BUSINESS PROCESS RE-ENGINEERING PADA INDUSTRI GULA MENUJU RANTAI PASOK BERKELANJUTAN (STUDI KASUS PADA PG PS MADUKISMO)

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri



Disusun Oleh :

Nama : Safierna Eka Putri

No.Mahasiswa : 14 522 145

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2018

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Safierna Eka Putri

NIM : 14522145

Judul Skripsi : *Business Process Re-Engineering* Pada Industri Gula Menuju Rantai Pasok Berkelanjutan (Studi Kasus Pada PG PS Madukismo)

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya. Seluruh ide, pendapat, maupun materi dari sumber lain yang mendukung penelitian ini telah dikutip dan dicantumkan dengan cara penulisan sumber referensi yang benar.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila dikemudian hari ditemukan penyimpangan dan ketidakbenaran atas pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar dan penarikan ijazah, serta sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Indonesia.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak ada paksaan dari pihak manapun.

Yogyakarta, 13 Juni 2018



Safierna Eka Putri

NIM. 14522145

SURAT BUKTI PENELITIAN

PT MADUBARU

PG.PS. MADUKISMO

SURAT KETERANGAN

No. : 3004 /DIR/MB/V/2018

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa

N a m a : Safierna Eka Putri

NIM : 14522145

Adalah mahasiswa Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia yang telah selesai melaksanakan penelitian di Bagian Instalasi Stasiun Gilingan dan Bagian Tanaman PT Madubaru Yogyakarta dari tanggal 26 April 2018 s/d 21 Mei 2018.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 22 Mei 2018

a/n Direktur PT Madubaru

Retna Isharsriyani

Ka. Bag. SDM & Umum

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

BUSINESS PROCESS RE-ENGINEERING PADA INDUSTRI GULA MENUJU RANTAI PASOK BERKELANJUTAN (STUDI KASUS PADA PG PS MADUKISMO)

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Safierna Eka Putri

No. Mahasiswa : 14 522 145

Yogyakarta, 26 Juni 2018

Dosen Pembimbing

(Taufiq Immawan, Dr., H., S.T., M.M.)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

***BUSINESS PROCESS RE-ENGINEERING* PADA INDUSTRI GULA MENUJU RANTAI PASOK BERKELANJUTAN (STUDI KASUS PADA PG PS MADUKISMO)**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Safierna Eka Putri

No. Mahasiswa : 14 522 145

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri Fakultas Tekonologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 31 Juli 2018

Tim Penguji

Taufiq Immawan, Dr., H., S.T., M.M.

Ketua

Harwati, S.T., M.T.

Anggota I

Dr. Dwi Handayani, S.T., M.Sc.

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Industri

Universitas Islam Indonesia

Yuli Agusti Rochman, S.T., M.Eng.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan karunia berupa kesehatan, ilmu pengetahuan, kekuatan, dan kemudahan untuk menyelesaikan penulisan laporan skripsi ini. Sholawat serta salam selalu tercurah pada junjungan Nabi Muhammad SAW.

Dengan ini penulis persembahkan karya sederhana ini kepada:

1. Kedua orang tua saya, Mohamad Safik dan Yayuk Ernawati yang tiada henti mendoakan, memberikan *support* dalam bentuk apapun, membimbing dan meyakinkan bahwa saya mampu. Kebahagiaan dan kebanggaan kalian adalah motivasi terbesar untuk saya.
2. Dosen pembimbing skripsi, Taufiq Immawan, Dr., H., S.T., M.M yang selalu memberikan motivasi, semangat, dukungan dalam bentuk apapun.
3. Adik saya, Risky Nayla Tsabitah yang selalu mendoakan dan menanyakan perkembangan skripsi saya.
4. Sahabat-sahabat saya yang terus mendoakan, menyemangati, serta turut andil dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan laporan skripsi ini.
5. Almamater saya, Universitas Islam Indonesia.

HALAMAN MOTTO

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا (5) إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا (6)

Artinya :

"Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan" (Asy-Syarh: 5-6)

"Dan Allah tidak menjadikan pemberian bala bantuan itu melainkan sebagai kabar gembira bagi (kemenangan) mu, dan agar tentram hatimu karenanya. Dan kemenanganmu itu hanyalah dari Allah Yang Maha Perkasa lagi Maha Bijaksana"

(Ali Imran, 3:126)

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr. Wb

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur atas kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan laporan tugas akhir yang berjudul "***Business Process Re-Engineering* Pada Industri Gula Menuju Rantai Pasok Berkelanjutan (Studi Kasus Pada PG PS Madukismo)**" dengan baik dan sesuai dengan waktu yang diharapkan. Kemudian tak lupa shalawat serta salam semoga selalu tercurah pada junjungan Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, dan umatnya hingga akhir zaman.

Penyusunan laporan tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat akademis yang wajib dipenuhi oleh setiap mahasiswa demi menyelesaikan pendidikan Strata-1 di Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Penulis menyadari bahwa tanpa adanya bimbingan dan dorongan dari semua pihak, maka penulisan laporan ini tidak akan berjalan dengan lancar. Maka dengan segala kerendahan hati, izinkanlah penulis untuk mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan motivasi selama penulisan laporan ini. Untuk itu penulis ucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Yuli Agusti Rochman, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Taufiq Immawan, Dr., H., S.T., M.M., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan dorongan, motivasi, semangat, dan dukungan dalam bentuk apapun. Terimakasih atas kesabaran Bapak dalam membimbing dan mengarahkan penulis selama penelitian dan penulisan laporan ini.
4. Bapak/Ibu pimpinan dan karyawan PG Madukismo yang telah memberikan izin dan membantu penulis selama pengambilan data di pabrik.
5. Kedua orang tua penulis, Bapak Mohamad Safik dan Ibu Yayuk Ernawati yang selalu menyertai penulis dengan doanya, memberikan dukungan moril dan materiil hingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan laporan skripsi ini. Adekku tersayang Nayla yang selalu menanyakan perkembangan skripsi penulis.
6. Semua sahabat dan teman-teman Teknik Industri 2014 yang memberikan semangat, doa, dan kontribusinya secara langsung dan tidak langsung selama penulisan laporan ini.

Penulis menyadari di dalam penyusunan laporan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Masih banyak kekurangan yang harus diperbaiki, oleh karena itu penulis meminta maaf atas ketidaksempurnaan tersebut, dan juga memohon kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan penulisan dikemudian hari. Semoga laporan ini dapat berguna bagi penulis khususnya dan juga bagi pembaca pada umumnya. Aamiin Ya Rabbal 'Alamin.

Wassalamualaikum, Wr. Wb.

Yogyakarta, 13 Juni 2018

Safierna Eka Putri

ABSTRAK

Volume impor gula di Indonesia cenderung mengalami peningkatan sebesar 63.889 ton setiap tahunnya. Impor gula dilakukan karena produksi gula nasional tidak mencukupi kebutuhan nasional. Selain itu harga gula rafinasi (Rp 8.000,00) jauh lebih murah jika dibandingkan dengan harga pokok produksi gula lokal (Rp 10.600,00). Hal tersebut dikarenakan proses produksi yang tidak efektif, sehingga menimbulkan dampak pada aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan. Kondisi ini menandakan bahwa perusahaan gula dalam keadaan yang tidak *sustain*, maka dilakukan *Business Process Re-Engineering* (BPR). BPR dilakukan dengan tetap memperhatikan dan memperhitungkan kebutuhan sumber daya alam (SDA) untuk generasi yang akan datang. Maka dari itu BPR yang dilakukan terhadap rantai pasok harus memperhatikan konsep keberlanjutannya dengan menjaga keseimbangan *triple bottom line* (ekonomi, sosial, dan lingkungan). Metode yang digunakan adalah *Sustainable Supply Chain Measurement*, untuk mengukur dan membandingkan parameter setiap aspek keberlanjutan. Indikator yang digunakan pada aspek ekonomi adalah Harga Pokok Produksi (HPP), aspek sosial adalah kesejahteraan tenaga tebang, dan aspek lingkungan dengan mengukur emisi CO_2 selama proses produksi. Hasil penelitan dari aspek ekonomi didapatkan HPP nira kental setelah BPR (Rp 1.900,00) 70% lebih murah dibandingkan HPP pabrik (Rp 6.221,37). Aspek lingkungan menunjukkan penurunan emisi CO_2 yaitu dari angka 1.389,28 ton CO_2 menjadi 20,57 ton CO_2/*batch* produksi. Kemudian ada kenaikan upah harian tenaga tebang pada aspek sosial, yaitu dari Rp 85.400,00 menjadi Rp 91.000,00/hari dan pemberian APD. Sinergi dari ketiga aspek tersebut setelah dilakukan *re-engineering* pada proses bisnis PG PS Madukismo menunjukkan sinergi yang positif. Maka dapat disimpulkan bahwa BPR dapat menjadi metode untuk mencapai rantai pasok berkelanjutan pada industri gula.

Kata kunci: industri gula, *Sustainable Supply Chain Measurement*, emisi CO_2, harga pokok produksi, kesejahteraan karyawan.

ABSTRACT

The volume of sugar imports in Indonesia tends to increase in the amount of 63.889 ton every year. Sugar import has been done because of the national sugar production is insufficient for the national needs. In addition, the cost of refined sugar (IDR 8.000) is cheaper than the cost of local sugar production (IDR 10.600). It is because the ineffective production process, which has an impact in the aspects of economic, social, and environment. This condition indicates that the sugar company is in the state of not sustained, so Business Process Re-Engineering (BPR) is applied. BPR is used along with observing and considering the needs of the natural resources (SDA) for the future generation. Therefore, BPR applied to the supply chain, has to pay attention on its sustainability concept by keeping the balance of the triple bottom lines (economic, social, and environment). Sustainable Supply Chain Measurement is performed as the method; it is used for measuring and comparing the parameter of every sustainability aspects. The Cost of Goods Manufactured (HPP), social aspect as the prosperity of the loggers, and economic aspect by measuring the CO_2 emission during the production process are the indicators. The result of the research from the economic aspect can be drawn that HPP of the thick "nira" after BPR (IDR 1.900) is 70% cheaper than HPP of the factory (IDR 6.221,37). The environment aspect shows the decreasing of CO_2 emission from 1.389,29 ton of CO_2 to 20,57 ton of CO_2 in production batch. Afterwards, the daily salary of the loggers in the social aspect increases from IDR 85.400 to IDR 91.000/day, and they also get APD. The synergy between those three aspects after had re-engineering in the business process of PG PS Madukismo, shows the positive synergy. Therefore, it can be concluded that BPR is able to be the method for achieving the sustainable supply chain of the sugar industry.

Keywords: sugar industry, Sustainable Supply Chain Measurement, CO_2 emission, main price production, employer prosperity

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
PERNYATAAN ii
SURAT BUKTI PENELITIAN iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING iv
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI v
HALAMAN PERSEMBAHAN vi
HALAMAN MOTTO vii
KATA PENGANTAR viii
ABSTRAK ix
DAFTAR ISI Xi
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR GAMBAR xiv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang Masalah 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Batasan Masalah 4
1.5 Manfaat Penelitian 5
1.6 Sistematika Penulisan 5
BAB II KAJIAN PUSTAKA 7
2.1 Kajian Induktif 7
2.2 Kajian Deduktif 10
2.2.1 *Supply Chain Management* (SCM) 10
2.2.2 *Business Process Re-engineering* 15
2.2.3 *Sustainable Supply Chain* 16
2.2.4 Pengukuran Kinerja 22
2.2.5 Penentuan *Expert Judgement* 24
BAB III METODE PENELITIAN 27
3.1 Fokus Kajian dan Lokasi Penelitian 27
3.1.1 Sejarah Singkat 27

3.1.2 Lokasi 27
3.1.3 Pemilik Saham 28
3.1.4 Produksi Utama 28
3.1.5 Produksi Sampingan 28
3.1.6 Sumber Daya Manusia 29
3.2 *K-Chart* Penelitian 29
3.3 Data yang Diperlukan 31
3.4 Metode Pengumpulan Data 31
3.5 Alat yang Digunakan 32
3.6 Alur Penelitian 32
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA 35
4.1 Aspek Lingkungan 36
4.1.1 Data dan Perhitungan Emisi CO_2 Sebelum Dilakukan BPR 39
4.1.2 Data dan Perhitungan Emisi CO_2 Setelah Dilakukan BPR 46
4.2 Aspek Ekonomi 51
4.2.1 Data dan Perhitungan HPP Awal (Sebelum BPR) 51
4.2.2 Data dan Perhitungan HPP Usulan (Setelah BPR) 53
4.3 Aspek Sosial 62
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 67
5.1 Analisis Aspek Lingkungan 67
5.2 Analisis Aspek Ekonomi 69
5.3 Analisis Aspek Sosial 71
5.4 Analisis Sinergi Ketiga Aspek *Sustainability* 73
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 75
a. Kesimpulan 75
b. Saran 75
DAFTAR PUSTAKA 77
LAMPIRAN 82

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data, Sumber Data, dan Metode Pengumpulan Data 35
Tabel 4.2 Faktor Konversi Emisi CO_2 dari Setiap Jenis Energi 39
Tabel 4.3 Data dan Perhitungan Emisi CO_2 Truk Angkut Sebelum Dilakukan BPR 40
Tabel 4.4 Data Konsumsi Bahan Bakar *Boiler* Pada Produksi 2017 41
Tabel 4.5 Data dan Perhitungan Emisi CO_2 dari Ampas Tebu 42
Tabel 4.6 Data dan Perhitungan Emisi CO_2 dari Kayu Bakar 43
Tabel 4.7 Data dan Perhitungan Emisi CO_2 dari IDO 44
Tabel 4.8 Data dan Perhitungan Emisi CO_2 dari Konsumsi Listrik 45
Tabel 4.9 Total Emisi CO_2 Sebelum BPR 46
Tabel 4.10 Data dan Perhitungan Emisi CO_2 Truk Angkut Setelah Dilakukan BPR 47
Tabel 4.11 Data dan Perhitungan Emisi CO_2 dari Penggunaan Genset 48
Tabel 4.12 Data dan Perhitungan Emisi CO_2 dari Energi Selain Genset 49
Tabel 4.13 Total Emisi CO_2 dari Proses Tebang Angkut – Evaporasi Setelah BPR 50
Tabel 4.14 Rincian Biaya Produksi dan Perhitungan HPP Awal 51
Tabel 4.15 Rincian Harga Pokok Produksi Nira Kental PG Madukismo 53
Tabel 4.16 Biaya Produksi Bagian Tebang Angkut 54
Tabel 4.17 Biaya Produksi Proses Giling 55
Tabel 4.18 Biaya Produksi Proses Pemurnian dan Pengaturan pH 56
Tabel 4.19 Biaya Kebutuhan Energi 56
Tabel 4.20 Biaya *Overhead* Pada Truk *Portable* 58
Tabel 4.21 Biaya Penyusutan Pada Truk *Portable* 60
Tabel 4.22 Total Biaya Produksi dan Perhitungan HPP Usulan 61
Tabel 4.23 Komponen Biaya Tenaga Tebang Sebelum BPR 64
Tabel 4.24 Komponen Biaya Tenaga Tebang Setelah BPR 65
Tabel 4.25 Rincian dan Perhitungan Dana Bantuan APD 65
Tabel 5.1 Perbandingan Total Emisi CO_2 (Ton) Sebelum dan Setelah BPR 67
Tabel 5.2 Perbandingan Harga Pokok Produksi 69
Tabel 5.3 Perbandingan Upah Harian Tenaga Tebang Sebelum dan Setelah BPR 71

DAFTAR GAMBAR

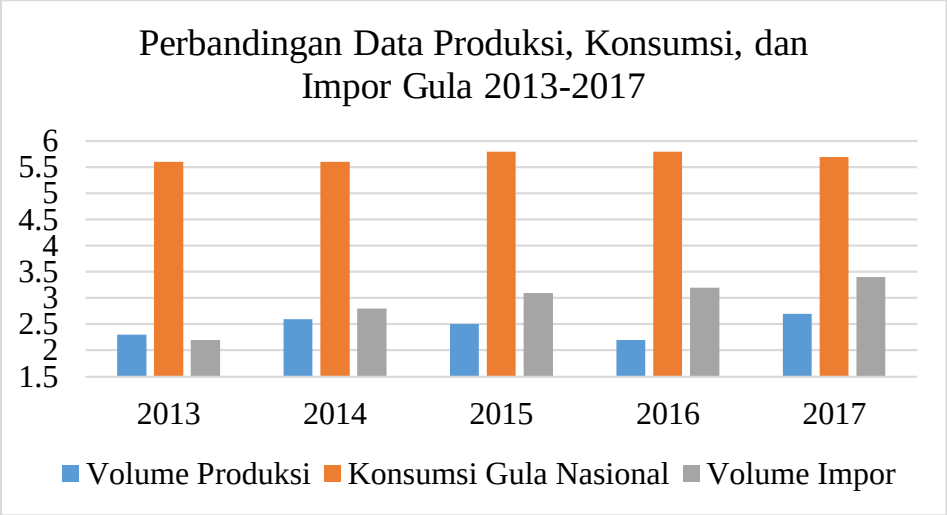
Gambar 1.1	Grafik Perbandingan Data Produksi, Konsumsi, dan Impor Gula 2013-2017	 1
Gambar 2.1	Empat Fungsi Manajemen Rantai Pasok	 12
Gambar 2.2	Tiga Aspek Keberlanjutan	 17
Gambar 2.3	*Three Spheres of Sustainability*	 18
Gambar 3.1	*K-Chart* Penelitian	 30
Gambar 3.2	*Flow Chart* Alur Penelitian	 33
Gambar 4.1	Ilustrasi Emisi CO_2 yang Dihitung Sebelum BPR	 37
Gambar 4.2	Ilustrasi Emisi CO_2 yang Dihitung Setelah BPR	 38
Gambar 5.1	Grafik Kontribusi Penurunan Emisi CO_2 Pabrik Gula Terhadap RAN-GRK	 68
Gambar 5.2	Grafik Perbandingan HPP GKP Pabrik, Gula Impor, dan Setelah BPR	 70
Gambar 5.3	Grafik Perbandingan Upah Tenaga Tebang dengan UMK Bantul	 73

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Berdasarkan data dari Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian (2016) impor gula di Indonesia cenderung meningkat setiap tahunnya. Rata-rata terjadi peningkatan sebesar 163,09% pertahun atau setara dengan 63.889 ton per tahun. Peningkatan impor gula terjadi seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia. Berikut adalah grafik data konsumsi gula nasional (konsumsi rumah tangga dan industri), volume produksi gula, dan volume impor gula di Indonesia dari tahun 2013 sampai tahun 2017:



Gambar 1.1 Grafik Perbandingan Data Produksi, Konsumsi, dan Impor Gula 2013-2017

Sumber: Databoks.katadata.co.id (2017b)

Pada gambar 1.1 di atas terlihat dengan jelas bahwa volume impor gula mengalami peningkatan setiap tahunnya. Hal ini terjadi seiring dengan peningkatan jumlah penduduk di Indonesia, sehingga konsumsi gula rumah tangga dan industri juga cenderung meningkat.

Kebutuhan gula nasional pada tahun 2017 diperkirakan mencapai 5,7 juta ton, namun kapasitas produksi gula nasional tidak pernah bisa memenuhi kebutuhan gula nasional setiap tahunnya. Pada tahun 2017 produksi gula nasional hanya mencapai 2,2 juta ton, yang berarti terjadi kekurangan pemenuhan kebutuhan gula sebanyak 3,5 juta

ton. Maka dari itu untuk menutupi kekurangan kebutuhan gula tersebut, pemerintah melakukan impor gula baik gula rafinasi atau *raw sugar* yang kelak akan diolah kembali menjadi gula kristal oleh pabrik (Databoks.katadata.co.id, 2017a).

Walaupun pemerintah telah memberlakukan kebijakan pembatasan impor gula, namun impor tidak dapat dihentikan secara total. Hal ini terjadi karena gula rafinasi yang diimpor dari luar negeri lebih murah jika dibandingkan dengan harga gula lokal. Dalam Tempo.co (2017) pengamat pergulaan dari IPB (Institut Pertanian Bogor) Purwono mencatat harga gula putih impor saat landing di Indonesia harganya mencapai Rp 7.500,00 – Rp 8.000,00 per kilogram. Sedangkan *cost* produksi gula dalam negeri cukup tinggi yaitu mencapai Rp 10.600,00 per kilogram. Sementara harga beli oleh pedagang adalah Rp 11.000,00 per kilogram, yang artinya hanya untung Rp 400,00 per kilogram (Ismant, 2017). Sedangkan Kementerian Perdagangan Republik Indonesia menetapkan Harga Eceran Tertinggi (HET) gula putih untuk tahun 2017 adalah sebesar Rp 12.500 (Kementerian Perdagangan, 2017).

Perbedaan harga gula yang signifikan tersebut mengakibatkan produk gula dalam negeri tidak dapat bersaing dengan gula impor. Sebagai dampaknya, seberat 7.000 ton gula pasir tebu dari petani di Daerah Istimewa Yogyakarta masih belum terjual akibat membanjirnya gula rafinasi impor. "Para petani terancam tidak bisa memasok tebu karena stok gula masih menumpuk dan belum terjual," begitu ujar Ketua Asosiasi Petani Tebu Rakyat Indonesia (APTRI) DIY Roby Hermawan, Minggu, 27 Agustus 2017 (Syaifullah, 2017). Secara otomatis, keadaan ini juga akan berdampak pada minat petani tebu untuk menanam dan meningkatkan kualitas tebu, yang merupakan bahan utama pembuatan gula.

Melihat permasalahan di atas, faktor terkuat yang menjadi penyebab terjadinya gap harga untuk jenis produk dengan bahan baku yang sama adalah perbedaan proses bisnis atau rantai pasoknya. Proses bisnis yang tidak efektif dapat membuat biaya produksi menjadi tinggi, sehingga secara otomatis akan mempengaruhi harga jual produk. Pada proses bisnis pabrik gula tebu, hal yang mungkin mengakibatkan proses bisnis menjadi tidak efektif adalah lokasi bahan baku yang sangat jauh dan banyaknya *non value added activity*.

Selain berdampak pada peningkatan biaya produksi, banyaknya *non value added activity* pada proses bisnis yang tidak efektif juga akan menjadi penyebab meningkatnya pencemaran lingkungan di sekitar lokasi bisnis, baik berupa limbah padat, cair, maupun

gas. Dampak pencemaran lingkungan dapat dirasakan oleh masyarakat secara langsung maupun tidak langsung, baik bersifat dis-ekonomi maupun secara ekonomi. Sebagai contoh, pencemaran lingkungan yang terjadi di sungai Bedog, Desa Guwosari pada Bulan Mei 2017 lalu. Desa Guwosari adalah salah satu desa yang berada di Kecamatan Pajangan Kabupaten Bantul yang terkena dampak eksternalitas dari pabrik gula Madukismo. Persoalan yang dialami adalah air sungai berubah kehitaman, keruh, berbau menyengat, banyak ikan yang mati, serta menyebabkan gatal pada kulit warga yang menambang pasir secara tradisional di sungai tersebut. Pencemaran ini sering terjadi dan hampir setiap tahun terjadi saat musim giling tebu di pabrik gula Madukismo dimulai, sore hari air sungai tampak jernih namun malam hingga siang terlihat keruh kembali (Hadi, 2017).

Berdasarkan semua kondisi yang telah dijabarkan di atas, dapat diketahui bahwa perusahaan berada pada kondisi yang tidak *sustain*, karena dari aspek ekonomi perusahaan gula lokal tidak dapat bersaing dengan gula impor. Kemudian dari aspek sosial, banyak petani tebu yang semakin enggan menanam tebu, dan dari aspek lingkungan masih banyak warga yang merasa terganggu oleh limbah dari pabrik Madukismo. Untuk memperbaiki berbagai permasalahan yang ada, maka perlu dilakukan *Business Process Re-Engineering* (BPR) untuk mengeliminasi *non value added activity* dan membuat proses bisnis menjadi lebih efektif. Menurut Petrozzo dan Stepper (1997) dalam bukunya menjelaskan bahwa rekayasa ulang proses bisnis berguna untuk membuat suatu bisnis menjadi lebih hemat dan fleksibel. Hal kunci dalam kesuksesan rekayasa proses bisnis ini adalah suatu konsep yang baru, sederhana tetapi dapat mengubah sistem yang tidak bermanfaat di dalamnya.

Dalam pelaksanaannya, *re-engineering* yang dilakukan harus sesuai dengan Garis-Garis Besar Haluan Negara (GBHN) 1973, yang merupakan salah satu landasan hukum dengan prinsip pengelolaan sumber daya alam dengan pendekatan ekologi (pembangunan berkelanjutan). Menurut *World Commission on Environment and Development* (WCED, 1987), pembangunan berkelanjutan harus diusahakan agar berimbang antara pemenuhan kebutuhan generasi sekarang dan tetap dapat memenuhi kebutuhan generasi mendatang. Maka dari itu rekayasa ulang proses bisnis yang dilakukan terhadap rantai pasok harus memperhatikan konsep keberlanjutannya.

Pembangunan keberlanjutan telah disepakati secara internasional pada *United Nation Conference On The Human Environment* di Stockholm tahun 1972 sebagai konsep pembangunan. Konsep ini mengintegrasikan antara aspek ekonomi, sosial, dan

lingkungan (Sadradjat, 2010). Integrasi ketiga aspek keberlanjutan ini akan membantu menyeimbangan sistem agar menjadi lebih baik.

Berdasarkan permasalahan yang ada dan melihat konsep pembangunan berkelanjutan yang telah disepakati, maka peneliti akan melakukan penelitian yang berjudul "***Business Process Re-Engineering* Pada Industri Gula Menuju Rantai Pasok Berkelanjutan (Studi Kasus Pada PG PS Madukismo)"**. Konsep dari penelitian ini adalah membandingkan ketiga aspek keberlanjutan sebelum dan sesudah dilakukan *re-engineering* dengan menggunakan metode *Sustainable Supply Chain Measurement*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan maka perumusan masalah pada penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana perbandingan aspek ekonomi, lingkungan, dan sosial pada rantai pasok proses bisnis gula tebu sebelum dan sesudah *re-engineering*?
2. Bagaimana ketiga aspek tersebut dapat saling bersinergi hingga mencapai rantai pasok yang berkelanjutan pada proses bisnis PG PS Madukismo?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang akan dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui dan menganalisis perbandingan aspek ekonomi, lingkungan, dan sosial pada rantai pasok proses bisnis gula tebu sebelum dan sesudah *re-engineering*.
2. Untuk mengetahui sinergi dari ketiga aspek tersebut setelah dilakukan *re-engineering* pada proses bisnis PG PS Madukismo dalam mencapai rantai pasok yang berkelanjutan.

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas, maka disusun batasan masalah penelitian. Batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Objek penelitian ini adalah proses bisnis gula tebu PG PS Madukismo sampai nira kental (sirup).

2. Fokus penelitian ini adalah membandingkan aspek ekonomi, aspek lingkungan, dan aspek sosial sebelum dan sesudah dilakukan *re-engineering.*
3. Penentuan *Key Performance Indicator* (KPI) untuk setiap aspek didapatkan langsung dari *expert*.
4. Aspek ekonomi akan dilihat dari Harga Pokok Produksi (HPP) nira kental/sirup gula.
5. Untuk aspek lingkungan hanya akan meneliti polusi yang diakibatkan oleh gas CO_2, yaitu dengan menghitung besarnya emisi Gas CO_2.
6. Aspek sosial akan memperhitungkan kesejahteraan tenaga kerja eksternal yaitu tenaga tebang borongan yang tidak terikat kontrak dengan pabrik.
7. Penelitian ini tidak mencakup studi kelayakan bisnis (*feasibility study*) untuk aspek ekonomi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat:

1. Hasil dari penelitian ini adalah dapat merancang/membuat kerangka proses bisnis gula tebu yang berkelanjutan, sehingga produsen gula tebu di Indonesia dapat memenuhi kebutuhan dan meningkatkan daya jual gula dalam negeri tanpa melakukan impor dari luar negeri.
2. Nilai hasil pengukuran ketiga aspek sebelum dan sesudah *re-engineering*, dapat dijadikan landasan/pertimbangan bagi perusahaan untuk menerapkan proses bisnis yang baru dan perbaikan berkelanjutan.
3. Hasil penelitian dapat disosialisasikan pada masyarakat guna meningkatkan minat petani dalam menanam tebu sehingga target produksi gula dalam negeri dapat tercapai.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan penelitian ini ditulis berdasarkan kaidah penulisan ilmiah sesuai dengan sistematika seperti berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang deskripsi pendahuluan kegiatan penelitian, mengenai latar belakang permasalahan, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan yang ingin dicapai, manfaat penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN LITERATUR

Pada bab ini diuraikan tentang teori-teori dari referensi buku maupun jurnal serta hasil penelitian terdahulu berkaitan dengan masalah penelitian yang digunakan sebagai acuan penyelesaian masalah

BAB III METODE PENELITIAN

Berisi tentang uraian kerangka dan alur penelitian, objek penelitian yang akan diteliti dan juga metode yang digunakan dalam penelitian.

BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN HASIL PENELITIAN

Berisi tentang data yang diperoleh selama penelitian dan bagaimana menganalisa data tersebut. Hasil pengolahan data ditampilkan baik dalam bentuk tabel maupun grafik. Yang dimaksud dengan pengolahan data juga termasuk analisis yang dilakukan terhadap hasil yang diperoleh. Pada sub bab ini merupakan acuan untuk pembahasan hasil yang akan ditulis pada bab V.

BAB V PEMBAHASAN

Berisi tentang pembahasan hasil dari pengolahan data yang telah dilakukan dalam penelitian. Kesesuaian hasil dengan tujuan penelitian sehingga menghasilkan sebuah rekomendasi.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan terhadap analisis yang dibuat dan rekomendasi atau saran-saran atas hasil yang dicapai dalam permasalahan yang ditemukan selama penelitian, sehingga perlu dilakukan rekomendasi untuk dikaji pada penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan hasil kajian pustaka yang terdiri dari kajian deduktif dan induktif. Kajian deduktif adalah berisi kajian dasar keilmuan dari buku atau artikel lainnya yang menjadi landasan teori terkait ilmu-ilmu yang mendukung didalam penelitian. Sedangkan kajian induktif adalah kajian yang bersumber dari *paper*, artikel, dan sejenisnya tentang hasil penelitian terdahulu yang dilakukan. Kajian literatur dibuat berdasarkan *systematic literatur review*. Selain itu dijelaskan juga *state of the art* penelitian dan perbedaannya dengan penelitian-penelitian terdahulu.

