



**ANALISIS KELAYAKAN EKONOMI DALAM PENERAPAN
GREEN MANUFACTURING DI PG. PADJARAKAN, KAB.
PROBOLINGGO**

SKRIPSI

Oleh

Sofiah Dian Yuliarina
131710201036

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2017**



**ANALISIS KELAYAKAN EKONOMI DALAM PENERAPAN
GREEN MANUFACTURING DI PG. PADJARAN, KAB.
PROBOLINGGO**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Pertanian (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh

Sofiah Dian Yuliarina
131710201036

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2017**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan sebagai rasa terima kasih saya kepada:

- a. kedua orang tua saya Ibunda Eni Kusuma Ningroem dan Ayahanda Budi Kuswanto serta adik-adik tercinta Dwi Rizki Ambarwati, Rio Ahmad Fadilah, dan keluarga besaryang telah menjadi motivasi, inspirasi dan memberikan dukungan do'anya;
- b. guru-guru saya sejak TK hingga Perguruan Tinggi yang memberikan ilmunya;
- c. almamater tercinta Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan sholatmu sebagai penolongmu. Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar
(Terjemahan Al-Qur'an Surat Al-Baqarah: 153)

Barang siapa bersungguh-sungguh, sesungguhnya kesungguhannya itu adalah untuk dirinya sendiri
(Terjemahan Al-Qur'an Surat Al-Ankabut: 06)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sofiah Dian Yuliarina

NIM : 131710201036

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul **“Analisis Kelayakan Ekonomi dalam Penerapan *Green Manufacturing* di PG. Padjarakan, Kab. Probolinggo”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenarannya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 11 Juli 2017
Yang menyatakan,

Sofiah Dian Yuliarina
NIM 131710201036

SKRIPSI

**ANALISIS KELAYAKAN EKONOMI DALAM PENERAPAN
GREEN MANUFACTURING DI PG. PADJARAKAN, KAB.
PROBOLINGGO**

Oleh

**Sofiah Dian Yuliarina
NIM 131710201036**

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Dr. I.B. Suryaningrat, S. TP., M.M

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Elida Novita, S. TP., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisis Kelayakan Ekonomi dalam Penerapan *Green Manufacturing* di PG. Padjarakan, Kab. Probolinggo” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada:

Hari :

Tanggal :

Tempat :

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Dr. I.B. Suryaningrat, S. TP., M.M

Dr. Elida Novita, S. TP., M.T

NIP 197008031994031004

NIP 197311301999032001

Tim Penguji

Ketua,

Anggota,

Dian Purbasari, S. Pi., M. Si

Miftahul Choiron, S. TP., M. Sc

NIP. 760016795

NIP 19850302232008011002

Mengesahkan

Dekan,

Dr.Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng

NIP. 196809231994031009

RINGKASAN

Analisis Kelayakan Ekonomi dalam Penerapan Green Manufacturing di PG. Padjarakan, Kab.Probolinggo. Sofiah Dian Yuliarina, 131710201036; 51 Halaman; Jurusan Teknik Pertanian; Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

PG. Padjarakan merupakan salah satu industri gula yang terletak di Desa Sukokerto, Kecamatan Pajarakan, Kabupaten Probolinggo. Keberadaan PG. Padjarakan sangat berpengaruh terhadap perekonomian masyarakat di Kecamatan Pajarakan. Banyak masyarakat bekerja di PG. Padjarakan. Pabrik bekerja sama dengan para petani dan pemilik lahan sekitar dalam pemenuhan bahan baku utama gula kristal putih (GKP), yaitu batang tebu. Oleh karena itu, banyak masyarakat yang tergantung pada keberadaan PG. Padjarakan. *Green manufacturing* dalam *green supply chain management* merupakan suatu alternatif pabrik ramah lingkungan yang sebagian besar telah diterapkan di PG. Padjarakan. Penerapan *green manufacturing* merupakan industri yang mengutamakan efisiensi energi, bahan baku yang ramah lingkungan, produk ramah lingkungan, dan pengolahan limbah ramah lingkungan dalam kegiatan manufakturnya. Konsep ini dapat meningkatkan keuntungan bagi PG. Padjarakan melalui penghematan biaya dengan penggunaan kembali material/limbah dan valuasi limbah yang memiliki nilai ekonomis. Berdasarkan penerapan *green manufacturing* tersebut dapat diketahui valuasi ekonomi limbah yang belum dikelola dengan maksimal. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan analisis kelayakan ekonomi pada penerapan konsep *green manufacturing* di PG. Padjarakan. Tahapan penelitian ini meliputi: observasi lapang; pengambilan data sekunder; pengambilan data primer; analisis lingkungan; dan analisis ekonomi. Analisis lingkungan diukur dengan penentuan indikator yang diajukan langsung pada *key informan* dan perhitungan potensi gas rumah kaca yang dihasilkan selama kegiatan produksi gula berlangsung. Analisis kelayakan ekonomi dihitung dengan menggunakan metode NPV, IRR, dan *B/C ratio*. Berdasarkan hasil analisis lingkungan dengan penilaian indikator lingkungan, PG. Padjarakan telah menerapkan sebagian besar konsep lingkungan pada sepanjang rantai pasok. Selain itu, total indeks potensi gas rumah kaca yang dikeluarkan PG. Padjarakan setiap mengolah 1 ton tebu adalah 0,294 tCO₂/ton tebu. Sedangkan, hasil analisis ekonomi pada penerapan *green manufacturing* dengan tingkat suku bunga 10% dalam 10 tahun, diketahui nilai NPV sebesar Rp. 61.034.268.344, IRR 64,98%, dan *B/C* rasio sebesar 1,506. Berdasarkan hasil analisis tersebut, maka penerapan *green manufacturing* di PG. Padjarakan sangat layak diterapkan karena dapat meningkatkan kondisi ekonomi dengan menambah pendapatan dari penjualan limbah dan efisiensi biaya bahan bakar.

SUMMARY

Economic Feasibility Analysis of Green Manufacturing Implementation at Sugar Factory Padjarakan, Probolinggo Regency. Sofiah Dian Yuliarina, NIM 131710201084; 51 pages; Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Sugar factory Padjarakan is one of sugar industry located in Sukokerto Village, Pajarakan Subdistrict, Probolinggo Regency. The existence of this company is very influential on the economic of the people in Pajarakan. Many people work at this company. The factory is cooperating with farmers and landowners around in the procurement of main raw materials of white crystal sugar (GKP), which is sugar cane. Therefore, many people depend on the existence of this company. Green manufacturing in green supply chain management is an alternative green factory that has been largely implemented in this company. Implementation of green manufacturing is an industry that prioritizes energy efficiency, green materials, green products, and green waste processing in its manufacturing activities. This concept could increase profits for this company with cost efficiency by reusing materials/waste and waste valuation that has economic value. Based on the implementation of green manufacturing could determine the economic valuation of waste that has not been managed maximally. The purposes of this study were determined the environment and economic feasibility analyses on the implementation of green manufacturing concept in this company. The research stages include: field observation; secondary data collection; primary data collection; environmental analysis; and economic analysis. Environmental analysis was measured by determining the proposed indicators directly to key informants and accounting the global warming potential that resulted during the sugar production activities. The economic feasibility analysis was calculated using NPV, IRR, and B/C ratio. Based on the results of environmental analysis with the assessment of environmental indicators, PG. Padjarakan had apply most of the environmental concepts along the supply chain. In addition, the total potential index of greenhouse gases released by PG. Padjarakan each processing 1 ton of canes was 0,24 tCO₂/ton of product. Meanwhile, the results of economic analysis on the implementation of green manufacturing with interest rate of 10% in 10 years, known value of NPV was Rp. 61.034.268.344, IRR was 64.98%, and B/C ratio was 1,506. Based on the results of the analysis, the application of green manufacturing in PG. Padjarakan was very feasible because it could improve the financial condition by increasing the income from waste sales and fuel cost efficiency.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Analisis Kelayakan Ekonomi dalam Penerapan *Green Manufacturing* di PG. Padjarakan, Kab. Probolinggo”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada.

1. Dr. I. B. Suryaningrat, S. TP., M.M., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dr. Elida Novita, S. TP., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran, dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
2. Dian Purbasari, S.Pi., M.Si., selaku Dosen Penguji Utama dan Miftahul Choiron, S. TP., M. Sc., selaku Dosen Penguji Anggota yang telah bersedia untuk menguji dan memberikan bimbingan dalam penyempurnaan skripsi ini;
3. Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.TP., M.Si., selaku Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian;
4. Ir. Muharjo Pudjojono., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
5. Seluruh dosen pengampu mata kuliah, terimakasih atas ilmu dan pengalamanyang diberikan serta bimbingan selama studi di Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember;
6. Ayah, Ibu dan adik-adikku tercinta serta seluruh keluarga yang tidak pernah lelah memberikan do'a, kasih sayang, dan semangat selama ini;
7. Muh. Dian Nurul Hidayat, terima kasih atas segala dukungan, doa, dan bantuan yang senantiasa anda lakukan;
8. Sahabat seperjuangan (Affan, Virda, Yuni, dan Guntur), terima kasih atas segala bantuan yang telah diberikan;

9. Teman-teman TEP A 2013, terimakasih atas kebersamaan, bantuan, nasehat dan motivasinya;
10. Jurusan Teknik Pertanian angkatan 2013, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, terimakasih atas bantuan, nasehat dan motivasinya;
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu baik tenaga maupun pikiran dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

Jember, 26 Juli 2017

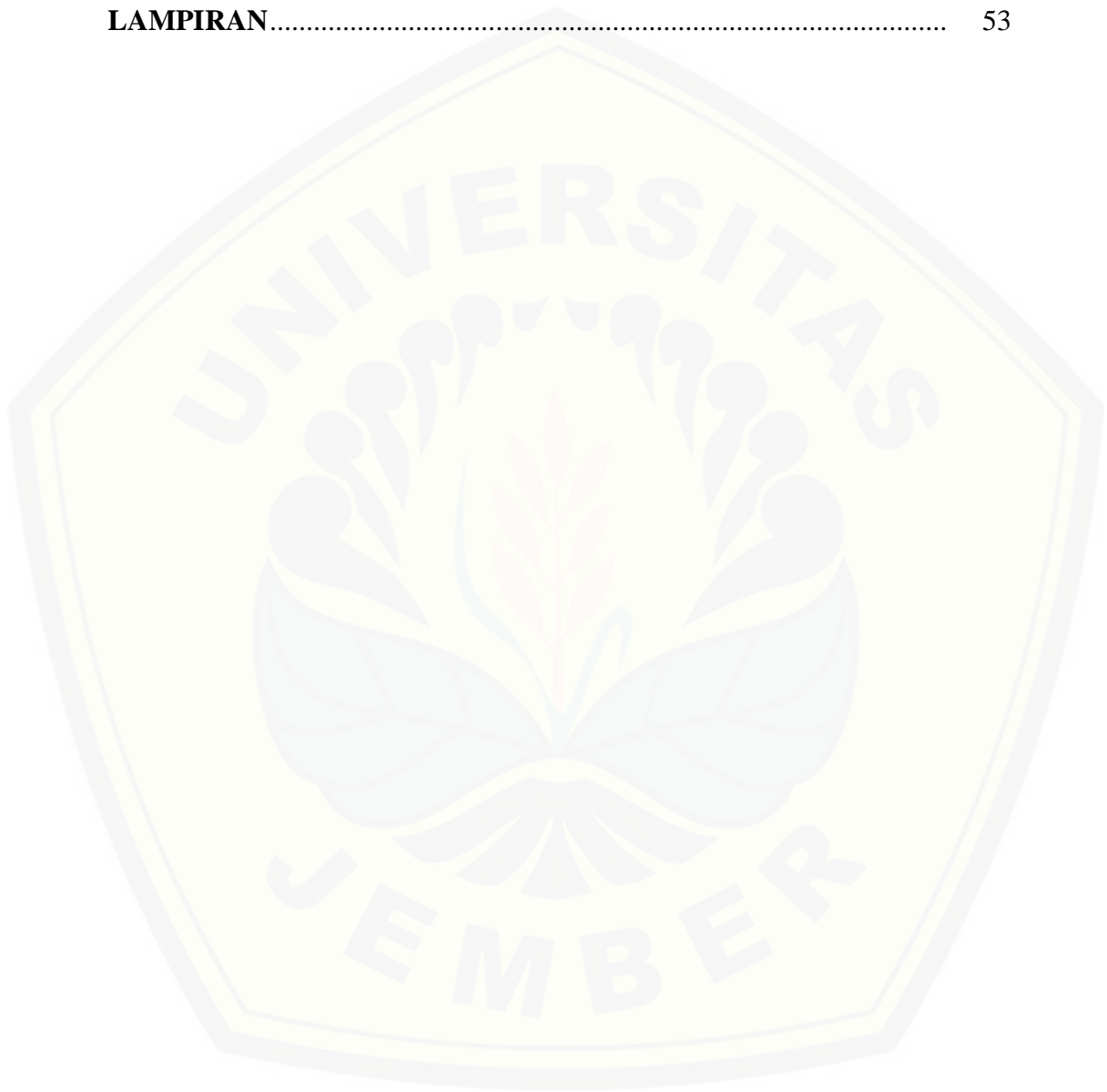
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
PRAKATA.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Bahan Baku Gula.....	5
2.2 Pengolahan Gula Kristal Putih (GKP).....	5
2.3 Rantai Pasok (<i>Supply Chain</i>).....	9
2.4 <i>Green Supply Chain Management (GSCM)</i>	10
2.5 <i>Green Manufacturing</i>	12
2.6 Indikator Lingkungan dalam <i>Green Manufacturing</i>	13
2.7 Analisis Ekonomi dalam Ekonomi Teknik.....	15

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	17
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	17
3.3 Prosedur Penelitian.....	17
3.3.1 Observasi Lapang dan Identifikasi Masalah.....	18
3.3.2 Metode Pengambilan Data.....	19
3.3.3 Metode Analisis Data	19
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1 Gambaran Umum PG. Padjarakan.....	24
4.2 Proses Produksi Gula di PG. Padjarakan	28
4.2.1 Penyediaan Bahan Baku (Tebu)	30
4.2.2 Penggilingan Tebu	31
4.2.3 Proses Pemurnian Nira	32
4.2.4 Proses Penguapan Nira	33
4.2.5 Proses Kristalisasi Nira.....	34
4.2.6 Proses Pengemasan Gula.....	36
4.3 Analisis Data Lingkungan Berbasis <i>Green Manufacturing</i> di PG. Padjarakan	39
4.3.1 Penilaian Indikator Lingkungan dalam <i>Green</i> <i>Manufacturing</i>	39
4.3.2 Analisis Pencemaran Lingkungan dalam Rantai Pasok Penerapan <i>Green Manufacturing</i> PG. Padjarakan	42
4.4 Analisis Data Ekonomi Berbasis <i>Green Manufacturing</i> di PG. Padjarakan	45
4.4.1 Analisis Modal, Biaya Tetap dan Biaya Tidak Tetap...	45
4.4.2 Analisis Kelayakan Ekonomi Produksi Gula Berbasis <i>Green Manufacturing</i>	47
4.4.3 Analisis Sensitivitas (<i>Sensitivity Analysis</i>)	47
4.5 Rekomendasi Untuk Mendukung <i>Green Manufacturing</i> dalam <i>Green Supply Chain Managemant (GSCM)</i> pada PG. Padjarakan.....	48

BAB 5. PENUTUP	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	53



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Indikator <i>Environment</i>	14
Tabel 3.1 Kontruksi Penilaian Indikator <i>Green Manufacturing</i>	20
Tabel 3.2 Kriteria Penilaian Indikator <i>Green Manufacturing</i>	20
Tabel 3.3 <i>Energy Content</i> dan Faktor Emisi.....	21
Tabel 4.1 Rincian Tebu Giling PG. Padjarakan Musim Giling 2016.....	30
Tabel 4.2 Input dan Output Material Produksi Gula Kristal Putih (GKP) di PG. Padjarakan	37
Tabel 4.3 Kuantitas Limbah Cair PG. Padjarakan	38
Tabel 4.4 Hasil Penilaian Indikator <i>Green Manufacturing</i>	40
Tabel 4.5 Total Emisi Produksi GKP 6.120,23 ton di PG. Padjarakan.....	43
Tabel 4.6 Total Potensi Emisi Gas Rumah Kaca PG. Padjarakan Musim Giling 2016.....	44
Tabel 4.7 Rincian Modal Ekonomi PG. Padjarakan	45
Tabel 4.8 Rincian Biaya PG. Padjarakan	46
Tabel 4.9 Total Pendapatan PG. Padjarakan Tahun 2016.....	46
Tabel 4.10 Estimasi Sensitivitas Produksi Gula PG. Padjarakan Terhadap Penurunan Pendapatan dan Kenaikan Biaya Operasional Pada Tingkat Suku Bunga 10% Per Tahun.....	48
Tabel 4.11 Rekomendasi untuk Mendukung <i>Green Manufacturing</i> dalam <i>Green Supply Chain Management (GSCM)</i> di PG. Padjarakan ..	48

