahulu
<i>Batch 1</i>			<i>Batch 2</i>		
1. Pengukuran dan pemanasan awal			1. Pengukuran dan pemanasan awal		
A	Pengisian		X	Pengisian	C
B	Pemanasan	A	Y	Pemanasan	X
C	Pengiriman	B	Z	Pengiriman	Y
2. Pengenceran			2. Pengenceran		
D	Isi terpentin	B	AA	Isi terpentin	Y
E	Pemanasan	C,D	AB	Pemanasan	Z, AA
F	Pengendapan	E	AC	Pengendapan	AB
G	<i>Blowdown</i>	F	AD	<i>Blowdown</i>	AC
H	Pengiriman	G	AE	Pengiriman	AD
I	Bongkar seresah	H	AF	Bongkar seresah	AE
3. Pencampuran			3. Pencampuran		

J	Pengadukan asam oksalat		AG	Pengadukan asam oksalat	
K	Pengiriman asam oksalat	H, J	AH	Pengiriman asam oksalat	AE, AG
L	Pencucian	K	AI	Pencucian	AH
M	Pemanasan	K	AJ	Pemanasan	AH
N	Pengendapan	L, M	AK	Pengendapan	AI, AJ
O	<i>Blowdown</i>	N	AL	<i>Blowdown</i>	AK
P	Pengiriman	O	AM	Pengiriman	AL
4. Pencucian			4. Pencucian		
Q	Pencucian	P	AN	Pencucian	AM
R	Pemanasan	P	AO	Pemanasan	AM
S	Pengendapan	Q, R	AP	Pengendapan	AN, AO
T	<i>Blowdown</i>	S	AQ	<i>Blowdown</i>	AP
U	Pengiriman	T	AR	Pengiriman	AQ
5. Penampungan			5. Penampungan		
V	Pengendapan	U	AS	Pengendapan	AR
W	<i>Blowdown</i>	V	AT	<i>Blowdown</i>	AS

*Batch 3*

1. Pengukuran dan pemanasan awal			4. Pencucian		
AU	Pengisian	Z	BK	Pencucian	BJ
AV	Pemanasan	AU	BL	Pemanasan	BJ
AW	Pengiriman	AV	BM	Pengendapan	BK, BL
2. Pengenceran			BN	<i>Blowdown</i>	BM
AX	Isi terpentin	AV	BO	Pengiriman	BN
AY	Pemanasan	AW, AX	<hr/>		
AZ	Pengendapan	AY	5. Penampungan		
BA	<i>Blowdown</i>	AZ	BP	Pengendapan	BO
BB	Pengiriman	BA	BQ	<i>Blowdown</i>	BP
BC	Bongkar seresah	BB	6. Pemasakan		
3. Pencampuran			BR	Pemasakan	W, AT, BQ
BD	Pengadukan asam oksalat		7. Pengalengan		
BE	Pengiriman asam oksalat	BB, BD	BS	Pengalengan	BR
BF	Pencucian	BE	<hr/>		
BG	Pemanasan	BE			
BH	Pengendapan	BF, BG			
BI	<i>Blowdown</i>	BH			
BJ	Pengiriman	BI			

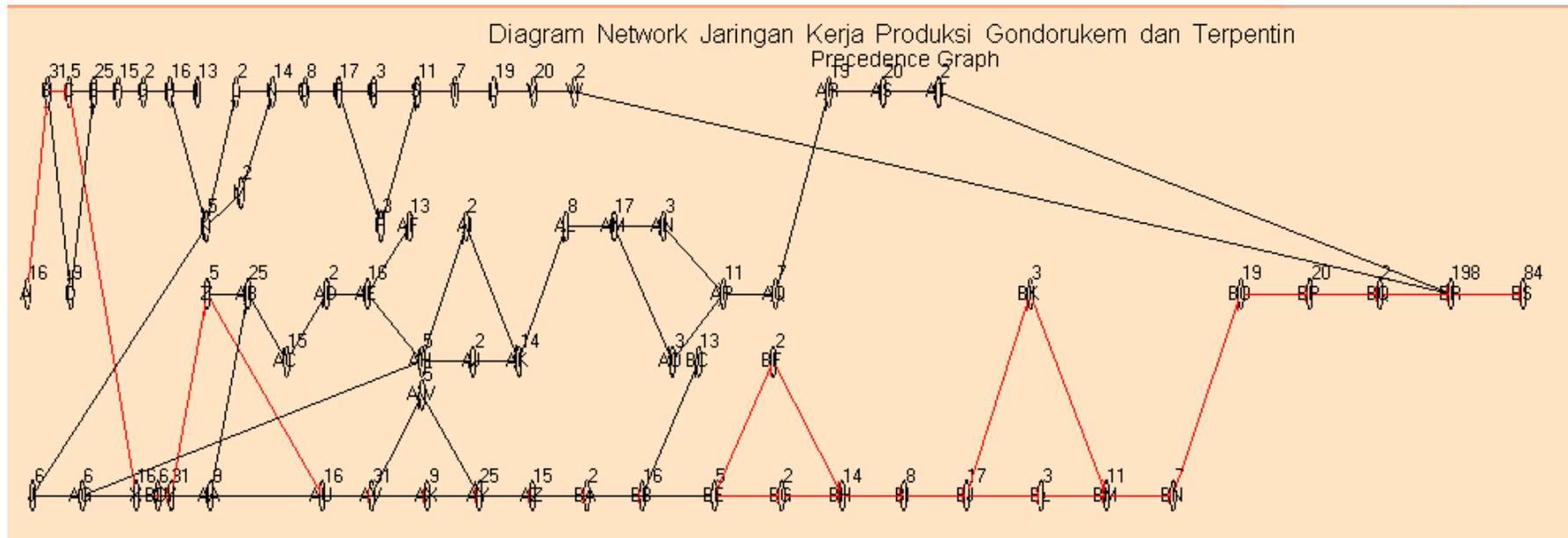
Dari Tabel 5.5 dapat diketahui hubungan antar elemen kerja dan kegiatan.

