



TESIS - TI18540

ANALISA KELAYAKAN INVESTASI PEMBANGUNAN FASILITAS PEMANFAATAN LIMBAH SPENT BLEACHING EARTH (SBE) DI PABRIK TUBAN

FEBRI FAHRUDIN NUGROHO
02411850077006

Dosen Pembimbing
Prof. Ir. Moses Laksono Singgih, MSc, MRegSc, PhD, IPU

Program Magister Kerjasama Industri
Departemen Teknik Sistem Dan Industri
Fakultas Teknologi Industri Dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh November
2020



TESIS - TI185401

**ANALISA KELAYAKAN INVESTASI PEMBANGUNAN
FASILITAS PEMANFAATAN LIMBAH SPENT
BLEACHING EARTH (SBE) DI PABRIK TUBAN**

**FEBRI FAHRUDIN NUGROHO
02411850077006**

**Dosen Pembimbing
Prof. Ir. Moses Laksono Singgih, MSc, MRegSc, PhD, IPU**

**Program Magister Kerjasama Industri
Departemen Teknik Sistem Dan Industri
Fakultas Teknologi Industri Dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh November
2020**



THESIS - TI185401

**FEASIBILITY STUDY OF WASTE UTILIZATION
FACILITIES IN CEMENT FACTORY FOR SPENT
BLEACHING EARTH IN TUBAN PLANT**

**FEBRI FAHRUDIN NUGROHO
02411850077006**

Supervisor

Prof. Ir. Moses Laksono Singgih, MSc, MRegSc, PhD, IPU

**Department of Industrial and Systems Engineering
Faculty of Industrial Technology and Systems Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2020**

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Telah disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (MT)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

FEBRI FAHRUDIN NUGROHO

NRP: 02411850077006

Tanggal Ujian: 07 Agustus 2020

Periode Wisuda: September 2020

Disetujui oleh:
Pembimbing:

1. Prof. Ir. Moses Laksono Singgih, M.Sc.,
M.Reg.Sc., Ph.D.
NIP: 198407052009122007

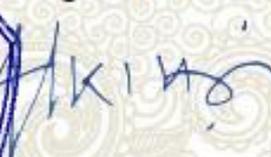


Penguji:

1. Retno Widyaningrum, S.T., M.T., MBA, Ph.D
NIP: 1990201912074
2. Dr. Ir. Mokhammad Suef, M.Sc. (Eng)
NIP: 196506301990031002



Kepala Departemen Teknik Sistem dan Industri
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem


Hadi Siswanto, S.T., MSIE., Ph.D
NIP: 197005231996011001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Febri Fahrudin Nugroho
NRP : 02411850077006
Program Studi : Magister Teknik Industri - ITS

Menyatakan bahwa tesis dengan judul

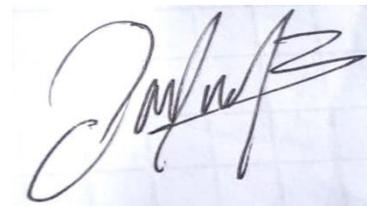
**“ANALISA KELAYAKAN INVESTASI PEMBANGUNAN FASILITAS
PEMANFAATAN LIMBAH SPENT BLEACHING EARTH (SBE) DI
PABRIK TUBAN”**

adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 20 Juli 2020

Yang membuat pernyataan



Febri Fahrudin N

NRP. 02411850077006

Halaman ini sengaja dikosongkan

ANALISA KELAYAKAN INVESTASI PEMBANGUNAN FASILITAS PEMANFAATAN LIMBAH *SPENT BLEACHING EARTH* (SBE) DI PABRIK TUBAN

Nama : Febri Fahrudin Nugroho
NRP : 02411850077006
Pembimbing : Prof. Ir. Moses Laksono Singgih, MSc, MRegSc, PhD, IPU

ABSTRAK

Di dalam industri pengolahan minyak sawit, salah satu proses utama yang terjadi adalah proses *bleaching* atau pemucatan. Proses ini menghasilkan sejumlah *bleaching earth* bekas (*spent bleaching earth*). *Spent bleaching earth* (SBE) merupakan hasil sampingan proses pemucatan minyak sawit yang masih mengandung 20-30% b/b minyak sawit. Jumlah *spent bleaching earth* yang dihasilkan oleh industri pengolahan minyak sawit di Indonesia mencapai 750.000 ton/tahun. Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014, SBE masuk dalam kategori limbah B3 dengan kode limbah B 413. Dikarenakan limbah SBE masuk dalam kategori limbah B3, maka perusahaan - perusahaan tersebut harus melakukan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (PPLH). Fasilitas pemanfaatan limbah yang akan dibangun diharapkan menangkap pasar jasa pemusnahan limbah SBE, sebagai pengganti bahan baku semen, dan sebagai bahan bakar alternatif (batubara). Dari perspektif pasar, fasilitas ini akan menangkap sekitar 7% pangsa pasar jasa pemusnahan limbah SBE. Berdasarkan analisa aspek teknis batas *feeding rate* adalah 8 ton per jam. Berdasarkan perhitungan *Payback Period*, diperlukan waktu 4,2 tahun untuk mengembalikan biaya modal investasi. Dari perhitungan *Net Present Value* dan *Internal Rate of Return*, dapat disimpulkan bahwa pengembangan fasilitas pemanfaatan limbah SBE layak dilakukan. Berdasarkan analisa sensitivitas, fasilitas harus berjalan di atas kapasitas 60% untuk memastikan fasilitas masih layak. Penelitian lebih lanjut diharapkan untuk menganalisis potensi limbah B3 lain yang dapat dikelola oleh fasilitas dan potensi untuk memasuki bisnis pengelolaan limbah ujung ke ujung sehingga dapat memiliki dampak yang lebih besar bagi perusahaan dan masyarakat.

Kata Kunci : *Spent Bleaching Earth ; Limbah B3 ; Studi Kelayakan*

Halaman ini sengaja dikosongkan

FEASIBILITY STUDY OF WASTE UTILIZATION FACILITIES IN CEMENT FACTORY FOR SPENT BLEACHING EARTH IN TUBAN PLANT

By : Febri Fahrudin Nugroho
Student Identity Number : 02411850077006
Supervisor : Prof. Ir. Moses Laksono Singgih, MSc, MRegSc,
PhD, IPU

ABSTRACT

In the palm oil industry, one of the main process that occurs is the bleaching process. This process produces a number of spent bleaching earth. Spent bleaching earth (SBE) is a by-product of palm oil bleaching process which still contains 20-30% weight of palm oil.. The amount of spent bleaching produced by the palm oil industry in Indonesia reaches 750,000 tons/year. Government regulation number 101 2014 categorized spent bleaching earth as hazardous waste with a code B 413. Therefore, the companies must carry out environmental protection and management for spent bleaching earth. This facility built to capture the market of spent bleaching earth waste disposal service, raw material substitution, and alternative fuel (coal). From the market perspective, the facility will capture about 7% market shares. Based on the technical aspect, the calcination process, kiln operational, and quality of clinker won't be disrupted if the capacity of waste facilities is 8 tons per hour. Based on the Payback Period calculation, it needs 4,2 years to return the investment. From the Net Present Value and Internal Rate of Return, it can be concluded that the development of waste utilization facility for spent bleaching is feasible. Based on sensitivity analysis the facilities must run above 60% capacity to make sure the facilities still feasible. Further research is expected to analyze the potential for other B3 waste which can managed by the facility and potential to enter end to end waste management business so it can have a greater impact to the company and society.

Key Word : *Spent Bleaching Earth ; Hazardous Waste ; Feasibility Study*

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya ucapkan kepada Alloh SWT, karena atas berkat dan rahmar-Nya, saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar dalam program Magister Teknik Kerjasama Industri, Jurusan Teknik Sistem dan Industri,, Institut Teknologi Sepuluh November. Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tesis ini sulit bagi saya untuk menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada :

1. Manajemen PT Semen Indonesia yang telah memberikan kesempatan beasiswa kepada saya
2. Prof. Ir. Moses Laksono Singgih, MSc,MRegSc, PhD, IPU selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan tesis ini.
3. Seluruh pengajar dan staf Dept. Teknik Sistem dan Industri Institut Teknologi Sepuluh November
4. Seluruh staff learning PT Semen Indonesia yang telah membantu proses administrasi perkuliahan selama ini
5. Orang tua dan seluruh keluarga besar atas perhatian, semangat dan berbagai dukungan lainnya yang diberikan kepada penulis
6. Teman – teman Magister Kerjasama Industri tahun 2018, rekan kerja, sahabat dan semua pihak yang telah banyak membantu penyelesaian tesis ini.

Akhir kata, saya berharap Alloh SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Dan semoga tesis ini bermanfaat bagi perusahaan dan pengembangan ilmu

Surabaya, Juli 20120

Penulis

Febri Fahrudin Nugoho

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TESIS	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR.....	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR TABEL	xx
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Kontribusi.....	6
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Proses Bleaching Kelapa Sawit (CPO)	9
2.2 <i>Bleaching Earth (BE)</i>	10
2.3 Proses Pemucatan CPO dengan menggunakan <i>Bleaching Earth</i>	12
2.4 Bleaching Earth Bekas (Spent Bleaching Earth / SBE)	14
2.5 Pemanfaatan Limbah SBE.....	16
2.6 <i>Polluter Payment</i>	19
2.7 Proses Pembuatan Semen	20
2.8 Pemanfaatan Limbah Dalam Industri Semen	22
2.9 Study Kelayakan.....	24
2.10 Aspek Pasar	24
2.11 Aspek Teknis	25
2.12 Aspek Finansial	26

2.13	<i>Capital Budgeting</i>	28
2.13.1	Proses Analisa Proyek Dengan <i>Capital Budgeting</i>	29
2.13.2	<i>Cost of Capital</i>	29
2.13.3	Metode Analisis Dalam <i>Capital Budgeting</i>	31
2.14	Analisis Sensitivitas	34
2.15	Kriteria dan Prosedur Investasi PT ABC	35
2.16	Penelitian Terdahulu	36
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		39
3.1	Tahap Pengumpulan Data	40
3.1.1	Studi Literatur	41
3.1.2	Studi Dokumen Perusahaan	41
3.1.3	Observasi.....	41
3.1.4	Wawancara.....	41
3.2	Analisa Pasar.....	41
3.3	Analisa Teknis	42
3.4	Analisa Finansial.....	42
3.4.1	Analisa Biaya	42
3.4.2	Analisis Biaya Modal (<i>Cost of Capital</i>).....	43
3.4.3	Analisa <i>Gross Added Value (GAV)</i>	43
3.4.4	Analisa Kelayakan Investasi	44
3.4.5	Analisis Sensitivitas	45
BAB 4 ANALISA PASAR DAN TEKNIS		47
4.1	Analisa Pasar.....	47
4.1.1	Permintaan Pasar	47
4.1.2	Data Produksi CPO	48
4.1.3	Data Populasi Penduduk	49
4.1.4	Proyeksi <i>Demand CPO</i>	50
4.1.5	Proyeksi Jumlah Limbah <i>Spent Bleaching Earth</i>	53
4.1.6	<i>Disposal Cost</i>	55
4.1.7	<i>Competitor Mapping</i>	56
4.2	Analisa Teknis	57
4.2.1	Analisa Proses	57

4.2.2	Analisa Desain.....	60
4.2.3	Umur Teknis Peralatan	62
4.2.4	Jadwal Investasi.....	62
4.2.5	Hasil Analisa Pasar – Teknis	62
BAB 5 ANALISA FINANSIAL		63
5.1	Analisa Biaya	63
5.1.1	Analisa Biaya Investasi	63
5.1.2	Analisa Biaya Operasional	66
5.2	Analisa Biaya Modal	69
5.2.1	<i>Cost of Debt</i>	69
5.2.2	<i>Cost of Equity</i>	69
5.2.3	<i>Weighted Average Cost of Capital (WACC)</i>	70
5.3	Analisa <i>Gross Added Value (GAV)</i>	70
5.3.1	<i>Pendapatan Tidak Langsung</i>	71
5.3.2	<i>Pendapatan Langsung / Revenue</i>	71
5.4	<i>Income Statement</i>	72
5.5	Analisa Kelayakan Investasi	73
5.5.1	<i>Payback Period</i>	73
5.5.2	<i>Net Present Value</i>	73
5.5.3	<i>Internal Rate of Return (IRR)</i>	74
5.6	Analisa Sensitivitas	74
5.6.1	<i>Pengaruh Utilisasi Fasilitas</i>	75
5.6.2	<i>Pengaruh Perubahan Disposal Cost</i>	75
5.6.3	<i>Sensitivitas – Perubahan Investment Cost</i>	76
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN		77
6.1	Kesimpulan.....	77
6.2	Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA.....		79
LAMPIRAN		81
BIODATA PENULIS.....		82

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Pemanfaatan Limbah UPL PT DEF	2
Gambar 2.1 Reaksi Aktivasi Bentonite dengan Asam (Ketaren,1986)	12
Gambar 2. 2 Proses <i>Bleaching</i> CPO	14
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	40
Gambar 4.1 Diagram proyeksi volume limbah SBE	48
Gambar 4.2 Permintaan CPO di Indonesia tahun 2010-2019	49
Gambar 4.3 Populasi dan Proyeksi Penduduk Indonesia tahun 2010 -2030	50
Gambar 4. 4 Proyeksi Demand CPO Indonesia tahun 2020 -2030	53
Gambar 4.5 Proyeksi Limbah SBE tahun 2020 -2030	54
Gambar 4.6 Kadar Sulfur pada limbah SBE.....	57
Gambar 4.7 Alur diagram <i>pre-processing</i> limbah SBE	58
Gambar 4.8 Simulasi proses pengaruh SBE terhadap kualitas klinker	58
Gambar 4.9 Pengaruh limbah SBE terhadap amps kiln	59
Gambar 4.10 Pengaruh limbah SBE terhadap kualitas clinker	60
Gambar 4.11 Alur diagram proses pemanfaatan limbah SBE.....	61
Gambar 4.12 <i>Schedule Implementation</i>	62

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Pemanfaatan Limbah UPL PT DEF	3
Tabel 2.1 Komposisi kimia <i>bleaching earth</i>	10
Tabel 2. 2 Karakteristik BE	11
Tabel 2. 3 Statistik Industri CPO di Indonesia	13
Tabel 2.4 Komposisi kimia SBE (Chia Khm Tee, 2010)	15
Tabel 2.5 Unsur Penyusun Semen	21
Tabel 2.6 Perubahan proses kimia pada proses pembakaran.....	22
Tabel 2.7 Penelitian Terdahulu Tentang Studi Kelayakan	36
Tabel 4.1 Hasil Regresi (<i>Summary Output</i>)	51
Tabel 4.2 <i>Koefisien Regresi</i>	51
Tabel 4.3 Kontrak Disposal Cost.....	55
Tabel 4.4 Proyeksi Disposal Cost SBE	55
Tabel 4.5 Proyeksi Disposal Cost SBE	56
Tabel 4.6 Parameter S LA limbah SBE.....	58
Tabel 4.7 <i>List Equipment</i>	61
Tabel 5.1 Total Biaya Investasi	66
Tabel 5.2 Asumsi Harga Pokok Produksi.....	67
Tabel 5.3 Harga Pokok Produksi.....	67
Tabel 5.4 Asumsi Operating Expense	68
Tabel 5.5 Biaya <i>Operating Expense & COGS</i>	68
Tabel 5. 6 Perhitungan nilai k_e	69
Tabel 5.7 Nilai WACC	70
Tabel 5.8 Asumsi komponen penyusun revenue	70
Tabel 5.9 Nilai saving dari substitusi <i>raw material</i>	71
Tabel 5.10 Nilai saving dari substitusi bahan bakar	71
Tabel 5.11 Proyeksi pendapatan langsung & GAV.....	71
Tabel 5.12 Proyeksi <i>income statement</i>	72
Tabel 5.13 Perhitungan <i>payback period</i>	73
Tabel 5.14 Perhitungan NPV & IRR.....	74
Tabel 5.15 Sensitivitas terhadap perubahan utilisasi.....	75
Tabel 5.16 Sensitivitas terhadap perubahan <i>disposal cost</i>	76
Tabel 5.17 Sensitivitas terhadap perubahan nilai investasi	76

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Spent Bleaching Earth (SBE) merupakan limbah padat proses pemucatan dalam pemurnian *crude palm oil* (CPO). Jumlah konsumsi *bleaching earth* untuk pemucatan CPO di Indonesia dari tahun ke tahun semakin meningkat seiring dengan pengembangan industri minyak goreng di Indonesia. Ketua Umum Gabungan Industri Minyak Nabati Indonesia (GIMNI) Sahat Sinaga, memproyeksikan industri minyak nabati nasional menghasilkan sekitar 750.000 ton SBE per tahunnya. Adapun, dibutuhkan 17 unit pemanfaatan SBE menjadi *recovered oil* (R-oil) dan *De-Oiled Bleaching Earth* (OBE). Namun sampai saat ini, baru ada tiga unit pemanfaatan dengan kapasitas produksi 300 ton per hari, sedangkan yang beroperasi hanya 2 unit pemanfaatan (Sahat Sinaga, 2019).

Regulasi terkait limbah B3 dan non B3 di bawah Undang Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 yang mengatur tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, dan Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah B3. Menurut PP 101 tahun 2014, pengelolaan limbah B3 adalah rangkaian kegiatan yang meliputi pengurangan, penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan dan/atau penimbunan. Ada beberapa pihak yang merupakan bagian dari mata rantai Pengelolaan Limbah B3, yaitu penghasil, pengumpul, pengangkut, pemanfaat, pengolah, dan penimbun limbah B3. Sementara itu, UU 32 tahun 2009 Indonesia menetapkan bahwa penghasil limbah B3 wajib mengelola limbah B3 yang dihasilkannya. Itu merupakan bagian dari upaya untuk mengurangi atau mencegah risiko terjadinya dampak buruk dari limbah B3 terhadap lingkungan hidup, berupa pencemaran atau degradasi lingkungan hidup. Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014, SBE masuk dalam kategori limbah B3 dengan kode limbah B 413, dengan sumber limbah berasal dari proses industri *oleochemical* dan/atau pemanfaatan minyak hewani atau nabati dengan kategori bahaya 2 (limbah B3 kategori 2 merupakan limbah B3 yang mengandung B3, memiliki efek tunda (*delay effect*), dan

berdampak tidak langsung terhadap manusia dan lingkungan hidup serta memiliki toksisitas sub-kronis atau kronis, sehingga penanganan limbah SBE perlu di kelola oleh perusahaan yang mempunyai izin khusus untuk mengelola limbah B3.

PT ABC merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang manufaktur khususnya bidang industri semen. Pada tahun 2019 PT ABC melakukan aksi korporasi yaitu melakukan akuisisi terhadap PT DEF. PT DEF memiliki divisi pengelolaan limbah yang bernama Nathabumi yang bertujuan untuk mewujudkan sistem ekonomi sirkular dalam proses produksi semen, yang dilakukan melalui proses pengolahan limbah menjadi sumber energi dan bahan baku alternatif. Target utama dari divisi ini adalah untuk mengurangi beban sampah di industri dan masyarakat, serta mencegah kontaminasi terhadap lingkungan. Fasilitas pengolahan limbah yang dimiliki membantu mengolah berbagai jenis limbah menjadi bahan bakar dan material alternatif untuk industri semen.. Jumlah klien yang telah dilayani mencapai 495 perusahaan di 2019. Nathabumi menangani beragam industri, termasuk migas, pertambangan, FMCG, otomotif, manufaktur sepatu, bahan kimia, serta bubur kertas dan kertas. Total volume limbah yang diolah Nathabumi mencapai 598.138 Ton di 2019, dengan peningkatan total keuntungan (*Gross Added Value*) mencapai Rp 240 miliar di 2019. Jumlah ini berkontribusi sebesar 8,34% dari total laba kotor tahun 2019



Gambar 1.1 Pemanfaatan Limbah UPL PT DEF

Perseroan telah memanfaatkan limbah industri sebagai bahan baku alternatif sejak tahun 2012, namun baru mulai tahun 2018 pengelolaan limbah industri dicatat. Adapun berbagai bahan baku alternatif yang dimanfaatkan secara

rutin oleh Perseroan adalah: *bottom ash, fly ash, dust EAF, steel slag, COCS, spent bleaching earth, drilling cutting dan paper sludge*. Jumlah total penggunaan bahan baku alternatif ini cenderung meningkat, dengan jumlah di tahun 2018 hanya mencapai 369.136 ton.

No	Jenis Limbah	Total (Ton)
1	Bottom Ash	201.288,41
2	Fly Ash	125.958,74
3	Dust EAF	562,68
4	Steel Slag	31,92
5	COCS	19.393,84
6	Spent Bleaching Earth	15.508,00
7	Drilling Cutting	6.392,37
Total Realisasi		369.135,96

Tabel 1.1 Pemanfaatan Limbah UPL PT DEF

Pengembangan pemanfaatan limbah sebagai *alternative fuel & raw material (AFR)* di PT ABC sudah dimulai sejak tahun 2012, dengan mulai dibangunnya fasilitas pemanfaatan *alternative fuel* di pabrik tuban dan tonasa. Tahun berikutnya PT ABC mulai melakukan pengembangan pemanfaatan limbah B3 sebagai *alternative raw material* maupun *alternative fuel*, namun pemanfaatannya masih sangat terbatas karena adaptasi perubahan perencanaan & kontrol proses produksi dan terkendala fasilitas pemanfaatan limbah. Pada tahun 2016 mulai melakukan peningkatan pemanfaatan limbah B3 secara *massive* sebagai AFR. Sebagian besar proses pemanfaatan limbah melalui fasilitas *mixed pile* yang menuju ke dalam *raw mill* yang merupakan fasilitas *existing* operasi pabrik. Pengembangan hanya berfokus pada pengembangan *storage* limbah B3, tanpa pengembangan signifikan pada *feeding facility*. Pada metode pemanfaatan limbah B3 diatas, kapasitas pemanfaatan limbah B3 menjadi sangat terbatas. Pada kondisi semua *plant* yang masih menggunakan *Electrostatic Presipitator (ESP)* sebagai fasilitas penangkap debu, penggunaan limbah-limbah yang memiliki *high calory* dan *volatile content* tinggi seperti SBE dengan dosis berlebih di *mixed pile* menyebabkan penurunan performa pada *ESP raw mill* yang berimbas pada peningkatan emisi debu hingga >80mg/Nm³ dikarenakan material limbah yang dimasukkan pada *mixed pile* memiliki kandungan kandungan organik karbon maupun *volatile content* tinggi.