2.1 Kajian Induktif

Banyak penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti-peneliti terdahulu terkait dengan rantai pasok berkelanjutan, khususnya pada agroindustri (industri pangan). Peneliti perlu melakukan kajian induktif ini untuk mengetahui perbandingan penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian terdahulu dengan topik sejenis, namun ada perbedaan baik pada metode, variabel, maupun tujuan penelitian tersebut.

Penelitian dengan objek sejenis yaitu pabrik gula telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya, seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Sopadang *et al*. (2017) pada pabrik gula di Thailand yang berjudul *Sustainable Supply Chain Performance Measurement A Case Study of the Sugar Industry*. Tujuan dari penelitian ini adalah memperkenalkan kerangka kerja untuk mengukur atau menilai kinerja rantai pasok yang berkelanjutan demi meningkatkan daya saing rantai pasokan. Pengukuran keberlanjutan dilakukan dengan menggunakan pengembangan indeks komposit pada 14 indikator dari aspek ekonomi, lingkungan, dan sosial. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pabrikan perlu meningkatkan prosesnya untuk meningkatkan kinerja saat ini, karena pabrikan memiliki skor keberlanjutan yang paling rendah secara keseluruhan yaitu sebesar 55,61 %.

Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Mahbubi (2015) yaitu menyusun skenario mewujudkan industrialisasi gula di Pulau Madura. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kerangka koseptual, sistem dasar rantai pasok, dan sistem dinamis rantai

pasok industri gula berkelanjutan yang direncanakan untuk dibangun di Pulau Madura. Dengan memperhatikan aspek ekonomi, lingkungan, dan sosial, metode yang digunakan adalah kombinasi analisis data skunder dan eksperimen dengan menggunakan simulasi sistem dinamis. Berdasarkan simulasi sistem dinamis, skenario yang terjadi sampai beberapa tahun ke depan adalah skenario pesimistis, realistis dan optimistis. Total potensi yang ditanami masing-masing pada tahun 2023, tahun 2021 dan tahun 2018 dengan produksi rata-rata sebesar 725 ribu ton gula pada tahun tersebut.

Penelitian tentang rantai pasok berkelanjutan juga dapat dilakukan pada industri makanan. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Emamisaleh dan Rahmani (2017) di Iran yaitu penentuan program dan strategi yang tepat untuk mencapai pengembangan berkelanjutan dengan meneliti *driver* internal dan eksternal untuk mempelajari strategis orientasi keberlanjutannya. Pengumpulan data dilakukan dengan kuesioner dan pengolahan data menggunakan *Structural Equation Modeling* (SEM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa *driver* internal (*managerial attitude, top management support,* dan *employee motivation*) memiliki lebih banyak peran penting daripada *driver* eksternal dalam menciptakan orientasi berkelanjutan dalam suatu organisasi.

Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Hasan (2013) menyelidiki jenis praktik manajemen lingkungan yang dilakukan oleh perusahaan dalam menghijaukan rantai pasokan pada 5 perusahaan yang dijadikan sebagai objek penelitian. Metode yang digunakan adalah studi organisasi dengan menguji hubungan antara praktek SSCM yang mempengaruhi kinerja lingkungan dan operasional perusahaan. Kinerja lingkungan yang diukur seperti pengurangan emisi GRK, peningkatan efisiensi energi, dan konservasi sumber daya logistik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa praktek SSCM memberikan pengaruh yang besar terhadap lingkungan dan operasi organisasi.

Selanjutnya penelitian yang berjudul *A Sustainable Supply Chain Model of Manufacturer-Buyer Relationship in Export Oriented Furniture Industry in Indonesia* yang dilakukan oleh Hisjam *et al*. (2012) pada industri furnitur kayu jati, mencoba menyelesaikan ketidakefisienan produksi dan masalah keberlanjutan dalam proses bisnisnya. Metode yang digunakan adalah *goal programming* karena model terdiri dari beberapa tujuan yang saling bertentangan yang harus dipenuhi secara bersamaan. Ketiga aspek keberlanjutan dipertimbangkan dalam penelitian ini. Hasilnya, aspek sosial memperhitungkan kebutuhan tenaga kerja yang optimal. Kemudian tujuan ekonomi dan lingkungan bertentangan (target laba dan lingkungan berbanding terbalik, jika perusahaan

meningkatkan produksi maka berdampak negatif pada lingkungan dan sebaliknya), hal ini disajikan oleh *Goal Programming* (GP). Pengambil keputusan pada industri furnitur dapat menggunakan analisis *trade-off* untuk menentukan apakah aspek ekonomi atau lingkungan yang akan dijadikan sebagai aspek utama.

Selain itu penelitian yang dilakukan oleh Purwaningsih *et al*. (2016) tentang penilaian keberlanjutan UKM Batik Kota Semarang dengan metode *Product Service System* (PSS). Penelitian ini dilakukan karena pengrajin batik Semarang kurang memberhatikan aspek lingkungan. Maka peneliti mengidentifikasi dimensi keberlanjutan dan merumuskan rekomendasi untuk kriteria yang perlu ditingkatkan. Hasilnya, pada dimensi lingkungan sebaiknya dilakukan pengurangan penggunaan sumber daya, minimasi limbah dengan mendaur ulang dari bahan baku produk, dan konservasi dengan menggunakan bahan baku *bio-degradable*. Sedangkan dari dimensi sosial budaya adalah kriteria kesehatan dan keselamatan kerja.

Secara teori, terdapat tiga aspek keberlanjutan yang harus dipenuhi, namun ada penelitian yang hanya mempertimbangkan dua aspek saja yaitu ekonomi dan lingkungan. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Chaabane *et al*. (2012) pada industri alumunium. Penelitian ini dilakukan karena peraturan perundang-undangan memaksa industri untuk melihat kembali dampak operasi rantai suplai mereka terhadap lingkungan. Dengan menggunakan model matematika, peneliti bertujuan untuk memperkenalkan campuran-integer *linear programming* (model matematika umum) berdasarkan kerangka kerja untuk membantu pengambil keputusan dalam mendesain rantai pasokan berkelanjutan yang mempertimbangkan prinsip-prinsip siklus hidup (LCA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa strategi manajemen karbon yang efisien akan membantu pengambil keputusan untuk mencapai tujuan keberlanjutan dengan cara yang hemat biaya.

Penelitian terakhir yang penulis kaji adalah penelitian tentang Penentuan Faktor-Faktor Sukses Rantai Pasok Makro Industri Minyak Sawit Berkelanjutan di Koridor Ekonomi Sumatera yang dilakukan oleh Hadiguna (2015). Penelitian ini dilakukan dengan metode *non numeric multi expert multi criteria decision making* dengan tujuan menentukan faktor-faktor sukses rantai pasok makro industri minyak sawit berkelanjutan dalam rangka mensukseskan kebijakan MP3EI di koridor ekonomi Sumatera. Dihasilkan 28 faktor sukses di Provinsi Riau dengan rincian 15 faktor aspek ekonomis, 7 faktor aspek lingkungan, dan 6 faktor aspek sosial. Sedangkan di Provinsi Jambi sebanyak 24 faktor yang terdiri dari 11 faktor untuk aspek ekonomi, 6 faktor untuk aspek lingkungan dan 7

aspek untuk aspek sosial. Hasil penilaian para pakar menunjukan bahwa faktor-faktor masih didominasi oleh kepentingan ekonomi untuk kedua provinsi.

Setelah dilakukan kajian terhadap penelitian terdahulu, dapat diketahui perbedaan penelitian yang akan dilakukan penulis dengan penelitian terdahulu adalah objek penelitian, dimana penulis akan melakukan penelitian di Pabrik Gula (PG) Madukismo, Kabupaten Bantul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian yang telah dilakukan oleh Shafira (2017), penelitian tersebut tentang rekayasa ulang proses bisnis pada pabrik Madukismo, dengan hasil penelitian berupa usulan desain truk *portable* untuk memproses tebu hingga menjadi nira kental. Alat analisis yang digunakan untuk menyelesaikan masalah adalah *Sustainable Supply Chain Measurement*. Metode pengumpulan data dilakukan dengan teknik wawancara terhadap *expert* yang telah ditentukan. Hasil dari penelitian ini adalah pengukuran terhadap ketiga aspek *sustainable supply chain*, yaitu aspek ekonomi dengan indikator Harga Pokok Produksi (HPP), aspek lingkungan dengan mengukur emisi CO_2, dan aspek sosial dengan indikator kesejahteraan karyawan eksternal (tenaga tebang). Pengukuran dilakukan pada proses bisnis sebelum dan setelah *re-engineering* untuk membandingkan kinerja rantai pasok antara sebelum dan setelah *re-engineering*. Selain itu untuk mengetahui sinergi antara ketiga aspek *sustainable* tersebut demi mencapai rantai pasok berkelanjutan pada PG Madukismo.

2.2 Kajian Deduktif

2.2.1 *Supply Chain Management* (SCM)

Pada sub bab ini akan dijabarkan materi-materi mendasar terkait dengan SCM, seperti definisi, prinsip dasar, fungsi, area cakupan, dan manfaat SCM. Berikut adalah penjabarannya.

2.2.1.1 Definisi SCM

Definisi SCM dalam Pujawan dan Mahendrawathi (2010) dijelaskan bahwa pentingnya peran semua pihak mulai dari *supplier, manufacture, distributor, retailer*, dan *customer* dalam menciptakan produk yang murah, berkualitas, dan cepat inilah yang kemudian melahirkan konsep baru yaitu *Supply Chain Management*. Menurut Indrajit dan Djokopranoto (2002) istilah *Supply Chain* pertama kali digunakan oleh beberapa

konsultan logistik pada tahun 1980-an, kemudian oleh para akademisi dianalisis lebih lanjut pada tahun 1990-an, maka lahirlah konsep Supply Chain Management. Supply Chain Management (manajemen rantai pasokan) adalah integrasi aktivitas pengadaan bahan baku dan pelayanan, pengubahan menjadi barang setengah jadi dan produk akhir, serta pengiriman ke pelanggan (Heizer dan Render 2010). Sedangkan *Supply Chain Management* adalah manajemen terhadap aliran antar dan diantara tahapan supply chain untuk memaksimalkan profitabilitas keseluruhan *supply chain* itu sendiri (Punjawan 2005).

2.2.1.2 Prinsip Dasar SCM

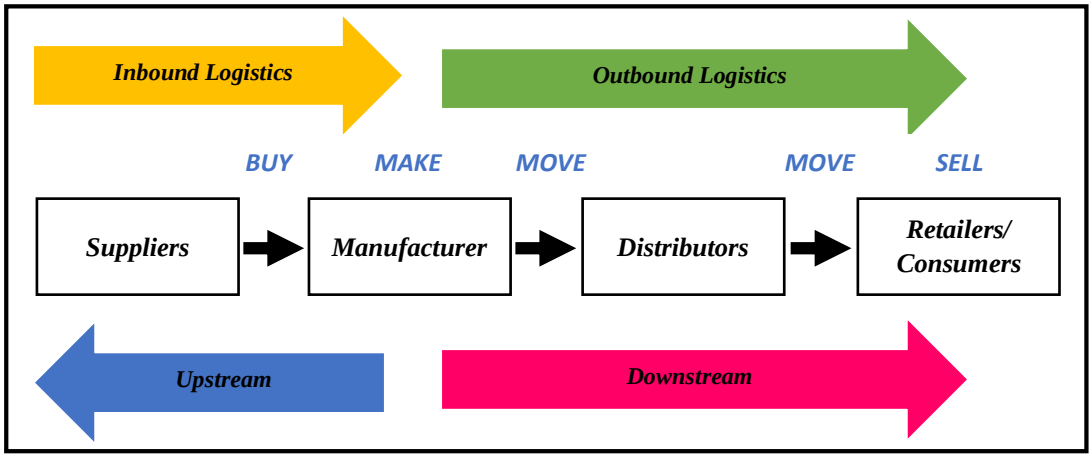
SCM adalah pengelolaan informasi, barang, dan jasa mulai dari pemasok paling awal sampai konsumen paling akhir dengan menggunakan pendekatan sistem yang terintegrasi dengan tujuan yang sama. Dengan kata lain SCM adalah *logistic network*. Prinsip dasar SCM meliputi lima hal, yaitu (Mardhiyah 2008):

1. Prinsip integrasi, semua elemen yang masuk dalam alur SCM yang menjadi satu kesatuan yang kompak dan menyadari adanya saling ketergantungan.
2. Prinsip jejaring, semua elemen di dalam SCM mempunyai keselarasan.
3. Prinsip ujung ke ujung, proses operasi yang mencakup elemen pemasok paling hulu sampai ke konsumen yang paling hilir.
4. Prinsip saling tergantung, setiap elemen yang terlibat dalam SCM mengetahui bahwa untuk pencapaian manfaat yang bersaing dibutuhkan kerjasama yang saling menguntungkan.
5. Prinsip komunikasi, data yang akurat menjadi poin penting dalam jaringan guna membantu dalam ketepatan informasi dan material yang ada di rangkaian SCM.

2.2.1.3 Fungsi SCM

Yee dan Oh (2013) menjelaskan bahwa fungsi utama dari manajemen rantai pasok dapat digambarkan dengan menggunakan empat kata sederhana yaitu *Buy*, *Make*, *Move*, dan *Sell*. Dengan asumsi kita berada pada posisi produsen. Keempat fungsi tersebut adalah kegiatan penting dari rantai pasok dimana semua anggotanya bekerja sama untuk memaksimalkan keuntungan rantai pasok.

Berikut adalah gambar fungsi dari rantai pasok dan penjelasannya:



Gambar 2.1 Empat Fungsi Manajemen Rantai Pasok
Sumber : Pujawan dan Mahendrawathi (2010)

Gambar 2.1 di atas merupakan gambaran empat fungsi dari manajemen rantai pasok, dimana masing-masing fungsi memiliki pengertian sebagai berikut:

1. *Buy*, yang berarti produsen membeli bahan produksi dan bagian dari pemasok.
2. *Make*, adalah untuk menghasilkan produk jadi menggunakan kemampuan manufaktur, termasuk proses manufaktur, fasilitas, mesin, dan sumber daya.
3. *Move*, adalah untuk mengangkut produk jadi ke tujuan baik pengecer, pusat distribusi, atau konsumen.
4. *Sell*, adalah menjual produk jadi ke pengecer atau konsumen.

2.2.1.4 Area Cakupan SCM

Menurut Miranda dan Tunggal (2006), SCM terdiri atas tiga unsur yang saling terkait satu sama lain, yaitu:

1. Struktur jaringan rantai pasokan yaitu jaringan kerja anggota dan hubungan dengan anggota rantai pasokan lainnya. Anggota rantai pasokan meliputi semua perusahaan dan semua organisasi yang berhubungan dengan perusahaan lokal baik secara langsung maupun tidak langsung melalui pemasok atau pelanggannya dari *point of origin* hingga *point of consumption*.
2. Proses bisnis rantai pasokan, yaitu aktivitas-aktivitas yang menghasilkan nilai keluaran tertentu bagi pelanggan, yaitu :
   a. *Customer Relationship Management* (CRM).
   b. *Customer Service Management* (CSM).

c. *Demand Management* yang menyeimbangkan kebutuhan pelanggan dengan kemampuan *supply* perusahaan, menentukan apa yang akan dibeli pelanggan dan kapan.
d. *Customer Order Fulfillment* (COF).
e. *Manufacturing Flow Management*.
f. *Procurement*.
g. Pengembangan produk dan komersialisasi.

3. Komponen manajemen rantai pasokan berupa perubahan-perubahan manajerial dimana proses bisnis disatukan dan disusun sepanjang rantai pasokan. Komponen utamanya adalah:
   a. Metode perencanaan dan pengendalian.
   b. Struktur aliran kinerja/aktivitas kerja.
   c. Struktur organisasi.
   d. Struktur fasilitas aliran komunikasi dan informasi.
   e. Struktur fasilitas aliran produksi.
   f. Metode manajemen.
   g. Struktur wewenang dan kepemimpinan.
   h. Struktur risiko dan *reward*.
   i. Budaya dan sikap.

Rantai ini juga merupakan jejaring dari berbagai organisasi yang saling berhubungan dengan tujuan yang sama, yaitu sebaik mungkin menyelenggarakan pengadaan atau penyaluran barang tersebut. *Supply chain* juga dapat dikatakan sebagai *logistics network*, dengan pemain utama adalah (Irawan, 2008):

1. *Suppliers*

   Awal mula jaringan, yang merupakan sumber penyedia bahan pertama. Bisa berbentuk: bahan baku, bahan mentah, bahan penolong, bahan dagangan, *sub assemblies*, suku cadang, dll.

2. *Manufacturer*

   Rantai pertama dihubungkan dengan rantai kedua yaitu *manufacturer*. Rantai ini merupakan rantai yang melakukan pekerjaan membuat, memfabrikasi, merakit, mengkonversikan atau menyelesaikan barang (*finishing*).

3. *Distribution*

   Barang yang sudah jadi mulai disalurkan oleh *manufacturer* ke pelanggan. Barang dari pabrik disalurkan melalui gudang ke gudang distributor atau *wholesaler* atau pedagang besar dalam jumlah besar.

4. *Retail Outlets*

   Pedagang besar biasanya mempunyai gudang sendiri atau menyewa gudang dari pihak lain. Gudang dipakai untuk menimbun barang sebelum disalurkan ke pihak pengecer. Disini dapat dilakukan penghematan dalan bentuk jumlah *inventories* dan biaya gudang, dengan cara melakukan desain kembali pola pengiriman barang baik dari *manufacturer* maupun ke pengecer.

5. *Customers*

   Barang ditawarkan oleh pengecer atau *retailers* langsung ke pelanggan atau pengguna barang tersebut. Yang termasuk *outlet* adalah tempat dimana pembeli akhir melakukan pembelian. Walaupun secara kasat mata ini merupakan rantai terakhir, tetapi sebetulnya masih ada satu mata rantai lagi yaitu pembeli yang mendatangi *retail outlet* tadi ke *real customers* atau *real user*. Mata rantai benar-benar berhenti jika barang telah sampai ke pemakai yang sebenarnya.

2.2.1.5 Manfaat SCM

Manfaat utama dari sistem SCM adalah operasional dan perencanaan bisnis yang lebih baik. SCM menggunakan algoritma kapasitas perencanaan terbatas yang tidak memerlukan penyesuaian berulang dengan jadwal yang ada dan perencanaan real time memungkinkan perusahaan siap menghadapi dengan cepat terhadap perubahan penawaran dan permintaan. Untuk mengurangi bullwhip effect maka dibutuhkan data informasi di dalam SCM, koordinasi perencanaan, aliran bahan antara perusahaan. Manfaat dari implementasi SCM yaitu peningkatan profit, produktivitas, penghematan biaya, operasional, safety stock yang lebih rendah pada inventory, dan mengurangi waktu siklus (Hendricks *et al*., 2005).

Seperti yang dijelaskan oleh Widyarto (2012) bahwa penerapan Supply Chain Management akan memberikan kontribusi terhadap pengurangan biaya persediaan yang meliputi biaya penyimpanan, pemesanan, dan stockout. Sedangkan untuk perusahaan yang menggunakan konsep just in time atau JIT, konsep Supply Chain Management

mutlak untuk diterapkan. Selain mampu mengeliminasi biaya penyimpanan, juga dapat mereduksi kualitas yang ditimbulkan oleh adanya cacat produk maupun cacat proses.

Agar kolaborasi organisasi dalam rantai pasok dapat berjalan maksimal, maka dibutuhkan komitmen dalam peningkatan informasi. Sehingga didapatkan beberapa alat yang memberi kontribusi pada evolusi SCM. Informasi yang terintegrasi dalam organisasi sangat penting, agar perselisihan antar sistem manufaktur perusahaan dan pengadaan dapat diminimalisir (Kulkarni dan Sharma, 2009).

2.2.2 *Business Process Re-engineering*

Untuk memahami tentang rekayasa ulang proses bisnis maka perlu dipahami lebih dulu tentang pengertian rekayasa ulang (*re-engineering*) dan proses bisnis. Rekayasa ulang adalah sebuah proses untuk mencapai perbaikan yang radikal menyangkut waktu, kualitas, penghargaan, dan tentunya biaya dengan melakukan rancangan ulang simultan dalam proses, organisasi, maupun sistem informasinya (Petrozzo dan Stepper, 1997). Sedangkan proses bisnis menurut Hammer dan Champy (1993) adalah kumpulan aktivitas yang membutuhkan satu atau lebih *input* dan menghasilkan *output* yang bermanfaat/bernilai bagi pelanggan. Tidak jauh berbeda, menurut buku ajar yang ditulis oleh Indrajit dan Djokopranoto (2002) *business process* merupakan sejumlah aktivitas yang mengubah *input* yang ada menjadi *output* baik barang maupun jasa dengan menggunakan alat bantu. Semua pihak terlibat di dalamnya antara satu dan lainnya. Jadi proses bisnis adalah suatu kumpulan pekerjaan yang dilakukan untuk merubah input menjadi sesuatu yang lebih bernilai sehingga dapat bermanfaat untuk memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumennya setelan menjadi *output* dari rangkaian proses yang telah dilakukan.

BPR (*Business Process Re-engineering*) diartikan sebagai proses perancangan ulang (*redesign*) secara radikal dalam rangka mencapai peningkatan yang signifikan dalam biaya, kualitas, dan pelayanan (Hammer dan Champy, 1993). Sedangkan menurut Patwardhan dan Patwardhan (2008) rekayasa ulang proses bisnis didefinisikan sebagai pendekatan manajemen yang memikirkan ulang (*rethinking*) praktik dan proses yang berlangsung saat ini pada bisnis dan hubungan timbal baliknya. Dengan kata lain rekayasa proses bisnis merupakan gagasan yang dilakukan untuk memperbaiki efisiensi proses yang menerapkan pendekatan *fundamental*, radikal, dramatis, dan juga proses dengan memodifikasi atau menghilangkan aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah dan

membangun kembali proses, struktur, dan budaya yang ada di dalamnya. Sebenarnya, rekayasa ulang proses bisnis memerlukan perancangan ulang proses, organisasi, dan dukungan sistem informasi secara bersamaan untuk mencapai perbaikan besar dalam hal waktu, biaya, kualitas, dan perhatian pelanggan terhadap produk dan layanan (Ostadi *et al*., 2011). Intinya unsur perubahan yang radikal dan peningkatan yang signifikan dalam parameter yang diukur pada proses bisnis merupakan konsep dari *Business Process Reengineering*.

Dalam buku Petrozzo dan Stepper (1997) menjelaskan bahwa pada rekayasa ulang proses bisnis berguna untuk membuat suatu bisnis menjadi lebih hemat dan fleksibel, hal kunci dalam kesuksesan rekayasa proses bisnis ini adalah suatu konsep yang baru, sederhana tetapi dapat mengubah sistem yang tidak bermanfaat di dalamnya. Konsumen menjadi sasaran utama dalam rekayasa proses bisnis karena tujuan utamanya adalah merancang sebuah proses dengan melakukan penyederhanaan proses kerja yang dapat memuaskan pelanggan dan meningkatkan nilai-nilai yang ada terutama *customer value*.

2.2.3 *Sustainable Supply Chain*

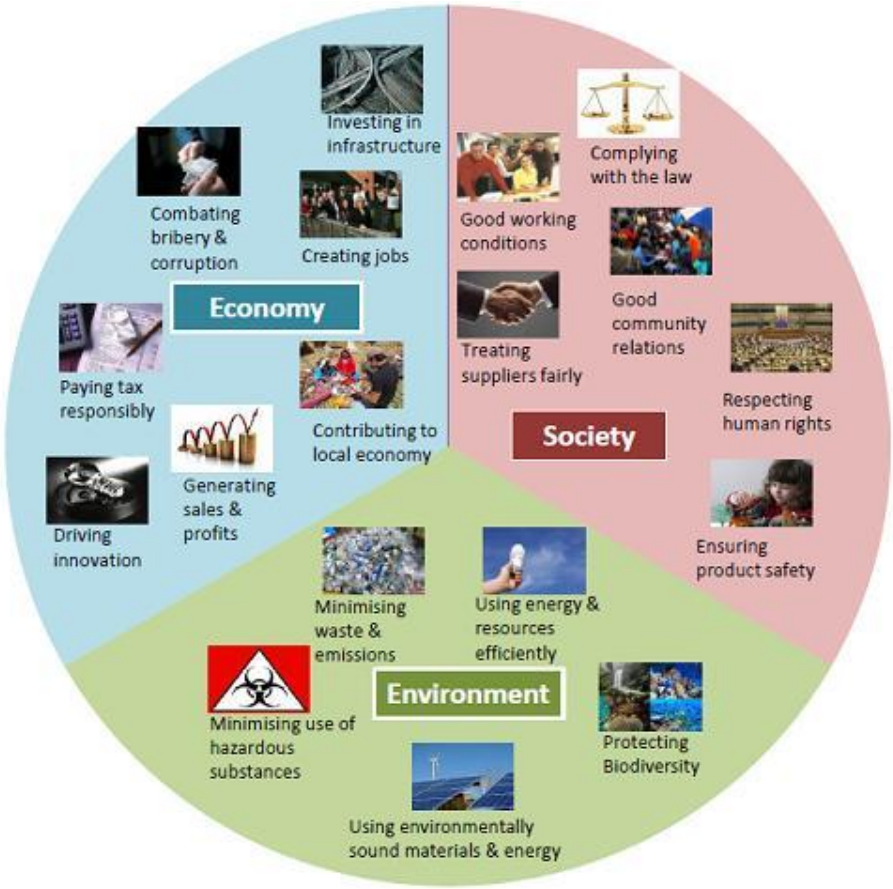
Keberlanjutan (*sustainable*) telah menjadi kata kunci utama dalam dunia bisnis saat ini. Paradigma keberlanjutan menurut Sikdar (2003) adalah filosofi yang menyeimbangkan antara pembangunan ekonomi, keamanan lingkungan, dan keadilan sosial, maka penerapan sistem keberlanjutan harus memenuhi ketiga aspek tersebut. Pada produksi berkesinambungan, keberlanjutan membantu perusahaan untuk menghemat uang, meningkatkan daya saing, dan mengurangi dampak lingkungan, meningkatkan kesehatan, dan keselamatan. Berdasarkan survei terbaru, dua pertiga dari hampir 3.000 manajer perusahaan yang disurvei menyatakan bahwa keberlanjutan merupakan hal yang penting dilakukan untuk bisa menjadi perusahaan yang kompetitif di pasar saat ini (Immawan, 2015).

Beberapa alasan yang menyebabkan perusahaan menerapkan sistem keberlanjutan (Immawan, 2015):

1. Meningkatkan efisiensi operasional dengan mengurangi biaya dan limbah
2. Mendapatkan pelanggan baru dan meningkatkan keunggulan kompetitif pada perusahaan
3. Melindungi dan memperkuat brand dan reputasi serta membangun kepercayaan publik

4. Membangun kelangsungan bisnis jangka panjang
5. Menanggapi kendala regulasi dan peluang

Keberlanjutan adalah cara baru untuk meningkatkan usaha, menciptakan produk dan produksi ramah lingkungan, meningkatkan ekonomi dan kemakmuran. Terdapat tiga aspek keberlanjutan dalam rantai pasok yaitu ekonomi, lingkungan, dan sosial. Ketiga aspek ini diharapkan memberikan keterkaitan. Gambar berikut dapat memberikan gambaran tentang ketiga aspek tersebut.

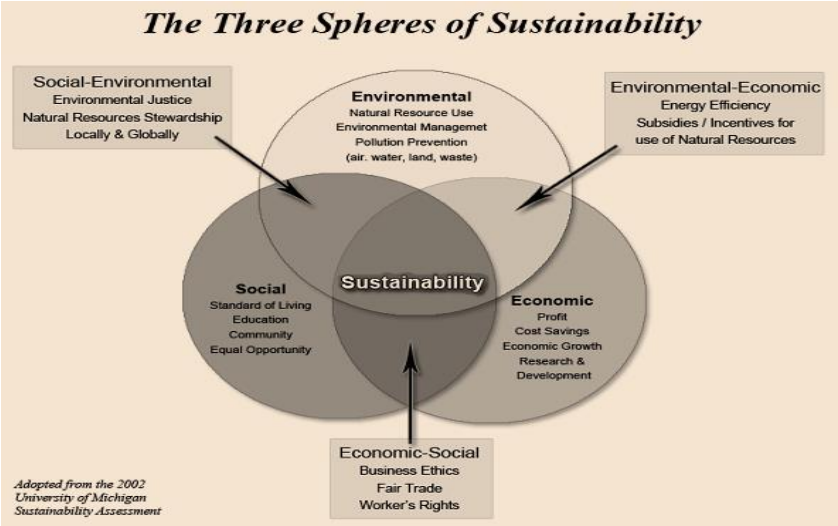


Gambar 2.2 Tiga Aspek Keberlanjutan

Sumber : Ciegis *et al*. (2015)

Pelaksanaan manajemen rantai pasok yang berkelanjutan (SuSCM) dalam aspek ekonomi didasarkan pada kerjasama intra dan inter-organisasi yang bersaing. Pada aspek lingkungan didefinisikan sebagai dampak lingkungan karena campur tangan manusia yang mungkin sebenarnya dan seharusnya menggunakan sumber daya atau membuang sampah di lingkungan, baik langsung maupun tidak langsung. Pada bidang sosial, sedapat mungkin untuk membedakan lima bidnag sosial yaitu kondisi kerja, hak asasi manusia, komitmen sosial, masalah pelanggan, dan praktek bisnis.

Rantai pasok berkelanjutan berkaitan dengan keseimbangan antara ketiga aspek *sustainable*. Ketidakseimbangan antara ketiganya akan menimbulkan dampak negatif yang pada akhirnya akan mengancam kelangsungan perusahaan. Gambar berikut menjelaskan keseimbangan antar ketiga aspek keberlanjutan.



Gambar 2.3 *Three Spheres of Sustainability*

Sumber : O'Connor (2006)

***Viable* (ekonomi-lingkungan)**

Hubungan antara ekonomi dan lingkungan diharapkan dapat terus berjalan (*viable*). Sejauh mana kegiatan ekonomi memberi dampak negatif terhadap lingkungan, dengan meminimalisir penggunaan bahan-bahan yang dapat merusak lingkungan. Hal ini menyangkut hubungan antara *profit* dan *planet*.

***Bearable* (sosial-lingkungan)**

Hubungan antara sosial dan lingkungan bertujuan agar dapat terus bertahan (*bearable*). Sejauh mana pengaruh kesadaran sosial atau masyarakat terhadap lingkungannya. Hal ini berkaitan dengan *people* dan *planet*. Tingkat kesadaran masyarakat terhadap penggunaan produk yang ramah lingkungan maupun aktivitas yang meminimalisir dampak negatif terhadap lingkungan.