Terdapat hubungan paralel pada beberapa elemen kerja pada komponen kegiatan

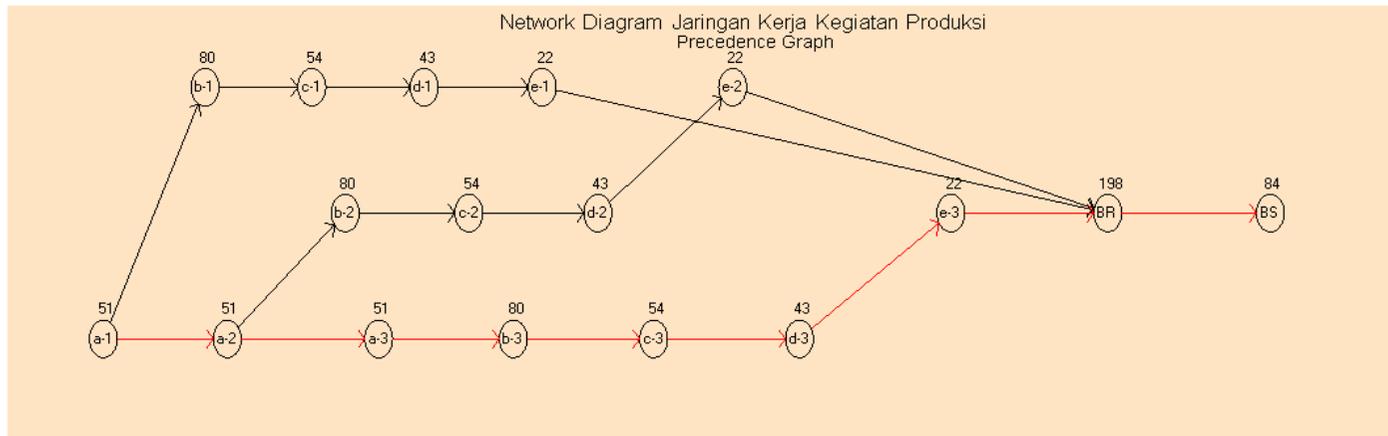
yang membuat umur suatu kegiatan menjadi lebih cepat. Hubungan paralel menunjukkan bahwa antar elemen kerja dapat dilakukan bersamaan tanpa harus menunggu salah satu elemen kerja selesai terlebih dahulu. Sedangkan hubungan antar komponen kegiatan bersifat seri. Hubungan seri pada kegiatan produksi tersebut menunjukkan bahwa antar kegiatan tidak dapat mulai dikerjakan apabila kegiatan pendahulunya belum selesai pengerjaannya, sehingga hubungan semi tersebut membuat umur suatu kegiatan menjadi lebih lama.

#### 5.3.1.3. Penyusunan Network Diagram

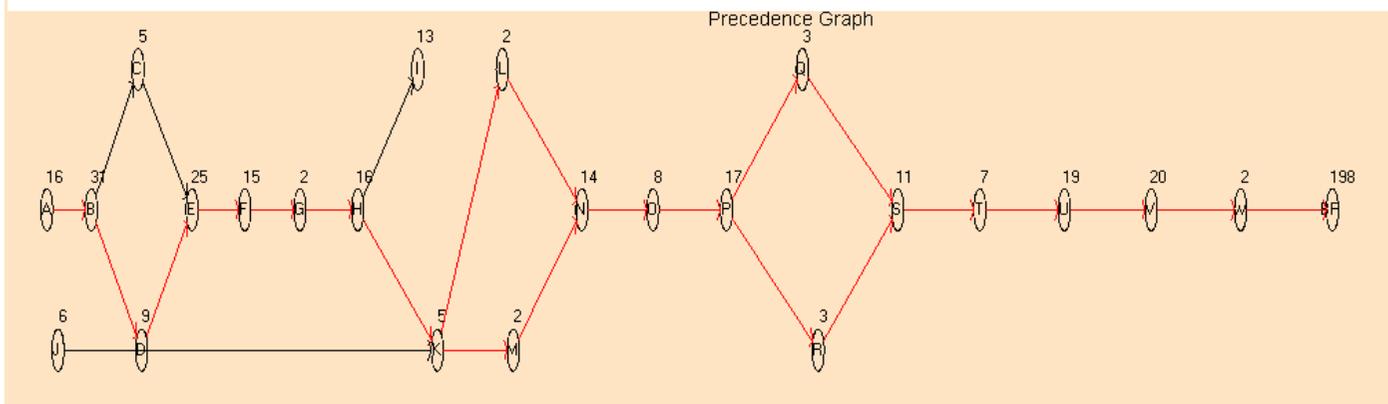
Tahap berikutnya adalah menyusun *network* diagram. Untuk menyusun *network diagram* diperlukan informasi berupa hubungan antar kegiatan beserta waktu penyelesaiannya yang diperoleh menggunakan analisis waktu dari Tabel 5.6 Hasil *network diagram* jaringan kerja pada proses produksi gondorukem disajikan dalam Gambar 5.1.



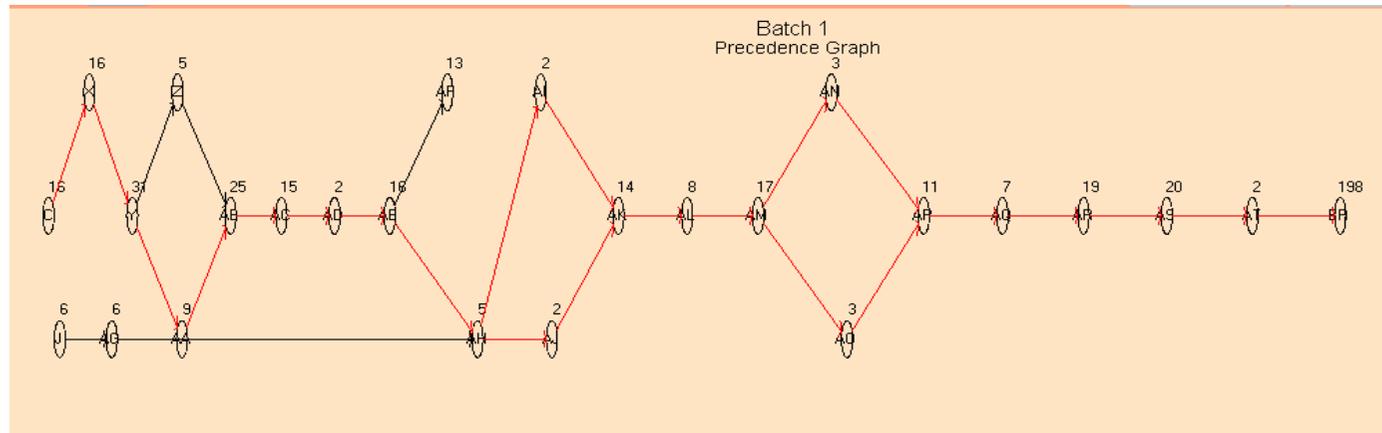
Gambar 5.1 *Network diagram jaringan kerja pada proses produksi gondorukem dan terpentin*



