



TESIS – TI185471

**ANALISIS KELAYAKAN EKONOMI PROYEK PEMINDAHAN UNIT
BURNER PADA UNIT KERJA MASON, STUDI KASUS PT. XYZ.**

**HENDIK IRAWAN
NRP. 02411850077046**

**Dosen Pembimbing
ERWIN WIDODO, S.T,M.Eng,Dr.Eng
NIP: 197405171999031002**

**PROGRAM MAGISTER
DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM DAN INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN REKAYASA SISTEM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOVENBER**

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Teknik (M.T)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

HENDIK IRAWAN

NRP. 02411850077046

Tanggal Ujian : 25 Juni 2020

Periode Wisuda : September 2020

Disetujui Oleh:

Pembimbing :

1. Erwin Widodo, S.T., M.Eng., Dr. Eng

NIP. 19740517 199903 1 002

Penguji :

1. Prof. Ir. Budi Santosa, M.S, Ph. D

NIP. 19690512 199402 1 000

2. Prof. Iwan Vanany, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 19710927 199903 1 002



Kepala Department Teknik Sistem dan Industri

Nurhadi Siswanto, S.T., M.S.I.E., Ph. D.

NIP: 1970052 319960 1 100 1

Analisis kelayakan ekonomi project pemindahan unit burner pada unit kerja mason, studi kasus PT. XYZ

Nama Mahasiswa : Hendik Irawan
NRP : 02411850077046
Pembimbing : Erwin Widodo, S.T., M.Eng., Dr.Eng

ABSTRAK

Studi kasus ini dilakukan untuk mengetahui kelayakan ekonomi dari alternatif yang dikembangkan dengan tujuan untuk tercapainya efisiensi biaya operasional pada unit *refractory burner*. Pengembangan alternatif dilakukan dengan mengoptimalkan fasilitas *infrastructure* yang tersedia, dengan tujuan agar biaya investasi yang dikeluarkan tidak besar namun mampu memberikan implikasi terhadap efisiensi biaya operasional. Tiga alternatif telah dikembangkan dan dibandingkan dalam penelitian ini dalam konsep kelayakan ekonomi untuk mengetahui opsi mana yang paling *feasible*, alternatif tersebut adalah alternatif 1: Proses operasional unit kerja *refractory* sesuai keadaan saat ini, alternatif 2: Memindahkan unit *burner* ke bangunan *ladle shop* dengan memodifikasi bangunan *ladle shop* dan unit *overhead crane*, alternatif 3: Memindahkan unit *burner* ke bangunan *ladle shop* dengan memodifikasi bangunan *ladle shop*, tanpa memodifikasi unit *overhead crane*. Evaluasi ekonomi dilakukan terhadap proyeksi penghematan biaya operasional dan arus kas yang akan dicapai, yang selanjutnya dilakukan evaluasi kelayakan ekonomi menggunakan metode NPV, IRR dan Payback Period. Analisis sensitivitas dilakukan pada alternatif terpilih, terhadap tiga parameter investasi yaitu: proyeksi penghematan biaya (*saving cost*), *discounted rate* dan biaya investasi. Hasil analisa ekonomi menunjukkan bahwa alternatif 2 memiliki proyeksi biaya operasional paling efisien serta memiliki nilai NPV dan IRR tertinggi dan *payback period* sedikit lebih rendah dari alternatif 3. Analisa sensitivitas menunjukkan bahwa alternatif 2 memiliki nilai toleransi cukup besar terhadap ketiga parameter yang ditinjau, dengan nilai toleransi terkecil pada parameter *saving cost* sebesar 270.69%. Hal ini menunjukkan bahwa alternatif 2 dinilai cukup aman terhadap potensi terjadinya perubahan pada parameter investasi. Oleh karena itu penelitian ini telah berhasil dikonfirmasi bahwa alternatif 2 adalah alternatif paling layak (*feasible*) dan direkomendasikan untuk dapat diwujudkan.

Kata kunci: Evaluasi Ekonomi; NPV; IRR; Payback Period dan Analisa Sensitivitas.

ABSTRACT

This case study was conducted to determine the economic viability of the alternatives developed to achieve operational cost efficiency in the refractory burner unit. Alternative development is carried out by optimizing available infrastructure facilities, with the aim that the investment costs incurred are not large but can have implications for the efficiency of operational costs. Three alternatives have been developed and compared in this study in the concept of economic feasibility to find out which option is the most feasible, the alternative is alternative 1: Refractory work unit operational process according to the current situation, alternative 2: Move the burner unit to the ladle shop building by modifying the building ladle shop and overhead crane units, alternative 3: Move the burner unit to the ladle shop building by modifying the ladle shop building, without modifying the overhead crane unit. Economic evaluations are carried out on the projected savings in operating costs and cash flows to be achieved, which are then evaluated using the NPV, IRR, and Payback Period methods. Sensitivity analysis is performed on selected alternatives, on three investment parameters, namely: saving cost projections, discounted rates, and investment costs. The results of the economic analysis show that alternative 2 has the most efficient operational cost projections and has the highest NPV and IRR values and the payback period is slightly lower than alternative 3. Sensitivity analysis shows that alternative 2 has a tolerance value large enough for the three parameters reviewed, with tolerance values the smallest in the cost-saving parameter is 270.69%. This shows that alternative 2 is considered quite safe against potential changes in investment parameters. Therefore this research has successfully confirmed that alternative 2 is the most feasible alternative and is recommended to be realized.

Keywords: Economic Evaluation; NPV; IRR; Payback Period; Sensitivity Analysis.

KATA PENGANTAR

Case Study Report ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Magister Teknik (M.T.) dalam bidang keahlian Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem pada program studi Pascasarjana Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Puji dan Syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, atas segala karuniaNYA sehingga tesis yang berjudul “Analisis kelayakan ekonomi project pemindahan unit *burner* pada unit kerja mason” yang diimplementasikan di PT. XYZ dapat diselesaikan oleh penulis.

Case Study Report ini dapat terealisasi atas keilmuan yang telah diajarkan selama menjalankan kuliah Magister Teknik Industri. Ucapan terima kasih sebesar-besarnya saya ucapkan untuk seluruh dosen pengajar Pascasarjana teknik industri yang membantu dalam proses perkuliahan hingga penyelesaian *Case Study Report* ini. Ucapan terima kasih khusus saya haturkan kepada dosen pembimbing saya, bapak Erwin Widodo, S.T, M.Eng, Dr.Eng yang bersedia membimbing, memberikan masukan serta dorongan untuk dapat menyelesaikan *Case Study Report* ini.

Terima kasih saya ucapkan untuk istri dan kedua putra tercinta, Wiwik Dwianggraeny, Muhammad Alvaro Kenzie dan Sultan Ahza Danish yang selalu memberikan dukungan serta tak pernah lepas memanjatkan doa agar dapat menyelesaikan study Pascasarjana Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tidak lupa saya ucapkan terimakasih kepada orang tua saya, bapak Atim Supomo yang selalu mendoakan untuk selalu diberikan kelancaran dan kesuksesan disetiap langkah kehidupan.

Tidak lupa saya ucapkan terima kasih kepada seluruh jajaran staf Pascasarjana Teknik Industri yang banyak membantu selama proses perkuliahan hingga menyelesaikan *Case Study Report* ini.

Ucapan terima kasih juga kepada seluruh rekan seperjuangan dalam menempuh pendidikan Pascasarjana Teknik Industri, saling membantu dan support dalam menyelesaikan setiap penugasan hingga terselesaikannya *case study report* ini.

Saya memohon maaf dan pengertian apabila ada kesalahan penulisan dalam *Case Base Report* ini. Saya sangat terbuka dan menerima segala diskusi, koreksi dan saran perbaikan terhadap kajian yang saya tuliskan dalam tesis ini.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TESIS.....	ii
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
BAB 1.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah:.....	7
1.3. Tujuan Penelitian:.....	7
1.4. Manfaat penelitian:.....	8
1.5. Batasan Masalah:.....	8
BAB 2.....	9
KAJIAN PUSTAKA.....	9
2.1. Evaluasi Kelayakan Ekonomi.....	9
2.1.1 Metode <i>Net Present Value</i> (NPV).....	11
2.1.2 Metode <i>Internal Rate of Return</i> (IRR).....	12
2.1.3 Metode <i>Payback Period</i> (PBP).....	13
2.2. Asumsi Parameter.....	14
2.2.1 Penyusutan (<i>Depresiasi</i>).....	14
2.2.2 Pajak Penghasilan Badan Usaha.....	15
2.2.3 <i>Discounted Rate</i>	16
2.3. Analisa Sensitivitas.....	18
BAB 3.....	21
METODOLOGI PENELITIAN.....	21
3.1. Objek dan Subjek Penelitian.....	21
3.2. Prosedur penelitian.....	21
3.3 Pengambilan Data:.....	23
3.4. Pengolahan Data:.....	23

3.5. Tahap Kesimpulan dan Saran	24
BAB 4	25
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	25
4.1 Unit Kerja Mason.....	25
4.2 Air Pipe Kiln.....	28
4.3 Ring Brick Furnace	29
4.4 Tahu Murray Furnace.....	30
BAB 5	33
ANALISIS DAN PEMBAHASAN	33
5.1 Asumsi Parameter	33
5.2 Pemilihan Alternatif 1 (kondisi operasional saat ini)	33
5.3. Pemilihan Alternatif 2	35
5.4 Pemilihan Alternatif 3	42
5.5 Perbandingan Antar Alternatif.....	48
5.5.1 Perbandingan Alternatif 1 dan 2	49
5.5.2 Perbandingan Alternatif 1 dan 3	51
5.5.3 Perbandingan Alternatif 2 dan 3	54
5.6 Analisa Sensitivitas	55
BAB 6	59
KESIMPULAN	59
SARAN	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN 1. EQUIPMENT RATE	63
LAMPIRAN 2. MANPOWER RATE.....	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Proses Pengolahan Nikel di PT. XYZ.....	1
Gambar 1.2. Proses Kerja Unit Refarctory Burner Saat Ini.	3
Gambar 1.3. Biaya Operasional Tahunan Unit Kerja Refractory Burner.....	4
Gambar 1.4. Prosentase Komposisi Biaya Rata-Rata Unit Kerja Refractory Burner.	5
Gambar 1.5. Proses Pengolahan Nikel di PT. XYZ.....	5
Gambar 2.1. Siklus Kegiatan Teknologi Yang Berorientasi Ekonomis	10
Gambar 3.1. Gambar Alir Penelitian	22
Gambar 4.1. Unit Burner – <i>Annealing Furnace Car Type</i>	25
Gambar 4.2. Form Managemen Perubahan.	26
Gambar 4.3. <i>Design</i> Perluasan Bangunan <i>Ladle Shop</i>	27
Gambar 4.4. Penempatan <i>Unit Air Pipe Kiln</i>	28
Gambar 4.5. Penempatan <i>Unit Air Pipe Kiln</i> ke Dalam <i>Burner</i> Menuju Proses Pembakaran.	29
Gambar 4.6. <i>Ring Brick Furnace</i> Setelah Dilakukan Pembakaran Dalam <i>Burner</i>	30
Gambar 4.7. <i>Unit Tahu Murray Furnace</i> Setelah di Lakukan Proses Pembakaran di Dalam <i>Burner</i>	31
Gambar 5.1. Proyeksi Biaya Operasional Alternatif 1 Tahun 2020 – 2039.....	35
Gambar 5.2. Proyeksi Biaya Operasional Tahunan Alternatif 2 di Tahun 2020 – 2039..	42
Gambar 5.3. Proyeksi Biaya Operasional Tahunan Alternatif 3 Tahun 2020 - 2039.	48
Gambar 5.4. Perbandingan Biaya Operasional Tahunan Alternatif 1 dan 2.....	49
Gambar 5.5. Perbandingan Biaya Operasional Alternatif 1 dan 3.	51
Gambar 5.6. Grafik Analisa Sensitivitas Biaya Investasi.....	56
Gambar 5.7. Analisa Sensitivitas Discounted Rate.....	56
Gambar 5.8. Analisa Sensitivitas Cost Saving Pada Harga Sewa Trailer	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kelompok Harta Berwujud serta Metode dan tarif Penyusutannya	15
Tabel 5.1. Detail biaya operasional unit kerja refractory burner tahun 2019	34
Tabel 5.2. Komponen biaya operasional tahun 2019 unit refractory burner	35
Tabel 5.3. Proyeksi biaya operasional tahunan unit refractory burner Alternatif 2	40
Tabel 5.4. Proyeksi komponen biaya operasional tahunan alternatif 2 unit refractory burner	41
Tabel 5.5. Proyeksi biaya operasional tahun 2020 unit refractory burner - Alternatif 3...46	
Tabel 5.6. Proyeksi komponen biaya operasional tahun 2020 alternatif 3 pada unit refractory burner.	47
Tabel 5.7. Proyeksi Cash-Flow dan Analisa Evaluasi Ekonomi Alternatif 2.....	50
Tabel 5.8. Proyeksi Kas dan Analisa Evaluasi Ekonomi Alternatif 3	53

BAB 1

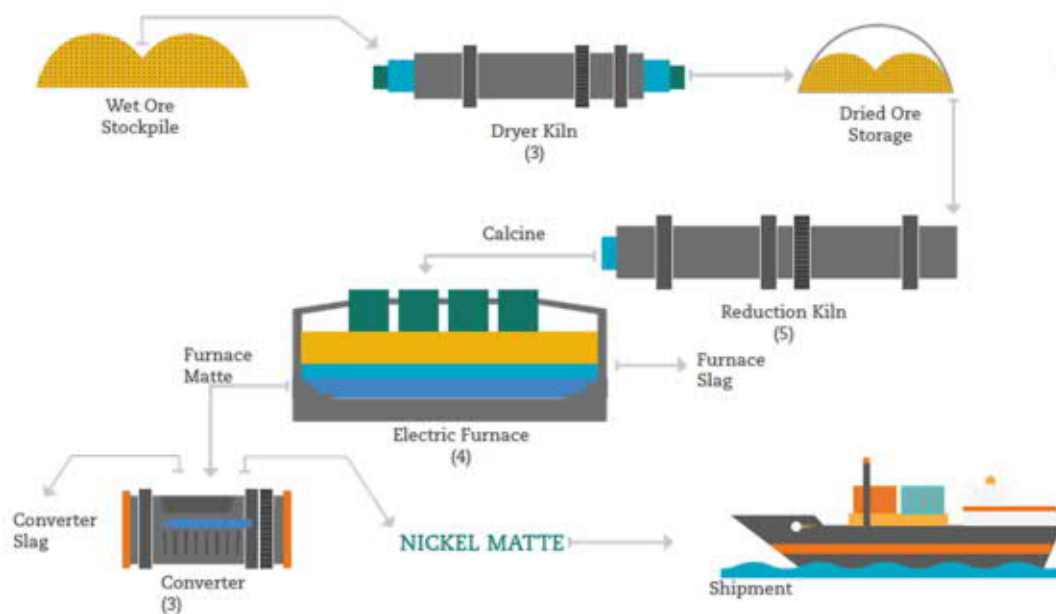
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PT. XYZ merupakan salah satu perusahaan tambang nikel global yang beroperasi di beberapa negara dunia. Salah satunya beroperasi di Sulawesi Selatan Indonesia dengan total luas kontrak area kerja yang dimiliki sebesar 118, 435 ha yang tersebar pada tiga lokasi, yaitu Soroako (70,984 ha), Bahudopi (22,699 ha) dan Pomala (24,752 ha). Pabrik pengolahan nikel di Soroako memiliki kapasitas produksi rata-rata sebesar 75,000 ton pertahun dan saat ini dalam tahap pengembangan perluasan area operasi di wilayah Pomala dan Bahudopi. Proses pengolahan nikel pada PT. XYZ melalui 4 tahapan yaitu:

1. Dryer : Proses penghilangan kadar air hingga tersisa 20%.
2. Kiln : Proses reduksi dan penghilangan kadar air hingga 0%.
3. Furnace : Proses peleburan material.
4. Converter: Proses pemurnian material nikel.

Secara umum proses pengolahan nikel pada PT. XYZ dapat terlihat Pada Gambar 1.1. dibawah.