PT. Wilmar Nabati merupakan salah satu perusahaan pengelolaan minyak kelapa sawit yang mempunyai 3 *plant* pemanfaatan dimana masing-masing mempunyai kapasitas 3000 ton, 650 ton dan 250 ton. Penggunaan jumlah BE untuk pemurnian masing – masing produk minyak goreng berbeda antara 0,75 – 1,5 kg / menit untuk *plant* yang berkapasitas 3000, sehingga total limbah yang dihasilkan PT Wilmar Nabati dalam sebulan berkisar 130 Ton (*Process Engineer* PT Wilmar Nabati, 2019). Menurut Luqman Ashari, et al (2017), di PT. Sinar Mas Agro Resources and Technology (SMART) Tbk menyatakan limbah padat *Spent Bleaching Earth* (SBE) yang dihasilkan mencapai 737,19 ton dalam satu bulan. SBE tersusun dari beberapa komposisi kimia yang salah satunya berupa SiO₂ dengan prosentase mencapai 83,05%. SiO₂ yang biasa dikenal dengan debu silika berpotensi menyebabkan penyakit silicosis apabila terlalu sering dihirup oleh pekerja.

Dalam Peraturan Pemerintah nomor 101 tahun 2014 SBE dikategorikan sebagai limbah B3 dengan kode limbah B 413 sehingga perusahaan produsen SBE harus melakukan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (PPLH). PPLH menurut UU no 32 tahun 2009 pasal 1 ayat (2) adalah upaya sistematis dan terpadu yang dilakukan untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup dan mencegah terjadinya pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup yang meliputi perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, pemeliharaan, pengawasan, dan penegakan hukum. Selama ini ada beberapa upaya pemanfaatan yang dilakukan seperti 1) *recycling* sebagai tanah urugan/ *landfill*; 2) *recycling* sebagai pupuk kelapa sawit; 3) *reuse spent bleaching earth* sebagai adsorben kembali pada proses pemucatan CPO pada industri minyak goreng tersebut (Wahyudi, 2000); 4) *recovery* residu CPO dengan *porous metal filters* menjadi minyak sawit kualitas rendah dan derivatnya (Chanrai et al., 2004); 5) *recovery* residu CPO dengan *solvent extraction* dan *supercriticalfluid extraction* menjadi metil ester sebagai bahan baku *biofuel* (Kheang et al., 2006). Menurut penelitian Kheang et al. (2006), persentase residu minyak CPO di dalam *spent bleaching earth* bisa mencapai 20-30% dan sulit dipisahkan tanpa penangan khusus.

Untuk mengatasi permasalahan dalam penanganan limbah SBE serta adanya potensial *revenue* yang didapat dari jasa pemusnahan limbah SBE, maka penulis bermaksud melakukan analisa kelayakan investasi pembangunan fasilitas pemanfaatan limbah SBE di Pabrik Tuban.

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah yang menjadi pembahasan utama dalam penelitian ini adalah “ Bagaimana kelayakan bisnis dari pembangunan fasilitas pemanfaatan limbah SBE di pabrik Tuban ditinjau dari aspek pasar, teknis dan finansial ? ”

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan hasil studi kelayakan pembangunan fasilitas pemanfaatan limbah SBE berdasarkan pendekatan aspek pasar , teknis dan finansial. Aspek pasar dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui proyeksi limbah SBE dan pemetaan kompetitor. Aspek teknis dilakukan untuk mengetahui kapasitas *feeding rate* dan identifikasi peralatan. Aspek finansial dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kelayakan ekonomi dari pembangunan fasilitas pemanfaatan limbah.

1.4 Batasan Masalah

Untuk memperoleh hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian, batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Pembahasan hanya pada aspek pasar, aspek teknis dan finansial
2. Ruang lingkup pengelolaan limbah terbatas pada proses setelah limbah sampai ke *storage* sampai dengan limbah diolah
3. Material limbah yang digunakan hanyalah limbah SBE
4. Batasan *feeding rate* terhadap pengaruh kualitas klinker
5. Proses yang dianalisa pada saat limbah sudah tersedia pada *storage*

Asumsi :

Adapun asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Asumsi kenaikan biaya operasional berdasarkan *best practice* industri semen

2. Analisa evaluasi harga didasarkan pada data yang diperoleh saat periode penelitian
3. Suku bunga, inflasi dan ekonomi nasional disesuaikan dengan kondisi lapangan dalam periode penelitian.

1.5 Kontribusi

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah menjadi salah satu bahan pertimbangan dalam proses pengambilan keputusan oleh *management* serta menjadi salah satu solusi dalam penanganan limbah B3 khususnya limbah *Spent Bleaching Earth* di Indonesia.

1.6 Sistematika Penulisan

Tesis ini dibuat dengan sistematika enam (6) bab yang setiap babnya akan dijelaskan pada penjelasan berikut:

Bab pertama merupakan pendahuluan yang berisikan uraian tentang latar belakang permasalahan sehingga dilakukan penelitian ini, melihat sumber permasalahan dan potensi keuntungan, merumuskan masalah, menjelaskan tujuan dan manfaat penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penelitian.

Bab kedua menjelaskan tinjauan pustaka dan landasan teori yang mendukung penyusunan tesis dan konsep-konsep yang menjadi landasan penulisan. Adapun teori – teori yang dibahas meliputi penjelasan tentang *Spent Bleaching Earth* (SBE), penelitian terkait pemanfaatan SBE, dan ekonomi teknik. Tinjauan literatur ini dilakukan untuk memperkuat aktivitas – aktivitas selama penelitian dilakukan.

Bab ketiga menjelaskan metodologi penelitian. Pada bab ini menjelaskan kerangka penelitian, alur penelitian, metode pengumpulan data dan analisa data.

Bab empat menjelaskan pembahasan analisa pasar dan teknis. Pada bab ini menjelaskan pengumpulan dan pengolahan data serta pembahasan terkait analisa pasar dan teknis dalam pembangunan fasilitas pemanfaatan limbah SBE.

Bab lima menjelaskan pembahasan analisa ekonomi. Pada bab ini menganalisa kelayakan pembangunan fasilitas pemanfaatan limbah SBE pada aspek finansial meliputi analisa atas biaya, finansial dan sensitivitas.

Bab enam merupakan kesimpulan dan saran yang akan berisikan hasil dari penelitian secara keseluruhan. Kesimpulan yang diambil akan meliputi keseluruhan hasil pemanfaatan data serta saran-saran yang dapat menjadi masukan bagi penelitian.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proses Bleaching Kelapa Sawit (CPO)

Pemucatan atau *bleaching* merupakan suatu tahap proses pemurnian minyak untuk menghilangkan zat-zat warna yang tidak disukai dalam minyak. *Bleaching* ini dilakukan dengan mencampur minyak dengan sejumlah kecil adsorben, seperti tanah serap (*fuller earth*), lempung aktif (*activated clay*), arang aktif, atau dapat juga dengan menggunakan bahan kimia. Proses penyisihan warna sebenarnya tidak hanya terjadi pada proses pemucatan. Pada proses *deodorizing* dan *degumming* juga terjadi penyisihan warna dari CPO. Pada proses *bleaching* penyisihan warna CPO hanya sekitar 50% sedangkan total penyisihan warna untuk keseluruhan proses *refining* sekitar 75-90% (Wahyudi, 2000).

Zat warna alamiah dalam minyak dapat dihilangkan dengan penambahan adsorben, sedangkan zat warna yang disebabkan oleh organo logam dihilangkan dengan senyawa pembentuk kompleks. Zat warna yang termasuk dalam zat warna alamiah adalah karoten, klorofil, xanthofil, dan anthosianin. Karoten merupakan pigmen yang menghasilkan warna merah, kuning, atau jingga dan memiliki struktur dasar yang sama. Warna minyak juga ditentukan oleh komponen-komponen lain selain pigmen tapi pengaruhnya relatif kecil karena minyak kelapa sawit mengandung karoten dalam jumlah yang tinggi. Kandungan karoten dalam minyak sawit (*ordinary*) kurang lebih 500-700 ppm (Ketaren, 1986). Pada proses pemurnian CPO diperoleh total kandungan karoten minyak sawit komersial menjadi 17 ppm (Rianto, 1995).

Selain penghilangan zat warna, *bleaching earth* juga dapat mengurangi komponen-komponen lain yang tidak diinginkan seperti logam-logam transisi sekitar 0,001-0,1 ppm. Proses *bleaching* juga dapat mengurangi kadar sabun hasil proses netralisasi hingga 5-10 ppm, sedangkan kadar asam lemak bebas akan bertambah secara lambat. Selain itu, pemucatan juga akan menyerap sebagian

suspensi koloid (gum dan resin) serta hasil degradasi minyak seperti peroksida (Ketaren, 1986).

2.2 *Bleaching Earth (BE)*

Arifin dan Sudrajat (1997), menyatakan bahan dasar yang digunakan untuk membuat *bleaching earth* adalah bentonit. Nama bentonit ini pertama kali digunakan Knight pada tahun 1898, untuk suatu jenis lempung tanah pemucat yang terdapat di daerah Benton, Rockcreek, Wyoming, Amerika Serikat. Bentonit merupakan istilah bahan galian yang digunakan di dalam dunia perdagangan untuk sejenis batu liat yang mengandung mineral montmorillonit sebagai komponen utamanya. Rumus kimia montmorillonit adalah $(Mg, Ca) O \cdot Al_2O_3 \cdot 5SiO_2 \cdot 8H_2O$.

Tabel 2.1 Komposisi kimia *bleaching earth*

No	Kandungan	Komposisi
1	Kalsium Oksida (CaO)	0,23%
2	Magnesium Oksida (MgO)	0,98%
3	Aluminium Oksida (Al_2O_3)	13,45%
4	Ferri Oksida (Fe_2O_3)	2,18%
5	Silika (SiO_2)	74,9%
6	Kalium Oksida (K_2O)	1,72%
7	Air (H_2O)	4%

Sumber: (Kusumaningtyas, 2011)

Dalam perdagangan *bleaching earth* mempunyai nama dan komposisi kimia yang berbeda. *Bleaching earth* yang berasal dari Amerika dikenal dengan nama *Floridin (Florida earth)*, *bleaching earth* yang berasal dari Inggris disebut *Fuller's Earth*. *Bleaching earth* yang berasal dari Rusia, Kanada, dan Jepang dikenal dengan nama *Gluchower Kaolin*. Secara umum spesifikasi *bleaching earth* dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Karakteristik BE

Karakteristik Fisik	
1. Bentuk	1. Serbuk (<i>Powder</i>)
2. Warna	2. Cream keputih – putihan
3. Ukuran Partikel	3. 65% lolos ayakan 150 mesh
4. <i>Bulk Density</i>	4. 0,5 - 0,8 g/ml
Karakteristik Kimiawi	
1. Kadar Air	1. Maks 5%
2. pH Slurry	2. 4-5

Sumber: (Wahyudi,2000)

Menurut Wahyudi (2000), *bleaching earth* telah lama digunakan untuk proses adsorpsi komponen warna dalam minyak nabati. Pada awalnya *bleaching earth* digunakan dalam bentuk bentonit alami tanpa proses aktivasi. BE dalam bentuk alami pada umumnya hanya mampu menyerap ion-ion bermuatan positif, baik ion anorganik maupun organik. Hal ini terjadi karena mineral montmorillonit yang terdapat dalam bentonit mempunyai lapisan silikat yang bermuatan negatif dengan lingkungan permukaan mineral yang bersifat hidrofilik. Untuk meningkatkan kemampuan bentonit dalam menyerap senyawa-senyawa organik, terutama yang bersifat nonpolar, seperti senyawa-senyawa hidrokarbon aromatik, maka bentonit tersebut perlu diaktivasi terlebih dahulu. Ada dua cara aktivasi untuk meningkatkan daya serap bentonit:

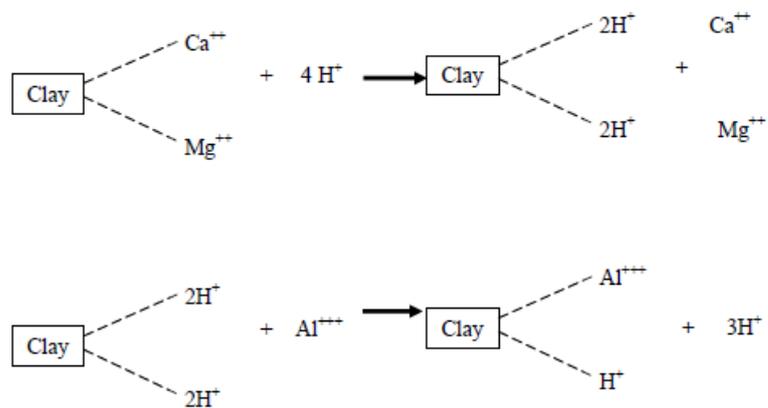
a. Aktivasi dengan pemanasan

Pengaktifan dengan pemanasan bertujuan agar air yang terikat dicelah-celah molekul dapat teruap, sehingga porositasnya meningkat. Proses ini sangat sesuai pada jenis bentonit *Swelling*.

b. Aktivasi dengan pengasaman

Pengaktifan dengan pengasaman dapat menaikkan angka perbandingan antara SiO_2 : Al_2O_3 . Proses ini dilakukan dengan cara melarutkan bentonit ke dalam asam (HCl atau H_2SO_4) pada 8 konsentrasi tertentu

dengan waktu perendaman tertentu pula. Proses ini sangat sesuai untuk dilakukan untuk bentonit yang *non swelling*. Menurut Ketaren (1986), aktivasi menggunakan asam akan menimbulkan tiga macam reaksi sebagai pada gambar 2.1. Pada mulnya asam akan melarutkan komponen Fe₂O₃, Al₂O₃, CaO, dan MgO yang mengisi permukaan adsorben. Hal ini mengakibatkan terbukanya pori-pori yang tertutup sehingga menambah luas permukaan adsorben, 2) selanjutnya ion-ion Ca⁺⁺ dan Mg⁺⁺ yang berada pada permukaan kristal adsorben secara berangsur-angsur diganti oleh ion H⁺ dari asam mineral. 3) sebagian ion H⁺ yang telah menggantikan ion Ca⁺⁺ dan Mg⁺⁺ akan ditukar oleh ion Al⁺⁺⁺ yang telah larut dalam larutan asam. Daya pemucat *bleaching earth* disebabkan oleh ion Al³⁺ pada permukaan partikel penyerap sehingga dapat lebih efektif mengabsorpsi zat warna.



Gambar 2.1 Reaksi Aktivasi Bentonite dengan Asam (Ketaren,1986)

2.3 Proses Pemucatan CPO dengan menggunakan *Bleaching Earth*

Industri minyak sawit adalah salah satu sektor industri yang menjadi unggulan di Indonesia. Hal ini ditunjukkan dari luas perkebunan kelapa sawit dan produktivitasnya. Indonesia masih bertahan menjadi negara produsen minyak sawit terbesar di dunia dengan total produksi tahun 2017 sebesar 42,04 juta ton. Dari total produksi tersebut, sekitar 31,05 juta ton terserap di pasar ekspor. Pada produksi dan ekspor tersebut, minyak sawit adalah komoditas penyumbang devisa terbesar yang mencapai USD 22,9 miliar (Gapki, 2018). Seiring dengan meningkatnya produksi

CPO dalam negeri, otomatis permintaan akan bentonit juga mengalami peningkatan.

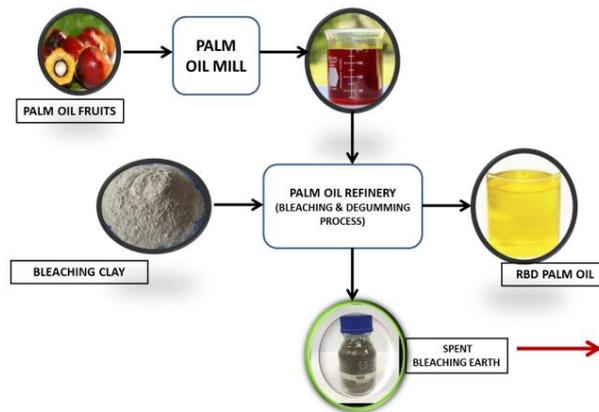
Tabel 2. 3 Statistik Industri CPO di Indonesia

Indonesian Palm Oil Statistics Data 2018
*1'000 ton

No	Description	2018												TOTAL 2018
		JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
1	Opening Stock	4,022	3,623	3,503	3,650	3,975	4,755	4,845	4,901	4,592	4,602	4,407	3,890	4,022
2	Production	3,411	3,352	3,650	3,718	4,243	3,949	4,284	4,061	4,416	4,511	4,163	3,679	47,437
3	Export													
	CPO	533	360	299	230	276	403	635	690	727	761	866	781	6,561
	Processed products (Refined Palm Oil, Lauric Oil Biodiesel & Oleochemical)	2,303	2,119	2,228	2,164	2,057	2,329	2,583	2,607	2,461	2,591	2,353	2,351	28,146
4	Domestic Consumption	974	992	977	999	1,130	1,126	1,010	1,073	1,218	1,353	1,461	1,177	13,491
5	Stock adjustment	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Ending Stock	3,623	3,503	3,650	3,975	4,755	4,845	4,901	4,592	4,602	4,407	3,890	3,261	3,261

Sumber : diolah dari ESDM, Kementan, Kemenperin, BPS, GAPKI, APROBI, GIMNI, APOLIN, AIMMI, BDPKKS

Proses pemucatan CPO dengan menggunakan adsorben berhubungan dengan daya adsorpsi. Daya adsorpsi disebabkan oleh karena adsorben memiliki pori dalam jumlah besar dan adsorpsi akan terjadi karena adanya perbedaan energi potensial antara adsorben dengan zat yang akan diserap. Penyerapan terhadap warna akan lebih efektif jika adsorben tersebut memiliki bobot jenis yang rendah, ukuran partikel halus, dan pH adsorben mendekati netral. Adsorben yang digunakan untuk memucatkan minyak dapat berupa *bleaching earth*, arang, dan arang aktif (*activated carbon*) (Ketaren, 1986). Di Indonesia, industri minyak goreng umumnya menggunakan *bleaching earth*. Hal ini dikarenakan harga *bleaching earth* jauh lebih murah dibandingkan arang aktif. Sementara hasil penyerapan zat warna oleh *bleaching earth* dan arang aktif ini tidak jauh berbeda (Wahyudi, 2000). *Bleaching earth* merupakan pilihan yang sangat baik untuk pemucatan minyak nabati karena *bleaching earth* lebih efektif memisahkan warna hijau (klorofil) dan residu CPO yang tersimpan lebih sedikit jika dibandingkan dengan arang aktif (Ketaren, 1986).



Gambar 2. 2 Proses *Bleaching* CPO

Sebagai bahan untuk penjernihan minyak kelapa sawit diperlukan bentonit jenis kalsium bentonit (Ca-Bentonit) yang banyak tersedia didalam negeri. Jumlah bentonit yang diperlukan sebagai bahan penjernih minyak akan sama jumlahnya dengan 2,5% - 4,0% dari jumlah minyak sawit (Parningotan dkk, 2002). Menurut Sjahrudin (2009), bentonit merupakan salah satu bahan alternatif yang dapat dipergunakan untuk bahan penjernih (*bleaching agent*) minyak kelapa, dimana potensi industri ini sangat besar. Pemanfaatan bentonit ini akan memberi nilai tambah yang cukup besar. Manfaatnya adalah meningkatkan kualitas fisik dan kimia minyak goreng kelapa yang dihasilkan oleh masyarakat. Bentonit jenis Na digunakan sebagai lumpur pembilas pada perusahaan pengeboran minyak, gas dan uap panas bumi atau sebagai pasir perekat untuk mencetak pada industri baja. Sedangkan untuk indutri kimia sebagai katalisator, zat pemutih, zat penyerap, pengisi, lateks dan tinta cetak.

2.4 Bleaching Earth Bekas (Spent Bleaching Earth / SBE)

Spent bleaching earth merupakan limbah padat yang dihasilkan dalam tahapan proses pemurnian minyak dalam industri minyak nabati (Chanrai et al., 2004). SBE yang berasal dari pemucatan CPO merupakan campuran antara *bleaching earth* dan senyawa organik yang berasal dari CPO. Senyawa organik yang berasal dari CPO sebagian besar merupakan senyawa trigliserida (*fat*) dan komponen organik dalam jumlah relatif kecil adalah digliserida, asam lemak bebas, protein, zat warna alami, dan wax. Selain itu dalam SBE juga masih terkandung

komponen asam fosfat. Asam fosfat ini berasal dari proses *degumming* yang terbawa oleh CPO ke unit *bleaching* (Wahyudi, 2000).

Spent bleaching earth (SBE) adalah limbah industri, terutama dihasilkan dari pemrosesan minyak nabati (Z. Werner, 1994). Tercatat bahwa SBE dapat menghadirkan kebakaran (mis. Pembakaran spontan), karena **mengandung 20-40% berat minyak** (Taylor et.al., 1990). Saat ini, produksi dunia dari industri minyak nabati dan lemak berjumlah lebih dari 65 juta ton dan produksi SBE diperkirakan mencapai 650.000 ton di seluruh dunia (Lee et al., 2000). Mohd Azri bin Sukiran menyebutkan bahwa pembuangan SBE ke TPA mungkin dibatasi oleh peraturan lingkungan yang ketat dalam waktu dekat (Mohd Azri bin Sukiran 2008). Menurut Teknologi Xinyuan, SBE menunjukkan penyerapan secara selektif, laju pewarnaan tinggi, kecepatan penyaringan cepat, dan sisa minyak rendah. Ini dapat menghilangkan isi sabun, jejak logam berat dalam minyak nabati, dan berfungsi sebagai antioksidan alami. SBE juga dapat menyerap racun, seperti aflatoks dari minyak nabati dan lemak, sisa-sisa pestisida, dan bau busuk. Minyak yang tidak berwarna jelas dan transparan, dan kualitasnya stabil.