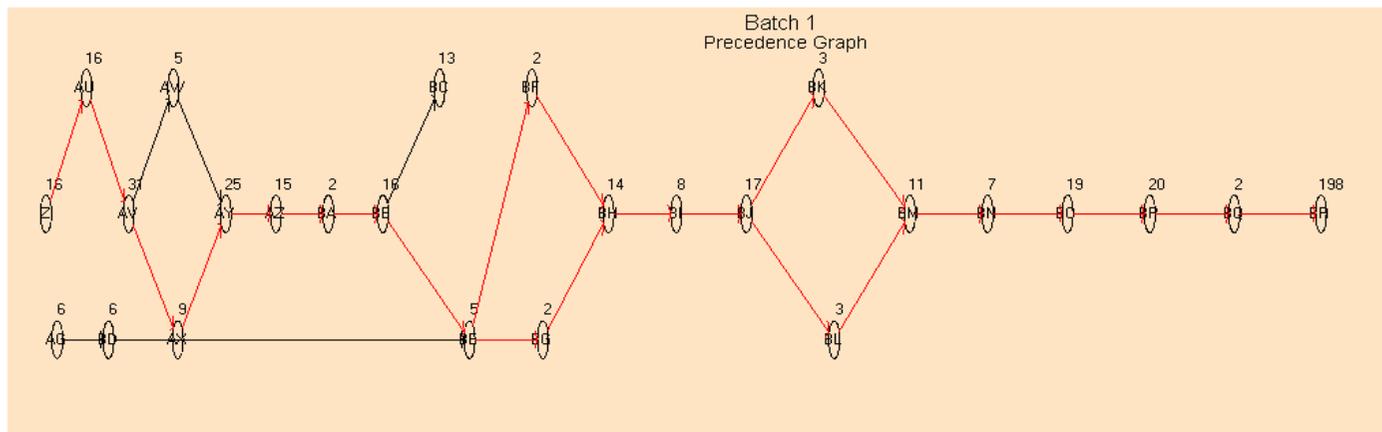
Gambar 5.2 *Network diagram* jaringan kerja pada komponen kegiatan produksi gondorukem dan terpentin



Gambar 5.3 *Network diagram* jaringan kerja pada elemen kerja *batch* 1



Gambar 5.4 *Network diagram* jaringan kerja pada elemen kerja *batch 2*



Gambar 5.5 *Network diagram* jaringan kerja pada elemen kerja *batch 3*

Keterangan simbol elemen kerja pada gambar 5.1 hingga 5.5

1. Pengukuran dan pemanasan awal		4. Pencucian	
Pengisian	A, X, AU	Pencucian	Q, AN, BK
Pemanasan	B, Y, AV	Pemanasan	R, AO, BL
Pengiriman	C, Z, AW	Pengendapan	S, AP, BM
2. Pengenceran		<i>Blowdown</i>	T, AQ, BN
Isi terpentin	D, AA, AX	Pengiriman	U, AR, BO
Pemanasan	E, AB, AY	5. Penampungan	
Pengendapan	F, AC, AZ	Pengendapan	V, AS, BP
<i>Blowdown</i>	G, AD, BA	<i>Blowdown</i>	W, AT, BQ
Pengiriman	H, AE, BB	6. Pemasakan	BR
Bongkar seresah	I, AF, BC	7. Pengalengan	BS
3. Pencampuran			
Pengadukan asam oksalat	J, AG, BD		
Pengiriman asam oksalat	K, AH, BE		
Pencucian	L, AI, BF		
Pemanasan	M, AJ, BG		
Pengendapan	N, AK, BH		
<i>Blowdown</i>	O, AL, BI		
Pengiriman	P, AM, BJ		

Pada Gambar 5.1 di atas, simbol lingkaran merupakan lambang dari elemen kerja pada komponen kegiatan sedangkan simbol anak panah melambangkan hubungan antar elemen kerja tiap kegiatan dengan kegiatan yang lain. Warna merah pada anak panah menunjukkan kegiatan kritis sedangkan warna hitam pada anak panah menunjukkan kegiatan tidak kritis. Berdasarkan gambar 5.1, jalur kritis berada elemen kerja A-B-C-X-Y-Z-AU-AV-AX-AY-AZ-BA-BB-BE-BF-BG-BH-BI-BJ-BK-BL-BM-BN-BO-BP-BQ-BR-BS dengan waktu 608 menit atau 10 jam 8 menit. Terdapat empat elemen kerja yang bersifat paralel. Elemen kerja yang bersifat paralel yaitu, C-D, Z-AA, dan AW-AX yaitu pengiriman getah dari talang getah menuju tangki *melter* dan pengisian terpentin untuk pengenceran di tangki *melter* yang kemudian dilakukan pemanasan. Lalu, elemen kerja H-J, AE-

AG, dan BB-BD yaitu pengadukan asam oksalat dan pengiriman larutan getah dari tangki *melter* menuju tangki *mixer*. Selanjutnya pada elemen kerja L-M, AI-AJ, dan BF-BG yaitu pencucian dan pemanasan pada tangki *mixer* setelah asam oksalat dikirim ke tangki dan sebelum diendapkan. Dan elemen kerja paralel terakhir adalah Q-R, AN-AO, dan BK-BL yaitu pencucian dan pemanasan pada tangki *scrubbing* setelah larutan getah selesai dikirim menuju tangki dan sebelum diendapkan.

#### 5.3.1.4. Analisis Waktu

Tahap berikutnya yaitu analisis waktu. Untuk melakukan analisis waktu digunakan *software* QM for Windows dengan pilihan *module* yaitu *Project Management* (PERT/CPM). Dengan menggunakan *software* tersebut, analisis waktu dilakukan dengan memasukkan data lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tiap elemen kerja pada komponen kegiatan. Dengan dilakukannya analisis waktu ini, maka dapat diketahui kegiatan kritis dan dapat dilakukan pengambilan keputusan. Hasil analisis waktu normal menggunakan metode CPM pada *software* QM for Windows disajikan pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Analisis waktu aktual untuk satu siklus produksi menggunakan *software QM for Windows* dengan metode CPM