***Equitable* (ekonomi-sosial)**

Hubungan antara ekonomi dan sosial diharapkan dapat menciptakan hubungan yang adil (*equitable*). Sejauh mana dampak kegiatan ekonomi memberi dampak positif terhadap masyarakat sekitarnya. Hal ini berkaitan antara *profit* dan *people*. Namun untuk *viable*, *bearable*, dan *equitable* tidak dibahas secara mendalam pada penelitian ini.

Beberapa manfaat manajemen rantai pasok berkelanjutan adalah (Sikdar, 2003):

1. Penurunan biaya dan menambah nilai dari operasi bisnis
2. Peningkatan pemanfaatan aset utama
3. Pengurangan risiko (lingkungan, sosial, dan pasar)
4. Menjadi katalisator untuk inovasi pemasok
5. Diferensiasi produk
6. Standarisasi operasi dan memungkinkan untuk meningkatkan layanan pelanggan
7. Perbaikan terus-menerus
8. Peningkatan reputasi perusahaan

2.2.3.1 Aspek Ekonomi

Dalam mengukur kinerja aspek ekonomi rantai pasok, ada beberapa metode yang dapat digunakan yaitu BSC (*Balanced Score Card*), *Logistic Scoreboard*, dan SCOR model (Immawan, 2015). Menurut Susetyo (2014) aspek ekonomi atau ukuran finansial sangat penting dalam memberikan ukuran ringkasan konsekuensi tindakan ekonomis yang telah diambil. Ukuran kinerja finansial memberikan petunjuk apakah strategi perusahaan, implementasi, dan pelaksanaannya memberikan kontribusi peningkatan laba perusahaan atau tidak. Laporan keuangan merupakan indikator historis agregatif secara konvensional yang merefleksikan akibat dari implementasi strategi dalam 1 periode. Pengukuran kinerja akan menunjukkan apakah perencanaan dan pelaksanaan strategi memberikan perbaikan yang mendasar bagi keuntungan perusahaan (memberikan peningkatan atau perbaikan).

Menurut Karimah (2009) yang dikutip oleh Susetyo (2014), terdapat beberapa indikator yang dapat dijadikan sebagai tolok ukur yang digunakan untuk mengukur kinerja perusahaan pada aspek ekonomi, yaitu sebagai berikut:

1. *Gross Margin* (keuntungan kotor)
2. *Net Profit Margin* (keuntungan bersih)
3. *Return On Assets* (ROA)
4. *Return On Equity* (ROE)
5. *Working Capital Turn Over* (WTCO)
6. *Current Ratio*
7. *Total Debt to Total Assets* (TDTA)
8. *Total Debt to Equity Ratio* (TDER)

9. *Return On Capital Employed* (ROCE)

Dalam penelitian ini, indikator yang akan digunakan sebagai tolok ukur kinerja perusahaan pada aspek ekonomi adalah Harga Pokok Produksi (HPP), karena HPP ini yang akan berpengaruh pada harga jual suatu produk. Hal ini menjadi kunci apakah produk gula lokal dapat bersaing di pasar dengan produk gula impor yang memiliki harga jauh lebih murah dibandingkan harga gula lokal.

2.2.3.2 Aspek Lingkungan

Suatu lingkungan tempat dimana bisnis dijalankan harus diperhatikan dan dianalisis secara cermat. Hal ini dikarenakan lingkungan memiliki dua potensi, yaitu bisa menjadi peluang bisnis baru untuk dijalankan, namun lingkungan juga berpotensi menjadi ancaman bagi perkembangan bisnis yang telah berjalan. Menurut Gunasekaran *et al*., (2015) organisasi bisnis harus memperbaiki kinerja praktek pelaksanaan dari beberapa dimensi dalam lingkup hijau. Dimensi yang terkait dengan pengelolaan dapat berupa: pengelolaan pembelian dengan konsep hijau, kerjasama dengan pelanggan dengan memasukkan persyaratan lingkungan, *eco-design*, serta pemulihan investasi untuk dapat memiliki manfaat termasuk dengan peningkatan lingkungan. Indeks keberlanjutan dikembangkan untuk mengukur keberhasilan instalasi atau kegagalan untuk menjadi lebih berkelanjutan.

Berbagai aktivitas pada suatu proses bisnis dapat menimbulkan dampak bagi lingkungan di sekitar lokasi bisnis. Dengan mengurangi jumlah limbah yang dihasilkan, maka perusahaan dapat memaksimalkan keuntungan. Berbeda dengan perusahaan lainnya yang memaksimalkan keuntungan dengan mengurangi gangguan perubahan yang berasal dari luar perusahaan (eksternal). Perubahan kehidupan masyarakat sebagai akibat adanya aktivitas bisnis dapat berupa semakin ramainya lokasi di sekitar lokasi bisnis, timbulnya kerawanan sosial, timbulnya penyakit masyarakat, juga perubahan gaya hidup sebagai akibat masuknya tenaga kerja dari luar daerah (Stradling dan Tarr, 1999).

Apabila polusi dibiarkan berlarut-larut tanpa adanya penanganan khusus, akan sangat berbahaya bagi kehidupan manusia. Berbagai cara yang telah dilakukan oleh manusia untuk mencegah atau minimal menghambat terjadinya polusi mulai dari membuat tempat khusus untuk membuang limbah, menetralisir bahan polutan dalam limbah, dan lain sebagainya. Agar pencegahan terhadap polusi bisa membawa hasil yang

maksimal maka diperlukan pengendalian lingkungan yang berdasarkan pada baku mutu lingkungan. Beberapa jenis polusi yang dapat mencemari lingkungan yaitu polusi udara, polusi air dengan beberapa parameter seperti BOD, COD, TSS, temperatur, pH; polusi suara berupa kebisingan dari semua alat yang digunakan baik mesin pabrik atau transportasi; polusi tanah berupa segala macam sampah yang dibuang di tanah (Laura, 2013).

Penelitian ini hanya akan berfokus pada polusi udara saja dengan mengukur gas karbon dioksida (CO_2) yang dihasilkan selama proses produksi. Polusi udara (pencemaran udara) merupakan pencemaran yang terjadi di udara. Polusi udara biasanya terjadi karena polutan yang berbentuk gas ataupun zat partikel. Contoh zat yang menimbulkan polusi udara adalah gas karbon dioksida (CO_2), karbon monoksida (CO), H_2S, NO_2, dan SO_2.

2.2.3.3 Aspek Sosial

Aspek sosial di dalam perusahaan merupakan bagian yang penting menyangkut keberlangsungan dari sebuah perusahaan. Penilaian dalam aspek sosial dibagi ke dalam 2 area yaitu internal dan eksternal. Penilaian aspek internal meliputi upah pegawai, karyawan, maupun pekerjaan berdasarkan jenis kelamin. Sedangkan aspek eksternal merupakan kewajiban perusahaan terhadap lingkungan sekitar (CSR) *Corporate Social Responsibility* yang meliputi penerimaan sosial dan kontribusi terhadap pekerjaan atau pertumbuhan populasi (Brandenburg *et al*., 2014).

Menurut Chaabane *et al*. (2012), aspek sosial di dalam penilaian *sustainable supply chain management* adalah peningkatan kualitas hidup. Peningkatan kualitas hidup dapat juga tidak berdampak langsung terhadap kesejahteraan pegawai. Peningkatan kualitas hidup dapat berupa dampak langsung terhadap lingkungan sekitar yaitu dapat berupa kebisingan dan polusi udara. Perusahaan sebaiknya mengadopsi kebijakan keuangan yang konservatif untuk meyakinkan para pemegang kepentingan yang dapat menghormati klaim implisit seperti janji kepada karyawan, imbalam kerja, kemajuan karir, keamanan kerja, dan rencana pensiun. Berbeda dengan klaim implisit yang mengikat secara hukum untuk klaim terhadap pemegang obligasi dan saham (Cornell dan Shapiro, 1987).

Dalam penelitian Lagat *et al*. (2014) frekuensi kenaikan gaji menjadi faktor yang menduduki peringkat atas dalam peningkatan semangat, motivasi dan kerjasama terhadap peningkatan produktivitas karyawan, disamping ketersediaan layanan kesehatan kerja dan standar keselamatan kerja.

2.2.4 Pengukuran Kinerja

Pengukuran kinerja atau *performance* merupakan gambaran mengenai tingkat pencapaian pelaksanaan suatu program kegiatan atau kebijakan dalam mewujudkan sasaran, tujuan, visi, dan misi organisasi yang dituangkan melalui perencanaan strategis suatu organisasi (Devani, 2016). Menurut Kaplan dan Norton (1996), Lingle dan Schiemann (1996), Brandon dan Drtina (1997) yang dikutip oleh Devani (2016) menjelaskan bahwa pengukuran kinerja mengandung makna suatu proses atau sistem penilaian mengenai pelaksanaan kemampuan kerja suatu perusahaan atau organisasi berdasarkan standar tertentu.

Salah satu aspek penting dari pengukuran kinerja perusahaan adalah sebagai dasar untuk melakukan pengambilan keputusan dan mengevaluasi kinerja manajemen serta unit-unit terkait di lingkungan organisasi perusahaan, sehingga memberikan kontribusi terhadap kemajuan dan keberhasilan perusahaan dalam mencapai sasarannya (Nugrahayu, 2015). Sedangkan menurut Moeheriono (2010) yang dikutip oleh Nugrahayu (2015) menjelaskan pengukuran kinerja adalah suatu proses penilaian tentang kemajuan pekerjaan terhadap tujuan dan sasaran dalam pengelolaan sumber daya manusia untuk menghasilkan barang dan jasa, termasuk informasi atas efisiensi serta efektivitas tindakan dalam mencapai tujuan organisasi, serta kegiatannya mengumpulkan data dan informasi yang relevan dengan sasaran-sasaran atau tujuan program evaluasi.

2.2.4.1 Tujuan dan Manfaat Pengukuran Kinerja Perusahaan

Tujuan pengukuran kinerja perusahaan menurut Tangkilisan (2007) adalah sebagai berikut:

1. Untuk memastikan pemahaman para pelaksana dan ukuran yang digunakan untuk pencapaian prestasi.
2. Memastikan tercapainya skema prestasi yang disepakati.
3. Untuk memonitor dan mengevaluasi kinerja dengan perbandingan antara skema kerja dan pelaksanaannya.
4. Untuk memberikan penghargaan maupun hukuman yang objektif atas prestasi pelaksanaan yang telah diukur, sesuai dengan metode pengukuran yang telah disepakati.

5. Menjadikannya sebagai alat komunikasi antara bawahan dan pimpinan dalam upaya memperbaiki kinerja perusahaan.
6. Mengidentifikasi apakah kepuasan pelanggan sudah terpenuhi.
7. Membantu proses kegiatan perusahaan.
8. Untuk memastikan bahwa pengambilan keputusan telah dilakukan secara objektif.
9. Menunjukkan peningkatan yang perlu dilakukan.
10. Mengungkapkan permasalahan yang terjadi.

Sedangkan manfaat dari pengukuran kinerja perusahaan menurut Sipayung (2009) terdiri dari:

1. Memperjelas dan menerjemahkan visi dan strategi.
2. Mengkomunikasikan dan mengaitkan berbagai tujuan dan ukuran strategis.
3. Merencanakan, menetapkan sasaran dan menyelaraskan berbagai inisiatif strategis.
4. Meningkatkan umpan balik dan pembelajaran strategis.

2.2.4.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Perusahaan

Faktor-faktor yang berpengaruh secara langsung terhadap tingkat pencapaian kinerja perusahaan menurut Tangkilisan (2007) sebagai berikut:

1. Teknologi yang meliputi peralatan kerja dan metode kerja yang digunakan untuk menghasilkan produk atau jasa yang dihasilkan oleh perusahaan.
2. Kualitas input atau material yang digunakan oleh perusahaan.
3. Kualitas lingkungan fisik yang meliputi keselamatan kerja, penataan ruangan dan kebersihan.
4. Budaya organisasi sebagai pola tingkah laku dan pola kerja yang ada dalam perusahaan.
5. Kepemimpinan sebagai upaya mengendalikan karyawan perusahaan.
6. Pengelolaan sumber daya manusia yang meliputi aspek kompensasi, imbalan, dan lain-lainnya.

2.2.5 Penentuan *Expert Judgement*

Dalam Indonesia Docslide (2015), *expert judgement* atau pertimbangan ahli dilakukan melalui:

1. Diskusi Kelompok (*Group Discussion*)

   Group discussion adalah sutau proses diskusi yang melibatkan para pakar (ahli) untuk mengidentifikasi masalah analisis penyebab masalah, menentukan cara-cara penyelesaian masalah, dan mengusulkan berbagai *alternative* pemecahan masalah dengan mempertimbangkan sumber daya yang tersedia dalam diskusi kelompok terjadi curah pendapat (*brain storming*) diantara para ahli dalam perancangan model atau produk. Mereka mengutarakan pendapatnya sesuai dengan bidang keahlian masing-masing.

2. Teknik Delphi

   Teknik Delphi pertama kali dikembangkan di *Rand Corporation* Amerika Serikat pada tahun 1948, untuk menemukan stategi militer, yang melibatkan ahli perang, seni tempur, sosiolog, psikolog. Kerena keberhasilanya, pengembangan selanjutnya Teknik Delphi banyak digunakan oleh para perencana program pendidikan, teknologi, transportasi, pemasaran, kesehatan dan manajemen informasi dalam proses pengambilan keputusan.

   Teknik Delphi atau *expert judgement* (pertimbangan ahli) adalah suatu cara pendekatan yang bersifat intuitif untuk mengorganisasikan ide-ide atau pemikiran di antara para pakar, para ahli untuk membahas (mengatasi masalah) lembaga atau masyarakat pada masa yang akan datang (Weaver, 1971 dalam Sukowati, 2007). Penerapan Teknik Delphi didasarkan pada asumsi bahwa **"ide atau pemikiran dua orang pakar atau lebih akan lebih baik daripada hanya oleh satu orang"**. Berikut adalah prinsip dasar dan langkah-langkah penerapan Teknik Delphi:

   A. Prinsip dasar dan penggunaan Teknik Delphi

      Dalam menggunakan Teknik Delphi untuk mencapai konsensus diantara para pakar, perlu diperhatikan beberapa prinsip dasar:

      a. Teknik Delphi digunakan melalui beberapa putaran atau tahapan mulai dari awal sampai memperoleh hasil. Apabila sekali putaran dianggap cukup, maka putaran kedua tidak perlu dilakukan.

b. Responden (*expert*) yang dipilih dan terlibat dalam Teknik Delphi dijaga agar tidak saling mengetahui antara satu dengan yang lainnya dalam memberikan ide dan gagasan.
c. Proses pemilihan responden dalam Teknik Delphi didasarkan pada 2 kriteria, yaitu ketertarikan dan keahlian dalam bidangnya dan dapat mewakili kelompok (keahlian bidang) tertentu, dengan minimal masa kerja selama 5 tahun (Handayani, 2012).
d. Dalam merangkum dan menyimpulkan pendapat yang bervariasi dan sering adanya perbedaan diantara para responden, digunakan perhitungan statistik seperti *mean*, *median*, *range*, standar deviasi atau kesepakatan dengan persentase.
e. Dengan asumsi dasar tidak ada satupun kesamaan yang absolut diantara para responden, peneliti melakukan klarifikasi baik secara individu maupun kelompok.

B. Langkah-langkah penerapan Teknik Delphi

Adapun langkah-langkah penerapan Teknik Delphi adalah sebagai berikut:

a. Mengidentifikasi isu atau masalah yang berkembang di lingkungan atau bidangnya, permasalahan yang melatarbelakangi kejadian-kejadian, atau permasalahan yang dihadapi dan harus segera untuk diperbaiki.
b. Berdasarkan permasalahan dan isu yang telah diidentifikasi, peneliti menentukan dan memilih orang-orang yang ahli, menaruh perhatian, tertarik dengan bidang tersebut dan orang yang berkecimpung di dalamnya untuk menjadi responden, yang memungkinkan ketercapaian tujuan.
c. Menyusun butir-butir instrumen berdasarkan variabel yang diamati atau permasalahan yang akan diselesaikan.
d. Mengirimkan kuisioner yang berisi butir-butir instrumen yang telah ditentukan pada langkah sebelumnya kepada responden. Pada tahap ini peneliti diharuskan menjaga agar responden satu dengan responden yang lain tidak saling mengetahui untuk menjaga obyektivitas pendapat yang diberikan. Analisis dilakukan dengan mengelompokkan jawaban yang serupa dan melihat kecenderungan adanya kesamaan pendapat.
e. Membuat laporan tentang persiapan, proses, dan hasil yang dicapai dalam penelitian. Namun perlu disadari bahwa hasil penelitian yang didapat belum

dijamin sangat baik, karena sifatnya *subjective judgement*. Hasil Teknik Delphi perlu diuji coba di lapangan dengan responden yang akan memakai produk atau hasil yang lain yang jumlahnya jauh lebih besar.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dipresentasikan metodelogi penelitian yang diuraikan menjadi sub bab yaitu fokus kajian dan tempat, *k-chart* penelitian, data yang diperlukan, metode pengumpulan data dan diagram alur penelitian.

3.1 Fokus Kajian dan Lokasi Penelitian

Fokus kajian dalam penelitian ini adalah rantai pasok atau proses bisnis yang berkelanjutan setelah dilakukan *re-engineering*. Objek dari penelitian ini adalah PG PS Madukismo yang terletak di Kabupaten Bantul. Metode yang digunakan adalah pengukuran dan perbandingan nilai sebelum dan setelah *re-engineering* pada setiap aspek SSC (*Sustainable Supply Chain*), yaitu aspek ekonomi, lingkungan, dan sosial. Untuk lebih mengetahui perusahaan yang akan diteliti, berikut adalah profil singkat PG Madukismo:

3.1.1 Sejarah Singkat

PG-PS Madukismo adalah satu-satunya Pabrik Gula dan Pabrik Alkohol/Spiritus di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yang mengemban tugas untuk mensukseskan program pengadaan pangan nasional, khususnya gula pasir. Sebagai perusahaan padat karya banyak menampung tenaga kerja dari Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

Dibangun	: Tahun 1955
Atas prakarsa	: Sri Sutlan Hamengku Buwono IX
Diresmikan	: Tanggal 29 Mei 1958 oleh Presiden RI Pertama Ir. Soekarno
Mulai produksi	: Pabrik Gula tahun 1958, Pabrik Spiritus tahun 1959

3.1.2 Lokasi

Di atas lokasi bangunan Pabrik Gula Padokan (satu diantara 17 Pabrik Gula di Daerah Istimewa Yogyakarta yang dibangun Pemerintah Belanda, tetapi dibumihanguskan pada masa Pemerintahan Jepang), yang terletak di Desa Padokan, Kelurahan Tirtonirmolo, Kecamatan Kasihan, Kabupaten Bantul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

3.1.3 Pemilik Saham

Pada awal berdiri, 75% milik Sri Sultan Hamengku Buwono IX dan 25% milik pemerintah RI (Departemen Pertanian RI). Saat ini telah dirubah menjadi 65% milik Sri Sultan Hamengku Buwono IX dan 35% milik pemerintah (dikuasakan kepada PT. Rajawali Nusantara Indonesia, sebuah BUMN). Perubahan kepemilikan saham tersebut dikarenakan hampir terjadinya kebangkrutan pada pabrik gula, sehingga Sri Sultan menjual sebagian sahamnya kepada Pemerintah RI demi menyelamatkan kesejahteraan karyawan pabrik ini.

3.1.4 Produksi Utama

Produksi utama pabrik ini adalah gula pasir dengan kualitas SHS IA (*Superior Head Sugar*) atau GKP (Gula Kristal Putih) sebanyak ± 35.000 ton per tahun. Bahan baku tebu 400.000 - 500.000 ton per tahun. Rendemen antara 7 - 8,5%. Bahan pembantu yang digunakan adalah batu gamping dan belerang. Mutu produksi dipantau oleh P3GI Pasuruan (Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia). Masa produksi pabrik gula sekitar 5 sampai 6 bulan per tahunnya (24 jam/hari), secara terus menerus antara Bulan Mei sampai Oktober. Selain bulan tersebut digunakan untuk memelihara mesin pabrik (servis, revisi, perbaikan, penggantian, dll).

3.1.5 Produksi Sampingan

Produksi sampingan adalah alkohol murni dengan kadar minimal 95% dan spiritus bakar dengan kadar 94%. Bahan baku yang digunakan adalah tetes dari PG Madukismo sebanyak ± 30.000 ton per tahun. Alkohol yang dihasilkan sekitar 8.000.000 liter per tahun. Mutu dipantau oleh Balai Penelitian Kimia Departemen Perindustrian dan PT. Sucoffindo Indonesia. Produk sampingan ini dipasarkan sebagai alkohol murni dan spiritus bakar. Bahan pembantu yang digunakan adalah pupuk Urea, NPK, dan Asam Sulfat. Masa produksi pabrik spiritus sekitar 9 sampai 11 bulan per tahun (24 jam/hari).

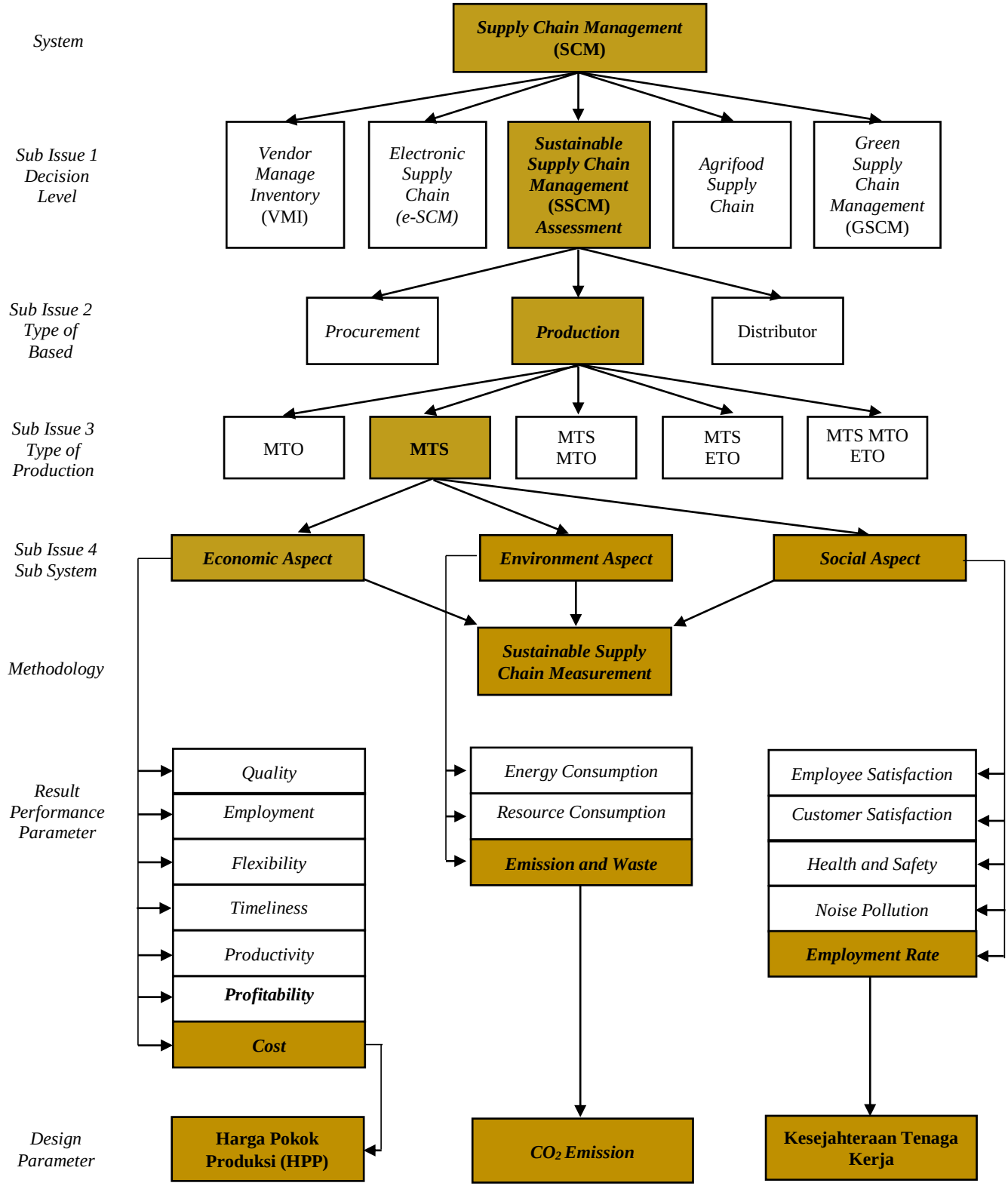
3.1.6 Sumber Daya Manusia

Karyawan digolongkan berdasarkan sistem pengupahannya, yaitu:

1. Karyawan Tetap, yang termasuk dalam karyawan tetap adalah karyawan pimpinan dan karyawan pelaksana. Sistem pengupahannya diatur tersendiri dalam PKB antara Serikat Pekerja dengan Direksi.
2. Karyawan Tidak Tetap, yang termasuk karyawan tidak tetap adalah KKWT (Karyawan Kerja Waktu Tertentu) yang hanya bekerja pada masa produksi berlangsung. Selain itu karyawan borong yang hanya bekerja bila ada pekerjaan borong. Sistem pengupahannya mengacu pada upah minimun provinsi yang berlaku.

3.2 *K-Chart* Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan pengukuran terhadap aspek-aspek SSC (ekonomi, lingkungan, dan sosial), untuk mengetahui sinergi atau integrasi dari ketiga aspek tersebut dalam mewujudkan rantai pasok pabrik gula yang berkelanjutan. Untuk mengetahui dengan mudah tentang fokus penelitian serta kajian yang sedang dilakukan, maka dibuat diagram menggunakan konsep *K-Chart*. Objek dari penelitian ini adalah sistem dari *Supply Chain Management* (SCM), dimana terdapat beberapa fokus dari SCM namun peneliti fokus pada *Sustainable Supply Chain Management* (SSCM). *Supply Chain* terbagi dalam 3 kegiatan utama dan penelitian ini berfokus pada proses produksi dengan tipe *Make To Stock* (MTS) sesuai dengan tempat atau objek penelitian yaitu pabrik gula. Untuk mengetahui keberlanjutan dari rantai pasok maka dilakukan pengukuran terhadap aspek-aspek SSCM yaitu aspek ekonomi, lingkungan, dan sosial. Parameter pengukuran pada faktor ekonomi adalah *cost*, dengan indikator HPP. Untuk aspek lingkungan diwakili dengan pengukuran emisi gas CO_2, dan yang terakhir adalah aspek sosial yaitu penyerapan tenaga kerja lokal. *K-Chart* penelitian dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.1 *K-Chart* Penelitian

3.3 Data yang Diperlukan

Data yang diperlukan dibagi berdasarkan jenis data yang digunakan yaitu data primer dan sekunder. Dalam penelitian ini data yang diperlukan adalah :

1. Data Primer

   Data primer merupakan data yang langsung didapatkan dari sumbernya, dapat berupa observasi langsung, menyebarkan kuisioner, dan wawancara langsung dengan *expert*. Adapun data primer yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

   a. Kondisi lingkungan di sekitar pabrik.
   b. Harga bahan baku, biaya produksi, data penjualan, dll.
   c. Data jumlah tenaga kerja dari proses penebangan tebu hingga proses nira kental.

2. Data Sekunder

   Data sekunder merupakan data yang tidak didapat secara langsung, namun data diperoleh melalui sumber lain seperti buku, studi literatur terkait metode dan *tools* yang akan digunakan, kajian penelitian-penelitian terdahulu, dokumentasi perusahaan, dan lain sebagainya. Data-data sekunder digunakan untuk mendukung data primer. Adapun data sekunder yang dibutuhkan yaitu konversi limbah dan standar batas gas CO_2 yang diperbolehkan di lingkungan.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan peneliti dalam mengumpulkan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengumpulan data primer

   Metode untuk mengumpulkan data-data primer pada penelitian ini adalah dengan melakukan wawancara *expert* kepada pihak manajemen, karyawan, dan juga masyarakat sekitar. Selain itu melakukan pengamatan langsung di pabrik gula.

2. Pengumpulan data sekunder

   Data sekunder didapatkan dari hasil penelitian terdahulu, jurnal, internet, artikel, dan juga buku-buku serta dokumen lain yang mendukung penelitian ini.

3.5 Alat yang Digunakan

Beberapa alat yang digunakan untuk menunjang kelancaran penelitian ini adalah :

1. Microsoft Excel

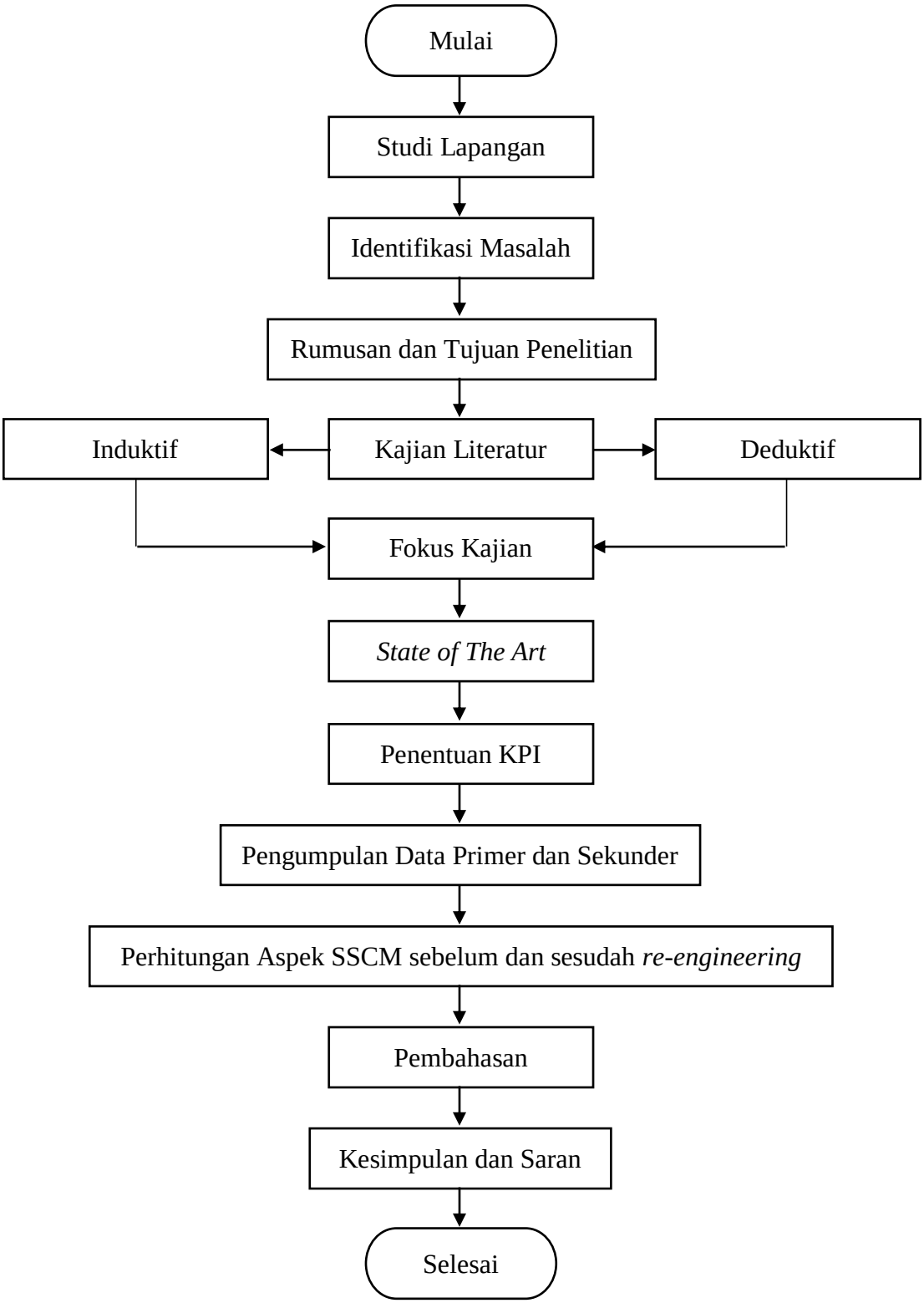
   Software ini digunakan untuk merekap dan mengolah data-data yang telah didapatkan, menggunakan rumus sesuai kebutuhan peneliti.
2. Kamera

   Alat ini digunakan sebagai media dokumentasi ketika peneliti melakukan pengamatan langsung ke pabrik Madukismo.