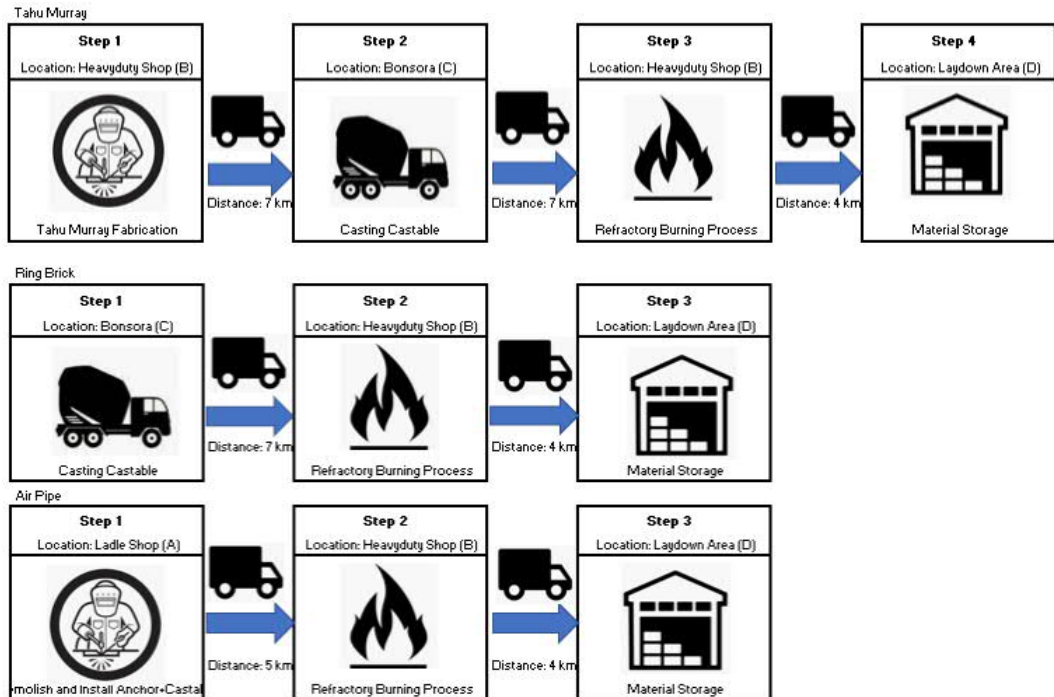
Gambar 1.1. Proses Pengolahan Nikel di PT. XYZ

Produk akhir yang dihasilkan berupa material matte dengan kadar nikel sebesar 78% yang selanjutnya dikirim ke Sumitomo Jepang sebagai konsumen tunggal dengan sistem kontrak jangka panjang.

Material nikel merupakan salah satu komponen utama produksi baterai listrik yang diproyeksikan akan segera menggantikan penggunaan bahan bakar fosil di beberapa tahun kedepan. Hal ini menjadi salah satu penyebab semakin meningkatnya permintaan *supply* material nikel di tingkat perdagangan global serta bermunculannya perusahaan-perusahaan tambang pengolahan nikel, khususnya di Indonesia sebagai salah satu negara penghasil nikel terbesar di dunia. Namun komoditi material nikel merupakan salah satu komoditi yang mengalami *volatile* harga cukup besar, yang dipengaruhi oleh berbagai macam faktor global. Beberapa hal diatas menjadi tantangan tersendiri bagi perusahaan tambang pengolahan material nikel didunia untuk dapat bertahan dengan kondisi tersebut. Salah satu hal yang dapat dilakukan untuk menghadapi tantangan tersebut adalah dengan melakukan efisiensi biaya operasional dan *maintenance* pada bisnis proses yang berjalan.

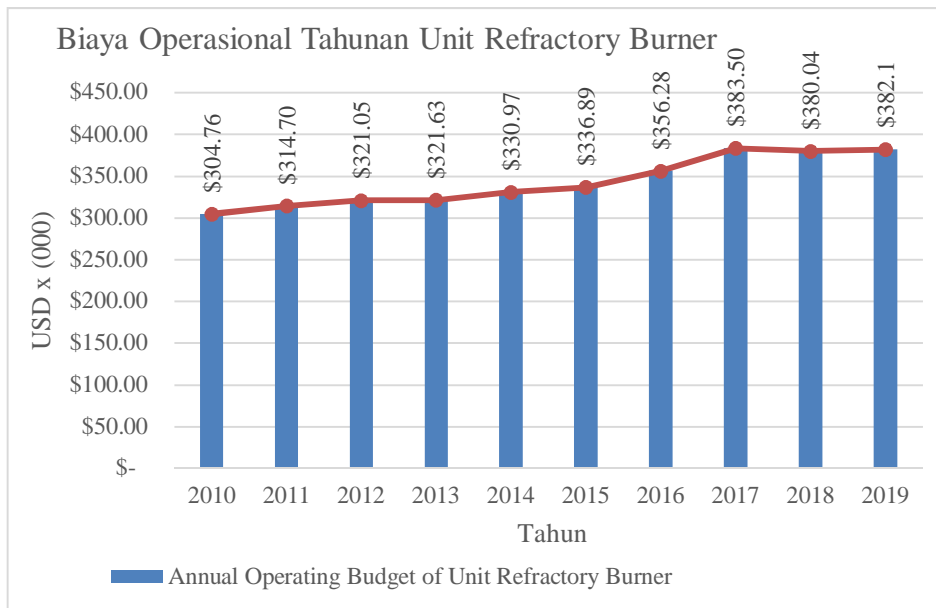
PT. XYZ di beberapa tahun terakhir telah melaksanakan program efisiensi biaya operasional dan *maintenance* pada bisnis proses saat ini secara berkelanjutan. Salah satunya pada unit kerja *refractory* yang merupakan bagian dari departement *operation* dan *maintenance* dan bertugas untuk melakukan perlindungan terhadap peralatan produksi dari paparan suhu tinggi saat beroperasi. Proses kerja unit kerja *refractory* saat ini berjalan pada beberapa lokasi yang berbeda, hal tersebut tentunya menimbulkan ketidakefisiensian dari sisi biaya operasional dan proses kerja. Unit kerja *refractory* merupakan salah satu unit yang dimiliki oleh departement *operation* dan *maintenance* yang memiliki tugas utama untuk menjaga seluruh peralatan produksi yang beroperasi pada suhu tinggi dapat terlindungi dengan baik. Salah satu cara penggunaan material *refractory* adalah dengan cara dibakar dalam kurun waktu tertentu di dalam unit *burner*. Hanya ada satu unit *burner* yang dimiliki oleh PT. XYZ dengan type *annealing furnace* dan digunakan pada *Kiln (air pipe)*, *Furnace (ring brick dan tahu murray)* sehingga unit ini bersifat cukup kritical untuk

keberlangsungan proses produksi. Proses kerja unit *refractory burner* saat ini dapat dilihat Pada Gambar 1.2 dibawah.



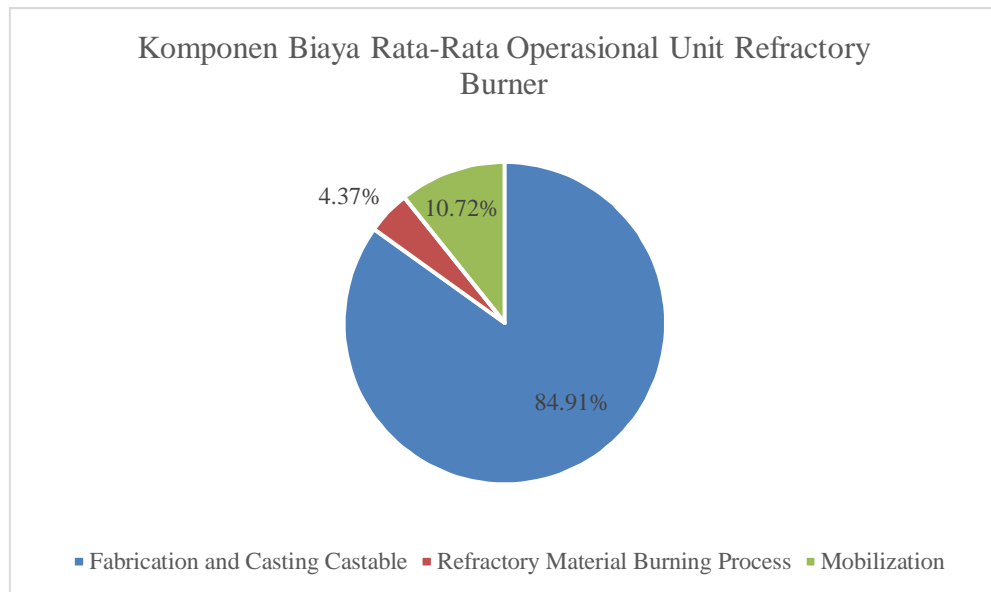
Gambar 2.2. Proses Kerja Unit Refarctory Burner Saat Ini.

Pada saat ini proses kerja berlangsung pada beberapa lokasi terpisah, yaitu *Heavyduty shop*, *Ladle Shop* dan *Bonsora* dengan aktifitas pekerjaan sesuai yang tertera pada gambar 1.2 diatas. Ditahun 2019, total biaya operasional unit kerja *refractory burner* sebesar USD 382,100.00 dan bila dilihat pada tren biaya pertahunnya cenderung mengalami peningkatan. Pada gambar 1.3 dibawah dapat dilihat biaya operasional tahunan unit kerja *refractory unit burner* dari tahun 2010 – 2019.



Gambar 3.3. Biaya Operasional Tahunan Unit Kerja Refractory Burner.

Berdasarkan gambar 1.3 diatas, dari kurun waktu 2010 hingga 2019 terlihat trend terjadi peningkatan biaya operasional sebesar 25.38% dengan rata-rata peningkatan sebesar 2.82% pertahun. Komposisi biaya operasional dikelompokkan menjadi 3 bagian, yaitu fabrikasi dan *casting castable* (termasuk material), pembakaran (unit burner) dan *mobilisasi*. Komposisi biaya fabrikasi dan *casting castable* meliputi pekerjaan fabrikasi, bongkar-pasang *anchor*, dan pengecoran *castable*. Untuk komposisi biaya proses pembakaran meliputi setting material kedalam unit *burner* dan proses pembakaran dalam *burner*. Sedangkan komposisi biaya *mobilisasi* adalah proses pemindahan *air pipe*, *ringbrick*, dan *tahu murray* dari satu lokasi ke lokasi lain dengan menggunakan unit *trailer*. Pada gambar 1.4 dibawah dapat dilihat prosentase komposisi biaya rata-rata operasional pertahun unit *refractory burner*.



Gambar 4.4. Prosentase Komposisi Biaya Rata-Rata Unit Kerja Refractory Burner.

Komposisi biaya terbesar pada fabrikasi dan *casting castable* (84.93%), *Mobilisasi* (10.73%) dan proses pembakaran (4.34%). Komposisi biaya fabrikasi dan *casting castable* serta proses pembakaran *refractory* cenderung lebih terukur dari sisi biaya, hal ini dikarenakan dari sisi kuantitas kebutuhan material dan tenaga sesuai dengan unit yang dilakukan perbaikan. Sedangkan komposisi biaya *mobilisasi* saat ini berpotensi dapat diturunkan apabila dilakukan efisiensi dari durasi atau jarak tempuhnya. Pada gambar 1.5 dibawah dapat dilihat proses kerja *refractory* saat ini yang dilakukan pada empat lokasi berbeda.



Gambar 5.5. Proses Pengolahan Nikel di PT. XYZ

Berikut keterangan lokasi beserta aktifitas kerjanya:

- Lokasi A = *Heavyduty shop* (lokasi unit burner).
Heavyduty shop merupakan lokasi untuk dilakukan fabrikasi (*body tahu murray*) dan proses pembakaran *refractory* pada unit *burner*.
- Lokasi B = *Lalde Shop*.
Ladle shop merupakan lokasi untuk kegiatan pembongkaran dan pasang *anchor* serta *casting castable* pada *Air Pipe*.
- Lokasi C = *Bonsora*.
Bonsora merupakan lokasi *casting castable* pada *tahu murray* dan *ring brick*.
- Lokasi D = Tempat penyimpanan produk akhir.

Dapat dilihat dari lokasi pekerjaan unit *refractory burner* saat ini, tersebar pada beberapa lokasi yang berbeda dengan lokasi A paling jauh diantara yang lain.

Bila dilihat dari proses kerja *refractory* yang berjalan saat ini yang berlangsung di beberapa lokasi yang berbeda, potensi efisiensi biaya operasional sangat mungkin bisa dilakukan terutama apabila dilakukan penggabungan lokasi pekerjaan. Sehingga dapat secara signifikan dapat memotong biaya operasional, terutama pada komposisi biaya *mobilisasi*. Yang mana pada saat ini biaya *mobilisasi* dalam satu tahun merupakan total biaya sewa unit *trailer* dengan rata-rata penggunaan 271 jam/tahun dan biaya sewa sebesar \$250/jam ditahun 2019. Idealnya tentunya dilakukan penggabungan seluruh aktifitas pekerjaan dalam satu lokasi, namun hal tersebut tentunya akan membutuhkan biaya investasi yang cukup besar dan akan berpengaruh terhadap keuangan perusahaan ditengah kondisi yang menantang saat ini. Oleh karena itu perlu dikembangkan alternatif dengan biaya investasi yang kecil namun mampu memberikan *impact* yang signifikan terhadap efisiensi biaya operasional unit *refractory burner*. Proses diskusi dilakukan dengan manager, pekerja dan pendapat para ahli untuk mengembangkan alternative apa saja yang mungkin dapat dilakukan. Berdasarkan hasil diskusi tersebut, maka alternative-alternative yang dikembangkan adalah dengan cara mengoptimalkan fasilitas *infrastructure* yang telah tersedia. Hal ini tentunya membutuhkan biaya investasi yang tidak besar namun dapat memberikan *impact* terhadap efisiensi biaya

operasional yang dituju. Kajian alternatif-alternatif ini tentunya diawali dengan kajian secara mendalam dari sisi *engineering* (teknis). Hal ini untuk memastikan bahwa secara aktual, alternative yang dikembangkan dapat beroperasi sebagaimana yang diharapkan.

Berdasarkan kajian teknis serta tinjauan terhadap *infrastructure* yang ada, maka didapatkan tiga alternatif yang berpotensi dapat dilakukan. Alternatif pertama adalah tetap melakukan proses kerja saat ini. Alternatif kedua adalah dilakukan pemindahan unit *burner* dari *heavy duty shop* ke *ladle shop* dengan modifikasi pada bangunan *ladle shop* dan unit *overhead crane*. Modifikasi pada unit *overhead crane* dengan tujuan proses *setting* dan *handling* material nanti akan dilakukan sepenuhnya dengan unit *overhead crane*. Sedangkan alternatif ketiga dengan melakukan modifikasi bangunan *ladle shop* saja (tanpa modifikasi unit *overhead crane*), sehingga biaya investasi yang dikeluarkan lebih kecil daripada alternative 2. Namun proses *setting* dan *handling* material nantinya akan di *support* oleh unit *telehandler*.

Ketiga alternatif diatas selanjutnya akan dilakukan analisa kelayakan ekonomi lebih lanjut dalam *case study report* ini. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan alternatif terbaik yang dapat memberikan manfaat ekonomi terbesar bagi perusahaan serta direkomendasikan sebagai project yang layak untuk dilakukan.

1.2. Rumusan Masalah:

Berdasarkan latar belakang, permasalahan yang diangkat adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana metode evaluasi ekonomi yang tepat dapat dilakukan terhadap setiap alternatif yang telah dikembangkan.
2. Bagaimana mendapatkan alternatif terbaik bila ditinjau dari evaluasi ekonomi.

1.3. Tujuan Penelitian:

1. Menentukan metode evaluasi ekonomi yang tepat terhadap setiap alternatif yang telah dikembangkan.

2. Memberikan rekomendasi alternatif terbaik sebagai dasar pengambilan keputusan investasi.

1.4. Manfaat penelitian:

1. Mengetahui kelayakan ekonomi dari tiap alternatif.
2. Mendapatkan rekomendasi alternatif terbaik sebagai dasar pengambilan keputusan investasi.

1.5. Batasan Masalah:

1. Analisa ekonomi dilakukan terhadap ketiga alternatif yang dikembangkan pada proses unit kerja *refractory burner*.
2. Biaya operasional unit kerja *refractory burner* diambil dari data internal perusahaan ditahun 2010 hingga 2019.
3. Periode evaluasi ekonomi dari tahun 2019 – 2039, mengikuti umur investasi.
4. Estimasi biaya investasi berdasarkan harga yang berlaku di tahun 2019.
5. Unit *burner* dilakukan *overhaul* setiap 15 tahun sekali agar dapat beroperasi secara optimal dan efisien.
6. Nilai MARR diambil dari nilai rata-rata presentase *net profit* margin perusahaan sebesar 10.3% pada kurun waktu 2018 – 2014.

