

**IMPLEMENTASI MODEL *LIFE CYCLE COST* (LCC) UNTUK
MENYELESAIKAN PERMASALAHAN COST
(Studi Kasus : PT. KALINYAMAT PERKASA)**

TUGAS AKHIR

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



Nama : Faqih Aulia Wicaksnaa
No. Mahasiswa 19522020

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2023**

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mengakui bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang seluruhnya sudah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 28 – 05 - 2023



Handwritten signature of Faqih Aulia Wicaksana.

(Faqih Aulia Wicaksana)
19522020

SURAT BUKTI PENELITIAN



SURAT KETERANGAN

No. 005/KP/V/2023

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ismeth Noor

Posisi : HRD

Perusahaan : PT. Kalinyamat Perkasa

Alamat : Komplek Perkantoran PLTU Tanjung Jati B.Tubanan,Jepara

Menerangkan dengan sesungguhnya bahwa mahasiswa berikut ini:

Nama : Faqih Aulia Wicaksana

No. Mahasiswa : 19522020

Perguruan Tinggi : Universitas Islam Indonesia

Telah selesai melakukan Penelitian sebagian bahan untuk tugas akhir di perusahaan PT. KALINYAMAT PERKASA sejak 1 Maret 2023 sampai dengan 31 Maret 2023.

Demikian surat keterangan ini untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jepara , 20 April 2023

PT. Kalinyamat Perkasa



Ismeth Noor
HRD

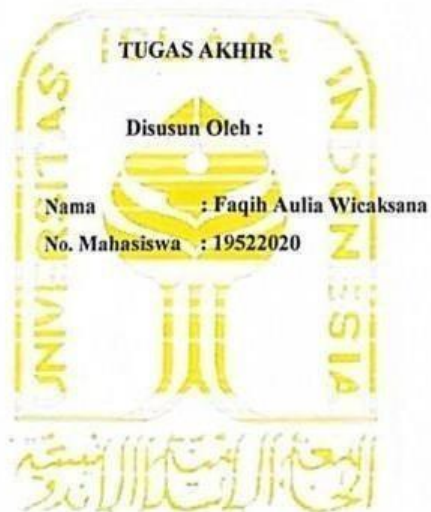


LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

iv

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

IMPLEMENTASI MODEL *LIFE CYCLE COST (LCC)* UNTUK
MENYELESAIKAN PERMASALAHAN COST
(Studi Kasus : PT. KALINYAMAT PERKASA)



Yogyakarta, 28 - 05 - 2023

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Winda Nur Cahyo".

(Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D.)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI**IMPLEMENTASI MODEL *LIFE CYCLE COST* (LCC) UNTUK
MENYELESAIKAN PERMASALAHAN COST
(Studi Kasus : PT. KALINYAMAT PERKASA)****TUGAS AKHIR****Disusun Oleh :****Nama : Faqih Aulia Wicaksana****No. Mahasiswa : 19 522 020**

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

Yogyakarta, 4 - Agustus - 2023**Tim Penguji****Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D****Ketua****Ir. Abdullah 'Azzam, S.T., M.T., IPM****Anggota I****Elanjati Worldailmi, S.T., M.Sc.****Anggota II****Mengetahui,****Ketua Program Studi Teknik Industri****Fakultas Teknologi Industri****Universitas Islam Indonesia****Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM.****015220101**

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan rahmat Allah yang maha agung dan berlimpah saya persembahkan penelitian tugas akhir saya dan penulisan tugas akhir kepada keluarga saya terkhusus kedua orang tua saya, teman dan sahabat saya, serta seluruh umat islam yang dalam dirinya memiliki semangat dan tak pernah lelah untuk menimba ilmu.

MOTTO

Maka Maha Tinggi Allah Raja Yang sebenar-benarnya, dan janganlah kamu tergesa-gesa membaca Al quran sebelum disempurnakan mewahyukannya kepadamu, dan katakanlah: “Ya Tuhanku, tambahkanlah kepadaku ilmu pengetahuan”.

(QS. Thaha Ayat : 144)

KATA PENGANTAR

Bismillaahirrahmaanirrahiim,

Segala puji dan syukur saya ucapkan kehadiran Allah Subahanahu Wata'ala karna berkat rahmat dan ridhonya saya dapat melakukan dan menyelesaikan penelitian tugas akhir ini. Shalawat serta salam tak lupa mari selalu kita panjatkan kepada baginda Rasulullah Muhammad Shalallahu Alaihi Wasalam berserta keluarga, para sahabatnya serta para pengikutnya yang telah berjuang membawa evolusi umat islam yang semula berada di zaman jahiliah dan sekarang telah berubah berada di zaman yang moderen seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan.

Penyusunan tugas akhir skripsi adalah syarat yang harus dilakukan oleh mahasiswa program studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia untuk mendapatkan gelar strata satu atau biasa disebut dengan sarjana. Semoga dengan ditulisnya tugas akhir yang berjudul “ **IMPLEMENTASI MODEL *LIFE CYCLE COST (LCC)* UNTUK MENYELESAIKAN PERMASALAHAN COST (Studi Kasus : PT. KALINYAMAT PERKASA)** ” dapat menjadikan saya selaku penulis menjadi pribadi yang lebih baik dan lebih giat lagi dalam menuntut ilmu.

Ucapan terimakasih tak lupa penulis ucapkan kepada orang – orang yang sudah sangat berjasa dalam penyusunan tugas akhir ini. Ucapan terimakasih penulis berikan kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM. selaku Ketua Program Studi Strata-1 Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing tugas akhir saya yang telah berkenan untuk membimbing saya dalam menyelesaikan tugas akhir skripsi ini.

5. Bapak Istiqom Masykurie, Bapak Ismeth Noor, dan Mba Sari selaku pemilik perusahaan, HRD, dan kepala divisi alat berat PT. Kalinyamat Perkasa yang telah memudahkan saya dalam melakukan pengambilan data di perusahaan.
6. Keluarga saya terkhusus kepada kedua orang tua saya Bapak Kushana dan Ibu Ernadesi Listyani serta adik saya Fakhrii Rif'at Maulana yang telah memberikan dukungan sekaligus menjadi sumber motivasi dan inspirasi utamabagi saya.
7. Keluarga besar saya yangti, om, tante, dan saudara sepupu saya yang telah memberikan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Teman saya yang bernama Omar Aziz Masykurie yang telah memudahkan saya dalam mengerjakan tugas akhir ini.
9. Mas Arsyad dan mas afif yang telah membimbing saya dan berkenan dalam untuk berdiskusi serta memberi solusi kepada saya dalam mengerjakan tugas akhir ini.
10. Teman – teman dan sahabat yang sudah saya anggap seperti saudara di Yogyakarta khususnya teman – teman teknik industri 2019 yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu atas bantuan diskusi, semangat, dan kebersamaan sehingga saya dapat mengerjakan dan menyelesaikan tugas akhir ini dan menjadi pribadi yang lebih baik.

Dengan ditulisnya laporan penelitian tugas akhir ini ini diharapkan dapat bermanfaat pada khususnya bagi perusahaan dan pembaca pada umumnya. Saya menyadari bahwa penulisan laporan masih belum sempurna dan diharapkan bagi para pembaca dapat memberikan kritik dan saran sebagai sarana belajar saya untuk dapat melakukan panulisan yang lebih baik lagi kedepannya. Akhir kata semoga laporan yang telah ditulis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan menimbulkan efek positif di kenyataannya, Aamiin.

Yogyakarta, 28 Mei 2023



Faqih Aulia Wicaksana

ABSTRAK

PT. Kalinyamat Perkasa merupakan salah satu perusahaan swasta yang berfokus pada sektor bisnis pengolahan limbah hasil produksi di PLTU Tanjung Jati B, Jepara, Jawa Tengah. Dalam menjalankan Bisnisnya perusahaan menggunakan beberapa alat berat yang mana salah satunya adalah *Excavator PC – 200 Long Arm* yang diproduksi oleh Komatsu. Alat berat yang dipilih dalam penelitian ini merupakan salah satu alat berat yang memiliki peran atau jam kerja paling tinggi di perusahaan. Karena merupakan alat yang memiliki nilai keaktifan tinggi, maka alat berat ini perlu diteliti lebih lanjut agar alat tersebut dapat optimal dalam kerjanya. *Undercarriage Excavator* merupakan bagian penting dalam kesatuan komponen *Excavator*. *Undercarriage* tentunya sangat mempengaruhi kinerja aset yang mana nantinya akan berimbas kepada tingkat produktivitas dari aset itu sendiri. *Life Cycle Cost* merupakan metode dalam manajemen aset yang berfungsi untuk mengetahui pengeluaran yang dikeluarkan oleh perusahaan terhadap suatu aset. Sedangkan *Net Present Value* berfungsi untuk melihat nilai efektivitas investasi. Adapun perhitungan ketiga yang dilakukan adalah perhitungan depresiasi yang bertujuan untuk mengetahui nilai aset diakhir masa aset tersebut. Penelitian ini membandingkan dua alternatif merek *undercarriage* yaitu antara merek Verona dan Itrack. Merek Verona memiliki harga yang lebih tinggi namun dengan masa pakai yang lebih tinggi pula. Sedangkan Itrack memiliki harga yang lebih ekonomis namun dengan masa pakai yang lebih sebentar dibandingkan Verona. Dalam perhitungan yang telah dilakukan didapatkan hasil perhitungan *total cost* menggunakan persamaan *life cycle cost* menunjukkan bahwa Verona memiliki nilai yang lebih besar dalam satu kali penggantian sebesar Rp. 910.681.308 sedangkan untuk Itrack sebesar Rp. 892.503.547. Namun walaupun Verona lebih mahal untuk perhitungan kelayakan investasi menggunakan *Net Present Value undercarriage* Verona memiliki nilai pengeluaran yang lebih sedikit yaitu sebesar Rp. 663.968.766 sedangkan ITrack berjumlah Rp. 671.020.390. Angka tersebut untuk perhitungan NPV 2017 hingga 2018. Adapun Nilai Depresiasi aset ini pertahun sebesar 47.045.455 dengan nilai sisa ditahun 2028 sejumlah Rp. 57.500.000.

Kata Kunci: *Life Cycle Cost*, *Net Present Value*, Depresiasi, *Excavator*, Alat Berat

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
SURAT BUKTI PENELITIAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK.....	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Batasan Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Kajian Literatur	8
2.1.1 Kajian Induktif.....	8
2.1.2 Tabel Kajian Induktif	12
2.2 Landasan Teori.....	17
2.2.1 Manajemen Aset	17
2.2.2 Life Cycle Cost.....	18
2.2.3 Perawatan	19
2.2.4 Corective Maintenance	20
2.2.5 Preventif Maintenance	20
2.2.6 Downtime	20
2.2.7 Net Present Value	21

2.2.8	Depresiasi	21
2.2.9	Distribusi Monte Carlo	21
2.2.10	Acquisition Cost.....	22
2.2.11	Maintenance Cost.....	22
2.2.12	Replacement Cost	22
2.2.13	Operational Cost	22
BAB III METODE PENELITIAN		24
3.1	Objek Penelitian	24
3.2	Sumber Data	24
3.3	Alur Penelitian	24
BAB IV		28
4.1	Pengumpulan Data	28
4.2	Pengolahan Data.....	31
4.2.1	<i>Acquisition Cost Aset Excavator PC – 200 Long Arm</i>	<i>31</i>
4.2.2	<i>Perhitungan Replacement Cost Undercarriage Verona</i>	<i>31</i>
4.2.3	<i>Perhitungan Replacement Cost Undercarriage ITrack</i>	<i>33</i>
4.2.4	<i>Perhitungan Life Cycle Cost (Maintenance Cost dan Oprational Cost)</i>	<i>34</i>
4.2.5	<i>Perhitungan Total Cost Aset Menggunakan Undercarriage Verona</i>	<i>37</i>
4.2.6	<i>Perhitungan Total Cost Aset Menggunakan Undercarriage ITrack</i>	<i>37</i>
4.2.7	<i>Perhitungan NPV Undercarriage Verona</i>	<i>38</i>
4.2.8	<i>Perhitungan NPV Undercarriage ITrack</i>	<i>40</i>
4.2.9	<i>Depresiasi Aset Excavator PC-200 Long Arm</i>	<i>41</i>
BAB V		42
5.1	Hasil.....	42
5.1.1	Replacement Cost	43
5.1.2	Operational Cost	43
5.1.3	Maintenance Cost.....	44
5.1.4	Total Cost.....	44
5.1.5	Biaya Pengeluaran dan NPV Pengeluaran 2017 – 2028	45
5.1.6	Biaya Pengeluaran dan NPV 2023 – 2028	46
5.1.7	Depresiasi Nilai Asset <i>Excavator PC – 200 Long Arm</i>	<i>47</i>
5.1.8	Pengujian sistem menggunakan <i>Break Event Point</i>	<i>47</i>
BAB VI.....		50
6.1	Kesimpulan.....	50
6.2	Saran	51
DAFTAR PUSTAKA.....		52
LAMPIRAN		55