Tabel 2.4 Komposisi kimia SBE (Chia Khm Tee, 2010)

Characteristic	Solvent Extraction		SC-CO ₂ Extraction	
	WAC (acid-activated) oil	NC (neutral) oil	WAC (acid-activated) oil	NC (neutral) oil
FFA (%)	11.5	12.6	11.5	12.6
PV (meq kg ⁻¹)	3.1	3.4	2.8	2.2
Phosphorus (ppm)	19.3	18.7	18.1	15.8
Fe (ppm)	0.22	1.24	N.D.	N.D.
Cu (ppm)	0.32	0.38	N.D.	N.D.
Carotene content (ppm)	3	6	7	7
Total vitamin E (ppm)	0	0	0	38.8
Fatty acid composition, (FAC) (wt% as methyl esters)				
C14:0	1.1	1.0	1.2	1.3
C16:0	45.2	44.4	44.5	43.6
C18:0	4.9	4.7	5.1	4.9
C18:1	37.9	39.4	38.6	39.7
C18:2	10.9	10.5	10.6	10.5
Oil recovery (%)	30	21	27	20

PT. Wilmar Nabati merupakan salah satu perusahaan pengelolaan minyak kelapa sawit yang mempunyai 3 plant pemanfaatan dimana masing-masing mempunyai kapasitas 3000 ton, 650 ton dan 250 ton. Penggunaan jumlah BE untuk pemurnian masing – masing produk minyak goreng berbeda antara 0,75 – 1,5 kg /

menit untuk plant yang berkapasitas 3000, sehingga total limbah yang dihasilkan PT Wilmar Nabati dalam sebulan berkisar 130 Ton. (*Process Engineer*, PT Wilmar Nabati). Penelitian yang dilakukan oleh Luqman Ashari pada tahun 2017 di PT. Sinar Mas Agro Resources and Technology (SMART) Tbk menyatakan limbah padat *Spent Bleaching Earth (SBE)* yang dihasilkan mencapai 737,19 Ton dalam satu bulan. SBE tersusun dari beberapa komposisi kimia yang salah satunya berupa SiO_2 dengan prosentase mencapai 83,05%. SiO_2 yang biasa dikenal dengan debu silika berpotensi menyebabkan penyakit silicosis apabila terlalu sering dihirup oleh pekerja.

Ketua Gabungan Industri Minyak Nabati Indonesia (GIMNI), Sahat memproyeksikan industri minyak nabati nasional menghasilkan sekitar 750.000 ton SBE per tahunnya. Adapun, dibutuhkan 17 unit pemanfaatan SBE menjadi *recovered oil (R-oil)* dan *De-Oiled Bleaching Earth (OBE)*. Adapun, baru ada tiga unit pemanfaatan dengan kapasitas produksi 300 ton per hari, sedangkan yang beroperasi hanya 2 unit pemanfaatan.

2.5 Pemanfaatan Limbah SBE

2.5.1. *Recycling* sebagai tanah urugan

Upaya pemanfaatan ini telah sudah sejak lama dilakukan di industri minyak goreng. Cara ini sebenarnya tidak menimbulkan dampak yang sangat merugikan jika ada dalam kuantitas sedikit. Namun cara ini harus dihindari karena dalam kuantitas banyak dapat menyebabkan kebakaran dan sumber polusi yang disebabkan oleh residu minyak (Kheang et al., 2006). Penumpukan limbah SBE sebagai tanah urugan dalam volume yang banyak akan mencemari lingkungan di area tumpukan tersebut.

2.5.2. *Recycling* sebagai pupuk kelapa sawit

Pada industri minyak goreng yang dekat kebun kelapa sawit hal ini sering dilakukan. Namun sebelum digunakan, *spent bleaching earth* dinetralkan terlebih dahulu dengan kapur. Hasil pengapuran ini kemudian ditaburkan pada lahan perkebunan kelapa sawit (Wahyudi, 2000).

2.5.3. Pemanfaatan Limbah SBE sebagai pengganti agregat halus campuran Beton

- a. Menurut Luqman Ashari et al., (2017) memanfaatkan sifat kimia SBE yaitu SiO_2 yang merupakan salah satu senyawa penyusun semen Portland. Pada penelitian ini, SBE digunakan sebagai pengganti agregat halus dengan variasi 0%, 10%, 20%, 30%, dan 40%. Pengujian yang dilakukan adalah *fineness modulus* dan uji kuat tekan. Penelitian ini menunjukkan bahwa beton dengan campuran SBE yang memenuhi kuat tekan rencana adalah beton SBE 10% dan SBE 20% dengan nilai kuat tekan masing-masing sebesar 34,16 MPa dan 29,06 MPa.
- b. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan persentase campuran SBE 0,2 dan 4% dari berat semen, diperoleh kuat tekan tertinggi pada campuran 2% SBE dibandingkan beton normal. Berdasarkan hasil pengujian terjadi penurunan kuat lentur beton seiring penambahan SBE dan pengurangan jumlah campuran semen pada beton (M Gala et al., 2018).
- c. Pada penelitian ini dilakukan percobaan dengan memanfaatkan material limbah *spent bleaching earth* (SBE) sebagai substitusi sebagian agregat halus untuk menggantikan material pasir alam. Substitusi SBE 10 % dapat digunakan untuk bata beton dengan tingkat mutu I dengan kuat tekan rata-rata yang dihasilkan 115 kg/cm², substitusi SBE 20 % dapat digunakan untuk bata beton dengan tingkat mutu II dengan kuat tekan rata-rata yang dihasilkan 76 kg/cm², substitusi SBE 30 % dapat digunakan untuk bata beton dengan tingkat mutu III dengan kuat tekan rata-rata yang dihasilkan 52 kg/cm² Substitusi SBE 30 % dapat digunakan untuk bata beton dengan tingkat mutu III dengan kuat tekan rata-rata yang dihasilkan 52 kg/cm² (Sumarno, 2018).

2.5.4. Reuse spent bleaching earth sebagai adsorben kembali pada proses pemucatan CPO pada industri minyak goreng tersebut (Wahyudi,

2000);

Dengan proses aktivasi diharapkan kemampuan penyerapan *spent bleaching earth* ini dapat meningkat kembali sehingga dapat digunakan kembali sebagai adsorben untuk proses *refining* CPO.

2.5.5. Recovery residu CPO dengan Porous Metal Filters menghasilkan minyak sawit kualitas rendah dan derivatnya (Chanrai et al.,2004);

Adapun inovasi dengan Porous Metal Filters dibagi menjadi tiga tahapan yaitu:

- 1) Mencampurkan *spent bleaching earth* dengan pelarut sehingga membentuk adonan;
- 2) Memisahkan padatan dan cairan dari bentuk adonan yang terbentuk pada tahap pertama menjadi fraksi padatan dan fraksi cairan dengan *porous metal filters* dengan beberapa kali ulangan;
- 3) Ekstraksi minyak dari fraksi cairan yang terbentuk pada pemisahan tahap sebelumnya. Pada proses ini fraksi padatan hasil proses pemisahan pada tahap kedua disebut juga *deoiled bleaching earth*.

Deoiled bleaching earth merupakan *spent bleaching earth* dengan sedikit residu minyak yang sulit dipisahkan lagi dengan *porous metal filters*. Bahan ini dapat dijadikan bahan bakar boiler, dan hasil pembakarannya berupa abu dapat digunakan sebagai bahan campuran industri semen.

2.5.6. Recovery residu CPO untuk dimanfaatkan nilai kalor

- a. Nilai kalor yang dimiliki oleh minyak nabati yang terkandung di dalam SBE berpotensi untuk dapat dimanfaatkan kembali sebagai sumber energi (*waste to energy*) (Damanhuri, 2004). Ong dan J.T.L (1983), Klein dan J.M. (1986). Minyak hasil ekstraksi ini umumnya memiliki kualitas yang tidak layak untuk aplikasi pangan karena tingginya kandungan FFA (*Free Fatty Acid*) dan tingginya bilangan peroksida sehingga biasanya dikonversi menjadi metil ester untuk biofuel dan aplikasi non pangan lainnya. Persentase hasil dari residu minyak yang dapat dipisahkan dari limbah *bleaching earth* yang digunakan sebagai

absorben pada minyak bisa mencapai 20-30% dengan menggunakan ekstraksi pelarut (*solvent extraction*) dan *supercritical-fluid extraction*.

- b. Menurut Fitriana (2010), memanfaatkan limbah spent bleaching earth dari proses pemucatan cpo sebagai bahan baku briket. Berdasarkan hasil karakterisasi sampel SBE diketahui bahwa SBE mengandung kadar minyak sebesar 26,325% b/b, kadar air sebesar 3,727% b/b, kadar zat mudah menguap 32,230% b/b, kadar abu 68,416% b/b, kadar karbon terikat 0,354% b/b, dan nilai kalor sebesar 6796 kal/gram. Perlakuan terbaik adalah briket dengan perlakuan A1B3 (konsentrasi perekat 2% dan konsentrasi arang tempurung kelapa sawit 75%).

2.5.7. Perbandingan Analisis Pemanfaatan Limbah SBE dengan metode landfilling dan diumpankan pada kiln (Kapas Fernando, 2017)

Menurut Kapas Fernando (2017), melakukan pengujian nilai manfaat-biaya pada skenario pengelolaan limbah SBE yang meliputi pemanfaatan dan penimbunan telah dilakukan. Nilai emisi GRK pada tiap skenario diinternalisasi dalam nilai investasi melalui perhitungan *shadow price of carbon* (SPC). Pengujian nilai manfaat-biaya dilakukan melalui perhitungan *net present value* (NPV) dan *benefit cost ratio* (BCR) yang dilanjutkan dengan analisis sensitivitas. Skenario pemanfaatan minyak nabati SBE sebagai bahan baku pembuatan biodiesel serta pemanfaatan residunya sebagai pengganti bahan baku bentonit dalam kiln semen merupakan skenario yang layak secara ekonomi dan memiliki nilai GRK yang rendah, sehingga layak dijadikan sebagai alternatif pengelolaan limbah SBE.

2.6 Polluter Payment

Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014, SBE masuk dalam kategori limbah B3 dengan kode limbah B413, dengan sumber limbah berasal dari proses industri oleochemical dan/atau pemanfaatan minyak hewani atau nabati dengan kategori bahaya 2 (limbah B3 kategori 2 merupakan limbah B3 yang mengandung B3, memiliki efek tunda (*delay effect*), dan berdampak tidak langsung

terhadap manusia dan lingkungan hidup serta memiliki toksisitas sub-kronis atau kronis).

Besaran biaya dalam pengelolaan limbah juga menjadi faktor penting bagi para pelaku usaha. Oleh karenanya diperlukan suatu studi yang mengkaji manfaat biaya pengelolaan limbah SBE. Salah satu metode analisis yang dapat digunakan adalah analisis manfaat biaya atau *benefit cost analysis* (BCA) (Mandell S., 2011; Li *et al.*, 2014; Cooper *et al.*, 2016).

Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (PPLH) menurut UU no 32 tahun 2009 pasal 1 ayat (2) adalah upaya sistematis dan terpadu yang dilakukan untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup dan mencegah terjadinya pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup yang meliputi perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, pemeliharaan, pengawasan, dan penegakan hukum. UU disahkan di Jakarta, 3 Oktober 2009 oleh Presiden dan Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia, Andi Mattalatta. Dalam UU ini tercantum jelas dalam Bab X bagian 3 pasal 69 mengenai larangan dalam perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup yang meliputi larangan melakukan pencemaran, memasukkan benda berbahaya dan beracun (B3), memasukkan limbah ke media lingkungan hidup, melakukan pembukaan lahan dengan cara membakar, dan lain sebagainya. Larangan-larangan tersebut diikuti dengan sanksi yang tegas dan jelas tercantum pada Bab XV tentang ketentuan pidana pasal 97-123. Salah satunya adalah dalam pasal 103 yang berbunyi: Setiap orang yang menghasilkan limbah B3 dan tidak melakukan pengelolaan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 59, dipidana dengan pidana penjara paling singkat 1 (satu) tahun dan paling lama 3 (tiga) tahun dan denda paling sedikit Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah) dan paling banyak Rp3.000.000.000,00 (tiga miliar rupiah).

2.7 Proses Pembuatan Semen

Semen merupakan salah satu bahan perekat yang jika dicampur dengan air mampu mengikat bahan-bahan padat seperti pasir dan batu menjadi suatu kesatuan kompak. Sifat pengikatan semen ditentukan oleh susunan kimia yang dikandungnya. Adapun bahan utama yang dikandung semen adalah kapur (CaO),

silikat (SiO_2), alumunia (Al_2O_3), ferro oksida (Fe_2O_3), magnesit (MgO), serta oksida lain dalam jumlah kecil (Rahadja, 1990). Prosentase penyusun unsur semen ditunjukkan pada Tabel 2.6.

Tabel 2.5 Unsur Penyusun Semen

Oksida	Persen (%)
Kapur (CaO)	60 - 65
Silika (SiO_2)	17 - 25
Alumina (Al_2O_3)	3 - 8
Besi (Fe_2O_3)	0,5 - 6
Magnesium Oksida (MgO)	0,5 - 4
Sulfur (SO_3)	1 - 2
Potash ($\text{NaO} + \text{K}_2\text{O}$)	0,5 - 1

Secara singkat, proses pembuatan semen adalah semua bahan mentah dicampurkan dan digiling dalam komposisi yang sesuai, bahan-bahan ini kemudian dimasukkan ke dalam *preheater*. *Preheater* ini berfungsi untuk memanaskan dengan cara menyemprotkan udara panas. Kemudian bahan-bahan dimasukkan ke dalam *rotary kiln* (oven besar yang berputar) dan dibakar hingga mencapai suhu $\pm 1450^\circ \text{C}$ sehingga menghasilkan butiran butiran kecil berwarna hitam yang disebut klinker (bahan setengah jadi). Klinker kemudian ditampung di dalam *clinker silo*. Dari *clinker silo* kemudian masuk ke dalam semen mill. Semen *mill* ini adalah suatu tempat dimana terjadi proses pencampuran dengan gipsum. Setelah dari semen *mill*, masuk ke dalam semen *silo*. Tahap akhir dari proses pembuatan semen ini adalah pengepakan, yang selanjutnya semen akan di distribusikan ke pasaran.

Dalam proses pembuatan semen, tahapan yang paling rumit dan *critical* adalah pada proses pembakaran (pembentukan klinker). Dimana terjadi proses konversi kimiawi sesuai rancangan dan proses fisika untuk mempersiapkan

campuran bahan baku membentuk klinker. Proses ini dilakukan mulai dari *preheater* hingga inti dari pembakaran yang terjadi di dalam *rotary kiln* dengan menggunakan bahan bakar fosil berupa padat (batubara), cair (solar), atau bahan bakar alternatif. Proses pembakaran yang terjadi meliputi pemanasan awal umpan baku di *preheater* (pengeringan, dehidrasi dan dekomposisi), pembakaran di *kiln* (klinkerisasi) dan pendinginan di *cooler* (*quenching*). Proses kimia fisika penting yang terjadi selama pembakaran adalah dehidrasi mineral tanah liat, dekarbonisasi senyawa karbonat (kalsinasi), reaksi pada fasa padat, reaksi pada fasa cair dan kristalisasi. Perubahan bentuk kimia selama proses pembakaran ditunjukkan pada Tabel 2.6 berikut:

Tabel 2.6 Perubahan proses kimia pada proses pembakaran

Temp, °C	Proses	Reaksi Kimia
< 100	pelepasan air bebas	
100 – 400	pelepasan air terikat	
400 – 750	Dekomposisi tanah liat	$Al_4(OH)_8Si_4O_{10} \rightarrow 2 (Al_2O_3 \cdot 2SiO_2) + 4H_2O$
600 – 900	Dekomposisi metakaolin membentuk campuran oksida yang reaktif	$Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \rightarrow Al_2O_3 + 2SiO_2$
600 – 1000	Dekomposisi limestone dan pembentukan CS dan CA	$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$ $3 CaO + 2SiO_2 + Al_2O_3 \rightarrow 2CS + CA$
800 – 1300	reaksi lime dengan CS dan CA serta pembentukan C ₄ AF	$CS + C \rightarrow C_2S$ $2C + S \rightarrow C_2S$ $CA + 2C \rightarrow C_3A$ $CA + 3C + F \rightarrow C_4AF$
1250 – 1450	reaksi lanjut lime dengan C ₂ S	$C_2S + C \rightarrow C_3S$
1450 - 100	Pendinginan klinker di cooler	

2.8 Pemanfaatan Limbah Dalam Industri Semen

Penelitian yang dilakukan oleh dept litbang PT Semen Gresik oleh Mardiana dan Mahardika (2010), dengan memasukkan limbah biomass (sekam padi, serbuk gergaji dan kulit kacang) yang digunakan sebagai *co-processing* yang dimasukkan ke dalam *Separated Line Calciner* (SLC). Biaya bahan bakar pada industri semen berkisar 30 – 40 % dari *total production cost*, sehingga perlu di upayakan adanya substitusi bahan bakar fosil menggunakan bahan bakar alternatif. Pembakaran limbah adalah proses oksidasi panas pada temperatur tinggi (minimal

800 C) untuk menghancurkan komponen organik dari limbah tersebut. Persyaratan temperatur minimal untuk membakar sampah kota adalah 875 °C dan untuk membakar komponen organik yang lebih stabil seperti dioxin, furans dan residu dari produk *halogen polivinil* adalah 1400 °C. Waktu tinggal material (pada temperatur tinggi) minimal 2 detik. Dari persyaratan temperatur dan waktu tinggal diatas, maka proses operasi yang paling efektif dan efisien dalam mendestruksi limbah adalah di pabrik semen. Temperatur gas pembakaran di kiln semen melebihi persyaratan proses pembakaran limbah memakai incinerator. Gas asam hasil dari pembakaran limbah akan dinetralisasi oleh kandungan alkali *raw material* dalam kalsiner dan kiln. Bahan bakar alternatif tersebut dapat dimasukkan melalui beberapa tempat, yaitu: main burner-rotary kiln *outlet*, *transition chamber rotary kiln inlet* di *feed chute*, dan *precalciner burners*.

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Mereduksi emisi gas termasuk gas rumah kaca khususnya CO₂,
- 2) Memberikan solusi ramah lingkungan terhadap permasalahan limbah, karena dapat memperluas opsi metode pengelolaan limbah selain metode-metode pemusnahan limbah yang sudah ada.
- 3) Peluang kegiatan ekonomi untuk masyarakat,
- 4) Mendukung usaha-usaha dalam rangka pembangunan berkelanjutan, yaitu dalam hal pengurangan banyaknya sumber daya tak terbarukan yang digunakan pada proses produksi sehingga laju eksploitasi sumber daya akan dapat berkurang,
- 5) Efisiensi biaya.

Hasil dari penelitian pemanfaatan limbah *biomass* sebagai bahan bakar alternatif ini masih menghadapi beberapa kendala, yaitu:

- 1) Kendala pada karakteristik limbah *biomass* yang menyebabkan kebuntuan pada saat *feeding* di *hopper*
- 2) Kendala pada pengendalian operasi dikarenakan operator belum mampu melakukan prosedur *start – stop* dalam memutuskan pemakaian bahan bakar alternatif ataupun jika terdapat kendala maupun terjadinya CO

- 3) Kendala pada pasokan limbah *biomass* yang bersifat musiman yang ada hanya pada saat musim panen

2.9 Study Kelayakan

Suratman (2001) mengungkapkan bahwa, studi kelayakan proyek merupakan suatu studi untuk menilai proyek yang akan dikerjakan di masa mendatang dengan cara memberikan rekomendasi apakah sebaiknya proyek dapat dikerjakan atau tidak. Jika proyek tersebut merupakan proyek investasi yang berorientasi laba, maka studi kelayakan yang dimaksud adalah studi atau penelitian untuk menilai layak tidaknya investasi dapat berhasil dan menguntungkan secara ekonomis. Aspek yang dikaji dalam suatu studi kelayakan dapat meliputi, antara lain: aspek pasar dan pemasaran, teknis dan teknologi, aspek manajemen, aspek hukum, dan finansial.

2.10 Aspek Pasar

Aspek pasar dan pemasaran sangat penting dalam pelaksanaan studi kelayakan proyek, hal ini disebabkan aspek pasar dan pemasaran sangat menentukan hidup matinya perusahaan. Menurut Ibrahim (2009), analisis aspek pasar dan 16 pemasaran bertujuan untuk menguji serta menilai sejauh mana pemasaran dari produk yang dihasilkan dapat mendukung pengembangan usaha/proyek yang direncanakan. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam aspek pasar dan pemasaran, antara lain:

- Jumlah permintaan produk di masa lalu, masa kini, dan kecenderungan permintaan di masa yang akan datang;
- Berapa besar kemungkinan *market space* (pasar potensial) yang tersedia di masa yang akan datang;
- Berapa besar *market share* yang direncanakan berdasarkan pada rencana produksi;
- Faktor-faktor apa saja yang mungkin memengaruhi permintaan di masa yang akan datang;
- Strategi apa saja yang perlu dilakukan dalam meraih *market share* yang telah direncanakan.

Aspek pemasaran dari produk yang dihasilkan dapat dinilai baik atau tidak dilihat dari segi daya serap pasar

Analisa aspek pasar yang dilakukan merupakan analisa pasar atas jasa pemusnahan limbah SBE kepada produsen CPO. Analisa pasar bertujuan untuk mengetahui berapa proyeksi volume SBE dari tahun 2020-2030 dengan mempertimbangkan proyeksi volume CPO, populasi penduduk dan *competitor mapping* (perusahaan penyedia jasa pemusnahan limbah).