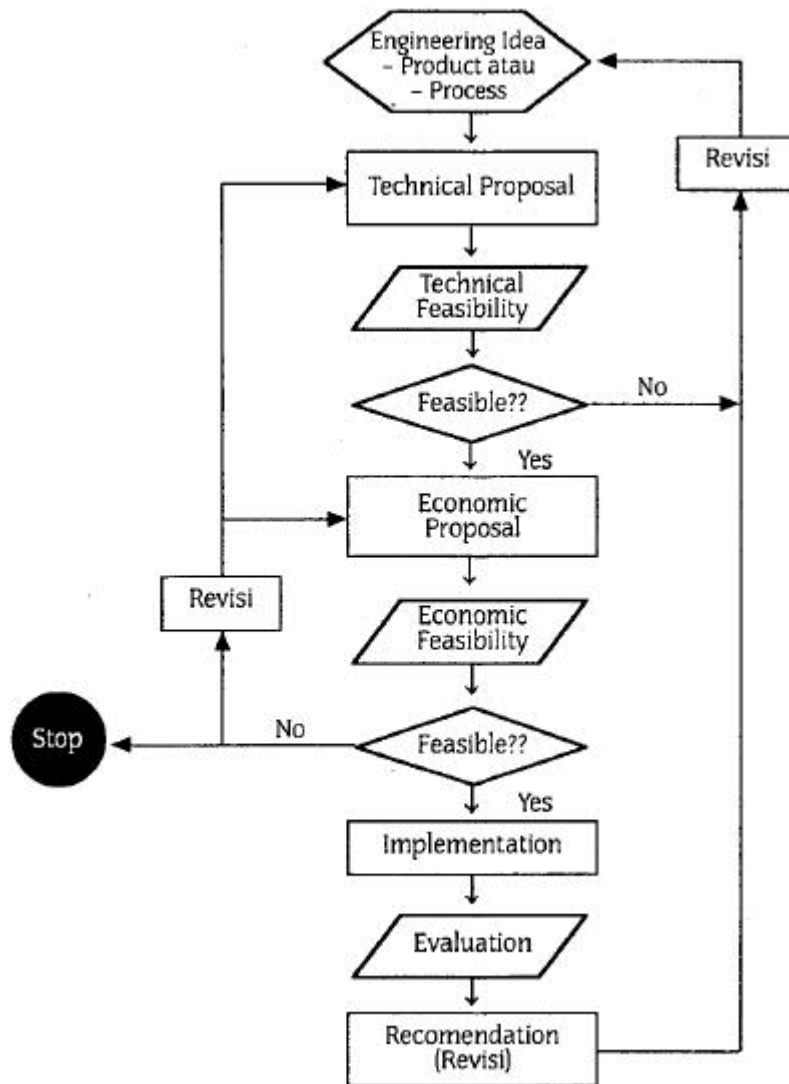
BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

Dalam bab kajian pustaka ini akan dibahas tentang teori pendukung penulisan studi analisa alternative yang dapat dikembangkan pada pengoperasian unit *refractory burner*. Studi ini dilakukan sebagai dasar pengambilan keputusan investasi terhadap alternative mana yang akan di rekomendasikan. Dalam melakukan studi kasus, analisa evaluasi kelayakan ekonomi dilakukan terhadap alternatif yang diberikan dengan menggunakan metode NPV, IRR, *Payback Period* untuk mengetahui alternatif mana yang layak serta dilakukannya analisa sensitivitas terhadap parameter finansial untuk mengetahui perubahan yang masih dapat di tolerir dalam investasi.

2.1.Evaluasi Kelayakan Ekonomi

Dalam melakukan perancangan suatu proyek tentunya tidak hanya di tinjau dari bidang keteknikan (*engineering*) namun juga ditinjau dari aspek finansial. Pada umumnya kegiatan teknik akan membutuhkan biaya investasi awal yang relative besar dan berdampak pada kebutuhan biaya operasional dan perawatan jangka panjang. Tinjauan dari aspek finansial perlu dilakukan untuk dapat menentukan pilihan terhadap proyek apa yang akan dilakukan. Adapun prosedur perancangan yang baik dapat terlihat pada *flow-chart* Pada Gambar 2.1 dibawah.



Gambar 6.1. Siklus Kegiatan Teknologi Yang Berorientasi Ekonomis

(sumber:ekonomi teknik, Drs.M.Giatman,MSIE)

Untuk dapat melakukan evaluasi secara ekonomi, diperlukan pengetahuan mengenai ekonomi teknik. Ekonomi Teknik adalah suatu ilmu pengetahuan yang berorientasi pada pengungkapan dan perhitungan nilai-nilai ekonomis yang terkandung dalam suatu rencana kegiatan teknik (Giatman,2005). Investasi merupakan usaha menanamkan modal dalam jangka panjang yang akan memberikan keuntungan dan pengeluaran secara periodik. Pengeluaran tersebut terdiri dari biaya operasional, biaya *maintenance* dan biaya-biaya lain yang harus

dikeluarkan. Terdapat beberapa metode dalam melakukan evaluasi kelayakan investasi yang umum dilakukan antara lain:

1. Metode *Net Present Value* (NPV).
2. Metode *Internal Rate of Return* (IRR).
3. Metode *Payback Period* (PBP).

Ketiga metode diatas telah digunakan pada berbagai macam industri dalam melakukan evaluasi ekonomi terhadap kelayakan ekonomi dari suatu project atau investasi. Pada dasarnya semua metode tersebut konsisten merujuk pada hasil rekomendasi yang sama, namun informasi spesifik yang didapatkan akan berbeda. Metode NPV akan kita dapatkan proyeksi *cash-flow* masa depan yang akan kita tarik pada masa sekarang, sehingga dapat kita bandingkan terhadap nilai investasi yang akan dikeluarkan. Pada metode IRR dapat kita ketahui kemampuan *cash-flow* dalam mengembalikan investasi dalam bentuk %/ periode. Sedangkan pada metode *payback period* akan kita ketahui secara spesifik berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai nilai *break even point* atau balik modal berdasarkan proyeksi *cash-flow* dimasa depan. Oleh karena itu, ketiga metode tersebut digunakan untuk mendapatkan gambaran investasi secara kompresensif.

2.1.1 Metode *Net Present Value* (NPV).

Net Present Value (NPV) merupakan metode menghitung nilai bersih (*netto*) pada waktu sekarang (*present*). Asumsi *present* yaitu menjelaskan waktu awal perhitungan bertepatan dengan saat evaluasi dilakukan. Metode NPV pada dasarnya memindahkan *cash-flow* yang menyebar sepanjang umur investasi ke waktu awal investasi. *Cash-flow* investasi tidak selalu di dapat secara lengkap, yang terdiri *cash-in* dan *cash-out* namun mungkin saja hanya diukur dari apek biaya atau *benefit* nya saja. Cash flow hanya *benefit*nya saja perhitungannya di sebut *Present Worth of Benefit* (PBW) sedangkan jika diperhitungkan *cash-out* (*cost*) disebut *Present Worth of Cost* (PWC). Untuk mendapatkan nilai PBW, PWC dan NPV menggunakan rumus sebagai berikut.

$$PWB = \sum_{t=0}^n Cb_t (FBP)_t \quad (2.1)$$

$$PWB = \sum_{t=0}^n Cc_t (FBP)_t \quad (2.2)$$

$$PWB = \sum_{t=0}^n Cf_t (FBP)_t \quad (2.3)$$

$$NPV = PBW - PWC; \quad (2.4)$$

Keterangan;

$Cb = \text{cash flow benefit}$ $t = \text{periode waktu}$

$Cc = \text{cash flow cost}$ $n = \text{umur investasi}$

$Cf = \text{cash flow utuh (benefit+cost)}$

FPB = Factor Bunga Present

Kriteria keputusan dari metode NPN sebagai berikut, jika:

$NPV > 0$, berarti investasi menguntungkan (*feasible*).

$NPV < 0$, berarti investasi tidak menguntungkan (*unfeasible*).

2.1.2 Metode *Internal Rate of Return* (IRR)

Pada metode IRR, informasi yang dihasilkan berkaitan dengan tingkat kemampuan *cash flow* dalam mengembalikan investasi yang dijelaskan dalam bentuk %/ periode waktu. Secara sederhana menjelaskan seberapa kemampuan *cash flow* dalam mengembalikan modal dan seberapa besar kewajiban yang harus dibayarkan. Kemampuan membayar inilah yang disebut *Internal Rate of Return* (IRR) dan kewajiban membayar ini disebut dengan *Minimum Attractive Rate of Return* (MARR). Suatu investasi dinyatakan layak apabila $IRR \geq MARR$. Nilai MARR pada umumnya ditetapkan secara *subjective* dengan pertimbangan-pertimbangan antara lain:

- Suku bunga investasi.
- Biaya lain yang harus dikeluarkan saat dilakukan investasi.
- Faktor resiko investasi.

Dalam buku ekonomi teknik (*Pujawan, 2004*) disebutkan bahwa ada beberapa cara dalam menentukan besaran nilai MARR yang disarankan (*White,dkk*) antara lain:

1. Tambahkan presentase tetap pada ongkos modal (*cost of capital*) perusahaan.
2. Nilai rata-rata pengembalian (ROR) selama 5 tahun lalu digunakan sebagai MARR tahun ini.
3. Gunakan MARR yang berbeda untuk horizon perencanaan yang berbeda dari investasi awal.
4. Gunakan MARR yang berbeda untuk perkembangan berbeda dari investasi awal.
5. Gunakan MARR yang berbeda pada investasi baru dan investasi berupa proyek perbaikan.
6. Gunakan alat management untuk mendorong atau menghambat investasi, tergantung pada kondisi ekonomi keseluruhan dari perusahaan.
7. Gunakan rata-rata tingkat pengembalian modal para pemilik saham untuk semua perusahaan pada kelompok industri yang sama.

2.1.3 Metode *Payback Period* (PBP).

Metode *Payback Period* (PBP) pada dasarnya untuk mengetahui berapa lama biaya investasi yang dikeluarkan dapat dikembalikan pada kondisi pulang pokok (*break even point*). Lama periode (k) pada saat kondisi BEP sebagai berikut:

$$k_{(PBP)} = \sum_{t=0}^k CF_t \geq 0 \quad (2.5)$$

Keterangan:

K = periode pengembalian

CF_t = *cash flow* periode ke t

Jika komponen *benefit* rasio bersifat annual, berikut rumus yang digunakan:

$$k_{(PBP)} = \frac{\text{Investasi}}{\text{Annual Benefit}} \times \text{periode waktu} \quad (2.6)$$

Kriteria keputusan dari PBP sebagai berikut:

$K \leq n$, berarti investasi layak (*feasible*).

$K > n$, berarti investasi tidak layak (*unfeasible*).

2.2. Asumsi Parameter

Dalam melakukan evaluasi ekonomi dari suatu investasi perlu dilakukan penetapan asumsi terhadap beberapa parameter yang akan menentukan hasil dari suatu evaluasi nantinya. Parameter tersebut adalah nilai penyusutan asset (*depresiasi*), besaran nilai pajak yang dikenakan pada perusahaan sesuai dengan undang-undang yang berlaku serta penentuan nilai *discounted rate*.

2.2.1 Penyusutan (*Depresiasi*)

Depresiasi adalah penurunan nilai asset seiring dengan berjalannya waktu. Setiap asset yang digunakan dalam beroperasi memiliki batasan umur atau masa pakai, sehingga apabila asset serupa masih digunakan berlangsung hingga akhir masa pakainya maka diperlukan proses perbaikan atau penggantian agar mampu digunakan kembali secara layak. Asset yang mengalami *depresiasi* merupakan asset tetap yang umumnya bersifat fisik seperti bangunan, peralatan, armada. *Depresiasi* umumnya diakibatkan oleh penyusutan fisik (*deterioration*), yaitu penyusutan yang diakibatkan oleh kemerosotan *performance* suatu asset seiring berjalannya waktu, yang mengakibatkan peningkatan biaya operasional dan *maintenance* serta terjadinya penurunan produktifitas. Secara umum terdapat beberapa hal perlu dilakukan perhitungan *depresiasi*, yaitu untuk menyediakan dana pengembalian modal saat dilakukan investasi, memungkinkan adanya biaya penyusutan yang dibebankan pada biaya produksi yang dihasilkan dari penggunaan asset, serta dasar pengurangan pajak yang harus dibayarkan. Beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan penyusutan adalah umur pakai alat, kondisi perawatan, operasi dan pajak, serta perubahan teknologi di masa mendatang. Dalam hal ini perkiraan umur pakai suatu asset adalah berdasar anggapan bahwa asset tersebut masih dapat digunakan secara ekonomis (*economic life*).

Berdasarkan ketentuan UU No. 36 Tahun 2008 tentang Perubahan Keempat atas UU No.7 Tahun 1983 tentang Pajak Penghasilan pada pasal 11 ayat 6, untuk menghitung penyusutan, masa manfaat dan tarif penyusutan harta

berwujud ditetapkan sebagaimana dilihat pada Tabel 4.1 Kelompok harta berwujud serta metode dan tarif penyusutannya.

Tabel 2.1. Kelompok Harta Berwujud serta Metode dan tarif Penyusutannya

Kelompok Harta Berwujud	Masa Manfaat	Tarif Penyusutan Berdasarkan Metode	
		Garis Lurus	Saldo Menurun
I. Bukan Bangunan			
• Kelompok 1	4 tahun	25%	50%
• Kelompok 2	8 tahun	12.5%	25%
• Kelompok 3	16 tahun	6.25%	12.5%
• Kelompok 4	20 tahun	5%	10%
II. Bangunan			
• Permanen	20 tahun	5%	-
• Tidak Permanen	10 tahun	10%	-

Berdasarkan tabel 4.1 diatas, maka metode penyusutan yang di pilih adalah metode penyusutan garis lurus dengan besaran 5% di rentang 20 tahun.

2.2.2 Pajak Penghasilan Badan Usaha

Setiap perusahaan yang didirikan dan beroperasi di Indonesia serta memiliki status sebagai Wajib Pajak Badan dan Pengusaha Kena Pajak, dikenakan kewajiban perpajakan. Pajak penghasilan dikenakan atas seluruh penghasilan atau pendapatan yang diterima selama satu tahun pajak setelah dikurangi dengan suatu jumlah berkenaan dengan biaya-biaya, ongkos dan tunjangan yang diperkenankan berdasarkan peraturan perundangan perpajakan yang berlaku. Pajak penghasilan merupakan pembayaran atau pengeluaran, sehingga merupakan pengurangan terhadap keuntungan perusahaan. Nominal pajak penghasilan terutang didapat dengan cara mengalikan Penghasilan Kena Pajak dengan tarif pajak yang berlaku sesuai aturan perpajakan. Tarif pajak yang dikenakan kepada perusahaan adalah sebesar 25%. Ketentuan ini berdasarkan Pasal 17 Ayat 1 Bagian b UU No. 36 Tahun 2008 tentang Pajak Penghasilan. Kemudian diturunkan dalam PP No.36 Tahun 2017 pada pasal 4 Ayat (1a) adalah “Wajib Pajak badan sebesar 25% (dua puluh lima persen)”.

2.2.3 Discounted Rate

Discounted rate yang digunakan di perusahaan menggunakan perhitungan biaya modal rata-rata tertimbang atau *Weighted Average Cost of Capital (WACC)*. WACC merupakan perhitungan *cost of capital* berdasarkan porsi *debt* (utang) dan *equity* (ekuitas) dari perusahaan. Marshall Hargrave (2019) menyatakan indikator yang digunakan untuk mengukur variabel biaya modal adalah dengan menghitung biaya modal rata-rata tertimbang dengan rumus :

$$\text{WACC}_{\text{nominal}} = D/V \cdot K_d \cdot (1-T_c) + E/V \cdot K_e \quad (4.1)$$

Keterangan :

WACC = biaya modal rata-rata tertimbang

D = Nilai pasar dari hutang perusahaan

E = Nilai pasar dari saham perusahaan

V = D+E , yaitu total nilai pasar dari pembiayaan perusahaan

D/V = persentase hutang dari modal

E/V = persentase saham dari modal

K_d = biaya hutang

K_e = biaya saham

T = tarif pajak perusahaan (dalam persentase)

Biaya saham (K_e) pada dasarnya adalah jumlah yang harus dikeluarkan perusahaan untuk mempertahankan harga saham yang akan memuaskan investornya. Karena pemegang saham akan mengharapkan untuk menerima pengembalian tertentu atas investasi mereka di perusahaan. Tingkat pengembalian yang disyaratkan pemegang saham adalah biaya dari perspektif perusahaan. Hal ini dikarenakan jika perusahaan gagal memberikan pengembalian yang diharapkan ini, pemegang saham hanya akan menjual saham mereka. Dengan demikian akan mengarah pada penurunan

harga saham dan nilai perusahaan. Sehingga biaya saham didefinisikan secara luas sebagai laba diproyeksikan tertimbang menurut risiko yang diperlukan oleh investor, di mana pengembalian sebagian besar tidak diketahui (*unknown*). Karenanya, biaya saham disimpulkan dengan membandingkan investasi dengan investasi lain (sebanding) dengan profil risiko serupa untuk menentukan biaya saham pasar. Biasanya disamakan menggunakan rumus model penentuan harga aset modal, yaitu:

$$Ke = Rf + CDS + \beta s (Rm - Rf) \quad (4.2)$$

Dimana:

Rf = pengembalian bebas risiko yang diharapkan di pasar (misal: imbal hasil obligasi)

βs = sensitivitas terhadap risiko pasar

Rm = premi risiko

$Rm - Rf$ = premi risiko dari aset pasar dikurangi aset bebas risiko

CDS = *Country Default Spread*

Dalam perhitungan biaya saham ini diperoleh data parameter sebagai berikut :

Rf = 2.92% (rata-rata 2 tahun terakhir obligasi US yang akan jatuh tempo dalam 30 tahun)

βs = 1.31 (beta rata-rata dari sektor pertambangan diperkirakan oleh Damodaran, Aswath - January 2020)

$(Rm - Rf)$ = 4.66% (Premi risiko historis 1928-2018 diperkirakan oleh Damodaran, Aswath, Equity Risk Premium (ERP)- the 2019 Edition

CDS = 1.59% untuk Indonesia , diperkirakan oleh Damodaran, Aswath, January 2020)

Sehingga dengan memasukkan nilai-nilai tersebut dalam rumus biaya saham diperoleh :

$$K_e = 2.92\% + 1.59\% + 1.31 \times 4.66\% = 10.6\%$$

Sedangkan untuk perhitungan WACC nominal diperoleh data parameter dari perusahaan pada tahun 2019 sebagai berikut:

$$D/V = 30\% \text{ (data perusahaan)}$$

$$E/V = 70\% \text{ (data perusahaan)}$$

$K_d = 3.9\%$ (hasil rata-rata dari dua tahun terakhir dari obligasi global perusahaan tambang besar dengan jatuh tempo 2025-2026 : Vale, BHP, Rio Tinto, Anglo American, Glencore)

$$T = 34\% \text{ (biaya pajak langsung di negara perusahaan induk, Brazil)}$$

Maka dengan memasukkan nilai parameter pada rumus WACC nominal diperoleh:

$$WACC_{\text{nominal}} = 30\% \times 3.9\% \times (1 - 34\%) + 70\% \times 10.6\% = 8.2\%$$

Dengan inflasi 2.13% (inflasi rata-rata 2 tahun terakhir di USA, sumber : trading economics.com) maka diperoleh :

$$WACC_{\text{riil}} = WACC_{\text{nominal}} - \text{inflasi}$$

$$WACC_{\text{riil}} = 8.20\% - 2.13\% = 6.07\% \text{ atau dibulatkan } 6.00\%$$

Berdasarkan perhitungan tersebut maka discount rate yang akan digunakan dalam analisis ekonomi ini adalah sama dengan nilai $WACC_{\text{riil}}$ yaitu 6.00%

2.3. Analisa Sensitivitas

Analisis sensitivitas dilakukan untuk mengetahui sejauh mana dampak parameter yang telah di ditetapkan sebelumnya boleh berubah karena adanya faktor perubahan situasi selama umur investasi, sehingga perubahan tersebut akan berpengaruh secara signifikan terhadap keputusan yang telah diambil. Batasan

perubahan parameter menjadi salah satu pertimbangan dalam mengambil keputusan. Parameter investasi yang perlu dilakukan analisa investasi antara lain nilai investasi, *benefit cost*, operasional *cost* dan suku bunga. Analisa sensitivitas pada umumnya dilakukan dengan asumsi perubahan terjadi pada salah satu parameter, sedangkan parameter lain di asumsikan tidak berubah. Untuk mengetahui perubahan parameter lainnya, maka dilakukan pada persamaan selanjutnya.