DAFTAR TABEL

Tabel 2 .1 Kajian Induktif.....	12
Tabel 4. 1 Bagian <i>Undercarriage</i>	27
Tabel 4. 2 Harga <i>Undercarriage</i> Verona	27
Tabel 4. 3 Harga <i>Undercarriage</i> ITrack	28
Tabel 4. 4 Data Pelengkap Perhitungan <i>Life Cycle Cost</i>	28
Tabel 4. 5 Data Perhitungan <i>Replacement Cost Undercarriage</i> Verona	30
Tabel 4. 6 Data Perhitungan <i>Replacement Cost Undercarriage</i> ITrack	31
Tabel 4. 7 Data Prediksi Monte Carlo.....	32
Tabel 4. 8 Simulasi Monte Carlo	32
Tabel 4. 9 Data <i>Maintenance Cost</i>	33
Tabel 4. 10 Data variabel <i>life cycle cost Undercarriage</i> Verona.....	35
Tabel 4. 11 Data variabel <i>life cycle cost Undercarriage</i> ITrack.....	36
Tabel 4. 12 Perhitungan NPV <i>undercarriage</i> Verona periode 2017-2028	37
Tabel 4. 13 Perhitungan NPV <i>undercarriage</i> Verona periode 2023-2028	37
Tabel 4. 14 Perhitungan NPV <i>undercarriage</i> ITrack periode 2017-2028	38
Tabel 4. 15 Perhitungan NPV <i>undercarriage</i> ITrack periode 2023-2028	38
Tabel 4. 16 Data Perhitungan Depresiasi.....	39
Tabel 4. 17 Perhitungan Depresiasi	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Alur Penelitian	23
Gambar 4. 1 <i>Excavator</i> Komatsu PC – 200 long arm milik PT. Kalinyamat Perkasa....	26
Gambar 4. 2 Bagian <i>Undercarriage</i>	27
Gambar 5. 1 <i>Chart</i> Hasil Keseluruhan.....	40
Gambar 5. 2 <i>Chart Replacement Cost</i>	41
Gambar 5. 3 <i>Chart Total Cost</i>	42
Gambar 5. 4 <i>Chart</i> Biaya Pengeluaran dan NPV 2017 - 2028	43
Gambar 5. 5 <i>Chart</i> Perbandingan Biaya Pengeluaran dan NPV 2023 - 2028	44
Gambar 5. 6 <i>Chart</i> Perbandingan BEP	47

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perusahaan Listrik Negara atau yang biasa kita kenal dengan PLN merupakan perusahaan milik negara (BUMN) yang berfungsi untuk menjamin ketersediaan pasokan kebutuhan listrik nasional. PLN memiliki pembangkit – pembangkit listrik yang tersebar diseluruh penjuru negeri. Listrik merupakan energi yang dapat diubah menjadi energi lain, menghasilkan panas, cahaya, kimia, atau gerak (mekanik) (Naufal et al., 2021). Pembangkit yang dimiliki PLN ini memiliki fungsi untuk mentransformasi sumber energi listrik menjadi energi listrik yang mana akan disebarluaskan keseluruh wilayah dan nantinya akan digunakan oleh masyarakat sebagai *end user* dari tujuan bisnis dari PLN itu sendiri.

Salah satu pembangkit listrik yang dimiliki oleh PLN adalah pembangkit listrik Tanjung Jati B atau dapat disingkat TJB. TJB terletak di Kabupaten Jepara, Jawa Tengah dan merupakan salah satu asset vital nasional. TJB merupakan pembangkit listrik tenaga uap yang didalamnya terdapat 6 unit pembangkit. Pembangkit listrik tenaga uap yang beradan di TJB bekerja dengan cara memanaskan air didalam boiler menggunakan batubara. Kemudian uap yang sudah dalam boiler tersebut dengan suhu dan tekanan tertentu dialirkan kedalam turbin sehingga turbin akan berputar dan menghasilkan energi listrik.

PT. Kalinyamat Perkasa adalah salah satu perusahaan swasta yang berada dalam lingkup kerja PLTU TJB dan memiliki tugas untuk mengelola limbah berupa *fly ash dan bottomash* (FABA) agar limbah tidak menumpuk dan dapat digunakan kembali sehingga menjadi suatu hal yang memiliki nilai ekonomis. FABA merupakan residu dari pengolahan batubara yang masih dapat diolah dan mendapatkan nilai ekonomis. Material FABA awalnya ditampung dalam *silo* pada masing – masing unit, kemudian dibawa menggunakan *truck* dan diletakan dalam lahan penampungan sementara atau biasa disebut dengan *ash yard*. Setelah itu material FABA akan dibawa oleh pembeli dari luar dan dapat dimanfaatkan salah satunya untuk pengganti bahan bangunan seperti pasir dan beton. Sistem kerja dari PT. Kalinyamat Perkasa sendiri kepada pihak PLTU menggunakan sistem kontrak yang mana jika alat mereka terjadi kerusakan dalam jangka waktu kontrak, maka hal ini dapat berimbas kepada pihak PLTU selaku mitra kerjadari PT. Kalinyamat Perkasa. Sehingga mau tidak mau jika terjadi kerusakan dalam tempowaktu yang cukup lama yaitu lebih dari satu minggu maka perusahaan harus menyewa

alat dari pihak ketiga dan tentunya akan memakan biaya lebih sebagai konsekuensi perusahaan kepada pihak PLTU selaku mitra kerja. Sehingga *maintenance* pada aset dan pemilihan alternatif *spare part* sangat penting untuk dikaji dengan tujuan untuk menekan biaya pengeluaran perusahaan sehingga dengan menurunnya pengeluaran maka diharapkan *cash flow* yang dimiliki menjadi lebih maksimal. Selain *truck*, *Excavator* merupakan salah satu alat berat yang memiliki fungsi krusial di PT. Kalinyamat Perkasa.

Excavator yang dimiliki PT. Kalinyamat Perkasa memiliki fungsi antara lain untuk memindahkan dan menata material, membuat jalan akses *truck*, mengikis dan membentuk *ash yard* yang digunakan sebagai tempat penampungan material sementara, dan lainnya. *Excavator* Komatsu PC – 200 *long arm* adalah salah satu jenis *Excavator* yang dimiliki oleh PT. Kalinyamat Perkasa dan berdasarkan hasil survey melalui pertanyaan yang ditanyakan kepada *staff* dari PT. Kalinyamat Perkasa didapatkan jawaban bahwasannya *Excavator* Komatsu PC – 200 *long arm* memiliki jam kerja dan fungsi yang paling banyak sehingga menjadikan *Excavator* ini menjadi alat berat yang krusial bagi PT. Kalinyamat Perkasa. *Excavator* ini merupakan produksi dari perusahaan Komatsu pada tahun 2008 dan dibeli PT. Kalinyamat Perkasa dalam kondisi bekas ditahun 2017 sehingga aset ini memiliki nilai prioritas yang lebih untuk diperhatikan.

Komatsu merupakan salah satu merek kendaraan yang memiliki fokus bisnis pada kendaraan alat berat. Komatsu merupakan perusahaan multinasional asal jepang yang memproduksi alat berat seperti *hydraulic Excavator*, *dump truck*, *bulldozer*, *wheel loader*, dan masih banyak lagi. Komatsu didirikan pada tahun 1921 dan diambil dari nama kota Komatsu, Ishikawa. Adapun salah satu *Excavator* yang diproduksi oleh Komatsu adalah *Excavator* PC – 200 *long arm*. Target pasar dari Komatsu sendiri yaitu berada dalam lingkup industri konstruksi, pertambangan, kehutanan, dan pertambangan. Pada tahun 1972 komatsu menjadikannya PT. United Tractors Tbk menjadi distributor tunggal di Indonesia.

Excavator memiliki bagian – bagian komponen yang terhubung satu sama lain dan bekerja sesuai fungsinya masing – masing. Adapun beberapa komponen tersebut antara lain adalah *bucket*, *boom*, *Undercarriage*, dan *arm*. *Undercarriage* merupakan komponen yang terletak dibagian bawah *Excavator* dan berfungsi sebagai komponen yang menunjang atau membantu *Excavator* dalam melakukan perpindahan dan mobilitas. Didalam bagian *Undercarriage* terdapat beberapa sub - komponen antara lain *roller*, *sprocket*, *link*, dan *track shoe*. Dikarenakan harga dari *Undercarriage* yang cukup tinggi, pihak perusahaan tidak

menggunakan produk *genuine* dari *brand* Komatsu namun menggunakan produk serupa buatan pihak ketiga dengan brans Verona dan I track.

PT. Kalinyamat Perkasa merupakan perusahaan swasta yang bergerak secara *independent*. Sebagai perusahaan swasta yang berkerjasama dengan perusahaan nasional milik negara tentunya PT. Kalinyamat Perkasa memiliki kewajiban dan tanggung jawab lebih untuk dapat memuaskan *client*-nya. Sebagai perusahaan swasta yang masih terus berkembang PT. Kalinyamat Perkasa memiliki perhatian lebih terhadap pengelolaan dana perusahaan yang dimiliki. Perusahaan ini memiliki aset tetap aktif yang berjumlah lebih dari 10 aset sehingga perputaran biaya harus didistribusikan dengan tepat terhadap masing – masing aset. Ketika suatu aset mengalami kegagalan fungsi dan harus berhenti cukup lama PT. Kalinyamat Perkasa diwajibkan untuk melakukan substitusi terhadap aset dengan cara menyewa dari perusahaan lain. Sehingga jika terjadi permasalahan seperti itu PT. Kalinyamat Perkasa harus mengeluarkan dana lebih sebagai ganti rugi tanggung jawab terhadap kontrak kerjasama dengan *client*-nya. Berdasarkan wawancara yang dilakukan kepada karyawan dari PT. Kalinyamat Perkasa, sering terjadi keputusan yang bertolak belakang antara divisi dibidang produksi atau maintenance dengan bidang finance. Karena keterbatasan dana oprasional kerapkali ketika divisi produksi atau maintenance meminta suatu *sparepart* yang memiliki kualitas yang bagus permintaan tersebut tidak di *accept* oleh divisi keuangan karena harga *sparepart* yang memiliki kualitas bagus cukup mahal yang disebabkan oleh keterbatasan dana tadi, sehingga *sparepart* yang akhirnya dibeli tidak sesuai oleh harapan dari divisi produksi atau maintenance. Pemilihan Alternatif yang optimal tentu harus didapatkan agar permasalahan ini dapat ditangani.

Alternatif pemilihan *spare part* tentu penting sebagai salah satu cara untukmemperbesar efisiensi dan produktifitas pada suatu aset. Karna harganya yang lebih terjangkau dibandingkan produk *genuine* dari Komatsu. Verona dan I track adalah dua merek berbeda yangmana sama – sama digunakan oleh PT. Kalinyamat Perkasa untuk alternatif pemilihan *spare part* alat berat pada bagian *Undercarriage Excavator*. Tentunya dari kedua merek antara Verona dan I track terdapat perbedaan baik dari segi kualitas dan harga yang ditawarkan. PT. Kalinyamat Perkasa selaku perusahaan yang menggunakan kedua merek ini tentu ingin mengetahui efektifitas dan efisiensi dari kedua merek ini.