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Aliran Rantai Pasok.....	10
Gambar 2.2 Konsep GSCM	11
Gambar 2.3 Kerangka Penerapan Proses GSCM.....	12
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	20
Gambar 4.1 Gambar 3.1 PG. Padjarakan	25
Gambar 4.2 Struktur Organisasi PG. Padjarakan.....	27
Gambar 4.3 Proses Produksi Gula Kristal Putih (GKP) di PG. Padjarakan	29
Gambar 4.4 Tebang Muat, dan Angkut Tebu	31
Gambar 4.5 Neraca Massa Proses Penggilingan Tebu dan Proses Penggilingan Tebu	32
Gambar 4.6 Neraca Proses Pemurnian Nira dan Proses Pemurnian Nira..	33
Gambar 4.7 Neraca Massa Proses Penguapan Nira dan Proses Penguapan Nira.....	34
Gambar 4.8 Neraca Massa Proses Kristalisasi dan Proses Kristalisasi Gula	35
Gambar 4.9 Proses <i>Packing</i> dan Pengiriman Gula Kristal Putih (GKP) ke Kantor Pusat PTPN XI	36
Gambar 4.10 Unit Pengolahan Limbah Cair (UPLC) PG. Padjarakan	38
Gambar 4.11 Kegiatan Rantai Pasok Produksi GKP PG. Padjarakan.....	42

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Analisis Lingkungan	53
A1. Indikator Lingkungan.....	53
A2. Daftar Pertanyaan Materi Lingkungan Aspek Keberlanjutan ..	55
A3. Daftar Pertanyaan Materi Produksi Gula dan Biaya-Biaya Terkait Pada Pihak Pabrik.....	58
B. Analisis Biaya PG. Padjarakan.....	60
B1. Modal Ekonomi	60
B2. Biaya Tetap, Biaya <i>Variable</i> , dan Semi <i>Variable</i>	60
B3. Pendapatan	67
C. Analisis Kelayakan Ekonomi PG. Padjarakan	68
D. Emisi GRK Pada Produksi Gula di PG. Padjarakan	69
E. Analisis Sensitivitas	70
E1. Pendapatan Turun 5%	70
E2. Pendapatan Turun 10%	71
E3. Pendapatan Turun 15%	72
E4. Biaya Naik 5%	73
E2. Biaya Naik 10%	74
E3. Biaya Naik 15%	75
F. Dokumentasi Mesin dan Proses Produksi GKP di PG. Padjarakan	76
F1. Gambar Produk GKP	76
F2. Proses Produksi Gula Kristal Putih (GKP)	76
F3. Limbah dan Unit Pengolahan Limah	77
F4. Kegiatan <i>Off Farm</i>	78

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gula merupakan salah satu kebutuhan pokok bagi masyarakat Indonesia, sehingga dinamika harga gula berpengaruh terhadap laju inflasi. Berdasarkan hal tersebut, maka gula merupakan salah satu komoditas yang strategis bagi perekonomian Indonesia. Industri gula dengan luas areal sekitar 350 ribu Ha pada periode 2000-2005 merupakan salah satu sumber pendapatan bagi sekitar 900.000 petani dengan jumlah tenaga kerja yang terlibat mencapai sekitar 1,3 juta orang (Departemen Pertanian, 2007:1). Salah satu industri gula yang merupakan sektor penting di wilayah Kabupaten Probolinggo, yaitu PG. Padjarakan yang dibangun oleh Bangsa Belanda pada tahun 1885 di Desa Sukokerto, Kec. Pajarakan, Kab. Probolinggo.

PG. Padjarakan merupakan industri gula yang mendominasi perekonomian masyarakat di Desa Sukokerto, Kecamatan Pajarakan, Kabupaten Probolinggo. PG. Padjarakan memproduksi gula kristal putih (GKP) sejak tahun 1885 hingga sekarang. Keberadaan PG. Padjarakan mampu meningkatkan perekonomian masyarakat sekitar dengan perekrutan tenaga kerja dan bekerja sama dengan para petani tebu dalam pengadaan bahan baku utama gula kristal putih (GKP). Proses produksi gula kristal putih (GKP) terdiri dari beberapa tahap, yaitu penyediaan bahan baku, proses penggilingan tebu, proses pemurnian, proses penguapan, proses kristalisasi, dan pengemasan produk jadi. Setiap unit kegiatan proses pengolahan gula tebu menciptakan beberapa aliran rantai pasok, mulai dari penebangan tebu hingga proses pengemasan serta aliran rantai pasok limbah hasil pengolahan tebu. Jenis limbah yang dihasilkan dari kegiatan produksi PG. Padjarakan, yaitu limbah cair, limbah padat, dan limbah udara. Limbah cair berupa tetes tebu (molase) dan air kondensor, limbah padat berupa ampas tebu (*baggase*), blotong, dan abu ketel. Sedangkan limbah udara berupa gas rumah kaca hasil dari kegiatan pengadaan bahan baku, pembakaran ampas di stasiun ketel, dan distribusi produk. Penanganan limbah yang kurang baik dari aktivitas industri di

PG. Padjarakan dapat berdampak buruk bagi lingkungan jika tidak ditangani dengan baik.

Berdasarkan permasalahan lingkungan yang dapat ditimbulkan dari kegiatan industri pada PG. Padjarakan, maka diperlukan suatu upaya untuk mengurangi dampak lingkungan tersebut. *Green supply chain management* merupakan salah satu konsep manajemen rantai pasok yang dapat diterapkan untuk meningkatkan kinerja lingkungan dengan mengurangi dampak lingkungan tanpa mengorbankan kualitas, biaya, kemampuan, kinerja, dan efisiensi pemanfaatan energi. Menurut Srivastava (2007), *Green supply chain management* merupakan konsep manajemen rantai pasok yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja berdasarkan aspek lingkungan. *Green supply chain management* meliputi *green design, green material management, green manufacturing, green marketing and distribution, dan reverse logistic*. Konsep *green supply chain management* yang diterapkan di PG. Padjarakan, yaitu *green manufacturing* berupapemanfaatan dan daur ulang limbah serta efisiensi energi/bahan baku. Menurut *Boston Consulting Group* (2011), *green manufacturing* merupakan suatu konsep pabrik ramah lingkungan yang terdiri dari *green energy, green product, dan green process*. Perusahaan manufaktur yang menerapkan konsep *green* memperoleh keuntungan melalui penghematan biaya jangka panjang, peningkatan citra dari pelanggan, regulasi yang lebih baik, dan menarik minat investor yang lebih tinggi. Namun manfaat ini memerlukan komitmen jangka panjang.

Penerapan *green manufacturing* tersebut dapat menambah nilai ekonomi dan mendukung keberlanjutan PG. Padjarakan. Pada penerapan *green manufacturing* diperlukan analisis kelayakan ekonomi untuk mengetahui dan memastikan bahwa penerapan *green manufacturing* tersebut selain dapat mengurangi dampak buruk terhadap lingkungan, juga menguntungkan pada aspek ekonomi PG. Padjarakan. Perencanaan analisis kelayakan ekonomi merupakan suatu pendekatan sistematis untuk menentukan suatu kelayakan suatu usaha berdasarkan aspek finansial. Perhitungan NPV, IRR, *B/C ratio*, dan analisis sensitivitas merupakan perhitungan ekonomi yang dibutuhkan dalam analisis kelayakan ekonomi.

1.2 Rumusan Masalah

PG. Padjarakan merupakan industri gula kristal putih (GKP) yang berdiri sejak 1885 hingga sekarang. Pada proses pengolahan, PG. Padjarakan menghasilkan limbah padat, cair, dan emisi udara. Limbah padat berupa blotong, ampas tebu, dan abu pembakaran ampas tebu. Limbah cair berupa tetes dan air kondensor. Emisi udara berupa emisi CO₂, N₂O, dan CH₄. Limbah tersebut dapat berdampak buruk pada lingkungan. Upaya untuk mengatasi masalah tersebut, PG. Padjarakan telah menerapkan konsep *green manufacturing* berupa pemanfaatan dan daur ulang limbah serta efisiensi energi/bahan baku. Penerapan *green manufacturing* tersebut dapat menambah nilai ekonomi dan keberlanjutan PG. Padjarakan. Perencanaan analisis kelayakan ekonomi merupakan suatu pendekatan sistematis untuk menentukan suatu kelayakan suatu usaha berdasarkan aspek finansial. Perhitungan NPV, IRR, B/C *ratio*, dan analisis sensitivitas merupakan perhitungan ekonomi yang dibutuhkan dalam analisis kelayakan ekonomi. Sehingga pertanyaan utama dalam penelitian ini adalah “Bagaimana gambaran kelayakan lingkungan dan ekonomi dalam penerapan *green manufacturing* di PG. Padjarakan?”.

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini berfokus pada kajian aspek lingkungan dan ekonomi pada penerapan *green manufacturing* di PG. Padjarakan. Analisis kajian dilakukan pada rantai pasok pengadaan bahan baku, pengolahan, dan distribusi tingkat 1.

- a. Analisis kelayakan lingkungan dalam penerapan *green manufacturing* dihitung dengan dua cara, yaitu penilaian (*scoring*) indikator lingkungan dengan kategori *good*, *enough*, dan *bad* berdasarkan wawancara pada *key informan* dan menghitung nilai emisi CO₂ yang dikeluarkan pada setiap rantai pasok selama kegiatan *green manufacturing* berlangsung di PG. Padjarakan.
- b. Analisis kelayakan ekonomi dalam penerapan *green manufacturing* dihitung dengan menggunakan analisis NPV, IRR, B/C *ratio*, dan analisis sensitivitas.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Melakukan analisis kelayakan lingkungan dalam penerapan *green manufacturing* di PG. Padjarakan, Kab. Probolinggo.
2. Melakukan analisis kelayakan ekonomipada penerapan *green manufacturing* di PG. Padjarakan, Kab. Probolinggo.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah mengetahui gambaran penerapan *green manufacturing* di PG. Padjarakan sehingga dapat memberikan informasi tentang kelayakan pabrik dari aspek lingkungan dan ekonomi. Selain itu, data hasil penelitian dapat dijadikan sebagai acuan bagi PG. Padjarakan untuk menentukan strategi selanjutnya dalam *green manufacturing*.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bahan Baku Gula

Gula merupakan salah satu jenis karbohidrat yang merupakan bahan makanan yang dibutuhkan manusia dan makhluk hidup lainnya. Tebu (*Saccharum officinarum*) merupakan salah satu jenis tanaman semusim yang digunakan sebagai bahan baku gula. Tebu terdiri dari 73-76 % air dan 24-27 % zat-zat padat. Tebu dapat tumbuh di daerah tropis dan sub tropis. Tebu yang unggul mampu menghasilkan kadar gula atau rendemen tinggi, yaitu sekitar 12–15%. Pabrik gula di Indonesia mengolah tebu untuk produksi gula kristal. Pabrik menggiling tebu dibatasi oleh musim kemarau, yaitu antara bulan Mei sampai Oktober pada setiap tahunnya (Soemohandojo, 2009:I-1).

Menurut PTPN XI (2010), mutu tebu tebang yang digunakan sebagai bahan baku gula kristal putih (GKP) yaitu manis bersih segar (MBS). Batang tebu yang ditebang harus sudah masak optimal sesuai analisa kemasakan. Masa tunggu tebu sejak ditebang sampai digiling tidak boleh lebih dari 36 jam agar tebu masih dalam keadaan segar dan mencegah kerusakan nira tebu. Tebu harus bersih dari kotoran, yaitu sogolan, akar, tanah, dan daduk.

2.2 Pengolahan Gula Kristal Putih (GKP)

Menurut Soemohandojo (2009 : III-68 - VI-1), proses pengolahan gula tebu mulai dari bahan baku berupa tebu hingga menjadi produk utama berupa gula, secara garis besar dapat dikelompokkan ke dalam lima stasiun pengolahan utama, yaitu sebagai berikut.

1. Stasiun Penggilingan

Tebu dari kebun sebelum diproses terlebih dahulu dipersiapkan ditempat penampung di emplasement untuk dilakukan penimbangan, *check* dan analisa tebu serta pengaturan tebu, agar tebu senantiasa mempunyai syarat manis-bersih-segar (MBS). Tujuan utama stasiun gilingan adalah memerah nira yang ada dalam batang tebu sebanyak mungkin dengan kehilangan gula sekecil-kecilnya. Batang tebu diperas dengan menggunakan alat yang terdiri dari rol-rol gilingan. Untuk

menekan kehilangan gula dalam stasiun gilingan, maka proses pemerahan dilakukan 3 tahap yaitu :

a. Tahap pembongkaran tebu

Tebu yang diangkut oleh truck sebelum masuk ke alat kerja pendahuluan dilakukan pembongkaran yang sebelumnya dilakukan penimbangan terlebih dahulu.

b. Tahap pengerjaan pendahuluan / Pencacahan sel batang tebu

Tahap persiapan tebu dilaksanakan dengan menggunakan alat kerja pendahuluan yaitu unigrator yang digerakkan elektro motor. Unigrator berfungsi untuk memotong dan menyayat tebu agar diperoleh nilai PI yang tinggi sehingga ekstraksi lebih maksimal.

c. Tahap pemerahan

Pemerahan tebu dilakukan dengan menggunakan gilingan yang terdiri dari 1 unit *two mill* yang terdiri dari 2 rol (rol atas dan rol bawah) dan 5 unit gilingan terdiri dari rol atas, rol depan, rol belakang dan rol pengumpan yang masing-masing gilingan digerakkan oleh mesin uap. Tebu yang sudah dicacah, digiling sampai beberapa kali diberi air imbibisi dengan suhu $\pm 70^{\circ}\text{C}$ dengan tujuan agar nira dapat dikeluarkan dari sabut semaksimal mungkin.

2. Stasiun Pemurnian

Proses pemurnian bertujuan menghilangkan bahan bukan gula sebanyak mungkin dari nira, baik secara kimia maupun secara fisika. Pemurnian gula merupakan tahapan yang menentukan mutu gula yang dihasilkan. Semakin tinggi tingkat kemurnian nira yang diperoleh, maka semakin tinggi pula nilai brightness dan rendemen gula yang akan dihasilkan.

Pada proses pemurnian membutuhkan bahan pembantu sebagai katalisator, pemutih, dan pengikat zat-zat bukan gula. Bahan pembantu yang lazim digunakan adalah susu kapur atau *lime milk*. Susu kapur ini dibuat dari kapur tohor yang dihasilkan dari pembakaran batu kapur. Adapun beberapa cara pemurnian nira pada industri gula yaitu defekasi, sulfitasi, karbonatasi, fosphatasi, magnesiasi. Defekasi merupakan cara pemurnian yang paling umum digunakan. Defekasi adalah cara pemurnian nira dengan pemberian susu kapur.

Nira mentah hasil dari stasiun gilingan disalurkan ke bagian pemurnian melalui pipa yang terlebih dahulu ditimbang untuk mengetahui volumenya. Setelah ditimbang, nira kemudian disalurkan ke peti tunggu nira mentah yang kemudian dipompa ke pemanas nira pertama atau *juice heater* I hingga suhu 95-105°C sebelum dimasukkan ke peti defekasi untuk diberi susu kapur. Pemberian susu kapur bertujuan untuk mengubah sifat asam nira menjadi netral, sehingga zat-zat bukan gula menggumpal dan dapat dengan mudah dipisahkan dari zat gula dalam keadaan cair. Setelah 90-120 menit, zat-zat bukan menggumpal dan nira jernih berada pada bagian atas peti pengendapan dengan perlahan dikeluarkan dan ditampung dalam peti tunggu nira jernih. Sedangkan nira kotor yang menggumpal tersebut kemudian dipompa dan disaring tekan (*press filter*) untuk memisahkan zat-zat padat dari zat cair larutan gulanya. Nira hasil saringan tersebut kemudian dicampur dengan nira jernih, sedangkan zat padat yang tak tersaring adalah limbah blotong. Nira jernih kemudian dipompa untuk disalurkan ke pemanas nira ke dua *juice heater* II sebelum diupkan di stasiun penguapan.