Analisa sensitivitas dilakukan pada ketiga parameter tersebut dengan cara menaikkan-turunkan nilai parameter yang diuji secara bertahap hingga tercapai nilai NPV=0, dengan asumsi nilai parameter lain tidak berubah. Dengan tercapainya nilai NPV=0, maka didapatkan batas toleransi maksimal perubahan yang diperbolehkan terjadi pada parameter yang diuji. Hasil uji analisa sensitivitas ini akan menjadi salah satu pertimbangan dalam mengambil keputusan investasi.

Halaman ini sengaja dikosongkan

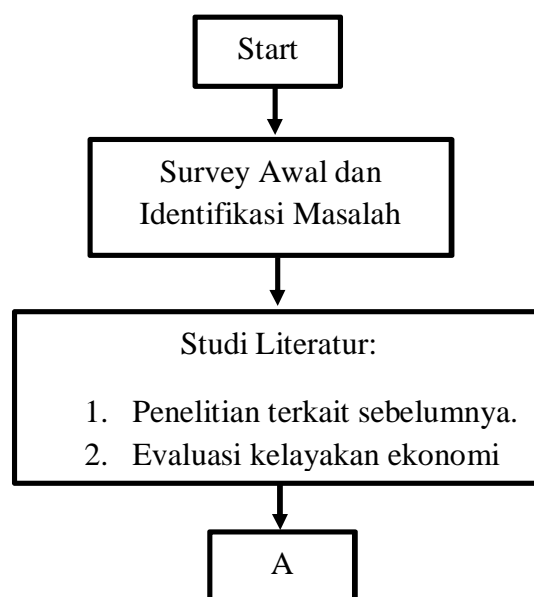
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

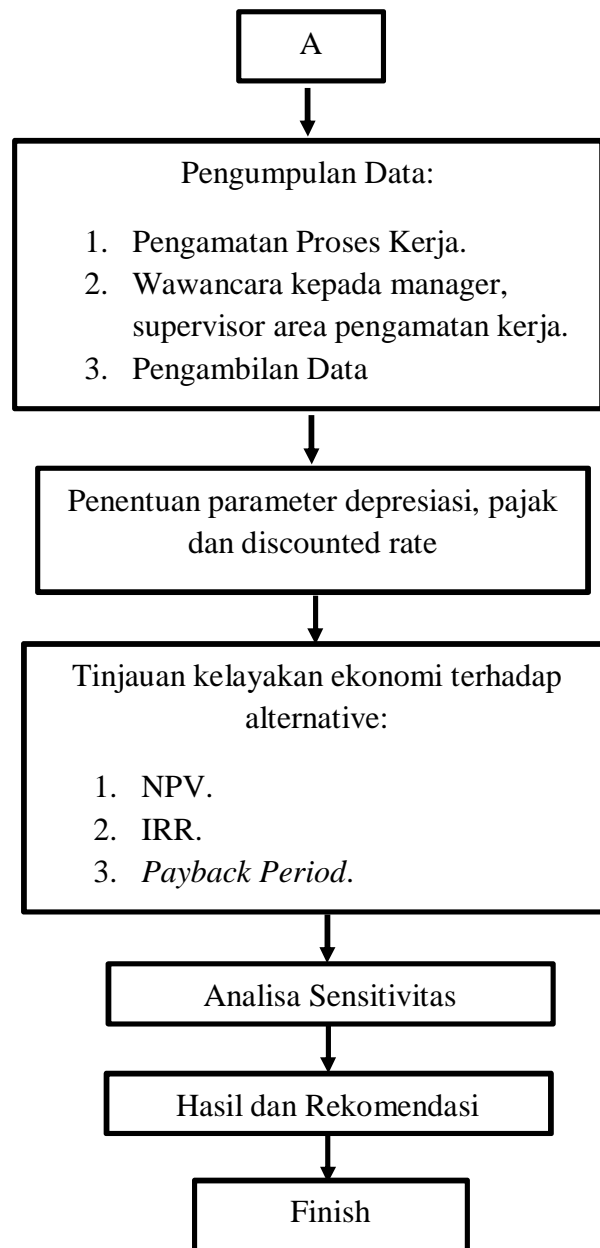
3.1. Objek dan Subjek Penelitian

Objek penelitian dalam penulisan studi kasus kelayakan ekonomi dilakukan pada alternative yang dikembangkan untuk tercapainya efisiensi biaya operasional serta memberikan keuntungan bagi perusahaan. Sedangkan subjek penelitian dalam penulisan studi ini adalah berada pada level mikro yaitu unit kerja *refractory*. Ruang lingkup department yang terlibat dalam pengambilan data adalah pada Departemen *Process Plant Operation and Maintenance* sub bidang *mason*.

3.2. Prosedur penelitian

Studi case pada penelitian ini melakukan evaluasi kelayakan ekonomi terhadap alternative yang dikembangkan untuk mencapai efisiensi biaya operasional unit *refractory*. Penarikan data terhadap biaya operasional unit *refractory* dilakukan berdasarkan data internal perusahaan PT. XYZ. Sedangkan proses wawancara dan pengamatan proses kerja dilakukan untuk mengetahui proses kerja yang berjalan saat ini. Metodologi penelitian dilakukan secara bertahap dan sistemis sebagaimana terlihat Pada Gambar 3.2.1 diagram alir penelitian dibawah.





Gambar 7.1. Gambar Alir Penelitian

Langkah 1: Langkah awal yang dilakukan adalah melakukan survey dan identifikasi terhadap proses kerja unit *refractory burner* saat ini.

Langkah 2: Study literatur berupa pembelajaran teori-teori dan penelitian sebelumnya yang berkaitan, dilakukan untuk mendalami teori-teori yang dapat digunakan untuk mendalami permasalahan yang dihadapi.

Beberapa teori depresiasi, NPV, IRR, PBP serta analisa sensitivitas terhadap parameter investasi.

Langkah 3: Melakukan observasi yang terdiri dari 3 cara. Pertama adalah melakukan pengamatan langsung pada proses kerja, cara pekerja melakukan pekerjaan. Kedua adalah wawancara terhadap pekerja yang terlibat dalam proses produksi. Wawancara dilakukan pada *manager*, *supervisor* dan pekerja di lokasi kerja. Ketiga adalah pengambilan data biaya operasional, biaya *maintenance*, biaya lain-lain, dan dokumentasi.

Langkah 4: Pengembangan alternative efisiensi terhadap proses kerja unit kerja *refractory burner* saat ini.

Langkah 5: Evaluasi alternative-alternative yang telah dikembangkan ditinjau terhadap kelayakan ekonomi investasi dengan metoda NPV, IRR dan PBP.

Langkah 6: Analisa sensitivitas terhadap perubahan parameter investasi terhadap alternative terpilih.

Langkah 7: Memberikan rekomendasi terhadap pemilihan alternative terbaik sebagai dasar pengambilan keputusan dalam melakukan investasi.

Langkah 8: Selesai

3.3 Pengambilan Data:

Data yang diambil dalam *study case* ini adalah:

- a. Data proses kerja.
- b. Data biaya operasional, *maintenance* dan biaya lain dari internal perusahaan.

3.4. Pengolahan Data:

- a. Data observasi: Observasi terhadap proses kerja saat ini serta pengembangan alternative-alternative efisiensi proses kerja.

- b. Data wawancara: Informasi tambahan berkaitan dengan proses kerja dan biaya yang timbul pada saat operasional dan maintenance saat ini dan kemungkinan yang akan muncul di masa depan.

3.5. Tahap Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini kesimpulan diambil berdasarkan permasalahan, tujuan masalah serta hasil analisis yang selanjutnya memberikan rekomendasi investasi yang paling tepat dilakukan untuk mendapatkan keuntungan paling optimal bagi perusahaan.

BAB 4

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Unit Kerja Mason

Unit kerja *mason* merupakan bagian dari departemen operation dan *maintenance* yang khusus menangani material *refractory* yang digunakan untuk melindungi *equipment* dari paparan suhu panas pada saat operasional. Ditiap area operasional (*dryer*, *kiln*, *furnace* dan *converter*) menggunakan type material *refractory* yang berbeda-beda. Pada *study case* ini mengambil type *refractory* yang membutuhkan proses pembakaran pada unit *burner*. Unit burner yang digunakan adalah type *annealing furnace car type* yang saat ini ditempatkan pada *heavyduty shop*. Pada gambar 4.1 dibawah dapat dilihat unit *burner annealing furnace car type* yang dimiliki oleh PT. XYZ.




Gambar 8.1. Unit Burner – *Annealing Furnace Car Type*

Unit *burner* tersebut digunakan sebagai tempat pembakaran Air Pipe Kiln selama 36 jam dengan suhu rata-rata sebesar 700° Celcius. Sedangkan pada *Ring Brick Furnace* dan *Tahu Murray* akan dilakukan proses pembakaran selama 36 jam dengan suhu rata-rata sebesar 1,200° Celcius. Pada saat ini, rangkaian proses kerja *refractory burner* dilakukan pada beberapa lokasi terpisah dengan lokasi terjauh pada *ladle shop* dimana unit *burner* tersebut berada. Idealnya dilakukan penyatuan





terhadap semua proses kerja untuk mencapai efisiensi biaya operasional paling efisien. Namun hal tersebut tentunya membutuhkan biaya investasi yang cukup besar sehingga tidak mudah untuk direalisasikan dengan tuntutan efisiensi biaya saat ini. Oleh karena itu pengembangan alternative yang dilakukan adalah dengan mengoptimalkan fasilitas *infrastructure* yang tersedia saat ini, berupa penggabungan proses kerja. Hal-hal yang menjadi pertimbangan dalam penggabungan area pekerjaan adalah ketersediaan fasilitas *infrastructure* berupa *equipment, power supply, space* bangunan serta factor keamanan. Proses diskusi dilakukan dengan para *manager, supervisor, pekerja* dan *safety representative* pada unit mason tersebut. Atas pertimbangan hal tersebut diatas, maka di dapatkanlah alternative pemindahan unit *burner* dari *heavyduty shop* ke *ladle shop*. Persetujuan tersebut secara formal disetujui dengan dikeluarkannya form *Management of Change* (form manajemen perubahan) seperti terlihat Pada Gambar 4.1.2 dibawah.

CM001

**FORMULIR MANAJEMEN PERUBAHAN
(PERMANEN)**





Reg. No.:

Manager PM Converter	Achmad Sahladi		09/09/19	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Supervisor Mason	Alwi Ndaku		09/09/19	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Manager PM Mason	Samuel Toding		09/09/19	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PP EHS Representative	Alfreds Mellalo		09/09/19	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Catatan:					

Bagian 9: Review Final

Review perubahan mempertimbangkan efektifitas dan tantangan jika kriteria kinerja perubahan memenuhi harapan. Komunikasi review final dan penyelesaian proses manajemen perubahan akan dibuat ke pihak-pihak terdampak.

Review Representative/ Manager EHS - Posisi	Nama	Tanda Tangan	Tanggal	Rekomendasi	
				Menerima	Menolak
PP EHS Representative	Alfreds Mellalo		16/09/19	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Komentar / Tanggapan:					

Review Pemilik Perubahan - Posisi	Nama	Tanda Tangan	Tanggal	Rekomendasi	
				Menerima	Menolak
GM Converter Maintenance	Slamet Suryanto		10-09-19	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Komentar / Tanggapan:					

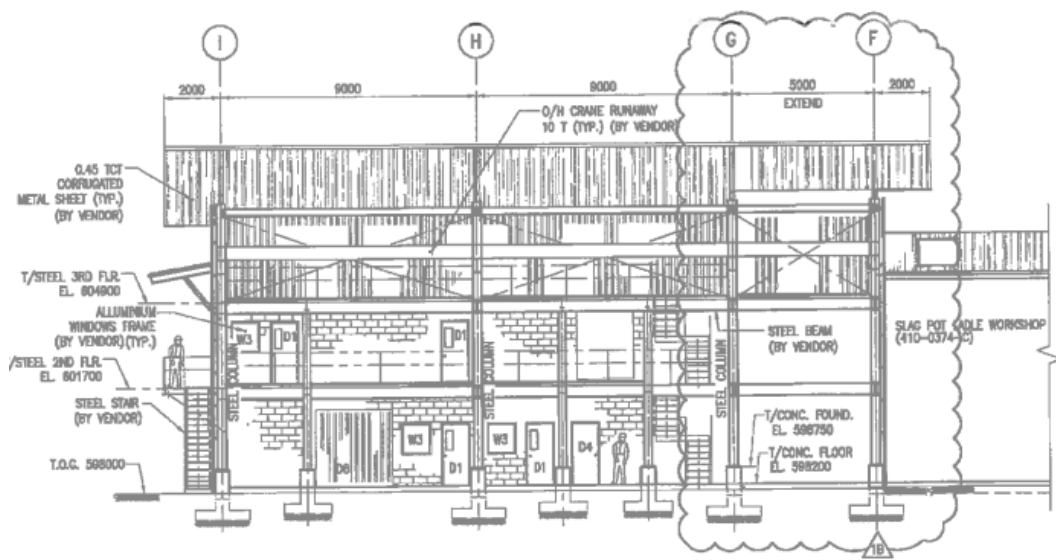
Bagian 10: Catat semua data, penilaian dan informasi perubahan ini

Semua catatan harus disimpan sesuai persyaratan INS-002-PTVI Instruksi untuk Manajemen Pencatatan

Aksi ke Arsitek Selama ke Originator

Gambar 9.2. Form Manajemen Perubahan.

Dari sisi teknis tentunya dilakukan kajian mendalam terhadap alternative tersebut baik dari disiplin ilmu *civil-mechanical* dan *electrical*. Unit *burner* nantinya akan ditempatkan pada bangunan *ladle shop* dengan dilakukannya perluasan bangunan. Pada gambar 4.3 dibawah dapat dilihat *design* perluasan bangunan *ladle shop* yang akan digunakan sebagai penempatan unit *burner* pada alternatif 2 dan 3.



Gambar 10.3. *Design* Perluasan Bangunan *Ladle Shop*.

Dengan dilakukannya pemindahan tersebut, maka proses pembakaran-pemasangan *anchor* dan *casting castable* pada *Air Pipe Kiln* akan menjadi satu lokasi. Sedangkan pada proses kerja *ring brick* dan *tahu murray* akan mengurangi proses *mobilisasi*. Berdasarkan penjelasan diatas maka didapatkan tiga alternatif yang akan di evaluasi lebih lanjut dalam *study case* ini untuk mengetahui alternatif mana yang paling layak dilakukan bila ditinjau dari sisi ekonominya. Ketiga alternatif tersebut adalah alternatif 1: proses kerja tetap seperti saat ini; alternatif 2: dilakukan pemindahan unit burner dari *heavyduty shop* ke *ladle shop* dengan dilakukannya modifikasi pada bangunan *ladle shop* dan *overhead crane*; alternatif 3: pemindahan unit burner dari *heavyduty shop* ke *ladle shop* dengan memodifikasi bangunan *ladle shop*.

4.2 Air Pipe Kiln

Air pipe merupakan salah satu *equipment* pada *kiln* yang berfungsi untuk membantu proses perataan panas di dalam *kiln* pada suhu 700°celcius. Ditiap *kiln* memiliki empat buah *air pipe* yang ditempatkan pada jarak tertentu pada unit *kiln*. Pada gambar 4.4 dibawah dapat dilihat posisi penempatan *air pipe* pada unit *kiln* yang beroperasi pada PT. XYZ.



Gambar 11.4. Penempatan *Unit Air Pipe Kiln*.

Sedangkan material yang dibutuhkan untuk perbaikan *air pipe kiln* adalah sebagai berikut:

1. *Anchor Masonry: stock code 15098407.*
2. *Castable: stock code 15137502.*

Proses pembakaran *air pipe* di dalam burner dilakukan selama 36 jam dengan suhu rata-rata sebesar 700°celcius. Pada gambar 4.5 dibawah dapat dilihat proses

penempatan unit *air pipe* kedalam *burner* menuju proses pembakaran.