Manajemen Asset merupakan salah satu cabang ilmu dalam Teknik industri yang memiliki tujuan untuk mengoptimalkan asset yang dimiliki oleh suatu perusahaan. Menurut Sugiyama (2013) manajemen aset adalah seni memandu kekayaan atau aset. Seni memandu ini

termasuk proses perencanaan, audit, pemeliharaan, serta penghapusan dan pengalihan aset yang tidak sesuai. Menurut Hariyono (2007), manajemen aset adalah proses terstruktur yang mencakup semua aset sebagai suatu kekayaan untuk mendukung penyediaan pelayanan. Manajemen aset memiliki tiga pilar utama yaitu cost, performance, dan risk yangmana dari ketiga hal ini tidak dapat dipisahkan atau dalam kata lain harus berjalan secara bersamaan tanpa ada yang dikesampingkan. Dengan adanya manajemen aset maka permasalahan cost dalam perusahaan dapat terselesaikan dan membuat perusahaan menjadi lebih efisien dalam mengelola asetnya hal ini karena manajemen aset akan mencari solusi terbaik antara cost, performance, dan risk tanpa ada yang dikesampingkan. Adapun metode dalam manajemen asset yang berfokus pada permasalahan cost suatu aset yaitu *Life Cycle Cost* atau biasa disingkat LCC. Dengan menggunakan metode *Life Cycle Cost (LCC)*, besaran biaya yang dikeluarkan pihak perusahaan untuk masing – masing merek antara Verona dan I Track akan dapat diketahui. (sitasi)

Life Cycle Cost adalah sebuah metode yang ada dalam management aset yang diperuntukan untuk menghitung biaya yang dikeluarkan dari awal aset tersebut dibeli hingga aset tersebut dimusnahkan atau berada dalam fase disposal. Metode ini berguna agar perusahaan dapat mengetahui jumlah biaya yang harus dikeluarkan ketika perusahaan melakukan suatu investasi terhadap suatu aset. Dengan digunakannya metode ini maka perusahaan dapat mendapat gambaran yang bisa digunakan sebagai gambaran investasi aset mulai dari aset tersebut dibeli hingga aset tersebut dimusnahkan. Pada penelitian ini LCC digunakan karena penelitian ingin berfokus untuk mengetahui biaya yang dikelurkan oleh perusahaan terhadap aset sehingga LCC merupakan metode yang cocok untuk menyelesaikan permasalahan yang ada dalam penelitian ini. adapun metode lain untuk menganalisis sebuah masalah maintenance seperti analisis maintenance. Metode lain seperti analisis maintenance tidak berfokus terhadap biaya sehingga kurang cocok untuk dimasukan dalam penelitian ini Menurut (NSW Treasury, 2004) Analisa *Life Cycle Cost* merupakan semua biaya yang di keluarkan sepanjang masa pakai yang meliputi persiapan, desain, akuisisi dan biaya lainnya yang langsung berhubungan dengan kepemilikan atau penggunaan aset (Susilo, 2018). Dengan diketahuinya besaran biaya yang keluar dari kedua merek tersebut perusahaan dapat mengetahui dan memilih produk dari merek mana yang paling baik bagi perusahaan. Sehingga besara pengeluaran yang dilakukan perusahaan untuk alat ini dapat optimal. Adapun metode yang dikombinasikan dengan *life cycle*

cost untuk mendapatkan keputusan investasi salah satunya adalah metode *Net Present Value* (NPV)

Net Present Value (NPV) adalah metode yang digunakan untuk mengetahui kelayakan investasi perusahaan terhadap suatu aset. NPV dapat berupa NPV pendapatan dan NPV pengeluaran. Dalam penelitian ini NPV yang digunakan adalah NPV pengeluaran. NPV pengeluaran berfungsi untuk mengetahui seberapa banyak biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan untuk investasi terhadap aset yang dimaksud dalam masa waktu aset tersebut berada diperusahaan dari aset tersebut dibeli hingga aset tersebut tidak beroperasi dan masuk ke tahap pemusnahan yang mana artinya semakin kecil nilai hasil NPV maka akan semakin baik bagi perusahaan. menurut Sartono (2010), *Net Present Value* adalah Selisih antara *present value* aliran kas bersih atau sering disebut juga dengan *proceed* dengan *present value* investasi.

Depresiasi merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui pengurangan nilai aset dalam periode tertentu yang disebabkan oleh masa pakai dari aset itu sendiri. Menurut Pariwara (2010). penyusutan (depresiasi) adalah kerugian yang diderita perusahaan atas pengurangan atas pengurangan aktiva tetap. Penyusutan aktiva tetap untuk menunjukkan nilai ekonomis sebenarnya. Penyusutan dipengaruhi oleh harga perolehan, nilai residu, umur ekonomis aktiva, dan pola pemakaian aktiva. Menurut Tjahjono (2009). penyusutan adalah alokasi jumlah suatu aktiva yang dapat disusutkan sepanjang masa manfaat. Perhitungan depresiasi dilakukan setelah perhitungan *life cycle cost* dan *net present value* dilakukan. (sitasi) Dalam penelitian Lelono (2022) penelitian dilakukan dengan menggabungkan antara metode *life cycle cost* dan *net present value* yang mana diawal penelitian menggunakan metode *Life Cycle Cost* (LCC) kemudian dilanjutkan dengan metode NPV. Dalam jurnal (Ramaditya et al., 2018) dapat diketahui bahwa metode *life cycle cost* dipadukan dengan metode OEE dan digunakan untuk menentukan kebijakan perawatan mesin yang optimal. Penelitian pada awalnya menggunakan *life cycle cost* kemudian dilanjutkan dengan metode OEE. Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Maryami et al., 2019) penelitian dilakukan dengan menggabungkan metode *life cycle cost* dan COUR untuk mendapatkan hasil akhirnya. Berdasarkan dari jurnal penelitian terdahulu metode *life cycle cost* kerap kali digabungkan dengan metode lain untuk mendapatkan hasil akhir dari sebuah penelitian. Metode *life cycle cost* digunakan sebagai metode dasar dari berbagai penelitian terdahulu. Pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, metode *life cycle cost* digunakan diawal penelitian dengan tujuan untuk mengetahui besaran biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan pada investasi suatu aset.

penggunaan metode *life cycle cost* akan memberikan output berupa nilai jumlah besaran biaya yang mana *output* jumlah biaya tersebut dapat diolah dengan metode lain setelah hasil penelitian menggunakan metode *life cycle cost* diketahui.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas adapun rumusan masalah yang timbul pada penelitian ini yaitu :

- 1) Berdasarkan perhitungan *life cycle cost* berapa besaran biaya yang harus dikeluarkan PT. Kalinyamat Perkasa untuk investasi *Excavator* Komatsu PC – 200 Long Arm menggunakan alternatif *Undercarriage* Verona dan ITrack?
- 2) Berdasarkan perhitungan *Net Present Value* berapa total besaran biaya dan total NPV yang harus dikeluarkan PT. Kalinyamat Perkasa untuk investasi *Excavator* Komatsu PC – 200 Long Arm menggunakan alternatif *Undercarriage* Verona dan *Undercarriage* I track, Mana yang lebih optimal?
- 3) Berapa besaran nilai depresiasi yang terjadi dan berapa nilai sisa diakhir tahun masa optimal aset tersebut?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas adapun tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Mengidentifikasi besaran biaya *life cycle cost* yang dikeluarkan PT. Kalinyamat Perkasa yang dikeluarkan untuk investasi *Excavator* Komatsu PC – 200 Long Arm berdasarkan *life cycle cost* menggunakan *undercarriage* Verona dan *undercarriage* Itrack.
2. Mengidentifikasi hasil perhitungan *net present value*, dengan tujuan untuk mengetahui pengeluaran jangka panjang perusahaan terhadap investasi pada *undercarriage* Verona dan Itrack sehingga dapat memberikan rekomendasi keputusan investasi bagi perusahaan.
3. Mengidentifikasi hasil perhitungan depresiasi dengan tujuan agar perusahaan mengetahui nilai aset di akhir periode optimal aset tersebut.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian yang dilakukan oleh peneliti yaitu :

1. Bagi perusahaan

Hasil penelitian ini diharap dapat membantu perusahaan menentukan alternatif *Undercarriage* yang dipilih guna mengefisiensikan pengeluaran dan mengotimalkan kinerja dari aset yang ada.

2. Bagi penulis

Hasil penelitian ini diharap dapat menambah pengetahuan penulis dalam membantu perusahaan menentukan investasi aset tertentu berdasarkan perhitungan *life cycle cost* serta menambah pengalaman dalam menerapkan ilmu yang sudah didapat secara langsung dilapangan.

3. Bagi pembaca

Hasil penelitian ini diharap dapat menjadi referensi dengan tujuan menambah pengetahuan bagi para pembaca dan menjadi refrensi jika pembaca ingin melakukan penelitian yang serupa dikemudian hari.

1.5 Batasan Penelitian

Berdasarkan permasalahan di atas untuk mempermudah dalam menemukan solusi, maka peneliti memberikan batasan masalah. Batas masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini dilakukan di bagian maintenance dan alat berat pada PT. Kalinyamat Perkasa, Jepara, Jawa Tengah, Indonesia.
2. Penelitian ini berfokus pada efesiensi pengeluaran perusahaan terhadap suatu aset berupa *Excavator* Komatsu PC – 200 long arm tahun 2008 dan mengetahui mana yang lebih optimal jika perusahaan menggunakan alternatif A dan B.
3. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data historis maintenance *Excavator* Komatsu PC – 200 long arm tahun 2008 milik PT. Kalinyamat
4. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode *life cycle cost*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

2.1.1 Kajian Induktif

Kajian induktif adalah bahasan berisi penelitian terdahulu yang selaras dengan penelitian yang akan dilakukan sehingga informasi dari penelitian terdahulu dapat digunakan dan dikembangkan pada penelitian saat ini.

Penelitian yang dilakukan oleh (Lelono, 2022) mempunyai tujuan untuk mencari alternatif pilihan *bucket tooth* unit *Excavator* Hitachi EX3600 di PT. Kaltim Prima Coal (KPC). Penelitian yang dilakukan menggunakan metode *life cycle cost* untuk membandingkan besaran biaya yang dikeluarkan perusahaan antara menggunakan *bucket tooth* posilok S95 dan Nemysis N95. Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah alternatif penggunaan *bucket tooth* Nemysis N95 dapat memberikan potensial margin lebih baik bagi perusahaan. Hal ini dikarenakan komponen Neymsis N95 yang lebih sedikit karena tidak menggunakan lock pin menyebabkan akumulasi dari harga komponen *bucket tooth* menjadi lebih murah.

Penelitian yang dilakukan oleh (Ardyanto, 2020) memiliki tujuan untuk menganalisa perawatan dan mengoptimalkan perawatan dari *Induce Draft Fan (IDF)* yang dimiliki oleh PLTU batubara Lontar. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *life cycle cost* yang bertujuan untuk mengetahui total biaya pengeluaran bagi IDF 1, IDF 2, dan IDF3 dalam rentan waktu selama 15 tahun. Hasil penelitian menyebutkan bahwa biaya total yang dikeluarkan untuk IDF 1 sebesar 572,68 Milyar, IDF 2 sebesar 532,42 Milyar, dan IDF 3 sebesar 532,7 Milyar.

Penelitian yang dilakukan oleh (Herbiansyah, 2018) mempunyai tujuan untuk mengevaluasi manajemen pemeliharaan *Excavator* PC – 300 8MO pada PT. United Tractors Semen Gresik. Penelitian yang dilakukan menggunakan 2 metode yaitu FMEA dan *Life Cycle Cost*. Pada penelitian ini metode FMEA memiliki tujuana untuk menghasilkan rencana tindakan perbaikan dalam mereduksi downtime dan *Life Cycle Cost* memiliki tujuan untuk mengetahui biaya yang dikeluarkan perusahaan dengan menitik beratkan pada biaya kepemilikan dan biaya oprasional dari unit *Excavator* PC- 300 8MO milik PT. United Tractors Semen Gresik, Hasil

dari penelitian yang sudah dilakukan yaitu biaya kepemilikan setelah diterapkan metode perbaikan sebesar Rp. 3.708.256.600 yang mana besaran biaya tersebut lebih hemat Rp. 14.166.800 dari sebelum metode perbaikan ditetapkan. Dari 6 komponen utama unit downtime tertinggi yaitu terjadi pada komponen *electrical*, mesin, dan *hydraulics*.

Penelitian yang dilakukan oleh (Inayah & Widjajati, 2020) bertujuan untuk menentukan umur mesin dan total biaya pada mesin press apakah sesuai dengan estimasi perusahaan atau tidak. Penelitian ini berlatar belakang masalah perusahaan yaitu mesin press sudah mencapai umur 15 tahun dan perusahaan menghendaki umur dari mesin press ini mencapai 20 tahun, namun dalam jangka waktu dari tahun 2018 hingga 2019 sudah terjadi kerusakan sebanyak 21 kali. Penelitian menggunakan metode *Life Cycle Cost*. Hasil dari perhitungan *life cycle cost* pada penelitian ini yaitu paling rendah sebesar Rp. 251.469.844,30 dengan umur mesin optimal selama 9 tahun dan mekanik 1 orang.

Penelitian yang dilakukan (Muliawati et al., 2019) memiliki tujuan untuk menentukan umur mesin, estimasi biaya, dan *maintenance crew* yang optimal pada mesin injeksi plastik. Objek pada penelitian ini adalah mesin injeksi plastik 150 ton. Mesin ini memiliki kerusakan sebanyak 39 kali pada kurun waktu 2016 hingga 2018. Penelitian ini menggunakan metode *Life Cycle Cost* dan memiliki hasil yaitu berdasar perhitungan yang sudah dilakukan biaya optimum pada mesin injeksi plastik adalah Rp. 899.444.034 dengan umur mesin 5 tahun dan *maintenance crew* sebanyak 1 orang.

Penelitian yang dilakukan oleh (Aufiyansyah, 2021) bertujuan untuk mengetahui jumlah biaya yang dikeluarkan perusahaan terhadap unit *dump truck* caterpillar 777D pada PT.Petrosa Tbk. Dengan diketahuinya besaran biaya yang ada maka nilai ini dapat dijadikan sebagai pertimbangan yang bertujuan untuk pemeliharaan aset, peningkatan performa aset, dan keuntungan finansial bagi perusahaan. Penelitian ini menggunakan metode *Life Cycle Cost* sebagai dasarnya. Kesimpulan dari penelitian ini yaitu biaya *Life Cycle Cost* yang terjadi mulai dari akuisisi hingga umur manfaat dari *dump truck* Caterpillar 777D selama 12 tahun yaitu sebesar \$3.691.810,74. Besaran biaya ini meliputi biaya awal akuisisi unit, biaya kepemilikan, dan biaya operasional unit.