3. Stasiun Penguapan

Nira yang telah dijernihkan di stasiun pemurnian kemudian akan diuapkan untuk memisahkan air dari nira jernih di stasiun penguapan. Nira encer yang masih banyak mengandung air akan dipekatkan pada stasiun penguapan. Proses pemekatan dilakukan dengan cara menguapkan air sebanyak mungkin air dari nira, hingga mendekati titik jenuh (nilai *brix* sekitar 63–65%). Penguapan dilakukan pada beberapa bejana tertutup. Pada bejana pertama menggunakan uap bekas sebagai media pemanasnya. Kemudian dilanjutkan pada bejana kedua untuk mendidihkan nira yang ruangnya dibuat sedikit vakum agar nira dapat mendidih meski suhu pemanas di bawah 100°C. Kemudian uap nira dari bejana kedua ini digunakan sebagai media pemanas pada bejana ketiga yang ruangnya sedikit lebih vakum lagi. Hal ini seterusnya dilakukan pada bejana berikutnya yang ruangnya uap dibuat vakum lebih rendah lagi. Pada umumnya, nira jernih tersebut diproses di stasiun penguapan yang terdiri dari 4 buah badan penguapan yang penggunaannya secara bergantian dan dilakukan dengan cara tingkat empat atau *quadruple effect*.

4. Stasiun Masakan/Kristalisasi

Nira yang telah dikentalkan pada stasiun penguapan selanjutnya dimasak agar terjadi pengkristalan untuk membentuk kristal gula di stasiun masakan. Secara umum, proses kristalisasi berlangsung dalam tiga tahapan, yaitu pembentukan inti, pembesaran kristal dan perapatan kristal. Nira kental akan berkurang jumlahnya waktu dimasak/diuapkan lanjut pada pan masakan karena sebagian besar mengkristal menjadi butir-butir gula. Sacharosa yang terkandung sekalipun tidak dapat seluruhnya menjadi kristal pada satu proses pemasakan, tetapi harus dilakukan dalam beberapa kali tingkat pemasakan. Tingkat pemasakan terdiri dari masakan A, masakan B, masakan C, dan seterusnya. Hal ini bergantung pada mutu tebu yang diolah (kemurnian nira mentahnya). Proses pemasakan gula dapat dilakukan dengan dengan cara sebagai berikut.

- a. 4 tingkat, yaitu A, B, C, D bagi nira mentah dengan kemurnian (HK) di atas 85%.
- b. 3 tingkat, yaitu A, B, D atau A, C, D bagi nira mentah dengan kemurnian (HK) diantara 74% - 84%.
- c. 2 tingkat, yaitu A, D bagi nira mentah dengan kemurnian (HK) di bawah 73%.

Setelah terjadi proses kristalisasi gula dalam pan masakan, terjadilah campuran kental berupa bubur yang terdiri dari butir-butir kristal gula dan zat cair kental yang disebut *massequite*. Pada setiap masakan diperoleh *massequite* yang namanya sesuai dengan tingkat pemasakan. Pada masakan D terdiri dari kristal-kristal gula dan zat cair pekat yang disebut tetes. Cara masak yang banyak digunakan di Indonesia adalah ACD karena pemakaian uapnya lebih hemat dan mutu tebu yang rata-rata tingkat kemurniannya antara 74% - 84%.

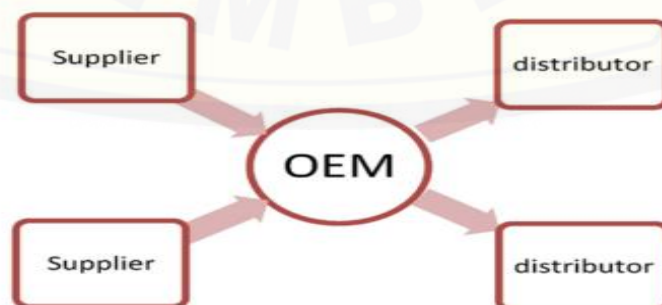
5. Stasiun Putaran

Messequite merupakan campuran dari kristal gula dan cairan pekat yang dinamakan stup atau sirup. Setelah didinginkan hingga mencapai suhu kamar dan kristalnya membesar pada palung-palung pendingin kemudian perlu diputar pada alat pemutar yang disebut *centrifugal machine*. Hal ini dilakukan untuk memisahkan kristal dan cairan pekat. Pada awalnya alat pemutar gula hanya ada

satu macam, yaitu jenis *batch* atau diskontinyu yang pengoperasiannya masih secara manual. Namun sekitar tahun 1945 diciptakan pemutar gula jenis automatic dan jenis kontinyu. Jenis pemutar gula kontinyu digunakan untuk memutar gula yang memiliki HK rendah dengan derajat *brix* tinggi. Sedangkan untuk gula yang memiliki HK tinggi dengan derajat *brix* rendah menggunakan jenis pemutar gula *batch*. Pada umumnya, pemutar gula tergantung dari jenis tingkat pemasakan. Jika, menggunakan masakan ACD maka juga menggunakan pemutar gula ACD.

2.3 Rantai Pasok (*Supply Chain*)

Menurut Lu (2011), rantai pasok (*supply chain*) merupakan kumpulan pelaku usaha yang saling berhubungan berpartisipasi menambah nilai alir kegiatan mulai dari kegiatan pengadaan bahan baku produk/jasa hingga menghasilkan produk akhir/jasa berdasarkan permintaan konsumen. Rantai pasok dapat terbentuk jika ada lebih dari satu pelaku usaha yang berpartisipasi. Secara garis besar, terdapat tiga aliran material, yaitu *supplier*, *manufacture*, dan distributor. Semua rantai pasok manufaktur memiliki aliran material mulai dari bahan baku pada rantai pasok pertama hingga produk jadi pada rantai pasok terakhir. Bahan baku dari *supplier* didistribusikan ke *manufacture* untuk diolah menjadi produk jadi. Kemudian produk jadi didistribusikan kepada konsumen melalui distributor. Menurut Suryaningrat *et al.* (2015), pelaku yang memiliki keterlibatan yang kuat dalam rantai pasok adalah petani, pemasok besar dan kecil, industri, pasar, dan konsumen. Aliran material tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.1.

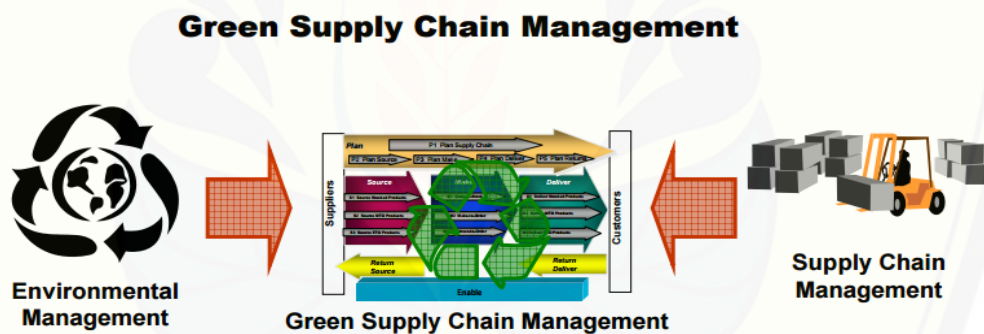


Gambar 2.1 Pola Aliran Material

(Sumber : Lu, 2011)

2.4 Green Supply Chain Management (GSCM)

Menurut LMI (2005), *green supply chain management* merupakan suatu konsep yang muncul dari kesadaran terhadap dampak lingkungan yang tidak proporsional dari proses rantai pasokan dalam sebuah organisasi. *Green supply chain management* merupakan konsep gabungan dari *supply chain management* dan *environmental management* yang menghasilkan konsep manajemen rantai pasok yang berbasis lingkungan. Kelebihan dari *green supply chain management* yaitu membantu mengurangi risiko dan mempercepat inovasi, mengarahkan pada proses inovasi dan perbaikan yang berkelanjutan, dan melibatkan negosiasi yang baik antara pemasok dengan pelanggan sehingga menghasilkan suatu konsep bisnis yang selaras. Konsep *green supply chain management* ditunjukkan pada Gambar 2.2.

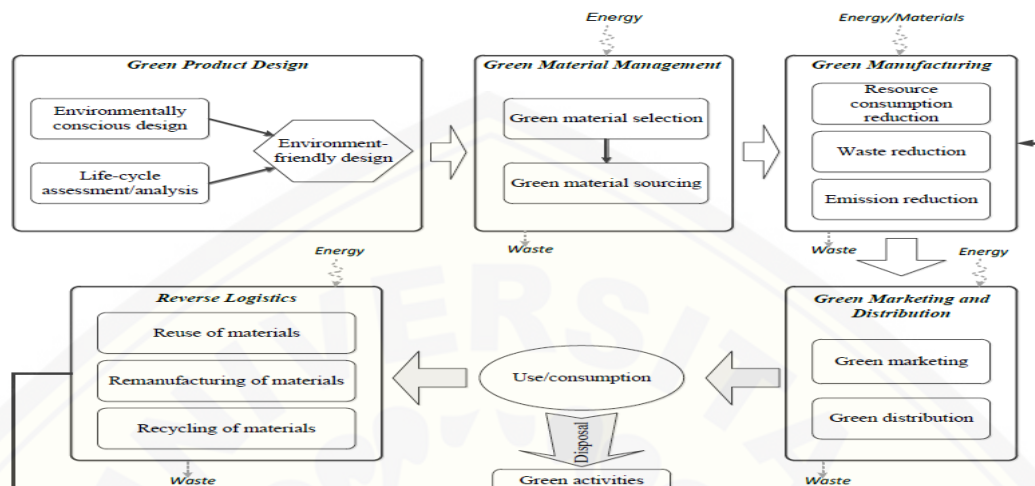


Gambar 2.2 Konsep GSCM

(Sumber : LMI, 2005)

Menurut Ghobakhloo *et al.* (2013), dampak kegiatan *supply chain management* pada proses manufaktur dikategorikan sebagai pemborosan semua bahan, pemakaian energi yang tidak ramah lingkungan, dan penggunaan bahan baku yang tidak efisien. *Green Supply Chain Management* merupakan praktik yang secara progresif meningkatkan kinerja lingkungan dengan mengurangi dampak ekologis dari aktivitas industri tanpa mengorbankan kualitas, biaya, kemampuan, kinerja atau efisiensi pemanfaatan energi. Kunci penerapan *Green Supply Chain* yaitu *green design*, *green material management*, *green*

manufacture, green marketing and distribution, dan reverse logistic. Kerangka penerapan GSCM ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Kerangka Penerapan GSCM

(Sumber : Ghobakhloo *et al.* 2013)

1. Rancangan produk ramah lingkungan

Menurut Ghobakhloo *et al.* (2013), GSCM beracuan *life cycle assesment* (LCA) yang umumnya berkaitan dengan proses untuk menilai dan mengevaluasi lingkungan, kesehatan kerja dan konsekuensi dari produk melalui semua proses pengolahan. Dengan demikian, ruang lingkup meliputi semua material dan energi yang dipakai dari pengambilan bahan baku sampai pembuangan limbah yang kembali ke lingkungan.

2. Manajemen bahan baku ramah lingkungan

Salah satu tindakan GSCM adalah menggantikan bahan yang berpotensi berbahaya pada bahan organik, memilah dan memisahkan material yang berbahaya dan tidak.

3. Proses pengolahan pabrik yang ramah lingkungan

Menurut Suryaningrat (2016), pelaksanaan produksi dan pengendalian mutu memiliki korelasi kuat dengan setiap kegiatan produksi. Pengolahan pabrik yang ramah lingkungan meliputi pengurangan pemborosan sumber daya dan emisi yang dikeluarkan. Emisi yang dikeluarkan mesin atau kendaraan yang digunakan

pada penelitian pada saat proses produksi Gula kristal putih (GKP) adalah emisi karbon dioksida (CO₂), emisi *nitrous oxide* (N₂O), dan emisi metana (CH₄).

4. Distribusi ramah lingkungan

Secara umum, pemasaran yang ramah lingkungan adalah konsep yang terdiri modifikasi produk, perubahan proses produksi, perubahan kemasan, serta memodifikasi iklan. Iklan ramah lingkungan didefinisikan sebagai iklan yang menyajikan citra perusahaan yang bertanggung jawab pada lingkungan, mendukung gaya hidup ramah lingkungan. Distribusi ramah lingkungan adalah Layanan transportasi yang memiliki dampak negatif yang lebih rendah pada kesehatan manusia dan lingkungan alam.

5. *Reverse Logistics*.

Reverse Logistics adalah memanfaatkan semaksimal mungkin bahan yang telah digunakan dengan menggunakan konsep 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*).

2.5 *Green Manufacturing*

Menurut *Boston Consulting Group* (2011), *green manufacturing* adalah sistem yang mengintegrasikan masalah desain produk dan proses dengan isu manufaktur, perencanaan dan pengendalian untuk mengidentifikasi, mengukur, menilai dan mengelola aliran limbah lingkungan dengan tujuan mengurangi dampak lingkungan dan memaksimalkan efisiensi sumber daya. *Green manufacturing* melibatkan transformasi operasi industri dengan 3 cara, yaitu sebagai berikut.

1. *Green Energy*

Green energy melibatkan produksi dan penggunaan energi bersih. Hal ini merupakan langkah pertama dan paling jelas, mengingat ketergantungan industri terhadap energi. *Green energy* mencakup penggunaan sumber energi terbarukan seperti angin, matahari dan biomassa, dan mencapai efisiensi energi yang lebih tinggi dalam operasi.

2. *Green Product*

Mengembangkan produk ramah lingkungan merupakan langkah kedua dalam transformasi ini. *Recycling, low carbon, organic and natural* menjadi kata

kunci yang dikaitkan dengan *green product*. Mengembangkan *green product* seringkali bisa berarti biaya yang lebih tinggi. Namun, dengan mengembangkan *green product* yang dicari oleh konsumen, dan memasarkannya secara efektif, perusahaan dapat memperoleh volume dan harga premium tambahan, yang dapat mengimbangi biaya pengembangannya.

3. *Green Process*

Area ketiga menerapkan proses *green* dalam operasi. Ini memerlukan penggunaan sumber daya yang sangat efisien, mengurangi pembangkitan limbah melalui operasi lean, menurunkan jejak kaki karbon dan melestarikan air. Mempekerjakan proses Hijau meningkatkan efisiensi operasional dan menurunkan biaya.

Perusahaan manufaktur yang menerapkan konsep *green* tidak hanya memperoleh keuntungan melalui penghematan biaya jangka panjang, namun peningkatan citra dari pelanggan, regulasi yang lebih baik, dan menarik minat investor yang lebih tinggi. Namun manfaat ini memerlukan komitmen jangka panjang. Keberhasilan penerapan *green manufacturing* memerlukan inisiatif luar biasa dan mengadopsi kerangka tiga langkah terpadu, yaitu merencanakan konsep *green* sebagai bagian inti dari strategi bisnis; melaksanakan inisiatif konsep *green* di seluruh rantai pasok dengan beralih ke *green energy*, *green product* dan *green process*; dan mengkomunikasikan dan mempromosikan inisiatif *green* dan manfaatnya bagi semua *stakeholder* terkait.

2.6 Indikator Lingkungan Dalam *Green Manufacturing*

Penerapan *green manufacturing* pada manufaktur dapat diukur berdasarkan bagus atau tidaknya kinerja manufaktur tersebut dalam pengelolaan lingkungan. Pada proses pengelolaan tersebut, manufaktur perlu menentukan indikator *environment* yang tepat untuk dapat dijadikan acuan atau standarisasi dalam penilaian kinerja manufaktur tersebut dalam pengelolaan lingkungan.

Referensi indikator *environment* menggunakan penelitian Saputra dan Fithri (2012) tentang model pengukuran kinerja *green manufacturing* pada pembuatan kertas dilakukan di PT Riau Andalan Pulp dan Paper (PT RAPP).

Penelitian tersebut mengidentifikasi beberapa indikator berdasarkan konsep *green* yang dapat diterapkan pada setiap *stake holder* yang dinilai dan dianalisis menggunakan bobot *key performance indicator* (KPI) dan model *supply chain operation reference* (SCOR). Adapun kriteria yang terkait dengan *environment* ditunjukkan pada Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Indikator *Environment*

Indikator <i>Green Manufacturing</i>	
Transportasi dan pengiriman yang ramah lingkungan	1. <i>Vehicle fuel derived from alternative fuels</i>
Minimasi material berbahaya	1. <i>Hazardous material in inventory</i>
	2. <i>Material that is biodegradable</i>
	3. <i>Organic fertilizer usage</i>
Minimasi penggunaan sumber daya (material, energi, bahan bakar, dsb)	1. <i>Energy usage</i>
	2. <i>Material use efficiency</i>
	3. <i>Water usage</i>
Minimasi dan penanganan emisi	1. <i>Emission to air</i>
	2. <i>Emission to water</i>
	3. <i>Emission to land</i>
Minimasi dan penanganan limbah	1. <i>Waste disposition</i>
Peningkatan pelatihan menyangkut <i>green operation</i>	1. <i>Employee trained on environmental requirements</i>
	2. <i>Product meeting specified eco-labelling requirements</i>
Maksimasi penggunaan kembali, pemulihan dan daur ulang sumber daya (resource)	1. <i>Recycleable/ reusable materials</i>
	2. <i>Recycleable waste/scrap</i>

(Sumber : Saputra dan Fithri, 2012)

1. *Vehicle fuel derived from alternative fuels* adalah bahan bakar kendaraan untuk pengangkutan dan material handling yang berasal dari bahan bakar alternatif (*non-petroleum based*).
2. *Hazardous material in inventory* adalah material berbahaya pada pergudangan.
3. *Materials that is biodegradable* adalah material yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme (*biodegradable*) dari keseluruhan material.