3.6 Alur Penelitian

Terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan untuk menyelesaikan penelitian ini. Langkah pertama yang harus dijalankan dalam metode penelitian ini ialah studi lapangan untuk mengidentifikasi permasalahan yang terjadi, sehingga dapat menentukan rumusan dan tujuan penelitian. Kemudian dilakukan studi literatur terhadap penelitian-penelitian terdahulu, sehingga dapat diketahui kebaharuan penelitian yang hendak dijalankan (*state of the art*). Hal ini dimaksudkan untuk menjaga keorisinilan penelitian. Selain mengkaji penelitian terdahulu, juga dilakukan studi mengenai teori-teori yang mendukung penelitian. Hasil dari tahap ini adalah diketahuinya fokus kajian yang akan dilakukan dan juga kebaharuan penelitian. Langkah selanjutnya adalah penentuan *Key Performance Indicator* (KPI) yang sesuai dengan permasalahan yang akan diteliti. Langkah ini perlu dilakukan untuk membantu peneliti dalam penentuan data-data yang dibutuhkan, sehingga hasil pengolahan data nantinya dapat digunakan untuk menjawab rumusan masalah. Setelah KPI ditentukan, tahapan selanjutnya adalah pengumpulan data baik primer maupun sekunder. Setelah data-data terkumpul maka dilakukan pengolahan data berupa pengukuran *Sustainable Supply Chain Management* (SSCM) sebelum dan sesudah *re-engineering* proses bisnis. Selanjutnya adalah tahap analisis dan pembahasan hasil pengolahan data. Tahap terakhir yaitu penarikan kesimpulan dan saran.

Untuk memperjelas langkah-langkah yang akan dilakukan pada penelitian ini sehingga lebih terstruktur dan sistematis, maka peneliti menuangkannya dalam diagram alir penelitian seperti gambar berikut ini:



Gambar 3.2 *Flow Chart* Alur Penelitian

Tahapan alur penelitian:

Tahap 1 : Melakukan studi lapangan, identifikasi masalah, serta penentuan rumusan dan tujuan penelitian. Tahapan ini dilakukan untuk mengetahui masalah sebenarnya yang dihadapi PG Madukismo terkait dengan aspek-aspek rantai pasok berkelajutan yaitu lingkungan, ekonomi, dan sosial. Kemudian berdasarkan hasil studi lapangan dapat ditentukan rumusan dan tujuan penelitian untuk mencapai rantai pasok berkelanjutan.

Tahap 2 : Melakukan kajian literatur baik induktif maupun deduktif, hingga menentukan *state of the art* dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Kajian induktif didapatkan dari penelitian-penelitian terdahulu untuk mengetahui kebaharuan penelitian yang dilakukan. Sedangkan kajian deduktif merupakan dasar-dasar keilmuan dari buku atau artikel lainnya yang menjadi landasan teori terkait ilmu-ilmu yang mendukung didalam penelitian.

Tahap 3 : Menentukan KPI (*Key Porformance Indicator*) sebagai tolok ukur keberhasilan yang ingin dicapai dari aspek-aspek *sustainable* yang akan diukur.

Tahap 4 : Mengumpulkan data (primer dan sekunder) serta menghitung kinerja aspek ekonomi, lingkungan, dan sosial. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan dan pengolahan data sesuai dengan indikator yang akan diukur.

Tahap 5 : Menganalisis hasil perhitungan (pembahasan) dan penarikan kesimpulan saran. Analisis terhadap hasil perhitungan ini dengan membandingkan hasil perhitungan sebelum dan sesudah dilakukan rekayasa proses bisnis. Selain itu perlu dilakukan perbandingan pula dengan KPI untuk mengetahui sinergi dari ketiga aspek keberlanjutan. Kemudian dapat ditarik kesimpulan serta saran dari hasil analisis tersebut.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Shafira, 2017 tentang BPR pada PG Madukismo menunjukkan bahwa terdapat banyak *non value added activity* pada proses bisnisnya, khususnya pada proses tebang angkut. Perbaikan yang diusulkan untuk menghapus *non value added activity* tersebut adalah dengan membuat truk *portable*. Konsep kerja truk tersebut adalah tebu yang telah ditebang langsung diproses menggunakan rangkaian alat pada truk tersebut hingga menjadi nira kental, lalu selanjutnya dikirim ke pabrik untuk kemudian dikristalisasi agar menjadi gula pasir. Penghapusan *non value added activity* tersebut diharapkan dapat berdampak positif pada proses bisnis PG Madukismo baik dari aspek lingkungan, ekonomi, dan sosial hingga dapat tercapainya rantai pasok berkelanjutan.

Pada bab ini menjelaskan hasil pengumpulan dan pengolahan data yang diperlukan untuk memenuhi aspek-aspek rantai pasok berkelanjutan pada proses bisnis pabrik gula tebu demi tercapainya rantai pasok yang berkelanjutan. Data yang akan diambil disesuaikan dengan parameter pada penelitian ini. Pengambilan data pun disesuaikan dengan jenis datanya. Untuk memperjelas data, sumber data, dan metode pengumpulan data yang digunakan, penulis menyajikan tabel berikut ini:

Tabel 4.1 Data, Sumber Data, dan Metode Pengumpulan Data

Aspek	Indikator	Data	Sumber Data	Metode Pengumpulan Data	Jenis Data
Lingkungan	Emisi CO_2	Proses, daya mesin, dan kapasitas produksi sehari	Pabrik Madukismo	Wawancara dan pengamatan langsung	Primer
		Jarak tempuh dan kapasitas truk	Pabrik Madukismo	Wawancara	Primer

Tabel 4.2 Data, Sumber Data, dan Metode Pengumpulan Data (lanjutan)

Aspek	Indikator	Data	Sumber Data	Metode Pengumpulan Data	Jenis Data
Lingkungan	Emisi CO_2	Faktor konversi CO_2 dari setiap jenis energi yang digunakan	Penelitian terdahulu	Jurnal	Sekunder
Ekonomi	HPP	Total biaya produksi sebelum BPR	Pabrik Madukismo	Laporan keuangan perusahaan	Sekunder
		Total biaya produksi sesudah BPR	Penelitian terdahulu	Laporan skripsi	Sekunder
Sosial	Kesejahteraan Tenaga Kerja Eksternal	Rincian biaya tenaga tebang	Pabrik Madukismo	Wawancara dan pengamatan langsung	Primer

Tabel di atas menampilkan data, sumber data, dan metode pengumpulan data yang digunakan berbeda-beda. Selanjutnya data yang telah didapatkan akan dijadikan sebagai *input* dalam pengolahan data sesuai dengan indikator di atas. Perhitungan pada setiap indikator akan dikomparasi antara sebelum dan sesudah dilakukan BPR sesuai hasil penelitian Shafira, 2017. Perbandingan tersebut akan memudahkan dalam melakukan analisis apakah BPR dapat menjadi metode untuk mencapai rantai pasok berkelanjutan. Hasil pengumpulan dan pengolahan data akan dipaparkan pada sub bab berikut.

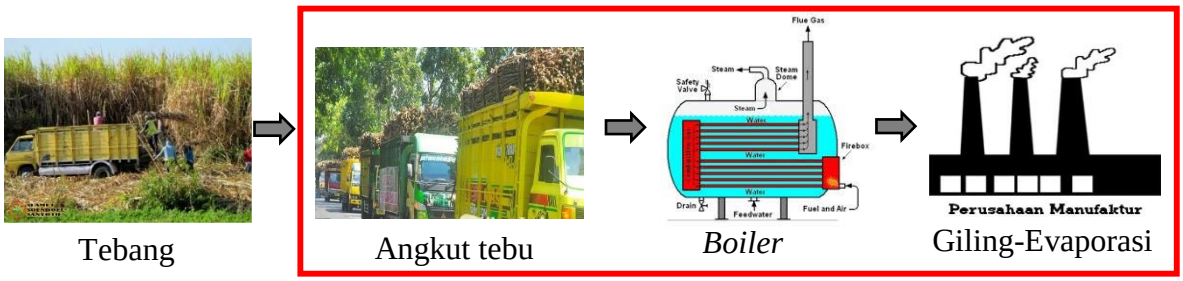
4.1 Aspek Lingkungan

PG Madukismo adalah salah satu industri yang bergerak dalam bidang agrobisnis dengan produk utama gula tebu. Layaknya industri pada umumnya, PG Madukismo juga turut berkontribusi dalam pencemaran lingkungan. Berbagai jenis limbah yang dihasilkan dari proses bisnis pabrik gula ini, seperti ampas tebu, blotong, abu ketel, dan tetes. Selain limbah padat dan cair, salah satu limbah gas yang dihasilkan adalah emisi karbondioksida (CO_2) yang merupakan salah satu gas penyebab terjadinya Gas Rumah Kaca (GRK).

Besarnya nilai emisi CO_2 yang dikeluarkan inilah yang akan dijadikan sebagai indikator aspek lingkungan pada penelitian ini.

Sumber emisi CO_2 pada PG Madukismo berasal dari transportasi truk angkut, pembakaran bahan bakar ketel uap, dan penggunaan listrik untuk proses pabrikasi. PG Madukismo juga masih memanfaatkan ampas tebu sebagai bahan bakar ketel uap, dan bahan bakar tambahan yang digunakan yaitu kayu bakar dan *Industrial Diesel Oil* (IDO) agar energi yang dibutuhkan dapat tercapai.

Untuk mempermudah dalam memahami cakupan proses bisnis pada pabrik yang akan dihitung besarnya emisi CO_2, penulis menyajikan dalam bentuk gambar ilustrasi di bawah ini :

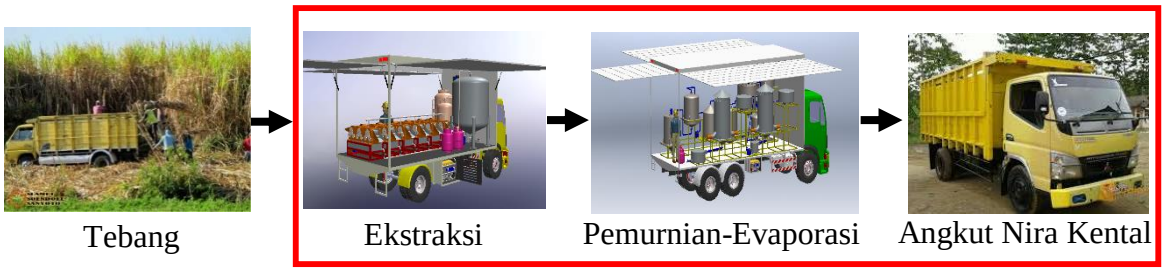


Gambar 4.1 Ilustrasi Emisi CO_2 yang Dihitung Sebelum BPR

Pada ilustrasi di atas, proses bisnis yang berada dalam kotak merah menandakan proses yang akan dihitung emisi CO_2 nya. Dapat diketahui bahwa perhitungan emisi CO_2 akan dihitung dari proses pengangkutan tebu menuju pabrik gula, pembakaran bahan bakar pada *boiler* untuk pembangkit listrik, dan proses pabrikasi dari stasiun gilingan sampai stasiun evaporasi yang menghasilkan nira kental.

Kemudian besarnya emisi CO_2 setelah dilakukan BPR juga akan dihitung dari proses tebang angkut hingga proses evaporasi. Tahapan yang membedakan dengan proses sebelum BPR adalah pada proses giling hingga evaporasi yang sebelumnya dilakukan di pabrik, setelah BPR proses tersebut dilakukan menggunakan truk *portable* di ladang tebu, sehingga barang yang diangkut dari ladang ke pabrik Madukismo bukanlah tebu mentah melainkan nira kental (sirup tebu) yang siap dikristalisasi.

Untuk memperjelas gambaran prosesnya dapat dilihat pada ilustrasi gambar di bawah ini:



Gambar 4.2 Ilustrasi Emisi CO_2 yang Dihitung Setelah BPR

Pada ilustrasi di atas, proses bisnis yang berada dalam kotak merah menandakan proses yang akan dihitung emisi CO_2 nya. Dapat diketahui bahwa perhitungan emisi CO_2 akan dihitung dari proses ekstraksi, pemurnian, dan evaporasi pada truk *portable* dan pengangkutan nira kental ke PG Madukismo.

Perhitungan emisi CO_2 didasarkan pada total konsumsi energi atau bahan bakar yang digunakan dikalikan dengan faktor konversi emisi CO_2 yang didapatkan dari literatur. Berikut adalah rumus perhitungan dan tabel konversi untuk setiap jenis energi yang digunakan:

Rumus: Emisi CO_2 = konsumsi energi x faktor konversi emisi CO_2

Sumber: Rahmawati dan Haryono (2012)

Secara umum, rumus di atas dapat digunakan untuk menghitung emisi CO_2. Namun ada beberapa jenis bahan bakar yang memerlukan konversi menjadi daya (kWh atau MWH) terlebih dahulu sebelum dikalikan dengan faktor konversi emisi CO_2, seperti ampas tebu dan IDO. Sehingga rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

Rumus : Emisi CO_2 = konsumsi energi x konversi kalor (kWh/lt) x konversi emisi CO_2

Sumber : Ramadhan (2014)

Selanjutnya untuk mempermudah perhitungan, faktor konversi emisi CO_2 dari jenis energi yang digunakan dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.3 Faktor Konversi Emisi CO_2 dari Setiap Jenis Energi

Jenis Energi	Konversi	Faktor Emisi CO_2	Referensi
Solar	-	2,66 kg/liter	*United States Environmental Protection Agency*, 2004 dalam Setiawati *et al*., 2015
Kayu bakar	-	2,99 kg/kg kayu	www.defra.gov.uk dalam Rahmawati dan Haryono, 2012
Ampas tebu	2,123 MWH/ton	0,485 ton/MWH	Ramadhan, 2014
IDO (*Industrial Diesel Oil*)	10,7 kWh/liter	0.2667 ton/MWH	Ramadhan, 2014
Listrik	-	0,781 kg/kWh	PLN, 2010 dalam Rahmawati dan Haryono, 2012
Gas LPG	-	3 kg/kg LPG	Suhedi, 2005 dalam Rahmawati dan Haryono, 2012

Tabel di atas dapat digunakan sebagai acuan untuk mengetahui nilai-nilai faktor konversi emisi CO_2 dari masing-masing jenis energi dalam pengolahan data. Pengolahan dan hasil perhitungan emisi CO_2 akan dijabarkan pada sub bab selanjutnya.

4.1.1 Data dan Perhitungan Emisi CO_2 Sebelum Dilakukan BPR

Pada sub bab ini, emisi CO_2 yang akan dihitung adalah emisi yang dihasilkan dari proses tebang angkut hingga proses evaporasi yang diterapkan oleh PG Madukismo. Berikut adalah beberapa data yang dibutuhkan untuk menghitung emisi CO_2 dan perhitungannya.

4.1.1.1 Emisi CO_2 Truk Angkut

Sebelum dilakukan BPR, truk angkut digunakan sebagai armada transportasi untuk mengangkut tebu yang telah ditebang dari kebun ke pabrik. Banyak truk yang dibutuhkan

untuk mengangkut tebu demi memenuhi kapasitas produksi yang besar di pabrik. Sedangkan setiap kebun ke PG Madukismo memiliki jarak yang berbeda-beda, namun mayoritas lokasi kebun tebu berada jauh dari pabrik. Proses ini secara otomatis menyebabkan polusi udara meningkat dengan menyumbangkan emisi CO_2 ke lingkungan. Secara kuantitas emisi CO_2 dari proses angkut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.4 Data dan Perhitungan Emisi CO_2 Truk Angkut Sebelum Dilakukan BPR

Data yang Digunakan	**PABRIK**	
	Kuantitas	**Satuan**
Barang yang diangkut	35.000	kw tebu
Kapasitas truk engkel 190PS-235PS (4x2)	80	kw
Jumlah truk yang dibutuhkan	438	truk
Rata-rata jarak kebun ke pabrik	41,1	km
Total jarak yang ditempuh	17.981	km
Total konsumsi solar	4.495	liter
Faktor emisi CO_2 solar	0,00266	ton CO_2/liter
Emisi CO_2 Truk	**11,96**	**ton CO_2/*batch***

Berdasarkan data dan perhitungan di atas, dapat diketahui bahwa kapasitas produksi di pabrik Madukismo dalam sehari cukup besar. Hal ini dikarena mesin-mesin yang digunakan juga berukuran besar, sehingga kapasitas produksi mencapai 35.000 kwintal tebu perhari. Untuk mengangkut 35.000 kwintal tebu dengan menggunakan truk berkapasitas 80 kwintal, maka dibutuhkan 438 truk angkut. Berdasarkan data lokasi kebun dan *range* jarak untuk setiap kebunnya, didapatkan rata-rata jarak kebun ke pabrik sejauh 41,1 km. Total jarak yang ditempuh semua truk angkut sejauh 17,981 km. Untuk dapat menghitung emisi CO_2 dari semua truk angkut, perlu diketahui jumlah konsumsi solar yang digunakan. Jenis truk engkel 190PS - 235PS usia 0-2 tahun dengan kapasitas 8 ton, memiliki rasio BBM 1:4 (Purnoto, 2016). Artinya bahwa setiap 1 liter solar dapat digunakan untuk menempuh jarak sejauh 4 km. Maka didapatkan nilai total konsumsi solar sebanyak 4.495 liter. Selanjutnya konsumsi solar tersebut dikalikan dengan faktor konversi emisi CO_2, sehingga total emisi CO_2 yang dikeluarkan truk angkut untuk mengangkut tebu dari ladang ke pabrik adalah sebesar 11,96 ton CO_2/*batch*.

4.1.1.2 Emisi CO_2 Proses Produksi di Pabrik

Selain transportasi, gas karbondioksida juga dihasilkan dari proses pabrikasi di pabrik. Sesuai dengan lingkup penelitian, proses pabrikasi yang akan diteliti adalah proses giling di stasiun gilingan, proses pemurnian dan pengaturan pH, serta proses evaporasi/penguapan. Pada setiap stasiun digunakan 2 jenis sumber energi untuk menjalankan mesin-mesinnya, yaitu ketel uap/*boiler* dan listrik PLN. Namun pembagian penggunaan listrik tidak terjadwal secara pasti (kondisional). Listrik yang dihasilkan dari *boiler* digunakan untuk men*supply* mesin di semua stasiun, akan tetapi jika tegangan yang dihasilkan dari *boiler* belum mencukupi kebutuhan energi semua stasiun, maka pabrik menggunakan listrik dari PLN untuk proses produksinya.

Untuk memanaskan *boiler* digunakan 3 jenis bahan bakar yaitu ampas tebu yang merupakan hasil samping dari proses giling, kayu bakar jika penggunaan ampas tebu belum bisa mencapai target energi yang dibutuhkan, dan juga IDO (*Industrial Diesel Oil*) jika ampas tebu dan kayu bakar masih belum mencukupi kebutuhan bahan bakar ketel uap. Berikut adalah data konsumsi bahan bakar *boiler* pada produksi 2017:

Tabel 4.5 Data Konsumsi Bahan Bakar *Boiler* Pada Produksi 2017

Produksi 8 Mei-17 September 2017 (121 hari)				
Data	**IDO (L)**	**Kayu (kg)**	**Ampas Tebu (kw)**	**Tebu (kw)**
Produksi 2017	88.000	296.870	1.231.588	3.518.824
Rata-rata per hari	727,27	2.453,47	10.178	29.081,19
Perbandingan	**0,03**	**0,08**	**0,35**	**1**
Per *batch*	**875**	**2.953**	**12.250**	**35.000**

Melihat data di atas dapat diketahui jumlah tebu yang digiling dan banyaknya bahan bakar yang digunakan pada proses giling tahun 2017. Data tebu yang digiling dan konsumsi kayu bakar serta IDO di dapatkan dari laporan giling PG Madukismo. Sementara jumlah ampas tebu yang digunakan dihitung dari persentase ampas tebu dari setiap tebu yang digilling. Menurut Subiyono dalam Andriansyah (2014), pengolahan 1 ton tebu menghasilkan ampas sebanyak 300 kilogram atau setara dengan 30% dari tebu yang diolah. Menurut Misran dalam Ariningsih (2014), proses produksi di pabrik gula menghasilkan ampas sebanyak 35-40% dari setiap tebu yang digiling. Sementara berdasarkan hasil perhitungan Syahputra *et al*. dalam Ariningsih (2014) penggilingan

tebu menghasilkan produk samping berupa ampas tebu sebesar 32%. Jika dilihat dari beberapa hasil penelitian terdahulu, *range* persentase ampas dari tebu yang diproses adalah 30-40%, maka pada penelitian ini peneliti menggunakan nilai tengah untuk menghitung ampas tebu yang dihasilkan, yaitu 35% dari total tebu yang digiling.

Berdasarkan data di atas, peneliti dapat menghitung rasio perbandingan antara tebu yang digiling dengan bahan bakar yang digunakan. Hasil perhitungan rasio perbandingan antara tebu : ampas tebu : kayu bakar : IDO adalah 1 : 0,35 : 0,08 : 0,03. Kapasitas giling perhari PG Madukismo adalah 35.000 kwintal, dengan menggunakan rasio perbandingan di atas maka dapat diketahui konsumsi bahan bakar untuk *boiler* per harinya serta dapat dihitung emisi CO_2 yang dihasilkan. Perhitungan emisi CO_2 dari pembakaran bahan bakar pada *boiler* di stasiun gilingan akan disajikan pada tabel-tabel di bawah ini:

Tabel 4.6 Data dan Perhitungan Emisi CO_2 dari Ampas Tebu

Data	**Tebu (ton)**	**Ampas Tebu**	**Satuan**
Produksi 2017	351.882,4	123.158,8	ton
Rata-rata per hari	2.908,1	1.017,8	ton
Perbandingan	**1**	**0,35**	**-**
Per *batch*	**3.500**	**1.225**	**ton**
Konversi ampas		2,123	MWH/ton
Daya yang dihasilkan		2.600,68	MWH
Faktor emisi		0,485	ton CO_2/MWH
Emisi CO_2Ampas		**1.261,33**	**ton CO_2/*batch***

Tabel di atas merupakan data dan perhitungan emisi CO_2 yang dikeluarkan dari pembakaran ampas tebu pada ketel uap. Menggunakan perbandingan yang ada, maka ampas tebu yang dibutuhkan sebagai bahan bakar ketel uap per *batch* produksi (35.000 kwintal tebu) adalah sebanyak 1.225 ton. Berdasarkan studi literatur, sebelum menghitung emisi CO_2 dari pembakaran ampas tebu, perlu dilakukan perhitungan daya yang dihasilkan terlebih dahulu, yaitu dengan mengalikan konsumsi ampas dengan konversi ampas (2,123 MWH/ton). Daya yang dihasilkan sebesar 2.600,68 MWH. Selanjutnya untuk menghitung emisi CO_2 , daya tersebut dikalikan dengan faktor emisi CO_2 yaitu 0,485 ton CO_2/MWH, sehingga didapatkan nilai emisi CO_2 yang dikeluarkan dari pembakaran ampas tebu sebesar 1.261,33 ton CO_2/*batch*.

Jenis bahan bakar kedua yang digunakan untuk memanaskan *boiler* adalah kayu bakar. Kayu bakar ini ditambahkan ketika *stock* ampas tebu tidak mencukupi kebutuhan pembakaran. Jenis kayu yang digunakan untuk bahan bakar adalah kayu berstruktur keras, seperti kayu jati, mahoni, sonokeling, dan kayu putih dengan diameter 7-15 cm dan panjang 1 meter.

Perhitungan emisi CO_2 dari pembakaran kayu bakar sebagai pemanas *boiler* disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4.7 Data dan Perhitungan Emisi CO_2 dari Kayu Bakar

Data	**Tebu (kw)**	**Kayu Bakar**	**Satuan**
Produksi 2017	3.518.824	296.870	kg
Rata-rata per hari	29.081,19	2.453,47	kg
Perbandingan	**1**	**0,08**	**-**
Per *batch*	**35.000**	**2.953**	**kg**
Faktor emisi		2,99	kg CO_2/kg kayu
Emisi CO_2 kayu bakar		8.828,93	kg CO_2
Emisi CO_2 kayu bakar		**8,83**	**ton CO_2/*batch***

Tabel di atas merupakan data dan perhitungan emisi CO_2 yang dikeluarkan dari pembakaran kayu bakar pada ketel uap. Menggunakan perbandingan yang ada, maka kayu bakar yang dibutuhkan sebagai bahan bakar ketel uap per *batch* produksi (35.000 kwintal tebu) adalah sebanyak 2.953 kg. Selanjutnya untuk menghitung emisi CO_2, konsumsi kayu bakar tersebut dikalikan dengan faktor emisi CO_2 (2,99 kg CO_2/kg kayu), sehingga didapatkan nilai emisi CO_2 yang dikeluarkan dari pembakaran kayu bakar sebesar 8.828,93 kg CO_2 atau setara dengan 8,83 ton CO_2 /*batch*.

Selanjutnya jenis bahan bakar ketiga yang digunakan untuk memanaskan *boiler* adalah IDO. IDO merupakan bahan bakar minyak yang digunakan untuk mesin diesel dan juga sebagai bahan bakar *boiler*. IDO ditambahkan untuk memenuhi ketercapaian energi ketika ampas tebu dan kayu bakar tidak mencukupi. IDO yang digunakan pada sektor industri hampir setara dengan solar, namun PG Madukismo menggunakan IDO karena harganya lebih murah daripada solar.

Perhitungan emisi CO_2 dari penggunaan IDO sebagai bahan bakar *boiler* disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4.8 Data dan Perhitungan Emisi CO_2 dari IDO

Data	Tebu (kw)	IDO	Satuan
Produksi 2017	3.518.824	88.000	liter
Rata-rata per hari	29.081,19	727,27	liter
Perbandingan	**1**	**0,03**	**-**
Per *batch*	**35.000**	**875**	**liter**
Konversi solar		10,7	kWh/liter
Daya yang dihasilkan		9,37	MWH
Faktor emisi		0,2667	ton CO_2/MWH
Emisi CO_2 IDO		**2,50**	**ton CO_2/*batch***

Tabel di atas merupakan data dan perhitungan emisi CO_2 yang dikeluarkan dari pembakaran IDO pada ketel uap. Menggunakan perbandingan yang ada, maka IDO yang dibutuhkan sebagai bahan bakar ketel uap per *batch* produksi (35.000 kwintal tebu) adalah sebanyak 875 liter. Berdasarkan studi literatur, sebelum menghitung emisi CO_2 dari penggunaan IDO, perlu dilakukan perhitungan daya yang dihasilkan terlebih dahulu, yaitu dengan mengalikan konsumsi IDO dengan konversi solar (10,7 kWh/liter). Daya yang dihasilkan sebesar 9,37 MWH. Selanjutnya untuk menghitung emisi CO_2, daya tersebut dikalikan dengan faktor emisi CO_2 yaitu 0,2667 ton CO_2/MWH, sehingga didapatkan nilai emisi CO_2 yang dikeluarkan dari pembakaran IDO sebesar 2,5 ton CO_2/*batch*.

Pada tabel 4.5, tabel 4.6, dan tabel 4.7 di atas telah diketahui besarnya emisi CO_2 yang dikeluarkan dari proses pembakaran pada ketel uap untuk pembangkit listrik. Selain listrik dari ketel uap, pabrik juga menggunakan listrik dari PLN untuk men*supply* energi pada semua stasiun ketika tegangan listrik dari ketel uap belum mencukupi kebutuhan pabrik.

Perhitungan emisi CO_2 dari konsumsi listrik dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.9 Data dan Perhitungan Emisi CO_2 dari Konsumsi Listrik

STASIUN	BAGIAN	kW	kWh/*batch*
Gilingan	Pendahuluan	1.697,80	40.747,20
	Meja tebu	29,90	717,60
	CC+unigrator+pisau	2.216,61	53.198,64
	Rotary/saringan	173,86	4.172,64
	DSM *screen*	80,76	1.938,24
	Pengangkut ampas	843,98	20.255,52
Pemurnian	Timbangan nira	223,76	5.370,24
	Snow balling	95,35	2.288,40
Evaporasi	Pompa *wassering*	60	1.440
	Pompa udara SO2	105,2	2.524,8
	Compresor angin	30	720
	Pompa *condensate*	27	648
TOTAL			**134.021,28**
Faktor emisi CO_2 (kg CO_2/kWh)			0,781
Emisi listrik (ton CO_2)			**104,67**

Tabel di atas merupakan data dan perhitungan emisi CO_2 yang dikeluarkan dari penggunaan listrik pada stasiun gilingan hingga evaporasi. Penggunaan listrik PLN di pabrik ini bersifat kondisional, yaitu ketika tegangan listrik yang dihasilkan oleh ketel uap tidak mencukupi kebutuhan energi semua mesin. Pada tabel di atas dapat diketahui mesin apa saja yang menggunakan listrik PLN ketika peneliti sedang melakukan pengambilan data di pabrik. Total daya dari listrik PLN yang dibutuhkan selama satu *batch* produksi di pabrik adalah 134.021,28 kWh. Kemudian dapat dicari emisi CO_2 yang dihasilkan dari penggunaan listrik tersebut adalah 104,67 ton CO_2/*batch*.