Gambar 12.5. Penempatan Unit *Air Pipe Kiln* ke Dalam *Burner* Menuju Proses Pembakaran.

4.3 Ring Brick Furnace

Ring brick merupakan bagian dari *roof furnace* yang terletak pada area *delta* dan dipasang mengelilingi *electrode*. *Ring brick* memiliki ketahanan suhu temperature hingga 1,200°celcius mengikuti suhu operasional *furnace*. Oleh karena itu pada saat proses pembakaran di dalam unit *burner*, dilakukan selama 36 jam dengan suhu rata-rata 1,200°celcius. Kebutuhan material *ring brick* adalah criterion 70xlm dengan stock code 15117353. Pada gambar 4.6 dibawah dapat dilihat unit *ring brick* setelah dilakukan pembakaran di dalam *burner*.



Gambar 13.6. *Ring Brick Furnace* Setelah Dilakukan Pembakaran Dalam *Burner*.

4.4 Tahu Murray Furnace

Tahu murray merupakan *equipment* didalam *furnace* yang berfungsi sebagai *feeding gate* material *calcine* yang akan masuk ke dalam *furnace*. *Tahu murray* memiliki ketahanan suhu hingga 1,200°celcius sesuai dengan suhu operasional *furnace*. Kebutuhan material *tahu murray* adalah sebagai berikut:

1. *Plate Mild Steel: stock code 15117649.*
2. *Castable: stock code 15137502.*

Equipment tahu murray setelah dilakukan proses pembakaran di dalam *burner* selama 36 jam dengan suhu rata-rata 1,200°celcius. Pada Gambar 4.7 dibawah dapat dilihat unit *tahu murray* setelah dilakukan proses pembakaran di dalam *burner*.



Gambar 14.7. Unit *Tahu Murray Furnace* Setelah di Lakukan Proses Pembakaran di Dalam *Burner*.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 5

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dilakukan analisis dan pembahasan kelayakan ekonomi terhadap setiap alternative yang telah dikembangkan, untuk dapat mengetahui pilihan alternatif mana yang paling menguntungkan bagi perusahaan. Analisis dilakukan meliputi: asumsi parameter, proyeksi kas dari setiap alternatif serta analisis sensitivitas terhadap potensi perubahan pada parameter investasi yang masih dapat ditolerir.

5.1 Asumsi Parameter

Berikut asumsi nilai parameter yang telah ditentukan pada pembahasan sebelumnya:

- a. *Depresiasi* = Metode garis lurus dengan umur asset selama 20 tahun.
- b. Pajak = 25%
- c. *Discounted rate* = 6%

5.2 Pemilihan Alternatif 1 (kondisi operasional saat ini)

Proses kerja unit *refractory* akan dilakukan seperti yang berjalan saat ini tanpa membutuhkan biaya investasi. Biaya operasional unit *refractory burner* terdiri dari 3 komponen biaya, yaitu biaya fabrikasi dan *casting castable* (a), pembakaran *castable* (b), dan transportasi (c). Pada tabel 5.1 dibawah dapat dilihat detail komponen biaya operasional unit *refractory burner* di tahun 2019.

Tabel 2.1. Detail biaya operasional unit kerja refractory burner tahun 2019

<i>Air pipe kiln</i>				
No	Aktifitas	Biaya (USD)	Lokasi	Keterangan
a	Bongkar dan pasang <i>castable</i> dan <i>anchor</i>	112,550.53	LS	Komponen biaya (a)
b	Transportasi 1	15,000.00	LS – HS	Komponen biaya (c)
c	Proses pembakaran	11,616.69	HS	Komponen biaya (b)
d	Transportasi 2	11,250.00	HS-LM	Komponen biaya (c)
<i>Ring brick furnace</i>				
a	<i>Casting castable</i>	75,500.90	BS	Komponen biaya (a)
b	Transportasi 1	3,600.00	BS-HS	Komponen biaya (c)
c	Proses pembakaran	2,508.93	HS	Komponen biaya (b)
d	Transportasi 2	1,800.00	HS-LM	Komponen biaya (c)
<i>Tahu murray furnace</i>				
a	Fabrikasi <i>housing tahu</i> <i>murray</i>	53,115.79	HS	Komponen biaya (a)
b	Transportasi 1	3,600.00	HS-BS	Komponen biaya (c)
c	<i>Casting castable</i>	85,394.74	BS	Komponen biaya (a)
d	Transportasi 2	3,600.00	BS-HS	Komponen biaya (c)
e	Proses pembakaran	3,763.40	HS	Komponen biaya (b)
f	Transportasi 3	1,800.00	HS-LM	Komponen biaya (c)

Keterangan:

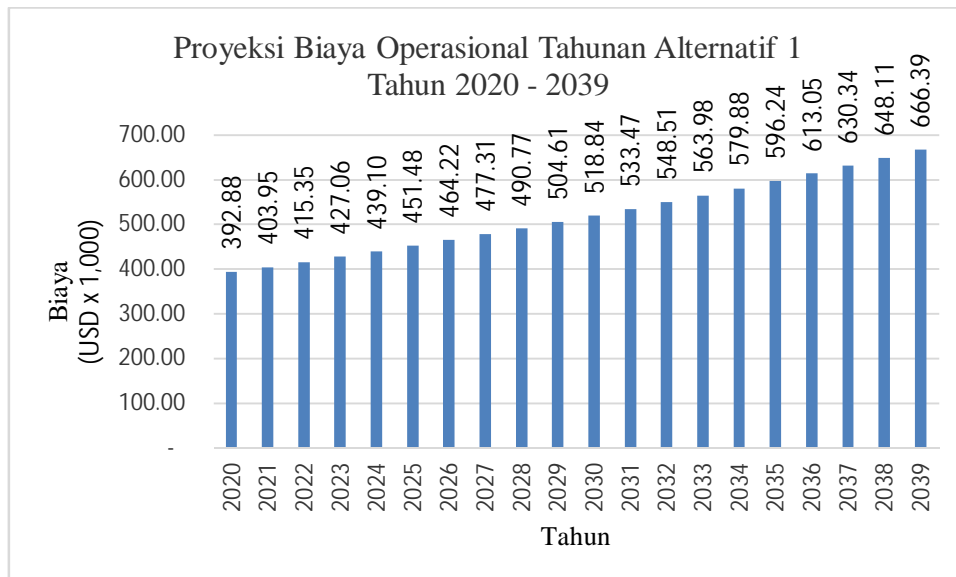
- LS= *Ladle Shop*
- HS= *Heavyduty Shop*
- LM= *Laydown Material*

Pada tabel 5.2 dibawah dapat dilihat pengelompokan biaya operasional tahun 2019 pada masing-masing komponen.

Tabel 3.2. Komponen biaya operasional tahun 2019 unit *refractory burner*

No	Komponen biaya	Biaya (USD)	Keterangan
1	Fabrikasi dan <i>casting castable</i>	323,561.96	Komponen biaya (a)
2	Proses pembakaran <i>castable</i>	17,889.02	Komponen biaya (b)
3	Transportasi	40,650.00	Komponen biaya (c)

Kenaikan biaya operasional diproyeksikan mengalami kenaikan sebesar 2.82% pertahun diasumsikan dari kenaikan rata-rata biaya operasional/tahun dari tahun 2010 hingga 2019. Pada gambar 5.1 dibawah dapat dilihat proyeksi biaya operasional pertahun pada alternatif 1 dari 2020 hingga 2039.



Gambar 15.1. Proyeksi Biaya Operasional Alternatif 1 Tahun 2020 – 2039.

5.3. Pemilihan Alternatif 2

Pada alternatif ke-2, usulan yang dilakukan adalah memindahkan unit *burner* dengan modifikasi bangunan *ladle shop* menjadi satu lokasi serta modifikasi unit *overhead crane*. Proses setting material menuju unit burner nantinya akan sepenuhnya di support oleh unit *overhead crane*. Estimasi biaya investasi yang dibutuhkan untuk alternatif 2 sebesar USD 53,600.00 dengan detail biaya sebagai berikut:

- Modifikasi bangunan *ladle shop* = \$ 39,200.00
- Modifikasi *overhead crane* = \$ 7,500.00
- Pindahan unit *burner* = \$ 6,900.00

Pada alternatif 2 ini akan memunculkan biaya tambahan berupa biaya maintenance unit *overhead crane* yang meliputi biaya *routine maintenance* yang akan diakumulasikan pertahun serta biaya overhaul unit *overhead crane* setiap 5 tahun. Biaya *maintenance overhead crane* diproyeksi meningkat sebesar 15% tiap 5 tahun. Proyeksi biaya operasional tahunan unit burner pada alternative 2 sebagai berikut:

1. *Air pipe kiln* (asumsi 25 kali penggantian *air pipe* dalam 1 tahun).

a. Bongkar-pasang *castable* dan *anchor* (komponen biaya a):

- Pembongkaran *castable*:

- *Mechanic* : 2orangx16jamx\$1.84/jam= \$58.98
- *Jack Hammer* : 2buah x16jamx\$1.03/jam= \$33.10+
- Total = \$92.08

Total biaya 1 tahun = \$92.08x25 = \$ 2,302.00

- Pembongkaran *anchor*:

- *Mechanic* : 2orangx24jamx\$1.84/jam= \$ 88.47
- *Cutting torch* :2buahx24jamx\$7.84/jam = \$376.55+
- Total = \$ 465.02

Total biaya 1 tahun = \$ 465.02x25 = \$ 11,625.50

- Pemasangan *anchor*:

- *Mechanic* :2orangx40jamx\$1.84/jam=\$147.45
- *Welding mach*:2setx40jamx\$10.76/jam = \$861.02
- *Anchor stud* :300bhx\$2.7/bh = \$810.66+
- Total = \$1,819.13

Total biaya 1 tahun = \$ 1,819.13x25 = \$ 45,478.25

Grand total biaya 1 tahun: \$ 107,550.00

- Pemasangan *castable*:

- *Mechanic* :2orangx24jamx\$1.84/jam=\$ 88.47
- *Castable* :75bagx\$24.5/bag =\$1,837.30+
- Total =\$1,925.77

Total biaya 1 tahun = \$1,925.77 x 25 = \$ 48,144.25

b. Transportasi 1 (komponen biaya c): \$ -

c. Proses pembakaran (komponen biaya b):

- *Electrician* :1orangx36jamx\$1.74/jam=\$ 62.57
- *Solar (fuel)* :5ltr/jamx36jamx\$0.84/ltr=\$ 151.05+
- Total =\$ 213.62

Total biaya 1 tahun = \$ 213.62 x 25 = \$ 5,340.50

d. Transportasi 2, LS-LM (komponen biaya c):

- *Trailer* :1unitx1jamx\$150/jam =\$150.00

Total biaya 1 tahun = \$ 150 x 25 = \$ 3,750.00

2. *Ring brick furnace* (asumsi 4 *furnace*/tahun):

a. *Casting castable*, BS (komponen biaya a):

- *Mason* :10orangx100jamx\$1.94/jam=\$ 1,944.83
- *Criterion* :750bagx\$21.17/bag =\$15,880.40
- *Telehandler* :1unitx3jamx\$100/jam = \$ 300.00+
- Total =\$ 18,125.23

Total biaya 1 tahun = \$18,125.23 x 4 = \$ 72,500.92

b. Transportasi 1, BS-LS (komponen biaya c):

- *Trailer* :1unitx3jamx\$150/jam =\$ 450.00

Total biaya 1 tahun = \$ 450 x 4 = \$ 1,800.00

c. Proses pembakaran (komponen biaya b):

- *Electrical* :1orangx72jamx\$1.74/jam=\$ 125.13

- Solar(*fuel*) :5ltr/jamx72jamx\$0.84/ltr = \$ 302.10+
- Total = \$ 427.23

Total biaya 1 tahun = \$ 427.23 x 4 = \$ 1,708.92

d. Transportasi 2, LS-LM (komponen biaya c):

- *Trailer* :1unitx2jamx\$150/jam = \$ 300.00

Total biaya 1 tahun = \$ 300 x 4 = \$ 1,200.00

3. *Tahu murray furnace* (asumsi 4 *furnace*/tahun):

a. Fabrikasi *housing tahu murray* (komponen biaya a):

- *Welder* :6orangx80jamx\$1.74/jam = \$ 834.21
- *Helper* :8orangx80jamx\$1.69/jam = \$ 1,078.91
- *Plate A36*:30lbrx\$341.84/lbr = \$10,255.17
- *Anchor* :300bhx\$2.70/bh = \$ 810.66
- *Telehandler*: 1unitx3jamx\$100/jam = \$ 300.00+
- Total = \$13,278.95

Total biaya 1 tahun = \$13,278.95 x 4 = \$ 53,115.80

b. Transportasi 1, HS-BS (komponen biaya c):

- *Trailer* :1unitx6jamx\$150/jam = \$ 900.00

Total biaya 1 tahun = \$ 900 x 4 = \$ 3,600.00

c. *Casting castable* (komponen biaya a):

- *Mason* :8orangx60jamx\$1.94/jam = \$ 933.52
- *Criterion* :950bagx\$21.17/bag = \$ 20,115.17
- *Telhandler*: 1unitx3jamx\$100/jam = \$ 300.00+
- Total = \$21,348.69

Total biaya 1 tahun = \$21,348.69 x 4 = \$ 85,394.76

d. Transportasi 2, BS-LS (komponen biaya c):

- *Trailer* : 1unitx4jamx\$150/jam = \$ 600.00

Total biaya 1 tahun = \$ 600 x 4 = \$ 2,400.00

e. Proses pembakaran (komponen biaya b):

- *Electrician*: 1 orang x 108 jam x \$1.74/jam = \$ 187.70
- *Solar (fuel)*: 5 ltr/jam x 108 jam x \$0.84.ltr = \$ 453.15 +
- Total = \$ 640.85

Total biaya 1 tahun = \$ 640.85 x 4 = \$ 2,563.40

f. Transportasi 3, LS-LM (komponen biaya c):

- *Trailer* : 1 unit x 2 jam x \$150/jam = \$ 300.00

Total biaya 1 tahun = \$ 300 x 4 = \$ 1,200.00

4. Biaya *maintenance overhead crane*:

Overhead crane pertama kali beroperasi pada tahun 2017, dengan komponen biaya berupa biaya rutin *maintenance* pertahun serta biaya *overhaul* tiap 5 tahun. Biaya rutin *maintenance* dan *overhaul* unit *overhead crane* diproyeksikan mengalami kenaikan sebesar 15% tiap 5 tahun.

a. Proyeksi biaya *maintenance* pertahun :

- 2020 – 2021 = \$ 7,180.00
- 2022 – 2026 = \$ 8,257.00
- 2027 – 2031 = \$ 9,495.00
- 2032 – 2036 = \$ 10,919.00
- 2037 – 2040 = \$ 12,557.00

a. Proyeksi biaya *Overhaul* tiap 5 tahun:

- 2021 = \$ 6,560.00
- 2026 = \$ 7,544.00
- 2031 = \$ 8,675.00
- 2036 = \$ 9,976.00

Pada tabel 5.3 dibawah dapat dilihat ringkasan proyeksi biaya operasional dan *maintenance* tahunan alternatif 2.