4. *Organic fertilizer usage* adalah pupuk organik yang digunakan dalam proses penanaman.
5. *Energy usage* adalah energi total yang digunakan untuk memproduksi satu unit produk dalam periode tertentu.
6. *Material use efficiency* adalah berat material yang digunakan dalam proses produksi per unit produk yang diproduksi.
7. *Water usage* adalah total air yang dikonsumsi untuk memproduksi satu unit produk.
8. *Emission to air* adalah jumlah zat tertentu yang dikeluarkan ke udara sebagai hasil proses pembakaran untuk memproduksi satu unit produk.
9. *Emission to water* adalah jumlah zat tertentu yang dikeluarkan ke air untuk memproduksi satu unit produk.
10. *Emission to land* adalah jumlah zat tertentu yang dikeluarkan ke tanah untuk memproduksi satu unit produk.
11. *Recycleable waste/scrap* adalah limbah yang dapat didaur ulang kembali.
12. *Employee trained on environmental requirements* adalah jumlah tenaga kerja yang diberi pelatihan mengenai kebutuhan lingkungan.
13. *Recycleable/ reusable materials* adalah material yang dapat didaur ulang atau digunakan kembali untuk proses produksi.
14. *Waste disposition* adalah berat limbah yang dibuang ke lingkungan.
15. *Product meeting specified eco-labelling requirements* adalah produk yang memenuhi persyaratan *eco-labelling*.

2.7 Analisis Ekonomi dalam Ekonomi Teknik

Penerapan ekonomi teknik harus menghasilkan keputusan strategis yang membutuhkan pertimbangan teknik maupun ekonomis yang baik dan rasional (Giatman, 2006: 10-11). Metode yang digunakan dalam penerapan ekonomi teknik ini adalah sebagai berikut.

1. *Net Present Value (NPV)*

Nilai sekarang bersih (*Net Present Value*) merupakan metode menghitung nilai bersih (*netto*) pada waktu sekarang (*Present*). Asumsi *present* menjelaskan waktu awal perhitungan bertepatan dengan evaluasi yang dilakukan atau pada periode tahun ke nol dalam perhitungan *cash flow* ekonomi (Giatman, 2006:69).

2. *Internal Rate of Return (IRR)*

Internal Rate of Return (IRR) merupakan metode yang digunakan untuk mencari suku bunga saat NPV sama dengan nol. Metode IRR memberikan informasi yang berkaitan dengan tingkat kemampuan *cash flow* dalam pengembalian ekonomi yang dijelaskan dalam bentuk % periode waktu (Giatman, 2006:90).

3. *Benefit Cost Ratio (BC Rasio)*

Menurut Suryaningrat (2013 : 58), BC rasio adalah analisis yang digunakan untuk mengevaluasi atau menentukan perbandingan antara nilai keuntungan dari modal yang digunakan pada suatu proyek. Parameter yang digunakan adalah apabila nilai B/C Ratio ≥ 1 maka proyek layak untuk dilaksanakan.

4. *Analisis Sensitivity (Sensitivity Analysis)*

Menurut Giatman (2006 : 129), analisis sensitivitas dibutuhkan untuk mengetahui sejauh mana dampak parameter-parameter ekonomi yang telah ditetapkan sebelumnya yang dapat berubah karena adanya faktor situasi dan kondisi selama umur ekonomi yang berpengaruh secara signifikan pada keputusan yang telah diambil.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan sejak bulan Desember 2016 sampai Januari 2017. Penelitian ini dilaksanakan di PG. Padjarakan, Desa Sukokerto, Kecamatan Pajarakan, Kabupaten Probolinggo dan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

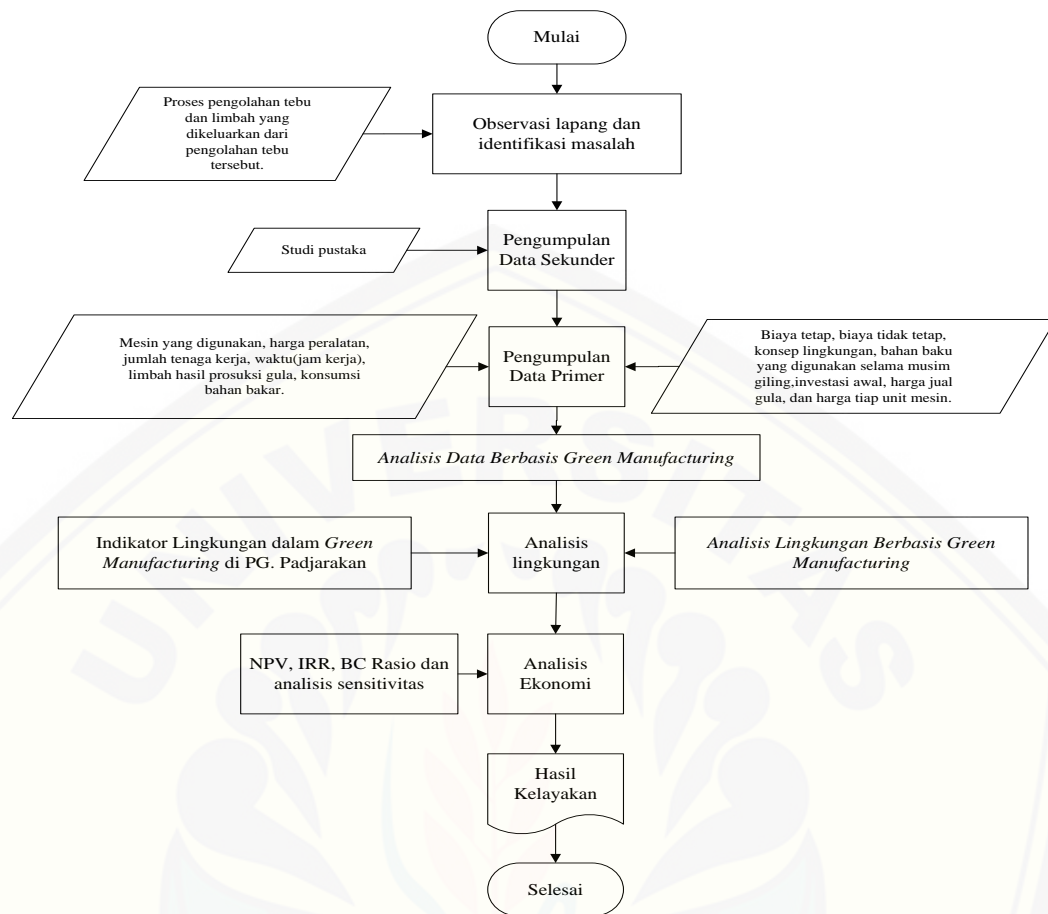
3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Alat tulis sebagai alat untuk mencatat data yang dibutuhkan saat penelitian di PG. Padjarakan.
2. Kamera sebagai alat dokumentasi penelitian.
3. Stasiun penerimaan, stasiun penggilingan, stasiun pemurnian, stasiun penguapan, stasiun kristalisasi, dan stasiun putaran pada PG. Padjarakan sebagai objek yang akan diteliti dalam penelitian analisis ekonomi ini.
4. Serta alat bantu dan bahan pendukung lainnya yang dibutuhkan secara kondisional saat penelitian.

3.3 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah penelitian ini dilaksanakan dengan tahapan seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

3.3.1 Observasi Lapang dan Identifikasi Masalah

Tahapan pertama adalah identifikasi masalah dengan melakukan observasi lapang. Langkah pertama adalah identifikasi masalah dengan melakukan observasi lapang. Hal ini bertujuan untuk mengetahui permasalahan yang ada di PG. Padjarakan. Observasi dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung di lokasi penelitian. Observasi dilakukan untuk mengamati aktivitas produksi pengolahan gula tebu, teknologi yang digunakan selama proses pemanenan tebu sampai pada proses penjualan gula tebu. Setelah melakukan observasi lapang, kemudian mengidentifikasi masalah dari aspek lingkungan seperti pengolahan limbah dan dampak pencemaran lingkungan yang dapat ditimbulkan dari kegiatan produksi gula.

3.3.2 Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif, yaitu penelitian yang menghasilkan data kuantitatif dan dideskripsikan berupa kata-kata tertulis dari data tersebut. Penelitian ini mengumpulkan data tentang permasalahan yang diteliti, kemudian diuraikan, digambarkan, diinterpretasikan secara rasional yang kemudian diambil kesimpulan dari penelitian tersebut. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

a. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh berdasarkan kajian studi pustaka. Studi Pustaka dilakukan melalui buku, jurnal ilmiah, laporan penelitian terdahulu dan sumber dari internet yang terkait dengan pengolahan gula tebu, *green manufacturing* dalam *green supply chain managemant (GSCM)*, analisis ekonomi yang diterapkan untuk produksi gula, dan analisis neraca masa.

b. Data Primer

Pengambilan data primer dilakukan dengan metode wawancara secara langsung. Informan penelitian merupakan *key informan*, *general manager* PG. Padjarakan, para *manager*, *manager assistents*, dan para pekerja PG. Padjarakan. Penentuan informan menggunakan metode *purposive sampling*, yaitu penentuan informan berdasarkan pertimbangan tertentu sesuai dengan tujuan dari penelitian. Dataprimer yang dibutuhkan yaitu jenis dan harga alat dan mesin, umur ekonomis alat dan mesin, tingkat suku bunga bank, limbah hasil pengolahan limbah tebu, konsumsi bahan bahar, harga jual gula, biaya tetap, biaya tidak tetap, dan konsep lingkungan.

3.3.3 Metode Analisis Data

1. Lingkungan Berbasis *Green Manufacturing* di PG. Padjarakan

Metode analisis data lingkungan berbasis *green manufacturing* di PG. Padjarakan diukur dengan dua cara, yaitu penilaian indikator lingkungan berdasarkan wawancara pada *key informan* dan menghitung nilai emisi CO₂ yang dikeluarkan pada *supply chain* dalam *green manufacturing* berlangsung.

a. Indikator *Green Manufacturing* di PG. Padjarakan

Langkah–langkah tahapan analisis data lingkungan adalah sebagai berikut:

- 1) Menentukan Indikator *green manufacturing*.
- 2) Mengkonstruksi Penilaian (*scoring*) dengan kategori “*good*”, “*enough*” dan “*bad*”.Kontruksipenilaian yang digunakan adalah 1 sampai dengan 3 ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Konstruksi Penilaian Indikator *Green Manufacturing*

Indikator <i>Green manufacturing</i>		Good	Enough	Bad
Kinerja supplier terkait lingkungan	1. <i>Suppliers environmental criteria</i>	3	2	1
	2. <i>Shipping document accuracy</i>	3	2	1
Transportasi dan pengiriman yang ramah lingkungan	1. <i>Vehicle fuel derived from alternative fuels</i>	3	2	1
Minimasi material berbahaya	1. <i>Hazardous material in inventory</i>	3	2	1
	2. <i>Material that is biodegradable</i>	3	2	1
	3. <i>Organic fertilizer usage</i>	3	2	1
Minimasi penggunaan sumber daya (material, energi, bahan bakar, dsb)	1. <i>Energy usage</i>	3	2	1
	2. <i>Material use efficiency</i>	3	2	1
	3. <i>Water usage</i>	3	2	1
Minimasi dan penanganan emisi	1. <i>Emission to air</i>	3	2	1
	2. <i>Emission to water</i>	3	2	1
	3. <i>Emission to land</i>	3	2	1
Minimasi dan penanganan limbah	1. <i>Waste dispoition</i>	3	2	1
	1. <i>Employee trained on environmental requirements</i>	3	2	1
Peningkatan pelatihan menyangkut <i>green operation</i>	1. <i>Product meeting specified eco-labelling requirements</i>	3	2	1
	1. <i>Recycleable/ reusable materials</i>	3	2	1
Maksimasi penggunaan kembali, pemulihan dan daur ulang sumber daya (resource)	2. <i>Recycleable waste/scrap</i>	3	2	1
	1. <i>Claim regarding environmental issue</i>	3	2	1
Peningkatan pengawasan dan evaluasi lingkungan	2. <i>Number of notices of violation received</i>	3	2	1
	3. <i>Complaints regarding missing environmental requirements from product</i>	3	2	1

(Rubrik penelitian ada di lampiran A)

- 3) Menyesuaikan hasil penilaian indikator *green manufacturing* dengan kriteria penilaian yang telah ditentukan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kriteria Penilaian Indikator *Green Manufacturing*.

Kriteria Penilaian	Nilai	Keterangan
Buruk	15 – 25	PG. Padjarakan tidak sama sekali menerapkan <i>green manufacturing</i> di sepanjang rantai pasok pengolahan pabrik ramah lingkungan.
Cukup	25 – 35	PG. Padjarakan telah menerapkan sebagian besar konsep <i>green manufacturing</i> di sepanjang rantai pasok pengolahan pabrik ramah lingkungan.
Baik	35 – 45	PG. Padjarakan telah menerapkan <i>green manufacturing</i> di sepanjang rantai pasok pengolahan pabrik ramah lingkungan.

b. Analisis Pencemaran Lingkungan dalam Rantai Pasok Berbasis *Green manufacturing*

Langkah-langkah analisis pencemaran lingkungan dalam rantai pasok pada penerapan *green manufacturing* adalah sebagai berikut:

- 1) Menentukan konsep rantai pasok *green manufacturing* di PG. Padjarakan
- 2) Mengidentifikasi pencemaran lingkungan dalam rantai pasok gula PG. Padjarakan. Parameter yang diidentifikasi adalah pencemaran udara atau emisi yang dikeluarkan mesin atau kendaraan yang digunakan selama proses produksi gula berlangsung hasil pembakaran bahan bakar (*fuel oil*). Indikator yang dianalisis dibatasi hanya emisi karbon dioksida (CO₂), *nitrous oxide* (N₂O), dan metana (CH₄). *Energy content* dan faktor emisi sumber penghasil emisi ditunjukkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 *Energy Content* dan Faktor Emisi

Jenis Bahan Bakar	Energi Content (TJ/Gg)	Faktor Emisi (Kg/TJ)			Faktor Emisi konversi ke Ton/MWH		
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ (10 ⁻¹)	CH ₄ (10 ⁻⁵)	N ₂ O (10 ⁻⁶)
Solar	43	74100	10	0,6	2,667	3,6	2,16
Ampas tebu	NA	NA	0	0	0,485	0	0,00

Sumber: *Intergovernmental Panel on Climate Change* (Eds., 2006)

Beban emisi di udara dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$Fuel_{\alpha} = \text{jumlah bahan bakar} \times \text{Energy content} \dots \dots \dots (3.1)$$

$$\text{Emisi} = \sum_{\alpha} (Fuel_{\alpha} \times EF_{\alpha}) \dots \dots \dots (3.2)$$

Keterangan:

$Fuel_{\alpha}$ = konsumsi bahan bakar (MWh);

EF_{α} = faktor emisi bahan bakar α (Ton/MWh);

Emisi = emisi total (Ton);

α = Jenis bahan bakar (ampas dan solar).

Menurut UNFCCC (2006), faktor emisi untuk ampas tebu pada pabrik gula adalah sebesar 0,485 tCO₂/MWh. Biomassa digunakan sebagai bahan bakar pembangkit listrik untuk ketel uap/boiler. Menurut rumus Pritzelwich (dalam Soemohandojo, 2009) nilai bakar bersih (*nett caloric value*) dari ampas tebu dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$NBB = 4.250 - 10 \text{ paa} - 48 \text{ kaa}$$

Keterangan:

NBB = nilai bakar bersih (kcal)

paa = pol ampas gilingan akhir (%)

kaa = kadar zat cair dalam ampas gilingan akhir (%)

2. Metode Analisis Ekonomi Berbasis *Green Manufacturing* di PG. Padjarakan
- Analisis ekonomi bertujuan untuk mengetahui nilai ekonomi pada penerapan *green manufacturing* di PG. Padjarakan. Analisis kelayakan ekonomi dalam penelitian ini menggunakan beberapa parameter, yaitu NPV, IRR, B/C *ratio*, dan analisis sensitivitas sebagai control.

- a. Analisis *Net Present Value* (NPV)

$$NPV = -I + A(PA, i\%, n) + S(PF, i\%n) - AC(PA, i\%, n) \dots \dots \dots (3.3)$$

Keterangan:

I = harga beli (ekonomi)

A = pendapatan per tahun

n = umur ekonomis proyek

i = tingkat suku bunga yang berlaku (10%)

S = nilai sisa

AC = biaya produksi

Kriteria keputusan:

i. Jika NPV bertanda positif ($NPV > 0$), maka rencana ekonomi diterima.

ii. Jika NPV bertanda negatif ($NPV < 0$), maka rencana ekonomi ditolak.