Penelitian yang dilakukan oleh (Pambayun et al., 2018) memiliki tujuan untuk melakukan analisis umur optimal dan jumlah optimal *maintenance crew* terhadap pompa produksi minyak dan gas. Penelitian menggunakan dasar perhitungan metode *Life Cycle Cost*. Dari hasil perhitungan *Life Cycle Cost* yang sudah dilakukan dapat ditarik kesimpulan yaitu

umur optimal pada pompa produksi adalah 23 tahun dengan nilai *Life Cycle Cost* sebesar Rp.2,502,980,750 sedangkan *maintenance crew* yang optimal berjumlah satu dan terdiri dari dua orang pekerja.

Penelitian yang dilakukan oleh (Sheth & Sarkar, 2019) bertujuan untuk membandingkan kelayakan dan menghitung *Life Cycle Cost* pengadaan dan pengoprasian antara bus diesel dan bus listrik yang mana dalam penelitian ini berdasarkan pada unit bus yang dikendarai sejauh 100km per hari di India. Dari penelitian ini dapat disimpulkan dalam siklus 25 tahun biaya kepemilikan bus listrik jauh dibandingkan dengan bus diesel yaitu sebesar \$ 571,875 untuk bus listrik berbanding dengan \$ 610.938 untuk bus diesel. Dalam penelitian ini digunakan juga metode NPV yang memiliki hasil \$ 409,375 untuk bus listrik dan \$ 504.088 untuk bus diesel. Walaupun harga untuk investasi awal bus listrik terbilang lebih mahal tetapi dalam pemakaian jangka panjang yang sama biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk bus listrik lebih kecil dibandingkan dengan bus diesel. Total biaya kepemilikan untuk bus listrik selama 25 tahun dengan asumsi melakukan perjalanan sejauh 100km perhari memiliki efisiensi 5 – 10% lebih baik dibandingkan dengan bus diesel.

Penelitian yang dilakukan oleh (Alrwashdeh & Ammari, 2019) memiliki tujuan untuk memberikan perbandingan ekonomi yang ada antara refrigerasi kompresi uap menggunakan tenaga array photovoltaic dan refrigerasi kompresi uap menggunakan tenaga surya menggunakan metode *Life Cycle Cost*. Penelitian menggunakan data biaya akuisisi, energi, perbaikan, dan pemusnahan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan jika dibandingkan dengan manfaat yang didapat keduanya sama – sama hemat biaya sistem refrigerasi kompresi uap menggunakan tenaga surya lebih disukai karena menghasilkan lebih banyak manfaat.

Penelitian yang dilakukan oleh (Ashar & Kayatun, 2018) memiliki tujuan untuk menganalisa efektifitas alat berat *wheel loader*. Perusahaan memiliki masalah pada bagian produksi salah satunya adalah sering terjadinya kekosongan pada bagian *cross cut* yang mengakibatkan pekerja menganggur pada jam kerja yang disebabkan oleh kurangnya ketersediaan pengangkut bahan baku “*wheel loader*”. Penelitian ini menggunakan metode *Life Cycle Cost* dan *Overall Equipment Effectiveness*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan nilai OEE terendah yaitu 49%, sedangkan dalam standar TPM nilai efektifitas mesin seharusnya mencapai 85% sebagai nilai minimum dan Nilai rata-rata OEE sebesar $68\% \leq 85\% =$ Tidak Efektif. Hal ini disebabkan seal mengalami kehausan dan harus ditambahkan oli setiap hari namun lokasi tempat pengisian oli dan tempat *wheel loader stand by* lokasinya berjauhan.

Selain itu, kinerja oprator yang buruk juga mempengaruhi hasil dari perhitungan pada peneitian ini.

Penelitian yang dilakukan oleh (Setiawan et al., 2019) bertujuan untuk meniliti mesin kritis dari industri tekstil yaitu mesin air jet loom (AJL). AJL berfungsi untuk mengubah benang menjadi kain. Penelitian dilakukan karena pada mesin AJL memiliki *downtime* yang tinggi yang mana ini merupakan masalah karena berpengaruh pada sistem produksi. Penelitian menggunakan metode Reliability Centered Maintenance (RCM). Identifikasi yang dilakukan menggunakan *paretto diagram* dan *fishbone diagram*. Adapun data yang dikumpulkan untuk melakukan penelitian adalah data *Time Between Failure* (TBF). TBF merupakan data jeda waktu antar kerusakan yang terjadi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 6 komponen kritis dalam mesin AJL yaitu VPM, ambil, masukkan, kamran, sirkulasi oli, dan leno. Interval penjadwalan perawatan preventif untuk enam komponen adalah VPM 120 jam, sabuk memakan waktu 144 jam, penyisipan 72 jam, kamran 24 jam, sirkulasi oli, 144 jam dan leno 96 jam. Jadwal pemeliharaan preventif yang diusulkan pada enam komponen kritis mesin AJL mampu mengurangi downtime hingga 30% dan meningkatkan produksi sebesar 13%.

Penelitian yang dilakukan oleh (Cahyo et al., 2015) dilakukan untuk meningkatkan efisinsi dan efektivitas pada pemanfaatan aset. Penelitian membahas kebijakan pengelolaan sumberdaya untuk melakukan kegiatan pemeliharaan yang kompleks. Adapun 3 departemen yang dijadikan sebagai dasar penelitian yaitu pemeliharaan, sumber daya manusia, serta departemen inventaris dan pembelian. Penelitian dilakukan untuk menemukan kombinasi terbaik dari ketiga departemen tersebut agar dapat membantu menghasilkan kinerja aset yang lebih baik. Aset yang menjadi studi kasus dalam penelitian ini adalah 10 turbin angin. Ada 5 fase metedologi yang digunakan yaitu penyusunan masalah, pemodelan loop kasual, pemodelan dinamis, perencanaan dan pemodelan skenario, serta implementasi dan pembelajaran organisasi. Dalam penelitian ini dilakukan 4 skenario yang mana didapatkan hasil bahwa skenario 1 dan 2 merupakan skenario yang baik. Namun skenario 1 merupakan skenario yang lebih baik dibandingkan dengan skenario 2. Skenario 1 menjadi opsi terbaik karena kemampuan *inventory* lebih tinggi dalam menyediakan lebih banyak penunjang kegiatan pemeliharaan. Namun sekenario 2 juga merupakan pilihan yang baik ketika terjadi situasi dimana biaya *inventory* perlu dipertimbangkan dan biaya pemesanan dapat diabaikan.

2.1.2 Tabel Kajian Induktif

Tabel 2 .1. 2 Kajian Induktif

No	Penulis	Judul	Metode	Objek
1.	Hari Sasongko Lelono, ST., IPP.	Analisis alternatif pemilihan <i>bucket</i> <i>tooth</i> unit <i>Excavator</i> Hitachi EX3600 di PT. Kaltim Prima Coal (KPC) dengan pendekatan <i>life</i> <i>cycle cost</i> .	- <i>Life cycle</i> - NPV (Net Present Value)	Alat berat <i>Excavator</i> EX3600 di PT. Kaltim Prima Coal (KPC)
2.	Nova Ardyanto	ANALISA MANAJEMEN PEMELIHARAAN PERALATAN INDUCE DRAFT FAN (IDF) PLTU DENGAN PENDEKATAN LIFE CYCLE COST	- <i>Life Cycle</i> <i>Cost</i>	<i>Induce Draft</i> <i>Fan</i> (IDF) pada PLTU batubara Lontar
3.	Didit Herbiansjah	Evaluasi Manajemen Pemeliharaan <i>Excavator</i> PC 300 – 8MO Dengan Menggunakan Metode <i>Life Cycle</i> <i>Cost</i> (Studi Kasus :	- <i>Life Cycle</i> <i>Cost</i> - FMEA	<i>Excavator</i> PC 300 – 8MO di PT. United Tractors Semen Gersik



			PT. United Tractors			
			Semen Gersik)			
4.	Eka Nur Inayah dan Endang Pudji Widjajati		ANALISIS UMUR MESIN DAN TOTAL BIAYA PADA MESIN PRESS MENGGUNAKAN METODE LIFE CYCLE COST DI PT. XYZ	- <i>Life Cycle Cost</i>		Mesin Press PT. XYZ
5.	Putri Rahma Muliawati, Endang Budiasih, dan Fransiskus Tatas Dwi Atmaji		PENENTUAN UMUR MESIN, ESTIMASI BIAYA DAN MAINTENANCE CREW YANG OPTIMAL PADA MESIN INJEKSI PLASTIK DENGAN MENGGUNAKAN METODE LIFE CYCLE COST (LCC) DI CV. GRADIENT	- <i>Life Cycle Cost</i>		mesin injeksi plastic 150 Ton pada CV. Gradient
6.	Mu'Ammal Aufiansyah	Caesar	ANALISIS LIFE CYCLE COSTING STRATEGY UNIT DUMP TRUCK CATERPILLAR	<i>Life Cost</i>	<i>Cycle</i>	Unit <i>dump truck</i> Caterpillar 777D pada PT. Petrosa TBK

777D PADA PT.						
		PETROSEA TBK				
7.	Pambayun Oktaria Tyas, Alhilman Judi, dan Atmaji Fransiskus Tatas Dwi	ANALISIS UMUR OPTIMAL DAN JUMLAH OPTIMAL MAINTENANCE SET CREW POMPA PRODUKSI DENGAN MENGUNAKAN METODE LIFE CYCLE COST (LCC) PT. XYZ	<i>Life</i> <i>Cost</i>	<i>Cycle</i>	Pomp amigas PT. XYZ	
8.	Anal Sheth dan Debasis Sarkar	<i>LIFE CYCLE COST ANALYSIS FOR ELECTRIC VS DIESEL BUS TRANSIT IN AN INDIAN SCENARIO</i>	- <i>Life</i> <i>Cost</i> - NPV	<i>Cycle</i>	Bus Elektrikdan Diesel diIndia	
9.	Saad S. Alrwashdeh dan Handri Amari	<i>Life cycle cost analysis of two different refrigeration systems powered by solar energy</i>	<i>Life</i> <i>Cost</i>	<i>Cycle</i>	Sistem refrigerasi	
10.	Ashar dan Siti Nur Kayatun	Analisis Efektifitas Alat Berat “Alat Berat” PT.Henrison	- <i>Life</i> <i>Cost</i> - OEE	<i>Cycle</i>	Alat berat <i>wheel loader</i> pada PT. Henrison Iriana	

	Iriana	Dengan	
	Metode Lcc “Life Cycle Cost” Dan Oee “Overall Equipment Effectiveness Maintenance system design on air jet loom (AJL) machine using reliability centered maintenance (RCM) method	<i>Reliability Centered Maintenance (RCM)</i>	Mesin Air Jet Loom
11. Setiawan, D., Jusolihun, N., & Cahyo, W. N.			
12. Cahyo, W. N., El-Akruti, K., Dwight, R., & Zhang, T.	Managing Maintenance Resources for Better Asset Utilisation	<i>Modeling Methodology</i>	Turbin Angin

2.2 Landasan Teori

Landasan teori adalah bahasan berisi tinjauan seputar istilah, teori atau formula terkait dengan topik penelitian yang berlandaskan pada jurnal atau buku.

2.2.1 Manajemen Aset

Menurut Siregar (2018) manajemen adalah salah satu cabang dari keilmuan manajemen yang berfokus pada pengelolaan aset yang ada. Menurut Prayoga (2019) aset adalah barang (*thing*) atau sesuatu barang (*anything*) yang mempunyai nilai ekonomis (*economic value*), nilai komersial (*commercial value*) atau nilai tukar (*exchange value*) yang dimiliki oleh badan usaha, instansi atau individu / perorangan. Manajemen Aset memiliki definisi yaitu aktivitas yang terkoordinasi dari sebuah organisasi untuk mewujudkan nilai asetnya. Menurut Sugiyama (2013) manajemen aset adalah ilmu dan seni untuk memandu pengelolaan kekayaan yang mencakup proses merencanakan kebutuhan aset, cara mendapatkan, menginventarisasi, melakukan legal

audit, menilai, mengoperasikan, memelihara, membaharukan, atau menghapuskan hingga mengalihkan aset secara efektif dan efisien. pendapat ini tercantum dalam jurnal (Hidayat et al., 2021). Aset menurut Hariyono (2007) adalah mendefinisikan aset merupakan benda yang tercakup dalam kekayaan organisasi, instansi, ataupun individu, yang terdiri dari benda tidak dan bergerak, baik yang tidak berwujud (*intangible*) maupun berwujud (*tangible*) (Hariyanto & Narsa, 2018). Secara umum nilai yang diperoleh organisasi yang menerapkan manajemen aset diantaranya yaitu perbaikan kinerja keuangan perusahaan, keputusan investasi aset yang lebih terukur dan terkoordinasi, meningkatkan efisiensi dan efektivitas perusahaan, dan meningkatkan *sustainability* perusahaan hal ini mengacu pada ISO 55000 (2014) dan (Verhoef, 2016). Ada empat fungsi manajemen aset yaitu perencanaan, pengorganisasian, penggerakan, dan pengawasan (Terry, 2015). Menurut ISO 55000 (2014), ada empat fundamental manajemen aset yaitu *Value, Alignment, Leadership, dan Assurance*.