<i>Activity</i>	<i>Activity time</i>	<i>Early Start</i>	<i>Early Finish</i>	<i>Late Start</i>	<i>Late Finish</i>	<i>Slack</i>
<i>Project</i>	608					
A	16	0	16	0	16	0
B	31	16	47	16	47	0
C	5	47	52	47	52	0
D	9	47	56	151	160	104
E	25	56	81	160	185	104
F	15	81	96	185	200	104
G	2	96	98	200	202	104
H	16	98	114	202	218	104
I	13	114	127	595	608	481
J	6	0	6	200	206	200
K	5	114	119	218	223	104
L	2	119	121	223	225	104
M	2	119	121	223	225	104
N	14	121	135	225	239	104
O	8	135	143	239	247	104
P	17	143	160	247	264	104
Q	3	160	163	264	267	104
R	3	160	163	264	267	104
S	11	163	174	267	278	104
T	7	174	181	278	285	104
U	19	181	200	285	304	104
V	20	200	220	304	324	104
W	2	220	222	324	326	104
X	16	52	68	52	68	0
Y	31	68	99	68	99	0
Z	5	99	104	99	104	0
AA	9	99	108	151	160	52
AB	25	108	133	160	185	52
AC	15	133	148	185	200	52
AD	2	148	150	200	202	52
AE	16	150	166	202	218	52
AF	13	166	179	595	608	429
AG	6	6	12	206	212	200
AH	5	166	171	218	223	52
AI	2	171	173	223	225	52
AJ	2	171	173	223	225	52
AK	14	173	187	225	239	52
AL	8	187	195	239	247	52
AM	17	195	212	247	264	52
AN	3	212	215	264	267	52

<i>Activity</i>	<i>Activity time</i>	<i>Early Start</i>	<i>Early Finish</i>	<i>Late Start</i>	<i>Late Finish</i>	<i>Slack</i>
AO	3	212	215	264	267	52
AP	11	215	226	267	278	52
AQ	7	226	233	278	285	52
AR	19	233	252	285	304	52
AS	20	252	272	304	324	52
AT	2	272	274	324	326	52
AU	16	104	120	104	120	0
AV	31	120	151	120	151	0
AW	5	151	156	155	160	4
AX	9	151	160	151	160	0
AY	25	160	185	160	185	0
AZ	15	185	200	185	200	0
BA	2	200	202	200	202	0
BB	16	202	218	202	218	0
BC	13	218	231	595	608	377
BD	6	12	18	212	218	200
BE	5	218	223	218	223	0
BF	2	223	225	223	225	0
BG	2	223	225	223	225	0
BH	14	225	239	225	239	0
BI	8	239	247	239	247	0
BJ	17	247	264	247	264	0
BK	3	264	267	264	267	0
BL	3	264	267	264	267	0
BM	11	267	278	267	278	0
BN	7	278	285	278	285	0
BO	19	285	304	285	304	0
BP	20	304	324	304	324	0
BQ	2	324	326	324	326	0
BR	198	326	524	326	524	0
BS	84	524	608	524	608	0

Dari Tabel 5.4 di atas dapat diketahui bahwa total waktu aktual kegiatan produksi adalah 608 menit atau 10 jam 8 menit. Kegiatan kritis terjadi pada seluruh kegiatan mulai dari pengukuran dan pemanasan awal hingga pengalengan. Kegiatan kritis terjadi pada kegiatan pengukuran dan awal untuk *batch* 1, 2, dan 3, pengenceran *batch* 2, pencampuran *batch* 2, pencucian *batch* 2, penampungan *batch* 2, pemasakan, dan pengalengan. Kegiatan-kegiatan tersebut memiliki selisih

antara waktu paling awal mulai (*early start*) dengan saat mulai paling lambat (*late start*) yaitu nol. Nilai nol menggambarkan bahwa kegiatan tersebut tidak memiliki tenggang waktu (*slack time*) dan merupakan kegiatan yang bersifat kritis. Sifat kritis mengakibatkan setiap kegiatan tersebut sensitif terhadap keterlambatan. Sehingga, apabila ada kegiatan yang mengalami keterlambatan namun kegiatan lainnya tidak mengalaminya, maka penyelesaian dari proses produksi tetap akan mengalami keterlambatan.

### 5.3.2. Pengoptimalan Proses Produksi

Menurut Sugiharto dan Triana (2007), berdasarkan hasil penghitungan dengan metode CPM dapat terlihat adanya *slack* atau waktu longgar yang memungkinkan adanya sejumlah tenaga kerja yang menganggur dan pemborosan tenaga listrik. Perusahaan dapat menghilangkan ketidakefisienan dalam penggunaan waktu tersebut dengan cara memperpendek waktu pengerjaan proses produksi pada jalur kritis. Pada masing-masing kegiatan yang dipercepat pengerjaan produksinya maka biayanya dapat dihemat sebesar waktu produksi yang dipercepat.

Secara keseluruhan, ketujuh kegiatan pada proses produksi gondorukem dan terpentin merupakan kegiatan kritis. Pengurangan waktu penyelesaian kegiatan dapat dilakukan dengan memilih elemen kerja yang kritis. Perbandingan waktu antara komponen kegiatan produksi gondorukem dan terpentin sebelum dan sesudah dilakukan pengurangan waktu pada elemennya disajikan pada Tabel 5.7 berikut.

Tabel 5.7. Perbandingan waktu aktual dan waktu *crash*

No.	Kegiatan	Waktu (menit)	
		aktual	<i>crash</i>
1	Pengukuran dan pemanasan awal		
	a. Pengisian	16	16
	b. Pemanasan	31	28
	c. Pengiriman	5	5
2	Pengenceran		
	a. Isi terpentin	9	9
	b. Pemanasan	25	23
	c. Pengendapan	15	11
	d. <i>Blowdown</i>	2	2
	e. Pengiriman	16	16
	f. Bongkar seresah	13	13
3	Pencampuran		
	a. Pengadukan asam oksalat	6	5
	b. Pengiriman asam oksalat	5	5
	c. Pencucian	2	2
	d. Pemanasan	2	2
	e. Pengendapan	14	11
	f. <i>Blowdown</i>	8	8
	g. Pengiriman	17	17
4	Pencucian		
	a. Pencucian	3	3
	b. Pemanasan	3	3
	c. Pengendapan	11	11
	d. <i>Blowdown</i>	7	7
	e. Pengiriman	19	19
5	Penampungan		
	a. Pengendapan	20	17
	b. <i>Blowdown</i>	2	2
6	Pemasakan	198	189
7	Pengalengan	84	84

Berdasarkan Tabel 5.7 di atas diketahui bahwa waktu pengerjaan

komponen kegiatan produksi gondorukem dan terpentin dapat dikurangi dengan mengubah durasi pengerjaan elemen kerja pada komponen kegiatan. Pengurangan durasi waktu elemen kerja pada tiap komponen kegiatan berbeda-beda. Hal ini tergantung pada SOP (*Standard of Procedure*) dan instruksi kerja milik PGT Rejowinangun. Elemen kerja yang dikurangi durasi waktunya merupakan elemen

kerja yang memiliki standar deviasi yang tinggi. Hal ini dikarenakan terdapat perbedaan atau simpangan durasi waktu yang cukup besar pada elemen kerja tersebut. Pemilihan pengurangan durasi waktu juga disesuaikan berdasarkan instruksi kerja dan praktik langsung di lapangan pada setiap alat, sehingga tidak melanggar ketentuan yang telah ditetapkan oleh PGT Rejowinangun.