- b. Analisis *Internal Rate of Return* (IRR)

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \times (i_2 - i_1) \dots \dots \dots (3.4)$$

Keterangan:

NPV_1 = NPV yang bernilai positif

NPV_2 = NPV yang bernilai negatif

i_1 = tingkat suku bunga saat menghasilkan NPV yang bernilai positif

i_2 = tingkat suku bunga saat menghasilkan NPV yang bernilai negatif

Kriteria keputusan:

i. Jika IRR lebih besar dari MARR ($IRR > MARR$), maka rencana ekonomi diterima.

ii. Jika IRR lebih kecil dari MARR ($IRR < MARR$), maka rencana ekonomi ditolak.

c. BC Rasio

$$B/C = \frac{PW \text{ Benefits}}{PW \text{ Costs}} = \frac{EUAB}{EUAC} \geq 1 \dots\dots\dots(3.5)$$

Keterangan:

Benefit = (penerimaan kotor pada tahun ke-t)

Cost = (biaya kotor pada tahun ke-t)

Kriteria keputusan:

- i. Jika *B/C ratio* lebih besar dari 1 (*B/C ratio* > 1), maka rencana ekonomi diterima.
- ii. Jika *B/C ratio* lebih kecil dari 1 (*B/C ratio* < 1), maka rencana ekonomi ditolak.

d. Analisis sensitivitas

Pada analisis ini dilihat perubahan nilai NPV, IRR, dan *B/C ratio* dengan mengkondisikan apabila pendapatan mengalami penurunan sebesar 5%, 10%, dan 15%, biaya operasional mengalami kenaikan sebesar 5%, 10%, dan 15% (berdasarkan kebijakan perusahaan).

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada penelitian ini maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan analisis lingkungan pada penerapan *green manufacturing*, PG. Padjarakan dinyatakan layak karena telah menerapkan sebagian besar konsep *green manufacturing* di sepanjang rantai pasok pengolahan pabrik ramah lingkungan dan kontribusi emisi gas rumah kaca yang dihasilkan masih relative kecil atau sesuai dengan standarEPA. Berdasarkan penilaian indikator lingkungan, PG. Padjarakan berada dalam kriteria nilai 37 yang tergolong skor 3 (*good*) dan nilai potensi gas rumah kaca setiap menggiling tebu 1 ton adalah 0,294 tCO₂/ton tebu giling.
2. Berdasarkan analisis kelayakan ekonomi, penerapan konsep *green manufacturing* pada PG. Padjarakan dinyatakan sangat layak diterapkan karena dapat meningkatkan kondisi ekonomi dengan menambah pendapatan dari penjualan limbah dan efisiensi biaya bahan bakar. Berdasarkan hasil perhitungan analisis ekonomi yang diperoleh dengan menggunakan suku bunga 10% dengan umur ekonomis 10 tahun diketahui nilai NPV sebesar Rp. 61.034.268.344, IRR 64,98%, dan B/C rasio sebesar 1,506.

5.2 Saran

PG. Padjarakan dapat meningkatkan nilai ekonomi blotong dengan mengolah blotong menjadi pupuk kompos. PG Padjarakan juga perlu melakukan valuasi ekonomi limbah agar dapat melakukan pengelolaan limbah dengan lebih efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Boston Consulting Group. 2011. "Green Manufacturing : Energy, Product, and Process". Dalam Bhattacharya, Jain, and Choudhary. Boston : bcg.com. [Serial Online]. [http://www.cii.in/webcms/Upload/BCG-CII%20 Green%20Mfg%20Report.pdf](http://www.cii.in/webcms/Upload/BCG-CII%20Green%20Mfg%20Report.pdf)
- Departemen Pertanian. 2007. *Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Tebu Edisi Kedua*. Jakarta: Dinas Pertanian. [http:// www. litbang. pertanian.go. id/special/publikasi/ doc_perkebunan/tebu/tebu-bagian-a.pdf](http://www.litbang.pertanian.go.id/special/publikasi/doc_perkebunan/tebu/tebu-bagian-a.pdf) [28 Oktober 2016].
- EPA. 2013. *EPA Regulation Of Greenhouse Gas Emissions From New Power Plants*. [Serial Online]. <https://www.c2es.org/federal/executive/epa/ghg-standards-for-new-power-plants> [10 Agustus 2017].
- Ghobakhloo, Tang, Zulkifli, dan Ariffin. 2013. *An Integrated Framework of Green manufacturing Implementation. International Journal of Innovation. Management and Technology*. Vol. 4 No. 2. Hal. 86-89. [Serial Online]. <http://search.proquest.com/openview/6223877b52589f25a622ef995df2dd47/2?pq-origsite=gscholar> [28 Juni 2016].
- Giatman, M. 2006. *Ekonomi Teknik*. Editor Arson Aliludin. Jakarta : PT Raja Grafindo
- Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006. "2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2". Dalam Eggleston, Buendia, Miwa, Ngara, and Tanabe (Eds.). *Stationary Combustion*. Hayama/Japan : The Institute for Global Environmental Strategies (IGES). [Serial Online]. www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/.../V22Ch2StationaryCombustion.pdf. [5 September 2016].
- Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2014. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. [Serial Online]. <http://jdih.menlh.go.id/>. [18 Maret 2017]
- LMI. 2005. *Best Practices in Implementing Green Supply Chains*. Virginia : The Bureaucrat. http://postconflict.unep.ch/humanitarianaction/documents/02_08-04_05-25.pdf [24 Mei 2017].
- Lu, D. 2012. *Fundamentals of Supply Chain Management*. London : Ventush Publishing ApS. [http:// bookboon.com /en/ fundamentals -of-supply-chain-management-ebook](http://bookboon.com/en/fundamentals-of-supply-chain-management-ebook) [22 Desember 2016].

- PTPN XI. 2010. *Paduan Teknik Budidaya Tebu*. Editor Slamet Poerwadi. Surabaya : PTPN XI Press.
- Saputra, H, dan Fithri, P. 2012. *Perancangan Model Pengukuran Kinerja Green Supply Chain Pulp dan Kertas*. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*. Vol. 22 No. 2. Hal.293-202. [Serial Online]. <http://josi.ft.unand.ac.id/index.php/josi/article/view/70>. [28 Oktober 2016].
- Soemohandojo, T. 2009. *Pengantar Injiniring Pabrik Gula*. Surabaya: Bintang Surabaya.
- Srivastava, S. K. 2007. *Green supply-chain management: A state of the art literature review*. *International Journal of Management Reviews*, Vol. 9, no.1, Hal. 53-80, 2007. [Serial Online]. <http://onlinelibrary.Wiley.com/doi/10.1111/j.14682370.2007.00202.x/abstract>. [18 Oktober 2016].
- Suryaningrat, I. B. 2013. *Ekonomi Teknik*. Jember : Jember University Press.
- Suryaningrat, I. B. 2016. *Implementation of QFD in Food Supply Chain Management : A Case of Processed Cassava Product in Indonesia*. Vol. 6 No. 3, Hal. 302–305. [Serial Online]. http://insightsociety.org/ojaseit/index.php/ijaseit/article/view/713/pdf_172 [18 Oktober 2016].
- Suryaningrat, I. B. 2016. *Raw Material Procurement on Agroindustrial Supply Chain Management: A Case Survey of Fruit Processing Industries in Indonesia*. *Agriculture and Agricultural Science Procedia Journal*, Vol. 3 No. 3. Hal. 137142. [Serial Online]. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210784316301437> [18 Oktober 2016].
- Suryaningrat, I. B., Amilia, W. & Choiron, M. 2015. *Current Condition of Agroindustrial Supply Chain of Cassava Products : A Case Survey of East Java , Indonesia*. *Agriculture and Agricultural Science Procedia Journal*, Vol. 3, Hal.137–142. [Serial Online]. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210784315000285> [18 Oktober 2016].
- UNFCCC. 2006. "35 MW Bagasse Based Cogeneration Project by Mumias Sugar Company Limited (MSCL). Project Design Document Form (CDM PDD). Version 03.1:1-49. https://www.netinform.net/KE/files/pdf/GSP_Mumias_Sugar_13112006.pdf [13 Maret 2017].

LAMPIRAN A. ANALISIS LINGKUNGAN

A1. Indikator Lingkungan

Indikator <i>Green manufacturing</i>		Baik	Buruk	Skor	Keterangan
Transportasi dan pengiriman yang ramah lingkungan	1. <i>Vehicle fuel derived from alternative fuels</i>	3	1	1	(1) Belum menggunakan bahan bakar alternatif; (2) Menggunakan 2 jenis bahan bakar, bahan bakar alternatif dalam jumlah sedikit dan <i>petroleum fuel</i> dalam jumlah banyak; (3) Menggunakan bahan bakar alternatif.
	1. <i>Hazardous material in inventory</i>	3	1	2	(1) Keseluruhan material menggunakan material berbahaya; (2) Setengah dari bahan baku menggunakan material berbahaya; (3) Tidak ada material berbahaya pada pergudangan.
Minimasi material berbahaya	2. <i>Material that is biodegradable</i>	3	1	3	((1) Tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme (<i>biodegradable</i>); (2) Bahan baku dapat diuraikan oleh mikroorganisme (<i>biodegradable</i>) > 50%; (3) Semua bahan baku dapat diuraikan oleh mikroorganisme (<i>biodegradable</i>).
	3. <i>Organic fertilizer usage</i>	3	1	1	(1) Tidak pernah menggunakan pupuk organik (2) Menggunakan 2 jenis pupuk (organik dan non-organik), dengan dengan perbandingan 1 : 1; (3) Telah menggunakan pupuk organik secara kontinyu.
	1. <i>Energy usage</i>	3	1	3	(1) Menggunakan energi tak terbarukan; (2) Menggunakan energi terbarukan dan tak terbarukan, namun lebih bergantung pada energi tak terbarukan; (3) Menggunakan energi terbarukan dan tak terbarukan tanpa bergantung pada salah satu jenis energi.
Minimasi penggunaan sumber daya (material, energi, bahan bakar, dsb)	2. <i>Material use efficiency</i>	3	1	3	(1) Menggunakan material secara berlebihan (pemborosan); (2) Menggunakan material secara berlebihan tetapi ada upaya untuk mengefisiensikan material; (3) Menggunakan material secara efisien.
	3. <i>Water usage</i>	3	1	3	(1) Pemborosan penggunaan air / melebihi standart kuantias produksi gula; (2) Mulai mengurangi pemborosan air secara minimal; (3) Penggunaan air secara tepat dan efisien dan tidak melebihi standart kuantias produksi gula.

Minimasi penanganan emisi	dan	1. <i>Emission to air</i>	3	1	2	(1) Tidak ada upaya mengurangi emisi dan berdampak besar terhadap lingkungan; (2) Ada upaya untuk mengurangi emisi secara bimbingan; (3) Telah ada upaya untuk mengurangi emisi secara kontinyu.
		2. <i>Emission to water</i>	3	1	3	
		3. <i>Emission to land</i>	3	1	2	
Minimasi penanganan limbah	dan	1. <i>Waste dispotition</i>	3	1	3	(1) Semua limbah dibuang pada lingkungan dan tidak ada upaya untuk memanfaatkan; (2) Semua limbah hanya dibuang dikebun tanpa diversifikasi pengolahan limbah; (3) Semua limbah telah didiversifikasikan dimanfaatkan untuk keuntungan pabrik.
		1. <i>Employee trained on environmental requirements</i>	3	1	3	(1) Tidak ada tenaga kerja yang diberi pelatihan mengenai kebutuhan terkait lingkungan dan mereka ada upaya menjaga lingkungan; (2) Sebagian tenaga kerja tidak diberi pelatihan mengenai kebutuhan terkait lingkungan, tetapi mereka ada upaya menjaga lingkungan; (3) Semua tenaga kerja diberi pelatihan mengenai kebutuhan terkait lingkungan dan ada upaya menjaga lingkungan secara kontinyu.
Peningkatan menyangkut operation	pelatihan green	2. <i>Product meeting specified eco-labelling requirements</i>	3	1	2	(1) Produk tidak memenuhi semua persyaratan <i>eco-labelling</i> dan tidak ada upaya untuk memenuhi persyaratan <i>eco-labelling</i> ; (2) Produk memenuhi sebagian persyaratan <i>eco-labelling</i> dan berupaya untuk memenuhi semua produk berlabel <i>eco-labelling</i> ; (3) Produk memenuhi semua persyaratan <i>eco-labelling</i> .
		1. <i>Recycleable/ reusable materials</i>	3	1	3	(1) Semua material/limbah tidak dapat didaur ulang atau digunakan kembali untuk proses produksi; (2) Sebagian material/limbah dapat didaur ulang; (3) Semua material/limbah dapat didaur ulang atau digunakan kembali untuk proses produksi.
Maksimasi penggunaan kembali, pemulihan dan daur ulang sumber daya (resource)		2. <i>Recycleable waste/scrap</i>	3	1	3	
		Total Nilai	45	15	37	

Nilai Terendah = 15

Nilai Tertinggi = 45

Rentang = 10

Buruk = 15-25

Cukup = 25-35

Baik = 35-45

Kesimpulan = Skor 37 tergolong kategori baik. PG. Padjarakan telah menerapkan sebagian besar konsep *Green manufacturing* sepanjang rantai pasok pabrik ramah lingkungan

Lampiran A2. Daftar Pertanyaan Materi Lingkungan Aspek Keberlanjutan**1. Apakah PG. Padjarakan telah menggunakan bahan bakar alternatif untuk kegiatan transportasi?**

(1) Belum menggunakan bahan bakar alternatif; (2) Menggunakan 2 jenis bahan bakar, bahan bakar alternatif dalam jumlah sedikit dan *petroleum fuel* dalam jumlah banyak; (3) Menggunakan bahan bakar alternatif.

2. Apakah ada bahan baku berbahaya pada pergudangan?

(1) Keseluruhan material menggunakan material berbahaya; (2) Setengah dari bahan baku menggunakan material berbahaya; (3) Tidak ada material berbahaya pada pergudangan.

3. Apakah bahan baku yang digunakan dapat diuraikan oleh mikroorganisme?

(1) Tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme (*biodegradable*); (2) Bahan baku dapat diuraikan oleh mikroorganisme (*biodegradable*) > 50%; (3) Semua bahan baku dapat diuraikan oleh mikroorganisme (*biodegradable*).

4. Apakah *supplier* PG. Padjarakan menggunakan pupuk organik dalam budidaya tebu?

(1) Tidak menggunakan pupuk organik (2) Menggunakan 2 jenis pupuk (organik dan non-organik), dengan dengan perbandingan 1 : 1; (3) Telah menggunakan pupuk organik secara kontinyu.

5. Apakah energi yang digunakan pada saat produksi gula merupakan energi terbarukan atau tidak terbarukan?

(1) Menggunakan energi tak terbarukan; (2) Menggunakan energi terbarukan dan tak terbarukan, namun lebih bergantung pada energi tak terbarukan; (3) Menggunakan energi terbarukan dan tak terbarukan tanpa bergantung pada salah satu jenis energi.

6. Apakah PG. Padjarakan telah menggunakan bahan baku secara efisien?

(1) Menggunakan bahan baku secara berlebihan (pemborosan); (2) Menggunakan bahan baku secara berlebihan tetapi ada upaya untuk mengefisiensikan bahan baku; (3) Menggunakan bahan baku secara efisien.

7. Bagaimana penggunaan air yang diterapkan di PG. Padjarakan?

(1) Penggunaan air secara berlebihan; (2) Telah melakukan upaya penghematan air; (3) Penggunaan air secara efisien dan tidak melebihi standar penggunaan air skala industri gula.

8. Apakah pihak PG. Padjarakan telah melakukan upaya untuk mengurangi emisi yang ditimbulkan dari kegiatan produksi gula?

(1) Tidak ada upaya mengurangi emisi dan berdampak besar terhadap lingkungan; (2) Ada upaya untuk mengurangi emisi secara bimbingan; (3) Telah ada upaya untuk mengurangi emisi secara kontinyu.

9. Apakah limbah hasil dari proses produksi gula langsung dibuang ke lingkungan?

(1) Semua limbah dibuang pada lingkungan dan tidak ada upaya untuk memanfaatkan; (2) Semua limbah hanya dibuang dikebun tanpa diversifikasi pengolahan limbah; (3) Semua limbah telah didiversifikasikan dimanfaatkan untuk keuntungan pabrik.