2.11 Aspek Teknis

Kajian aspek teknis produksi menitikberatkan pada penilaian atas kelayakan proyek dari sisi teknis dan produksi. Aspek teknis produksi adalah aspek yang berhubungan dengan pembangunan dari proyek yang direncanakan dengan melihat faktor lokasi proyek, luas produksi, penggunaan teknologi (mesin/peralatan), dan juga keadaan lingkungan yang berhubungan dengan proses produksi (Ibrahim, 2009). Aspek teknis dan teknologi meliputi:

- a. Penentuan lokasi proyek, yaitu dimana suatu proyek akan didirikan, baik berupa lokasi atau lahan proyek. Hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain: ketersediaan lahan, kemudahan dalam mengakses bahan baku, ketersediaan sarana transportasi, sarana komunikasi, tenaga listrik dan air, ketersediaan tenaga kerja, tenaga listrik dan air, kondisi sosial ekonomi (Kurniawan dan Murtiningrum, 2013), sikap atau respon masyarakat dan proyek jangka panjang untuk perluasan perusahaan.
- b. Kasmir dan Jakfar (2012), mengemukakan bahwa penentuan luas produksi adalah berkaitan dengan berapa jumlah produksi yang dihasilkan dalam waktu tertentu dengan mempertimbangkan kapasitas teknis dan peralatan yang dimiliki serta biaya yang paling efisien. Penentuan luas produksi dipengaruhi oleh faktor-faktor antara lain: kecenderungan permintaan yang akan datang, kemungkinan pengadaan bahan baku, bahan pembantu tenaga kerja; tersedianya teknologi, mesin dan peralatan di pasar; daur hidup produk dan produk substitusi dari produk tersebut. Suatu industri dapat beroperasi dengan lancar jika didukung dengan bahan baku utama

dan bahan baku tambahan yang tersedia dalam jumlah cukup setiap diperlukan. Sofyan (2003), menilai terdapat hal-hal yang harus diperhatikan mengenai studi bahan baku dan bahan penolong, yaitu: banyaknya persediaan di pasar, kemudahan mendapatkannya dalam jumlah berapa banyak, serta ada atau tidak kemungkinan bahan pengganti jika bahan baku tersebut hilang dari pasar, siapa saja yang menjadi *supplier*, berapa tingkat harga, dan berapa tingkat kebutuhan rutin usaha saat ini dan seterusnya.

- c. Pemilihan teknologi yang tepat dan juga dipengaruhi oleh kemungkinan pengadaan tenaga ahli, bahan baku, bahan pembantu, kondisi alam, dan lainnya.
- d. Pemilihan proses produksi yang akan dilakukan dan tata letak pabrik yang dipilih, termasuk tata letak bangunan dan fasilitas lainnya.

2.12 Aspek Finansial

Soeharto (2002), mengatakan bahwa analisis finansial digunakan untuk mengambil keputusan untuk melakukan investasi dengan harapan mendapatkan keuntungan dalam jangka panjang yang berdampak pada kelangsungan hidup suatu perusahaan. Pendekatan konvensional yang dilakukan dalam mengkaji kelayakan suatu proyek dari aspek finansial adalah menganalisis perkiraan arus kas keluar dan masuk selama umur proyek atau investasi yaitu dengan cara menguji dengan kriteria seleksi. Arus kas ini akan terbentuk atau meliputi dari perkiraan biaya awal, modal kerja, biaya operasi, biaya produksi, dan pendapatan. Menurut Kasmir dan Jakfar (2012), analisis terhadap aspek finansial atau keuangan mencakup beberapa hal, yaitu:

- a. Sumber dana, perolehan dana yang ada dapat dicari dari berbagai sumber dana, baik itu dana sendiri atau modal pinjaman atau keduanya.
- b. Kebutuhan biaya investasi biaya investasi adalah biaya yang diperlukan dalam pembangunan proyek. Biaya investasi secara garis besar, terdiri dari:
 - Biaya pra investasi Terdiri dari biaya pembuatan studi kelayakan dan biaya pengurusan izin.
 - Biaya aktiva tetap Biaya pembelian aktiva tetap berupa aktiva tetap yang berwujud yaitu tanah, mesin-mesin, bangunan, peralatan,

inventaris kantor dan aktiva berwujud lainnya dan juga aktiva tetap tidak berwujud seperti hak cipta, lisensi dan merek dagang. - Biaya operasional (modal kerja) Modal kerja adalah biaya yang dikeluarkan untuk membiayai kegiatan usaha setelah pembangunan proyek siap yang terdiri dari biaya tetap (*fixed cost*) dan biaya tidak tetap (*variable cost*). Biaya tetap adalah biaya yang tidak dipengaruhi oleh naik turunnya produksi yang dihasilkan, seperti biaya tenaga kerja tidak langsung, bunga bank, asuransi, dan dana depresiasi/penyusutan. Biaya tidak tetap adalah biaya yang dikeluarkan untuk membeli bahan baku, upah tenaga kerja langsung, biaya transportasi, biaya pemasaran, dan lain sebagainya.

- c. Arus Kas (*cash flow*) Arus kas adalah jumlah uang yang masuk dan keluar dalam suatu perusahaan mulai dari investasi dilakukan sampai dengan berakhirnya investasi tersebut. Aliran kas yang berhubungan dengan suatu usaha diklasifikasikan dari tiga antara lain:

1) *Initial Cash Flow*

Merupakan pengeluaran-pengeluaran untuk investasi pada awal periode (sampai siap beroperasi).

2) *Operational Cash Flow*

Merupakan aliran kas yang timbul selama operasi proyek. Estimasi tentang berapa besar operational cash flow setiap tahunnya merupakan dasar untuk menentukan profitabilitas investasi tersebut.

Cara memproyeksi aliran kas operational:

Aliran kas masuk = Laba setelah pajak + bunga (1-pajak)

3) *Terminal Cash Flow*

Merupakan aliran kas yang diperoleh pada waktu proyek berakhir. Terminal cash flow biasanya terdiri dari cashflow nilai sisa investasi dan pengembalian modal kerja.

- d. Proyeksi laba – rugi Pernyataan rugi laba suatu perusahaan menyatakan keadaan penerimaan atau pemasukan, biaya dan rugi laba perusahaan dalam suatu periode tertentu.
- e. Kriteria penilaian investasi. Kriteria kelayakan investasi yang digunakan, antara lain: nilai sekarang / *Net Present Value (NPV)*, *Net Benefit Cost Ratio*

(Net B/C), periode pengembalian / *Pay Back Period* (PBP), dan tingkat pengembalian investasi / *Internal Rate of Return* (IRR) (Ibrahim, 2009).

2.13 Capital Budgeting

Capital budgeting merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis kelayakan suatu proyek atau suatu jenis investasi dalam jangka panjang yang diharapkan akan menghasilkan keuntungan di masa yang akan datang (Peterson, Pamela, 2013). Investasi jangka panjang yang dilakukan dapat berupa pembelian mesin baru untuk meningkatkan produksi ataupun pembangunan pabrik atau gedung untuk memperluas kegiatan perusahaan. Menurut Verbeeten (2005), *Capital budgeting* adalah proses menganalisis proyek untuk memutuskan apakah perusahaan sebaiknya melakukan investasi tersebut atau tidak. Proses analisis proyek dengan *Capital Budgeting* dikelompokkan tiga yaitu :

- a. Analisis biaya modal (*cost of equity* atau *cost of capital*) yaitu penentuan dari tingkat pengembalian yang diharapkan oleh investor.
- b. Analisis risiko, semakin tinggi risiko atas proyek tersebut maka semakin besar pula biaya modal yang diharapkan investor.
- c. Analisis *Cash Flow*, dapat dievaluasi dengan beberapa metode, seperti net present value, internal rate of return dan sebagainya.

Menurut Brealey et al. (2008), *Capital budgeting* mempunyai arti sangat penting bagi perusahaan karena:

- Dana yang dikeluarkan akan terikat dalam jangka waktu yang panjang. Perusahaan harus menunggu selama waktu yang panjang sampai dana yang di investasikan dapat diperoleh kembali oleh perusahaan.
- Pengeluaran dana untuk keperluan tersebut biasanya meliputi jumlah yang besar, dan dana tersebut tidak dapat diperoleh dalam jangka waktu yang pendek
- Persyaratan modal kerja berhubungan erat dengan ukuran dan utilisasi dari aktiva tetap

- Investasi dalam aktiva tetap menyangkut harapan terhadap hasil penjualan di waktu yang akan datang. Kesalahan dalam forecasting akan dapat mengakibatkan adanya *over or under investment* dalam aktiva tetap
- Kesalahan dalam pengambilan keputusan mengenai pengeluaran modal akan mempunyai akibat yang panjang dan berat.

2.13.1 Proses Analisa Proyek Dengan *Capital Budgeting*

Menurut Ross et al. (2010) Proses yang harus dilakukan untuk mengevaluasi proyek jangka panjang dengan *capital budgeting* adalah sebagai berikut :

- a. Melakukan analisis biaya modal (*cost of capital*), yaitu menentukan besarnya tingkat pengembalian (*required rate of return*) yang disyaratkan oleh pihak I pihak yang terlibat dalam struktur pendanaan dari investasi proyek tersebut.
- b. Membuat estimasi arus kas (*cash flow*) dari proyek, baik yang akan dikeluarkan sebagai investasi awal maupun arus kas yang akan menjadi penerimaan (*cash inflow*) dan pengeluaran (*cash outflow*) selama jangka waktu tertentu sesuai dengan umur manfaat proyek
- c. Melakukan evaluasi dengan beberapa metode dalam *capital budgeting*, seperti *Payback Period*, *Net Present Value*, *Internal Rate of Return* dan lain-lain.

2.13.2 *Cost of Capital*

Menurut Damodaran (2001), Dalam analisis biaya modal (*cost of capital*) perusahaan harus menentukan tingkat pengembalian yang disyaratkan (*required rate of return*) dari investasi yang akan dilakukan dengan tujuan untuk dapat memaksimalkan *value* dari perusahaan. Besarnya tingkat pengembalian yang harus ditentukan berkaitan dengan resiko yang terdapat dalam investasi tersebut.

Dalam *capital budgeting*, tingkat keuntungan / tingkat diskonto yang disesuaikan dengan resiko tersebut disebut *risk – adjusted discount rate*, dimana proyek dengan resiko sedang akan didiskontokan dengan biaya modal rata-rata perusahaan,

sedangkan proyek dengan resiko yang tinggi akan didiskontokan dengan biaya modal yang lebih tinggi.

2.13.2.1 *Capital Asset Pricing Model (CAPM)*

Menurut Damodaran (2001), Jika perusahaan membiayai proyek investasi yang dilakukan dengan menggunakan modal sendiri, maka metode CAPM dapat digunakan untuk menentukan *required rate of return* pada *equity*. Tingkat keuntungan yang disyaratkan untuk saham dalam metode CAPM tergantung pada tingkat keuntungan bebas risiko dan premi atas risikonya. Risiko tersebut dinyatakan dalam β (Beta) yang menunjukkan tingkat kepekaan suatu saham terhadap portfolio pasar.

Rumus CAPM yaitu :

$$k_e = R_f + \beta(R_m - R_f) \quad (2.1)$$

Dimana :

k_e = Tingkat pengembalian atas ekuitas yang diinginkan

R_f = Tingkat pengembalian bebas risiko

R_m = Tingkat pengembalian portfolio pasar

β = Sistematis Risk

2.13.2.2 *Weighted Average Cost of Capital (WACC)*

Menurut Ross, et al. (2010). Metode rata-rata tertimbang dari biaya modal atau *Weighted Average Cost of Capital (WACC)* digunakan jika perusahaan dalam membiayai investasinya tidak hanya menggunakan modal sendiri tetapi juga menggunakan dana tambahan dari pihak lain. Akibatnya perusahaan akan menentukan tingkat pengembalian yang lebih tinggi karena perusahaan terlebih dahulu harus memenuhi semua kewajibannya kepada kreditor tersebut, baru kemudian nilai sisa dari investasi tersebut akan diperuntukkan bagi para pemegang saham yang mewakili posisi dari perusahaan. Nilai WACC ditentukan oleh proporsi utang dan ekuitas dalam perusahaan. Untuk itu selain diperlukan perhitungan *cost of equity* dari proyek ini, maka perlu juga menghitung *cost of debt* nya.

Perhitungan *cost of debt* :

$$\text{Cost of Debt} = k_d \times [1 - T] \quad (2.2)$$

Dimana :

k_d = Bunga bank

T = *Effective tax rate*

Rumus WACC yaitu :

$$\text{WACC} = (k_e \times W_e) + (k_d[1 - T] \times W_d) \quad (2.3)$$

Dimana :

W_e = Proporsi ekuitas dalam total modal

W_d = Proporsi hutang dalam total modal

k_e = *Cost of equity*

2.13.3 Metode Analisis Dalam *Capital Budgeting*

Menurut Verbedeen (2005), Analisis finansial untuk menilai kelayakan suatu proyek investasi merupakan suatu cara yang dilakukan dengan membandingkan biaya yang harus dikeluarkan dengan penerimaan yang diharapkan diterima dari proyek investasi tersebut. Untuk investasi yang diproyeksikan memperoleh pendapatan yang berkelanjutan selama periode tertentu, maka perhitungan dilakukan dengan *discounted cashflow*. Beberapa kriteria dalam capital budgeting yang dapat digunakan untuk mengevaluasi investasi jangka panjang adalah *Net Present Value* dan *Internal Rate Of Return*.

2.13.3.1 *Payback Period*

Menurut Ross et al. (2010), *payback period* suatu investasi menggambarkan jangka waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan kembali dana yang telah diinvestasikan dalam suatu proyek. Periode waktunya adalah jumlah waktu yang dibutuhkan perusahaan dari sejak awal dana diinvestasikan hingga tercapainya arus kas bersih secara kumulatif sama dengan investasi awal yang dilakukan. *Metode payback period* banyak digunakan karena perhitungannya yang mudah dan sederhana. Pengukuran dengan metode *payback period* didasarkan pada pertimbangan likuiditas perusahaan. Semakin pendek usia suatu investasi, maka

akan semakin kecil resiko ketidakpastian yang ditimbulkan. Sehingga semakin pendek jangka waktu pengembalian investasi proyek, maka proyek tersebut semakin layak untuk dijalankan. Kekurangan pada metode *payback period* antara lain :

- Metode *payback period* tidak memperhitungkan konsep *time value of money*
- Metode ini mengabaikan arus kas yang diterima setelah periode pengembalian atau sesudah *payback period* tercapai.
- Perhitungan dengan metode ini tidak memberikan gambaran apakah investasi dapat meningkatkan nilai dari perusahaan atau tidak

Perhitungan *payback period* yaitu :

$$\text{Payback Period} : \frac{IO}{CFt} \quad (2.4)$$

Dimana :

IO : *Initial outlay*

CFt : Arus kas tahunan yang dihasilkan

Rumus *payback period* digunakan apabila estimasi pendapatan yang diperoleh tiap tahunnya sama besar. Sementara jika pendapatan yang diperoleh setiap tahunnya tidak sama besar maka pendapatan setiap tahun dijumlahkan hingga kumulatifnya mencapai jumlah *initial outlay*

2.13.3.2 Net Present Value (NPV)

Menurut Ross et al. (2010), *Net Present Value* merupakan metode untuk mengevaluasi kelayakan suatu proyek yang paling umum digunakan oleh perusahaan – perusahaan. Metode ini digunakan untuk mengatasi kekurangan yang ada dalam metode *payback period*, karena dalam metode ini telah memperhitungkan *time value of money*.

Dalam metode ini pertama-tama dihitung nilai uang sekarang dan komulatif arus kas masuk bersih (*cash inflows*) yang diharapkan dimasa mendatang dan nilai uang sekarang dari arus kas keluar (*cash outflows*) atas biaya dasar modal (*cost of*

capital) dari proyek atas *discount rate* tertentu yang diinginkan. Selesih antara jumlah nilai uang sekarang (*present value*) dari arus kas masuk yang diperkirakan didapat dari investasi yang ditanamkan dengan nilai invests yang dikeluarkan untuk membiayai proyek yang dinamakan *Net Present Value (NPV)*.

Apabila NPV adalah positif maka usulan investasi tersebut dapat diterima atau berarti bahwa investasi yang akan dilakukan pada akhirnya dapat meningkatkan nilai dari perusahaan, sebaliknya jika NPV yang diperoleh negatif maka usulan investasi atas proyek tersebut ditolak atau dapat dikatakan investasi tersebut akan dapat mengurangi nilai dari perusahaan. Sedangkan jika NPV hasilnya sama dengan nol maka dapat diartikan bahwa investasi yang akan dilakukan pada akhirnya tidak akan mengubah nilai perusahaan tersebut.

$$NPV = \sum_{t=1}^N \frac{CFt}{(1+K)^t} - IO \quad (2.5)$$

Dimana :

NPV = Nilai sekarang dari investasi

CFt = Arus kas tahunan yang dihasilkan oleh proyek

k = *required rate of return*

N = Umur proyek investasi

IO = *Initial outlay* / modal yang dikeluarkan

Selain telah memperhitungkan *time value of money*, kelebihan lain dari metode *Net Present Value* antara lain :

- Telah memperhitungkan semua arus masuk yang ada
- Mempertimbangkan resiko dari arus masuk pada masa depan untuk pengembalian modal investasi
- Melalui perhitungan dengan metode NPV dapat diketahui dengan jelas apakah investasi yang dilakukan dapat menaikkan nilai perusahaan atau tidak

Kekurangan dari metode NPV selain harus menentukan terlebih dahulu *required rate of return* atau perhitungan *cost of capital*-nya.

2.13.3.3 Internal Rate of Return (IRR)

Menurut Damodaran (2001), *Internal rate of return* merupakan suatu tingkat diskonto yang dinyatakan dalam persentase yang menghitung tingkat bunga (*discount rate*) yang membuat nilai sekarang dari arus kas bersih proyek sama dengan nilai sekarang dari investasinya. IRR merupakan tingkat bunga yang membuat NPV dari proyek sama dengan nol. Rumus dari *Internal Rate of Return* yaitu:

$$IO = \sum_{t=1}^N \frac{CFt}{(1+IRR)^t} - IO \quad (2.6)$$

Dimana :

$NPV = 0$

CFt = Arus kas tahunan yang dihasilkan oleh proyek

IRR = Tingkat diskonto (*discount rate*)

N = Umur proyek investasi

IO = *Initial outlay* / modal yang dikeluarkan

Jika perhitungan IRR lebih besar dari *cost of capital*-nya, maka return yang dihasilkan lebih besar dari yang diharapkan. Dengan return yang lebih besar maka usulan proyek investasi tersebut dapat diterima. Sebaliknya jika IRR lebih kecil dari *cost of capital*-nya, maka diperkirakan *return* yang dihasilkan dari usulan investasi lebih kecil dari yang diharapkan.

2.14 Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas atau sering dikenal dengan istilah analisis kepekaan bertujuan untuk mengetahui pengaruh berbagai faktor luar dan dalam suatu proyek terhadap kemampuan proyek atau industri mencapai jumlah hasil penjualan dan keuntungan. Suatu analisis sensitivitas diperlukan dalam studi kelayakan finansial, terutama untuk proyek investasi yang berumur panjang (10-15 tahun) (Soeharto, 2002). Selama usaha berjalan, kemungkinan beberapa faktor akan berubah dan mempengaruhi kelayakan usaha, sehingga dilakukan analisis sensitivitas atau kepekaan untuk kondisi normal dan kondisi dimana ada perubahan faktor-faktor tersebut. Analisis sensitivitas memberikan gambaran sejauh mana proyek atau

rencana industri akan tetap layak secara finansial jika terjadi perubahan-perubahan pada faktor-faktor tersebut.

Analisis sensitivitas ini dapat dikombinasikan melalui 3 (tiga) bentuk kemungkinan, yaitu: *base*, *optimistic* dan *pessimistic*. Menurut Karanavic et al. (2010), *analytical technique* dapat digunakan untuk memilih *optimal project* jika dikombinasikan dengan benar, dan dalam menyeleksi proyek yang paling optimal dapat dicapai jika menggunakan paling sedikit dua kombinasi pada penerapan *analytical technique*.

Analisis sensitivitas dapat memberikan pandangan ke dalam bauran biaya variable dan biaya tetap dari suatu proyek (*operating leverage*) (Emery,1997), dimana risiko dari suatu proyek bergantung dengan keadaan yang lain. Yang dimaksud dengan *operating leverage* adalah bagaimana perubahan dalam penjualan akan berpengaruh terhadap profit perusahaan.

2.15 Kriteria dan Prosedur Investasi PT ABC

Dalam rangka menetapkan kerangka kerja pengelolaan investasi secara efektif dan efisien di PT ABC untuk mempertahankan tingkat pertumbuhan dan perkembangan yang dikehendaki secara optimal dan berkesinambungan (*sustainable growth and corporate sustainability*) maka kriteria investasi yang ada di perseroan antara lain :

1. Segala pengeluaran untuk memperoleh aset berwujud atau tak berwujud, serta penyertaan modal yang memenuhi kriteria sebagai berikut:
 - a. Diadakan dengan cara membeli, membangun, dan/ atau memodifikasi aset yang ada.
 - b. Digunakan dalam operasi perusahaan termasuk untuk tujuan administratif atau tujuan lainnya yang memberikan manfaat di masa depan baik secara langsung ataupun tidak langsung.
 - c. Mempunyai umur manfaat lebih dari 1 (satu) tahun.
 - d. Memenuhi nilai minimal *Capex*.
 - e. Sesuai dengan kebijakan akuntansi yang berlaku.
2. *Capex* yang dilakukan guna memenuhi persyaratan ketentuan dan

perundangan yang berlaku (*mandatory*), dapat dikecualikan dari persyaratan.

3. Pengeluaran biaya yang tidak memenuhi kriteria *Capex* seperti penelitian, penyelidikan, pengujian, studi, atau observasi yang berdiri sendiri (dilakukan sebelum menjadi *Capex* dan disetujui), tidak dapat dimasukkan sebagai *Capex* tetapi sebagai biaya *Opex* (*operational expenditure*).
4. Biaya yang dimaksud dalam angka 3 di atas, bila kegiatan-kegiatan tersebut dilakukan ditengah perjalanan tahun rencana kerja dan anggaran perusahaan, maka dilakukan pengajuan pelampauan biaya *Opex* (*operational expenditure*) sesuai dengan mekanisme yang ditetapkan.
5. Pengeluaran untuk aset yang tidak memenuhi nilai minimal *Capex*, bukan merupakan *Capex* dan dicatat sebagai beban *Opex* pada tahun pengeluaran yang bersangkutan dan harus tetap dikelola serta dicatat terpisah dari pencatatan untuk laporan keuangan (*extracomptable*).
6. *Development Capex* dipersyaratkan mampu memberikan *Internal Rate of Return (IRR) ≥ Weighted Average Cost of Capital (WACC)*.
7. *Capex* harus selaras dengan strategi bisnis Induk dalam RKAP tahun berjalan.