Tabel 4.3. Proyeksi biaya operasional tahunan unit *refractory burner* Alternatif 2

<i>Air pipe kiln</i>				
No	Aktifitas	Biaya (USD)	Lokasi	Keterangan
A	Bongkar dan pasang <i>castable</i> dan <i>anchor</i>	\$ 107,550.00	LS	Komponen biaya (a)
B	Transportasi 1	-	LS	Komponen biaya (c)
C	Proses pembakaran	\$ 5,340.50	LS	Komponen biaya (b)
D	Transportasi 2	\$ 3,750.00	LS-LM	Komponen biaya (c)
<i>Ring brick furnace</i>				
A	<i>Casting castable</i>	\$ 72,500.92	BS	Komponen biaya (a)
B	Transportasi 1	\$ 1,800.00	BS-LS	Komponen biaya (c)
C	Proses pembakaran	\$ 1,708.92	LS	Komponen biaya (b)
D	Transportasi 2	\$ 1,200.00	LS-LM	Komponen biaya (c)
<i>Tahu murray furnace</i>				
A	Fabrikasi <i>housing tahu</i> <i>murray</i>	\$ 53,115.80	HS	Komponen biaya (a)
B	Transportasi 1	\$ 3,600.00	HS-BS	Komponen biaya (c)
C	<i>Casting castable</i>	\$ 85,394.76	BS	Komponen biaya (a)
D	Transportasi 2	\$ 2,400.00	BS-LS	Komponen biaya (c)
E	Proses pembakaran	\$ 2,563.40	LS	Komponen biaya (b)
F	Transportasi 3	\$ 1,200.00	LS-LM	Komponen biaya (c)
Biaya <i>maintenance overhead crane</i> (proyeksi meningkat sebesar 15% tiap 5 tahun sejak awla dioperasikan di 2017).				
A	Proyeksi biaya <i>maintenance</i> pertahun: <ul style="list-style-type: none"> • 2020 – 2021 = \$ 7,180.00 			

	<ul style="list-style-type: none"> • 2022 – 2026 = \$ 8,257.00 • 2027 – 2031 = \$ 9,495.00 • 2032 – 2036 = \$ 10,919.00 • 2037 – 2040 = \$ 12,557.00
B	Proyeksi biaya <i>overhaul</i> tiap 5 tahun: <ul style="list-style-type: none"> • 2021 = \$ 6,560.00 • 2026 = \$ 7,544.00 • 2031 = \$ 8,675.00 • 2036 = \$ 9,975.00

Keterangan:

- LS= *Ladle Shop*
- HS= *Heavyduty Shop*
- LM= *Laydown Material*

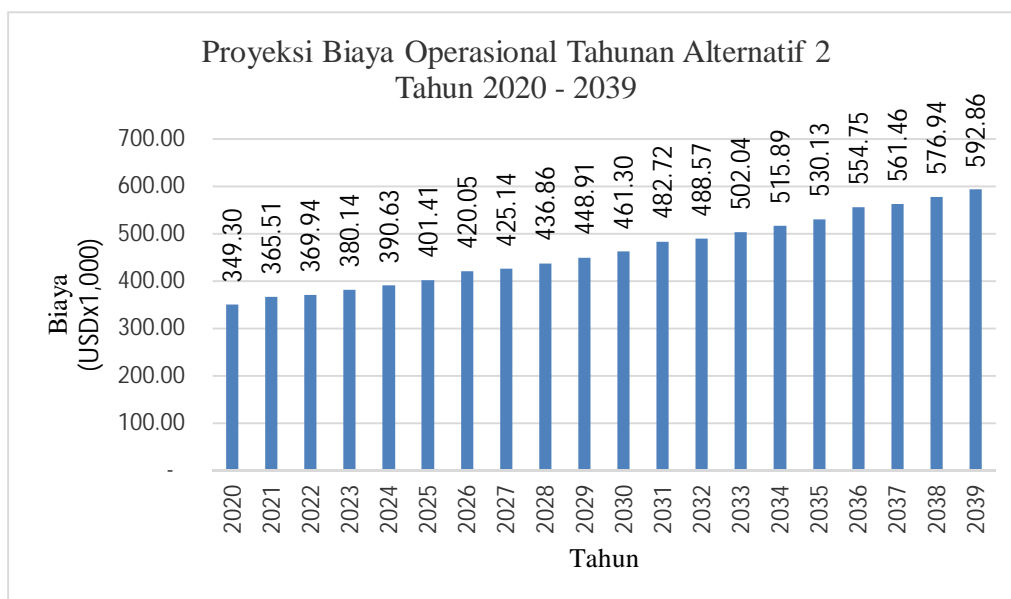
Pada tabel 5.4 dibawah dapat dilihat pengelompokan biaya diatas pada masing-masing komponen alternatif 2.

Tabel 5.4. Proyeksi komponen biaya operasional tahunan alternatif 2 unit *refractory burner*

No	Komponen biaya	Biaya (USD)	Keterangan
1	Fabrikasi dan <i>casting castable</i>	318,561.48	Komponen biaya (a)
2	Proses pembakaran <i>castable</i>	9,612.82	Komponen biaya (b)
3	Transportasi	13,950.00	Komponen biaya (c)
4	Proyeksi biaya <i>maintenance overhead crane</i> (proyeksi meningkat 15% tiap 5 tahun): a. Biaya <i>maintenance</i> /tahun: <ul style="list-style-type: none"> • 2020 – 2021: \$ 7,180.00 • 2022 – 2026: \$ 8,257.00 • 2027 – 2031: \$ 9,495.00 • 2032 – 2036: \$10,919.00 		

<ul style="list-style-type: none"> • 2037 – 2040: \$12,557.00
<p>b. Biaya <i>overhaul</i>/5 tahun:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2021: \$ 6,560.00 • 2026: \$ 7,544.00 • 2031: \$ 8,675.00 • 2036: \$ 9,975.00

Komponen biaya 1, 2 dan 3 diproyeksikan meningkat sebesar 2.82% tiap tahunnya, sedangkan biaya *maintenance* diproyeksikan meningkat 15% setiap 5 tahun sejak dioperasikan unit *overhead crane* ditahun 2017. Pada gambar 5.2 dibawah dapat dilihat proyeksi biaya operasional tahunan alternatif 2 di tahun 2020 hingga 2039.



Gambar 16.2. Proyeksi Biaya Operasional Tahunan Alternatif 2 di Tahun 2020 – 2039.

5.4 Pemilihan Alternatif 3

Pada alternatif ketiga, usulan yang dilakukan adalah memindahkan unit *burner* dengan memodifikasi bangunan *ladle shop* tanpa modifikasi unit *overhead crane*. Proses *setting* material kedalam unit *burner* akan di bantu oleh unit

telehandler. Estimasi biaya investasi yang dibutuhkan sebesar USD 46,100.00, dengan detail sebagai berikut:

- Modifikasi bangunan *ladle shop* = \$ 39,200.00
- Pemindahan unit *burner* = \$ 6,900.00

Pada alternatif 3 akan memunculkan biaya operasional tambahan berupa penggunaan unit *telehandler* yang digunakan saat proses *setting* material saat akan masuk kedalam unit *burner* yang akan diakumulasikan dalam biaya operasional pertahun. Proyeksi biaya operasional tahunan unit *burner* alternatif 3 sebagai berikut:

1. *Air pipe kiln* (asumsi 25 kali penggantian *air pipe* dalam 1 tahun).

a. Bongkar-pasang *castable* dan *anchor* (komponen biaya a):

- Pembongkaran *castable*:

- *Mechanic* : 2orangx16jamx\$1.84/jam= \$58.98
- *Jack Hammer* : 2buah x16jamx\$1.03/jam= \$33.10+
- Total = \$92.08

Total biaya 1 tahun = \$92.08x25 = \$ 2,302.00

- Pembongkaran *anchor*:

- *Mechanic* : 2orangx24jamx\$1.84/jam= \$ 88.47
- *Cutting torch* :2buahx24jamx\$7.84/jam = \$376.55+
- Total = \$ 465.02

Total biaya 1 tahun = \$ 465.02x25 = \$ 11,625.50

- Pemasangan *anchor*:

- *Mechanic* :2orangx40jamx\$1.84/jam=\$147.45
- *Welding mach*:2setx40jamx\$10.76/jam = \$861.02
- *Anchor stud* :300bhx\$2.7/bh = \$810.66+
- Total = \$1,819.13

Total biaya 1 tahun = \$ 1,819.13x25 = \$ 45,478.25

Grand total biaya 1 tahun: \$ 107,550.00

• Pemasangan *castable*:

- *Mechanic* :2orangx24jamx\$1.84/jam=\$ 88.47
- *Castable* :75bagx\$24.5/bag =\$1,837.30+
- Total = \$1,925.77

Total biaya 1 tahun = \$1,925.77 x 25 = \$ 48,144.25

b. Transportasi 1 (komponen biaya c): \$ -

c. Proses pembakaran (komponen biaya b):

- *Electrician* :1orangx36jamx\$1.74/jam=\$ 62.57
- *Solar (fuel)* :5ltr/jamx36jamx\$0.84/ltr=\$ 151.05+
- Total = \$ 213.62

Total biaya 1 tahun = \$ 213.62 x 25 = \$ 5,340.50

Support *telehandler*/tahun = (1unitx4jamx\$100/jam)x25
=\$10,500.00

d. Transportasi 2, LS-LM (komponen biaya c):

- *Trailer* :1unitx1jamx\$150/jam = \$150.00

Total biaya 1 tahun = \$ 150 x 25 = \$ 3,750.00

2. *Ring brick furnace* (asumsi 4 *furnace*/tahun):

a. *Casting castable*, BS (komponen biaya a):

- *Mason* :10orangx100jamx\$1.94/jam=\$ 1,944.83
- *Criterion* :750bagx\$21.17/bag = \$15,880.40
- *Telehandler* :1unitx3jamx\$100/jam = \$ 300.00+
- Total = \$ 18,125.23

Total biaya 1 tahun = \$18,125.23 x 4 = \$ 72,500.92

b. Transportasi 1, BS-LS (komponen biaya c):

- *Trailer* :1unitx3jamx\$150/jam = \$ 450.00

Total biaya 1 tahun = \$ 450 x 4 = \$ 1,800.00

c. Proses pembakaran (komponen biaya b):

- *Electrical* :1orangx72jamx\$1.74/jam =\$ 125.13
- *Solar(fuel)* :5ltr/jamx72jamx\$0.84/ltr = \$ 302.10+
- Total = \$ 427.23

Total biaya 1 tahun = \$ 427.23 x 4 = \$ 1,708.92

Support *telehandler*/tahun =(1unitx4jamx\$100/jam)x4= \$1,600.00

d. Transportasi 2, LS-LM (komponen biaya c):

- Trailer :1unitx2jamx\$150/jam = \$ 300.00

Total biaya 1 tahun = \$ 300 x 4 = \$ 1,200.00

3. *Tahu murray furnace* (asumsi 4 furnace/tahun):

a. Fabrikasi *housing tahu murray* (komponen biaya a):

- *Welder* :6orangx80jamx\$1.74/jam =\$ 834.21
- *Helper* :8orangx80jamx\$1.69/jam =\$ 1,078.91
- *Plate A36*:30lbrx\$341.84/lbr =\$10,255.17
- *Anchor* :300bhx\$2.70/bh =\$ 810.66
- *Telehandler*: 1unitx3jamx\$100/jam = \$ 300.00+
- Total =\$13,278.95

Total biaya 1 tahun = \$13,278.95 x 4 = \$ 53,115.80

b. Transportasi 1, HS-BS (komponen biaya c):

- *Trailer* :1unitx6jamx\$150/jam = \$ 900.00

Total biaya 1 tahun = \$ 900 x 4 = \$ 3,600.00

c. *Casting castable* (komponen biaya a):

- *Mason* :8orangx60jamx\$1.94/jam=\$ 933.52
- *Criterion* :950bagx\$21.17/bag =\$ 20,115.17
- *Telhandler*:1unitx3jamx\$100/jam = \$ 300.00+

- Total = \$21,348.69

Total biaya 1 tahun = \$21,348.69 x 4 = \$ 85,394.76

d. Transportasi 2, BS-LS (komponen biaya c):

- *Trailer* : 1unitx4jamx\$150/jam = \$ 600.00

Total biaya 1 tahun = \$ 600 x 4 = \$ 2,400.00

e. Proses pembakaran (komponen biaya b):

- *Electrician*: 1orangx108jamx\$1.74/jam = \$ 187.70

- *Solar(fuel)*: 5ltr/jamx108jamx\$0.84.ltr = \$ 453.15 +

- Total = \$ 640.85

Total biaya 1 tahun = \$ 640.85 x 4 = \$ 2,563.40

Support *telehandler*/tahun=(1unitx4jamx\$100/jam)x4=\$ 1,600.00

f. Transportasi 3, LS-LM (komponen biaya c):

- *Trailer* : 1unitx2jamx\$150/jam = \$ 300.00

Total biaya 1 tahun = \$ 300 x 4 = \$ 1,200.00

Pada tabel 5.5 dibawah dapat dilihat ringkasan proyeksi biaya operasional tahun 2020 unit *refractory burner* pada alternatif 3.

Tabel 6.5. Proyeksi biaya operasional tahun 2020 unit refractory burner - Alternatif 3.

<i>Air pipe kiln</i>				
No	Aktifitas	Biaya (USD)	Lokasi	Keterangan
A	Bongkar dan pasang <i>castable</i> dan <i>anchor</i>	\$ 107,550.00	LS	Komponen biaya (a)
B	Transportasi 1	-	LS	Komponen biaya (c)
C	Proses pembakaran <i>Telehandler</i>	\$ 5,340.50 \$ 10,000.00	LS	Komponen biaya (b) Tambahan biaya

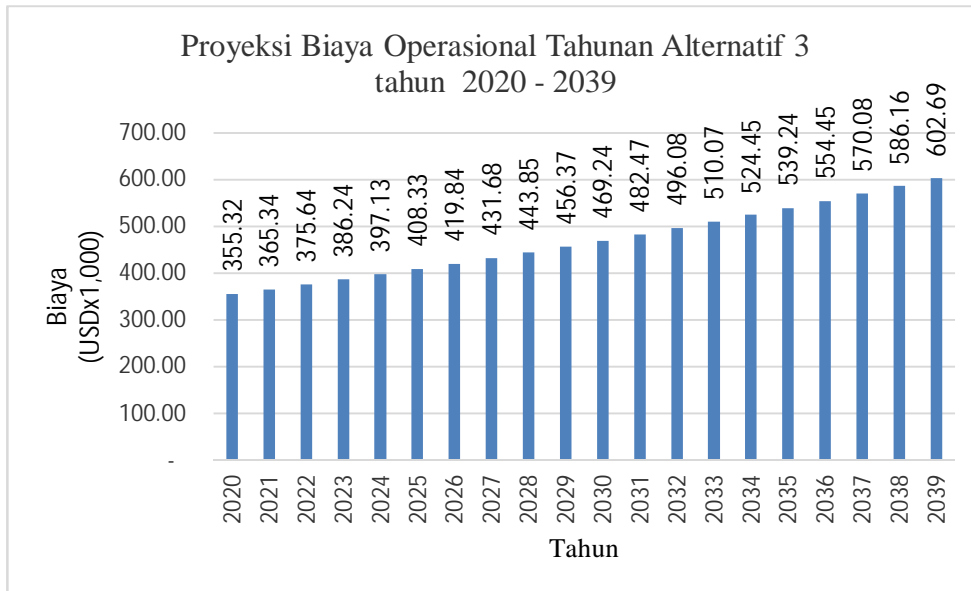
D	Transportasi 2	\$ 3,750.00	LS-LM	Komponen biaya (c)
<i>Ring brick furnace</i>				
A	<i>Casting castable</i>	\$ 72,500.92	BS	Komponen biaya (a)
B	Transportasi 1	\$ 1,800.00	BS-LS	Komponen biaya (c)
c	Proses pembakaran <i>Telehandler</i>	\$ 1,708.92 \$ 1,600.00	LS	Komponen biaya (b) Tambahan biaya
d	Transportasi 2	\$ 1,200.00	LS-LM	Komponen biaya (c)
<i>Tahu murray furnace</i>				
a	Fabrikasi <i>housing tahu murray</i>	\$ 53,115.80	HS	Komponen biaya (a)
b	Transportasi 1	\$ 3,600.00	HS-BS	Komponen biaya (c)
c	<i>Casting castable</i>	\$ 85,394.76	BS	Komponen biaya (a)
d	Transportasi 2	\$ 2,400.00	BS-LS	Komponen biaya (c)
e	Proses pembakaran <i>Telehandler</i>	\$ 2,563.40 \$ 1,600.00	LS	Komponen biaya (b) Tambahan biaya
f	Transportasi 3	\$ 1,200.00	LS-LM	Komponen biaya (c)

Pada tabel 5.6 diawah dapat dilihat pengelompokan biaya operasional tahun 2020 masing-masing komponen pada alternatif 3.

Tabel 7.6. Proyeksi komponen biaya operasional tahun 2020 alternatif 3 pada unit refractory burner.

No	Kompenen biaya	Biaya (USD)	Keterangan
1	Fabrikasi dan <i>casting castable</i>	318,561.48	Komponen biaya (a)
2	Proses pembakaran <i>castable</i>	9,612.82	Komponen biaya (b)
3	Transportasi	13,950.00	Komponen biaya (c)
4	Support <i>telehandler</i>	13,200.00	<i>Setting Material</i>

Seluruh komponen biaya diatas diproyeksikan meningkat sebesar 2.82% tiap tahunnya. Pada gambar 5.3 dibawah dapat dilihat proyeksi biaya operasional tahunan alternatif 3 pada tahun 2020 – 2039.



Gambar 17.3. Proyeksi Biaya Operasional Tahunan Alternatif 3 Tahun 2020 - 2039.

5.5 Perbandingan Antar Alternatif.

Perbandingan antar alternatif dilakukan pada proyeksi biaya operasional tahunan periode 2020 hingga 2039. Pada perbandingan biaya operasional tersebut akan diketahui alternatif mana yang memiliki proyeksi biaya operasional paling kecil, yang selanjutnya dinyatakan sebagai alternatif terbaik. Proses selanjutnya dilakukan proyeksi *cash-flow* dan analisa ekonomi dengan pengelompokan 2 jenis biaya, yaitu biaya *capital expenditure* dan *cost saving*. Definisi biaya *capital expenditure* dan *cost saving* didalam proyeksi *cash flow* dan analisa ekonomi dijelaskan pada item dibawah:

a. *Capital Expenditure:*

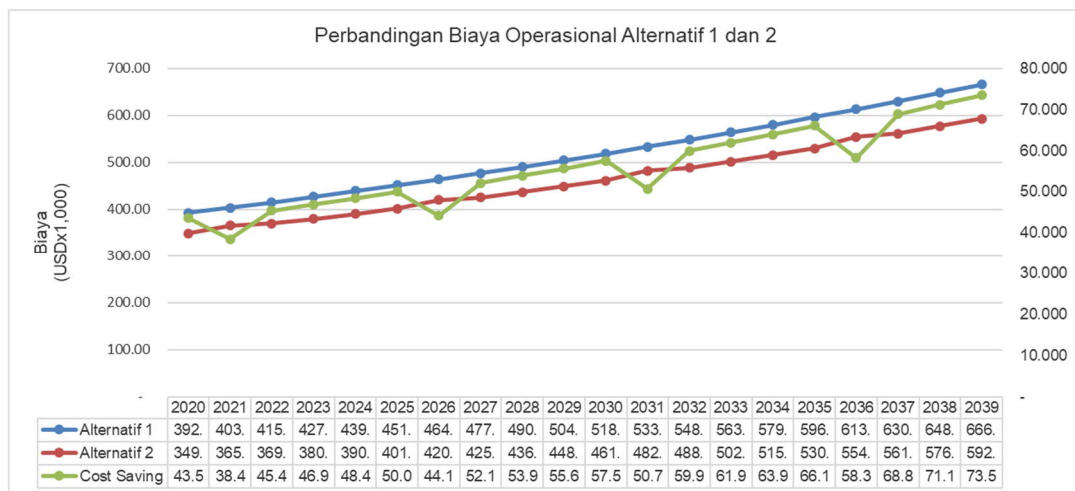
Biaya Investasi yang dikeluarkan sesuai dengan *scope of work* dari tiap alternative serta dinyatakan dalam nilai *negative* (pengurang) dalam proyeksi *cash flow*.

b. *Saving Cost*:

Merupakan selisih biaya operasi antara alternative yang dibandingkan.