Pada kegiatan pengukuran dan pemanasan awal dilakukan pengurangan waktu pada elemen kerja pemanasan awal getah yang semula 31 menit menjadi 28 menit. Pada kegiatan pengenceran, pengurangan durasi waktu dilakukan pada elemen kerja yaitu pemanasan dan pengendapan. Waktu pada elemen kerja pemanasan yang awalnya 25 menit menjadi 23 menit dan pada pengendapan dari 15 menit menjadi 11 menit. Pada kegiatan pencampuran, elemen kerja yang dikurangi durasi waktunya yaitu pengadukan asam oksalat dengan air yang semula 6 menit menjadi 5 menit dan pengendapan dari 14 menit menjadi 11 menit. Selain itu, elemen kerja pemanasan pada pencampuran dan pencucian dapat dilakukan bersamaan dengan pengadukan menggunakan agitator. Pada kegiatan penampungan dilakukan pengurangan waktu pada elemen kerja pengendapan yaitu dari 20 menit menjadi 17. Dan yang terakhir, dilakukan pengurangan waktu elemen kerja pemanasan pada kegiatan pemasakan.

Pengurangan waktu pada elemen kerja pemanasan dilakukan untuk menghindari kemungkinan larutan getah mengalami perubahan warna (*browning*) yang dapat mempengaruhi mutu gondorukem. Pemanasan pada tangki *melter* dilakukan hingga getah pinus mencair dengan sempurna, sedangkan pemanasan pada tangki *mixer* dan *scrubbing* cukup dilakukan untuk menjaga larutan getah pada suhu 70-80°. Sementara itu, pengurangan waktu pada elemen kerja pengendapan

dilakukan untuk menghemat waktu tunggu larutan getah untuk dikirimkan ke tangki berikutnya. Hal ini dilakukan karena ditemukan keterlambatan pada kegiatan pemasakan karena menunggu larutan getah yang belum siap atau memenuhi kapasitas *batch* pemasakan. Namun apabila jumlah tangki penampung dapat diperbanyak, pengendapan pada tangki-tangki tersebut dapat diperpanjang waktunya, sehingga larutan getah yang dimasak akan lebih bersih dari kotoran-kotoran halus. Alat agitator pada tangki *mixer* dan *scrubbing* yang tidak digunakan, sebaiknya mulai digunakan kembali untuk membantu pencampuran larutan getah dengan asam oksalat hingga dapat tercampur sempurna. Selain itu, dengan adanya agitator proses pengendapan dapat dilakukan dengan baik karena terjadi putaran yang kuat dan mengendapkan kotoran-kotoran. Agitator digunakan bersamaan dengan pemanasan pada kegiatan pencampuran di tangki *mixer* dan pencucian di tangki *scrubbing*.

Dari pengurangan waktu pada elemen kerja pada tiap kegiatan kecuali pengalengan kemudian dilakukan analisis waktu. Analisis waktu bertujuan untuk melihat perbedaan total waktu produksi untuk satu siklus antara waktu aktual dengan waktu setelah dilakukan pengurangan (waktu *crash*). Hasil analisis waktu yang telah dikurangi menggunakan metode CPM pada *software QM for Windows* disajikan pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Analisis waktu *crash* untuk satu siklus produksi menggunakan *software* QM for Windows dengan metode CPM

<i>Activity</i>	<i>Activity time</i>	<i>Early Start</i>	<i>Early Finish</i>	<i>Late Start</i>	<i>Late Finish</i>	<i>Slack</i>
<i>Project</i>	578					
A	16	0	16	0	16	0
B	28	16	44	16	44	0
C	5	44	49	44	49	0
D	9	44	53	142	151	98
E	23	53	76	151	174	98
F	11	76	87	174	185	98
G	2	87	89	185	187	98
H	16	89	105	187	203	98
I	13	105	118	565	578	460
J	5	0	5	188	193	188
K	5	105	110	203	208	98
L	2	110	112	208	210	98
M	2	110	112	208	210	98
N	11	112	123	210	221	98
O	8	123	131	221	229	98
P	17	131	148	229	246	98
Q	3	148	151	246	249	98
R	3	148	151	246	249	98
S	11	151	162	249	260	98
T	7	162	169	260	267	98
U	19	169	188	267	286	98
V	17	188	205	286	303	98
W	2	205	207	303	305	98
X	16	49	65	49	65	0
Y	28	65	93	65	93	0
Z	5	93	98	93	98	0
AA	9	93	102	142	151	49
AB	23	102	125	151	174	49
AC	11	125	136	174	185	49
AD	2	136	138	185	187	49
AE	16	138	154	187	203	49
AF	13	154	167	565	578	411
AG	5	5	10	193	198	188
AH	5	154	159	203	208	49
AI	2	159	161	208	210	49
AJ	2	159	161	208	210	49
AK	11	161	172	210	221	49

<i>Activity</i>	<i>Activity time</i>	<i>Early Start</i>	<i>Early Finish</i>	<i>Late Start</i>	<i>Late Finish</i>	<i>Slack</i>
AL	8	172	180	221	229	49
AM	17	180	197	229	246	49
AN	3	197	200	246	249	49
AO	3	197	200	246	249	49
AP	11	200	211	249	260	49
AQ	7	211	218	260	267	49
AR	19	218	237	267	286	49
AS	17	237	254	286	303	49
AT	2	254	256	303	305	49
AU	16	98	114	98	114	0
AV	28	114	142	114	142	0
AW	5	142	147	146	151	4
AX	9	142	151	142	151	0
AY	23	151	174	151	174	0
AZ	11	174	185	174	185	0
BA	2	185	187	185	187	0
BB	16	187	203	187	203	0
BC	13	203	216	565	578	362
BD	5	10	15	198	203	188
BE	5	203	208	203	208	0
BF	2	208	210	208	210	0
BG	2	208	210	208	210	0
BH	11	210	221	210	221	0
BI	8	221	229	221	229	0
BJ	17	229	246	229	246	0
BK	3	246	249	246	249	0
BL	3	246	249	246	249	0
BM	11	249	260	249	260	0
BN	7	260	267	260	267	0
BO	19	267	286	267	286	0
BP	17	286	303	286	303	0
BQ	2	303	305	303	305	0
BR	189	305	494	305	494	0
BS	84	494	578	494	578	0

Berdasarkan tabel 5.8 di atas, setelah dilakukan pengurangan waktu pada

beberapa elemen kerja pada tiap kegiatan kecuali pengalengan, waktu yang dibutuhkan dalam proses produksi gondorukem dan terpentin dalam satu siklus yaitu 578 menit atau 9 jam 38 menit. Selisih waktu antara waktu aktual dengan

waktu yang telah dilakukan pengurangan adalah 30 menit. Dengan dilakukannya pengurangan waktu pada elemen kerja tersebut dapat digunakan untuk mengurangi penggunaan sumberdaya dan biaya.