2.16 Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan pembahasan anaisa kelayakan finansial sehingga dapat menjadi referensi didalam penulisan case base report ini. Ringkasan dapat dilihat pada Tabel 2.9 berikut.

Tabel 2.7 Penelitian Terdahulu Tentang Studi Kelayakan

Nama Penulis	Judul	Tahun	Kesimpulan
Bagus Kristanto	Studi Kelayakan Investasi Sistem Informasi Akademik di STIKES PEMKAB Jombang Berdasarkan Information Economics	2017	Investasi system informasi layak dijalankan. Hal ini berdasarkan ROI, NPV dan Payback Period

Surono Diharjo	Analisis Investasi Proyek Pelaksanaan Di Koneksi Penambangan Batubara	2014	Berdasarkan analisa investasi menggunakan metode discounted cashflow proyek layak dijalankan. Hal ini berdasarkan NPV, IRR, Payback Period dan $MARR_{investasi}$
Dudi Abdurrahman	Evaluasi Kelanjutan Pembangunan Pasar Ikan Higienis Kabupaten Indramayu	2007	Pembangunan dapat dilanjutkan dengan komposisi pendanaan 70% dari swasta dan 30% dari Pemda. Hal ini berdasarkan benefit cost ratio, IRR, Payback period dan $MARR_{investasi}$
Leonardo	Analisa Kelayakan Teknis dan Finansial pada Proyek Apartemen Dian Regency Surabaya	2013	Nilai investasi sebesar Rp. 175.527.087.514 diperoleh dengan pinjaman bank sebesar 60% dari modal, dengan bunga 12% pertahun. Proyek Apartemen Dian Regency Surabaya layak berdasarkan NPV, IRR dan MARR
Rachmad	Analisa Kelayakan Finansial Proyek PLTGU	2007	Berdasarkan analisa keputusan manajemen, maka proyek PLTGU combined cycle 660 MW layak diterima pada scenario normal dengan loan interest 3,75% dan harga bahan bakar USD 3/MMBTU

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 3

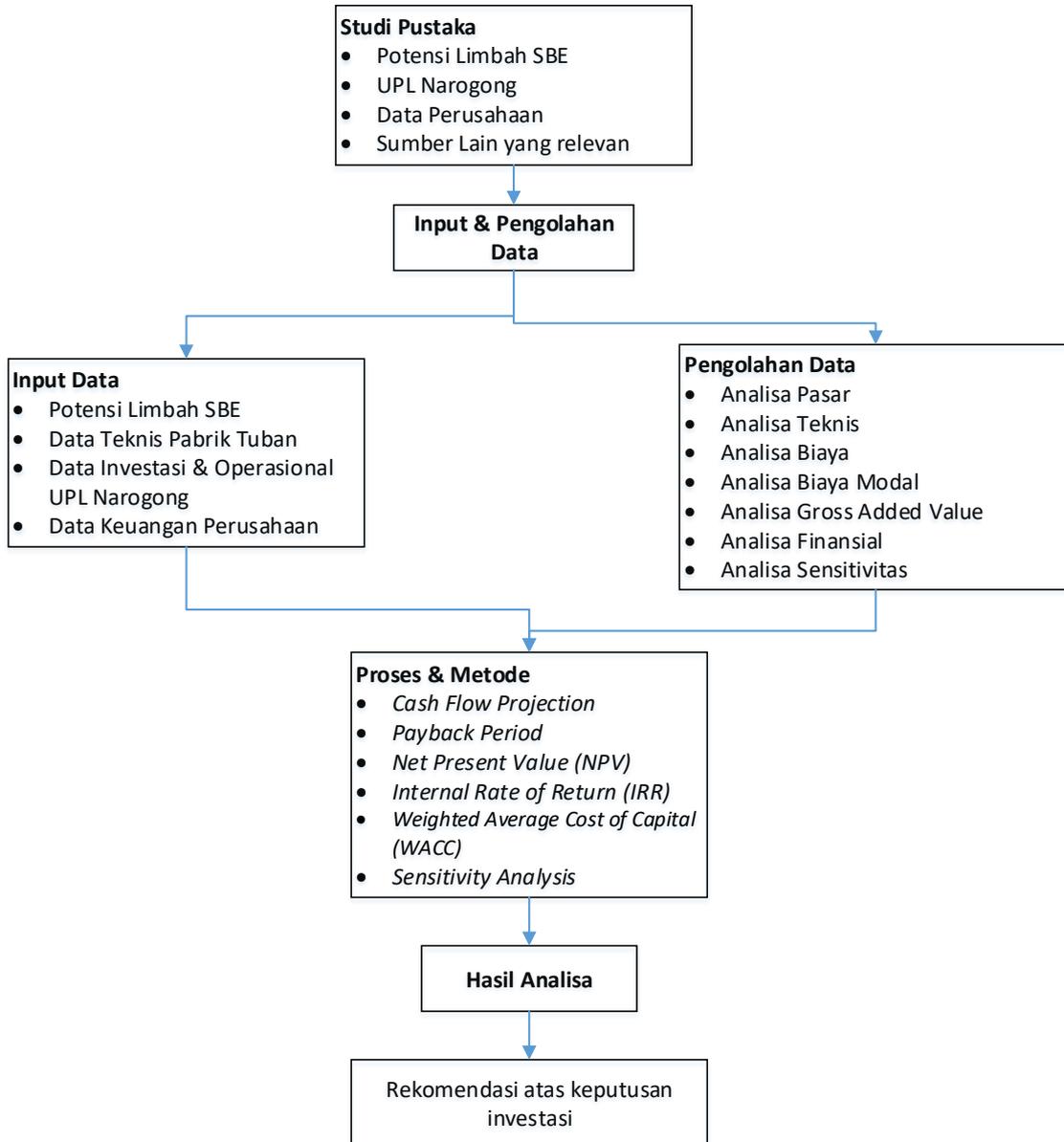
METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan menjelaskan mengenai tahapan pelaksanaan penelitian tentang analisa kelayakan pembangunan fasilitas pemanfaatan limbah di pabrik Tuban.

Metode yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini adalah :

- a. Studi literatur, dimana studi ini didapat dari artikel-artikel jurnal maupun buku-buku yang mendukung kegiatan penelitian ini berjalan
- b. Melakukan diskusi dan brainstorming dengan tim dilapangan dan department-department yang terkait dengan penelitian ini
- c. Melakukan survei dan wawancara secara langsung pengelolaan limbah yang saat ini telah berjalan di UPL *plant* Narogong
- d. Melakukan survei dan wawancara industri pengelolaan CPO untuk mendapatkan data dan juga analisis pasar saat ini maupun mendatang
- e. Melakukan analisa kelayakan ekonomi untuk mendapatkan hasil dan kesimpulan bagi perusahaan serta memberi gambaran rancangan pengelolaan limbah beserta potensial benefit didalamnya.

Adapun diagram alir penelitian digambarkan pada :



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.1 Tahap Pengumpulan Data

Dalam melakukan penelitian diperlukan data dan informasi yang berkaitan dengan objek penelitian. Untuk memenuhi kebutuhan ini, maka pada tahap ini berisi aktivitas studi literature, wawancara, studi dokumen perusahaan dan observasi.

3.1.1 Studi Literatur

Penelitian tanpa dasar ilmu atau landasan teori tidak dapat divalidasi dan verifikasi kebenarannya, oleh karena itu pada tahap ini akan dilakukan studi literatur untuk menambah wawasan dalam melakukan penelitian. Literatur yang digunakan adalah literatur yang berkaitan dengan penelitian.

3.1.2 Studi Dokumen Perusahaan

Studi dokumen perusahaan perlu dilakukan untuk mendapatkan data dan informasi yang akan diteliti. Data – data perusahaan yang digunakan didalam penelitian antara lain : Data existing pengelolaan limbah pada pabrik Narogong, data teknis pabrik tuban serta data keuangan perusahaan.

3.1.3 Observasi

Aktivitas observasi dilakukan melalui pengamatan dan pencatatan langsung untuk memperoleh data dari fasilitas UPL pabrik narogong. Aktivitas observasi juga dilakukan pada pabrik tuban untuk meninjau lokasi yang akan dibangun fasilitas pengelolaan limbah.

3.1.4 Wawancara

Wawancara adalah satu dari beberapa cara untuk mengumpulkan informasi, wawancara biasanya digunakan untuk mengumpulkan informasi mengenai kondisi internal perusahaan saat ini dan yang diharapkan di masa depan. Wawancara dalam penelitian ini dilakukan secara langsung dengan kepala bagian UPL Pabrik Narogong, Kepala Bagian Pabrik Tuban III dan Kepala Dept Perencanaan Strategis Perusahaan.

3.2 Analisa Pasar

Analisa pasar yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui potensi pasar dan proyeksi volume limbah SBE yang dihasilkan sampai dengan umur manfaat fasilitas pemanfaatan limbah SBE. Proyeksi volume SBE yang dilakukan sampai dengan tahun 2030 dengan mempertimbangkan factor-faktor yang mempengaruhi peningkatan atas limbah SBE. Selain itu analisa pasar juga dilakukan untuk mengetahui pemetaan *competitor* / perusahaan yang bergerak pada bidang pengelolaan limbah di Indonesia. Analisa juga dilakukan untuk mengetahui berapa

jasa pemusnahan / pengelolaan limbah SBE yang ada dan proyeksi sampai dengan tahun 2030. Penelitian dilakukan berdasarkan referensi dari studi pustaka, data perusahaan, laporan dari instansi pemerintah terkait, laporan dari asosiasi perusahaan sawit nasional, serta wawancara terhadap karyawan dari perusahaan penghasil minyak kelapa sawit.

3.3 Analisa Teknis

Analisis teknis diperlukan untuk mengetahui berapa kapasitas fasilitas pengelolaan limbah SBE dengan mempertimbangkan analisis proses, analisis desain, dan jadwal pelaksanaan proyek. Analisis proses dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kapasitas kiln dapat membakar limbah SBE tanpa mengganggu proses kalsinasi, operasional kiln, dan kualitas klinker dengan melakukan perhitungan simulasi proses dan operasional. Analisis desain dilakukan untuk menentukan *flow* proses dan mengidentifikasi peralatan yang diperlukan serta penentuan umur teknis peralatan untuk membangun fasilitas pemanfaatan limbah SBE. Analisa dilakukan berdasarkan referensi data perusahaan PT ABC dan data perusahaan PT DEF.

3.4 Analisa Finansial

3.4.1 Analisa Biaya

Setelah mengetahui kapasitas dan spesifikasi equipment maka analisa biaya diperlukan untuk mengetahui berapa biaya investasi dan biaya operasional selama umur investasi

3.4.1.1 Analisa Biaya Investasi

Analisa biaya investasi dilakukan untuk mengetahui berapa total biaya investasi sampai dengan *commercial*. Total biaya investasi terdiri dari biaya persiapan, biaya pekerjaan sipil, biaya pengadaan *main equipment*, biaya pekerjaan *mechanical* dan *electrical*, biaya ereksi serta biaya *commisioning*. Biaya pekerjaan sipil dihitung berdasarkan kondisi lapangan pada pabrik Tuban dengan

melibatkan tim internal perusahaan, serta biaya *equipment* dihitung dengan referensi biaya perolehan pada saat pembangunan fasilitas pemanfaatan limbah pada UPL Naragong dengan menyesuaikan nilai dolar dan inflasi. Serta biaya-biaya lain yang timbul dihitung berdasarkan referensi dari katalog perusahaan penyedia *equipment* tersebut.

3.4.1.2 Analisa Biaya Operasional

Analisa biaya operasional juga disebut harga pokok penjualan. Harga pokok penjualan terdiri dari harga pokok produksi dan biaya operasional tidak langsung. Biaya pokok produksi terdiri dari biaya energi listrik, biaya bahan bakar, biaya *maintenance* dan biaya tenaga kerja langsung. Biaya operasional tidak langsung terdiri dari biaya tenaga kerja tidak langsung, biaya *supply office*, biaya *marketing* dan depresiasi. Biaya – biaya tersebut dihitung dan diproyeksikan selama umur manfaat investasi sampai dengan tahun 2030 dengan berdasarkan data perusahaan, asumsi makro ekonomi, serta best praktis pada industri semen.

3.4.2 Analisis Biaya Modal (*Cost of Capital*)

Menurut Damodaran (2001), Dalam analisis biaya modal (*cost of capital*) perusahaan harus menentukan tingkat pengembalian yang disyaratkan (*required rate of return*) dari investasi yang akan dilakukan dengan tujuan untuk dapat memaksimalkan value dari perusahaan. Besarnya tingkat pengembalian yang harus ditentukan berkaitan dengan resiko yang terdapat dalam investasi tersebut. Metode yang digunakan untuk mengetahui biaya modal adalah dengan menggunakan metode rata-rata tertimbang / *Weighted Average Cost of Capital (WACC)*. Dimana data keuangan yang dibutuhkan berasal dari data perusahaan.

3.4.3 Analisa *Gross Added Value (GAV)*

Analisa GAV dilakukan untuk memproyeksi *revenue* / pendapatan secara langsung dan tidak langsung yang dihasilkan sampai dengan umur manfaat

investasi. Pendapatan langsung dihitung berdasarkan kontrak jasa pemusnahan limbah SBE berdasarkan yang telah diterima perusahaan. Pendapatan tidak langsung dihitung berdasarkan *saving* yang diterima perusahaan dari substitusi bahan bakar dan substitusi bahan baku dari limbah SBE. Perhitungan *GAV* dilakukan dengan mempertimbangkan kapasitas *design* yang telah dianalisa, asumsi jam dan hari kerja, *disposal cost* serta utilisasi dengan proyeksi kenaikan berdasarkan *best practice* industri yang ada.

3.4.4 Analisa Kelayakan Investasi

3.4.4.1 Payback Period

Metode ini menilai berapa lama proyek investasi fasilitas pemanfaatan limbah dengan dasar waktu yang dibutuhkan agar investasi tertutup dengan aliran kas masuk. Metode ini tidak memasukan bunga kedalam faktor perhitungan. Untuk menghitung *payback* period penulis menganalisa berdasarkan hasil pemanfaatan data atas analisa pasar, teknis dan biaya.

3.4.4.2 Net Present Value (NPV)

NPV merupakan metode yang memperhatikan nilai waktu dari uang. Metode ini untuk menilai proyek yang bersangkutan yang diperoleh berdasarkan selisih antara *cash flow* yang dihasilkan terhadap investasi yang dikeluarkan. Apabila NPV adalah positif maka usulan investasi tersebut dapat diterima atau berarti bahwa investasi yang akan dilakukan pada akhirnya dapat meningkatkan nilai dari perusahaan, sebaliknya jika NPV yang diperoleh negatif maka usulan investasi atas proyek tersebut ditolak. Untuk menghitung nilai NPV penulis menganalisa berdasarkan hasil pemanfaatan data atas analisa pasar, teknis dan biaya.

3.4.4.3 Internal Rate of Return (IRR)

IRR merupakan metode yang memperhitungkan tingkat diskonto yang dinyatakan dalam persentase yang menghitung tingkat bunga (*discount rate*) yang membuat nilai sekarang dari arus kas bersih proyek sama dengan nilai sekarang dari investasinya. IRR merupakan tingkat bunga yang membuat NPV dari proyek sama dengan nol. Jika perhitungan IRR lebih besar dari *cost of capital*-nya, maka *return*

yang dihasilkan lebih besar dari yang diharapkan. Dengan *return* yang lebih besar maka usulan proyek investasi tersebut dapat diterima. Sebaliknya jika IRR lebih kecil dari *cost of capital*-nya, maka diperkirakan *return* yang dihasilkan dari usulan investasi lebih kecil dari yang diharapkan. Untuk menghitung nilai IRR penulis menganalisa berdasarkan hasil pemanfaatan data atas analisa pasar, teknis dan biaya.

3.4.5 Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas atau sering dikenal dengan istilah analisis kepekaan bertujuan untuk mengetahui pengaruh berbagai faktor luar dan dalam suatu proyek terhadap kemampuan proyek atau industri mencapai jumlah hasil penjualan dan keuntungan. Suatu analisis sensitivitas diperlukan dalam studi kelayakan finansial, terutama untuk proyek investasi yang berumur panjang. Analisis sensitivitas memberikan gambaran sejauh mana proyek atau rencana industri akan tetap layak secara finansial jika terjadi perubahan-perubahan pada faktor-faktor tersebut. Untuk menghitung analisa sensitivitas penulis menganalisa berdasarkan hasil pemanfaatan antara potensi *revenue* dan nilai investasi yang dikeluarkan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 4

ANALISA PASAR DAN TEKNIS

4.1 Analisa Pasar

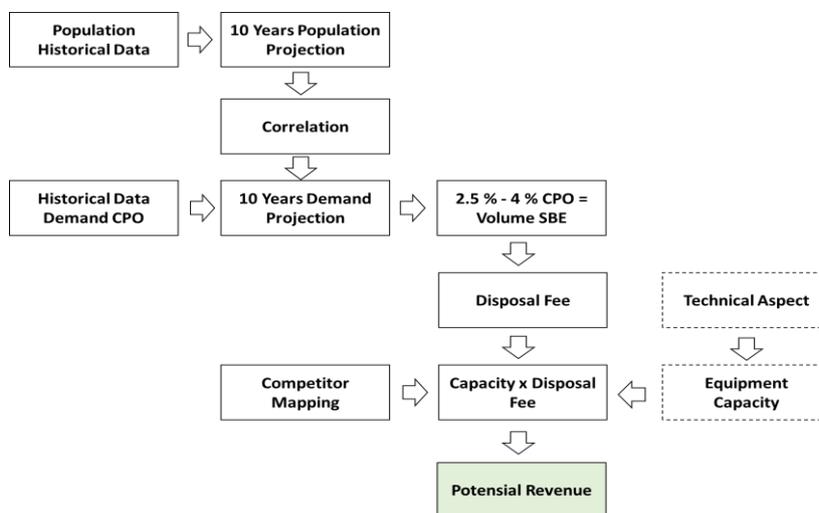
4.1.1 Permintaan Pasar

Permintaan merupakan reaksi yang terjadi dari barang atau produk yang ditawarkan kepada pasar atau konsumen. Perkiraan permintaan akan kebutuhan produk pada masa mendatang perlu terlebih dahulu dikaji ulang kecenderungan permintaan produk tersebut pada masa lampau dan masa sekarang. Data yang dikumpulkan berupa data kualitatif dan kuantitatif yang dikumpulkan secara selektif baik berupa data sekunder maupun primer.

Analisa pasar yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui potensi pasar dan proyeksi volume limbah SBE yang dihasilkan sampai dengan umur manfaat fasilitas pemanfaatan limbah SBE. Proyeksi volume SBE yang dilakukan sampai dengan tahun 2030 dengan mempertimbangkan factor-faktor yang mempengaruhi peningkatan atas limbah SBE. Selain itu analisa pasar juga dilakukan untuk mengetahui pemetaan kompetitor / perusahaan yang bergerak pada bidang pengelolaan limbah di Indonesia. Analisa juga dilakukan untuk mengetahui berapa jasa pemusnahan / pengelolaan limbah SBE yang ada dan proyeksi sampai dengan tahun 2030. Penelitian dilakukan berdasarkan referensi dari studi pustaka, data perusahaan, laporan dari instansi pemerintah terkait, laporan dari asosiasi perusahaan sawit nasional, serta wawancara terhadap karyawan dari perusahaan penghasil minyak kelapa sawit.

Pada penelitian ini, aspek pasar yang dianalisa bukanlah analisa permintaan atas suatu produk, akan tetapi analisa terhadap jumlah volume limbah SBE yang dihasilkan oleh produsen CPO yang ada di Indonesia. Pada kasus ini, PT ABC berperan sebagai jasa pemusnahan limbah SBE harus memetakan jumlah potensi limbah SBE yang ada di Indonesia dan berapa potensi volume yang dapat ditangkap oleh PT ABC berdasarkan pemetaan kompetitor dan kapasitas alat yang

akan dipasang. Gambaran perhitungan atas proyeksi limbah SBE dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Diagram proyeksi volume limbah SBE

4.1.2 Data Produksi CPO

Minyak sawit adalah salah satu minyak yang paling banyak dikonsumsi dan diproduksi di dunia. Minyak yang murah, mudah diproduksi dan sangat stabil ini digunakan untuk berbagai variasi makanan, kosmetik, produk kebersihan, dan juga bisa digunakan sebagai sumber biofuel atau biodiesel. Kebanyakan minyak sawit diproduksi di Asia, Afrika dan Amerika Selatan karena pohon kelapa sawit membutuhkan suhu hangat, sinar matahari, dan curah hujan tinggi untuk memaksimalkan produksinya. Produksi minyak sawit dunia didominasi oleh Indonesia dan Malaysia. Kedua negara ini secara total menghasilkan sekitar 85-90% dari total produksi minyak sawit dunia. Indonesia adalah produsen dan eksportir minyak sawit yang terbesar.

Dalam jangka panjang, permintaan dunia akan minyak sawit menunjukkan kecenderungan meningkat sejalan dengan jumlah populasi dunia yang bertumbuh dan karenanya meningkatkan konsumsi produk-produk dengan bahan baku minyak sawit seperti produk makanan dan kosmetik. Sementara itu, pemerintah di berbagai negara sedang mendukung pemakaian *biofuel*.