2.2.2 Life Cycle Cost

Life Cycle Cost (LCC) adalah suatu konsep pemodelan perhitungan biaya dari tahap permulaan sampai pembongkaran suatu aset dari sebuah proyek sebagai alat untuk mengambil keputusan atas sebuah studi analisis dan perhitungan dari total biaya yang ada selama siklus hidupnya (Paul Barringer dan Weber, 1996) tercantum dalam jurnal (Hariyanto & Narsa, 2018). Dalam jurnal (Susilo, 2018) *life cycle cost* dapat didefinisikan semua biaya yang dikeluarkan sepanjang masa pakai yang meliputi persiapan, desain, akuisisi dan biaya lainnya yang langsung berhubungan dengan kepemilikan atau penggunaan aset (NSW Treasury, 2004). Menurut Pujiawan (2004) *life cycle cost* adalah jumlah semua pengeluaran yang berkaitan dengan item tersebut sejak dirancang sampai tidak terpakai lagi. pendapat ini bersumber dari jurnal (Hariyanto & Narsa, 2018). *Life cycle costing* adalah estimasi biaya dari perolehan, komisi, operasional, pemeliharaan dan membuang / penghapusan dari aset tetap (Nicholas A.J. Hastings, 2010) terdapat dalam jurnal (Aufiyansyah, 2021).

Model LCC menurut Ebeling (2010) dirumuskan melalui persamaan sebagai berikut:

$$LCC = \text{acquisition cost} + \text{fixed cost of operating} + \text{unit annual operating cost} + \text{failure cost} + \text{initial acquisition cost for repair channel} + \text{annual support} + \text{cost for repair channel} + \text{replacement cost} - \text{salvage cost} \quad (2.1)$$

Persamaan yang dikemukakan oleh Ebeling masih memiliki asumsi sebagai berikut :

1. Komponen yang diganti sama seperti baru

2. Semua unit identik diperoleh pada saat yang sama
3. Persyaratan operasi tahunan yang konstan
4. Sistem dalam kondisi stabil
5. Tidak ada pemeliharaan preventif yang dilakukan selama periode operasional unit
6. Tidak ada kegagalan terjadi di *standby*, *switching* sempurna dengan *downtime* yang tidak signifikan.

Melihat dari kekurangan rumus yang dikemukakan oleh Ebeling dengan asumsi tersebut adapun penyempurnaan dari persamaan yang dirumuskan oleh Ebeling 2010 seperti yang tertera pada buku *Engineering Asset Management* (Pengantar Manajemen Aset Industri berbasis ISO55000) yang ditulis oleh (Cahyo, 2019) yaitu memiliki persamaan sebagai berikut :

$$LCC = \text{acquisition cost} + \text{fixed cost of operating} + \text{unit annual operating cost} + \text{maintenance cost} + \text{stoppage loss} + \text{human resource provisioning cost} + \text{purchasing and inventory cost} - \text{salvage cost} \quad (2.2)$$

Adapun pada penelitian ini LCC disimbolkan dengan *total cost* (TC) yang merupakan singkatan dari *total cost*. Hal ini dikarenakan perhitungan *life cycle cost* yang digunakan dalam penelitian ini hanya menjumlahkan *variable acquisition cost*, *maintenance cost*, *operational cost*, *replacement cost*, dan dikurangi oleh *disposal cost*. Perhitungan *life cycle cost* yang digunakan masih tergolong perhitungan sederhana dan belum mencakup secara keseluruhan. *variable* rumus dari *life cycle cost*.

2.2.3 Perawatan

Perawatan merupakan suatu dari tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dalam, atau untuk memperbaikinya sampai, suatu kondisi yang bisa diterima (Corder, 1922) pernyataan ini terdapat pada jurnal (Djunaidi & Sufa, 2007). Perawatan (*maintenance*) adalah suatu kombinasi yang dilakukan untuk berbagai tindakan menjaga dan memelihara suatu mesin dan memperbaiki sampai bisa diterima terhadap kondisi yang diinginkan (Rachman et al., 2017). Perawatan adalah sebuah pekerjaan yang dilakukan secara berurutan untuk menjaga atau memperbaiki fasilitas yang ada sehingga sesuai dengan standar fungsional dan kualitas (M.S Sehwarat dan J.S Narang, 2001).

2.2.4 Corective Maintenance

Corective maintenance merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan setelah mesin atau fasilitas produksi mengalami gangguan atau kerusakan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik. aktivitas *corrective maintenance* sering disebut aktivitas perbaikan dan biasanya tidak dapat direncanakan terlebih dahulu karena perbaikan hanya dapat dilakukan setelah terjadinya kerusakan, bahkan terkadang perbaikan dapat terlambat maupun tertunda (O'connor, 2001) pernyataan ahli ini terdapat dalam jurnal (Witonohadi & Timothy, 2011). *Corrective maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan pada peralatan sehingga peralatan tidak berfungsi dengan baik. Kegiatan perawatan korektif meliputi seluruh aktifitas mengembalikan system dari keadaan rusak menjadi beroperasi kembali (Nachrul dan Imron, 2013) yang mana pernyataan ini terdapat pada jurnal (Syahrully, 2019).

2.2.5 Preventif Maintenance

Terdapat dalam jurnal (Nasution et al., 2021) pengertian preventive maintenance yang dikemukakan oleh ahli berbunyi *preventive maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produk mengalami kerusakan pada waktu proses produksi (Patrick, 2001). Preventive maintenance adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produk mengalami kerusakan pada waktu proses produksi (Ebeling, 1997) dikutip dari jurnal (Witonohadi & Timothy, 2011).

2.2.6 Downtime

Pada dasarnya *downtime* didefinisikan sebagai waktu suatu komponen sistem tidak dapat digunakan (tidak berada dalam kondisi yang baik), sehingga membuat fungsi sistem tidak berjalan (Gaspers, 1992) dikutip dari jurnal (Djunaidi & Sufa, 2007). Downtime adalah akumulasi waktu yang terjadi pada mesin/peralatan saat tidak dapat beroperasi karena aktivitas lain yang harus dilakukan. Salah satu penyebab terjadinya downtime adalah terganggunya proses produksi (Rahman, 2015) dikutip dari jurnal (Rahmawan et al., 2021).

2.2.7 Net Present Value

Menurut R. Agus Sartono (2010), *Net Present Value* adalah Selisih antara *present value* aliran kas bersih atau sering disebut juga dengan *proceed* dengan *present value* investasi. *Net present value* digunakan untuk melihat suatu kelayakan investasi yang dilakukan oleh perusahaan terhadap suatu aset. *Net present value* dapat berupa pendapatan dan pengeluaran. Untuk NPV pendapatan maka semakin besar jumlahnya akan semakin bagus untuk perusahaan. Berbeda dengan NPV pengeluaran, untuk NPV pengeluaran semakin kecil hasil yang didapatkan maka akan semakin bagus untuk perusahaan. Penelitian kali ini menggunakan metode NPV pengeluaran, hal ini dikarenakan penelitian ini ingin melihat mana yang lebih optimal untuk perusahaan melakukan pengeluaran investasi terhadap alternatif A dan B.

2.2.8 Depresiasi

Menurut Intan Pariwara (2010) penyusutan(depresiasi) adalah kerugian yang diderita perusahaan atas pengurangan atas pengurangan aktiva tetap. Penyusutan aktiva tetap untuk menunjukkan nilai ekonomis sebenarnya. Penyusutan dipengaruhi oleh harga perolehan, nilai residu, umur ekonomis aktiva, dan pola pemakaian aktiva. Menurut Achmad Tjahjono (2009). penyusutan adalah alokasi jumlah suatu aktiva yang dapat disusutkan sepanjang masa manfaat. Depresiasi merupakan penyusutan nilai yang diakibatkan oleh masa pakai dari suatu aset sebdiri. Depresiasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah depresiasi konstan tahunan yang mana artinya besaran depresiasi setiap tahun selama dalam masa periode aset tersebut digunakan diperusahaan adalah sama besarnya.

2.2.9 Distribusi Monte Carlo

Menurut Miftahol Arifin (2009) Monte Carlo adalah simulasi tipe probabilitas yang mendekati solusi sebuah masalah dengan melakukan sampling dari proses acak. Dasar Teknik Monte Carlo adalah mengadakan percobaan probabilistic melalui sampling random. Proses Monte Carlo dalam memilih angka acak berdasarkan distribusi probabilitas bertujuan untuk menentukan variabel acak melalui uji sampel dari distribusi probabilitas. Menurut Mulyono (2002) istilah Monte Carlo sering dianggap sama dengan simulasi probabilistic. Namun Monte Carlo sampling secara lebih tegas berarti teknik memilih angka secara random dari distribusi probabilistic untuk menjalankan simulasi. Jadi Monte Carlo adalah suatu teknik yang digunakan dalam simulasi. Pada penelitian ini simulasi montecarlo digunakan untuk menentukan prediksi terjadinya kerusakan selama 11 tahun periode aset tersebut ada

diperusahaan sehingga tujuannya dapat didapat gambaran banyaknya kerusakan yang nantinya akan digunakan sebagai dasar untuk melakukan perhitungan *maintenance cost*.

2.2.10 Acquisition Cost

Acqiosition cost atau biaya pengadaan merupakan *variable* yang ada dalam perhitungan *life cycle cost* yang mana besaran biayanya didapatkan dari biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk membeli suatu aset. Menurut Siahaya (2016) Pengadaan adalah upaya memperoleh barang dan jasa yang dibutuhkan dan dilakukan berdasarkan pemikiran yang logis dan sistematis. Dalam penelitian ini *acquisition cost* merupakan besaran biaya yang dikeluarkan PT. Kalinyamat Perkasa selaku perusahaan untuk membeli aset berupa *excavator PC – 200 longarm*.

2.2.11 Maintenance Cost

Maintenance cost atau biaya perawatan merupakan biaya yang dikeluarkan perusahaan ketika aset mengalami fase perawatan. Menurut Rachman, Garside, & Kholik (2017) Perawatan (*maintenance*) adalah suatu kombinasi yang dilakukan untuk berbagai tindakan menjaga dan memelihara suatu mesin dan memperbaiki sampai bisa diterima terhadap kondisi yang diinginkan. *Maintenance cost* merupakan *variable* yang akan diikut sertakan dalam perhitungan *life cycle cost* yang disimbolkan dengan TC.

2.2.12 Replacement Cost

Dalam buku yang berjudul *Engineering Asset Management* (Pengantar Manajemen Aset Industri berbasis ISO 55000) yang ditulis oleh cahyo (2019) *replacement cost* adalah biaya yang diperlukan untuk penggantian *sparepart*, termasuk di dalamnya biaya *spareparts*. Dapat diartikan bahwa *replacement cost* merupakan biaya penggantian kembali untuk mendapatkan aktiva baru atau menggantinya dengan kapasitas produksi yang sama.

2.2.13 Operational Cost

Operational cost atau biaya operasional adalah biaya yang dikeluarkan ketika aset sedang melakukan pekerjaannya. Biaya operasional menurut Sujarweni (2017) adalah biaya yang digunakan untuk mendapatkan pendapatan utama. Sedangkan menurut Wardiyah (2017) Menyatakan biaya operasional adalah biaya yang menunjukan sejauh mana efisiensi pengelolaan usaha. Contoh elemen yang berada dalam biaya operasional aset berupa *excavator*

PC – 200 *long arm* pada penelitian ini yaitu biaya bahan bakar, biaya oli, dan biaya cairan *coolant* untuk radiator dari alat berat itu sendiri.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Penelitian yang dilakukan ditujukan untuk mengetahui perbandingan pengeluaran biaya dari penggunaan *spare part undercarriage Excavator Komatsu PC – 200 long arm* yang dimiliki oleh PT. Kalinyamat Perkasa. Perbandingan yang dilakukan berfokus kepada dua merek yaitu Verona dan Itrack yang mana keduanya digunakan oleh perusahaan sebagai alternatif *spare part* dari *undercarriage* alat berat yang dimiliki yaitu *Excavator Komatsu PC – 200 long arm*.

3.2 Sumber Data

Adapun data yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan kali ini. Data dibagi menjadi dua yaitu :

1. Data Primer

Data primer yaitu sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data (Sugiyono, 2018). Pada penelitian ini data yang digunakan sebagai data primer adalah data yang diambil dari hasil *track record* perawatan yang dilakukan oleh PT. Kalinyamat Perkasa terhadap unit alat berat *Excavator Komatsu PC – 200 long arm*. Data didapatkan dengan cara meminta langsung kepada pihak perusahaan pada saat penelitian dan data yang didapat akan dijadikan sebagai dasar perhitungan metode yang dipakai dalam penelitian yaitu *life cycle cost*.