#### 5.4. Perbandingan Waktu, Sumberdaya, dan Biaya Produksi

Dari hasil analisis waktu dapat diketahui adanya perbedaan durasi lamanya waktu pengerjaan produksi gondorukem dan terpentin yang semula 608 menit menjadi 578 menit atau terjadi pengurangan waktu kegiatan produksi sebanyak 30 menit. Waktu penyelesaian kegiatan yang lebih cepat berpengaruh terhadap penggunaan sumberdaya dan biaya. Perbandingan biaya yang dikeluarkan untuk satu siklus produksi gondorukem pada waktu aktual dan waktu *crash* disajikan dalam Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Perbandingan biaya aktual dan biaya *crash* untuk satu siklus produksi

No.	Komponen Biaya	Biaya			
		Waktu Aktual		Waktu <i>Crash</i>	
1	Biaya bahan baku	Rp	67.687.500	Rp	67.687.500
2	Biaya tenaga kerja				
	a. Upah pegawai	Rp	137.083	Rp	137.083
	b. Upah borongan	Rp	37.012	Rp	37.012
3	Biaya <i>overhead</i> pabrik				
	a. Biaya makan/minum	Rp	40.467	Rp	40.467
	c. Biaya pemeliharaan mesin/instalasi pabrik	Rp	87.971	Rp	83.629
	d. Biaya penyusutan mesin/instalasi pabrik	Rp	292.300	Rp	292.300
	c. Biaya bahan penolong				
	- Biaya listrik	Rp	224.536	Rp	229.107
	- Biaya CNG	Rp	2.402.190	Rp	2.195.974
	- Biaya asam oksalat	Rp	300.000	Rp	300.000
	- Biaya garam industri	Rp	28.500	Rp	28.500
	d. Biaya kaleng gondorukem	Rp	2.921.000	Rp	2.921.000
	Total	Rp	74.158.560	Rp	73.952.572

Sumber : Lampiran 10-11

Dari tabel di atas dapat diketahui biaya yang diperlukan PGT Rejowinangun untuk satu siklus produksi gondorukem dengan asumsi mutu yang dihasilkan adalah WW dengan menggunakan waktu pengerjaan secara aktual adalah Rp74.158.560 atau Rp9.888/kg getah pinus yang diolah. Sementara itu, biaya yang diperlukan setelah dilakukan pengoptimalan waktu produksi (waktu *crash*) adalah Rp73.952.572 atau Rp9.860/kg getah pinus yang diolah. Dari hasil perbandingan tersebut terjadi penurunan dan penghematan biaya sebesar Rp205.988 atau Rp27/kg getah pinus yang diolah. Perbedaan tersebut terjadi karena adanya pengurangan waktu dari 608 menit menjadi 578 menit. Dengan adanya pengurangan waktu tersebut dapat digunakan untuk mengurangi penggunaan sumberdaya dan biaya. Biaya yang berkurang karena perubahan waktu produksi adalah biaya pemeliharaan mesin/instalasi pabrik, biaya listrik, dan biaya CNG.

Satu *shift* di PGT Rejowinangun adalah 8 jam, di mana jika menggunakan waktu aktual diperoleh delapan kali kegiatan untuk pengenceran hingga penampungan dan dua kali kegiatan pemasakan. Namun, apabila digunakan waktu *crash* dapat diperoleh sembilan kali kegiatan untuk pengenceran hingga penampungan dan dua sampai tiga kali kegiatan pemasakan. Semakin kecil waktu yang diperlukan maka akan semakin banyak getah yang diolah dan menghasilkan gondorukem.

Biaya tenaga kerja dipengaruhi oleh jumlah getah yang diolah. Dikarenakan PGT Rejowinangun telah menetapkan target tiap *shift*, maka gaji yang diperoleh tiap operator adalah sama tiap ton getah yang diolah per orang. Namun tiap operator dapat berbeda upahnya tergantung dengan masa kerjanya dan ton getah yang mampu dikerjakan dalam satu bulan. Karena adanya target tersebut

merupakan salah satu alasan terjadinya keterlambatan waktu pengerjaan, sebab apabila dalam satu *shift* telah tercapai targetnya maka operator berhenti untuk bekerja dan terjadi kekosongan hingga *shift* berikutnya.

Biaya tenaga kerja diberikan kepada tujuh operator yang bekerja dalam satu siklus kegiatan produksi. Upah borongan diberikan kepada operator talang getah atau operator lainnya yang merangkap sebagai pengurus bongkar seresah dari tangki *melter*. Selain itu, upah borongan juga diberikan kepada tenaga kerja yang bertugas dalam membersihkan, menyiapkan, menutup, dan mengepres kaleng kemasan gondorukem. Karena menggunakan perhitungan jumlah getah yang diolah, upah tenaga kerja untuk satu siklus produksi tidak mengalami perubahan.

Biaya *overhead* pabrik terdiri dari biaya makan/minum, pemeliharaan mesin/instalasi pabrik, penyusutan mesin/instalasi pabrik, biaya listrik, biaya CNG, biaya asam oksalat, biaya garam industri, dan biaya kaleng kemasan gondorukem. Biaya pemeliharaan mesin/instalasi pabrik setelah dilakukan pengoptimalan (waktu *crash*) mengalami perubahan daripada saat waktu aktual. Menurut Alfian (2016), biaya pemeliharaan pada pabrik gondorukem dan terpentin dikeluarkan berdasarkan kebutuhan pabrik itu sendiri dan tidak menentu waktu serta jumlahnya. Biaya pemeliharaan dapat menjadi besar karena mesin yang terus-menerus digunakan memerlukan pemeliharaan seperti servis dan *sparepart*. Sehingga, apabila penggunaan mesin dapat diminimalisir waktunya, diharapkan dapat mengurangi biaya pemeliharaannya. Seperti pada penelitian Umiyati (2016), biaya pemeliharaan bangunan dan mesin/instalasi pada suatu kegiatan menurun karena semakin cepatnya proses produksi. Berdasarkan analisis, biaya pemeliharaan dapat dikurangi sebesar Rp4.342 per siklusnya. Biaya penyusutan mesin/instalasi pabrik

memiliki nilai atau jumlah yang sama tiap waktunya karena berdasarkan dari *lifetime* mesin/instalasi pabrik tersebut. Sehingga, biaya penyusutan tidak mengalami penurunan biaya karena tidak dipengaruhi oleh waktu penggunaan mesin tersebut.