Dalam industri pengolahan kelapa sawit terdapat 3 hasil pengolahan diantaranya adalah CPO, *oleochemical* dan *biofuel*. Dimana hasil pengolahan terbesar menghasilkan CPO sebesar 84 %, biodiesel 10 % dan 6 % produk *oleochemical*. Data yang diambil pada penelitian ini adalah data histori khusus untuk permintaan CPO mulai dari tahun 2010 – 2019 yang ditunjukkan pada Gambar 4.2

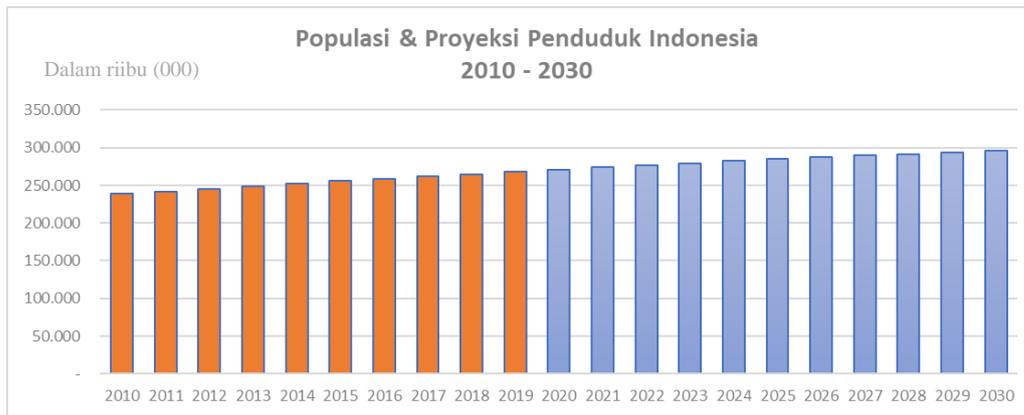


Gambar 4.2 Permintaan CPO di Indonesia tahun 2010-2019

4.1.3 Data Populasi Penduduk

Populasi penduduk merupakan cerminan dari jumlah konsumen minyak goreng sawit Indonesia sehingga populasi penduduk akan berpengaruh positif terhadap jumlah permintaan minyak goreng sawit. Hasil penelitian Rambe et.al (2012) menunjukkan bahwa populasi penduduk memiliki nilai yang sangat elastis baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Hal tersebut menggambarkan bahwa karakteristik produk minyak goreng sawit yang merupakan kebutuhan pokok masyarakat Indonesia sehingga saat terjadi pertumbuhan penduduk akan menyebabkan permintaan yang cukup besar terhadap minyak goreng sawit.

Data populasi penduduk Indonesia diambil berdasarkan data BPS dengan proyeksi pertumbuhan penduduk sampai dengan tahun 2030 yang ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Populasi dan Proyeksi Penduduk Indonesia tahun 2010 -2030

4.1.4 Proyeksi Demand CPO

Dalam memproyeksikan *demand* CPO tahun 2020 – 2030 penulis menggunakan analisis regresi kolerasi dimana menggunakan *variable historical* produksi CPO dan jumlah populasi penduduk Indonesia. Analisa korelasi regresi dipilih dikarenakan secara sederhana, penggunaan minyak goreng / CPO dipengaruhi oleh jumlah penduduk suatu negara sehingga untuk membuktikan hipotesa tersebut dilakukan analisa korelasi regresi, serta tujuan dari analisa korelasi untuk mengukur kekuatan (*strength*) atau tingkatan (*degree*) hubungan linier (*linear association*) antara dua variabel. Indonesia dan Malaysia merupakan eksportir minyak sawit terbesar di dunia. Berdasarkan data penjualan CPO tahun 2015-2019, terdapat penjualan untuk pasar ekspor sebesar 60-70% dari total produksi namun, pertumbuhan permintaan didalam negeri jauh lebih besar dibanding pertumbuhan permintaan untuk pasar ekspor. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Rambe et.al (2018), populasi penduduk berpengaruh signifikan terhadap permintaan minyak goreng sawit. Hal tersebut berimplikasi bahwa minyak goreng sawit dapat dikategorikan sebagai barang normal dan kebutuhan pokok di Indonesia. Sehingga dalam melakukan analisa regresi populasi dipilih sebagai *independent variable*.

Didalam analisa regresi mempelajari bentuk hubungan antara satu atau lebih peubah/variabel bebas (x) dengan satu peubah tak bebas (y) mempunyai persamaan:

$$y = a + b.x \tag{4.1}$$

Dimana :

a, b = Koefisien

y = Peubah tak bebas (*demand*)

x = Variabel bebas (*populasi penduduk*)

Tujuan dilakukannya regresi linear untuk mengetahui Apakah seperangkat atau sekumpulan variabel prediktor signifikan dalam memprediksi variabel respon? Variabel prediktor manakah yang signifikan dalam menjelaskan variable respon? Hal ini ditunjukkan dengan koefisien estimasi regresi. Koefisien estimasi inilah yang nantinya akan membentuk persamaan regresi. Dalam kasus ini, y merupakan *demand* CPO dan x adalah populasi penduduk. Hasil dari analisa regresi ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Regresi (*Summary Output*)

Regression Statistics	
Multiple R	0,976837459
R Square	0,954211421
Adjusted R Square	0,948487849
Standard Error	1852,113253
Observations	10

Tabel 4.2 *Koefisien Regresi*

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>
Intercept	-171165,1107	15806,7394	-10,82861597	4,6708E-06
X Variable 1	0,80485811	0,062334805	12,91185727	1,22462E-06

Interpretasi dari hasil regresi antara lain:

- **Multiple R**

Menunjukkan suatu ukuran untuk mengukur tingkat (keeratan) hubungan linear antara variabel terikat dengan seluruh variabel bebas secara bersama-sama. Pada kasus dua variabel (satu variabel terikat dan satu variabel bebas), besaran r (biasa dituliskan dengan huruf kecil untuk dua variabel) dapat bernilai positif maupun negatif (antara $-1 - 1$), tetapi untuk lebih dari dua variabel, besaran R selalu bernilai positif (antara $0 - 1$). Nilai R yang

lebih besar (+ atau -) menunjukkan hubungan yang lebih kuat. Hasil nilai Multiple R sebesar 0,977 menunjukkan bahwa populasi penduduk mempunyai hubungan linear yang kuat dengan demand CPO

- ***R Square***

R Square (R²) sering disebut dengan koefisien determinasi, adalah mengukur kebaikan (*goodness of fit*) dari persamaan regresi; yaitu memberikan proporsi atau persentase variasi total dalam variabel terikat yang dijelaskan oleh variabel bebas. Nilai R² terletak antara 0 – 1, dan kecocokan model dikatakan lebih baik kalau R² semakin mendekati 1. Berdasarkan hasil analisis, penulis yakin 95% bahwa sekitar 95% *demand* CPO di Indonesia ditentukan oleh jumlah populasi penduduk.

- **Koefisien Regresi**

Koefisien regresi menunjukkan persamaan korelasi untuk menentukan demand CPO dengan variable populasi penduduk, dari hasil analisa maka persamaannya adalah :

$$y = -171165 + 0,8048 x \quad (4.2)$$

Dimana :

y = Populasi penduduk Indonesia pada tahun tertentu

x = *Demand* CPO pada tahun tertentu

Dari hasil persamaan 4.2 , maka proyeksi demand pada tahun 2020 – 2021 ditunjukkan pada Gambar 4.4:



Gambar 4. 4 Proyeksi Demand CPO Indonesia tahun 2020 -2030

Hasil dari analisa menunjukan rata-rata tingkat pertumbuhan demand CPO pada tahun 2020 – 2025 mencapai 3,5% dan pertumbuhan demand CPO pada tahun 2026 – 2030 sebesar 3%.

4.1.5 Proyeksi Jumlah Limbah *Spent Bleaching Earth*

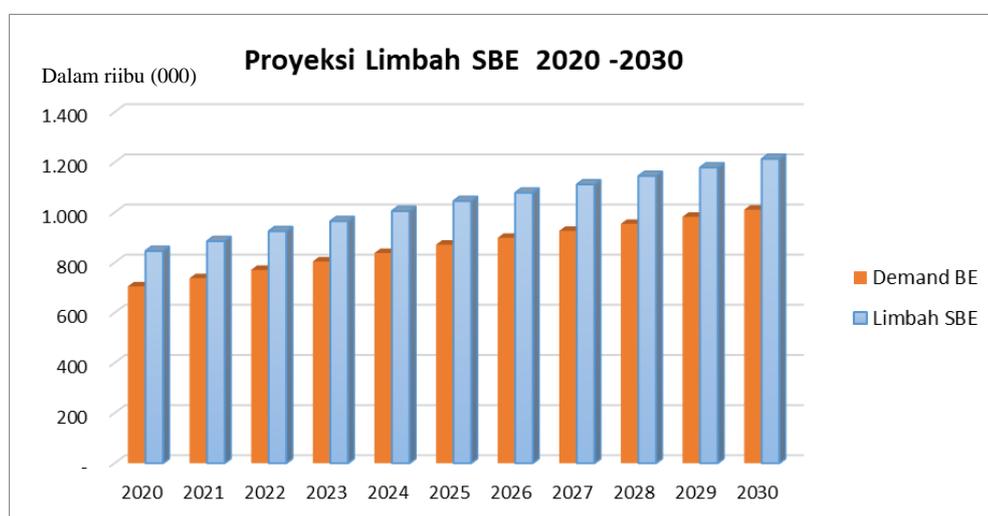
SBE dihasilkan pada proses pemurnian (*refinery*) dengan *bleaching earth* untuk menghilangkan pigmen warna yang terdapat di dalam *crude palm oil (CPO)* sehingga dihasilkan minyak yang lebih jernih. Young (1987) menyatakan bahwa digunakan sekitar 0,5% hingga 2,0% BE dari setiap massa CPO yang dimurnikan. Sedangkan menurut Parningotan et.al (2002). Jumlah bentonit yang diperlukan sebagai bahan penjernih minyak akan sama jumlahnya dengan 2,5% - 4,0% dari jumlah minyak sawit.

SBE yang berasal dari pemucatan CPO merupakan campuran antara *bleaching earth* dan senyawa organik yang berasal dari CPO. Senyawa organik yang berasal dari CPO sebagian besar merupakan senyawa trigliserida (fat) dan komponen organik dalam jumlah relatif kecil adalah digliserida, asam lemak bebas, protein, zat warna alami, dan wax. Selain itu dalam SBE juga masih terkandung komponen asam fosfat. Asam fosfat ini berasal dari proses *degumming* yang terbawa oleh CPO ke unit *bleaching* (Wahyudi, 2000). Sedangkan Menurut Taylor (1999) SBE masih mengandung residu minyak sebesar 20% - 40%. Berdasarkan data penelitian jumlah BE yang dibutuhkan untuk proses *bleaching* CPO dan komposisi SBE yang dihasilkan setelah proses *bleaching*, untuk memperhitungkan

berat rata-rata limbah SBE maka dalam memperhitungkan volume SBE menggunakan formula

$$Volume\ SBE = (Demand\ CPO \cdot 1,5\%) \times 120\% \quad (4.3)$$

Dengan menggunakan asumsi bahwa setiap massa CPO yang dimurnikan membutuhkan 1,5% massa bentonite. Sedangkan massa limbah SBE yang dihasilkan adalah 120% dari berat bentonite. Sehingga, setiap 1 ton CPO membutuhkan 15 kg bentonite dan menghasilkan SBE sebesar 18 kg. Berdasarkan data dan asumsi tersebut maka proyeksi limbah SBE pada tahun 2020 – 2030 ditunjukkan pada Gambar 4.5



Gambar 4.5 Proyeksi Limbah SBE tahun 2020 -2030

Berdasarkan data proyeksi limbah tersebut didapat pada tahun 2020 terdapat 846.000 ton SBE di seluruh Indonesia. Jika dibandingkan dengan informasi dari Ketua Umum Gabungan Industri Minyak Nabati Indonesia (GIMNI) Sahat Sinaga, memproyeksikan industri minyak nabati nasional menghasilkan sekitar 750.000 ton SBE per tahunnya, maka proyeksi pada tahun 2020 sekitar 13% di atasnya. Jika disaumsikan hari operasi dalam setahun adalah 320 Hari, maka terdapat 2644 ton/hari atau **110 ton/hari potensi limbah SBE** yang dihasilkan oleh produsen CPO di Indonesia. Jumlah ini belum termasuk akumulasi limbah SBE yang tidak terkelola pada tahun-tahun sebelumnya. Pasar yang akan ditangkap diharapkan

industri pengolahan kelapa sawit di area Jawa Timur, khususnya Gresik, Surabaya, dan Sidoarjo agar harga yang ditawarkan kompetitif.

4.1.6 Disposal Cost

Disposal cost adalah biaya jasa yang dikeluarkan oleh perusahaan penghasil limbah B3 kepada perusahaan yang mengelola limbah tersebut. Dalam penelitian ini, asumsi *disposal cost* hanya biaya pemusnahan limbah berdasarkan kontrak yang telah diterima sebelumnya antara Rp 350.000,- - Rp 400.000,- yang ditunjukkan pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Kontrak *Disposal Cost*

No	ID Limbah	Kode Limbah	Penghasil Limbah	Nama Limbah	Biaya
1	6251	B410	PT SMART - Marunda	Bottom Ash	Rp75.000
2	6249	B409	PT SMART - Marunda	Fly Ash	Rp75.000
3	6548	B413	PT SMART - Marunda	Spent Earth	Rp400.000

Berdasarkan data diatas, maka peneliti menggunakan *baseline disposal cost* sebesar **Rp 350.000,- per ton** limbah SBE dengan kenaikan 1% setiap 3 tahun.

Tabel 4.4 Proyeksi *Disposal Cost* SBE

Tahun ke -	<i>Disposal Cost</i> (Rp/ton)
1	350.000
2	350.000
3	350.000
4	353.500
5	357.035
6	367.746
7	378.778
8	397.717
9	417.603
10	438.483

4.1.7 Competitor Mapping

Pemetaan yang dilakukan merupakan pemetaan atas perusahaan – perusahaan yang mempunyai lini bisnis pengolahan limbah B3, baik perusahaan semen dan perusahaan non semen. Dikarenakan keterbatasan jenis limbah yang dikelola dan dimanfaatkan oleh masing-masing perusahaan, maka data limbah yang disajikan adalah campuran dari limbah B3, limbah medis dan limbah industri. Data pemetaan kompetitor ditunjukkan pada tabel 4.5

Tabel 4.5 Pemetaan Kompetitor

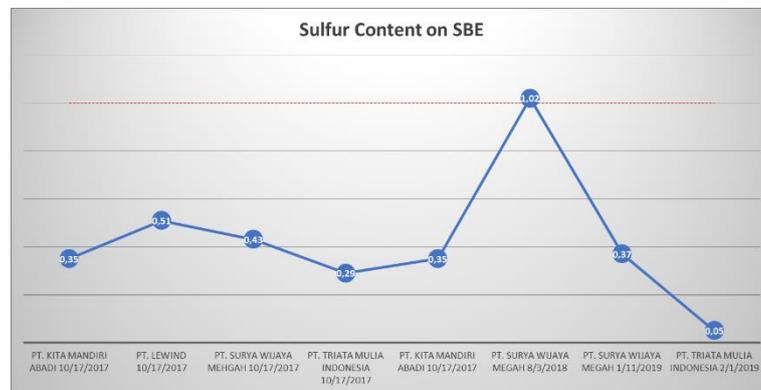
Perusahaan	Jenis Limbah	Lokasi	Kapasitas
PT. PPLI	Medis & Industri	Jawa Barat Batam	600.000 ton/year (20 ton/day)
PT Semen Baturaja	<i>Fly ash Bottom Ash</i>	Sumatera Selatan	<i>Fokus on fly ash and bottom ash, 3 ton/hour</i>
PT. Waste International	Medis & Industri	Banten Jawa Tengah	3 x 36 ton/day
PT. Tenang Jaya Sejahtera	Medis & Industri	Jawa Barat	7,2 ton/day
PT. Putera Restu Ibu Abadi	Medis & Industri	Mojokerto	16,8 ton/day
PT. Pengelola Limbah Kutai Kartanegara	Medis & Industri	Kalimantan Timur	12 ton/day
PT Arah Environmental Indonesia	Medis & Industri	Solo	12 ton/day
PT Indocement Tungal Perkasa	Industri	Jawa Barat	1 line kiln for industrial waste, 5 ton/hour
PT Cemindo Gemilang	Industri	Jawa Barat	1 line kiln for industrial waste, 3 ton/hour

Berdasarkan data pada Tabel 4.5, menunjukkan bahwa perusahaan yang ada sebagian melakukan pengelolaan limbah baik limbah industri ataupun limbah medis dan tidak fokus terhadap satu jenis limbah khususnya limbah SBE. Total kapasitas pemusnahan dari perusahaan pengelola limbah yang terkenal di Indonesia mempunyai kapasitas mencapai 500 ton/hari.

4.2 Analisa Teknis

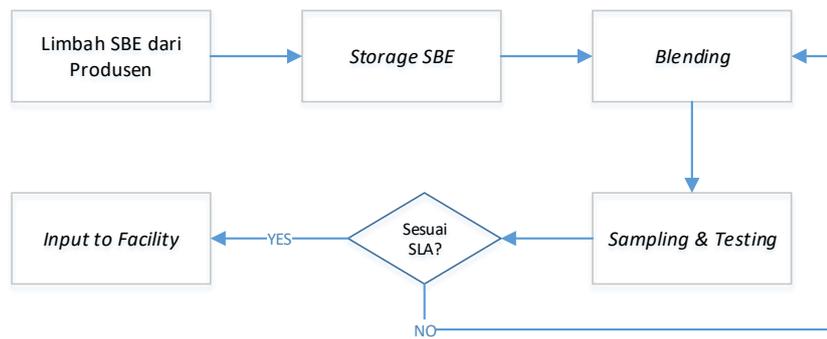
4.2.1 Analisa Proses

Analisa proses dilakukan untuk mengetahui berapa besar kapasitas kiln untuk dapat membakar limbah B3, khususnya limbah SBE tanpa mengganggu proses kalsinasi, operasional kiln dan kualitas klinker. Hal yang harus dijaga pada saat memasukkan limbah SBE ke dalam kiln adalah menjaga adanya pembakaran tidak sempurna yang menimbulkan CO dan komposisi limbah SBE harus dijaga dengan kadar sulfur (S) tidak lebih dari 1%. Pada kondisi aktual limbah SBE dari berbagai macam produsen mempunyai kadar sulfur bermacam-macam seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.6 Kadar Sulfur pada limbah SBE

Dikarenakan adanya limbah SBE yang mempunyai kadar S (Sulfur) lebih dari 1%, maka diperlukan *pre-processing* sebelum memasukkan limbah SBE ke dalam kiln. Diagram alir *pre-processing* ditunjukkan pada Gambar 4.8. Setiap SBE yang diterima harus dimasukkan ke dalam *storage* untuk dilakukan *blending*. SBE hasil *blending* diambil beberapa sampel untuk dilakukan pengujian untuk memastikan SBE sesuai *Service Level Agreement (SLA)*. Parameter-parameter yang dijadikan SLA terdapat pada Tabel 4.6



Gambar 4.7 Alur diagram *pre-processing* limbah SBE

Tabel 4.6 Parameter SLA limbah SBE

Parameter	Unit		Value
GHV (AR)	kcal/kg		2000±500
Sulfur (S)	%	Max	1
Total Chlor (Cl)	%	Max	0.6
Ash Content	%		40 - 70
Size	mm	Max	40

4.2.1.1 Simulasi Proses

Simulasi dilakukan untuk mengetahui pengaruh operasional / pembakaran dalam kiln terhadap jumlah SBE yang dimasukkan. Dari hasil simulasi proses, pada input SBE sebesar 8 tph diperlukan peningkatan setting *LSF rawmeal* agar standard kualitas clinker terpenuhi. Pada simulasi proses menggunakan batas input SBE sebesar 8 tph.