5.5.1 Perbandingan Alternatif 1 dan 2

Pembandingan biaya operasional alternatif 1 dan 2 dilakukan dengan proyeksi waktu selama 20 tahun dari tahun 2020 - 2039. Pada gambar 5.4 dibawah dapat dilihat pembandingan biaya operasional antara alternatif 1 dan 2 pada tahun 2020-2039.



Gambar 18.4. Perbandingan Biaya Operasional Tahunan Alternatif 1 dan 2.

Pembandingan biaya operasional 1 dan 2 diatas terlihat proyeksi biaya operasional alternatif 2 masih dibawah alternatif 1. Salah satu faktor utama efisiensi biaya pada alternatif 2 adalah terjadinya pemotongan durasi *mobilisasi* dalam satu tahun dari sebelumnya 271 jam (alternative 1) diproyeksikan menjadi 93 jam. Hal ini tentunya akan berimplikasi terhadap besarnya biaya *mobilisasi* yang dikeluarkan dalam satu tahun. Secara umum, nilai *cost saving* didapat dari selisih biaya operasional 1 dan 2. Hal ini mengkonfirmasi bahwa alternatif 2 lebih baik dari alternative 1. Selanjutnya pada alternatif 2 akan dilakukan proyeksi *cash flow* dan analisa ekonomi selama umur investasi (20 tahun) dengan memasukkan estimasi biaya investasi alternative 2 sebesar USD 53,600.00 dan nilai *cost saving* yang di peroleh. Pada tabel 5.7 dibawah dapat dilihat proyeksi *cash flow* dan analisa evaluasi ekonomi alternatif 2.

Tabel 8.7. Proyeksi *Cash-Flow* dan Analisa Evaluasi Ekonomi Alternatif 2

All figures in \$US thousands		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	
	Total	Year 0	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	Year 5	Year 6	Year 7	Year 8	Year 9	Year 10	Year 11	Year 12	Year 13	Year 14	Year 15	Year 16	Year 17	Year 18	Year 19	Year 20	
Initial and Sustaining CapEx	\$US (x000)																						
Modifikasi bangunan ladle shop, crane dan pemindahan unit burner																							
Total		(\$53.6)	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	
Incremental Cost and Benefits																							
Cost savings (positive)	\$US (x000)	\$1,111.0	\$0.0	\$43.6	\$38.4	\$45.4	\$46.9	\$48.5	\$50.1	\$44.2	\$52.2	\$53.9	\$55.7	\$57.5	\$50.7	\$59.9	\$61.9	\$64.0	\$66.1	\$58.3	\$68.9	\$71.2	\$73.5
Net Incremental Benefits		\$1,111.0	\$0.0	\$43.6	\$38.4	\$45.4	\$46.9	\$48.5	\$50.1	\$44.2	\$52.2	\$53.9	\$55.7	\$57.5	\$50.7	\$59.9	\$61.9	\$64.0	\$66.1	\$58.3	\$68.9	\$71.2	\$73.5
Net Pre-Tax Cash Flow	\$US (x000)	\$1,057.4	(\$53.6)	\$43.6	\$38.4	\$45.4	\$46.9	\$48.5	\$50.1	\$44.2	\$52.2	\$53.9	\$55.7	\$57.5	\$50.7	\$59.9	\$61.9	\$64.0	\$66.1	\$58.3	\$68.9	\$71.2	\$73.5
Assumed Tax Rate			25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	
Cash Taxes		(\$277.7)	\$0.0	(\$10.9)	(\$9.6)	(\$11.4)	(\$11.7)	(\$12.1)	(\$12.5)	(\$11.0)	(\$13.0)	(\$13.5)	(\$13.9)	(\$14.4)	(\$12.7)	(\$15.0)	(\$15.5)	(\$16.0)	(\$16.5)	(\$14.6)	(\$17.2)	(\$17.8)	(\$18.4)
Assumed Cash Tax Depreciation	\$US (x000)	\$50.9	\$0.0	\$2.7	\$2.7	\$2.7	\$2.7	\$2.7	\$2.7	\$2.7	\$2.7	\$2.7	\$2.7	\$2.7	\$2.7	\$2.7	\$2.7	\$2.7	\$2.7	\$2.7	\$2.7	\$2.7	\$0.0
Remaining Depreciation	\$US (x000)	\$2.7	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0
Tax provision on depreciation	\$US (x000)	\$12.7	\$0.0	\$0.7	\$0.7	\$0.7	\$0.7	\$0.7	\$0.7	\$0.7	\$0.7	\$0.7	\$0.7	\$0.7	\$0.7	\$0.7	\$0.7	\$0.7	\$0.7	\$0.7	\$0.7	\$0.7	\$0.0
NET Cash Flow after tax	\$US (x000)	\$792.4	(\$53.6)	\$33.4	\$29.5	\$34.7	\$35.9	\$37.0	\$38.2	\$33.8	\$39.8	\$41.1	\$42.4	\$43.8	\$38.7	\$45.6	\$47.1	\$48.7	\$50.3	\$44.4	\$52.3	\$54.0	\$55.1
PV discount factor @:	6.0%		97%	92%	86%	82%	77%	73%	68%	65%	61%	57%	54%	51%	48%	46%	43%	41%	38%	36%	34%	32%	30%
DISCOUNTED CASH FLOW	\$US (x000)	(\$52.1)	\$30.6	\$25.5	\$28.3	\$27.6	\$26.9	\$26.2	\$21.8	\$24.3	\$23.6	\$23.0	\$22.4	\$18.7	\$20.8	\$20.2	\$19.7	\$19.2	\$16.0	\$17.8	\$17.4	\$16.7	\$16.7
Net Present Value (NPV) in \$US (mio)		\$395	@ 6.0% mid-year discounting in Jan 1,2020 dollars																				
Internal Rate of Return (IRR)		62.5%	assuming end of year discounting																				
Discounted Payback Period		1.69																					

Berikut ringkasan *cash-flow* dan evaluasi ekonomi alternatif 2:

NPV = USD 395,000.00 > 0, dinyatakan layak.

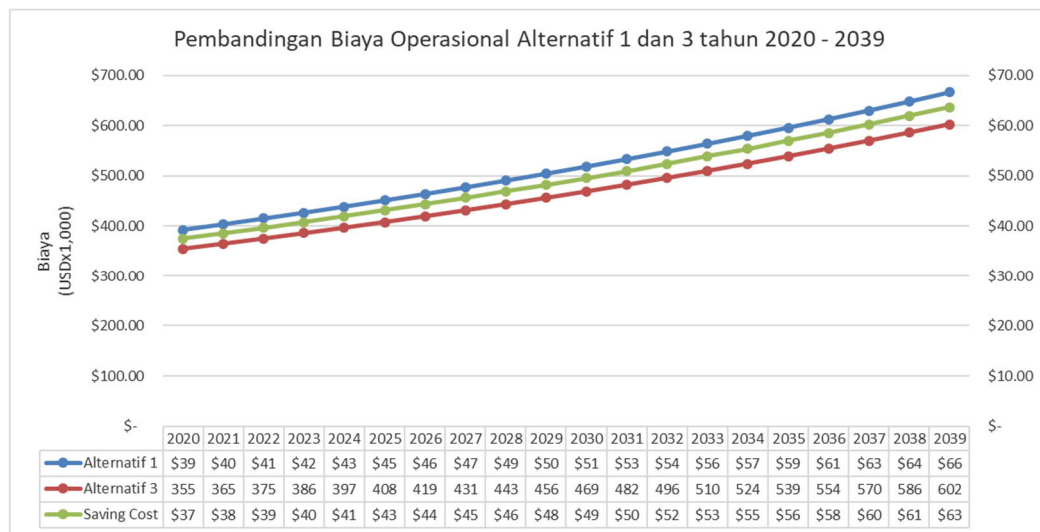
IRR = 62.5% > MARR = 10.3%, dinyatakan layak.

Payback period = 1.69 tahun > 20 tahun (umur investasi), dinyatakan layak.

Berdasarkan evaluasi ekonomi pada tabel 5.7 diatas mengkonfirmasi bahwa alternatif 2 mampu memberikan keuntungan bagi perusahaan serta dinyatakan layak secara ekonomi.

5.5.2 Perbandingan Alternatif 1 dan 3

Perbandingan biaya operasional alternatif 1 dan 3 dilakukan dengan proyeksi waktu selama 20 tahun dari tahun 2020 - 2039, mengikuti umur investasi. Adapun *incremental operation cost* pada alternatif 3 berupa biaya operasional *setting* dan *handling* material saat akan dimasukkan dalam unit *burner* dengan menggunakan unit *telehandler*. Pada gambar 5.5 dibawah dapat dilihat perbandingan biaya operasional antara alternatif 1 dan 3 proyeksi tahun 2020-2039.



Gambar 19.5. Perbandingan Biaya Operasional Alternatif 1 dan 3.

Salah satu faktor utama efisiensi biaya pada alternatif 3 adalah terjadinya pemotongan durasi *mobilisasi* dalam satu tahun dari sebelumnya 271 jam (alternative 1) diproyeksikan menjadi 93 jam. Namun pada alternatif 3 nantinya akan muncul biaya *setting equipment* dan material ke dalam unit *burner* dengan menggunakan unit *telehandler* dengan proyeksi penggunaan 132 jam/ tahun. Secara umum, nilai *cost saving* didapat dari selisih biaya operasional 1 dan 3. Hal ini mengkonfirmasi bahwa alternatif 3 lebih baik dari alternatif 1. Selanjutnya

alternatif 3 akan dilakukan proyeksi *cash flow* dan analisa ekonomi selama umur investasi (20 tahun) dengan memasukkan estimasi biaya investasi alternatif 3 sebesar USD 46,100.00. Proyeksi *cash flow* dan analisa evaluasi ekonomi alternatif 3 dapat dilihat pada tabel 5.8 dibawah.

Tabel 9.8. Proyeksi Kas dan Analisa Evaluasi Ekonomi Alternatif 3

All figures in \$US thousands (real terms - no inflation)		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	
		Total	Year 0	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	Year 5	Year 6	Year 7	Year 8	Year 9	Year 10	Year 11	Year 12	Year 13	Year 14	Year 15	Year 16	Year 17	Year 18	Year 19	Year 20
Initial and Sustaining CapEx	\$US (x000)																						
Modifikasi bangunan ladle shop dan pemindahan unit bumer			(\$46.1)	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0
Total			(\$46.1)	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0
Total Case-Specific Incremental Costs and Benefits																							
Cost savings (positive)	\$US (x000)	\$990.8	\$0.0	\$37.6	\$38.6	\$39.7	\$40.8	\$42.0	\$43.2	\$44.4	\$45.6	\$46.9	\$48.2	\$49.6	\$51.0	\$52.4	\$53.9	\$55.4	\$57.0	\$58.6	\$60.3	\$62.0	\$63.7
Net Incremental Benefits		\$990.8	\$0.0	\$37.6	\$38.6	\$39.7	\$40.8	\$42.0	\$43.2	\$44.4	\$45.6	\$46.9	\$48.2	\$49.6	\$51.0	\$52.4	\$53.9	\$55.4	\$57.0	\$58.6	\$60.3	\$62.0	\$63.7
Net Pre-Tax Cash Flow	\$US (x000)	\$944.7	(\$46.1)	\$37.6	\$38.6	\$39.7	\$40.8	\$42.0	\$43.2	\$44.4	\$45.6	\$46.9	\$48.2	\$49.6	\$51.0	\$52.4	\$53.9	\$55.4	\$57.0	\$58.6	\$60.3	\$62.0	\$63.7
Assumed Tax Rate			25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
Cash Taxes		(\$247.7)	\$0.0	(\$9.4)	(\$9.7)	(\$9.9)	(\$10.2)	(\$10.5)	(\$10.8)	(\$11.1)	(\$11.4)	(\$11.7)	(\$12.1)	(\$12.4)	(\$12.7)	(\$13.1)	(\$13.5)	(\$13.9)	(\$14.2)	(\$14.7)	(\$15.1)	(\$15.5)	(\$15.9)
Assumed Cash Tax Depreciation	\$US (x000)	\$43.8	\$0.0	\$2.3	\$2.3	\$2.3	\$2.3	\$2.3	\$2.3	\$2.3	\$2.3	\$2.3	\$2.3	\$2.3	\$2.3	\$2.3	\$2.3	\$2.3	\$2.3	\$2.3	\$2.3	\$2.3	\$0.0
Remaining Depreciation	\$US (x000)	\$2.3																					
Tax provision on depreciation	\$US (x000)	\$10.9	\$0.0	\$0.6	\$0.6	\$0.6	\$0.6	\$0.6	\$0.6	\$0.6	\$0.6	\$0.6	\$0.6	\$0.6	\$0.6	\$0.6	\$0.6	\$0.6	\$0.6	\$0.6	\$0.6	\$0.6	\$0.0
NET Cash Flow after tax	\$US (x000)	\$708.0	(\$46.1)	\$28.7	\$29.5	\$30.4	\$31.2	\$32.1	\$32.9	\$33.9	\$34.8	\$35.8	\$36.8	\$37.8	\$38.8	\$39.9	\$41.0	\$42.1	\$43.3	\$44.5	\$45.8	\$47.0	\$47.8
PV discount factor @:	6.0%																						
DISCOUNTED CASH FLOW	\$US (x000)		(\$44.8)	\$26.3	\$25.5	\$24.8	\$24.0	\$23.3	\$22.6	\$21.9	\$21.2	\$20.6	\$19.9	\$19.3	\$18.7	\$18.2	\$17.6	\$17.1	\$16.6	\$16.1	\$15.6	\$15.1	\$14.5
Net Present Value (NPV) in \$US (mio)		\$354																					
Internal Rate of Return (IRR)		65.1%																					
Undiscounted Payback Period		1.59																					

Berikut ringkasan *cash-flow* dan evaluasi ekonomi alternatif 3:

NPV = USD 354,000.00 > 0, dinyatakan layak.

IRR = 65.1% > MARR = 10.3%, dinyatakan layak.

Payback period = 1.59 tahun > 20 tahun (umur investasi), dinyatakan layak.

Berdasarkan evaluasi ekonomi pada tabel 5.8 diatas, mengkonfirmasi bahwa alternatif 3 mampu memberikan keuntungan bagi perusahaan serta dinyatakan layak secara ekonomi. Selanjutnya alternatif 3 akan dibandingkan dengan alternatif 2.

5.5.3 Perbandingan Alternatif 2 dan 3

Pada alternatif 2 dan 3 memiliki tujuan yang sama yaitu dengan menggabungkan aktifitas instalasi *anchor*, *castable* dan pembakaran di satu lokasi yaitu *ladle shop*. Pada alternatif 2, proses *setting* material ke dalam unit *burner* sepenuhnya akan di support oleh unit *overhead crane*. Hal ini dilakukan dengan cara melakukan modifikasi pada unit *overhead crane*. Dengan adanya penggunaan unit *overhead crane* akan memunculkan biaya *maintenance* berupa *routine maintenance cost* dan *overhaul cost*. *Routine maintenance cost* dan *Overhaul cost* unit *overhead crane* di proyeksi meningkat sebesar 15% setiap 5 tahun. Sedangkan pada alternatif 3, tidak dilakukan modifikasi pada unit *overhead crane* sehingga proses *setting* material ke dalam unit *burner* akan di support unit *telehandler*. Biaya *telehandler* diproyeksi meningkat sebesar 2.82% pertahun, mengacu pada trend kenaikan biaya operasional di tahun 2010 – 2019. Nilai investasi yang dibutuhkan pada alternatif 2 sebesar USD 53,600.00 sedangkan alternatif 3 sebesar USD 46,100.00. Investasi alternatif 2 dan 3 memiliki umur investasi yang sama yaitu selama 20 tahun. Sehingga perbandingan kedua alternatif tersebut dilakukan dengan membandingkan nilai NPV. Kedua alternatif tersebut memiliki nilai NPV positive. NPV alternatif 2=USD 395,000.00 dan alternatif 3 sebesar USD 354.000.00. Hal ini mengkonfirmasi bahwa alternatif 2 memberikan manfaat ekonomi lebih besar daripada alternatif 3. Alternatif 2 dinyatakan sebagai alternatif paling layak secara ekonomi dibanding alternatif lain. Untuk selanjutnya akan dilakukan analisa sensitivitas ekonomi terhadap alternatif 2 untuk mengetahui batasan toleransi perubahan parameter investasi yang masih diperbolehkan terjadi.