10. Apakah PG. Padjarakan pernah mengadakan dan memberikan pelatihan tentang lingkungan kepada para tenaga kerja?

(1) Tidak ada tenaga kerja yang diberi pelatihan mengenai kebutuhan terkait lingkungan dan mereka ada upaya menjaga lingkungan; (2) Semua tenaga kerja tidak diberi pelatihan mengenai kebutuhan terkait lingkungan, tetapi mereka ada upaya menjaga lingkungan; (3) Semua tenaga kerja diberi pelatihan mengenai kebutuhan terkait lingkungan dan ada upaya menjaga lingkungan secara kontinyu.

11. Apakah produk Gula Kristal Putih (GKP) memenuhi persyaratan *eco-labelling*?

(1) Produk tidak memenuhi semua persyaratan *eco-labelling* dan tidak ada upaya untuk memenuhi persyaratan *eco-labelling*; (2) Produk memenuhi sebagian persyaratan *eco-labelling* dan berupaya untuk memenuhi semua produk berlabel *eco-labelling*; (3) Produk memenuhi semua persyaratan *eco-labelling*.

12. Apakah material/limbah dapat didaur ulang atau digunakan kembali untuk proses produksi?

(1) Semua material/limbah tidak dapat didaur ulang atau digunakan kembali untuk proses produksi; (2) Sebagian material/limbah dapat didaur ulang; (3) Semua material/limbah dapat didaur ulang atau digunakan kembali untuk proses produksi.



Lampiran A3. Daftar Pertanyaan Materi Produksi Gula dan Biaya-Biaya Terkait pada Pihak Pabrik

1. Bagaimana proses produksi Gula Kristal Putih (GKP)?
2. Bagaimana pihak PG. Padjarakan menangani limbah hasil proses produksi Gula Kristal Putih (GKP)?
3. Berapa jumlah tebu (ton) dimusim giling tahun lalu?
4. Dimanakah limbah proses produksi Gula Kristal Putih yang dikeluarkan dibuang? Apabila bak penampung udah penuh, dimana biasanya pihak PG. Padjarakan membuangnya?
5. Berapa rata-rata konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan per hari untuk proses produksi?
6. Berapa jumlah kuantitas Gula Kristal Putih yang dihasilkan dari musim giling pada tahun lalu?
7. Berapa jumlah Gula Kristal Putih (GKP) milik PG. Padjarakan dari tebu sendiri (TS) dan bagi hasil dari tebu rakyat dan transfer dari pabrik gula lain?
8. Berapa harga gula/kg?
9. Berapa jumlah tetes yang dihasilkan dari proses produksi gula musim giling tahun lalu?
10. Berapa harga tetes/kg?
11. Apa bahan bakar yang digunakan pada produksi Gula Kristal Putih (GKP)?
12. Berapa banyak bahan bakar yang digunakan selama musim giling tersebut?
13. Alat apa saja yang digunakan saat proses produksi Gula Kristal Putih (GKP)?
14. Berapa harga bangunan, tanah, mesin, dan transportasi?
15. Berapa konsumsi listrik dan biaya listrik selama musim giling tahun lalu?
16. Apa saja material yang dibutuhkan dan digunakan pada proses produksi Gula Kristal Putih (GKP)

17. Berapa semua harga material yang dibutuhkan dan digunakan pada proses produksi Gula Kristal Putih (GKP)?
18. Berapa biaya jasa transportasi pengadaan bahan baku (tebu) pada musim giling tahun lalu?



LAMPIRAN B. ANALISIS BIAYA PG. PADJARAKAN

Lampiran B1. Modal

1. Harga gedung dan penataran

Modal untuk gedung dan penataran = Rp. 211.145.000

2. Rincian Jumlah dan Harga Mesin Produksi Gula Kristal Putih (GKP) di PG. Padjarakan

No	Modal Ekonomi	Unit	Harga Satuan	Jumlah
1	Stasiun Ketelan	1	Rp. 1.119.376.000	Rp. 1.119.376.000
2	Stasiun Gilingan	1	Rp. 1.119.968.000	Rp. 1.119.968.000
3	Stasiun Pemurnian Nira	1	Rp. 772.568.000	Rp. 772.568.000
4	Stasiun Penguapan	1	Rp. 1.375.435.000	Rp. 1.375.435.000
5	Stasiun Masakan	1	Rp. 589.729.000	Rp. 589.729.000
6	Stasiun Pendingin	1	Rp. 34.586.000	Rp. 34.586.000
7	Stasiun Puteran	1	Rp. 2.182.306.000	Rp. 2.182.306.000
9	Mesin Kantor	1	Rp. 53.220.000	Rp. 53.220.000
Total				Rp. 7.247.188.000

Sumber: Data primer diolah (2017)

3. Rincian Jumlah dan Harga Transportasi Produksi Gula Kristal Putih (GKP) di PG. Padjarakan

Mobil Sedan	1	Rp 317.308.000	Rp 317.308.000
-------------	---	----------------	----------------

Sumber: Data primer diolah (2017)

4. Rincian Jenis Pekerjaan dan Harga Pembuatan Unit Pengolah Limbah Cair (UPLC) di PG

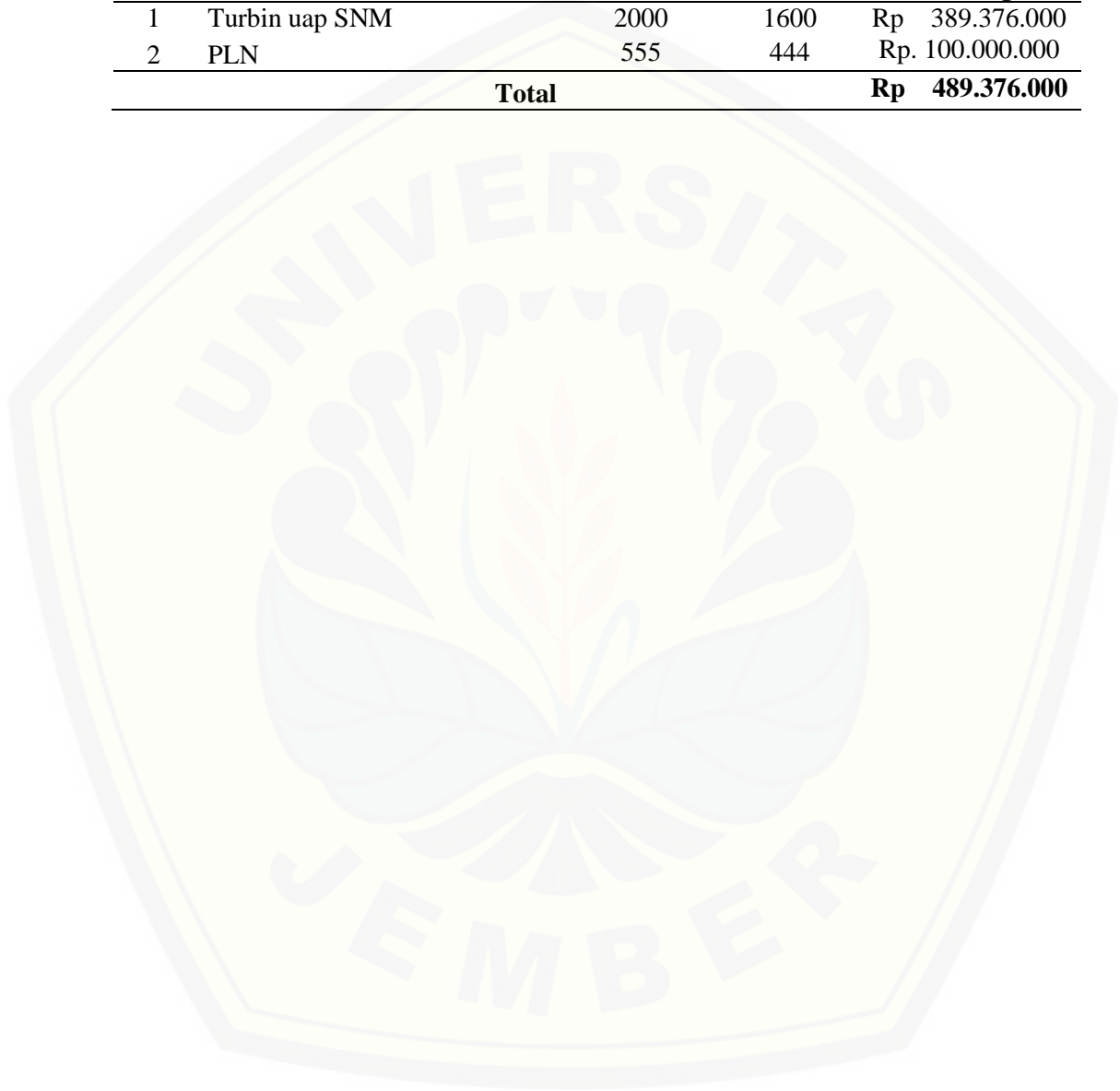
No	Jenis Pekerjaan	Harga
1	Pekerjaan Persiapan	Rp 1.600.000
2	Pekerjaan Tanah	Rp 1.129.700
3	Pekerjaan Strukstur	Rp 18.056.886
4	Pekerjaan Dinding	Rp 9.547.450
5	Pekerjaan Perpipaan	Rp 20.603.400
6	Pekerjaan Elektrikal	Rp 18.750.000
7	Pekerjaan Lain-Lain	Rp 2.450.000
Total		Rp 72.137.436

Sumber: Data primer diolah (2017)

5. Instalasi Listrik

PG. Padjarakan menggunakan dua sistem sebagai sumber tenaga listrik, yaitu turbin uap SNM dan PLN yang digunakan dalam masa giling 2016.

No	Power Listrik	Kva	Kw	Biaya Pemasangan
1	Turbin uap SNM	2000	1600	Rp 389.376.000
2	PLN	555	444	Rp. 100.000.000
Total				Rp 489.376.000



Lampiran B2. Biaya Tetap, Biaya Variable, Dan Semi Variable

1. Nilai Sisa

No	Komponen	Biaya	Umur (tahun)	Total Biaya
1	Gedung dan penataran	Rp 211.145.000	10	Rp. 21.114.500
2	Transportasi	Rp 317.308.000	10	Rp. 31.730.800
3	Mesin TGM	Rp 6.127.812.000	10	Rp. 612.781.200
4	GM	Rp 7.247.188.000	10	Rp. 724.718.800
Total				Rp. 777.564.100

Pada umumnya, nilai akhir atau nilai sisa adalah 10 dari nilai pokok. Maka:

$$\text{Nilai sisa gedung dan penataran} = \frac{10}{100} \times \text{Rp. } 211.145.000 = \text{Rp. } 21.114.500$$

$$\text{Nilai sisa transportasi} = \frac{10}{100} \times \text{Rp. } 317.308.000 = \text{Rp. } 31.730.800$$

$$\text{Nilai sisa mesin TGM} = \frac{10}{100} \times \text{Rp } 6.127.812.000 = \text{Rp } 612.781.200$$

$$\text{Nilai sisa mesin GM} = \frac{10}{100} \times \text{Rp. } 7.247.188.000 = \text{Rp. } 724.718.800$$

Asumsi umur ekonomisnya adalah 10 tahun. Perhitungan depresiasi menggunakan metode *straight line*. Berikut adalah persamaannya.

$$D = \frac{P-S}{N} \text{ dimana; } P = \text{harga pokok (Rp)}$$

$$S = \text{nilai akhir/sisa (Rp)}$$

$$N = \text{umur ekonomis (tahun)}$$

Sehingga diperoleh total depresiasi setiap tahun adalah:

$$\text{Gedung dan penataran} = \frac{\text{Rp.}211.145.000 - \text{Rp.}21.114.500}{10} = \text{Rp. } 19.003.050/\text{tahun}$$

$$\text{Transportasi} = \frac{\text{Rp.}317.308.000 - \text{Rp.}31.730.800}{10} = \text{Rp. } 28.557.720/\text{tahun}$$

$$\text{Mesin TGM} = \frac{\text{Rp } 6.127.812.000 - \text{Rp.}612.781.200}{10} = \text{Rp. } 551.503.080/\text{tahun}$$

$$\text{Mesin GM} = \frac{\text{Rp } 7.247.188.000 - \text{Rp.}724.718.800}{10} = \text{Rp. } 652.246.920/\text{tahun}$$

2. Rincian Gaji Karyawan

No	Bagian	Uraian	Gaji
1	Pimpinan dan Tatausaha	Gaji Karyawan Tetap	Rp. 1.252.219.041
		Gaji Karyawan Musiman	Rp. 53.733.622
		Gaji Karyawan PKWT	Rp. 86.208.752
		Gaji Borongan	Rp. -
		Gaji Outsourcing	Rp. 648.540.290
		Tunjangan Kesejahteraan	Rp. 1.493.907.553
		Tunjangan Sosial Karyawan	Rp. 868.486.102
		Tunjangan Pelaksanaan Tugas	Rp. 115.672.885
2	Tebu Giling	Gaji Karyawan Tetap	Rp. 801.559.468
		Gaji Karyawan Musiman	Rp. -
		Gaji Karyawan PKWT	Rp. 75.432.427
		Gaji Borongan	Rp. 41.328.232
		Gaji Outsourcing	Rp. 11.573.736
3	Tebang Angkut Tebu dan	Gaji Karyawan Tetap	Rp. 91.860.293
		Gaji Karyawan Musiman	Rp. 28.773.533
		Gaji Karyawan PKWT	Rp. 352.736.375
		Gaji Borongan	Rp. 4.106.508
		Gaji Outsourcing	Rp. 11.658.837
4	Pabrik	Gaji Karyawan Tetap	Rp. 3.085.501.812
		Gaji Karyawan Musiman	Rp. 26.640.664
		Gaji Karyawan PKWT	Rp. 1.143.409.770
		Gaji Borongan	Rp. -
		Gaji Outsourcing	Rp. 732.740.299
5	Pengolahan	Gaji Karyawan Tetap	Rp. 578.046.951
		Gaji Karyawan Musiman	Rp. 564.084.987
		Gaji Karyawan PKWT	Rp. 392.215.846
		Gaji Borongan	Rp. 148.667.400
		Gaji Outsourcing	Rp. 515.031.252
6	Eksplorasi Alat Pengangkutan	Gaji Karyawan Tetap	Rp. 170.158.991
		Gaji Karyawan Musiman	Rp. -
		Gaji Karyawan PKWT	Rp. -
		Gaji Borongan	Rp. -
		Gaji Outsourcing	Rp. 22.739.604
7	Eksplorasi Alat Pertanian	Gaji Karyawan Tetap	Rp. -
		Gaji Karyawan Musiman	Rp. -
		Gaji Karyawan PKWT	Rp. -

	Gaji Borongan	Rp. -
	Gaji Outsourcing	Rp. -
8	Quality Control	
	Gaji Karyawan Tetap	Rp. 180.891.952
	Gaji Karyawan Musiman	Rp. 54.178.275
	Gaji Karyawan PKWT	Rp. 271.289.162
	Gaji Borongan	Rp. 26.383.875
	Gaji Outsourcing	Rp. 89.526.252
Total Biaya Gaji		Rp. 13.939.304.746

3. Perhitungan Pemakaian Listrik Selama Musim Giling 2016

Berikut merupakan rincian pemakaian listrik dan biaya listrik.

a. Pemakaian Listrik dari Turbin Uap SNM

No	Pemakaian Listrik (Snm)	A	Kw
1	Injeksi Masakan dan Penguapan	459	272
2	<i>Cane Cutter</i>	180	106
3	Unigrator	382	226
4	<i>Blower KTR</i>	323	191
5	<i>Kristalizer</i>	284	168
6	<i>Intermediate</i>	96	57
7	Ketel CCB	214	127
8	LGF BMA	231,5	137
9	HGF SHS	192	114
10	Vacum	284	168
11	UPLC	88	52
12	Besali	10	6
13	<i>Spraypond</i>	120	71
14	Pabrikasi	22	13
15	Pompa <i>Rail Ban</i>	10	6
16	Pompa Air Turbin	26	15
Jumlah		2921,5	1729

b. Rincian Pemakaian dan Biaya Listrik PLN

No	PEMAKAIAN LISTRIK (PLN)	KW	Tarif Listrik/ Kwh	Biaya Listrik Sebelum Pajak	Pajak Jalan Utama (PJU) 3%	Biaya Listrik Setelah Pajak
1	Rumah Dinas	30	Rp1.352	Rp 39.996	Rp. 1.200	Rp 41.196
2	Rumah Dinas	89	Rp1.352	Rp 119.989	Rp. 3.600	Rp 123.588
3	Taman	30	Rp1.352	Rp 39.996	Rp. 1.200	Rp 41.196
4	Kantor	95	Rp1.352	Rp 127.988	Rp. 3.840	Rp 131.828

5	Penerangan Jalan	Pabrik, Gudang, dan	63	Rp1.352	Rp 85.592	Rp. 2.568	Rp 88.160
JUMLAH			306		Rp 413.561	Rp.12.407	Rp. 425.968