Parameter	Mixed Pile	CLINKER											
		SBE 0 tph Base Line		SBE 2 tph		SBE 4 tph		SBE 6 tph		SBE 8 tph			
		RM	CLK	RM	CLK	RM	CLK	RM	CLK	RM	CLK		
LSF (clk->96.5±0.5)	106.0	101.0	96.73	102.00 ▲ 1.00	96.80	103.00 ▲ 2.00	96.86	104.00 ▲ 3.00	96.90	105.00 ▲ 4.00	96.93		
SIM (Clk->2.25±0.05)	2.24	2.25	2.22	2.25	2.22	2.25	2.22	2.25	2.23	2.25	2.23		
ALM (Clk->1.55±0.05)	2.58	1.55	1.62	1.55	1.61	1.55	1.61	1.55	1.60	1.55	1.60		
MgO (<2)	1.36	1.19	1.84	1.18	1.84	1.17	1.84	1.17	1.83	1.16	1.83		
H2O	12.09	0.80		0.8		0.8		0.8		0.8			
FCaO (<1.8)			1.3		1.3		1.3		1.3		1.3		
C3S (56-62)			58.64		58.86		59.04		59.18		59.29		
C2S			12.07		11.88		11.73		11.61		11.52		
C3A (8-11)			9.42		9.37		9.31		9.26		9.20		
C4AF			11.01		11.02		11.02		11.03		11.03		
Prod (tph)			316.61		317.51 ▲ 0.89		318.40 ▲ 1.79		319.31 ▲ 2.69		320.22 ▲ 3.60		
Raw Mill Operation													
Mix (tph)		566.81		562.03		557.33		552.70		548.15			
BK_HG (tph) max.150		100.43		105.44 ▲ 5.01		110.38 ▲ 9.95		115.29 ▲ 14.80		120.01 ▲ 19.58			
C_Slag (tph) max.35		13.33		13.23 ▼ -0.10		13.14 ▼ -0.19		13.04 ▼ -0.29		12.95 ▼ -0.38			
Silika (tph) max.35		19.43		19.29 ▼ -0.14		19.16 ▼ -0.28		19.02 ▼ -0.41		18.89 ▼ -0.55			

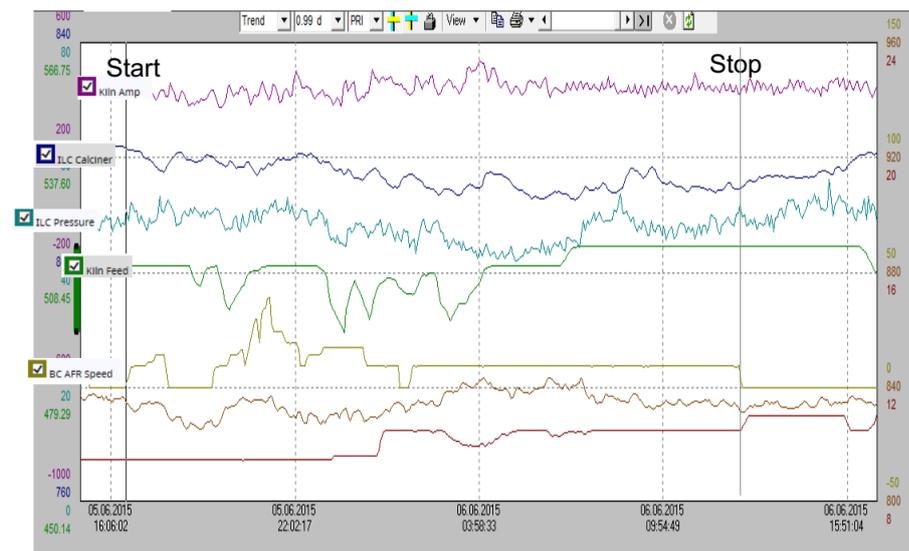
Gambar 4.8 Simulasi proses pengaruh SBE terhadap kualitas klinker

4.2.1.2 Simulasi Operasional

Simulasi operasional dilakukan dengan mengacu pada operasional yang dilakukan pada PT DEF. Parameter pada kiln yang diambil pada saat operasional

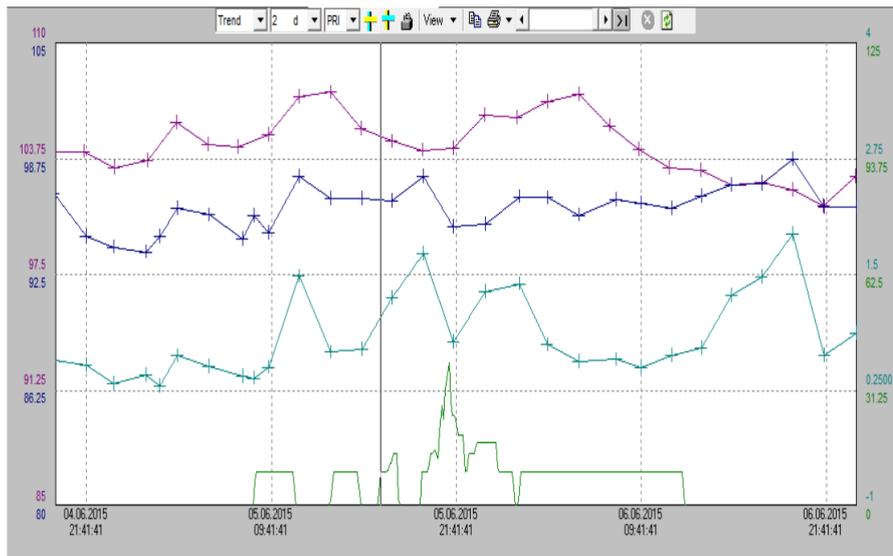
dengan *feedrate*: 7 tph (limitation CO ILC ~0.9% ID fan 86% pada *kilnfeed* 500tph) antara lain :

- CO ILC meningkat dari 0.1% to 0.9% at 7 tph *feedrate* (dengan coal rate yang sama)
- Tidak ada impact pada clinker SLF untuk jangka pendek (untuk jangka panjang perlu memperhatikan *raw mix design*)
- Suhu pada *ILC Calciner* meningkat.
- Tidak ada peningkatan pada amps kiln



Gambar 4.9 Pengaruh limbah SBE terhadap amps kiln

- Kualitas Clinker - Menurunnya LSF klinker (masih batas normal)

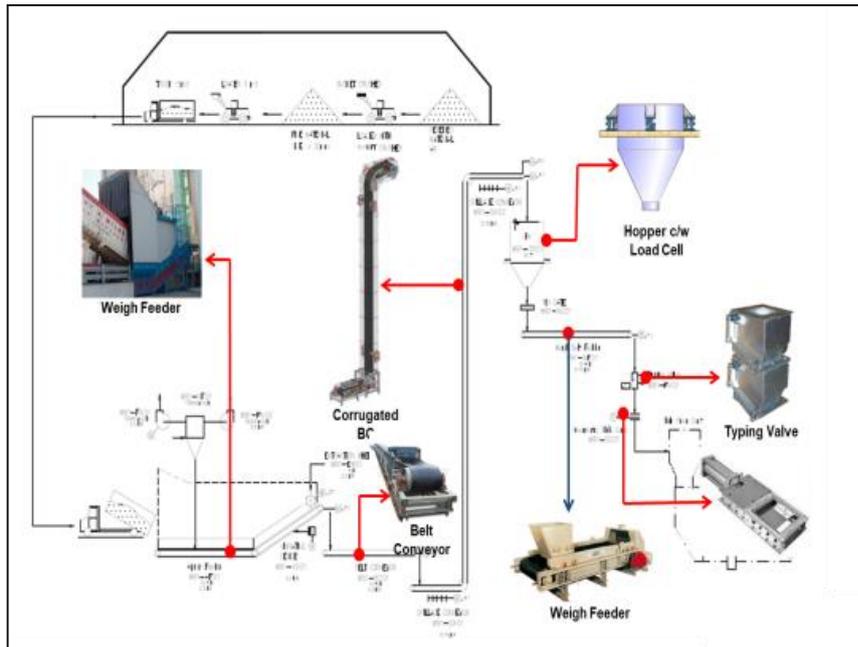


Gambar 4.10 Pengaruh limbah SBE terhadap kualitas clinker

Berdasarkan hasil analisa operasional dan simulasi analisa proses maka, volume limbah SBE yang dapat dimasukkan kedalam inlet kiln tanpa mengganggu operasional kiln dan kualitas clinker antara **7-8 tph**, dengan catatan limbah SBE yang dimasukkan harus melalui proses *pre-processing*.

4.2.2 Analisa Desain

Analisa desain digunakan untuk menentukan *flow* proses dan identifikasi equipment apa saja yang dibutuhkan untuk membangun fasilitas pemanfaatan limbah SBE. Pada penelitian ini batasan terhadap limbah SBE yang diperoleh sudah tersedia didalam *storage*, proses pengiriman dari produsen limbah sampai dengan *storage* dilakukan oleh pihak ketiga. Mekanisme proses dari pemanfaatan limbah SBE antara lain, limbah dibawa oleh truk dari *storage*. Limbah dimasukkan dalam *feeder* agar ukurannya menjadi lebih kecil kemudian melewati *vertical conveyor*. Dari *vertical conveyor* limbah dalam ukuran kecil akan dimasukkan kedalam *hopper*. Sebelum masuk kedalam inlet kiln limbah akan melewati *belt weight feeder* dan *double tipping valve* yang digunakan untuk mengatur berapa jumlah limbah yang masuk ke dalam kiln. Alur diagram proses pemanfaatan limbah ditunjukkan pada Gambar 4.12.



Gambar 4.11 Alur diagram proses pemanfaatan limbah SBE

Berdasarkan alur diagram yang ada, identifikasi pekerjaan dan *equipment* yang dibutuhkan ditunjukkan pada Tabel 4.7

Tabel 4.7 *List Equipment*

<i>Item</i>	<i>Jumlah</i>	<i>Satuan</i>
Engineering	1	lot
Pre - Processing		
Storage Limbah 8000 Ton (70 m x 36 m)	1	lot
Truck 15 Ton	1	ea
Loader 2 m ³	1	ea
Loader with Bucket Crusher	1	ea
Co - Processing		
Civil Work	1	lot
Samson Feeder	1	ea
Corrugate BC	1	ea
Weight Feeder	1	ea
Double Flap	1	ea
Safety, Fire suppression & Enviroment	1	lot
Electrical Equipment	1	lot
Commissioning	1	lot

4.2.3 Umur Teknis Peralatan

Berdasarkan equipment yang telah diidentifikasi pada Tabel 4.7 maka penentuan umur teknis peralatan dikelompokkan menjadi beberapa kelompok diantaranya :

- Bangunan : 20 Tahun
- Alat Berat : 8 Tahun
- Peralatan *Mechanical* : 15 Tahun
- Peralatan *Instrument & Electrical* : 10 Tahun

4.2.4 Jadwal Investasi

Rencana pelaksanaan proyek pembangunan fasilitas pemanfaatan limbah SBE pada pabrik Tuban dimulai dengan kajian pasar, teknis dan ekonomis yang ditargetkan dapat diselesaikan pada bulan Juli 2020. Pengajuan investasi dan persetujuan oleh manajemen PT ABC diharapkan dapat selesai pada bulan Desember 2020 bersamaan dengan persetujuan RKAP 2021. Pelaksanaan proyek dijadwalkan berlangsung selama 12 bulan, dimulai pada Januari 2021 sampai dengan Desember 2021. Target komersial fasilitas pemanfaatan limbah ini ditargetkan pada Januari 2022. Detail jadwal pelaksanaan terapat pada Gambar 4.13

ACTIVITY	2020				2021				2022
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1
KAJIAN PASAR & TEKNIS									
KAJIAN EKONOMIS									
PENGAJUAN INVESTASI DAN PERSETUJUAN									
ENGINEERING									
PROCUREMENT									
CONSTRUCTION									
COMMISSIONING									
COMMERCIAL									

Gambar 4.12 *Schedule Implementation*

4.2.5 Hasil Analisa Pasar – Teknis

Berdasarkan hasil analisa pasar dan teknis, dimana secara operasional fasilitas pemanfaatan limbah SBE dengan kapasitas operasi 8 ton/jam tidak berdampak pada operasional kiln dan kualitas klinker sehingga dengan kapasitas yang ada dan dibanding dengan volume SBE yang dihasilkan tiap tahunnya, maka fasilitas pemanfaatan limbah SBE diharapkan dapat menangkap **7% pangsa pasar** jasa pemusnahan limbah SBE di Indonesia.

BAB 5

ANALISA FINANSIAL

5.1 Analisa Biaya

5.1.1 Analisa Biaya Investasi

Biaya investasi merupakan seluruh komponen biaya pembangunan fasilitas pemanfaatan limbah yang terdiri dari : biaya persiapan dan *engineering*, biaya pembelian alat berat, biaya pekerjaan sipil, biaya pengadaan *main equipment*, biaya pekerjaan *mechanical & electrical*, biaya ereksi serta biaya *commisioning*.

Dalam pengelompokan biaya investasi terdiri dari :

5.1.1.1 Biaya *Engineering* & Persiapan

Biaya tersebut digunakan untuk biaya kajian engineering dan biaya persiapan seperti perjalanan dinas dan akomodasi tim proyek selama 1 tahun. Total biaya persiapan dan *engineering* untuk proyek ini adalah Rp 300.000.000,-

5.1.1.2 Biaya Fasilitas *Pre – Processing*

Pada fasilitas *pre-processing* terdiri dari penambahan luas storage limbah dan biaya pembelian alat berat.

a. *Extend Storage* Limbah 4000 Ton

Penambahan *storage* limbah yang ada dengan kapasitas 4000 Ton dengan ukuran 30 m x 36 m. Referensi biaya per m² pembangunan *storage* berdasarkan biaya pembangunan *storage* slag dengan biaya Rp 5.000.000 per m². Sehingga total biaya investasi yang dibutuhkan adalah Rp 5.500.000.000,-

b. *Truk 15 Ton*

Truk digunakan untuk mengangkut limbah dari *storage* ke feeder. Referensi biaya yang digunakan adalah truk Hino dengan harga Rp 595.000.000,-

c. *Loader 2 m³*

Loader digunakan untuk memindahkan dan menata limbah dari truk pengantar ke dalam *storage* limbah. Referensi biaya yang digunakan adalah *loader* komatsu dengan harga Rp 423.000.000,-

d. *Loader with Bucket Crusher*

Loader ini digunakan untuk menyaring dan mencacah / memperkecil ukuran limbah agar seragam agar memenuhi SLA dengan ukuran < 50 mm. Referensi biaya yang digunakan adalah *loader* dan *bucket crusher* ecomeca dengan harga Rp 752.500.000,-

5.1.1.3 Biaya Fasilitas *Co - Processing*

Pada fasilitas *co-processing* terdiri dari biaya-biaya pekerjaan sipil, *main equipment* dan *electrical*.

a. Pekerjaan Sipil

Pekerjaan sipil terdiri dari pekerjaan pondasi, pekerjaan galeri struktur *conveyor* dan bangunan untuk *main equipment*. Referensi harga pekerjaan sipil adalah pekerjaan sipil pada pembangunan fasilitas pada pabrik narogong dengan kenaikan inflasi selama 3 tahun dengan nilai Rp 11.053.687.000,-

b. *Samson Feeder*

Samson feeder digunakan untuk menerima dan mentransport material limbah. Kapasitas samson feeder yang ada dengan kapasitas 15 tph dengan referensi harga senilai Rp 5.685.897.000,-

c. *Corrugate BC*

Corrugate BC merupakan *equipment* untuk membawa material ke atas sebelum memasuki *hopper*. Kapasitas corrugate BC sama dengan kapasitas samson feeder sebesar 15 tph dengan referensi harga Rp 6.660.016.000,-

d. *Weight Feeder*

Weight feeder berfungsi untuk mengukur berat material limbah. Harga *weight feeder* ini senilai Rp 2.438.875.00,-

e. *Double Flap*

Double flap digunakan untuk mengontrol jumlah material yang akan keluar. Harga *double flap* ini senilai Rp 5.799.320.000,-

f. *Safety, Fire Suppression & Environment*

Peralatan ini meliputi peralatan *safety*, *fire suppression* dan pengendalian lingkungan dengan total nilai Rp 2.010.602.000

g. *Electrical Equipment*

Seluruh peralatan *electrical* dan instrumentasi yang dibutuhkan untuk mendukung pembangunan fasilitas pemanfaatan limbah dengan total nilai Rp 5.065.275.000

5.1.1.4 *Commissioning*

Biaya *commissioning* merupakan seluruh biaya yang digunakan pada fase *commissioning* samapai dengan faslitas pemanfaatan limbah siap untuk komersial. Total biaya yang dialokasikan pada fase *commissioning* adalah Rp 500.000.000,-

5.1.1.5 Total Biaya Investasi

Seluruh biaya investasi dalam pembangunan fasilitas pemanfaatan limbah SBE pada pabrik tuban digambarkan pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Total Biaya Investasi

<i>Item</i>	<i>Amount</i>	<i>Unit</i>	<i>Total Price</i>
Engineering	1	lot	300.000.000
Pre - Processing			
Waste Storage 8000 Ton (70 m x 36 m)	1	lot	5.500.000.000
Truck 15 Ton	1	ea	595.000.000
Loader 2 m3	1	ea	423.000.000
Loader with Bucket Crusher	1	ea	752.500.000
Co - Processing			
Civil Work	1	lot	11.053.687.000
Samson Feeder	1	ea	5.685.897.000
Corrugate BC	1	ea	6.660.016.000
Weight Feeder	1	ea	2.438.875.000
Double Flap	1	ea	5.799.320.000
Safety, Fire suppression & Environment	1	lot	2.010.602.000
Electrical Equipment	1	lot	5.065.275.000
Commissioning	1	lot	500.000.000
Investment Cost			46.784.172.000
Contingency (5%)			2.339.208.600
Total Investment Cost			49.123.380.600

5.1.2 Analisa Biaya Operasional

Total biaya operasional juga disebut juga harga pokok penjualan / *Cost of Good Sold (COGS)*. Harga pokok penjualan terdiri dari harga pokok produksi / *Cost of Good Manufactured (COGM)* dan Biaya Operasional tidak langsung / *Operating Expense*.

5.1.2.1 Harga Pokok Produksi / *COGM*

Harga pokok produksi terdiri dari biaya tenaga kerja langsung, biaya listrik, biaya bahan bakar dan biaya bahan bakar. Asumsi-asumsi kenaikan harga pokok produksi

atas biaya-biaya yang ada menggunakan best practice yang digunakan di industri semen yang ditunjukkan pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Asumsi Harga Pokok Produksi

Komponen Biaya	Keterangan				
Tenaga Kerja	7 orang/shift	2 Shift/hari	Total 17 orang; 14x	4 kategori pekerja	5% kenaikan/th
Biaya Listrik	160 kwh total	996 rp/kwh	300 hari/tahun		1% kenaikan/th
Biaya Pemeliharaan	6% total investasi				5% kenaikan/th
Biaya Bahan Bakar	25 liter/jam	12 jam/hari	300 hari/tahun	5040 jam/tahun	1% kenaikan/th

Berdasarkan asumsi-asumsi diatas maka perhitungan harga pokok produksi dihitung sampai dengan tahun ke 10 sejak investasi selesai yng ditunjukkan pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Harga Pokok Produksi

Komponen Biaya	Tahun (Rp. Juta)									
	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10
Biaya Tenaga Kerja	2.226	2.337	2.454	2.577	2.706	2.841	2.983	3.132	3.289	3.453
Biaya Listrik	1.147	1.159	1.172	1.184	1.196	1.209	1.221	1.234	1.247	1.260
Biaya Bahan Bakar	986	995	1.005	1.015	1.026	1.036	1.046	1.057	1.067	1.078
Biaya Pemeliharaan	2.947	2.977	3.007	3.037	3.067	3.098	3.129	3.160	3.192	3.224
Total COGM	7.306	7.469	7.638	7.813	7.995	8.183	8.379	8.583	8.795	9.015

Secara keseluruhan peningkatan harga pokok produksi setiap tahunnya mencapai 2%, hal ini masih dalam batas normal kenaikan biaya produksi dalam sebuah industri.

5.1.2.2 Biaya Operasional Tidak Langsung / Operating Expense

Biaya operasional tidak langsung terdiri dari biaya tenaga kerja tidak langsung, biaya transportasi, supply kantor, biaya marketing dan depresiasi. Depresiasi dikategorikan dalam jenis investasinya, yang terdiri dari bangunan, alat berat, *equipment mechanical & electrical*. Asumsi *operating expense* ditunjukkan pada Tabel 5.4

Tabel 5.4 Asumsi *Operating Expense*

Komponen Biaya	Keterangan				
Tenaga Kerja	2 orang/shift	2 Shift/day	total 4 org ; 14x	Marketing & Sales	5% kenaikan/th
Transportasi	Biaya Akomodasi	Lot	5 jt /bulan		5% kenaikan/th
Office Supply	1	Lot			5% kenaikan/th
Sewa Mobil	1 ea		3 jt/bulan		5% kenaikan/th
Marketing Expenses	1	Lot			5% kenaikan/th
Depresiasi					
Alat Berat	8 tahun				
Building & Civ. Work	20 tahun				
Mechanical	15 tahun				
Electrical	10 tahun				

Berdasarkan asumsi yang ada, maka perhitungan *operating expense* dan total harga pokok penjualan /COGS ditunjukkan pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Biaya *Operating Expense & COGS*

Komponen Biaya	Tahun (Rp. Juta)									
	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10
Tenga Kerja Tdk Lgsg	560	588	617	648	681	715	750	788	827	869
Transportasi	60	63	66	69	73	77	80	84	89	93
Marketing Expnse	200	210	221	232	243	255	268	281	295	310
G&A Expense	80	84	88	93	97	102	107	113	118	124
Depreciation	5.080	5.132	5.183	5.236	5.289	5.342	5.396	5.451	5.506	5.562
Alat Berat	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232

<i>Building & Civ.</i>	869	869	869	869	869	869	869	869	869	869
<i>Mechanical</i>	1.441	1.441	1.441	1.441	1.441	1.441	1.441	1.441	1.441	1.441
<i>Electrical</i>	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827
Total Oprt. Expense	4.269	4.314	4.362	4.411	4.463	4.518	4.575	4.636	4.699	4.765
Harga Pokok Penjualan / COGS	11.576	11.783	11.999	12.224	12.458	12.701	12.955	13.219	13.494	13.780

Berdasarkan hasil perhitungan dan proyeksi harga pokok penjualan / COGS, maka kenaikan COGS per tahunnya berkisar antara 2%.

5.2 Analisa Biaya Modal

5.2.1 *Cost of Debt*

Cost of debt merupakan tingkat pengembalian yang harus dilunasi oleh perusahaan terhadap hutang-hutangnya. Biaya hutang dihitung dengan menggunakan tingkat hutang tertinggi baik dari hutang jangka pendek, hutang jangka panjang dan hutang obligasi. Berdasarkan laporan keuangan perusahaan per Desember 2019, tingkat bunga / kupon tertinggi adalah obligasi tahap II 2019 B dengan tingkat suku bunga 9,1% yang jatuh tempo pada 28 Mei 2026. Sehingga jika dihitung berdasarkan rumus 2.2 maka *cost of debt* (k_d) bernilai 7,1%

5.2.2 *Cost of Equity*

Perhitungan *Cost of Equity* (k_e) dihitung dengan data sebagai berikut :

- Beta = 1,91, dihitung dengan mempertimbangkan beta perusahaan sejenis
- Nilai R_f = 8,28% berdasarkan tingkat suku bunga atas surat utang negara seri FR0083
(<http://www.ibpa.co.id/DataPasarSuratUtang/HargadanYieldHarian/tabid/84/Default.aspx>)
- R_m value = 14.5532% berdasarkan perhitungan *Compound Annual Growth Rate (CAGR)* IHSG dari 1 Januari 2009 - 1 Januari 2020.
- Berdasarkan poin a, b dan c serta rumus 2.3 maka didapat nilai k_e = **20.25%** yang ditunjukkan pada Tabel 5.6.