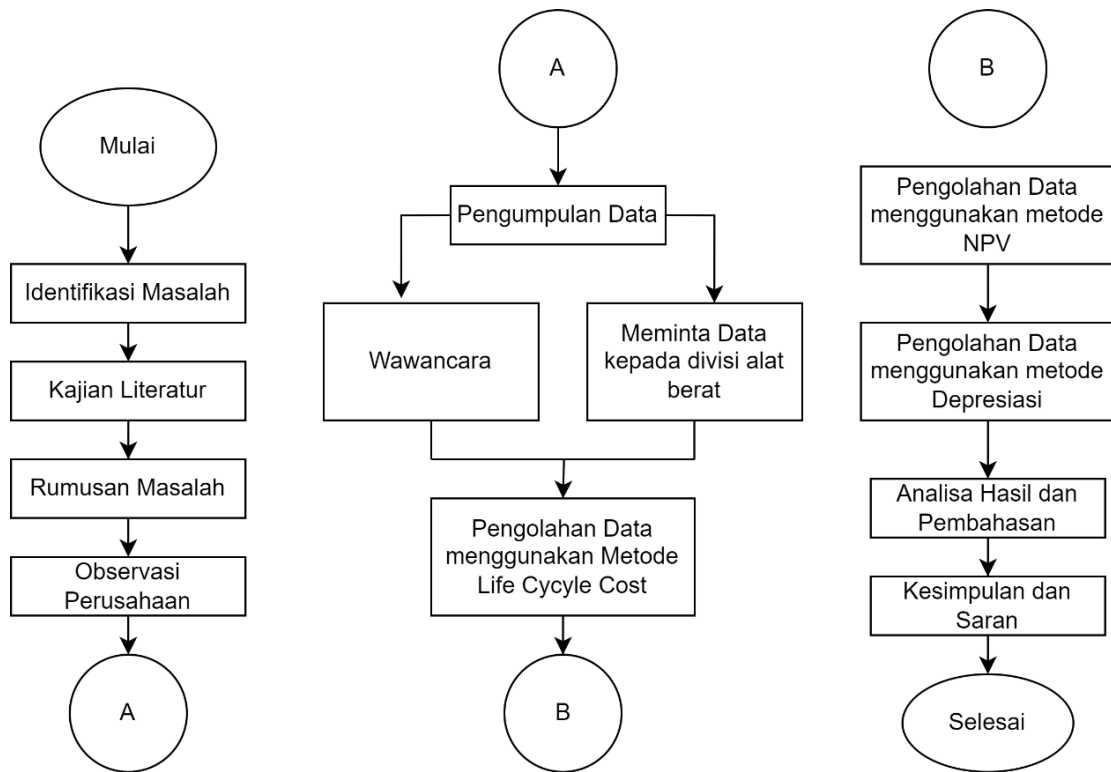
2. Data Sekunder

Data sekunder yaitu sumber data yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data, misalnya lewat orang lain atau lewat dokumen (Sugiyono, 2018). Pada penelitian ini data sekunder didapatkan dengan cara mengumpulkan literatur, jurnal, dan buku yang relevan sebagai referensi dalam penelitian.

3.3 Alur Penelitian

Adapun langkah – langkah atau alur yang dilalui dalam melakukan penelitian ini, berikut merupakan diagram alur dari penelitian ini :

Gambar 3. 1 Alur Penelitian



Berikut merupakan penjelasan dari Gambar 3.1 Alur Penelitian :

1. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan langkah paling awal setelah penelitian dimulai. Identifikasi masalah dilakukan dengan bertanya kepada pihak perusahaan tentang apa masalah apa yang dialami perusahaan.

2. Kajian Literatur

Kajian Literatur merupakan bagian penelitian yang mana berfungsi untuk menentukan metode apa yang akan digunakan sesuai dengan masalah yang muncul dalam identifikasi masalah. Peneliti mencari berbagai sumber yang relevan dengan penelitian sebagai acuan baik menggunakan jurnal terdahulu maupun buku yang ada.

3. Rumusan Masalah

Setelah masalah diketahui timbul pertanyaan yang akan menjadi dasar ilakukannya penelitian sebagai berikut :

- 4) Berdasarkan perhitungan *life cycle cost* berapa besaran biaya yang harus dikeluarkan PT. Kalinyamat Perkasa untuk investasi *Excavator* Komatsu

PC – 200 Long Arm menggunakan alternatif *Undercarriage* Verona dan ITrack?

- 5) Berdasarkan perhitungan *Net Present Value* berapa total besaran biayadan total NPV yang harus dikeluarkan PT. Kalinyamat Perkasa untuk investasi *Excavator* Komatsu PC – 200 Long Arm menggunakan alternatif *Undercarriage* Verona dan *Undercarriage* I track, Mana yang lebih optimal?
- 6) Berapa besaran nilai depresiasi yang terjadi dan berapa nilai sisa diakhir tahun masa optimal aset tersebut?

4. Observasi Perusahaan

Observasi perusahaan dilakukan dengan peneliti langsung datang ke perusahaan yaitu dalam penelitian ini adalah PT. Kalinyamat Perkasa untuk mengetahui detail dari permasalahan yang ada.

5. Pengumpulan Data

Sebagian besar data yang dikumpulkan dan digunakan dalam penelitian ini adalah data yang berasal dari file yang berisi laporan perawatan dari alat berat yaitu *Excavator* Komatsu PC – 200 Long Arm milik PT. Kalinyamat Perkasa. Adapun sebagian kecil data yang tidak ada didalam laporan perawatan langsung ditanyakan peneliti kepada pihak perusahaan.

6. Pengolahan Data Menggunakan Metode *Life Cycle Cost*

Penelitian menggunakan *life cycle cost* sebagai dasar metode untuk mengolah data – data yang sudah dikumpulkan. *life cycle cost* mempermudah peneliti untuk memecahkan permasalahan yang terjadi pada perusahaan.

7. Pengolahan Data Menggunakan Metode *Net Present Value* (NPV)

Metode *Net Present Value* (NPV) digunakan untuk mengetahui dan menentukan kelayakan investasi yang dilakukan perusahaan terhadap *undercarriage*. NPV yang digunakan merupakan NPV pengeluaran yang mana biaya terkecil yang didapat dari perhitungan menandakan yang lebih baik bagi perusahaan.

8. Pengolahan Data Menggunakan Metode Depresiasi

Metode Depresiasi digunakan dengan tujuan agar perusahaan mengetahui nilai sisa dari aset diakhir masa optimal aset tersebut.

9. Analisa dan Pembahasan

Peneliti melakukan analisa dari hasil pengolahan data menggunakan metode *life cycle cost* yang mana hasil analisis akan ditarik menjadi kesimpulan dan dijadikan hasil akhir dari penelitian.

10. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan didapatkan dari garis besar analisa yang telah dilakukan serta dapat menjawab pertanyaan dari rumusan masalah yang ada. Saran diberikan sebagai *output* dari penelitian yang bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan dan membuat perusahaan semakin berkembang,

BAB IV

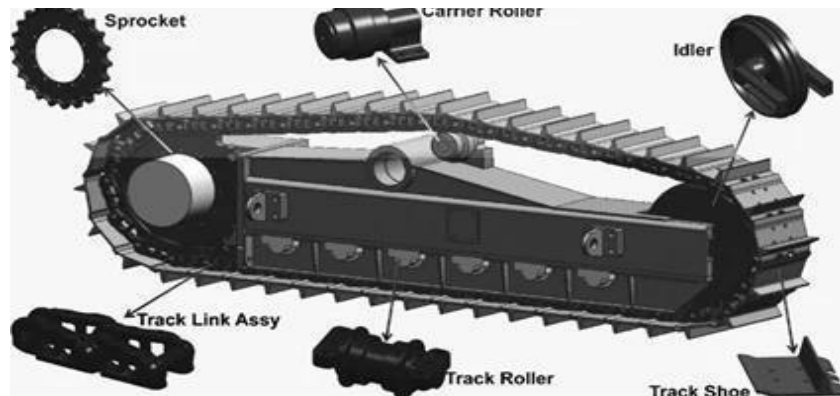
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA atau PEMBANGUNAN SISTEM

4.1 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan adalah data yang berasal dari *history* perbagikan unit *Excavator* Komatsu PC – 200 *Long Arm* milik PT. Kalinyamat Perkasa. Periode data yang diambil dimulai dari tanggal 7 Oktober 2017 hingga 16 November 2022. *Excavator* PC – 200 *Ling Arm* milik PT. Kalinyamat Perkasa merupakan alat berat produksi tahun 2008 yang dibeli dalam kondisi bekas pakai ditahun 2017 Dalam penelitian ini terdapat penggantian bagian *Undercarriage* dari unit alat berat Komatsu PC – 200 *Long Arm* sebagai berikut :

Gambar 4. 1Excavator Komatsu PC – 200 long arm milik PT. Kalinyamat Perkasa



Gambar 4. 2 Bagian *Undercarriage*Tabel 4. 1 Bagian *Undercarriage*

No.	Nama Komponen	Jumlah
1.	Roller	9 Buah
2.	Sproket	1 Buah
3.	Link	45 Buah
4.	Trackshoe	45 Buah
5.	Idler	1 Buah
6.	Carrier roller	2 Buah

Dari tabel diatas dapat diketahui jumlah komponen yang terdapat dalam satu set *Undercarriage* dari alat berat *Excavator* Komatsu PC – 200 *Long Arm*. Adapun rincian biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk membeli *part Undercarriage* Verona dan I Track sebagai berikut :

Tabel 4. 2 Harga *Undercarriage* Verona

Tanggal	Bagian	Nama Komponen	Merek	Jumlah	
				Komponen	Harga
09/07/2018	Undercarriage	Roller	Verona	1 Set	18.900.000
		Sproket	Verona	1 Set	3.750.000
		Link	Verona	1 Set	18.500.000
		Trackshoe	Verona	1 Set	14.400.000
		Idler	Verona	1 Set	6.500.000

Carrier roller	Verona	1 Set	10.500.000
----------------	--------	-------	------------

Tabel 4. 3 Harga *Undercarriage* ITrack

Tanggal	Bagian	Nama Komponen	Merek	Jumlah Komponen	Harga
26/12/2019	Undercarriage	Roller	I Track	1 Set	15.300.000
		Sproket	I Track	1 Set	2.350.000
		Link	I Track	1 Set	14.500.000
		Trackshoe	I Track	1 Set	9.900.000
		Idler	I Track	1 Set	4.500.000
		Carrier roller	I Track	1 Set	7.800.000

Total dari biaya yang dikeluarkan untuk membeli *Undercarriage* Verona berjumlah Rp. 72.550.000 sedangkan jumlah biaya yang dikeluarkan untuk *Undercarriage* I Track sebesar Rp. 54.350.000. dapat diketahui bagian *part* termahal dalam *Undercarriage* adalah *Roller* baik itu dari merek Verona maupun merek I Track. Jumlah komponen terbanyak dalam bagian *Undercarriage* ini adalah *link dan trackshoe* yang mana masing – masing dari bagian tersebut berjumlah 45 buah. Selain data harga dari *spare part Undercarriage* Verona dan I Track ada juga data yang dimiliki perusahaan yang digunakan sebagai asumsi untuk data pelengkap perhitungan *Life Cycle Cost* sebagai berikut :

Tabel 4. 4 Data Pelengkap Perhitungan *Life Cycle Cost*

No.	Deskripsi	Waktu	Harga	Keterangan
1.	Biaya pengadaan alat		Rp. 575.000.000	Pengadaan tahun 2017 kondisi bekas
2.	Biaya pemeliharaan rutin Selama Setahun		Rp. 10.821.286	
3.	Biaya operasional tahunan		Rp. 162.180.000	
4.	Lifetime sparepart Verona	4 Tahun		
5.	Lifetime sparepart I track	3,5 Tahun		

6.	Discount Rate	8,75%
7.	Wahtu Pakai Perhari	7 Jam
8.	Kenaikan harga spare part	6,39% per tahun
9.	Proyeksi Alat Berat	11 Tahun

Dari Tabel diatas dapat diketahui bahwa *Excavator* Komatsu PC – 200 *Long Arm* 2008 dibeli oleh perusahaan ditahun 2017 secara *second*. Adapun perbedaan dari waktu pakai antara merek Verona dan I Track, Verona memiliki masa pakai 4 Tahun sedangkan I Track memiliki masa pakai 3,5 tahun. *Discount Rate* sama dengan suku bunga yang mana pada penelitian ini menggunakan suku bunga sesuai pada data yang ada sebesar 8,75%. Harga kenaikan *spare part* pertahunnya sebesar 6,39%. Alat ini memiliki waktu perhari efektif kerja digunakan selama 7 jam perhari.

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Acquisition Cost Aset Excavator PC – 200 Long Arm

Acquisition cost merupakan besaran biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk mengadakan atau membeli aset berupa *Excavator* PC – 200 *long arm*. *Excavator* dibeli dalam kondisi bekas di tahun 2017 dan merupakan jenis *Excavator* Komatsu PC – 200 *long arm* keluaran tahun 2007. Harga yang dikeluarkan perusahaan untuk membeli aset ini yaitu sebesar Rp. 575.000.000. sehingga didapatkan biaya *acquisition cost* yang ada dalam perhitungan TC pada *life cycle cost* yaitu sebesar Rp. 575.000.000. data ini didapatkan dari data yang diberikan oleh pihak perusahaan kepada peneliti saat peneliti melakukan proses pengumpulan data.