Menurut Simatupang dkk (2015), biaya tidak langsung tidak tergantung pada kuantitas pekerjaan, melainkan bergantung pada jangka waktu pelaksanaan proyek. Bila biaya tidak langsung ini dianggap tetap selama umur proyek, maka biaya kumulatifnya akan naik secara linier menurut umur proyek. Di PGT Rejowinangun, hampir seluruh kegiatan produksi menggunakan listrik dan uap untuk keberlangsungan kegiatannya. Semakin sedikit waktu yang dipergunakan diharapkan mampu mengurangi jumlah penggunaan listrik dan gas CNG.

Elemen-elemen kerja yang berpengaruh terhadap penggunaan listrik yaitu pemanasan pada tiap tangki, *blowdown*, pengiriman larutan getah, pengadukan asam oksalat, pencucian, dan pemasakan. Sementara itu, elemen-elemen kerja yang berpengaruh terhadap penggunaan uap dan gas CNG adalah pemanasan dan pemasakan. Dengan digunakannya optimasi waktu diharapkan dapat dilakukan penghematan biaya CNG sebesar Rp206.216 per siklus, namun terjadi kenaikan biaya listrik sebesar Rp4.571 per siklus. Sedangkan biaya untuk penggunaan bahan kimia seperti asam oksalat dan garam industri dipengaruhi oleh jumlah getah yang diproses serta biaya kaleng gondorukem dipengaruhi oleh jumlah gondorukem yang dihasilkan.

Pada bulan November tahun 2019, PGT Rejowinangun memiliki target rencana memasak 691.353 kg getah atau sekitar 92 kali siklus produksi dengan asumsi getah yang dihasilkan adalah getah mutu WW. Apabila kegiatan produksi

dikerjakan dengan waktu aktual maka akan membutuhkan biaya sebesar Rp6.835.956.688. Sementara itu, apabila produksi dapat dikerjakan dengan waktu yang telah dioptimasi, diharapkan pabrik menghemat biaya sebesar Rp18.950.852, sehingga biaya menjadi Rp6.803.636.632.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini antara lain :

1. Untuk satu siklus produksi dibutuhkan dibutuhkan waktu 608 menit dengan biaya yang dibutuhkan sebesar Rp74.158.560 atau Rp9.888/kg getah yang diolah.
2. Menurut analisis CPM, proses produksi gondorukem dan terpentin yang ada masih merupakan kegiatan kritis dan dapat dilakukan pengoptimalan waktu terhadap elemen kerja pada komponen kegiatan. Pengoptimalan waktu yang dilakukan dalam bentuk percepatan (*crash*) dengan mengurangi durasi waktu. Elemen kerja yang dapat dikurangi durasi waktunya yaitu, pemanasan awal getah, pemanasan dan pengendapan pada kegiatan pengenceran, pengadukan asam oksalat dan pengendapan pada kegiatan pencampuran, pengendapan pada kegiatan penampungan, serta pemanasan pada pemasakan.
3. Dari hasil analisis yang telah dilakukan dapat dilakukan penghematan waktu sebesar 30 menit serta biaya sejumlah Rp205.988 atau Rp27/kg getah yang diolah. Sumberdaya yang dapat dihemat adalah penggunaan listrik dan CNG. Sementara itu, waktu setelah dilakukan pengoptimalan (waktu *crash*) menjadi 578 menit dengan biaya yang dibutuhkan Rp 73.952.572 atau Rp9.860/kg getah diolah.

## 6.2. Saran

1. Pengurangan waktu pada beberapa elemen kerja dapat dilakukan untuk mengurangi keterlambatan agar proses produksi dapat dilakukan terus-menerus.
2. Penambahan jumlah tangki penampung untuk menambah waktu kegiatan penampungan larutan getah yang akan dimasak.
3. Penggunaan kembali agitator dapat membantu pencampuran larutan getah dengan larutan asam oksalat dan pencucian secara sempurna. Selain itu, putaran agitator dapat membantu mengendapkan kotoran dengan lebih baik, sehingga dapat mengurangi waktu pengendapan yang cukup lama.
4. Perlu dilakukan analisis CPM (*Critical Path Method*) oleh tenaga ahli sehingga diperoleh hasil yang lebih pasti dan dapat diambil tindakan yang sesuai untuk mengatasinya.
5. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengurangan waktu dengan kualitas gondorukem yang dihasilkan, sehingga dapat dilakukan proses produksi yang lebih efisien dan hasil yang optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahyari, A. 1977. *Net Work Perencanaan dan Pengawasan Aktivitas Perusahaan*. BPFE. Yogyakarta.
- Alfan, R. 2016. *Analisis Keuntungan Pabrik Gondorukem dan Terpentin (OGT) Sapuran, Wonosobo, Jawa Tengah*. Skripsi. Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Ali, T. H. 1992. *Prinsip-prinsip Network Planning*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Arianie, G. P. dan N. B. Puspitasari. 2017. *Perencanaan Manajemen Proyek Dalam Meningkatkan Efisiensi dan Efektifitas Sumber Daya Perusahaan. Studi Kasus : Qiscus Pte Ltd*. Jurnal Teknik Industri 12(3) : 189-196.
- Astuti, R. Y. 2007. *Penerapan Analisa Jaringan Kerja Untuk Optimalisasi Perencanaan Produksi Dengan Metode Jalur Kritis. Studi Kasus Pada Kajeng Handicraft Yogyakarta*. Skripsi. Fakultas Ekonomi Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta.
- Barnes, R. M. 1985. *Motion and Time Study*. John Wiley and Sons Indo. New York.
- Caesaron, D. dan A. Thio. 2015. *Analisa Penjadwalan Waktu Dengan Metode Jalur Kritis dan PERT Pada Proyek Pembangunan Ruko (Jl. Pasar Lama No. 20, Glodok)*. Journal of Industrial Engineering & Management Systems 8(2) : 59-82.
- Dharma, A. A. dan H. U. Wiwi. 2013. *Perencanaan Jaringan Kerja Pada Erection Block Kapal Untuk Meningkatkan Efisiensi Waktu Pembuatan (Studi Kasus di PT. Dok dan Perkapalan Surabaya)*. Jurnal Teknik Mesin 1(2) : 42-51.
- Fachrodji, A., U. Sumarwan, E. Suhendang, dan Harianto. 2009. *Perbandingan Daya Saing Produk Gondorukem di Pasar Internasional*. Jurnal Manajemen dan Agribisnis 6(2) : 140-151.