5.6 Analisa Sensitivitas

Analisa sensitivitas dilakukan untuk mengetahui batasan perubahan setiap parameter investasi yang masih diperbolehkan terjadi. Parameter investasi yang ditinjau adalah biaya investasi, *discounted rate* dan *saving cost*. Simulasi analisa sensitivitas dilakukan dengan menambah dan mengurangi secara bertahap dari setiap nilai parameter hingga mencapai nilai NPV = 0, dengan asumsi nilai parameter lain tetap. Dengan tercapainya nilai NPV = 0, maka dapat kita ketahui batasan maksimal perubahan (kenaikan atau penurunan) parameter investasi yang masih diperbolehkan.

Besaran parameter biaya investasi ditentukan dari biaya modifikasi bangunan *ladle shop*, pemindahan unit *burner* dan modifikasi unit *overhead crane* dengan estimasi biaya sebesar USD 53,600.00 setara dengan Rp 777,200,000.00 dengan asumsi 1USD= Rp14,500.00 dengan breakdown sebagai berikut:

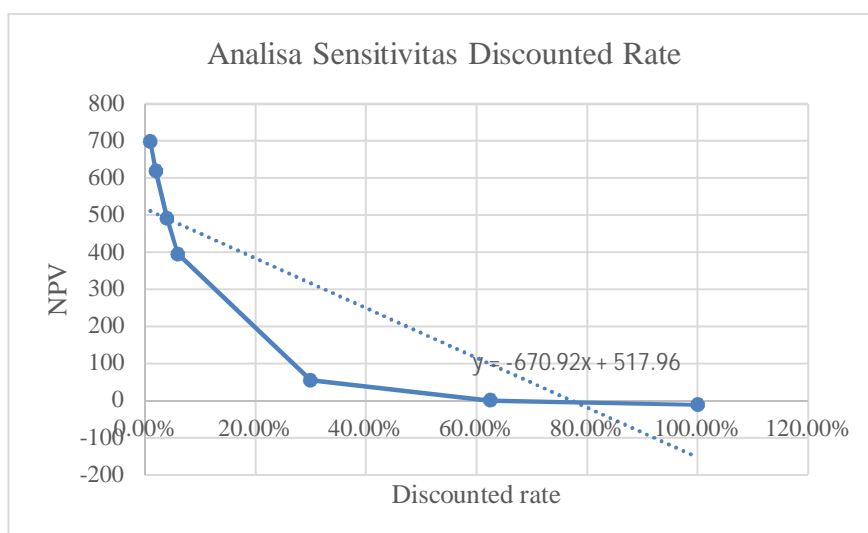
• Material	: USD 8,300.00
• Fabrikasi	: USD 3,300.00
• Installasi	: USD 27,600.00
• Modifikasi <i>overhead crane</i>	: USD 7,500.00
• Pemindahan <i>burner</i>	: <u>USD 6,900.00 +</u>
Total	: USD 53,600.00

Pada analisa sensitivitas parameter biaya investasi nilai NPV=0 dicapai bila terjadi kenaikan biaya investasi sebesar 758% (\$459,900.00). Kenaikan biaya investasi terjadi bila biaya project mengalami kenaikan dengan akumulasi nilai project hingga \$459,000.00 atau bila terjadi kenaikan harga dolar hingga 1USD=124,413.00. Toleransi perubahan terhadap parameter biaya investasi cukup besar, sehingga parameter biaya investasi dinilai cukup aman terhadap kemungkinan terjadinya perubahan. Grafik analisa sensitifitas biaya investasi terlihat Pada Gambar 5.6.1 dibawah.



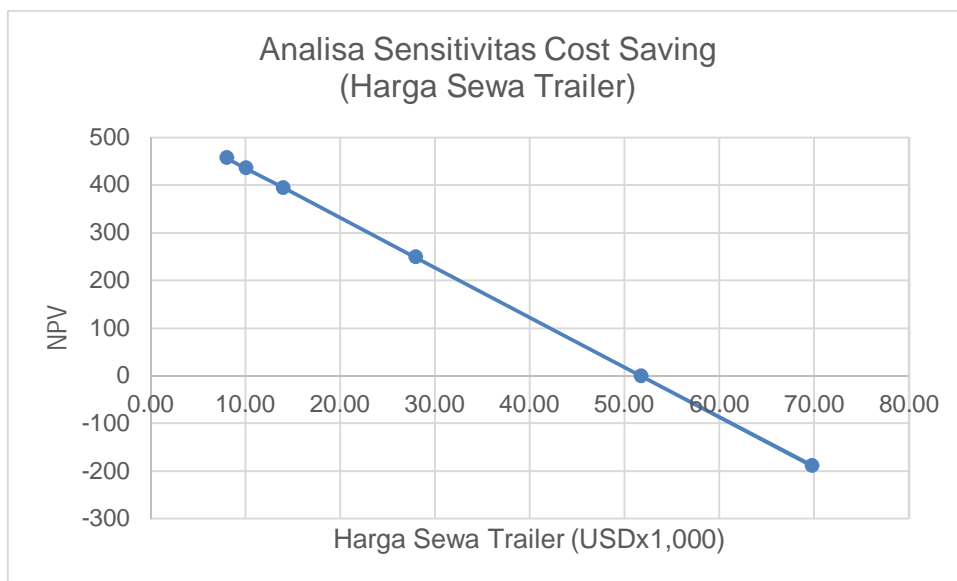
Gambar 20.6. Grafik Analisa Sensitivitas Biaya Investasi.

Besaran nilai *discounted rate* dipengaruhi oleh berbagai macam faktor yang saling mempengaruhi, antara lain biaya hutang, biaya saham dan laju inflasi. Pada analisa sensitivitas parameter *discounted rate*, terjadi saat adanya kenaikan *discounted rate* sebesar 942% menjadi 62.5% tercapai nilai NPV = 0. Kemungkinan terjadinya perubahan terhadap faktor yang mempengaruhi nilai *discounted rate* hingga 942% dinilai sangat kecil dapat terjadi terjadi. Toleransi terhadap perubahan parameter *discount rate* sangat besar, sehingga parameter *discounted rate* dinilai aman terhadap kemungkinan terjadinya perubahan.



Gambar 21.7. Analisa Sensitivitas Discounted Rate

Kontribusi *cost saving* sebagian besar merupakan dari efisiensi biaya mobilisasi yaitu aktifitas pemindahan material atau *equipment* antar lokasi dengan menggunakan unit trailer. Diproyeksikan dalam 1 tahun total jam penggunaan trailer selama 93 jam dengan asumsi biaya sewa perjam sebesar USD250. Dengan asumsi tersebut, proyeksi *cost saving* di tahun 2020 sebesar USD38,450.00 serta proyeksi *cash flow* tahun 2020 hingga 2039 tercapai NPV=USD395,000.00. Bila terjadi kenaikan harga sewa *trailer* sebesar 270.69% sehingga biaya sewa perjam unit *trailer* menjadi USD556.02/jam, proyeksi *cost saving* di tahun 2020 menjadi USD5,814.00, serta pada proyeksi *cash flow* tahun 2020 hingga 2039 tercapai nilai NPV=0. Dapat disimpulkan bahwa batas toleransi kenaikan biaya sewa unit *trailer* adalah sebesar 270.69% atau USD556.02/jam. Bila dibandingkan dengan parameter lain, parameter *cost saving* memiliki nilai paling sensitive terhadap perubahan dibandingkan dengan parameter lain. Grafik analisa sensitivitas parameter *cost saving* dapat dilihat Pada Gambar 5.6.3 dibawah.



Gambar 22.8. Analisa Sensitivitas Cost Saving Pada Harga Sewa Trailer

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 6

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa ekonomi meliputi asumsi parameter, perbandingan proyeksi kas dan manfaat ekonomi serta analisa sensitivitas terhadap alternative 2 yang terpilih, terlampir pada ringkasan dibawah:

1. Ditinjau dari efisiensi biaya operasional tahunan yang dicapai, alternatif 2 diproyeksikan memiliki biaya operasional paling kecil dibandingkan dengan alternatif lain. Dengan dilakukannya pemindahan unit *burner* pada alternatif 2, maka akan berimplikasi terhadap efisiensi durasi *mobilisasi* dari 271 jam/ tahun yang kemudian diproyeksikan menjadi 93 jam/ tahun. Hal ini tentunya berimplikasi terhadap efisiensi biaya *mobilisasi* yang merupakan salah satu faktor utama dalam efisiensi biaya operasional secara umum. Hal ini mengkonfirmasi bahwa dari sisi efisiensi biaya operasional, alternatif 2 dinilai paling efisien dibandingkan alternatif lain.
2. Ditinjau dari proyeksi *cash-flow* dan evaluasi ekonomi antara alternatif 2 dan 3, alternatif 2 memberikan proyeksi *cash-flow* dan nilai ekonomi lebih besar dibandingkan alternatif 3 (alternatif 2 NPV=USD395,000.00 > NPV=USD354,000.00 alternatif 3). Hal ini mengkonfirmasi bahwa alternatif 2 memiliki manfaat ekonomi lebih baik dibandingkan alternatif 3.
3. Berdasarkan analisa sensitivitas ekonomi pada alternatif 2, toleransi terhadap kemungkinan perubahan di semua parameter cukup besar. Namun parameter *cost saving* dinilai memiliki nilai paling sensitive dibandingkan parameter lain, dengan besaran nilai toleransi sebesar 270.69% yaitu pada perubahan biaya sewa *trailer* dari USD250.00/jam menjadi USD556.02/jam.

Dari ringkasan diatas disimpulkan bahwa usulan pemindahan unit *burner* (dari *heavy duty* ke *ladle shop*) - alternatif 2, merupakan alternatif terbaik serta layak

secara ekonomi. Hal ini menjadi dasar usulan untuk dapat merealisasikan project tersebut.

SARAN

Adapun saran yang diberikan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut adalah:

1. Penelitian dilakukan dengan meninjau dari sisi produktifitas yang dicapai dari setiap alternatif yang dikembangkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Giatman. *Ekonomi Teknik*. Jakarta: Raja Garavindo Persada (2011)
- [2] Pujawan I Nyoman (2004), *Ekonomi Teknik edisi pertama, cetak ketiga*, Surabaya, Surabaya: Guna Widya
- [3] Aswath Damodaran, *Determinant Estimation and Implications - The 2019 Edition*
- [4] H.R Omran, S.ML Marsafy, F.H Anshour, E.F Abadir (2017) *Economic Evaluation of Aromatic production, a case study for financial model application in petrochemical projects*, Egyptian Journal on Petroleum (2017) 26, 855-863.
- [5] Lamec Onsarigo; Simon Adamtey (2020), *Feasibility of state transportation agencies acquiring trenchless technology: comparison of open cut and horizontal auger boring (HAB).*, Tunneling and Underground Technology 95 (2020) 103162.
- [6] L.Kirkwood, E.Shehab, P.Baguley, A.Starr (2015), *Uncertainty of Net Present Value calculation and the impact on applying integrated maintenance approach to the UK rail industry*, CIRP 38 (2015) 245-249
- [7] Ondrej Zizlavsky (2014), *Net Present Value approach: method for economic assessment of innovation projects*, Social and Behavioral Sciences 156 (2014) 506-512.
- [8] Seham A. El-Temtamy, Tahani S. Gendy (2014), *Economic evaluation and sensitivity analysis of some fuel oil upgrading processes*, Egyptian Journal of Petroleum (2014) 23,397-407.
- [9] Zhou Kunpeng (2011), *The Economic Evaluation of the Haibo Bay Reservoir Tourism.*, Energy Procedia 5 (2011) 774–778
- [10] Shinta Retno Putri, Saifoe El Unas, M.Hamzah Hasyim (2013), *Studi Kelayakan Finansial pada Proyek Pembangunan Mall Dinoyo Kota Malang*, Jurnal Rekayasa Sipil, Volume 7, No.3-2013 ISSN 1978 -5658.
- [11] Kriswanto (2011), *Analisis Strategi Bisnis NPV, IRR, IP, dan PBP pada Golden Restaurant Indonesia*, Binus Bussines Review Vol.2 No 1 Mei 2011:274-285.
- [12] Nur Fajar Aprilia Sari, Hera Widyastuti (2019), *Analisi Kalayakan Ekonomi dan Finansial Pembangunan Jalan Tol Pandaan Malang*, Jurnal Teknik ITS Vol.8 No.1 2019 ISSN:2337-3539.

- [13] Anita Ariesty (2017), Evaluasi Finansial pada Proyek Peningkatan Rumah Sakit Umum Cibabat Cimahi, Jurnal Teknoligi Rekayasa, Vol.2, No.1 Juni 2017, Hal 31-38.
- [14] Sitra Wahyu Listiawati, Murad MS, Investment analysis planing untuk kelayakan ekonomi penambangan batubara pada blok A PT. Tebo agung Internasional, Jurnal Bina Tambang, Vol4 no 1, ISSN:2302-3333.

LAMPIRAN 1. EQUIPMENT RATE

No	Equipment Description	Capacity	Equipment Type	Rate/ Hours (US\$)	Remarks
1	Grove Crane	220 T	GMK5220	450	For Internal PTVI
2	Grove Crane	100 T	GMK4100L	350	For Internal PTVI
3	Grove Crane	50 T	TR855B	250	For Internal PTVI
4	Grove Crane	20 T	AT 422/ RT 422	150	For Internal PTVI
5	Grove Stevador Crane	2.5 T	S4000	50	For Internal PTVI
6	Broderson Crane	2.5 T	IC25	50	For Internal PTVI
7	Volvo Terex Crane	30 T	BT60100	200	For Internal PTVI
8	Truck Crane Palfinger	14 T	Mercy 3939 PK44502D	150	For Internal PTVI
9	Trailer	40	Prime Mover FM12+Trailer	250	For Internal PTVI
10	Telehandler	4 T	Manitou 1840	100	For Internal PTVI
11	Motor grader		CAT 14M	125	For Internal PTVI
12	Motor grader		Komatsu 511A	100	For Internal PTVI
13	Road Stabilizer		RM500	250	For Internal PTVI
14	Wheel loader	4 m3	KOM WA470	100	For Internal PTVI
15	Wheel loader	4 m3	CAT966F	100	For Internal PTVI
16	Wheel loader	4 m3	CAT814F	100	For Internal PTVI
17	Backhoe case	1 M3	CAT 444F	75	For Internal PTVI
18	Backhoe case	1 M3	Cat 444E	75	For Internal PTVI
19	Backhoe case	1 M3	Cat 444E	75	For Internal PTVI
20	Mixer truck	8 M3	Volvo FM9	80	For Internal PTVI
21	Mixer truck	7 M3	Iveco 440	80	For Internal PTVI
22	Dump truck	20 T	Mercedez 3939	80	For Internal PTVI
23	Aggregate truck	20 T	Mercedez 3939	80	For Internal PTVI
24	water truck	8000 L	Volvo FL250	50	For Internal PTVI
25	Dump truck	20 T	Isuzu CXZ18J	80	For Internal PTVI
26	Light truck	5 T	Dyna 14	30	For Internal PTVI

LAMPIRAN 2. MANPOWER RATE

No	Position	Rate/ hours	Remarks
1	Fabrication welder	\$ 2.10	For Internal PTVI
2	Welder -1	\$ 2.71	For Internal PTVI
3	Welder -2	\$ 1.84	For Internal PTVI
4	Welder - 3	\$ 1.74	For Internal PTVI
5	Electrician - 1	\$ 2.10	For Internal PTVI
6	Electrician - 2	\$ 1.93	For Internal PTVI
7	Electrician - 3	\$ 1.74	For Internal PTVI
8	Mechanic - 1	\$ 2.10	For Internal PTVI
9	Mechanic - 2	\$ 1.84	For Internal PTVI
10	Mechanic - 3	\$ 1.74	For Internal PTVI
11	Instrument - 1	\$ 2.17	For Internal PTVI
12	Instrument - 2	\$ 2.02	For Internal PTVI
13	Instrument - 3	\$ 1.84	For Internal PTVI
14	Machinist - 1	\$ 2.10	For Internal PTVI
15	Machinist - 2	\$ 1.84	For Internal PTVI
16	Machinist - 3	\$ 1.74	For Internal PTVI
17	NDT with certification	\$ 2.10	For Internal PTVI
18	Helper 1	\$ 1.69	For Internal PTVI
19	Sand Blaster/ Painter 1	\$ 2.02	For Internal PTVI
20	Sand Blaster/ Painter 2	\$ 1.84	For Internal PTVI
21	Sand Blaster/ Painter 3	\$ 1.74	For Internal PTVI
22	Store man - 2	\$ 1.84	For Internal PTVI
23	Store man - 3	\$ 1.74	For Internal PTVI
24	Safety Officer	\$ 2.17	For Internal PTVI
25	Supervisor	\$ 2.54	For Internal PTVI
26	Ac Analist	\$ 2.17	For Internal PTVI
27	Cleaner	\$ 1.69	For Internal PTVI
28	Draft man - 1	\$ 2.10	For Internal PTVI
29	Light Truck Driver 1	\$ 1.74	For Internal PTVI
30	Light Vehicle Driver 1	\$ 1.71	For Internal PTVI
31	Admin	\$ 1.72	For Internal PTVI
32	Mason	\$ 1.94	For Internal PTVI