4.2.2 Perhitungan Replacement Cost Undercarriage Verona

Perhitungan menggunakan penggalan dari rumus keseluruhan *life cycle cost* Pernggalan rumus yang dipakai adalah *replacement cost* atau dapat diartikan sebagai biaya penggantian yang harus dikeluarkan oleh perusahaan untuk mengganti bagian aset tertentu. Dalam perhitungan yang digunakan pada *undercarriage* Verona dilakukan dengan perhitungan *life cycle cost* dengan rumus persamaan sebagai berikut :

$$\text{Replacement Cost} : \sum [C_i S_i + P_A(r, t_d) C_{rep,i} m_i] \quad (4.1)$$

Keterangan :

C_i = Biaya per unit untuk komponen i

S_i = Cacah *spares* unit komponen i

$P_A(r, t_d) = \left[\frac{1}{(1+r)^{t_d}} - 1 \right] / \left[\frac{r}{(1+r)^{t_d}} \right]$ adalah faktor *present value* untuk anuitas selama tahun t_d pada *discount rate* r

r = *discount rate*

$C_{rep,i}$ = Biaya tahunan untuk setiap jalur perbaikan komponen i

m_i = Cacah unit yang beroperasi i

Dari persamaan rumus yang telah ditulis diatas maka dapat dilakukan perhitungan terhadap *replacement cost* atau biaya penggantian dari *Undercarriage* Verona seperti dibawah ini, berikut merupakan data yang dipakai dalam perhitungan *replacement cost* :

Tabel 4. 5 Data Perhitungan *Replacement Cost Undercarriage* Verona

No.	Variable	Keterangan
1.	<i>Undercarriage</i> Verona	Rp. 72.550.000
2.	Banyak unit	1
3.	Discount rate	8,75%
4.	Biaya perbaikan tahunan	Rp. 10.821.286
5.	Masa pakai	4 tahun
6.	Unit beroperasi	1

Berikut merupakan perhitungan *replacement cost* menggunakan persamaan (4.1) dan data pada tabel 4. 5 :

Replacement Cost : $\sum [C_i S_i + P_A(r, t_d) C_{rep,i} m_i]$

Replacement Cost : $\sum [72.550.000 \times 1 + \left[\frac{8,75}{(1+8,75)^4} \right] 10.821.286 \times 1]$

Replacement Cost : $\sum [72.550.000 \times 1 + [9,6825464 \times 10^{-4}] 10.821.286 \times 1]$

Replacement Cost : $\sum [72.550.000 \times 1 + 10.477,76047]$

Replacement Cost : 72.560.477,76

Dari Perhitungan yang sudah dilakukan diatas maka didapatkan biaya penggantian atau *replacement cost* yaitu sebesar Rp. 72.560.477,76 terdapat selisih pertambahan angka sebesar Rp. 10,477,76 dari nilai awal komponen yang dibeli perusahaan.

4.2.3 Perhitungan *Replacement Cost Undercarriage* ITrack

Dalam perhitungan yang digunakan pada *Undercarriage* Itrack dilakukan dengan perhitungan *Life Cycle Cost* dengan rumus persamaan sebagai berikut :

$$\text{Replacement Cost} : \sum [C_i S_i + P_A(r, t_d) C_{rep,i} m_i]$$

Keterangan :

C_i = Biaya per unit untuk komponen i

S_i = Cacah *spares* unit komponen i

$P_A(r, t_d)$ = $\left[\frac{1}{(1+r)^{td}} - 1 \right] / \left[\frac{r}{(1+r)^{td}} \right]$ adalah faktor *present value* untuk anuitas selama tahun t_d pada *discount rate* r

r = *discount rate*

$C_{rep,i}$ = Biaya tahunan untuk setiap jalur perbaikan komponen i

m_i = Cacah unit yang beroperasi i

Dari persamaan rumus yang telah ditulis diatas maka dapat dilakukan perhitungan terhadap *replacement cost* atau biaya penggantian dari *Undercarriage* ITrack seperti dibawah ini, berikut merupakan data yang digunakan dalam perhitungan *replacement cost* menggunakan *Undercarriage* Itrack :

Tabel 4. 6 Data Perhitungan *Replacement Cost Undercarriage* ITrack

No.	Variable	Keterangan
1.	<i>Undercarriage</i> ITrack	Rp. 54.350.000
2.	Banyak unit	1
3.	Discount rate	8,75%
4.	Biaya perbaikan tahunan	Rp. 10.821.286
5.	Masa pakai	3,5 tahun
6.	Unit beroperasi	1

$$\text{Replacement Cost} : \sum [C_i S_i + P_A(r, t_d) C_{rep,i} m_i]$$

$$\text{Replacement Cost} : \sum [54.350.000. \times 1 + \left[\frac{8,75}{(1+8,75)^{3,5}} \right] 10.821.286 \times 1]$$

$$\text{Replacement Cost} : \sum [54.350.000. \times 1 + [0.003796578287] 10.821.286 \times 1]$$

$$\text{Replacement Cost} : \sum [54.350.000. \times 1 + 32.716,79656]$$

Replacement Cost : 54.382.716.8

Dari Perhitungan yang sudah dilakukan diatas maka didapatkan biaya penggantian atau *replacement cost* yaitu sebesar Rp. 54.382.716.8. Terdapat pertambahan nilai selisih sebesar Rp. 32.716,80 dari biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk membeli komponen *Undercarriage ITrack*.

4.2.4 Perhitungan *Life Cycle Cost* (*Maintenance Cost* dan *Operational Cost*)

1. Maintenance Cost

Perhitungan *maintenance cost* membutuhkan prediksi kerusakan yang terjadi dalam kurun waktu tertentu. Pada penelitian ini prediksi kerusakan didapatkan dari proses random simulasi Monte Carlo. Simulasi yang didapatkan akan diberikan seperti yang ada pada table berikut :

Tabel 4. 7 Data Prediksi Monte Carlo

Tahun	Kejadian / tahun	Jumlah Kerusakan	Distribusi Densitas	Distribusi Komulatif	Tag Num	Nilai Random
1	5	15	0,04	0,04	00 - 04	0,034803864
2	10	25	0,07	0,11	05 - 11	0,816475178
3	15	30	0,08	0,19	12 - 19	0,178407287
4	20	40	0,11	0,30	20 - 30	0,627540353
5	25	20	0,05	0,36	31 - 36	0,712689354
6	30	28	0,08	0,43	37 - 43	0,596794727
7	35	22	0,06	0,49	44 - 49	0,405039785
8	40	45	0,12	0,62	50 - 62	0,853595679
9	45	55	0,15	0,77	63 - 77	0,184529314
10	50	50	0,14	0,90	78 - 90	0,381570126
11	55	35	0,10	1,00	91-100	0,252607976
Total	330	365				

Tabel 4. 8 Simulasi Monte Carlo

periode selanjutnya	Random Value	*100	kemungkinan kerusakan
---------------------	--------------	------	--------------------------

1	0,220241737	22,02417368	20
2	0,052390425	5,239042487	10
3	0,690956029	69,09560288	45
4	0,945812937	94,58129372	55
5	0,514579643	51,4579643	40
6	0,016879282	1,687928229	5
7	0,343827098	34,38270984	25
8	0,054015556	5,401555636	10
9	0,165199335	16,51993351	15
10	0,808957671	80,89576707	50
11	0,925211482	92,52114817	55
Total			330

Dari simulasi Monte Carlo yang sudah dilakukan diatas menggunakan *Microsoft excel* didapatkan prediksi kerusakan selama 11 tahun yaitu berjumlah 330 kali kerusakan dengan kejadian tiap tahunnya yang berbeda. Setelah prediksi kerusakan didapatkan maka perhitungan dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan seperti berikut :

$$C_M = \sum_{r=1}^{n_{sm}} (F_{SM,r} + C_{SM,r}) + \sum_{s=1}^{n_{um}} (F_{UM,s} + C_{UM,s}) \quad (4.3)$$

Keterangan :

F_{SM} = biaya tetap untuk *scheduled maintenance*

C_{SM} = total biaya *variable* untuk setiap *scheduled maintenance* yang dilakukan

F_{UM} = biaya *variable* untuk *unscheduled maintenance*

C_{UM} = total biaya *variable* untuk setiap *unscheduled maintenance* yang dilakukan

Pada perhitungan *maintenance cost* dibutuhkan data yang akan dijadikan sebagai bahan untuk dilakukan perhitungan yaitu :

Tabel 4. 9 Data *Maintenance Cost*

No.	Variable	Keterangan
1.	Biaya tetap schedule maintenance	Rp.29.647/hari

2.	Biaya tenaga kerja	Rp.276.164/hari
3.	Discount rate	8,75%

Berikut merupakan perhitungan *maintenance cost* aset menggunakan persamaan (4.3) dan data yang ada pada table 4.7 diatas :

$$C_M = \sum_{r=1}^{n_{sm}} (F_{SM,r} + C_{SM,r}) + \sum_{s=1}^{n_{um}} (F_{UM,s} + C_{UM,s})$$

$$C_M = \sum_{r=1}^{330} (29.647 + 276.164) + \sum_{s=1}^{330} (0 + 0)$$

$$C_M = 100.940.730$$

Biaya yang dikeluarkan untuk *schedule maintenance* dari perusahaan yaitu sebesar Rp. 100.940.730. pada perhitungan *maintenance cost variable* yang digunakan untuk *unchedule maintenance* tidak digunakan hal ini dikarenakan perusahaan tidak menerapkan pemeliharaan tak terjadwal sehingga yang digunakan hanya *variable* yang digunakan untuk perhitungan *schedule maintenance*.

2. Oprational Cost

Biaya oprasional merupakan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan Ketika menggunakan aset. Alat berat Komatsu Pc – 200 *long arm* yang dimiliki oleh PT. *Operational cost* sudah termasuk didalamnya yaitu biaya bahan bakar ketika alat tersebut bekerja, biaya gaji oprator, biaya pelumas. Kalinyamat Perkasa memiliki jam oprasional selama 7 jam setiap hari yang mana dalam satu minggunya alat tersebut digunakan selama 6 hari yaitu dari hari senin hingga sabtu. Dalam studi kasus pada penelitian ini biaya oprasional yang dikeluarkan oleh perusahaan yaitu :

Biaya Oprasional Tahunan : Rp. 162.180.000

Biaya Operasional Bulanan : Rp. 13.515.000

Biaya Operasional Mingguan (6 Hari Kerja) : Rp. 519.808

Biaya Oprasional Harian (7 Jam) : Rp. 74.258

Data biaya operasional tersebut didapatkan dari data acuan yang diberikan perusahaan kepada peneliti. Biaya operasional termasuk didalamnya biaya yang dikeluarkan untuk bahan bakar alat dan lainnya. Biaya operasional harian didapatkan dari pembagian biaya

operasional tahunan dibagi dengan hari efektif alat tersebut berkerja. Jumlah yang didapat yaitu sebesar Rp. 74.258 perhari.

4.2.5 Perhitungan *Total Cost Aset Menggunakan Undercarriage Verona*

Dari perhitungan yang sudah dilakukan diatas terdapat variabel biaya yang dijadikan sebagai bahan untuk menghitung *total cost* aset menggunakan *Undercarriage Verona*. Berikut merupakan data yang digunakan dalam perhitungan *total cost* :

Tabel 4. 10 Data variabel *life cycle cost Undercarriage Verona*

No.	Variable	Keterangan
1.	Biaya Pengadaan	Rp. 575.000.000
2.	Biaya Operasional	Rp.162.180.100
3.	Biaya Perawatan	Rp. 100.940.730
4.	Biaya penggantian <i>Undercarriage Verona</i>	Rp. 72.560.447,76

Data pada table 4.7 memberikan keterangan biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk aset yang diteliti. Terdapat empat komponen biaya yaitu biaya pengadaan, biaya operasional, biaya perawatan, dan biaya penggantian. Berikut merupakan persamaan yang digunakan untuk mendapatkan nilai *Life Cycle Cost* menggunakan *Undercarriage Verona* :

$$TC = Acquisition Cost + Oprational Cost + Maintenance Cost + Replacement Cost - Disposal Cost \quad (4.4)$$

$$TC = 575.000.000 + 162.180.100 + 100.940.730 + 72.560.477,76$$

$$TC = 910.681.308$$

Dari perhitungan *total cost* yang sudah dilakukan diatas maka didapatkan hasil sebesar Rp. 910.681.308 Hasil ini didapatkan jika perusahaan menggunakan *sparepart Undercarriage* dari Verona.