- Fadhilah R. dan K. Rizkika. 2015. *Laba Lebah Tanpa Sengat*. PT Trubus Swadata. Depok.
- Ginting, R. 2012. *Sistem Produksi*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Gitosudarmo, I. 1985. *Sistem Perencanaan Pengendalian Produksi, Edisi Revisi*. BPFE. Yogyakarta.
- Hadi, A. Q. dan Rodame M. N. 2011. *10 Tanaman Investasi Pendulang Rupiah*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Haryanto. 1995. *Pemanenan Hasil Hutan*. Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta.
- Helmi, R. 1990. *Akuntansi Biaya : Pengantar Untuk Perencanaan & Pengendalian Biaya Produksi*. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia. Jakarta.
- Herjanto, E. 1999. *Manajemen Produksi dan Operasi Edisi Kedua*. PT Grasindo. Jakarta.
- Herjanto, E. 2007. *Manajemen Operasi, Edisi Ketiga*. PT Grasindo. Jakarta.
- Herjanto, E. 2009. *Sains Manajemen : Analisis Kuantitatif untuk Pengambilan Keputusan*. PT Grasindo. Jakarta.
- Kasmudjo. 2011. *Hasil Hutan Non Kayu*. Cakrawala Media. Yogyakarta.
- Kasmudjo. 2014. *Produk Ekstraktif Tumbuhan*. Cakrawala Media. Yogyakarta.
- Kurniaty, I. 2017. *Evaluasi Aspek Finansial Penghematan Bahan Bakar Bensin Menjadi CNG (Compressed Natural Gas) untuk Mobil Pribadi*. Universitas Muhammadiyah Jakarta. Jakarta.
- Kurniawan, D. P., Ashadi, R. W., dan Arif. 2015. *Penentuan Waktu dan Analisis Keseimbangan Lini Produksi pada Industri Pengolahan Gondorukem dan Terpentin*. Jurnal Pertanian 6(2) : 88-91.

- Levin, R.I. dan C. A. Kirkpatrick. 1972. *Perencanaan dan Pengawasan dengan PERT dan CPM*. Bhratara. Jakarta.
- Madura, J. 2007. *Pengantar Bisnis*. Salemba Empat. Jakarta.
- Mahfud, M. dan Z. Sabara. 2018. *Industri Kimia Indonesia*. Deepublish. Yogyakarta.
- Mardiasmo. 1994. *Akuntansi Biaya*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Martono, R. V. 2019. *Analisis Produktivitas dan Efisiensi*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Maryudi, A. dan N. Supriyatno. 2011. *Ilmu Kerja Kehutanan*. Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta.
- Mujetahid, A. M. 2010. *Analisis Biaya Penebangan pada Hutan Jati di Hutan Rakyat di Kabupaten Bone*. Perennial 6(2) : 108-115. BPPK. Bogor.
- Mundel, E. M. 1951. *Motion and Time Study*. Prentice Hall Inc. New York.
- Mursyidi. 2008. *Akuntansi Biaya, Edisi 5*. UPP STIM YPKN. Yogyakarta.
- Nasution, A. H. 2006. *Manajemen Industri*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Nurlaela, N. 2018. *Analisis Efisiensi Alokasi Faktor-faktor Produksi Pada Usahatani Padi Sawah di Kecamatan Cibeureum, Kota Tasikmalaya*. Skripsi. Fakultas Ekonomi dan Bisnis. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Nurmaydha, A., S. Wijana, dan P. Doeranto. 2017. *Analisis Produktivitas pada Bagian Produksi Gondorukem dan Terpentin Menggunakan Metode Objective Matrix (OMAX). Studi Kaus di PGT Sukun Ponorogo Kesatuan Bisnis Mandiri Industri Non Kayu (KBM-INK) Perum Perhutani Unit II Jawa Timur*. Agroindustrial Technology Journal 01(01) : 42-54.
- Nurvitarini, D., A. Rahman, dan R. Yuniarti. 2015. *Penentuan Jumlah Operator Berdasarkan Analisa Beban Kerja Fisik Dengan Pertimbangan*

*Cardiovascular Load. Studi Kasus : Pabrik Gondorukem dan Terpentin Garahan Jember.* Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri 3(3) : 536-545.

Pianda, D. 2008. *Optimasi Perencanaan Produksi Pada Kombinasi Produk Dengan Metode Linear Programming.* CV Jejak. Sukabumi.

Rahman, R. dan Yogi D. Y. S. 2008. *Pengaruh Biaya Tenaga Kerja Langsung Terhadap Volume Produksi (Studi Kasus Pada Perusahaan Galunggung Raya Block Tasikmalaya).* Jurnal Akuntansi FE UNSIL. 3(1): 404-410.

Samryn, L. M. 2012. *Akuntansi Manajemen : Informasi Biaya Untuk Mengendalikan Aktivitas Operasi dan Informasi.* Kencana. Jakarta.

Satriawan, R. U. 2010. *Evaluasi Kinerja Distribusi Produk Gondorukem Untuk Pasar Internasional.* Tesis. Magister Manajemen Fakultas Ekonomika dan Bisnis Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Simatupang, J. S., A. K. T. Dundu, dan M. Sibi. 2015. *Pengaruh Percepatan Surasi Terhadap Waktu Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus : Pembangunan Persekolahan Eben Haezar Manado).* Jurnal Sipil Statistik 3(5) : 2337-6732.

Soeharto, I. 2002. *Studi Kelayakan Proyek Industri.* Erlangga. Jakarta.

Sugiharto, T. dan N. Triana. 2007. *Analisis Jaringan Kerja Untuk Mengukur Efisiensi Waktu dan Biaya Pelaksanaan Proses Produksi : Studi Kasus Pada Perusahaan Mujur Jaya.* Jurnal Ekonomi Bisnis 3(12) : 212-219.

Umiyati. 2016. *Perencanaan Jaringan Kerja pada Industri Moulding di Industri Pengolahan Kayu Jati Cepu.* Skripsi. Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta

Wahyudi. 2013. *Buku Pegangan Hasil Hutan Bukan Kayu.* Pohon Cahaya. Yogyakarta.

Witjaksono, Armanto. 2006. *Akuntansi Biaya, Edisi Pertama.* Graha Ilmu. Yogyakarta

Yuswandi, A. S. 2013. *Analisis Nilai Tambah dan Profitabilitas Produk  
Gondorukem dan Terpentin*. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.

## LAMPIRAN