Tabel 5. 6 Perhitungan nilai k_e

R_f	Beta	R_m	k_e
-------	------	-------	-------

8,2771%	1,91	14,5532%	20,253%
---------	------	----------	----------------

5.2.3 Weighted Average Cost of Capital (WACC)

Perhitungan WACC dihitung dengan data sebagai berikut :

- Nilai $k_d = 7,1\%$, $k_e = 20,25\%$ berdasarkan perhitungan sebelumnya
- Pajak (T) = 22%
- Hutang (D) = 45,915 (Milyar); Ekuitas (E) = 23,892 (Milyar)
- Berdasarkan poin a, b dan c, perhitungan WACC ditunjukkan pada Tabel 5.7 dibawah

Tabel 5.7 Nilai WACC

Debt (D)	Equity (E)	D+E	k_e	W_e	k_d	Tax	W_d	WACC
45.915	33.892	79.807	20,253%	0,42	7,10%	22%	0,58	11,60%

5.3 Analisa Gross Added Value (GAV)

Analisa GAV dilakukan untuk memproyeksi *revenue* / pendapatan secara langsung dan tidak langsung. Pendapatan langsung dihitung berdasarkan kontrak jasa pemusnahan limbah SBE berdasarkan yang diterima oleh fasilitas pengolahan limbah. Pendapatan tidak langsung dihitung berdasarkan *saving* yang diterima perusahaan dari substitusi bahan bakar dan substitusi bahan baku dari limbah SBE. Asumsi harga bahan baku per ton diambil dari data perusahaan pada tahun 2019, detail asumsi yang dilakukan dalam memperhitungkan nilai GAV terdapat pada Tabel 5.8 dibawah

Tabel 5.8 Asumsi komponen penyusun GAV

Komponen GAV	Keterangan	
Revenue		
<i>Disposal Capacity</i>	8 ton/jam	
Hari Kerja	24 jam/hari	300 days/th
Utilisasi	70% untuk tahun ke-1	5% kenaikan/2th
<i>Disposal Cost</i>	Rp 350.000/ton	2% kenaikan /3th
Saving		
<i>Iron Sand</i>	Rp 286.808/ton	1% kenaikan /th

<i>Silica Sand</i>	Rp 60.627/ton		1% kenaikan /th
<i>Limestone</i>	Rp 37.771/ton		1% kenaikan /th
<i>Clay</i>	Rp 37.233/ton		1% kenaikan /th
<i>Coal</i>	Rp 454.000	4000 Kcal	-2 – 2% / th

5.3.1 *Pendapatan Tidak Langsung*

Pendapatan tidak langsung dari substitusi raw material penyusun semen dihitung dengan mengalikan jumlah volume masing-masing material dengan harga perolehannya, hasil perhitungan ditunjukkan pada Tabel 5.9. Pendapatan tidak langsung dari substitusi bahan bakar dihitung menggunakan nilai kalor SBE dan dibandingkan dengan nilai kalor batu bara. Hasil perhitungan substitusi bahan bakar dengan SBE ditunjukkan pada Tabel 5.10.

Tabel 5.9 Nilai *saving* dari substitusi *raw material*

No	<i>Element</i>	% Konsentrasi	Volume SBE (ton)	Volume Substitusi RM (ton)	<i>Substitution Benefit</i>
1	<i>Iron Sand</i> Fe ₂ O ₃	37%	40.320	14.959	4.290.279.738
2	<i>Silica Sand</i> SiO ₂	22%	40.320	8.951	542.678.945
3	<i>Limestone</i> CaO	24%	40.320	9.709	366.720.754
4	<i>Clay</i> Al ₂ O ₃	4%	40.320	1.774	66.054.321
Total					5.265.733.757

Tabel 5.10 Nilai *saving* dari substitusi bahan bakar

Item	bb Minyak (%)	Thermal Energy (kkal/kg)	Subs. Benefit (Rp/ton)	Replaced Volume (ton)	<i>Total Benefit</i>
<i>Spent Bleaching Earth</i>	20%	2618	297.143	8.064	2.396.161.152

5.3.2 *Pendapatan Langsung / Revenue*

Pendapatan langsung / *revenue* dihitung berdasarkan total pendapatan dari jasa pemusnahan limbah SBE dikalikan dengan volume SBE dalam setahun dan utilisasi dari fasilitas pengolahan limbah. Proyeksi total pendapatan langsung dan tidak langsung / *Gross Added Value* ditunjukkan pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Proyeksi pendapatan langsung & GAV

Komponen GAV	Tahun ke- (Rp. Juta)

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10
<i>Disposal Cost</i>	0,35	0,35	0,35	0,35	0,36	0,36	0,37	0,39	0,40	0,42
Vol SBE (*000 ton/year)	57,6	57,6	57,6	57,6	57,6	57,6	57,6	57,6	57,6	57,6
Utilisasi (%)	70	70	75	75	80	80	85	85	90	90
Revenue SBE	14.112	14.112	15.120	15.120	16.451	16.780	18.185	18.912	20.826	21.659
<i>Saving</i>										
<i>Iron Sand</i>	4.290	4.290	4.643	4.689	5.052	5.102	5.475	5.530	5.914	5.973
<i>Silica Sand</i>	543	543	587	593	639	645	693	700	748	756
<i>Limestone</i>	367	367	397	401	432	436	468	473	506	511
<i>Clay</i>	66	66	71	72	78	79	84	85	91	92
Total Raw Mat Subs	5.266	5.266	5.698	5.755	6.200	6.262	6.720	6.787	7.259	7.331
Alternative Fuel Subs	2.396	2.396	2.516	2.466	2.630	2.656	2.879	2.936	3.140	3.172
Total GAV	21.774	21.774	23.334	23.341	25.281	25.698	27.784	28.636	31.225	32.162

5.4 Income Statement

Berdasarkan perhitungan *Gross Added Value* dan harga pokok penjualan yang ditunjukkan pada Tabel 5.11 dan Tabel 5.5, maka didapatkan beberapa parameter antara lain :

- a. Laba Kotor / *Gross profit margin* berkisar antara **66%**
- b. *Operating profit margin* berkisar antara **46%**
- c. *Ebitda* sebesar **62%**
- d. Laba Bersih / *Net income* sebesar **36%**

Detail perhitungan *income statement* dan proyeksi sampai dengan tahun ke 10 ditunjukkan pada Tabel 5.12

Tabel 5.12 Proyeksi *income statement*

Cost Component	Tahun (Rp. Juta)									
	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10
<i>Net Sales</i>	21.774	21.774	23.334	23.341	25.281	25.698	27.784	28.636	31.225	32.162
COGM	7.306	7.469	7.638	7.813	7.995	8.183	8.379	8.583	8.795	9.015
Gross Profit	14.468	14.305	15.697	15.528	17.286	17.515	19.405	20.053	22.430	23.147
<i>Gross Profit Margin (%)</i>	66,44	65,70	67,27	66,53	68,38	68,16	69,84	70,03	71,83	71,97
Operational Expenses										
<i>Marketing Expenses</i>	820	861	904	949	997	1.047	1.099	1.154	1.212	1.272
<i>GA Expenses</i>	80	84	88	93	97	102	107	113	118	124

Depresiasi	3.369	3.369	3.369	3.369	3.369	3.369	3.369	3.369	3.369	3.369
Total Opr. Exps.	4.269	4.314	4.362	4.411	4.463	4.518	4.575	4.636	4.699	4.765
Operating Profit	10.198	9.991	11.335	11.117	12.823	12.997	14.829	15.417	17.731	18.381
<i>Operating Margin (%)</i>	46,84	45,88	48,58	47,63	50,72	50,58	53,37	53,84	56,78	57,15
EBIT	10.198	9.991	11.335	11.117	12.823	12.997	14.829	15.417	17.731	18.381
<i>Tax Rate (%)</i>	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
<i>Income Tax</i>	2.244	2.198	2.494	2.446	2.821	2.859	3.262	3.392	3.901	4.044
Net Income	7.955	7.793	8.841	8.671	10.002	10.138	11.567	12.026	13.830	14.337
<i>Net Income Margin (%)</i>	36,53	35,79	37,89	37,15	39,56	39,45	41,63	41,99	44,29	44,58
EBITDA	13.568	13.360	14.704	14.486	16.192	16.366	18.199	18.787	21.100	21.751
<i>EBITDA Margin (%)</i>	62,31	61,36	63,02	62,06	64,05	63,69	65,50	65,61	67,58	67,63

5.5 Analisa Kelayakan Investasi

5.5.1 Payback Period

Penilaian proyek investasi menggunakan metode ini didasarkan pada lamanya investasi tersebut dapat tertutup dengan aliran kas masuk, dimana faktor bunga tidak diperhitungkan dalam analisa ini.

Tabel 5.13 Perhitungan *payback period*

Tahun	Cash Flow	Commulative Cash Flow
0	(49.123.380.600)	(49.123.380.600)
1	11.323.974.351	(37.799.406.249)
2	11.162.013.855	(26.637.392.393)
3	12.210.626.164	(14.426.766.229)
4	12.040.553.094	(2.386.213.135)
5	13.371.356.796	10.985.143.661

Berdasarkan Tabel 5.13 nilai *payback period* dari investasi berada pada tahun ke – 4 dan ke-5, atau 4,18 tahun atau **4 tahun 2 bulan**.

5.5.2 Net Present Value

Total investasi sebesar 49,1 Milyar maka didapat hasil perhitungan NPV dengan tingkat suku bunga 13% dan nilai investasi pada tahun ke-1 sebesar Rp 49.123.000.000 (-) pada *cash flow* yang menunjukkan nilai yang dikeluarkan serta

besaran *profit* yang didapatkan selama 10 tahun sesuai dengan *cash flow* yang ada maka didapatkan hasil **NPV > 0** dimana **NPV = 19.746 Milyar**

5.5.3 Internal Rate of Return (IRR)

Perhitungan IRR merupakan metode yang memperhitungkan tingkat bunga yang membuat NPV dari investasi sama dengan nol. Perhitungan IRR dilakukan untuk membandingkan nilai IRR dengan *cost of capital* / WACC nya. Berdasarkan perhitungan yang ditunjukkan pada Tabel 5.14, maka nilai IRR dari fasilitas pengolahan limbah ini adalah **22,58 %**. Jika dibandingkan pada perhitungan WACC pada point 4.3.3 sebesar 11,60 % dan syarat investasi pada PT A yang disebutkan pada Poin 2.15 maka investasi ini **layak** untuk dilakukan dengan **IRR > WACC**.

Tabel 5.14 Perhitungan NPV & IRR

Komponen	Year (Rp. Million)									
	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10
Laba Bersih	-	7.955	7.793	8.841	8.671	10.002	10.138	11.567	12.026	13.830
Depresiasi	-	3.369	3.369	3.369	3.369	3.369	3.369	3.369	3.369	3.369
Biaya Investasi	49.123	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Free Cash Flow	(49.123)	11.324	11.162	12.211	12.041	13.371	13.507	14.936	15.395	17.199
Cumulative of FCF	(49.123)	(37.799)	(26.637)	(14.427)	(2.386)	10.985	24.492	39.428	54.823	72.022
<i>Payback Period</i>	4,18 tahun									
WACC	11,60 %									
NPV	19.746									
IRR	22,58 %									

5.6 Analisa Sensitivitas

Analisa sensitivitas yang dilakukan adalah dengan merubah variable-variable yang dominan terhadap kelayakan investasi, sehingga dapat dilihat sejauh mana kelayakan investasi akan terpengaruh pada perubahan tersebut. Adapun variable yang dirubah antara lain utilisasi fasilitas pengolahan limbah, harga jasa pemusnahan limbah dan penambahan nilai investasi.

5.6.1 Pengaruh Utilisasi Fasilitas

Analisa sensitivitas dari utilisasi fasilitas pengolahan limbah dilakukan karena akan mempengaruhi layak atau tidaknya investasi dilakukan berdasarkan perubahan utilisasi. Investasi akan tetap layak jika fasilitas pengelolaan limbah dapat beroperasi dengan utilisasi $\geq 63\%$ dalam setahun. Untuk menjaga utilisasi dari fasilitas maka harus dipastikan bahwa limbah yang sesuai dengan *Service Level Agreement* selalu tersedia dalam *storage* limbah.

Tabel 5.15 Sensitivitas terhadap perubahan utilisasi

Utilitas	<i>Net Present Value</i> (Rp. Juta)	<i>Internal Rate of Return</i> (%)	Kesimpulan
75%	16.292	21,7	Layak
70%	10.295	18,6	Layak
67%	6.697	16,7	Layak
63%	1.899	14,1	Layak
60%	(1.698)	11,0	Tidak Layak

5.6.2 Pengaruh Perubahan *Disposal Cost*

Faktor perubahan *disposal cost* / jasa pemusnahan limbah sangat berpengaruh terhadap kelayakan investasi karena merupakan satu-satunya sumber pendapatan langsung atas investasi tersebut. Base awal *disposal cost* yang digunakan untuk memperhitungkan kelayakan adalah Rp 350.000,-/ton. Investasi akan tetap layak jika perubahan *disposal cost* mencapai 70% atau sekitar Rp 245.000,-/ton. Pengaruh perubahan *disposal cost* merupakan faktor external yang tidak bisa sepenuhnya dikontrol oleh internal perusahaan karena melibatkan faktor *supply dan demand*. Alternatif lain yang dapat dilakukan untuk menjaga pendapatan langsung karena perubahan *disposal cost* limbah SBE adalah dengan mencoba mencari alternatif limbah yang mempunyai *disposal cost* lebih besar / sama dengan SBE, tentunya dengan analisa pasar dan teknis yang lebih detail. Perhitungan sensitivitas terhadap perubahan *disposal cost* ditunjukkan pada Tabel 5.16 dibawah.

Tabel 5.16 Sensitivitas terhadap perubahan *disposal cost*

<i>Disposal Cost</i>	<i>Net Present Value</i> (Rp. Juta)	<i>Internal Rate of Return (%)</i>	Kesimpulan
100%	19.746	22,6	Layak
90%	13.641	19,8	Layak
80%	7.537	16,8	Layak
75%	4.484	15,3	Layak
70%	1.432	13,7	Layak
63%	(1.620)	11,1	Tidak Layak

5.6.3 Sensitivitas – Perubahan Investment Cost

Faktor perubahan nilai investasi menjadi salah satu kunci atas kelayakan investasi. Batas perubahan biaya investasi yang masih data diterima adalah 35% dari investasi awal atau 17 Milyar. Perubahan atas investasi proyek dapat dikendalikan dengan melakukan perencanaan pengelolaan proyek yang lebih detail mulai dari fase *engineering, procurement, construction dan commisiioning*. Perhitungan sensitivitas terhadap perubahan nilai investasi ditunjukkan pada Tabel 5.17 dibawah.

Tabel 5.17 Sensitivitas terhadap perubahan nilai investasi

Δ Biaya Investasi	<i>Net Present Value</i> (Rp. Million)	<i>Internal Rate of Return (%)</i>	Kesimpulan
+ 10 %	14.594	19,6	Layak
+ 20 %	8.764	16,7	Layak
+ 25 %	6.018	15,5	Layak
+ 30 %	3.273	14,3	Layak
+ 35 %	527	13,3	Layak
140 %	(2.217)	11,2	Tidak Layak

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini didapatkan hasil analisa kelayakan fasilitas pengolahan limbah SBE berdasarkan aspek pasar, teknis dan finansial sebagai berikut :

1. Secara aspek pasar, kebutuhan akan jasa pemusnahan limbah masih akan terbuka kedepannya dan proyeksi *market share* fasilitas yang dibangun atas jasa pemusnahan limbah SBE sebesar 7%
2. Secara aspek teknis, diperlukan *pre-processing* terhadap limbah SBE sebelum dimasukkan ke dalam fasilitas pengolahan limbah

3. Menjaga SLA limbah pada proses *preprocessing*, maka fasilitas dapat berjalan dengan kapasitas sebesar 7-8 ton/jam tanpa mengganggu operasional kiln dan kualitas klinker.
4. Nilai NPV sebesar 19.746 M (NPV>0) dan IRR sebesar 22,58% (IRR>WACC) maka investasi layak untuk dilanjutkan
5. Untuk menjaga fasilitas tetap layak untuk dioperasikan maka utilisasi fasilitas pengolahan limbah harus > 63%
6. Pengaruh *disposal cost* terhadap kelayakan fasilitas berada pada batas Rp 245.000 /ton dan pengaruh biaya investasi terhadap kelayakan fasilitas pada batas + 17 Milyar.

6.2 Saran

Penelitian ini masih terdapat ruang untuk dikembangkan oleh penelitian-penelitian selanjutnya. Dalam operasional jangka panjang, untuk memastikan kualitas klinker tidak terpengaruh dengan *feeding rate* limbah, maka perlu dilakukan *setting* pada *raw mix design* nya. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan menganalisa jenis limbah yang lain, khususnya limbah yang mempunyai *disposal cost* yang tinggi dengan tetap memperhatikan aspek pasar yang ada dan aspek teknis. Potensi untuk masuk ke dalam pengelolaan limbah rumah tangga dengan bekerjasama dengan pemerintah kota / provinsi cukup terbuka. Selain itu, potensi untuk masuk ke dalam jasa pemusnahan limbah medis juga cukup terbuka lebar, karena menurut data yang ada, rumah sakit yang mempunyai fasilitas untuk melakukan pemusnahan limbah hanya berkisar 3%, ditambah dengan kondisi pandemi Covid-19 mempunyai potensi yang cukup besar kepada jasa pemusnah limbah medis. Protokol kesehatan, pengurusan izin dan aspek teknis perlu dipertimbangkan lebih dalam jika masuk kedalam pengolahan limbah medis. Pengembangan bisnis pengelolaan limbah juga dapat ditingkatkan dengan pengurusan izin transpot limbah B3, sehingga dapat memasuki bisnis "*end to end waste management*" yang memberikan *service & value* lebih kepada pelanggan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. <https://ekonomi.bisnis.com/read/20190823/257/1140233/gimni-minta-limbah-penyulingan-cpo-tak-dikategorikan-b3> diakses tanggal 5 Desember 2019.
- Capricorn Indonesia Consult, 2007. Prospek Industri dan Pemasaran Minyak Goreng di Indonesia. CIC, Jakarta.
- Chanrai, N.G. and S.G. Burde, 2004. *Recovery of Oil from Spent Bleaching Earth*. US Patent No. 6,780,321 B2.
- Damanhuri, E. 2004. *Waste Minimization as Solution of Municipal Solid Waste Problem in Indonesia. The 6 th ASIAN Symposium on Academic Activities for Waste Management, Padang-Indonesia*
- Damanhuri, E., & Padi, T. 2000. *Reuse and recycling as a solution to urban solid waste problems in Indonesia. Proceedings of ISWA International Symposium on Waste Management in Asia Cities*.
- Devine, T and D. N. Williams, 1961. *The Chemistry and Technology of Edible Oils and Fats*. Pergamon Press, New York.
- Dekeukelaere, anne and Tom Lowes. 2007. *Co Processing of AFR in Holcim and its Enhancement with CFD*. Holcim.
- Ketaren, S., 1986. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Kheang, L.S., C.S. Foon, C.Y. May, and M.A. Ngan, 2006. *A Study of Residual Oils Recovered from Spent Bleaching Earth: Their Characteristics and Applications*. *American Journal of Applied Sciences* 3 (10): 2063-2067.
- Klein, J.M.,1986. *Methods for recovering oil from spent bleaching earth. Proc. World Conf. Emerging Technologies in the Fats and Oils Industry (Ed A. R.Baldwin)*. *American Oil Chemists' Society, USA*, 169-171.

- Khai Tee, Chia. 2010. "Thesis : *Performance Of Spent Bleaching Earth As Cement Replacement In Concrete.*" *Malaysia : Faculty of Civil Engineering. University Malaysia Pahang*
- Lina Chong Ann, Y. 2010. *Strength as concrete with spent bleaching earth as cement replacement.* Malaysia: University Malaysia Pahang.
- Mardiana, G., & Mahardika, R . 2010, Pemanfaatan Limbah Biomass Sebagai Bahan Bakar Alternatif Dalam Kegiatan Co-Processing Di Semen Gresik . Semarang. Universitas DIponegoro Semarang
- O Rokiah *et al* Effect of processed spent bleaching earth content on the compressive strength of foamed concrete, *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 244 012013, 2019
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun.
- Ross, S.A., Randolph W.W., and Jeffrey J. 2009. Pengantar keuangan perusahaan 1 edisi 8 Penerjamah Yulianto, A.A., Yuniasih, R., Christine. Jakarta : Penerbit Salemba Empat
- Ross, S.A., Randolph W.W ., and Jeffrey J. (2010). Corporate Finance 9th edition, Mc Graw – Hill
- The GTZ-Holcim Public Private Partnership. 2006. *Guidelines on Co-processing Waste Materials in cement Production.*
- Wahyudi MY. 2000. *Studi Penggunaan Kembali Bleaching Earth Bekas sebagai Adsorben dalam Proses Refining CPO.* Bandung (ID). Program Studi Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Bandung.

LAMPIRAN

BIODATA PENULIS



Nama Febri Fahrudin Nugroho, lahir di Klaten Jawa Tengah, 8 Febuari 1989, saat ini bekerja sebagai staff departemen perencanaan strategis PT Semen Indonesia di Gresik, Jawa Timur. Status penulis berkeluarga dengan 2 orang anak.

Riwayat pendidikan penulis, dimulai dari lulus SD Bareng Lor 2 Klaten tahun 2001 dan SMP Negeri I Klaten lulus tahun 2004, dilanjut ke SMA Negeri 2 Klaten lulus tahun 2007. Pendidikan S1 di UGM jurusan Teknik Mesin, lulus tahun 2011.

Pada tahun 2012 penulis mulai bekerja di PT Kaltim Prima Coal di Sangatta, Kalimantan Timur. Di PT KPC penulis bekerja sebagai *Mechanical Project Engineer* dan mendalami bidang manajemen proyek dan bidang teknis terkait penanganan korosi.

Pada tahun 2015 penulis bekerja di PT Semen Gresik dan ditempatkan pada induk perusahaan di PT Semen Indonesia di Gresik. Penulis bekerja sebagai *project control dan risk management* di Dept. Layanan Proyek dan menjadi project control pada pembangunan pabrik semen di Aceh.

Pada tahun 2018 penulis mendapatkan kesempatan beasiswa dari perusahaan bersama dengan ke dua puluh satu (21) orang lainnya untuk menempuh Magister Teknik di ITS.

Sejak tahun 2019 hingga saat ini penulis bekerja pada Dept Perencanaan Strategis dan spesifik bertugas melakukan pengelolaan investasi di seluruh Semen Indonesia Grup.