4. Pemakaian bahan

No	Jenis Kegiatan	Jenis Bahan Bakar	Satuan	Jumlah Bahan Bakar	Harga Bahan Bakar	Biaya Bahan Bakar
1	Penyediaan bahan	Solar	Liter	230446,74	Rp.5.150	Rp1.186.800.702
2	Distribusi produk	Solar	Liter	44,47	Rp.5.150	Rp 229.021
3	Produksi & pembangkit listrik	Ampas tebu	Ton	32.880,13	Rp. -	Rp -
Total Biaya Bahan Bakar						Rp1.187.029.723

5. Barang pelengkap

No	Nama	Jumlah Barang	Harga	Jumlah Harga
1	Alat tulis		Rp. 8.845.925	Rp. 8.845.925
2	Alat kebersihan		Rp. 756.483	Rp. 756.483
3	Perabot		Rp. 14.934.700	Rp. 14.934.700
4	Lampu	40	Rp. 46.000	Rp. 14.934.700
Total				Rp. 39.471.808

6. Biaya Pemeliharaan

No	Komponen	Biaya	Pemeliharaan	Total Biaya
1	Gedung dan penataran	Rp. 211.145.000	10% dari HPT	Rp. 21.114.500
2	Transportasi	Rp. 317.308.000	10% dari HPT	Rp. 31.730.800
3	Mesin TGSCM	Rp. 6.617.188.000	10% dari HPT	
4	GSCM	Rp. 7.736.564.000	10% dari HPT	Rp. 773.656.400
Total				Rp. 826.501.700

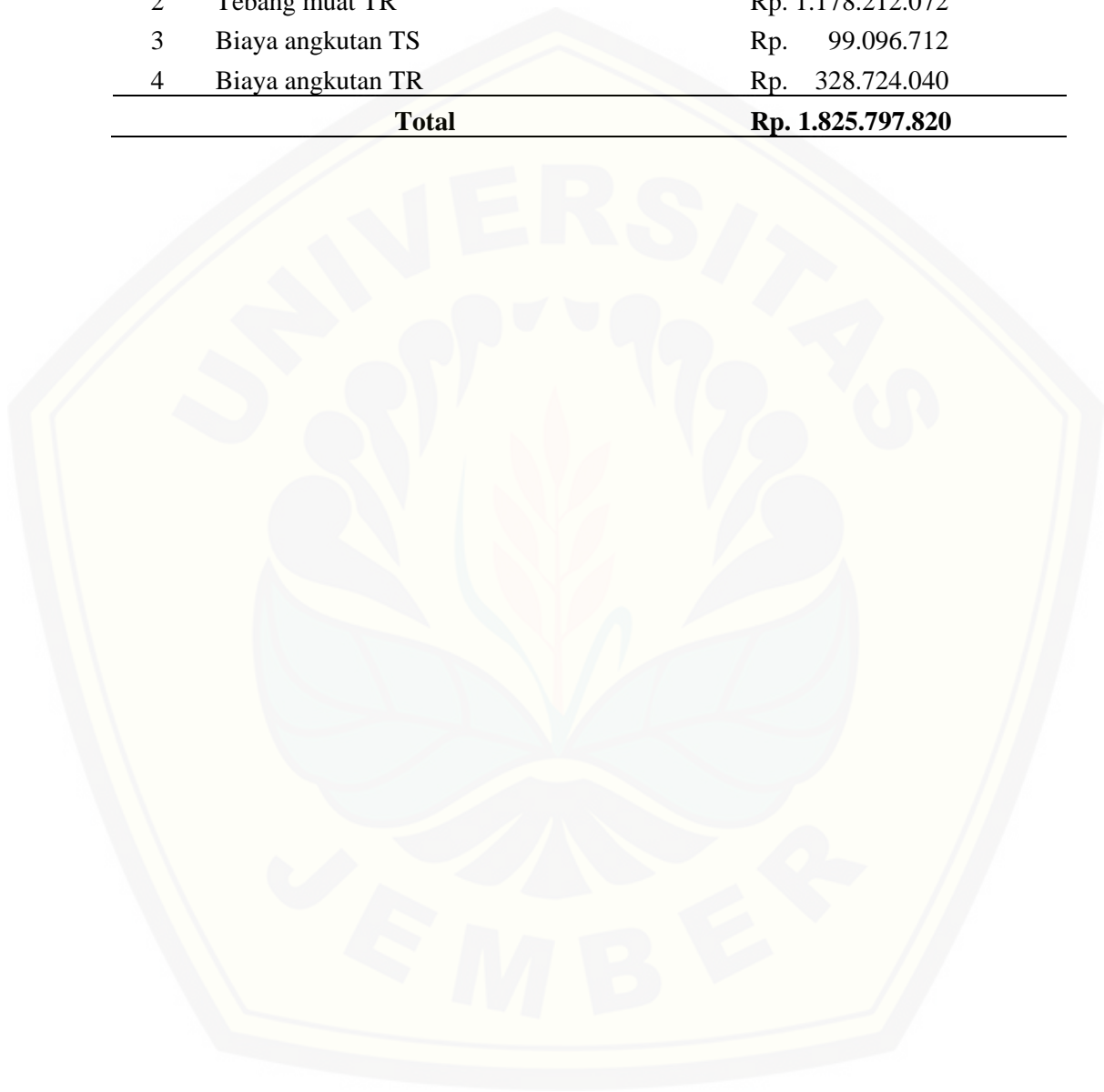
Keterangan : HPT = Harga peralatan terpasang

7. Biaya Bahan Baku

Nama Baku	Jumlah Bahan (kg)	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Harga (Rp)
Tebu Sendiri	3.008.100	kg	Rp. 567	Rp. 1.704.133.772
Susu kapur	2.759.000	kg	Rp. 125	Rp. 344.875.000
Kemasan	46.040	karung	Rp. 10.000	Rp. 460.400.000
Total biaya bahan baku				Rp. 2.509.408.772

8. Biaya Jasa Tebang,Muat, dan Angkut Tebu

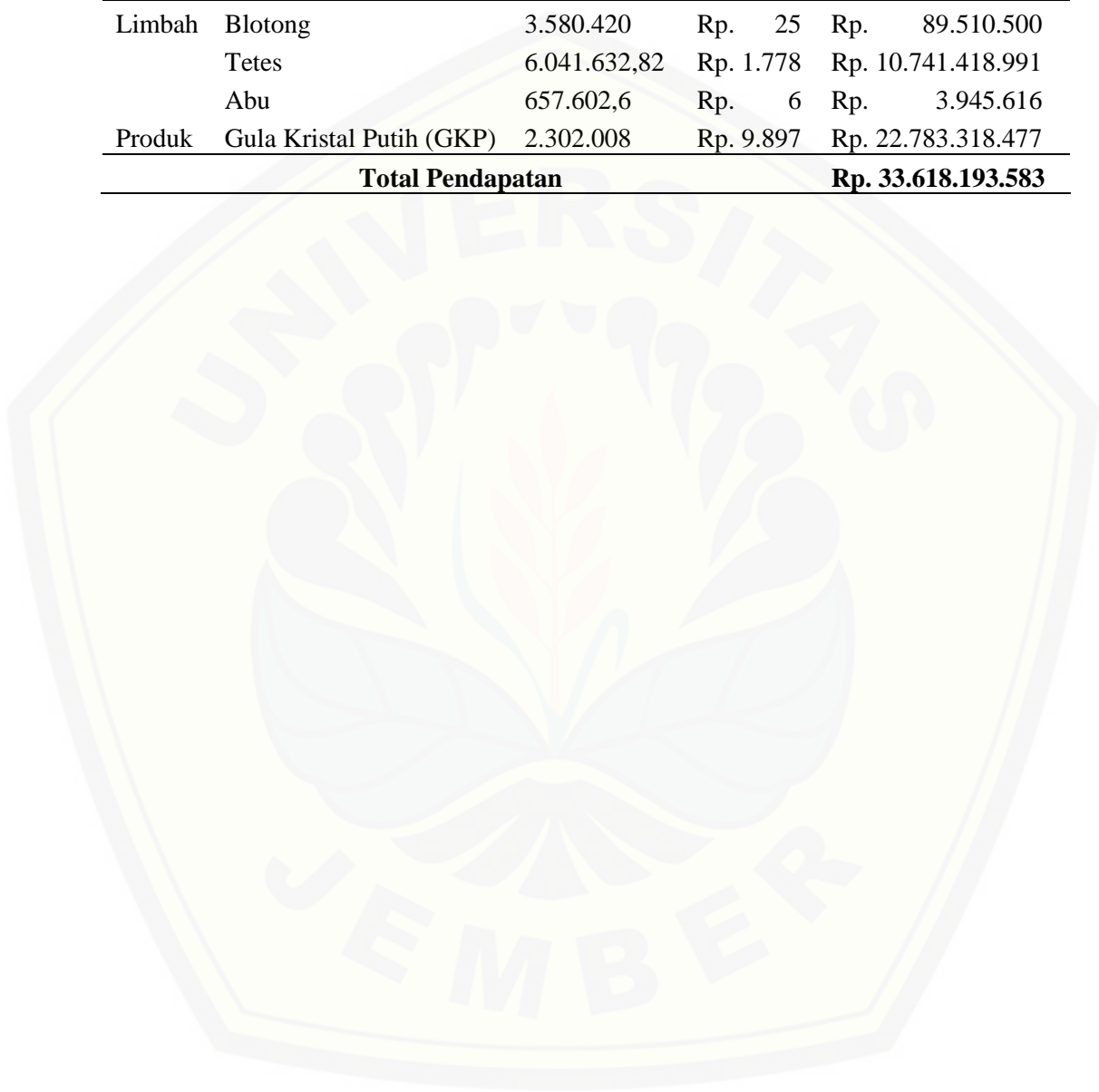
No	Rincian	Biaya Jasa Tebang Muat Angkut Tebu
1	Tebang muat TS	Rp. 219.764.996
2	Tebang muat TR	Rp. 1.178.212.072
3	Biaya angkutan TS	Rp. 99.096.712
4	Biaya angkutan TR	Rp. 328.724.040
Total		Rp. 1.825.797.820



Lampiran B3. Pendapatan

Rincian Sumber Pendapatan PG. Padjarakan

Pendapatan		Jumlah Milik PG (kg)	Harga/kg	Total harga
Limbah	Blotong	3.580.420	Rp. 25	Rp. 89.510.500
	Tetes	6.041.632,82	Rp. 1.778	Rp. 10.741.418.991
	Abu	657.602,6	Rp. 6	Rp. 3.945.616
Produk	Gula Kristal Putih (GKP)	2.302.008	Rp. 9.897	Rp. 22.783.318.477
Total Pendapatan				Rp. 33.618.193.583



LAMPIRAN C. ANALISIS KELAYAKAN EKONOMI PG. PADJARAN

Modal Awal	Rp. 8.826.530.436
Nilai Sisa	Rp. 777.564.100
Biaya Pokok Produksi atau Annual Cost (AC)	Rp. 20.327.940.537
Pendapatan atau Annual Benefit (AB)	Rp. 33.618.193.583

Tahun Ke	Benefit	Cost	Net Benefit (1-2)	DF 10 %	NPV (3x4)	DF 64%	NPV - (3x6)	DF 65%	NPV - (3X8)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	Rp -	Rp 20.327.940.537	-Rp 20.327.940.537	1,000	-Rp 20.327.940.537	1,000	-Rp 20.327.940.537	1,000	-Rp 20.327.940.537,000
1	Rp 33.618.193.583	Rp 20.327.940.537	Rp 13.290.253.046	0,909	Rp 12.082.169.044	0,610	Rp 8.103.812.833	0,606	Rp 8.054.698.815,758
2	Rp 33.618.193.583	Rp 20.327.940.537	Rp 13.290.253.046	0,826	Rp 10.983.065.117	0,372	Rp 4.941.349.288	0,367	Rp 4.881.635.645,914
3	Rp 33.618.193.583	Rp 20.327.940.537	Rp 13.290.253.046	0,751	Rp 9.984.967.113	0,227	Rp 3.013.017.859	0,223	Rp 2.958.567.058,130
4	Rp 33.618.193.583	Rp 20.327.940.537	Rp 13.290.253.046	0,683	Rp 9.077.242.830	0,138	Rp 1.837.206.011	0,135	Rp 1.793.070.944,321
5	Rp 33.618.193.583	Rp 20.327.940.537	Rp 13.290.253.046	0,621	Rp 8.251.918.116	0,084	Rp 1.120.247.568	0,082	Rp 1.086.709.663,225
6	Rp 33.618.193.583	Rp 20.327.940.537	Rp 13.290.253.046	0,565	Rp 7.502.347.844	0,051	Rp 683.077.785	0,050	Rp 658.611.917,106
7	Rp 33.618.193.583	Rp 20.327.940.537	Rp 13.290.253.046	0,513	Rp 6.820.557.863	0,031	Rp 416.510.845	0,030	Rp 399.158.737,640
8	Rp 33.618.193.583	Rp 20.327.940.537	Rp 13.290.253.046	0,467	Rp 6.199.903.046	0,019	Rp 253.970.027	0,018	Rp 241.914.386,448
9	Rp 33.618.193.583	Rp 20.327.940.537	Rp 13.290.253.046	0,424	Rp 5.636.396.317	0,012	Rp 154.859.773	0,011	Rp 146.614.779,666
10	Rp 33.618.193.583	Rp 21.105.504.637	Rp 12.512.688.946	0,386	Rp 4.823.641.589	0,007	Rp 88.902.130	0,007	Rp 83.658.718,251
	Rp 336.181.935.830	Rp 224.384.910.007	Rp 111.797.025.823	7	Rp 61.034.268.344	3	Rp 285.013.583	3	-Rp 23.299.870,543

NPV **Rp 61.034.268.344**
IRR **64,98%**
B/C Rasio **1,506**

LAMPIRAN D. EMISI GRK PADA PRODUKSI GULA DI PG. PADJARAKAN

1. Rincian Emisi GRK di PG. Padjarakan

Jenis Bahan Bakar	Satuan	Jumlah Bahan Bakar	Jumlah Bahan Bakar (Ton)	Energi Content (TJ/Gg)	Energy Content Konversi ke MWh/ton	Bahan Bakar Terpakai (MWh) (2x4)	Faktor Emisi (Kg/TJ)			Faktor Emisi konversi ke Ton/MWh			Emisi GRK (ton)		
							CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ (10 ⁻¹)	CH ₄ (10 ⁻⁵)	N ₂ O (10 ⁻⁶)	CO ₂ (5x6)	CH ₄ (5x7)	N ₂ O (5x8)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Solar	Liter	230.491,21	198,22	43	0,01194	2,37	74100	10	0,6	2,667	3,6	2,16	6,312	8,520	1,420
Ampas tebu	Ton	32.880,13	32.880,130	NA	2,16	71.021,081	NA	0	0	0,485	0	0	34445,224	0,000	0,000
Total Emisi GRK												34451,536	8,520	1,420	

Berat Jenis solar = $860 \text{ kg/m}^3 = 0,86 \text{ kg}$

2. Potensi Efek Rumah Kaca dari Produksi di PG. Padjarakan

Jenis Kegiatan	Emisi GRK (ton)			CO ₂ Equivalen (tCO ₂)			Total Emisi (tCO ₂)			Total Emisi tCO ₂ equivalen	Total emisi tCO ₂ /ton GKP	Total emisi tCO ₂ /ton tebu
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ (1x4)	CH ₄ (2x5)	N ₂ O (3x6)			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Penyediaan Bahan dan Distribusi Produk	6,3121914	8,520	1,420	1	21	310	6,312	178,928	440,220	625,461	0,386	0,005
Produksi & Pembangkit Listrik	34445,224	0	0	1	21	310	34445,224	0	0	34445,224	21,259	0,289
Total tCO₂ Musim Giling 2016							34.451,536	178,928	440,220	35.070,685	21,645	0,294

Total GKP = 1620,23 ton Total emisi tCO₂/ton GKP = Total Emisi tCO₂ : 1620,23 ton

Total tebu giling = 119347,1 ton Total emisi tCO₂/ton tebu giling = Total Emisi tCO₂ : 119347,1 ton