4.1.1.3 Total Emisi CO_2 Sebelum BPR

Setelah melakukan perhitungan dari setiap potensi yang dapat menimbulkan emisi CO_2, maka dapat diketahui total emisi CO_2 dari proses tebang angkut hingga proses evaporasi pada pabrik (sebelum BPR).

Perhitungan tersebut disajikan pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.10 Total Emisi CO_2 Sebelum BPR

Sumber Emisi	Nilai Emisi (ton CO_2/*batch*)
Truk angkut tebu	11,96
Ampas tebu	1.261,33
Kayu bakar	8,83
IDO	2,50
Listrik PLN	104,67
Total Emisi CO_2 Sebelum BPR	**1.389,28**

Tabel di atas merupakan tabel perhitungan total emisi CO_2 dari proses tebang angkut sampai evaporasi sebelum BPR. Total emisi sebelum BPR didapatkan dari akumulasi emisi pada truk angkut tebu sebesar 11,96 ton CO_2/*batch*, dari pembakaran ampas tebu sebesar 1.261,33 ton CO_2/*batch*, dari pembakaran kayu bakar senilai 8,83 ton CO_2/*batch*, pembakaran bahan bakar IDO sebesar 2,50 ton CO_2/*batch*, dan terakhir penggunaan listrik PLN yang menghasilkan emisi sebesar 104,67 ton CO_2/*batch*. Sehingga didapatkan nilai emisi CO_2 sebelum BPR yaitu 1.389,28 ton CO_2/*batch*.

4.1.2 Data dan Perhitungan Emisi CO_2 Setelah Dilakukan BPR

Pada sub bab ini, emisi CO_2 yang akan dihitung adalah emisi yang dihasilkan dari proses tebang angkut hingga proses evaporasi pada truk *portable*. Truk *portable* ini merupakan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Shafira (2017) tentang BPR pada PG Madukismo. Berikut adalah beberapa data yang dibutuhkan untuk menghitung emisi CO_2 dan perhitungannya.

4.1.2.1 Emisi CO_2 Truk Angkut

Setelah dilakukan BPR, truk angkut yang sebelumnya digunakan sebagai armada transportasi untuk mengangkut batang tebu, kini truk digunakan untuk mengangkut nira kental yang merupakan hasil dari pengolahan tebu pada truk *portable*. Seperti yang diketahui bahwa tebu yang digiling dan diolah hingga menjadi nira kental pasti mengalami penyusutan berat dan menghasilkan nira kental sebanyak 26% dari tebu yang digiling. Maka secara otomatis, kebutuhan truk untuk mengangkut nira dari kebun ke

pabrik pun akan mengalami pengurangan. Polusi udara berupa emisi CO_2 ke lingkungan akibat banyaknya truk dan jauhnya jarak yang harus ditempuh, akan ikut berkurang. Secara kuantitas emisi CO_2 dari proses angkut setelah dilakukan BPR dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.11 Data dan Perhitungan Emisi CO_2 Truk Angkut Setelah Dilakukan BPR

Data yang Digunakan	**SETELAH BPR**	
	Kuantitas	**Satuan**
Barang yang diangkut	9.100	kw nira kental
Kapasitas truk engkel 190PS-235PS (4x2)	80	kw
Jumlah truk yang dibutuhkan	114	truk
Rata-rata jarak kebun ke pabrik	41,1	km
Total jarak yang ditempuh	4.675	km
Total konsumsi solar	1.169	liter
Faktor emisi CO_2 solar	0,00266	ton CO_2/liter
Emisi CO_2 Truk Angkut	**3,11**	**ton CO_2/*batch***

Berdasarkan data dan perhitungan di atas, dapat diketahui bahwa nira kental yang dihasilkan sebanyak 9.100 kwintal (26 % dari tebu yang digiling). Untuk mengangkut 9.100 kwintal tebu dengan menggunakan truk berkapasitas 80 kwintal, maka dibutuhkan 114 truk angkut. Rata-rata jarak kebun ke pabrik yang digunakan sama dengan jarak sebelum BPR yaitu sejauh 41,1 km. Total jarak yang ditempuh semua truk angkut sejauh 4.675 km. Untuk dapat menghitung emisi CO_2 dari semua truk angkut, perlu diketahui jumlah konsumsi solar yang digunakan. Jenis truk yang digunakan sama dengan sebelum BPR yaitu truk engkel 190PS - 235PS usia 0-2 tahun dengan kapasitas 8 ton, memiliki rasio BBM 1:4 (Purnoto, 2016). Artinya bahwa setiap 1 liter solar dapat digunakan untuk menempuh jarak sejauh 4 km. Maka didapatkan nilai total konsumsi solar sebanyak 1.169 liter. Selanjutnya konsumsi solar tersebut dikalikan dengan faktor konversi emisi CO_2, sehingga total emisi CO_2 yang dikeluarkan truk angkut untuk mengangkut nira kental dari kebun ke pabrik adalah sebesar 3,11 ton CO_2/*batch*.

4.1.2.2 Emisi CO_2 dari Proses Giling – Evaporasi Setelah BPR

Proses pengolahan dari batang tebu hingga menjadi nira kental sebelum dan setelah dilakukan BPR adalah sama, yaitu tebu digiling, nira encer dimurnikan dan diatur pHnya, lalu diuapkan/dievaporasi untuk menghilangkan kadar air yang terkandung di dalam nira tersebut. Namun setelah dilakuakan BPR, semua proses ini dilakukan dalam truk *portable*. Truk ini telah dirancang sedemikian rupa agar dapat melakukan proses pengolahan tersebut dengan baik dan sesuai dengan yang diterapkan oleh PG Madukismo. Kapasitas truk hanya 600 kwintal tebu dengan lama pengerjaan 10 jam. Untuk dapat setara dengan kapasitas pabrik, maka dibutuhkan 59 truk *portable*.

Sumber energi utama yang digunakan untuk menggerakkan rangkaian mesin pada truk ini adalah genset dengan bahan bakar solar. Pembakaran bahan bakar tersebut akan menyebabkan polusi udara di lingkungan berupa emisi CO_2. Besar kecilnya emisi CO_2 yang dihasilkan tergantung dari konsumsi solar selama proses pengolahan. Untuk dapat menghitung kebutuhan solar yang dibutuhkan, maka perlu diketahui terlebih dahulu komponen setiap mesin yang terdapat pada truk *portable* dan daya yang dibutuhkan. Selanjutnya dapat dihitung emisi CO_2 nya, secara kuantitas emisi CO_2 yang dihasilkan dari pembakaran solar pada genset dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.12 Data dan Perhitungan Emisi CO_2 dari Penggunaan Genset

Kebutuhan Energi dari Genset						
No.	**Bagian**	**Komponen**	**Kuantitas (unit)**	**Kwh**	**KvA**	**solar (L)**
1.	Stasiun Pemurnian	Pompa nira	5	3,990	4,988	10,47
		LED pH *Adjuster*	3	0,480	0,600	1,26
		Motor DC Penghisap Gas SO_2	1	0,200	0,250	0,53
		Arduino	1	0,04	0,05	0,11
		Motor Servo	3	0,15	0,19	0,39
		Driver motor DC	1	0,20	0,25	0,53
2.	Stasiun Evaporasi	*Blower* Pemanas	4	0,84	1,050	2,21
		Steam	2	1,578	1,973	4,14
		Spray	5	3,945	4,931	10,36
		Pompa Air	1	0,798	0,998	2,09

Tabel 4.13 Data dan Perhitungan Emisi CO_2 dari Penggunaan Genset (lanjutan)

Kebutuhan Energi dari Genset						
No.	**Bagian**	**Komponen**	**Kuantitas (unit)**	**Kwh**	**KvA**	**solar (L)**
3.	Stasiun Gilingan	Motor 7,5 hp 3 phase	6	15	18,750	39,38
Total energi untuk 600 kwintal			32	27,22	34,03	71,46
Total pengunaan energi dan safety energy untuk 600 kwintal				32,67	40,83	85,75
Pengunaan genset untuk 600 kwintal				33,00	41,25	86,63
Pengunaan genset untuk 35000 kwintal				**33,00**	**41,25**	**5.053,13**
Faktor emisi CO_2 solar				0,00266 ton CO_2/liter		
Emisi CO_2 dari genset untuk 35.000 kwintal				**13,44 ton CO_2/*batch***		

Tabel di atas menyajikan data komponen yang dibutuhkan, kuantitas, kebutuhan daya, serta kebutuhan solarnya. Untuk menghidupkan genset selama pengolahan tebu berlangsung dibutuhkan 5.053,13 liter. Berdasarkan volume solar tersebut dapat diketahui emisi CO_2 yang dihasilkan dari penggunaan genset, yaitu sebesar 13,44 ton CO_2/*batch*, dimana 1 *batch* telah disetarakan dengan kapasitas pabrik (35.000 kwintal).

Selain penggunaan genset, terdapat beberapa energi lain yang dibutuhkan untuk menunjang kelancaran proses pengolahan tebu di lahan, seperti bahan bakar truk angkut antar kebun, bahan bakar elf, dan penggunaan gas LPG sebagai pemanas 1 dan 2. Penggunaan energi tersebut juga menimbulkan emisi CO_2. Perhitungan emisi CO_2 yang dihasilkan dari penggunaan energi selain genset dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.14 Data dan Perhitungan Emisi CO_2 dari Energi Selain Genset

Kebutuhan Energi Selain Genset					
No.	**Bagian**	**Komponen**	**Kuantitas/ *batch***	**Konversi CO_2**	**Emisi CO_2 (ton CO_2/*batch*)**
1.	Tebang Angkut	Bahan bakar truk antar kebun	583,3 L	0,00266 ton CO_2/liter	1,55

Tabel 4.15 Data dan Perhitungan Emisi CO_2 dari Energi Selain Genset (lanjutan)

Kebutuhan Energi Selain Genset					
No.	**Bagian**	**Komponen**	**Kuantitas/ *batch***	**Konversi CO_2**	**Emisi CO_2 (ton CO_2/*batch*)**
2.	St. Gilingan	Bahan bakar elf	128,3 L	0,00266 ton CO_2/liter	0,34
		Bahan bakar truk	583,3 L		1,55
		LPG pemanas 1	96,25 kg	3 kg CO_2/ kg LPG	0,29
3.	St. Pemurnian	LPG pemanas 2	96,25 kg		0,29
Total Emisi CO_2					**4,02**

Tabel di atas menunjukkan bagian-bagian yang membutuhkan energi selain dari genset beserta kuantitasnya. Dapat diketahui pula hasil perhitungan emisi CO_2 yang dikeluarkan, yaitu sebesar 4,02 ton CO_2/*batch*.

4.1.2.3 Total Emisi CO_2 dari Proses Tebang Angkut – Evaporasi Setelah BPR

Setelah melakukan perhitungan dari setiap energi yang dapat menimbulkan emisi CO_2 selama proses pengolahan tebu, maka dapat dihitung total emisi CO_2 dari proses tebang angkut hingga proses evaporasi pada truk *portable* (setelah BPR). Perhitungan tersebut disajikan pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.16 Total Emisi CO_2 dari Proses Tebang Angkut – Evaporasi Setelah BPR

Sumber Emisi	**Nilai Emisi (ton CO_2/*batch*)**
Truk angkut nira kental	3,11
Penggunaan genset	13,44
Energi selain genset	4,02
Total Emisi CO_2 Setelah BPR	**20,57**

Tabel di atas merupakan tabel perhitungan total emisi CO_2 dari proses tebang angkut sampai evaporasi setelah BPR. Total emisi setelah BPR didapatkan dari akumulasi emisi pada truk angkut nira kental sebesar 3,11 ton CO_2/*batch*, dari penggunaan genset 13,44 ton CO_2/*batch*, dan energi selain genset senilai 4,02 ton CO_2/*batch*. Sehingga didapatkan nilai emisi CO_2 setelah BPR yaitu 20,57 ton CO_2/*batch*.

4.2 Aspek Ekonomi

Aspek kedua yang juga menjadi kunci terwujudnya SSCM adalah aspek ekonomi. Indikator ekonomi ini bertujuan untuk mengukur kapabilitas suatu perusahaan. Beberapa indikator ekonomi yang biasa digunakan adalah profitabilitas, biaya, fleksibilitas, produktivitas, dll (Gunasekaran *et al*. dalam Sopadang *et al*., 2017). Indikator ekonomi yang akan digunakan adalah indikator biaya. Menurut Sopadang *et al*. (2017) biaya bisa digunakan untuk mengevaluasi kinerja rantai pasok. Secara spesifik, indikator biaya dapat dilihat dari aktivitas mikro pada perusahaan seperti biaya produksi, biaya transportasi, biaya persediaan, biaya logistik, dan juga biaya tenaga kerja.

Pada penelitian ini indikator yang digunakan sebagai tolok ukur dalam melihat aspek ekonomi adalah biaya produksi atau Harga Pokok Produksi (HPP) hingga proses evaporasi. Kegiatan produksi memerlukan pengorbanan sumber ekonomi berupa berbagai jenis biaya untuk menghasilkan produk yang akan dipasarkan. Biaya-biaya ini akan menjadi dasar dalam penentuan HPP. Menurut Setiadi (2014), elemen-elemen yang membentuk HPP dapat dikelompokkan menjadi tiga golongan besar yakni Biaya Bahan Baku, Biaya Tenaga Kerja Langsung, dan Biaya *Overhead* Pabrik. Rincian data-data yang dibutuhkan serta perhitungan HPP sebelum dan setelah BPR akan dijelaskan pada sub bab berikutnya.

4.2.1 Data dan Perhitungan HPP Awal (Sebelum BPR)

Pada sub bab ini, akan dijabarkan data dan perhitungan HPP awal dari stasiun tebang angkut sampai stasiun evaporasi yang menghasilkan nira kental. Rincian data berikut merupakan hasil rekapan dari laporan keuangan tahun 2017 pada bagian pabrikasi PG Madukismo. Berikut adalah data dan perhitungan HPP awal pada PG Madukismo:

Tabel 4.17 Rincian Biaya Produksi dan Perhitungan HPP Awal

HARGA POKOK PRODUKSI PG MADUKISMO 2017		
Komponen Biaya	**Total Biaya**	
Pimpinan dan tata usaha	Rp	18.709.043.044,28
Pembibitan	Rp	2.760.248.714,82
Tebu giling	Rp	127.943.366.931,90
Tebang dan angkutan	Rp	7.940.096.016,25
Biaya pabrik	Rp	206.115.966.947,51

Tabel 4.18 Rincian Biaya Produksi dan Perhitungan HPP Awal (lanjutan)

HARGA POKOK PRODUKSI PG MADUKISMO 2017		
Komponen Biaya	**Total Biaya**	
Pembungkusan dan angkutan gula	Rp	4.218.375.329,00
Eksploitasi angkutan motor	Rp	1.575.575.153,97
Pompa air dan hama	Rp	730.176.321,73
Penyusutan	Rp	7.469.248.868,26
Pendapatan tetes	Rp	- 22.168.280.000,00
HPP GKP	**Rp**	**355.293.817.327,72**
Gula kristal yg dihasilkan (kg)		34.096.400
Gula sisa (kg)		250.000
Pendapatan gula sisa	Rp	1.750.000.000
HPP GKP (per kg)	**Rp**	**10.368,95**

Tabel di atas merupakan data dan perhitungan HPP awal yang didapatkan dari PG Madukismo. Dapat diketahui bahwa HPP gula kristal pada tahun 2017 sebesar Rp 355.293.817.327,72, dengan total gula kristal yang dihasilkan sebanyak 34.096.400 kg. Pada proses kristalisasi juga dihasilkan gula sisa sebanyak 250.000 kg. Gula sisa yaitu gula yang menempel pada mesin-mesin setelah proses pengolahan gula selesai. Gula sisa ini dijual dengan harga Rp 7.000,00/kg, sehingga pendapatan dari penjualan gula sisa sebesar Rp 1.750.000.000,00. Maka dari data tersebut dapat dihitung HPP gula kristal tahun 2017 pada PG Madukismo yaitu sebesar Rp 10.368,95/kg. Pabrik Madukismo telah menetapkan bahwa HPP maksimal gula kristal adalah Rp 10.600,00/kg, namun HPP pada setiap tahunnya berfluktuatif karena banyak faktor yang mempengaruhi, salah satunya adalah kualitas tebu yang jelek sehingga rendemennya sangat kecil. Hal ini menyebabkan HPP gula meningkat.

Kemudian berdasarkan informasi dan data dari pabrik, diketahui bahwa HPP nira kental adalah 60 % dari HPP gula kristal. Pada tabel di atas tertera HPP gula kristal pada tahun 2017 adalah Rp 10.368,95/kg, maka HPP nira kental sebesar Rp 6.221,37/kg.

Berikut adalah rincian biaya produksi hingga nira kental pada PG Madukismo:

Tabel 4.19 Rincian Harga Pokok Produksi Nira Kental PG Madukismo

HARGA POKOK PRODUKSI NIRA KENTAL PG MADUKISMO		
Komponen Biaya	**Total Biaya**	
HPP GKP	**Rp**	**10.368,95**
HPP Nira kental (60% HPP GKP)	**Rp**	**6.221,37**
Pimpinan dan tata usaha	Rp	327,60
Pembibitan	Rp	48,33
Tebu giling	Rp	2.240,35
Tebang dan angkutan	Rp	139,03
Biaya pabrik	Rp	3.609,19
Pembungkusan dan angkutan gula	Rp	73,87
Eksploitasi angkutan motor	Rp	27,59
Pompa air dan hama	Rp	12,79
Penyusutan	Rp	130,79
Pendapatan tetes	Rp	- 388,18

Pada tabel di atas dapat diketahui rincian biaya yang harus dikeluarkan untuk memproduksi per kg nira kental pada pabrik gula, hingga didapatkan HPP nira kental sebesar Rp 6.221,37. Kemudian perlu dilakukan perhitungan HPP nira kental pada proses produksi yang dilakukan menggunakan truk *portable* hasil usulan BPR. Data dan perhitungan akan dijabarkan pada sub bab selanjutnya.

4.2.2 Data dan Perhitungan HPP Usulan (Setelah BPR)

Pada sub bab ini, HPP usulan akan dihitung dari akumulasi biaya produksi pada stasiun tebang angkut sampai stasiun evaporasi berdasarkan usulan hasil rekayasa proses bisnis. Kemudian perhitungan dilakukan per *batch* produksi, dimana satu *batch* produksi disetarakan dengan kapasitas pabrik yaitu 35.000 kwintal tebu yang digiling. Berikut adalah beberapa data yang dibutuhkan untuk menghitung HPP usulan dan perhitungannya:

4.2.2.1 Biaya Produksi Bagian Tebang Angkut

Data-data untuk menghitung biaya produksi pada bagian tebang angkut didapatkan dari biaya setiap aktivitas yang berkaitan dengan penebangan dan pembersihan tebu, pengangkutan nira kental dari kebun ke PG Madukismo, serta biaya truk antar kebun yang mengantarkan nira encer dari proses giling ke proses pemurnian dan evaporasi. Untuk rincian biaya dan perhitungan biaya produksi bagian tebang angkut dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.20 Biaya Produksi Bagian Tebang Angkut

Tebang Angkut				
No.	**Bagian**	**Kuantitas**	**Satuan**	**Total Biaya**
1.	Penebangan dan pembersihan	35.000	Kwintal	Rp 231.000.000
2.	Angkutan	9.100	Kwintal	Rp 53.589.900
3.	Bahan bakar truk antar kebun	583	Liter	Rp 4.200.000
Biaya di Bagian Tebang Angkut				**Rp 288.789.900**

Berdasarkan tabel di atas, dapat diketahui bahwa dengan menggunakan truk *portable* hasil rekayasa proses bisnis, komponen biaya yang diperlukan untuk proses tebang angkut adalah biaya tenaga tebang dan pembersihan, biaya angkutan nira kental dari kebun ke PG Madukismo, dan biaya bahan bakar truk antar kebun. Didapatkan total biaya pada bagian tebang angkut sebesar Rp 288.789.900,00/*batch* produksi.

4.2.2.2 Biaya Produksi Proses Giling

Data-data untuk menghitung biaya produksi pada proses giling didapatkan dari biaya setiap aktivitas yang berkaitan dengan proses giling pada truk *portable*. Biaya yang dibutuhkan seperti biaya bahan bakar, operator, alat dan perlengkapan lain yang menunjang proses giling pada truk *portable*.

Untuk rincian biaya dan perhitungan biaya produksi proses giling dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.21 Biaya Produksi Proses Giling

Proses Giling				
No.	**Bagian**	**Komponen**	**Kuantitas**	**Total Biaya**
1.	Mesin Giling	Bahan Bakar	39,4 liter	Rp 283.500
		Minyak Pelumas	21 liter	Rp 151.200
		Operator Mesin	4 orang	Rp 400.000
2.	Operator ampas		1 orang	Rp 80.000
3.	Elf	Bahan bakar elf	2,22 liter	Rp 16.000
		Supir truk	1 orang	Rp 120.000
4.	*Truck*	Supir truk	1 orang	Rp 120.000
		Bahan Bakar Truk	10 liter	Rp 72.000
5.	Air imbibisi	Air imbibisi	15.000 liter	Rp 72.150
6.	Pemanasan 1	Elpiji	0,3 tabung	Rp 19.500
Biaya Produksi 600 kwintal				**Rp 1.334.350**
Biaya Produksi 35.000 kwintal				**Rp 77.837.083**

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui rincian biaya yang dibutuhkan, yaitu biaya untuk operasi mesin giling, operator ampas, elf, truk, air imbibisi, dan pemanasan 1 dengan total biaya Rp 1.334.350/truk *portable* dengan kapasitas 600 kwintal selama 10 jam. Untuk dapat setara dengan kapasitas pabrik maka dibutuhkan biaya giling sebesar Rp 77.837.083,00/*batch* produksi.

4.2.2.3 Biaya Produksi Proses Pemurnian dan Pengaturan pH

Data-data untuk menghitung biaya produksi pada proses pemurnian dan pengaturan pH didapatkan dari biaya setiap aktivitas yang berkaitan dengan proses pemurnian nira pada truk *portable*. Biaya yang dibutuhkan seperti biaya operator, alat dan perlengkapan lain yang menunjang proses pemurnian dan pengaturan pH pada truk *portable*.

Untuk rincian biaya dan perhitungan biaya produksi proses pemurnian dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.22 Biaya Produksi Proses Pemurnian dan Pengaturan pH

Proses Pemurnian dan Pengaturan pH				
No.	**Bagian**	**Komponen**	**Kuantitas**	**Total Biaya**
1.	Alat Pengatur pH	Gaji operator	1 orang	Rp 80.000
2.	Bahan pembantu	Kapur tohor	62,4 kg	Rp 53.755
		Belerang	17,1 kg	Rp 62.434
3.	Pemanas 2	Elpiji	0,3 tabung	Rp 19.500
Biaya Produksi 600 kwintal				**Rp 215.690**
Biaya Produksi 35.000 kwintal				**Rp 12.581.929**

Berdasarkan tabel di atas, dapat diketahui bahwa dengan menggunakan truk *portable* hasil rekayasa proses bisnis, komponen biaya yang dibutuhkan adalah biaya untuk operator alat pengatur pH, bahan pembantu berupa kaput tohor dan belerang, dan pemanas 2 dengan total biaya Rp 215.690,00/truk *portable* dengan kapasitas 600 kwintal selama 10 jam. Untuk dapat setara dengan kapasitas pabrik maka dibutuhkan biaya pemurnian dan pengaturan pH sebesar Rp 12.581.929,00/*batch* produksi.

4.2.2.4 Biaya Kebutuhan Energi

Biaya kebutuhan energi perlu diperhitungkan dan dimasukkan ke dalam perhitungan biaya produksi, karena rangkaian mesin pada truk *portable* juga membutuhkan energi selama proses pengolahan tebu menjadi nira kental berjalan. Untuk rincian biaya dan perhitungan biaya kebutuhan energi dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.23 Biaya Kebutuhan Energi

Kebutuhan Energi							
No.	**Bagian**	**Komponen**	**Kuantitas**	**Kwh**	**KvA**	**Solar (L)**	**Total Biaya**
1.	Stasiun Pemurnian	Pompa nira	5 unit	3,990	4,988	10,47	Rp 75.411
		LED pH *Adjuster*	3 unit	0,480	0,600	1,26	Rp 9.072

Tabel 4.24 Biaya Kebutuhan Energi (lanjutan)

Kebutuhan Energi							
No.	**Bagian**	**Komponen**	**Kuantitas**	**Kwh**	**KvA**	**Solar (L)**	**Total Biaya**
	Stasiun Pemurnian	Motor DC penghisap gas SO2	1 unit	0,200	0,250	0,53	Rp 3.780
		Arduino	1 unit	0,04	0,05	0,11	Rp 756
		Motor servo	3 unit	0,15	0,19	0,39	Rp 2.835
		Driver motor DC	1 unit	0,20	0,25	0,53	Rp 3.780
2.	Stasiun Evaporasi	*Blower* pemanas	4 unit	0,84	1,050	2,21	Rp 15.876
		Steam	2 unit	1,578	1,973	4,14	Rp 29.824
		Spray	5 unit	3,945	4,931	10,36	Rp 74.561
		Pompa air	1 unit	0,798	0,998	2,09	Rp 15.082
3	Stasiun Gilingan	Motor 7,5 hp 3 phase	6 unit	15	18,750	39,38	Rp 283.500
Energi untuk 600 kwintal			32 unit	27,22	34,03	71,46	Rp 514.477
Safety Energi untuk 600 kwintal				32,67	40,83	85,75	Rp 617.372
Penggunaan genset untuk 600 kwintal				33	41,25	86,63	Rp 623.700
Penggunaan genset untuk 35.000 kwintal				**33**	**41,25**	**5.053,13**	**Rp 36.382.500**

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui komponen-komponen apa saja yang membutuhkan daya pada rangkaian mesin yang terdapat pada truk *portable*. Energi yang digunakan untuk men*supply* kebutuhan daya tersebut berasal dari genset dengan bahan bakar solar. Pada tabel di atas, setiap truk *portable* dengan kapasitas 600 kwintal tebu selama 10 jam pengoperasian, membutuhkan 32 unit komponen yang membutuhkan *supply* energi sebesar 27,22 kWh untuk dapat bergerak, atau setara dengan 71,46 liter solar.

Sebagai cadangan energi, lebih baik menggunakan genset dengan kapasitas 120% dari kebutuhan daya, sama dengan 27,22 x 120% = 32,67 kWh atau dibulatkan menjadi 33 kWh. Maka penggunaan genset untuk tiap truk *portable* adalah 33 kWh yang

membutuhkan 86,63 liter solar, dan biaya sebesar Rp 623.700,00. Sedangkan untuk bisa setara dengan kapasitas produksi di pabrik, maka volume solar yang dibutuhkan sebanyak 5.053,13 liter dan total biaya energi yang dibutuhkan sebesar Rp 36.382.500,00/*batch* produksi. Pada perhitungan biaya produksi sebelum dilakukan BPR, biaya energi ini telah masuk ke dalam rincian biaya pabrik.

4.2.2.5 Biaya *Overhead*

Menurut Ellen (2002) biaya *overhead* pakbrik adalah biaya produksi selain biaya bahan baku dan biaya tenaga kerja langsung. Biaya produksi yang termasuk dalam biaya *overhead* pabrik dikelompokan menjadi beberapa golongan sebagai berikut :

1) Biaya bahan penolong (bukam merupakan bahan baku utama pembuatan produk)
2) Biaya reparasi dan pemeliharaan (biaya berupa suku cadang, biaya bahan habis pakai dan harga perolehan jasa untuk perbaikan pemeliharaan dan lain-lain)
3) Biaya tenaga kerja tidak langsung (tenaga kerja yang upahnya tidak berkaitan dengan proses produksi)
4) Biaya yang timbul akibat berlalunya waktu (biaya asuransi gedung, asuransi mesin dan peralatan, asuransi kecelakaan karyawan dan lain-lain)
5) Biaya yang timbul sebagai akitbat penilaian terhadap aktiva tetap (bangun pabrik, mesin dan peralatan, perkakas laboratorium dan lain-lain)

Untuk rincian biaya dan perhitungan biaya *overhead* dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.25 Biaya *Overhead* Pada Truk *Portable*

Overhead				
No.	**Komponen Biaya**	**Kuantitas**	**Satuan**	**Jumlah**
1.	*Manager*	1	orang/bulan	Rp 9.480.500
2.	Wakil *manager*	1	orang/bulan	Rp 6.000.000
3.	*Supervisor*	58	orang/bulan	Rp 127.600.000
4.	Administrasi	1	per bulan	Rp 10.000.000
5.	Pisau giling	2	mata pisau	Rp 729.000.000
6.	Pembersihan dan pengurasan mesin pemurnian	2	kali kuras	Rp 24.000.000
7.	*Caustic soda*	200	kg	Rp 46.146.000

Tabel 4.26 Biaya *Overhead* Pada Truk *Portable* (lanjutan)

Overhead				
No.	**Komponen Biaya**	**Kuantitas**	**Satuan**	**Jumlah**
8.	*Trinatrium pospat*	80	kg	Rp 10.521.600
9.	*Chemical Cleaning*	6	kg	Rp 2.206.620
10.	Gaji pekerja	2	orang	Rp 4.800.000
Total				**Rp 969.754.720**
Biaya *Overhead* Per *Batch* Produksi				**Rp 32.325.157**

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui biaya yang termasuk ke dalam biaya *overhead* untuk proses produksi pada truk *portable*, yaitu gaji *manager*, wakil *manager*, *supervisor* setiap truk, administrasi, dan biaya-biaya perawatan mesin. Biaya perawatan yang dibutuhkan adalah penggantian mata pisau pada mesin giling, pembersihan dan pengurasan mesin pemurnian, serta pembelian bahan-bahan kimia untuk pembersihan mesin evaporasi. Total biaya *overhead* pada perhitungan di atas adalah Rp 969.754.720,00/bulan atau setara dengan Rp 32.325.157,00/*batch* produksi.

4.2.2.6 Biaya Penyusutan

Biaya penyusutan menurut Pernyataan Standar Akuntansi Keuangan (PSAK) No.17 dalam Setiawan (2001) adalah alokasi jumlah dari suatu aktiva yang dapat disusutkan selama umur ekonomis (masa manfaat) yang diestimasi. Penyusutan untuk periode akuntansi dibebankan ke pendapatan baik secara langsung maupun tidak langsung. Kriteria aktiva yang dapat disusutkan adalah:

a. Aktiva yang diharapkan untuk digunakan selama lebih dari suatu periode akuntansi,
b. Memiliki suatu masa manfaat (umur ekonomis) yang terbatas, dan
c. Ditahan oleh suatu perusahaan untuk digunakan dalam produksi atau memasok barang dan jasa, untuk disewakan, atau untuk tujuan administrasi.