E. ANALISIS SENSITIFIVITAS

Lampiran E1. Pendapatan Turun 5%

Tahun Ke	Benefit	Cost	Net Benefit (1-2)	DF 10 %	NPV (3x4)	DF 56 %	NPV - (3x6)	DF 57 %	NPV- (3X8)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	Rp -	Rp 20.327.940.537	-Rp 20.327.940.537	1,000	-Rp 20.327.940.537	1,000	-Rp 20.327.940.537	1,000	-Rp 20.327.940.537
1	Rp 31.937.283.904	Rp 20.327.940.537	Rp 11.609.343.367	0,909	Rp 10.554.054.055	0,641	Rp 7.441.886.774	0,637	Rp 7.394.486.221
2	Rp 31.937.283.904	Rp 20.327.940.537	Rp 11.609.343.367	0,826	Rp 9.593.961.358	0,411	Rp 4.770.440.240	0,406	Rp 4.709.863.835
3	Rp 31.937.283.904	Rp 20.327.940.537	Rp 11.609.343.367	0,751	Rp 8.722.099.672	0,263	Rp 3.057.974.513	0,258	Rp 2.999.913.271
4	Rp 31.937.283.904	Rp 20.327.940.537	Rp 11.609.343.367	0,683	Rp 7.929.181.520	0,169	Rp 1.960.240.072	0,165	Rp 1.910.772.784
5	Rp 31.937.283.904	Rp 20.327.940.537	Rp 11.609.343.367	0,621	Rp 7.208.241.296	0,108	Rp 1.256.564.149	0,105	Rp 1.217.052.729
6	Rp 31.937.283.904	Rp 20.327.940.537	Rp 11.609.343.367	0,565	Rp 6.553.474.331	0,069	Rp 805.489.839	0,067	Rp 775.192.821
7	Rp 31.937.283.904	Rp 20.327.940.537	Rp 11.609.343.367	0,513	Rp 5.957.915.016	0,044	Rp 516.339.640	0,043	Rp 493.753.389
8	Rp 31.937.283.904	Rp 20.327.940.537	Rp 11.609.343.367	0,467	Rp 5.415.758.681	0,029	Rp 330.986.949	0,027	Rp 314.492.604
9	Rp 31.937.283.904	Rp 20.327.940.537	Rp 11.609.343.367	0,424	Rp 4.923.522.522	0,018	Rp 212.171.121	0,017	Rp 200.313.761
10	Rp 31.937.283.904	Rp 21.105.504.637	Rp 10.831.779.267	0,386	Rp 4.175.650.907	0,012	Rp 126.897.720	0,011	Rp 119.042.839
	Rp 319.372.839.039	Rp 224.384.910.007	Rp 94.987.929.032	7	Rp 50.705.918.820	3	Rp 151.050.479	3	-Rp 193.056.283

NPV **Rp. 50.705.918.820**
 IRR **56,82%**
 B/C Rasio **1,32**

Lampiran E2. Pendapatan Turun 10%

Tahun Ke	Benefit	Cost	Net Benefit (1-2)	DF 10 %	NPV (3x4)	DF 48%	NPV - (3x6)	DF 49%	NPV- (3X8)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	Rp -	Rp 20.327.940.537	-Rp 20.327.940.537	1,00	-Rp 20.327.940.537	1,000	-Rp 20.327.940.537	1,000	-Rp 20.327.940.537
1	Rp 30.256.374.225	Rp 20.327.940.537	Rp 9.928.433.688	0,91	Rp 9.025.939.065	0,676	Rp 6.708.401.140	0,671	Rp 6.663.378.314
2	Rp 30.256.374.225	Rp 20.327.940.537	Rp 9.928.433.688	0,83	Rp 8.204.857.600	0,457	Rp 4.532.703.473	0,450	Rp 4.472.065.982
3	Rp 30.256.374.225	Rp 20.327.940.537	Rp 9.928.433.688	0,75	Rp 7.459.232.230	0,308	Rp 3.062.637.482	0,302	Rp 3.001.386.565
4	Rp 30.256.374.225	Rp 20.327.940.537	Rp 9.928.433.688	0,68	Rp 6.781.120.209	0,208	Rp 2.069.349.650	0,203	Rp 2.014.353.400
5	Rp 30.256.374.225	Rp 20.327.940.537	Rp 9.928.433.688	0,62	Rp 6.164.564.477	0,141	Rp 1.398.209.223	0,136	Rp 1.351.915.033
6	Rp 30.256.374.225	Rp 20.327.940.537	Rp 9.928.433.688	0,56	Rp 5.604.600.817	0,095	Rp 944.735.961	0,091	Rp 907.325.526
7	Rp 30.256.374.225	Rp 20.327.940.537	Rp 9.928.433.688	0,51	Rp 5.095.272.169	0,064	Rp 638.335.109	0,061	Rp 608.943.306
8	Rp 30.256.374.225	Rp 20.327.940.537	Rp 9.928.433.688	0,47	Rp 4.631.614.315	0,043	Rp 431.307.506	0,041	Rp 408.686.782
9	Rp 30.256.374.225	Rp 20.327.940.537	Rp 9.928.433.688	0,42	Rp 4.210.648.727	0,029	Rp 291.423.991	0,028	Rp 274.286.431
10	Rp 30.256.374.225	Rp 21.105.504.637	Rp 9.150.869.588	0,39	Rp 3.527.660.226	0,020	Rp 181.486.871	0,019	Rp 169.667.899
	Rp 302.563.742.247	Rp 224.384.910.007	Rp 78.178.832.240	7	Rp 40.377.569.297	3	-Rp 69.350.131	3	-Rp 455.931.298

NPV Rp. 40.377.569.297

IRR 48,56%

B/C Rasio 1,12

Lampiran E3. Pendapatan Turun 15%

Tahun Ke	Benefit	Cost	Net Benefit (1-2)	DF 10 %	NPV (3x4)	DF 39%	NPV - (3x6)	DF 40%	NPV- (3X8)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	Rp -	Rp 20.327.940.537	-Rp 20.327.940.537	1,000	-Rp 20.327.940.537	1,000	-Rp 20.327.940.537	1,000	-Rp 20.327.940.537
1	Rp 28.575.464.546	Rp 20.327.940.537	Rp 8.247.524.009	0,909	Rp 7.497.824.076	0,719	Rp 5.933.470.510	0,714	Rp 5.891.088.578
2	Rp 28.575.464.546	Rp 20.327.940.537	Rp 8.247.524.009	0,826	Rp 6.815.753.841	0,518	Rp 4.268.683.820	0,510	Rp 4.207.920.413
3	Rp 28.575.464.546	Rp 20.327.940.537	Rp 8.247.524.009	0,751	Rp 6.196.364.788	0,372	Rp 3.070.995.554	0,364	Rp 3.005.657.438
4	Rp 28.575.464.546	Rp 20.327.940.537	Rp 8.247.524.009	0,683	Rp 5.633.058.898	0,268	Rp 2.209.349.319	0,260	Rp 2.146.898.170
5	Rp 28.575.464.546	Rp 20.327.940.537	Rp 8.247.524.009	0,621	Rp 5.120.887.657	0,193	Rp 1.589.459.942	0,186	Rp 1.533.498.693
6	Rp 28.575.464.546	Rp 20.327.940.537	Rp 8.247.524.009	0,565	Rp 4.655.727.303	0,139	Rp 1.143.496.361	0,133	Rp 1.095.356.209
7	Rp 28.575.464.546	Rp 20.327.940.537	Rp 8.247.524.009	0,513	Rp 4.232.629.321	0,100	Rp 822.659.253	0,095	Rp 782.397.292
8	Rp 28.575.464.546	Rp 20.327.940.537	Rp 8.247.524.009	0,467	Rp 3.847.469.950	0,072	Rp 591.841.189	0,068	Rp 558.855.209
9	Rp 28.575.464.546	Rp 20.327.940.537	Rp 8.247.524.009	0,424	Rp 3.497.774.932	0,052	Rp 425.785.028	0,048	Rp 399.182.292
10	Rp 28.575.464.546	Rp 21.105.504.637	Rp 7.469.959.909	0,386	Rp 2.879.669.545	0,037	Rp 277.440.762	0,035	Rp 258.248.563
	Rp 285.754.645.456	Rp224.384.910.007	Rp 61.369.735.449	7	Rp 30.049.219.773	3	Rp 5.241.201	3	-Rp 448.837.682

NPV Rp. 30.049.219.773

IRR 39,56%

B/C Rasio 0,93

Lampiran E4. Biaya Operasional Naik 5%

Tahun Ke	Benefit		Cost		Net Benefit (1-2)		DF 10 %	NPV (3x4)		DF 56 %	NPV - (3x6)		DF 57 %	NPV- (3X8)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9						
0	Rp	-	Rp	21.344.337.564	-Rp	21.344.337.564	1,000	-Rp	21.344.337.564	1,000	-Rp	21.344.337.564	1,000	-Rp	21.344.337.564
1	Rp	33.618.193.583	Rp	21.344.337.564	Rp	12.273.856.019	0,909	Rp	11.158.162.507	0,641	Rp	7.867.856.423	0,637	Rp	7.817.742.687
2	Rp	33.618.193.583	Rp	21.344.337.564	Rp	12.273.856.019	0,826	Rp	10.143.114.614	0,411	Rp	5.043.497.707	0,406	Rp	4.979.453.941
3	Rp	33.618.193.583	Rp	21.344.337.564	Rp	12.273.856.019	0,751	Rp	9.221.348.027	0,263	Rp	3.233.011.350	0,258	Rp	3.171.626.714
4	Rp	33.618.193.583	Rp	21.344.337.564	Rp	12.273.856.019	0,683	Rp	8.383.043.661	0,169	Rp	2.072.443.173	0,165	Rp	2.020.144.404
5	Rp	33.618.193.583	Rp	21.344.337.564	Rp	12.273.856.019	0,621	Rp	7.620.837.202	0,108	Rp	1.328.489.214	0,105	Rp	1.286.716.181
6	Rp	33.618.193.583	Rp	21.344.337.564	Rp	12.273.856.019	0,565	Rp	6.928.591.723	0,069	Rp	851.595.650	0,067	Rp	819.564.446
7	Rp	33.618.193.583	Rp	21.344.337.564	Rp	12.273.856.019	0,513	Rp	6.298.942.909	0,044	Rp	545.894.647	0,043	Rp	522.015.571
8	Rp	33.618.193.583	Rp	21.344.337.564	Rp	12.273.856.019	0,467	Rp	5.725.753.833	0,029	Rp	349.932.466	0,027	Rp	332.493.994
9	Rp	33.618.193.583	Rp	21.344.337.564	Rp	12.273.856.019	0,424	Rp	5.205.342.338	0,018	Rp	224.315.683	0,017	Rp	211.779.614
10	Rp	33.618.193.583	Rp	22.121.901.664	Rp	11.496.291.919	0,386	Rp	4.431.820.535	0,012	Rp	134.682.695	0,011	Rp	126.345.931
	Rp	336.181.935.830	Rp	235.565.277.302	Rp	100.616.658.528	7	Rp	53.772.619.785	3	Rp	307.381.445	3	-Rp	56.454.081

NPV Rp. 53.772.619.785

IRR 56,95%

B/C Rasio 1,39

Lampiran E5. Biaya Operasional Naik 10%

Tahun Ke	Benefit	Cost	Net Benefit (1-2)	DF 10 %	NPV (3x4)	DF 49%	NPV- (3X8)	DF 50%	NPV- (3X8)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	Rp -	Rp 22.360.734.591	Rp (22.360.734.591)	1,000	-Rp 22.360.734.591	1,000	-Rp 22.360.734.591	1,000	-Rp 22.360.734.591
1	Rp 33.618.193.583	Rp 22.360.734.591	Rp 11.257.458.992	0,909	Rp 10.234.155.970	0,671	Rp 7.555.341.606	0,667	Rp 7.504.972.662
2	Rp 33.618.193.583	Rp 22.360.734.591	Rp 11.257.458.992	0,826	Rp 9.303.164.111	0,450	Rp 5.070.699.064	0,444	Rp 5.003.315.108
3	Rp 33.618.193.583	Rp 22.360.734.591	Rp 11.257.458.992	0,751	Rp 8.457.728.941	0,302	Rp 3.403.153.734	0,296	Rp 3.335.543.405
4	Rp 33.618.193.583	Rp 22.360.734.591	Rp 11.257.458.992	0,683	Rp 7.688.844.492	0,203	Rp 2.283.995.795	0,198	Rp 2.223.695.603
5	Rp 33.618.193.583	Rp 22.360.734.591	Rp 11.257.458.992	0,621	Rp 6.989.756.288	0,136	Rp 1.532.883.084	0,132	Rp 1.482.463.736
6	Rp 33.618.193.583	Rp 22.360.734.591	Rp 11.257.458.992	0,565	Rp 6.354.835.601	0,091	Rp 1.028.780.593	0,088	Rp 988.309.157
7	Rp 33.618.193.583	Rp 22.360.734.591	Rp 11.257.458.992	0,513	Rp 5.777.327.955	0,061	Rp 690.456.774	0,059	Rp 658.872.771
8	Rp 33.618.193.583	Rp 22.360.734.591	Rp 11.257.458.992	0,467	Rp 5.251.604.620	0,041	Rp 463.393.808	0,039	Rp 439.248.514
9	Rp 33.618.193.583	Rp 22.360.734.591	Rp 11.257.458.992	0,424	Rp 4.774.288.359	0,028	Rp 311.002.556	0,026	Rp 292.832.343
10	Rp 33.618.193.583	Rp 23.138.298.691	Rp 10.479.894.892	0,386	Rp 4.039.999.481	0,019	Rp 194.309.593	0,017	Rp 181.737.411
	Rp 336.181.935.830	Rp 246.745.644.598	Rp 89.436.291.232	7	Rp 46.510.971.227	3	Rp 173.282.016	3	-Rp 249.743.881

NPV Rp. 46.510.971.227

IRR 49,79%

B/C Rasio 1,28

Lampiran E6. Biaya Operasional Naik 15%

Tahun Ke	Benefit		Cost		Net Benefit (1-2)		DF 10 %	NPV (3x4)		DF 42%	NPV - (3x6)		DF 43%	NPV- (3X8)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9						
0	Rp	-	Rp	23.377.131.618	-Rp	23.377.131.618	1,000	-Rp	23.377.131.618	1,000	-Rp	23.377.131.618	1,000	-Rp	23.377.131.618
1	Rp	33.618.193.583	Rp	23.377.131.618	Rp	10.241.061.965	0,909	Rp	9.310.149.433	0,704	Rp	7.212.015.469	0,699	Rp	7.161.581.794
2	Rp	33.618.193.583	Rp	23.377.131.618	Rp	10.241.061.965	0,826	Rp	8.463.213.608	0,496	Rp	5.078.884.133	0,489	Rp	5.008.099.157
3	Rp	33.618.193.583	Rp	23.377.131.618	Rp	10.241.061.965	0,751	Rp	7.694.109.855	0,349	Rp	3.576.678.967	0,342	Rp	3.502.167.242
4	Rp	33.618.193.583	Rp	23.377.131.618	Rp	10.241.061.965	0,683	Rp	6.994.645.322	0,246	Rp	2.518.788.005	0,239	Rp	2.449.068.002
5	Rp	33.618.193.583	Rp	23.377.131.618	Rp	10.241.061.965	0,621	Rp	6.358.675.374	0,173	Rp	1.773.794.370	0,167	Rp	1.712.634.966
6	Rp	33.618.193.583	Rp	23.377.131.618	Rp	10.241.061.965	0,565	Rp	5.781.079.479	0,122	Rp	1.249.150.964	0,117	Rp	1.197.646.830
7	Rp	33.618.193.583	Rp	23.377.131.618	Rp	10.241.061.965	0,513	Rp	5.255.713.001	0,086	Rp	879.683.778	0,082	Rp	837.515.265
8	Rp	33.618.193.583	Rp	23.377.131.618	Rp	10.241.061.965	0,467	Rp	4.777.455.407	0,060	Rp	619.495.618	0,057	Rp	585.675.011
9	Rp	33.618.193.583	Rp	23.377.131.618	Rp	10.241.061.965	0,424	Rp	4.343.234.380	0,043	Rp	436.264.520	0,040	Rp	409.562.945
10	Rp	33.618.193.583	Rp	24.154.695.718	Rp	9.463.497.865	0,386	Rp	3.648.178.427	0,030	Rp	283.901.864	0,028	Rp	264.661.832
		Rp 336.181.935.830	Rp 257.926.011.893		Rp 78.255.923.937		7	Rp 39.249.322.669		3	Rp 251.526.070		3	-Rp 248.518.575	

NPV Rp. 39.249.322.669

IRR 42,79%

B/C Rasio 1,16

**LAMPIRAN F. DOKUMENTASI MESIN DAN PROSES PRODUKSI GKP
DI PG. PADJARAN**

Lampiran F1. Gambar Produk GKP



Sample Produk GKP



Produk GKP Kemasan Karung Netto 50 kg

Lampiran F2. Proses Produksi Gula Kristal Putih (GKP)



Proses Penggilingan Tebu



Proses Pemurnian Nira



Proses Penguapan Nira Kental





Proses kristalisasi Gula



Stasiun Ketel

Lampiran F3. Limbah dan Unit Pengolahan Limbah



Tangki Tetes

Unit Pengolah Limbah Cair (UPLC)



Limbah Ampas Tebu



Limbah Abu Ketel



Limbah Blotong



Limbah Tetes

Lampiran F4. Kegiatan Off Farm



Sosialisasi Petani



Tebang Muat Angkut Tebu