Sedangkan masa manfaat dari suatu aktiva diestimasi dengan tetap memperhatikan beberapa faktor berikut ini:

a. Taksiran aus dan kerusakan fisik (*physical wear dan tear*)
b. Keusangan
c. Pembatasan hukum atau lainnya atas penggunaan aktiva.

Untuk rincian dan perhitungan biaya penyusutan pada sistem truk *portable* dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.27 Biaya Penyusutan Pada Truk *Portable*

Penyusutan						
No.	**Komponen Biaya**	**Kuantitas**	**Satuan**	**Jumlah (Rp)**	**Umur Ekonomis (tahun)**	**Penyusutan per *Batch* (Rp)**
1	Mesin giling	1	rangkaian	65.000.000	5	2.618.056
2	Mesin Pemurnian	1	rangkaian	186.200.000	5	7.499.722
3	Pengatur pH	1	rangkaian	6.051.000	5	243.721
4	Mesin Evaporasi	1	rangkaian	134.804.000	5	5.429.606
5	Truk 1 (Colt Diesel 4 ban)	1	truk	100.000.000	8	2.685.185
6	Truk 2 (Colt Diesel 6 ban)	1	truk	135.000.000	8	3.625.000
7	*Pick up* antar kebun	1	mobil	90.000.000	8	2.416.667
8	Jerigen 32,5 Liter	26.923	buah	1.346.153.846	10	509.907
Total Biaya Penyusutan						**25.027.863**

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui biaya yang termasuk ke dalam biaya penyusutan untuk proses produksi pada truk *portable*, yaitu rangkaian mesin produksi dari gilingan hingga evaporator, truk *portable*, *pick up* antar kebun, serta jerigen untuk menampung nira kental. Biaya penyusutan dihitung menggunakan metode SOYD (*Sum Of The Years Digit*).

Menurut PSAK No.17 dalam Setiawan (2001), metode penyusutan tersebut menghasilkan tarif penyusutan yang menurun dengan dasar penurunan pecahan dari nilai yang dapat disusutkan (harga perolehan dikurangi dengan nilai sisa). Setiap pecahan menggunakan jumlah tahun sebagai bilangan penyebutnya. Dengan menggunakan metode ini, maka beban biaya penyusutan di setiap tahunnya berbeda-beda, oleh karena

itu peneliti hanya menghitung penyusutan untuk tahun pertama truk *portable* ini beroperasi. Sebagai contoh perhitungan biaya penyusutan mesin giling per *batch* produksi pada tahun pertama.

Diketahui:

Biaya pembuatan mesin giling = Rp 65.000.000,00

Estimasi umur ekonomis = 5 tahun

Jumlah tahun = 1+2+3+4+5 = 15

Estimasi nilai sisa = 25% x Rp 65.000.000,00 = Rp 16.250.000,00

Nilai yang disusutkan = Rp 65.000.000,00 – Rp 16.250.000,00

= Rp 48.750.000,00

Ditanya:

Penyusutan per *batch* produksi di tahun pertama?

Perhitungan:

Penyusutan per *batch* produksi $= \frac{5}{15} x\ 48.750.000 : 12\ bulan : 30\ hari\ x\ 58 truk$

= Rp 2.618.056,00

Kemudian perhitungan dilakukan terhadap semua komponen yang dapat disusutkan dengan estimasi nilai sisa adalah sama yaitu 25% dari biaya perolehan. Sehingga didapatkan total biaya penyusutan per *batch* produksi pada truk *portable* adalah Rp 25.027.863,00.

4.2.2.7 Total Biaya Produksi dan Perhitungan HPP Usulan

Total biaya produksi dan HPP usulan diperoleh dari akumulasi biaya produksi dari proses tebang angkut hingga menjadi nira kental yang dilakukan menggunakan truk *portable*. Berikut adalah tabel perhitungan total biaya produksi dan HPP usulan hingga diperoleh nira kental:

Tabel 4.28 Total Biaya Produksi dan Perhitungan HPP Usulan

Total Biaya Produksi dan HPP Usulan		
No.	**Nama Stasiun**	**Biaya Produksi**
1.	Tebang Angkut	Rp 288.789.900
2.	Gilingan	Rp 77.837.083
3.	Pemurnian	Rp 12.581.929

Tabel 4.29 Total Biaya Produksi dan Perhitungan HPP Usulan (lanjutan)

Total Biaya Produksi dan HPP Usulan			
No.	**Nama Stasiun**	**Biaya Produksi**	
4.	Energi	Rp	36.382.500
5.	*Overhead*	Rp	32.325.157
6.	Penyusutan	Rp	25.027.863
Total Biaya Produksi		**Rp**	**472.944.432**
Biaya Produksi Per-kg		**Rp**	**519,72**
Biaya Bahan Baku Per-kg		**Rp**	**1.346**
HPP Nira Kental per-kg		**Rp**	**1.866**

Tabel di atas merupakan rekapan biaya produksi dari setiap proses dari tebang angkut hingga evaporasi pada truk *portable*. Selain itu dari tabel di atas dapat diketahui total biaya produksi nira kental sebesar Rp 472.944.432,00. Biaya tersebut adalah biaya produksi selama 1 *batch* (kapasitas 35.000 kw) dengan nira kental yang dihasilkan sebanyak 9.100 kw atau 910.000 kg nira, berarti biaya produksi per kg nira kental adalah Rp 519,72.

Kemudian untuk menghitung HPP usulan, selain biaya produksi juga perlu diketahui harga bahan baku yang digunakan. Harga tebu adalah Rp 35.000,00/kw yang menghasilkan 26% nira kental atau setara dengan 26 kg nira kental, maka biaya bahan baku yang dibutuhkan per kg nira kental adalah Rp 1.346,00. Maka dapat dihitung HPP usulan nira kental adalah Rp 1.866,00 atau dapat dibulatkan menjadi Rp 1.900,00/kg nira kental.

4.3 Aspek Sosial

Aspek terakhir dalam pengukuran SSCM adalah aspek sosial, dimana aspek ini terkait dengan orang-orang yang terlibat dalam rantai pasok suatu perusahaan. Terdapat 4 indikator utama yang digunakan untuk mengukur aspek sosial yaitu kepuasan pelanggan, kepuasan tenaga kerja, tingkat kebisingan, serta kesehatan dan keselamatan (Govindon *et al*. dalam Sopadang *et al*., 2017). Namun pada penelitian ini indikator yang digunakan adalah kepuasan karyawan dengan melihat tingkat kesejahteraannya.

Secara spesifik penelitian ini hanya fokus pada tingkat kesejahteraan karyawan eksternal khususnya tenaga tebang. Hal ini dikarenakan karyawan internal telah dijamin

oleh peraturan negara, sehingga ada kejelasan terkait upah yang diterima yaitu minimal disesuaikan dengan UMR, dan masih mendapatkan tunjangan lainnya. Sedangkan untuk tenaga tebang dengan sistem borongan, mereka tidak ada kontrak/ikatan apapun dengan perusahaan, dan seiring perubahan zaman semakin sulit bagi mandor tebang untuk mencari tenaga tebangnya.

Walaupun demikian, hingga saat ini PG Madukismo memiliki kantong tenaga yang tersebar di beberapa daerah. Berdasarkan data yang didapat, dari 2.500 tenaga tebang, 23,1% nya merupakan Tenaga Kerja Lokal (TKL) yang berasal dari daerah di sekitar kebun tebu, sedangkan 76,9% nya bukan TKL melainkan dicari dari luar daerah bahkan luar provinsi. Kerugian yang dirasakan perusahaan adalah harus mengantar jemput tenaga tebang dari daerah asalnya, dan menanggung semua biaya akomodasi non TKL tersebut selama mereka dipekerjakan. Hal ini dapat berdampak pada pembengkakan biaya di tebang angkut.

Berdasarkan hasil wawancara dengan Bapak Yudha selaku Kepala Bagian Tebang dan Angkut PG Madukismo, terdapat beberapa faktor yang menjadi penyebab sulitnya dalam mencari tenaga tebang lokal adalah:

1. Semakin banyaknya lapangan pekerjaan dengan tempat kerja dan fasilitas yang lebih nyaman, sebagai contoh penjaga toko. Walaupun jika dibandingkan dari *take home pay* per harinya, pendapatan tenaga tebang jauh lebih besar daripada penjaga toko.
2. Pengaruh modernisasi dan kemajuan teknologi, sehingga banyak calon pekerja yang menganggap bahwa pekerjaan sebagai tenaga tebang bukanlah pekerjaan yang bergengsi.
3. INPRES No.12 Tahun 1992 tentang Sistem Budidaya Tanaman, dimana dalam undang-undang tersebut Pemerintah telah menyusun rencana pengembangan budidaya tanaman demi terpenuhinya kebutuhan warga negara. Pemerintah menetapkan luas dan lokasi lahan yang harus ditanami tebu, memastikan bahwa sawah yang digunakan adalah sawah kelas 1, dan menjamin bahwa harga gula tebu 2,5 kali harga beras. Namun dengan adanya perubahan INPRES, budidaya tanaman menjadi kebebasan petani bukan lagi sebuah kewajiban. Pabrik gula menjadi kesulitan dalam mencari sawah kelas 1 untuk budidaya tanaman tebu. Selain itu tidak ada lagi kepastian harga jual gula, sehingga setiap pabrik gula menjual dengan permainan pasar dan menyebabkan harga jual menjadi sangat rendah. Hal ini menyebabkan penekanan biaya-biaya produksi. Salah satu biaya yang ditekan adalah

upah/gaji tenaga tebang. Maka semakin sedikit orang yang berminat untuk menjadi tenaga tebang di kebun tebu.

Berdasarkan beberapa faktor di atas, peneliti mencoba melihat dari sudut pandang kesejahteraan tenaga tebang yang berstatus borongan dan tidak terikat kontrak dengan perusahaan. Salah satu cara untuk melihat kesejahteraan tenaga tebang adalah dengan melihat rincian *take home pay*/upah harian yang mereka dapat. Berikut adalah tabel rincian dan jumlah upah harian yang diberikan oleh perusahaan ke tenaga tebang:

Tabel 4.30 Komponen Biaya Tenaga Tebang Sebelum BPR

SEBELUM BPR			
No.	**Komponen**	**Biaya (Rp)**	**Satuan**
1.	Bantuan uang makan dan minum	1.600	per kw
2.	Upah pokok	1.200	per kw
3.	Premi-premi BSM tebu layak tebang		
	a. Pucuk	1.000	per kw
	b. Potong bonggol	800	per kw
	c. Rapak	800	per kw
	d. Tebu roboh/ringan/kecil-kecil	500	per kw
	e. Tali kulit tebu	200	per kw
Total Biaya		**6.100**	**per kw**
Total Biaya Tenaga Tebang		**213.500.000**	**per hari**
Rata-Rata *Take home pay*		**85.400**	**per orang/hari**

Berdasarkan tabel di atas, dapat diketahui bahwa biaya yang diberikan oleh perusahaan kepada tenaga tebang terdiri dari bantuan uang makan dan minum sebanyak Rp 1.600,00/kw, upah pokok Rp 1.200,00/kw, dan premi-premi BSM (Bersih Segar Manis) tebu layak tebang sebesar Rp 3.300,00/kw, sehingga total biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk membayar tenaga tebang adalah Rp 6.100,00/kwintal tebu. Rata-rata bobot tebu yang dapat disetorkan oleh setiap tenaga tebang adalah 14 kwintal per hari, dengan waktu kerja kurang lebih 12 jam. Jadi rata-rata upah yang diterima tenaga tebang adalah Rp 85.400,00/orang/hari.

Mengingat tujuan penelitian terkait aspek sosial setelah dilakukan BPR yaitu peningkatan kesejahteraan tenaga kerja, peneliti mengusulkan untuk menambah

komponen biaya pada upah harian tenaga tebang. Berikut adalah tabel rincian komponen upah harian setelah dilakukan BPR:

Tabel 4.31 Komponen Biaya Tenaga Tebang Setelah BPR

SETELAH BPR			
No.	**Komponen**	**Biaya (Rp)**	**Satuan**
1.	Bantuan uang makan dan minum	1.600	per kw
2.	Upah pokok	1.200	per kw
3.	Premi-premi BSM tebu layak tebang		
	a. Pucuk	1.000	per kw
	b. Potong bonggol	800	per kw
	c. Rapak	800	per kw
	d. Tebu roboh/ringan/kecil-kecil	500	per kw
	e. Tali kulit tebu	200	per kw
4.	Bantuan uang transport	400	per kw
5.	Bantuan APD	100	per kw
Total Biaya		**6.500**	**per kw + APD**
Total Biaya Tenaga Tebang		**227.500.000**	**per hari + APD**
Rata-Rata *Take home pay*		**91.000**	**per orang/hari + APD**

Berdasarkan tabel di atas, dapat diketahui bahwa terdapat 2 komponen biaya tambahan untuk upah tenaga tebang, yaitu bantuan uang transport sebesar Rp 400,00/kwintal dan bantuan APD senilai Rp 100,00/kw. Namun untuk mengurangi resiko penyalahgunaan dana bantuan APD, maka bantuan dana tersebut akan diberikan langsung dalam wujud perlengkapan APD di awal musim giling kepada setiap tenaga tebang. Sehingga upah tenaga tebang yang diberikan adalah Rp 6.500,00/kwintal + APD di awal musim giling. Berikut adalah rincian perhitungan dana bantuan APD untuk tenaga tebang:

Tabel 4.32 Rincian dan Perhitungan Dana Bantuan APD

Rincian Bantuan APD				
Perlengkapan	**Kuantitas**	**Satuan**	**Harga (Rp)**	**Biaya (Rp)**
Sepatu karet	1	pasang	100,000	100,000
Caping	1	buah	20,000	20,000

Tabel 4.33 Rincian dan Perhitungan Dana Bantuan APD (lanjutan)

Rincian Bantuan APD				
Perlengkapan	**Kuantitas**	**Satuan**	**Harga (Rp)**	**Biaya (Rp)**
Handuk	2	buah	5,000	10,000
Sarung tangan	3	pasang	20,000	60,000
Total Biaya APD/orang				**190,000**

Pada tabel di atas telah dipaparkan dengan jelas perlengkapan yang biasa digunakan oleh tenaga tebang ketika bekerja di lahan tebu, kuantitasnya, harga, dan total biaya yang harus dikeluarkan perusahaan yaitu Rp 190.000,00/orang. Asumsi yang digunakan adalah tenaga tebang bekerja selama 6 bulan, dengan 26 hari kerja efektif. Kemudian rata-rata bobot tebu yang dapat disetorkan tenaga tebang setiap harinya adalah 14 kw. Maka dapat dicari besarnya nilai bantuan APD setiap kwintalnya adalah Rp 87,00/kwintal, dibulatkan menjadi Rp 100,00/kwintal tebu.

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis Aspek Lingkungan

Pada bab sebelumnya telah dilakukan pengolahan data untuk mengetahui emisi CO_2 yang dikeluarkan ke lingkungan selama proses produksi gula berlangsung, baik proses produksi pada PG Madukismo maupun proses pada truk *portable*. Untuk mengetahui perbedaan jumlah emisi CO_2 yang dikeluarkan, maka kedua hasil perhitungan akan dikomparasikan. Berikut adalah tabel rekapan hasil perhitungan emisi CO_2 sebelum dan setelah dilakukan BPR:

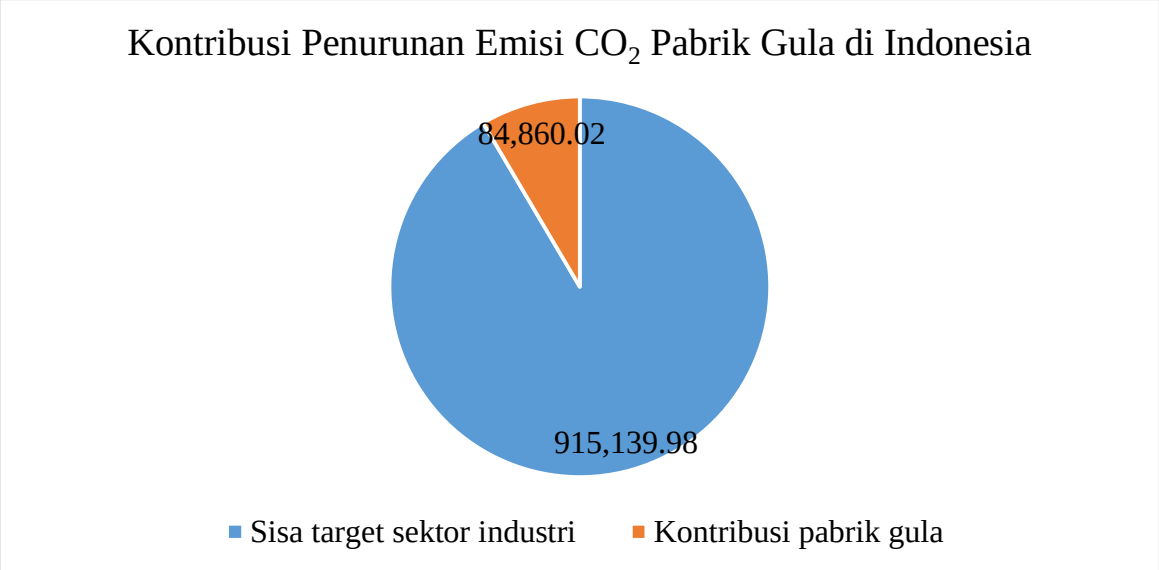
Tabel 5.1 Perbandingan Total Emisi CO_2 (Ton) Sebelum dan Setelah BPR

Sumber	Truk Angkut	Ampas Tebu	Kayu Bakar	IDO	Listrik PLN	Genset	Non Genset	Total Emisi (per *batch*)
Sebelum BPR	11,96	1.261,33	8,83	2,50	104,67			**1.389,28**
Setelah BPR	3,11					13,44	4,02	**20,57**

Berdasarkan tabel tersebut, dapat diketahui bahwa total emisi CO_2 sebelum BPR adalah 1.389,28 ton CO_2/*batch* produksi, sedangkan setelah dilakukan BPR total emisi CO_2 yang dikeluarkan sebesar 20,57 ton CO_2/*batch*. Perbedaan nilai yang sangat signifikan dikarenakan bahan bakar atau sumber energi yang digunakan antara proses di pabrik dengan proses pada truk *portable* berbeda. Nilai tersebut juga menunjukkan bahwa terjadi pengurangan emisi sebesar 1.368,71 ton CO_2/*batch* produksi, dengan menerapkan hasil usulan BPR yaitu menggunakan truk *portable* untuk pengolahan tebu hingga menjadi nira kental.

Sesuai dengan pasal 2 dari Peraturan Presiden No. 61 Tahun 2011 tentang RAN-GRK (Rencana Aksi Nasional-Gas Rumah Kaca), dibagi menjadi beberapa bidang yang meliputi pertanian, kehutanan dan lahan gambut, energi dan transportasi, industri, pengelolaan limbah, dan kegiatan pendukung lainnya. Setiap sektor tersebut memiliki target penurunan yang berbeda-beda. Tabel mengenai terget penurunan emisi GRK dapat dilihat pada lampiran laporan. Pada sektor industri, pemerintah berencana untuk

menurunkan emisi gas rumah kaca sebanyak 1-5 Mton CO_2 dari sektor industri atau setara dengan 1.000.000 ton CO_2 (dana sendiri/dalam negeri) – 5.000.000 ton CO_2 (bantuan internasional). Aksi yang direncanakan untuk mendukung program ini adalah efisiensi energi, penggunaan *renewable energy*, dll (Thamrin *et al*., 2011). Berdasarkan data (Menteri Perindustrian, 2014) terdapat 62 pabrik gula tebu yang berada di Indonesia, dengan pembagian 50 pabrik dikelola BUMN dan 12 pabrik swasta. Jika hasil rekayasa proses bisnis berupa truk *portable* dapat diterapkan di semua pabrik gula di Indonesia, sektor industri khususnya industri gula tebu dapat membantu menurunkan CO_2 sebesar 84.860,02 ton CO_2/*batch* atau setara dengan 8,5 % dari target program RAN-GRK jika menggunakan dana sendiri. Untuk mempermudah pembaca, peneliti menyajikannya dalam grafik di bawah ini:



Gambar 5.1 Grafik Kontribusi Penurunan Emisi CO_2 Pabrik Gula Terhadap RAN-GRK

Berdasarkan grafik di atas dapat diketahui bahwa sisa terget penurunan emisi CO_2 dengan menggunakan dana dalam negeri adalah 915.139,98 ton CO_2 dari target 1.000.000 ton CO_2. Angka tersebut masih sangat tinggi, namun mengingat begitu banyaknya jenis industri lain selain industri gula yang terdapat di Indonesia. Jika semua industri melakukan rekayasa proses bisnis dan memperhatikan keberlanjutan rantai pasoknya, maka tidak menutup kemungkinan RAN-GRK dari sektor industri dapat tercapai.

5.2 Analisis Aspek Ekonomi

Pada bab sebelumnya telah dilakukan pengolahan data untuk mengetahui total biaya produksi dan harga pokok produksi, baik pada proses produksi PG Madukismo maupun proses pada truk *portable*. Berikut adalah tabel perbandingan hasil perhitungan biaya produksi sebelum dan setelah dilakukan BPR:

Tabel 5.2 Perbandingan Harga Pokok Produksi

Perbandingan HPP	
Sebelum BPR	**Setelah BPR**
Rp 6.221,37	Rp 1.866

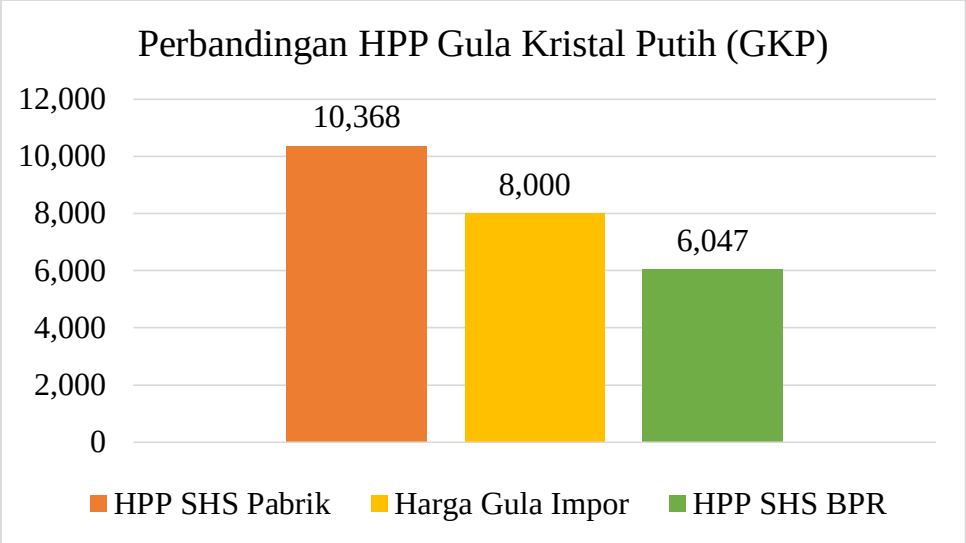
Pada tabel di atas dapat dilihat perbandingan harga pokok produksi per kg nira kental. Berdasarkan informasi dari PG Madubaru, maksimal harga pokok produksi dari tebu hingga menjadi gula kristal putih adalah Rp 10.600,00/kg, sedangkan biaya maksimal produksi sampai nira kental adalah 60% dari HPP gula kristal atau setara dengan Rp 6.400,00/kg nira kental. Namun berdasarkan informasi *staff* bagian pabrikasi, HPP nira kental pada tahun 2017 adalah Rp 6.221,37. Beberapa faktor yang menyebabkan HPP nira kental di pabrik menjadi berfluktuatif adalah kualitas tebu yang tidak menentu dan inefisiensi produksi, seperti metode kerja yang masih terdapat banyak *waste*, kapasitas produksi yang tidak optimal, dan mesin-mesin produksi yang sudah kuno.

Sedangkan pada tabel di atas, diketahui HPP nira kental setelah BPR sebesar Rp 1.866,00 atau dibulatkan menjadi Rp 1.900,00/kg. Jika dianalisis, penerapan hasil rekayasa proses bisnis dapat menekan HPP dari Rp 6.221,37 menjadi Rp 1.900,00. Terjadi penurunan HPP sebesar Rp 4.321,37 dimana nilai tersebut menunjukkan bahwa HPP setelah BPR 70% lebih rendah dari pada HPP awal pada PG Madukismo.

Berdasarkan informasi dari *staff* bagian pabrikasi pada PG Madukismo, 60% dari HPP gula kristal tahun 2017 (Rp 10.368,00) adalah HPP nira kental, maka 40% sisanya adalah biaya untuk proses kristalisasi. Hal ini berarti untuk melanjutkan proses berikutnya agar nira kental dapat menjadi gula kristal dibutuhkan biaya sebesar Rp 4.147,00/kg gula.

Jika pengolahan tebu hingga nira kental menggunakan truk *portable* menghasilkan HPP sebesar Rp 1.900,00, sedangkan proses kristalisasi dilakukan di pabrik, maka dapat diestimasikan HPP gula kristal dengan penerapan rekayasa proses bisnis pada pengolahan awal adalah sebesar Rp 6.047,00/kg gula kristal. Harga tersebut sangat bisa bersaing

dengan harga gula putih impor yang saat *landing* di Indonesia harganya mencapai Rp 7.500,00 – Rp 8.000,00 per kilogram, bahkan lebih murah 24,4 % dari harga gula impor tersebut. Untuk mempermudah dalam melihat perbandingan HPP tersebut, peneliti meyajikannya dalam bentuk grafik di bawah ini:



Gambar 5.2 Grafik Perbandingan HPP GKP Pabrik, Gula Impor, dan Setelah BPR

Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan penerapan hasil rekayasa proses bisnis, produk gula dalam negeri akan dapat bersaing dengan produk gula impor. Hal ini dapat meminimalisir terjadinya penimbunan gula pasir lokal akibat kalah saing dengan gula impor, sehingga perputaran proses bisnis dari pabrik gula tebu lebih lancar. Dengan demikian pabrik gula di Indonesia dapat meningkatkan produktivitasnya demi memenuhi kebutuhan gula nasional tanpa harus impor gula dari luar negeri.

5.3 Analisis Aspek Sosial

Pada bab sebelumnya telah dilakukan perhitungan ulang dan diadakannya penambahan komponen biaya dalam rincian upah harian untuk tenaga tebang. Berikut adalah tabel perbandingan rincian upah harian tenaga tebang sebelum dan setelah dilakukan BPR:

Tabel 5.3 Perbandingan Upah Harian Tenaga Tebang Sebelum dan Setelah BPR

Komponen Biaya	Uang Makan	Upah Pokok	Premi BSM	Bantuan Transport	Bantuan APD	Upah/kw	Rata-Rata Upah/Hari
Sebelum BPR	1.600	1.200	3.300	-	-	**6.100/kw**	**85.400/hari**
Setelah BPR	1.600	1.200	3.300	400	100	**6.500/kw + APD**	**91.000/hari + APD**

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui komponen biaya apa saja yang diberikan kepada tenaga tebang sebelum dan setelah dilakukan BPR. Terlihat perbedaan komponen biaya antara sebelum dan setelah dilakukan BPR, yaitu terdapat penambahan bantuan transport sebesar Rp 400,00/kw dan bantuan APD sebesar Rp 100,00/kw. Penambahan komponen biaya ini secara otomatis meningkatkan rata-rata pendapatan tenaga tebang per hari (rata-rata 14 kw/orang/hari), dari sebelumnya Rp 85.400,00/hari menjadi Rp 91.000,00/hari + APD di awal musim giling. Hal ini dimaksudkan untuk menarik calon tenaga tebang lokal agar persentase tenaga tebang luar daerah menurun, sehingga pengeluaran perusahaan untuk biaya akomodasi tenaga tebang luar daerah bisa ditekan.

Penambahan bantuan transport diberikan dengan harapan tenaga kerja lokal lebih tertarik untuk mengambil tawaran kerja sebagai tenaga tebang saat musim tebang berlangsung. Karena saat ini untuk tenaga tebang lokal tidak disediakan fasilitas antar jemput seperti tenaga tebang luar daerah, melainkan menggunakan transportasi pribadi. Sedangkan bantuan APD diberikan atas dasar kenyataan yang ada bahwa setiap pekerja berpotensi menanggung resiko dari pekerjaan yang dilakukan. Resiko-resiko tersebut dapat berdampak pada menurunnya kesejahteraan pekerja maupun keluarganya.

Kemudian dalam Pasal 1 angka (2) Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2003 Tentang Ketenagakerjaan telah dijelaskan bagaimana hubungan yang ideal antara tenaga kerja dan pengusaha, maka perlindungan yang diberikanpun harus merata tanpa memandang status pekerjanya. Ditambah lagi pasal 6 UU Ketenagakerjaan, "Mewajibkan para pengusaha untuk memberikan hak dan kewajiban tenaga kerja tanpa membedakan jenis kelamin, suku, ras, agama, warna kulit, dan aliran politik". Hak yang dimaksud

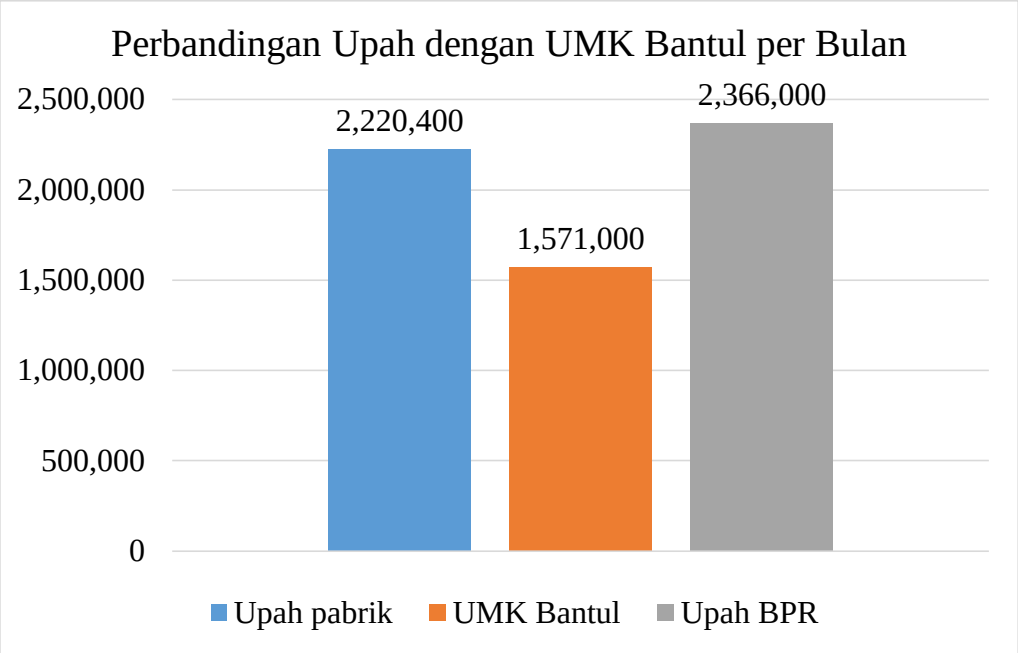
adalah hak untuk mendapat perlindungan hukum seperti perlindungan ekonomis (penghasilan yang cukup), perlindungan sosial (jaminan kesehatan dan kebebasan berserikat), serta perlindungan teknis (keamanan dan keselamatan kerja). Namun pada kenyataannya berbeda, UU tersebut lebih condong diterapkan bagi tenaga kerja dengan status tetap. Sedangkan tenaga kerja dengan sistem PKWT pengaturannya hanya diatur dalam Keputusan Menteri Republik Indonesia Nomor: KEP-150/MEN/1999 Tahun 1999 Tentang Penyelenggaraan Program Jaminan Sosial Tenaga Kerja Bagi Tenaga Kerja Harian Lepas, Borongan, dan Perjanjian Kerja Waktu Tertentu (Buhoy, 2013).

Pada PG Madukismo sendiri, tenaga tebang menggunakan sistem borongan, dengan jumlah yang sangat fluktuatif di setiap tahunnya, sehingga perusahaan merasa kesulitan jika harus mendaftarkan setiap tenaga tebang ke Jamsostek. Akhirnya PG Madukismo mengambil kebijakan untuk mengklaim semua biaya perawatan di klinik PG Madukismo jika terjadi kecelakaan kerja pada tenaga tebang. Salah satu cara untuk meminimalisir terjadinya kecelakaan kerja tersebut adalah dengan memberikan bantuan APD kepada setiap tenaga tebang.

Pada dasarnya upah harian tenaga tebang yang diberikan PG Madukismo telah sesuai dengan UU Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan Pasal 90 ayat (1), dimana pengusaha dilarang membayar upah lebih rendah dari upah minimum. Bahkan upah yang diberikan pabrik dapat digolongkan ke dalam upah yang cukup tinggi, karena jika upah harian diakumulasi selama satu bulan dengan 26 hari kerja efektif, setiap tenaga tebang bisa mendapatkan upah sebesar Rp 2.220.400,00/bulan. Nilai tersebut telah mencapai 41,33% lebih tinggi dari UMK Bantul yaitu Rp 1.571.000,00. Namun melihat realita yang terjadi, nilai tersebut masih belum bisa menggerakkan calon tenaga tebang, karena jenis pekerjaan dan keadaan lingkungan kerja yang tidak nyaman, pengaruh modernisasi, serta resiko kerja yang cukup tinggi karena penggunaan benda tajam.

Jika dibandingkan dengan upah setelah BPR, akumulasi upah selama 1 bulan bekerja dengan 26 hari kerja efektif dan rata-rata 14 kwintal tebu dapat disetor perharinya, maka upah yang didapat setiap tenaga tebang adalah Rp 2.366.000,00/bulan + seperangkat APD. Nilai tersebut mencapai 50,6% lebih besar daripada UMK Bantul, dan perlengkapan K3 tenaga tebang terpenuhi.

Berikut adalah grafik perbandingannya:



Gambar 5.3 Grafik Perbandingan Upah Tenaga Tebang dengan UMK Bantul

Pada grafik di atas terlihat peningkatan upah bulanan tenaga tebang dari upah pabrik sebesar Rp 2.220.400,00 menjadi Rp 2.366.000,00 setelah BPR, atau sebesar Rp 145.600,00. Peningkatan tersebut setara dengan 6,6% dari upah yang diberikan pabrik, dan 50,6 % lebih tinggi dari UMK Bantul.

5.4 Analisis Sinergi Ketiga Aspek *Sustainability*

Sesuai dengan tujuan kedua dari penelitian ini yaitu mengetahui sinergi dari ketiga aspek keberlajutan. Analisis terhadap sinergi ketiga aspek ini penting untuk mengetahui apakah rekayasa proses bisnis yang dilakukan pada PG Madukismo dapat membantu pabrik gula untuk mencapai keberlanjutan atau tidak.

Pada aspek lingkungan, diketahui bahwa hasil BPR dapat menurunkan jumlah emisi CO_2 yang dihasilkan selama proses produksi, yaitu dari angka 1.389,28 ton CO_2 menjadi 20,57 ton CO_2/*batch* produksi. Besarnya penurunan yang dapat dilakukan adalah 1.368.71 ton CO_2. Angka ini juga berkontribusi sebesar 8,5% dari target pemerintah untuk menurunkan emisi CO_2 dari sektor industri, yaitu pada program RAN-GRK.

Kemudian dari aspek ekonomi, dapat dilakukan penghematan biaya produksi dari tebang angkut hingga proses evaporasi yang menghasilkan nira kental. HPP nira kental

di pabrik adalah Rp 6.221,37 sedangkan HPP setelah dilakukan BPR 70% lebih rendah dari HPP nira di pabrik, yaitu Rp 1.866,00 dibulatkan menjadi Rp 1.900,00. Berdasarkan informasi dari pabrik, biaya untuk kristalisasi adalah Rp 4.147,00, maka dengan menerapkan hasil BPR akan didapatkan HPP gula kristal sebesar Rp 6.047,00. Nilai tersebut sangat bisa bersaing, bahkan lebih murah dibandingkan dengan gula impor.

Aspek ketiga adalah aspek sosial, hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan kesejahteraan tenaga tebang berupa kenaikan upah dari Rp 2.220.400,00/bulan menjadi Rp 2.3660.000,00/bulan (6,6% lebih tinggi dari upah pabrik) dan pemberian APD di awal musim giling, sehingga kesehatan dan keselamatan kerja bagi tenaga tebang terpenuhi. Hasil penelitian tersebut telah memenuhi UU Ketenagakerjaan Pasal 90 ayat (1), yaitu tidak memberi upah dibawah UMK, bahkan upah tenaga tebang setelah BPR 50,6% lebih besar dari UMK Bantul. Selain itu memenuhi UU Ketenagakerjaan Pasal 6 dimana perusahaan tidak mendiskriminasi tenaga kerjanya dalam memberikan haknya, salah satunya dengan memenuhi perlengkapan K3 bagi tenaga tebang.

Berdasarkan analisis di atas, dapat diketahui bahwa ketiga aspek tersebut menunjukkan adanya perbaikan setelah dilakukan rekayasa proses bisnis. Keadaan ini akan berdampak positif pada pabrik gula untuk menuju rantai pasok yang berkelanjutan. Dengan begitu diharapkan pemerintah Indonesia dapat mengurangi atau bahkan memberhentikan impor gula dari luar negeri.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

Berdasarkan analisis hasil dan pembahasan yang telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil perbandingan ketiga aspek *sustainability*:
   a. Aspek ekonomi, HPP nira kental setelah BPR (Rp 1.900,00) 70% lebih murah dibandingkan HPP pabrik (Rp 6.221,37).
   b. Aspek lingkungan, adanya penurunan jumlah emisi CO_2 dari proses produksi hingga nira kental, yaitu dari angka 1.389,28 ton CO_2 menjadi 20,57 ton CO_2/*batch* produksi.
   c. Aspek sosial, terjadi peningkatan kesejahteraan tenaga tebang berupa kenaikan upah harian dari Rp 85.400,00 menjadi Rp 91.000,00/hari dan pemberian APD di awal musim giling.
2. Sinergi ketiga aspek setelah BPR adalah adanya penurunan HPP dari aspek ekonomi sehingga harga gula lokal akan dapat bersaing dengan gula rafinasi. Penurunan emisi CO_2 pada aspek lingkungan berkontribusi untuk mencapai target pemerintah dalam program RAN-GRK. Peningkatan upah tenaga tebang serta pemenuhan K3 untuk meminimalisir kecelakaan kerja sesuai dengan UU Ketenagakerjaan Pasal 6 dan 90 ayat (1). Dapat disimpulkan bahwa BPR yang diusulkan dapat membantu industri gula menuju rantai pasok berkelanjutan.

b. Saran

Dari penelitian ini didapatkan beberapa saran yang ditujukan untuk perusahaan gula dan penelitian berikutnya. Berikut adalah saran yang dapat diberikan:

1. Untuk perusahaan gula

   Berdasarkan hasil dari penelitian ini, perusahaan gula perlu mempertimbangkan ketiga aspek keberlanjutan, agar proses bisnisnya berjalan dengan stabil hingga *sustainability* rantai pasok dapat tercapai.

2. Untuk penelitian selanjutnya

   Saran bagi penelitian selanjutnya adalah:

   a. Menambah atribut penilaian pada aspek sosial, tidak hanya kesejahteraan karyawan, tetapi menilai juga kesejahteraan masyarakat di sekitar pabrik dan lahan tebu.
   b. Menambah juga atribut penelitian pada aspek lingkungan yaitu mengukur kadar BOD, COD, dan pH limbah cairnya.

DAFTAR PUSTAKA

Andriansyah, M., 2014. Agar Efisien, PG Kremboong Olah Ampas Tebu Jadi Bahan Bakar. *PTPN X*. Available at: http://ptpn10.co.id/blog/agar-efisien-pg-kremboong-olah-ampas-tebu-jadi-bahan-bakar.

Ariningsih, E., 2014. Menuju Industri Tebu Bebas Limbah. *Prosiding Seminar Nasional Hari Pangan Sedunia*.

Brandenburg, M. et al., 2014. Quantitative Models for Sustainable Supply Chain Management: Developments and Directions. *European Journal of Operational Research*, 233(2), pp.299–312.

Buhoy, R.S., 2013. Pelaksanaan Pemenuhan Jaminan Sosial Tenaga Kerja Sebagai Wujud Perlindungan Hukum Bagi Pekerja. *Arena Hukum*, 6(3), pp.290–452.

Chaabane, A., Ramudhin, A. & Paquet, M., 2012. Design of Sustainable Supply Chains Under the Emission Trading Scheme. *International Journal Production Economics*, pp.37–49.

Ciegis, R., Ramanauskiene, J. & Martinkus, B., 2015. The Concept of Sustainable Development and Its Use for Sustainability Scenarios. *Engineering Economics*, 62(2).

Cornell, B. & Shapiro, A., 1987. Corporate Stakeholders and Corporate Finance. *Financial Management*, pp.5–14.

Databoks.katadata.co.id, 2017a. 2017, Konsumsi Gula Diperkirakan 5,7 Juta Ton. *Databoks*. Available at: https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2017/07/11/2017-konsumsi-gula-diperkirakan-57-juta-ton [Accessed March 23, 2018].

Databoks.katadata.co.id, 2017b. Berapa Produksi dan Impor Gula Mentah Indonesia? *Databoks*. Available at: https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2017/05/18/berapa-produksi-dan-impor-gula-indonesia [Accessed March 23, 2018].

Devani, V., 2016. Pengukuran Kinerja Perpustakaan Dengan Pendekatan Balanced Scorecard. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 15(1), pp.27–35. Available at: http://journals.ums.ac.id/index.php/jiti/article/view/1505/1477.

Ellen, C., 2002. *Anggaran Perusahaan*, Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

Emamisaleh, K. & Rahmani, K., 2017. Sustainable Supply Chain in Food Industries: Drivers and Strategic Sustainability Orientation. *Cogent Business & Management*, 4, pp.1–18.

Gunasekaran, A., Subramanian, N. & Rahman, S., 2015. Green Supply Chain Collaboration and Incentives: Current Trends and Future Directions. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 74, pp.1–10.

Hadi, U., 2017. Kali Bedog Bantul Tercemar Limbah Tebu. *detiknews*. Available at: https://news.detik.com/berita-jawa-tengah/d-3502945/kali-bedog-bantul-tercemar-limbah-tebu [Accessed March 16, 2018].

Hadiguna, R.A., 2015. Penentuan Faktor-Faktor Sukses Rantai Pasok Makro Industri Minyak Sawit Berkelanjutan di Koridor Ekonomi Sumatera. *Conference Paper*. Available at: https://www.researchgate.net/publication/278031737.

Hammer, M. & Champy, J., 1993. *Reengineering the Corporation, A Manifesto For Business Revolution*, John Wiley & Sons.

Handayani, D., 2012. *Kajian Judgemental Biases Pada Estimasi Durasi Aktivitas Proyek Teknologi Informasi*,

Hasan, M., 2013. Sustainable Supply Chain Management Practices and Operational Performance. *American Journal of Industrial and Business Management*, 3, pp.42–48. Available at: http://www.scirp.org/journal/ajibm.

Heizer, J. & Render, B., 2010. *Manajemen Operasi* Kesembilan., Jakarta: Salemba Empat.

Hendricks, K.B., Singhal, V.R. & Stratman, J.K., 2005. The Impact of Enterprise Systems on Corporate Performance : A Study of ERP, SCM, and CRM System Implementations. , pp.1–39.

Hisjam, M. et al., 2012. A Sustainable Supply Chain Model of Manufacturer-Buyer Relationship in Export Oriented Furniture Industry in Indonesia. *Civil and Environmental Research*, 2(5), pp.1–11. Available at: www.iiste.org.

Immawan, T., 2015. *Model Rekayasa Ulang Proses Bisnis Industri Batik Menuju Rantai Pasok Berkelanjutan di Surakarta*. Institut Pertanian Bogor.

Indonesia Docslide, 2015. Expert Judgement. *Indonesia Docslide*. Available at: https://dokumen.tips/documents/expert-judgement.html.

Indrajit, R. & Djokopranoto, R., 2002. *Konsep Manajemen Supply Chain*, Jakarta: PT. Grasindo.

Irawan, A.P., 2008. *Buku Ajar Manajemen Rantai Pasokan*, Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara. Available at: https://api2012.weebly.com/uploads/1/2/3/1/12314186/agustinus_purna_irawan_diktat_manajemen_rantai_pasokan_2008.pdf.

Ismant, 2017. Harga Eceran Tertinggi Gula Minta Diubah, Mendag: Buat Apa? *Tempo.co*. Available at: https://bisnis.tempo.co/read/903998/harga-eceran-tertinggi-gula-minta-diubah-mendag-buat-apa [Accessed December 25, 2017].

Kementerian Perdagangan, 2017. Kemendag Fasilitasi Kesepakatan Asosiasi Ritel dengan Distributor, Tetapkan HET Gula, Minyak Goreng dan Daging. *Siaran Pers*. Available at: http://www.kemendag.go.id/files/pdf/2017/04/04/kemendag-fasilitasi-kesepakatan-asosiasi-ritel-dengan-distributor-tetapkan-het-gula-minyak-goreng-dan-daging-id0-1491294929.pdf [Accessed March 22, 2018].

Kulkarni, S. & Sharma, A., 2009. *Supply Chain Management Creating Linkages for Faster Business Tumaround* T. M. Hill, ed., New Delhi: Education Private Limited.

Lagat, A., Mutai, B. & Kosgey, I., 2014. Importance of Employee Welfare and Performance: The Case of The UASU at Egerton University, Kenya. *Journal of Business and Management*, 6(7), pp.205–211.

Laura, M., 2013. *Supporting Sustainable Markets Through Life Cycle Assessment: Evaluating Emerging Technologies, Incorporating Uncertainty and The Consumer Perspective*, Ohio (US).

Mahbubi, A., 2015. Sistem Dinamis Rantai Pasok Industrialisasi Gula Berkelanjutan di Pulau Madura. *Agriekonomika*, 4(2), pp.198–209.

Mardhiyah, N., 2008. *Kinerja Penyampaian Suku Cadang PT Toyota-Astra Motor dengan Model Supply Chain Operations Reference*. Institut Pertanian Bogor.

Menteri Perindustrian, 2014. Jumlah Pabrik Gula Harus Dikurangi. *Kementerian Perindustrian Republik Indonesia*. Available at: www.kemenperin.go.id/artikel/11582/Menperin:-Jumlah-Pabrik-Gula-Harus-Dikurangi.

Miranda & Tunggal, A.W., 2006. *Manajemen Logistik dan Supply Chain Managemen*, Jakarta: Harvavindo.

Nugrahayu, E.R., 2015. Penerapan Metode Balanced Scorecard sebagai Tolok Ukur Pengukuran Kinerja Perusahaan. *Jurnal Ilmu & Riset Akuntansi*, 4(10), pp.1–16. Available at: https://ejournal.stiesia.ac.id/jira/article/viewFile/1099/1057.

O'Connor, M., 2006. The "Four Spheres" Framework for Sustainability. *Ecological Complexity*, 3(4), pp.285–292.

Ostadi, B., Aghdasi, M. & Alibabei, A., 2011. An Examination Of The Influence of Desired Organizational Capabilities in The Preparation Stage of Business Process Re-engineering Projects. *International Journal of Production Research*, 49(17), pp.5333–5354.

Patwardhan, A. & Patwardhan, D., 2008. Business Process Re-engineering–Saviour or Just Another Fad One UK Health Care Perspective. *International Journal of Health Care Quality Assurance*, pp.289–296.

Petrozzo, D. & Stepper, J., 1997. *Rekayasa Ulang yang Sukses*, Bandung: ITB Bandung.

Pujawan, I.N. & Mahendrawathi, E.., 2010. *Supply Chain Managemen* Kedua., Surabaya: Guna Widya.

Punjawan, I., 2005. *Supply Chain Management*, Surabaya: Guna Widya.

Purnoto, S., 2016. Tantangan dan Strategi Truk Angkutan Barang Dalam Menciptakan Keunggulan Bersaing. *Supply Chain Indonesia*. Available at: http://supplychainindonesia.com/new/wp-content/files/Standar_Perhitungan_Tarif_Angkutan_Barang_Distribusi_dan_Logistik_di_Indonesia_-_Sugi_Purnoto_S.E._M.M.pdf [Accessed April 20, 2018].

Purwaningsih, R., Yudha, M.C. & Susanto, N., 2016. Penilaian Keberlanjutan UKM Batik Kota Semarang dengan Metode Product Service System. *Jurnal Teknik Industri*, 18(1), pp.31–42.

Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian, 2016. *Outlook Tebu* L. Nuryati, ed., Jakarta. Available at: http://epublikasi.setjen.pertanian.go.id/epublikasi/outlook/2016/Perkebunan/OUTLOOK TEBU 2016/files/assets/common/downloads/OUTLOOK TEBU 2016.pdf.

Rahmawati, L.A. & Haryono, E., 2012. Studi Optimalisasi Sequestrasi Karbon Dioksida (CO2) Berbasis Rumah Tangga. *Majalah Geografi Indonesia*, 26(1).

Ramadhan, A.F., 2014. *Analisis Emisi Gas CO2 Dalam Penilaian Daur Hidup Industri Gula Pada PG Karangsuwung PT Rajawali II CIrebon*, Bogor.

Sadradjat, H., 2010. *Model Pengembangan Industri Gula Berkelanjutan Berbasis Produksi Bersih dan Partisipasi Masyarakat*, Bogor.

Setiadi, 2014. Perhitungan Harga Pokok Produksi dalam Penentuan Harga Jual Pada CV Minahasa Mantap Perkasa. *Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi*, pp.70–81.

Setiawan, J.S., 2001. Kajian Terhadap Beberapa Metode Penyusutan dan Pengaruhnya Terhadap Perhitungan Beban Pokok Penjualan (Cost of Good Sold). *Jurnal Akuntansi & Keuangan*, 3(2), pp.157–173. Available at: https://media.neliti.com/media/publications/74051-ID-none.pdf.

Setiawati, A. et al., 2015. Kuantifikasi Emisi Gas CO2 Ekuivalen Pada Konstruksi Jalan Perkerasan Kaku. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 4(1), pp.83–92.

Shafira, N.P., 2017. *Usulan Rekayasa Ulang Proses Bisnis Pada Industri Gula Studi Kasus Pada PG.PS Madukismo*, Yogyakarta.

Sikdar, S.K., 2003. Sustainable Development and Sustainability Metrics. *The American Institute of Chemical Engineering Journal*, 49(8), pp.1928–1932.

Sipayung, F., 2009. Balanced Scorecard: Pengukuran Kinerja Perusahaan dan Sistem Manajemen Strategi. *Jurnal Manajemen Bisnis*, 2(1), pp.7–14.

Sopadang, A., Banomyong, R. & Wichaisri, S., 2017. Sustainable Supply Chain Performance Measurement A Case Study of the Sugar Industry. *Industrial Engineering and Operations Management*.

Stradling, D. & Tarr, J., 1999. Environmental Activism, Locomotive Smoke, and The Corporate Response: The Case of The Pennsylvania Railroad and Chicago Smoke Control. *The Business History Review*, pp.677–704.

Sukowati, A.D., 2007. *Evaluasi Metode Pembelajaran di Jurusan Teknik Industri (Studi Kasus di Jurusan Teknik Indust ri Universitas Muhammadiyah Surakarta)*, Solo. Available at: http://eprints.ums.ac.id/16382/4/BAB_II.pdf.

Susetyo, J., 2014. Pengukuran Kinerja dengan Menggunakan Balanced Scorecard dan Integrated Performance Measurement System (IPMS). *Jurnal Teknologi*, 7(1), pp.56–63.

Syaifullah, M., 2017. 7.000 Ton Gula Asal Petani DIY Belum Terjual Akibat Gula Rafinasi. *Tempo.co*. Available at: https://nasional.tempo.co/read/903583/7-000-ton-gula-asal-petani-diy-belum-terjual-akibat-gula-rafinasi [Accessed December 25, 2017].

Tangkilisan, H.N., 2007. *Manajemen Publik*, Jakarta: PT Grasindo.

Tempo.co, 2017. Indonesia Diramalkan Masih Impor Gula Konsumsi hingga 2019. *Tempo.co*. Available at: https://bisnis.tempo.co/read/835571/indonesia-diramalkan-masih-impor-gula-konsumsi-hingga-2019 [Accessed December 25, 2017].

Thamrin, S. et al., 2011. *Pedoman Pelaksanaan Rencana Aksi Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca*, Jakarta. Available at: http://ranradgrk.bappenas.go.id/rangrk/admincms/downloads/publications/Pedoman_pelaksanaan_rencana_aksi_penurunan_emisi_GRK.pdf.

WCED, 1987. From one earth to one world: an overview. *Internet*. Available at: www.wsu.edu/~susdev/WCED87.html [Accessed March 27, 2018].

Widyarto, A., 2012. Peran Supply Chain Management dalam Sistem Produksi dan Operasi Perusahaan. *Jurnal Manajemen dan Bisnis*, 16(2), pp.91–98.

Yee, J. & Oh, S., 2013. *Technology Integration to Business*, London (UK): Verlag London.

LAMPIRAN

1. Dokumentasi Penelitian



Dokumentasi Pengangkutan Tebu di Area PG. Madukismo



Dokumentasi Antrian Truk Angkut Tebu Sebelum Memasuki PG.Madukismo



Dokumentasi Wawancara dengan Staff Bagian SDM Pada PG. Madukismo



Dokumentasi Wawancara dengan Kepala Bagian Tebang Angkut



Dokumentasi Wawancara dengan Karyawan Bagian ST. Gilingan



Dokumentasi Wawancara dengan Karyawan Bagian ST. Pemurnian

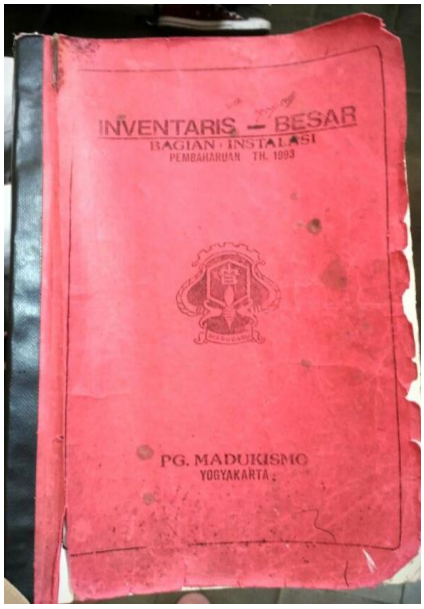


Foto Buku Inventaris Mesin-Mesin di Bagian Instalasi

2. Data-Data Pendukung dari Pabrik

Data Jumlah Kebun dan Masing-Masing *Range* Jarak ke Madukismo

***Range* Jarak (km)**	**Jumlah Kebun**	**%**	**Jumlah Truk**	**Jarak yang Ditempuh (km)**
0-15	147	16	71	533
15-20	117	13	56	980
20-25	83	9	40	900
25-30	105	12	51	1.403
30-35	42	5	20	650
35-40	43	5	21	788
40-45	45	5	22	935
45-55	56	6	27	1.283
55-60	44	5	21	1.208
60-65	48	5	23	1.438
65-70	11	1	5	338
70-75	16	2	8	580
75-80	32	4	15	1.240
80-85	38	4	18	1.485
85-90	21	2	10	875
90-95	13	1	6	555
100-110	12	1	6	630
110-120	22	2	11	1.265
120-140	6	1	3	390
165-170	6	1	3	503
Jumlah	**907**	**100**	**438**	**17.975**
Rata-Rata Jarak per Truk				**41,1**

Data Jumlah Tenaga Tebang dan Daerah Asal

NO	ASAL	JUMLAH TENAGA	%
1	Kaliangkrik	5	0.2
2	Bantul	60	2.4
3	Kulonprogo	27	1.1
4	Magelang	81	3.2
5	Purwodadi	128	5.1
6	Temanggung	220	8.8
7	Wonosari	56	2.2
8	Batang	140	5.6
9	Blora	256	10.2
10	Bojonegoro	26	1.0
11	Brebes	83	3.3
12	Grobogan	42	1.7
13	Kendal	125	5.0
14	Ngawi	106	4.2
15	Pati	28	1.1
16	Pekalongan	108	4.3
17	Pemalang	48	1.9
18	Purbalingga	227	9.1
19	Semarang	38	1.5
20	Sragen	57	2.3
21	Tegal	29	1.2
22	Banyumas	33	1.3
23	Watumalang	53	2.1
24	Banjarnegara	19	0.8
25	Wonosobo	505	20.2
TOTAL		**2500**	**100**

Keterangan: 1-7 = Tenaga Kerja Lokal (di sekitar lahan tebu)

8-25 = Tenaga Kerja Luar Daerah

3. Hasil Perhitungan Sebelum BPR

A. Aspek Lingkungan (Emisi CO2)

a. Truk Angkut

Data yang Digunakan	PABRIK	
	Kuantitas	Satuan
Barang yang diangkut	35.000	kw tebu
Kapasitas truk engkel 190PS-235PS (4x2)	80	kw
Jumlah truk yang dibutuhkan	438	truk
Rata-rata jarak kebun ke pabrik	41,1	km
Total jarak yang ditempuh	17.981	km
Total konsumsi solar	4.495	liter
Faktor emisi CO_2 solar	0,00266	ton CO_2/liter
Emisi CO_2 Truk	**11,96**	**ton CO_2/*batch***

b. Data Konsumsi Bahan Bakar *Boiler* Pada Produksi Tahun 2017

Produksi 8 Mei-17 September 2017 (121 hari)				
Data	**IDO (L)**	**Kayu (kg)**	**Ampas Tebu (kw)**	**Tebu (kw)**
Produksi 2017	88.000	296.870	1.231.588	3.518.824
Rata-rata per hari	727,27	2.453,47	10.178	29.081,19
Perbandingan	**0,03**	**0,08**	**0,35**	**1**
Per *batch*	**875**	**2.953**	**12.250**	**35.000**

c. Pembakaran Ampas Tebu (*Boiler*)

Data	Tebu (ton)	Ampas Tebu	Satuan
Produksi 2017	351.882,4	123.158,8	ton
Rata-rata per hari	2.908,1	1.017,8	ton
Perbandingan	**1**	**0,35**	**-**
Per *batch*	**3.500**	**1.225**	**ton**
Konversi ampas		2,123	MWH/ton
Daya yang dihasilkan		2.600,68	MWH
Faktor emisi		0,485	ton CO_2/MWH
Emisi CO_2Ampas		**1.261,33**	**ton CO_2/*batch***

d. Pembakaran Kayu Bakar (*Boiler*)

Data	Tebu (kw)	Kayu Bakar	Satuan
Produksi 2017	3.518.824	296.870	kg
Rata-rata per hari	29.081,19	2.453,47	kg
Perbandingan	**1**	**0,08**	**-**
Per *batch*	**35.000**	**2.953**	**kg**
Faktor emisi		2,99	kg CO_2/kg kayu
Emisi CO_2 kayu bakar		8.828,93	kg CO_2
Emisi CO_2 kayu bakar		**8,83**	**ton CO_2/*batch***

e. Pembakaran IDO (*Boiler*)

Data	Tebu (kw)	IDO	Satuan
Produksi 2017	3.518.824	88.000	liter
Rata-rata per hari	29.081,19	727,27	liter
Perbandingan	**1**	**0,03**	**-**
Per *batch*	**35.000**	**875**	**liter**
Konversi solar		10,7	kWh/liter
Daya yang dihasilkan		9,37	MWH
Faktor emisi		0,2667	ton CO_2/MWH
Emisi CO_2 IDO		**2,50**	**ton CO_2/*batch***

f. Penggunaan Listrik

STASIUN	BAGIAN	kW	kWh/*batch*
Gilingan	Pendahuluan	1.697,80	40.747,20
	Meja tebu	29,90	717,60
	CC+unigrator+pisau	2.216,61	53.198,64
	Rotary/saringan	173,86	4.172,64
	DSM *screen*	80,76	1.938,24
	Pengangkut ampas	843,98	20.255,52
Pemurnian	Timbangan nira	223,76	5.370,24
	Snow balling	95,35	2.288,40
Evaporasi	Pompa *wassering*	60	1.440
	Pompa udara SO2	105,2	2.524,8
	Compresor angin	30	720
	Pompa *condensate*	27	648
TOTAL			**134.021,28**
Faktor emisi CO_2 (kg CO_2/kWh)			0,781
Emisi listrik (ton CO_2)			**104,67**

g. Total Emisi CO_2 Sebelum BPR

Sumber Emisi	Nilai Emisi (ton CO_2/*batch*)
Truk angkut tebu	11,96
Ampas tebu	1.261,33
Kayu bakar	8,83
IDO	2,50
Listrik PLN	104,67
Total Emisi CO_2 Sebelum BPR	**1.389,28**

B. Aspek Ekonomi (HPP Nira Kental)

a. Rincian Biaya HPP Gula Kristal Putih PG PS Madukismo Tahun 2017

HARGA POKOK PRODUKSI PG MADUKISMO 2017		
Komponen Biaya	**Total Biaya**	
Pimpinan dan tata usaha	Rp	18.709.043.044,28
Pembibitan	Rp	2.760.248.714,82
Tebu giling	Rp	127.943.366.931,90
Tebang dan angkutan	Rp	7.940.096.016,25
Biaya pabrik	Rp	206.115.966.947,51
Pembungkusan dan angkutan gula	Rp	4.218.375.329,00
Eksploitasi angkutan motor	Rp	1.575.575.153,97
Pompa air dan hama	Rp	730.176.321,73
Penyusutan	Rp	7.469.248.868,26
Pendapatan tetes	Rp	- 22.168.280.000,00
HPP GKP	**Rp**	**355.293.817.327,72**
Gula kristal yg dihasilkan (kg)		34.096.400
Gula sisa (kg)		250.000
Pendapatan gula sisa	Rp	1.750.000.000
HPP GKP (per kg)	**Rp**	**10.368,95**

b. HPP Nira Kental PG PS Madukismo Tahun 2017

HARGA POKOK PRODUKSI NIRA KENTAL PG MADUKISMO		
Komponen Biaya	**Total Biaya**	
HPP GKP	**Rp**	**10.368,95**
HPP Nira kental (60% HPP GKP)	**Rp**	**6.221,37**
Pimpinan dan tata usaha	Rp	327,60
Pembibitan	Rp	48,33
Tebu giling	Rp	2.240,35
Tebang dan angkutan	Rp	139,03
Biaya pabrik	Rp	3.609,19
Pembungkusan dan angkutan gula	Rp	73,87
Eksploitasi angkutan motor	Rp	27,59

HARGA POKOK PRODUKSI NIRA KENTAL PG MADUKISMO	
Komponen Biaya	**Total Biaya**
Pompa air dan hama	Rp 12,79
Penyusutan	Rp 130,79
Pendapatan tetes	Rp - 388,18

C. Aspek Sosial (Kesejahteraan Tenaga Tebang)

Rincian Upah Harian Tenaga Tebang

SEBELUM BPR			
No.	**Komponen**	**Biaya (Rp)**	**Satuan**
1.	Bantuan uang makan dan minum	1.600	per kw
2.	Upah pokok	1.200	per kw
3.	Premi-premi BSM tebu layak tebang		
	a. Pucuk	1.000	per kw
	b. Potong bonggol	800	per kw
	c. Rapak	800	per kw
	d. Tebu roboh/ringan/kecil-kecil	500	per kw
	e. Tali kulit tebu	200	per kw
Total Biaya		**6.100**	**per kw**
Total Biaya Tenaga Tebang		**213.500.000**	**per hari**
Rata-Rata *Take home pay*		**85.400**	**per orang/hari**

4. Hasil Perhitungan Setelah BPR

A. Aspek Lingkungan (Emisi CO_2)

a. Truk Angkut

Data yang Digunakan	SETELAH BPR	
	Kuantitas	**Satuan**
Barang yang diangkut	9.100	kw nira kental
Kapasitas truk engkel 190PS-235PS (4x2)	80	kw
Jumlah truk yang dibutuhkan	114	truk
Rata-rata jarak kebun ke pabrik	41,1	km
Total jarak yang ditempuh	4.675	km
Total konsumsi solar	1.169	liter
Faktor emisi CO_2 solar	0,00266	ton CO_2/liter
Emisi CO_2 Truk Angkut	**3,11**	**ton CO_2/*batch***

b. Penggunaan Genset

Kebutuhan Energi dari Genset						
No.	**Bagian**	**Komponen**	**Kuantitas (unit)**	**Kwh**	**KvA**	**solar (L)**
1.	Stasiun Pemurnian	Pompa nira	5	3,990	4,988	10,47
		LED pH *Adjuster*	3	0,480	0,600	1,26
		Motor DC Penghisap Gas SO_2	1	0,200	0,250	0,53
		Arduino	1	0,04	0,05	0,11
		Motor Servo	3	0,15	0,19	0,39
		Driver motor DC	1	0,20	0,25	0,53
2.	Stasiun Evaporasi	*Blower* Pemanas	4	0,84	1,050	2,21
		Steam	2	1,578	1,973	4,14
		Spray	5	3,945	4,931	10,36
		Pompa Air	1	0,798	0,998	2,09
3.	Stasiun Gilingan	Motor 7,5 hp 3 phase	6	15	18,750	39,38
Total energi untuk 600 kwintal			32	27,22	34,03	71,46
Total pengunaan energi dan safety energy untuk 600 kwintal				32,67	40,83	85,75

Kebutuhan Energi dari Genset						
No.	**Bagian**	**Komponen**	**Kuantitas (unit)**	**Kwh**	**KvA**	**solar (L)**
Pengunaan genset untuk 600 kwintal				33,00	41,25	86,63
Pengunaan genset untuk 35000 kwintal				**33,00**	**41,25**	**5.053,13**
Faktor emisi CO_2 solar				0,00266 ton CO_2/liter		
Emisi CO_2 dari genset untuk 35.000 kwintal				**13,44 ton CO_2/*batch***		

c. Penggunaan Energi Selain Genset

Kebutuhan Energi Selain Genset					
No.	**Bagian**	**Komponen**	**Kuantitas/ *batch***	**Konversi CO_2**	**Emisi CO_2 (ton CO_2/*batch*)**
1.	Tebang Angkut	Bahan bakar truk antar kebun	583,3 L	0,00266 ton CO_2/liter	1,55
2.	St. Gilingan	Bahan bakar elf	128,3 L		0,34
		Bahan bakar truk	583,3 L		1,55
		LPG pemanas 1	96,25 kg	3 kg CO_2/ kg LPG	0,29
3.	St. Pemurnian	LPG pemanas 2	96,25 kg		0,29
Total Emisi CO_2					**4,02**

d. Total Emisi CO_2 Setelah BPR

Sumber Emisi	Nilai Emisi (ton CO_2/*batch*)
Truk angkut nira kental	3,11
Penggunaan genset	13,44
Energi selain genset	4,02
Total Emisi CO_2 Setelah BPR	**20,57**

B. Aspek Ekonomi (HPP Nira Kental)

a. Biaya Produksi Bagian Tebang Angkut

Tebang Angkut					
No.	**Bagian**	**Kuantitas**	**Satuan**	**Biaya per Satuan**	**Total Biaya**
1.	Penebangan dan pembersihan	35.000	Kwintal	Rp 6.600	Rp 231.000.000
2.	Angkutan	9.100	Kwintal	Rp 5.889	Rp 53.589.900
3.	Bahan bakar truk antar kebun	583	Liter	Rp 7.200	Rp 4.200.000
Biaya di Bagian Tebang Angkut					**Rp 288.789.900**

b. Biaya Produksi Proses Giling

Proses Giling					
No.	**Bagian**	**Komponen**	**Kuantitas**	**Biaya per Satuan**	**Total Biaya**
1.	Mesin Giling	Bahan Bakar	39,4 liter	Rp 7.200	Rp 283.500
		Minyak Pelumas	21 liter	Rp 7.200	Rp 151.200
		Operator Mesin	4 orang	Rp 100.000	Rp 400.000
2.	Operator ampas		1 orang	Rp 80.000	Rp 80.000
3.	Elf	Bahan bakar elf	2,22 liter	Rp 7.200	Rp 16.000
		Supir truk	1 orang	Rp 120.000	Rp 120.000
4.	*Truck*	Supir truk	1 orang	Rp 120.000	Rp 120.000
		Bahan Bakar Truk	10 liter	Rp 7.200	Rp 72.000

Proses Giling							
No.	**Bagian**	**Komponen**	**Kuantitas**	**Biaya per Satuan**		**Total Biaya**	
5.	Air imbibisi	Air imbibisi	15.000 liter	Rp	4.81	Rp	72.150
6.	Pemanasan 1	Elpiji	0,3 tabung	Rp	65.000	Rp	19.500
Biaya Produksi 600 kwintal						**Rp**	**1.334.350**
Biaya Produksi 35.000 kwintal						**Rp**	**77.837.083**

c. Biaya Produksi Proses Pemurnian dan Pengaturan pH

Proses Pemurnian dan Pengaturan pH							
No.	**Bagian**	**Komponen**	**Kuantitas**	**Biaya per Satuan**		**Total Biaya**	
1.	Alat Pengatur pH	Gaji operator	1 orang	Rp	80.000	Rp	80.000
2.	Bahan pembantu	Kapur tohor	62,4 kg	Rp	861	Rp	53.755
		Belerang	17,1 kg	Rp	3.642	Rp	62.434
3.	Pemanas 2	Elpiji	0,3 tabung	Rp	65.000	Rp	19.500
Biaya Produksi 600 kwintal						**Rp**	**215.690**
Biaya Produksi 35.000 kwintal						**Rp**	**12.581.929**

d. Biaya Kebutuhan Energi

Kebutuhan Energi							
No.	**Bagian**	**Komponen**	**Kuantitas**	**Kwh**	**KvA**	**Solar (L)**	**Total Biaya**
1.	Stasiun Pemurnian	Pompa nira	5 unit	3,990	4,988	10,47	Rp 75.411
		LED pH *Adjuster*	3 unit	0,480	0,600	1,26	Rp 9.072
		Motor DC penghisap gas SO2	1 unit	0,200	0,250	0,53	Rp 3.780
		Arduino	1 unit	0,04	0,05	0,11	Rp 756
		Motor servo	3 unit	0,15	0,19	0,39	Rp 2.835
		Driver motor DC	1 unit	0,20	0,25	0,53	Rp 3.780
2.	Stasiun Evaporasi	*Blower* pemanas	4 unit	0,84	1,050	2,21	Rp 15.876
		Steam	2 unit	1,578	1,973	4,14	Rp 29.824
		Spray	5 unit	3,945	4,931	10,36	Rp 74.561
		Pompa air	1 unit	0,798	0,998	2,09	Rp 15.082
3	Stasiun Gilingan	Motor 7,5 hp 3 phase	6 unit	15	18,750	39,38	Rp 283.500
Energi untuk 600 kwintal			32 unit	27,22	34,03	71,46	Rp 514.477
Safety Energi untuk 600 kwintal				32,67	40,83	85,75	Rp 617.372
Penggunaan genset untuk 600 kwintal				33	41,25	86,63	Rp 623.700
Penggunaan genset untuk 35.000 kwintal				**33**	**41,25**	**5.053,13**	**Rp 36.382.500**

e. Biaya *Overhead*

Overhead					
No.	**Komponen Biaya**	**Kuantitas**	**Satuan**	**Biaya per Satuan**	**Jumlah**
1.	*Manager*	1	orang/bulan	Rp 9.480.500	Rp 9.480.500
2.	Wakil *manager*	1	orang/bulan	Rp 6.000.000	Rp 6.000.000
3.	*Supervisor*	58	orang/bulan	Rp 2.200.000	Rp 127.600.000
4.	Administrasi	1	per bulan	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
5.	Pisau giling	2	mata pisau	Rp 225.000	Rp 729.000.000
6.	Pembersihan dan pengurasan mesin pemurnian	2	kali kuras	Rp 200.000	Rp 24.000.000
7.	*Caustic soda*	200	kg/hari	Rp 7.691	Rp 46.146.000
8.	*Trinatrium pospat*	80	kg/hari	Rp 4.384	Rp 10.521.600
9.	*Chemical Cleaning*	6	kg/hari	Rp 12.259	Rp 2.206.620
10.	Gaji pekerja	2	orang/hari	Rp 80.000	Rp 4.800.000
Total					**Rp 969.754.720**
Biaya *Overhead* Per *Batch* Produksi					**Rp 32.325.157**

f. Biaya Penyusutan

Penyusutan						
No.	**Komponen Biaya**	**Kuantitas**	**Satuan**	**Jumlah (Rp)**	**Umur Ekonomis (tahun)**	**Penyusutan per *Batch* (Rp)**
1	Mesin giling	1	rangkaian	65.000.000	5	2.618.056
2	Mesin Pemurnian	1	rangkaian	186.200.000	5	7.499.722
3	Pengatur pH	1	rangkaian	6.051.000	5	243.721
4	Mesin Evaporasi	1	rangkaian	134.804.000	5	5.429.606
5	Truk 1 (Colt Diesel 4 ban)	1	truk	100.000.000	8	2.685.185
6	Truk 2 (Colt Diesel 6 ban)	1	truk	135.000.000	8	3.625.000
7	*Pick up* antar kebun	1	mobil	90.000.000	8	2.416.667
8	Jerigen 32,5 Liter	26.923	buah	1.346.153.846	10	509.907
Total Biaya Penyusutan						**25.027.863**

g. Total Biaya Produksi dan Perhitungan HPP Nira Kental

Total Biaya Produksi dan HPP Usulan		
No.	**Nama Stasiun**	**Biaya Produksi**
1.	Tebang Angkut	Rp 288.789.900
2.	Gilingan	Rp 77.837.083
3.	Pemurnian	Rp 12.581.929
4.	Energi	Rp 36.382.500
5.	*Overhead*	Rp 32.325.157
6.	Penyusutan	Rp 25.027.863
Total Biaya Produksi		**Rp 472.944.432**
Biaya Produksi Per-kg		**Rp 519,72**
Biaya Bahan Baku Per-kg		**Rp 1.346**
HPP Nira Kental per-kg		**Rp 1.866**

C. Aspek Sosial (Kesejahteraan Tenaga Tebang)

a. Rincian Upah Harian Tenaga Tebang

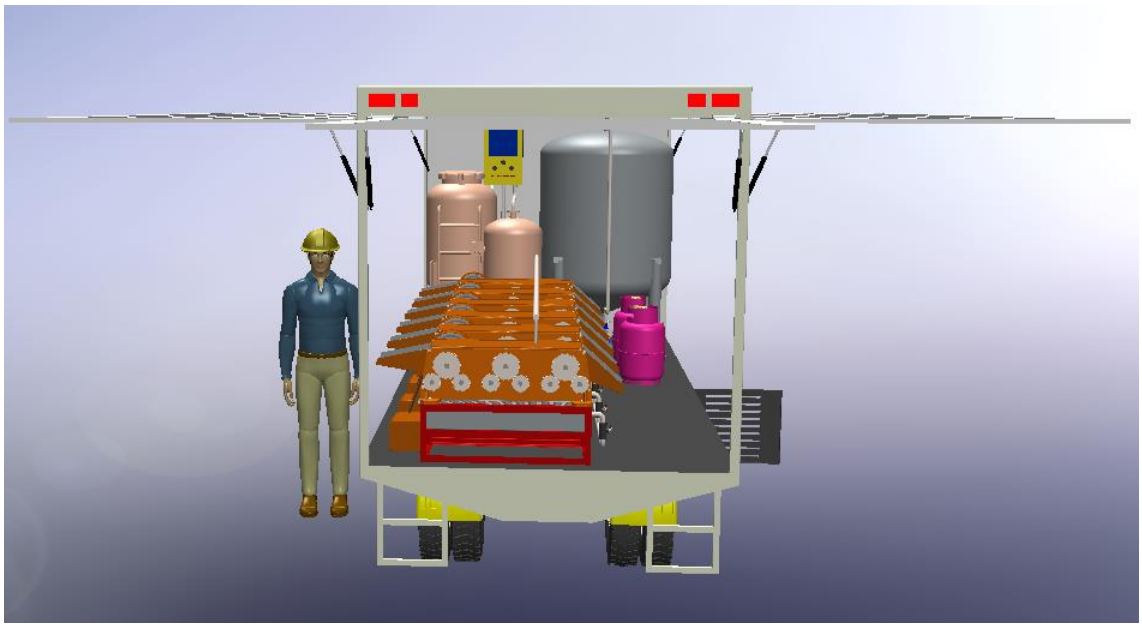
SETELAH BPR			
No.	**Komponen**	**Biaya (Rp)**	**Satuan**
1.	Bantuan uang makan dan minum	1.600	per kw
2.	Upah pokok	1.200	per kw
3.	Premi-premi BSM tebu layak tebang		
	a. Pucuk	1.000	per kw
	b. Potong bonggol	800	per kw
	c. Rapak	800	per kw
	d. Tebu roboh/ringan/kecil-kecil	500	per kw
	e. Tali kulit tebu	200	per kw
4.	Bantuan uang transport	400	per kw
5.	Bantuan APD	100	per kw
Total Biaya		**6.500**	**per kw + APD**
Total Biaya Tenaga Tebang		**227.500.000**	**per hari + APD**
Rata-Rata *Take home pay*		**91.000**	**per orang/hari + APD**

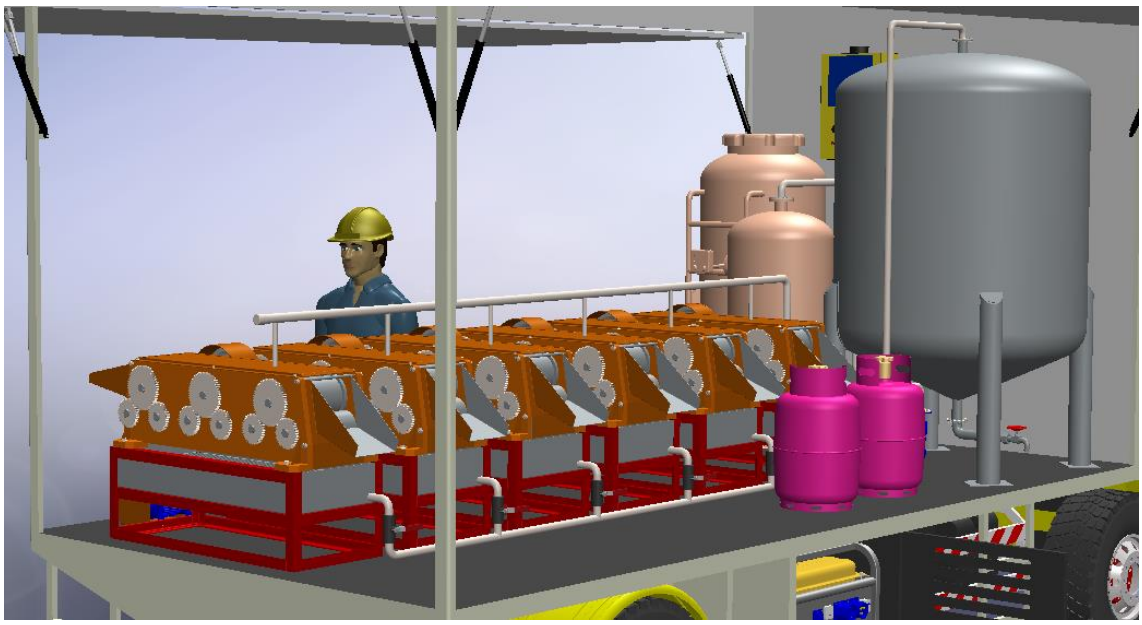
b. Rincian Dana Bantuan APD

Rincian Bantuan APD				
Perlengkapan	**Kuantitas**	**Satuan**	**Harga (Rp)**	**Biaya (Rp)**
Sepatu karet	1	pasang	100,000	100,000
Caping	1	buah	20,000	20,000
Handuk	2	buah	5,000	10,000
Sarung tangan	3	pasang	20,000	60,000
Total Biaya APD/orang				**190,000**

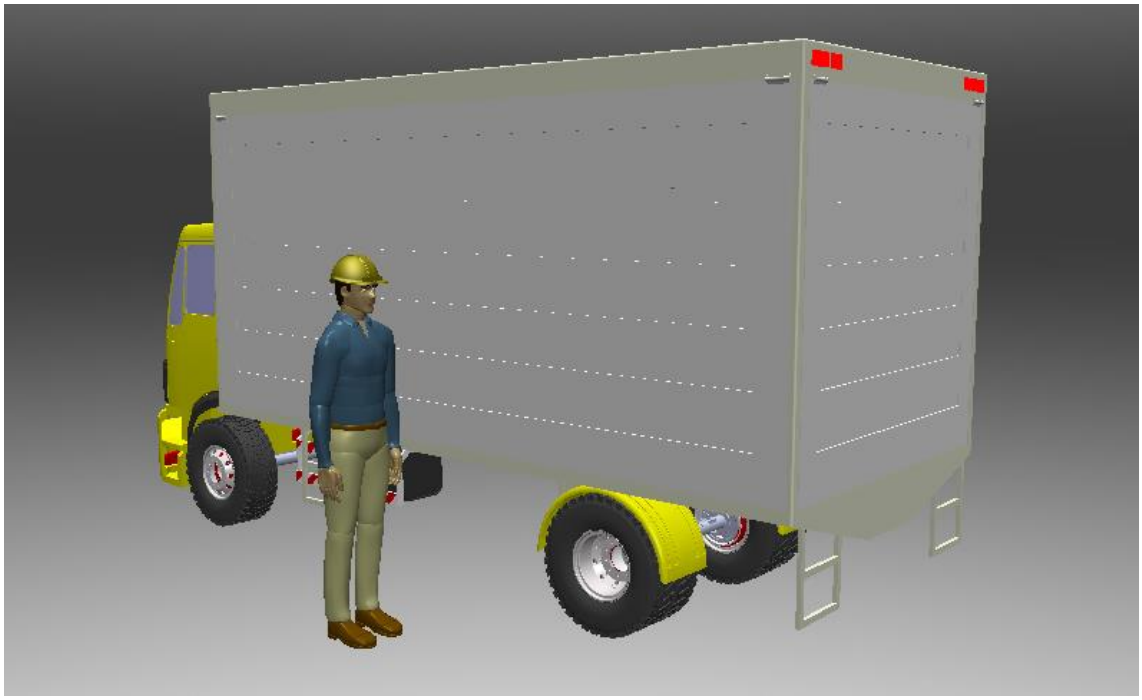
5. Desain Truk *Portable* (sumber: Shafira, 2017)

A. Truk Penggilingan

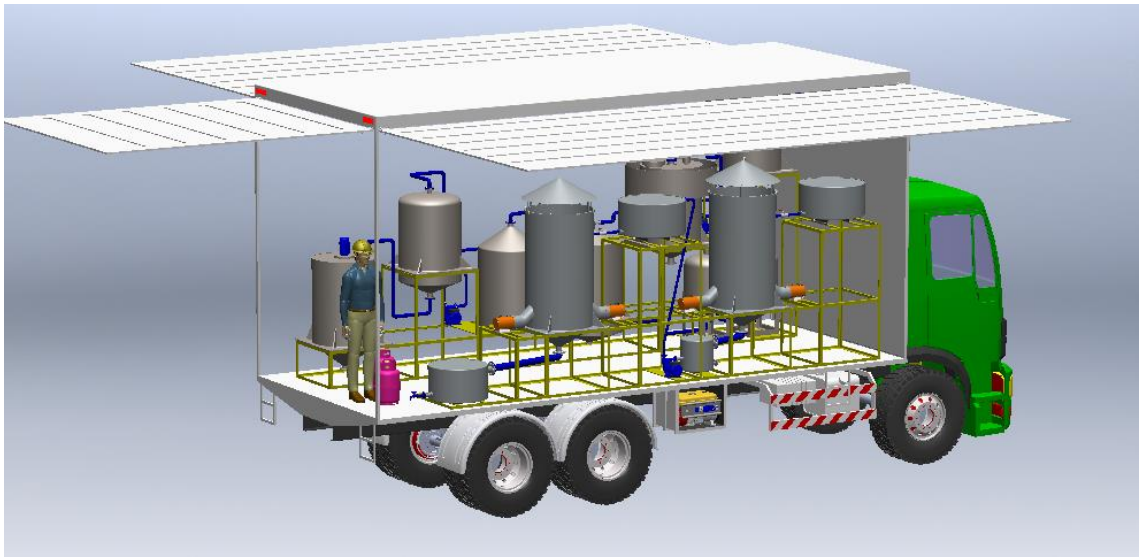


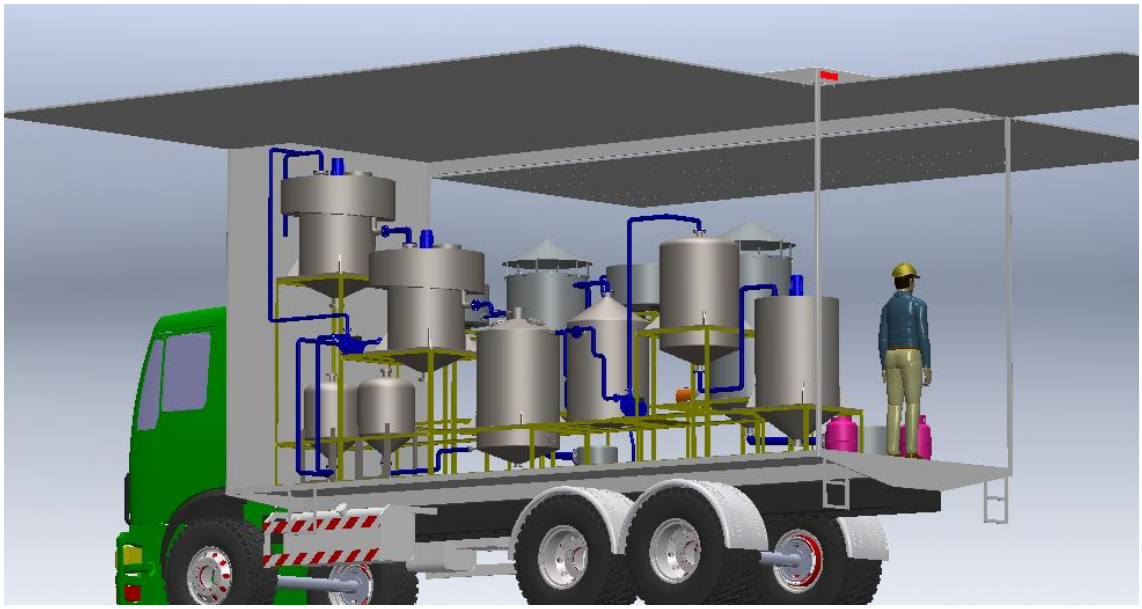


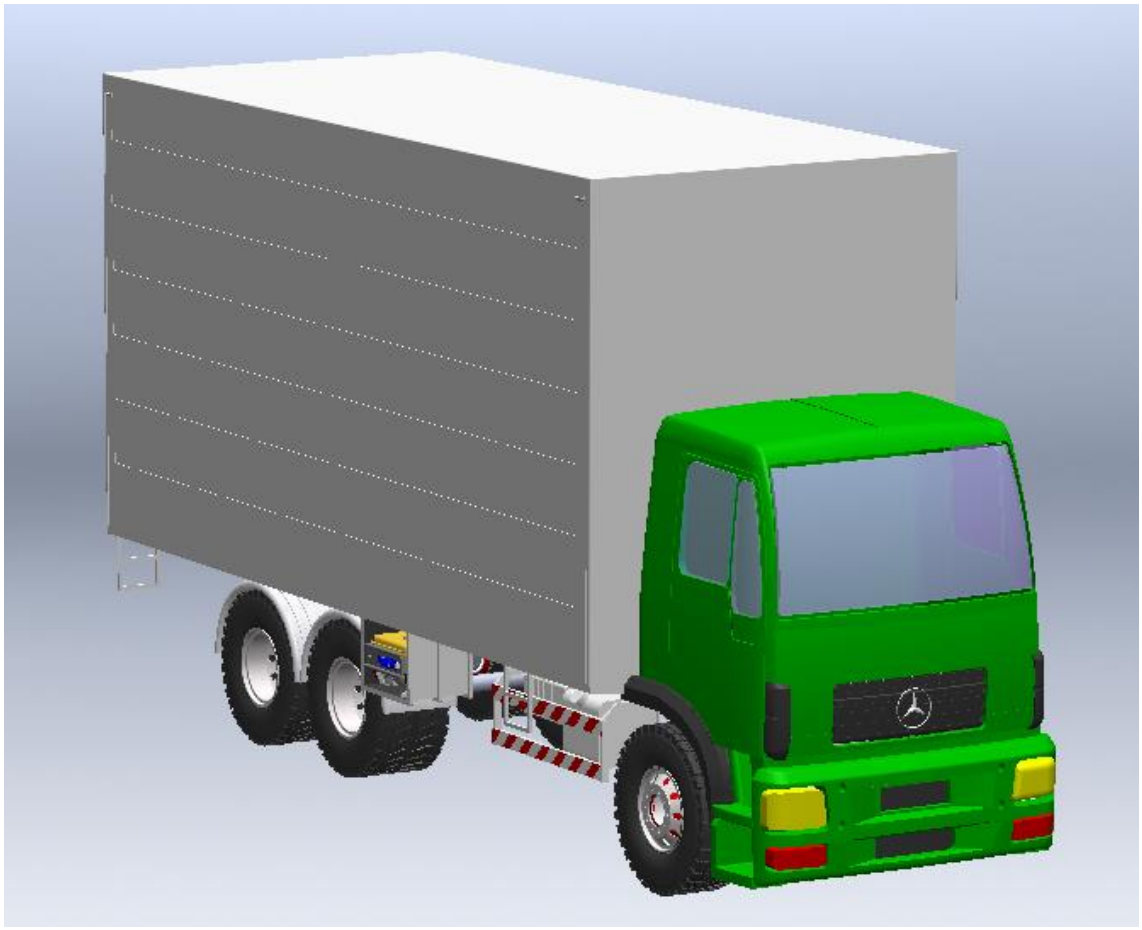




B. Truk Pemurnian dan Evaporasi







6. Target Penurunan Emisi GRK Setiap Sektor

Tabel Target Penurunan Emisi GRK per Bidang (Hasil Rapat di Kantor Menko Ekuin, 29 Desember 2009)

Sektor	Rencana Penurunan Emisi (Giga Ton CO_2e)		Rencana Aksi	K/L Pelaksana
	26%	41%		
Kehutanan dan Lahan Gambut	0,7672	1,039	Pengendalian kebakaran hutan dan lahan; Pengelolaan sistem jaringan dan tata air; Rehabilitasi hutan dan lahan, HTI, HR; Pemberantasan *illegal logging*; Pencegahan deforestasi; Pemberdayaan masyarakat.	Kemenhut, KLH, Kemen PU, Kementan
Pertanian	0,008	0,011	Introduksi varitas padi rendah emisi, efisiensi air irigasi, penggunaan pupuk organik.	Kementan, KLH, Kemen PU
Energi dan Transportasi	0,038	0,056	Penggunaan biofuel, mesin dengan standar efisiensi BBM lebih tinggi, memperbaiki TDM, kualitas transportasi umum dan jalan, *demand side management*, efisiensi energi, pengembangan *renewable energy*.	Kemenhub, Kemen ESDM, Kemen PU, KLH
Industri	0,001	0,005	Efisiensi energi, penggunaan *renewable energy*, dll.	Kemenperin, KLH
Limbah	0,046	0,076	Pembangunan TPA, pengelolaan sampah dengan 3R, dan pengelolaan air limbah terpadu di perkotaan.	Kemen PU, KLH