4.2.6 Perhitungan *Total Cost Aset Menggunakan Undercarriage ITrack*

Perhitungan *total cost* pada *Undercarriage ITrack* menggunakan *variable* yang sama dengan perhitungan *Undercarriage Verona*. Berikut merupakan data *variable* yang digunakan dalam perhitungan *total cost* aset menggunakan *Undercarriage ITrack* :

Tabel 4. 11 Data variabel *life cycle cost Undercarriage ITrack*

No.	Variable	Keterangan
1.	Biaya Pengadaan	Rp. 575.000.000
2.	Biaya Operasional	Rp.162.180.100
3.	Biaya Perawatan	Rp. 100.940.730
4.	Biaya penggantian <i>Undercarriage ITrack</i>	Rp. 54.382.716,8

Pada table 4.9 terdapat empat *variable* yang digunakan dalam perhitungan *total cost* yaitu variabel biaya pengadaan, biaya operasional, biaya perawatan, dan biaya penggantian. Berikut merupakan perhitungan menggunakan persamaan (4.4) yang digunakan untuk mendapatkan nilai *total cost* menggunakan *Undercarriage ITrack* :

$$TC = Acquisition\ Cost + Oprational\ Cost + Maintenance\ Cost + \\ Replacement\ Cost - Disposal\ Cost$$

$$TC = 575.000.000 + 162.180.100 + 100.940.730 + 54.382.716.8$$

$$TC = 892.503.547$$

Dari perhitungan menggunakan persamaan yang sudah dilakukan maka didapatkan hasil *total cost* aset jika menggunakan *Undercarriage* dari merek ITrack yaitu sebesar Rp. 892.503.547

4.2.7 Perhitungan NPV *Undercarriage Verona*

NPV merupakan singkatan dari *Net Present Value* yang mana memiliki fungsi untuk melihat efektivitas suatu investasi perusahaan yang diberikan terhadap suatu aset. Berikut merupakan NPV dari *Excavator Komatsu PC – 200 long arm* milik PT. Kalinyamat Perkasa dengan menggunakan *undercarriage Verona*.

- NPV tahun 2017 – 2028

Tabel 4. 12 Perhitungan NPV *undercarriage* Verona periode 2017-2028

No. Perhitungan NPV Verona	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	Total
Keterangan													
1 Biaya Investasi Awal	Rp575.000.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rp575.000.000
2 Biaya Perbaikan	-	-	-	-	Rp72.560.478	-	-	-	Rp72.560.478	-	-	-	Rp145.120.956
3 Biaya Disposasi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rp0
4 Total biaya	Rp575.000.000	Rp0	Rp0	Rp0	Rp72.560.478	Rp0	Rp0	Rp0	Rp72.560.478	Rp0	Rp0	Rp0	Rp720.120.956
5 NPV	Rp575.000.000	Rp0,00	Rp0,00	Rp0,00	Rp51.877.981,81	Rp0,00	Rp0,00	Rp0,00	Rp37.090.783,72	Rp0,00	Rp0,00	Rp0,00	Rp663.968.766
	8,75%												

Pada table diatas menunjukan perhitungan dan hasil npv dari tahun 2017 hingga tahun 2028 yang mana tahun 2017 merupakan tahun aset tersebut diadakan dan tahun 2028 merupakan tahun dimana aset tersebut berakhir masa optimalnya. Pada tahun 2028 aset tersebut memiliki total biaya sejumlah Rp 720.120.956 dengan total nilai NPV berjumlah Rp. 663.968.766

- NPV tahun 2023 – 2028

Perhitngan NPV periode tahun 2023 hingga 2028 dilakukan untuk mengetahui nilai yang relevan dimasa saat ini hingga masa mendatang.

Tabel 4. 13 Perhitungan NPV *undercarriage* Verona periode 2023-2028

No	Keterangan	2023	2024	2025	2026	2027	2028	Total
1	Biaya Investasi Awal	-	-	-	-	-	-	-
2	Biaya Perbaikan	-	-	Rp72.560.478	-	-	-	Rp72.560.478
3	Biaya Disposasi	-	-	-	-	-	-	-
4	Total biaya	Rp0	Rp0	Rp72.560.478	Rp0	Rp0	Rp0	Rp72.560.478
5	NPV	Rp0,00	Rp0,00	Rp37.090.783,72	Rp0,00	Rp0,00	Rp0,00	Rp37.090.784
		8,75%						

Pada tabel diatas menunjukan total biaya yang harus dikeluarkan perusahaan pada periode 2023 hingga 2028 sejumlah Rp. 72.560.478 sedangkan total nilai NPV berjumlah Rp. 37.090.784 tabel periode 2023 hingga 2028 merupakan penggalan dari tabel periode 2017 hingga 2028 yang telah dihitung sebelumnya.

4.2.8 Perhitungan NPV *Undercarriage* ITrack

Berikut merupakan tabel NPV *Excavator* PC – 200 *longarm* menggunakan *undercarriage* ITrack.

- Periode 2017 – 2028

Tabel 4. 14 Perhitungan NPV *undercarriage* ITrack periode 2017-2028

No.	Perhitungan NPV Itrack	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	Total
Keterangan														
1	Biaya Investasi Awal	Rp575.000.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rp575.000.000
2	Biaya Perbaikan	-	-	-	Rp54.382.717	-	-	-	Rp54.382.717	-	-	Rp54.382.717	-	Rp163.148.151
3	Biaya Disposasi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rp0
4	Total biaya	Rp575.000.000	Rp0	Rp0	Rp54.382.717	Rp0	Rp0	Rp0	Rp54.382.717	Rp0	Rp0	Rp54.382.717	Rp0	Rp738.148.151
5	NPV	Rp575.000.000	Rp0,00	Rp0,00	Rp42.283.711,85	Rp0,00	Rp0,00	Rp0,00	Rp30.231.245,64	Rp0,00	Rp0,00	Rp23.505.432,42	Rp0,00	Rp671.020.390
		8,75%												

Hasil total biaya yang didapat mulai tahun 2017 hingga 2028 yaitu sejumlah Rp. 738.148.151 dengan nilai total NPV sebesar Rp. 671.020.390. nilai besaran tersebut merupakan dana yang harus dikeluarkan perusahaan dari awal pengadaan alat hingga alat tersebut berada diakhir periodenya.

- Periode 2023 – 2028

Perhitungan periode 2023 hingga 2028 berguna untuk menunjukkan biaya yang harus dikeluarkan perusahaan terhadap aset dimasa yang relevan atau masa saat ini hingga akhir ditahun 2028. Berikut merupakan tabel NPV pada masa 2023 hingga 2028.

Tabel 4. 15 Perhitungan NPV *undercarriage* ITrack periode 2023-2028

No.	Keterangan	2023	2024	2025	2026	2027	2028	Total
1	Biaya Investasi Awal	-	-	-	-	-	-	-
2	Biaya Perbaikan	-	Rp54.382.717	-	-	Rp54.382.717	-	Rp108.765.434
3	Biaya Disposasi	-	-	-	-	-	-	-
4	Total biaya	Rp0	Rp54.382.717	Rp0	Rp0	Rp54.382.717	Rp0	Rp108.765.434
5	NPV	Rp0,00	Rp30.231.245,64	Rp0,00	Rp0,00	Rp23.505.432,42	Rp0,00	Rp53.736.678
		8,75%						

Mengacu pada tabel diatas dapat diketahui total biaya yang harus dikeluarkan perusahaan untuk masa saat ini dan masa mendatang dari *Excavator* PC-200 *long arm* jika menggunakan *undercarriage* Itrack yaitu sebesar RP. 108.765.434 dengan nilai NPV berjumlah Rp. 53.736.678

4.2.9 Depresiasi Aset *Excavator PC-200 Long Arm*

Depresiasi adalah pengurangan nilai dari aset karena usia atau masa guna dari aset tersebut. Berikut merupakan persamaan yang digunakan untuk mencari nilai depresiasi dari *Excavator PC – 200 long arm* milik PT. Kalinyamat Perkasa.

$$\text{Nilai Sisa} = \frac{(575000000 \times 0,2)}{2} \quad (4.5)$$

$$\text{Depresiasi} = \frac{(\text{Investasi Awal} - \text{Nilai Sisa})}{\text{estimasi umur aset}} \quad (4.6)$$

Nilai 0,2 dalam perhitungan nilai sisa didapat dari ketetapan direktorat jendral pajak yang mana estimasi masa manfaatnya adalah 20% per 5 tahun. Kemudian hasil dibagi 2 karena proyeksi umur aset mencapai 11 tahun atau 2 x ketetapan estimasi masa manfaat (10 tahun atau lebih). Berikut merupakan tabel data depresiasi dan tabel perhitungan depresiasi

Tabel 4. 16 Data Perhitungan Depresiasi

Depresiasi		
Biaya Investasi Awal	Rp	575.000.000
Nilai sisa	Rp	57.500.000
Estimasi umur aset		11 tahun
Depresiasi	Rp	47.045.455

Tabel 4. 17 Perhitungan Depresiasi

No	Tahun ke	Depresiasi	ΣDep	Nilai Buku (BV)
1	0 (2017)	0	0	Rp 575.000.000
2	1 (2018)	Rp 47.045.455	Rp 47.045.455	Rp 527.954.545
3	2 (2019)	Rp 47.045.455	Rp 94.090.909	Rp 480.909.091
4	3 (2020)	Rp 47.045.455	Rp 141.136.364	Rp 433.863.636
5	4 (2021)	Rp 47.045.455	Rp 188.181.818	Rp 386.818.182
6	5 (2022)	Rp 47.045.455	Rp 235.227.273	Rp 339.772.727
7	6 (2023)	Rp 47.045.455	Rp 282.272.727	Rp 292.727.273
8	7 (2024)	Rp 47.045.455	Rp 329.318.182	Rp 245.681.818
9	8 (2025)	Rp 47.045.455	Rp 376.363.636	Rp 198.636.364
10	9 (2026)	Rp 47.045.455	Rp 423.409.091	Rp 151.590.909
11	10 (2027)	Rp 47.045.455	Rp 470.454.545	Rp 104.545.455
12	11 (2028)	Rp 47.045.455	Rp 517.500.000	Rp 57.500.000

Dari tabel depresiasi dapat diketahui total depresiasi yang terjadi selama 11 tahun yaitu berjumlah Rp. 517.500.000. depresiasi konstan tahunan yaitu berjumlah Rp. 47.045.455. nilai akhir asset yang ada pada tahun ke – 11 atau tahun 2028 yaitu sebesar Rp.57.500.000.

BAB V

PEMBAHASAN atau PENGUJIAN SISTEM DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil

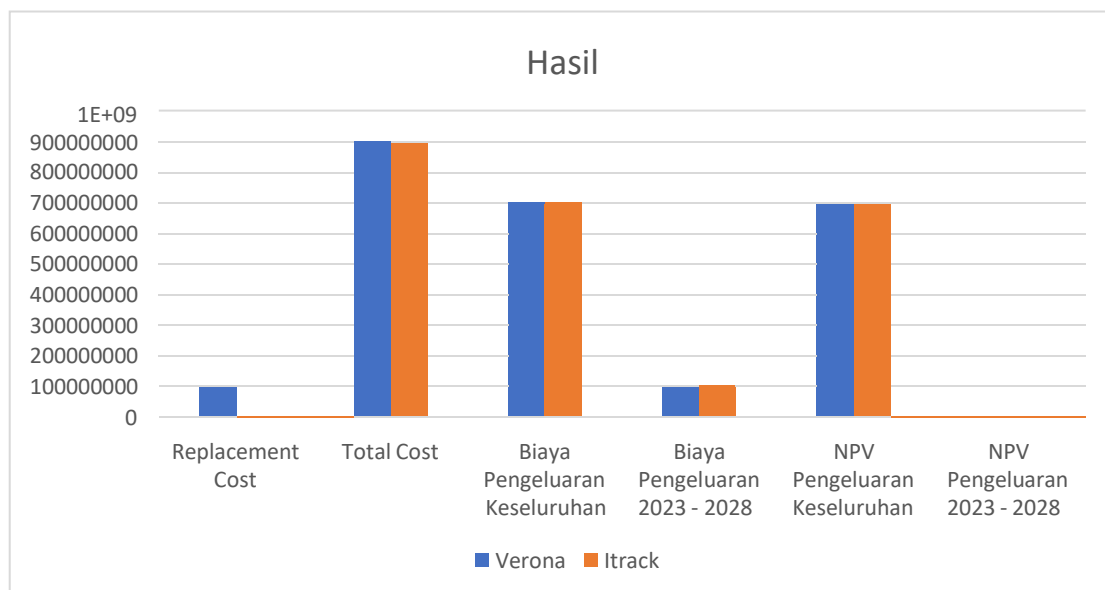
Berikut merupakan tabel yang mendeskripsikan rangkuman dari perhitungan yang sudah dilakukan. Terdapat 8 *variable* yaitu :

No.	Deskripsi	Verona	ITrack
1.	<i>Replacement Cost</i>	Rp. 72.560.577,76	Rp. 54.382.716,8
2.	<i>Operational Cost</i>	Rp.162.180.100	Rp.162.180.100
3.	<i>Maintenance Cost</i>	Rp. 100.940.730	Rp. 100.940.730
4.	<i>Total Cost</i>	Rp. 910.681.308	Rp. 892.503.547
5.	Biaya Pengeluaran Keseluruhan	Rp. 720.120.956	Rp. 738.148.151
6.	Biaya Pengeluaran 2023 - 2028	Rp. 72.560.478	RP. 108.765.434
7.	NPV Pengeluaran Keseluruhan	Rp. 663.968.766	Rp. Rp 671.020.390
8.	NPV Pengeluaran 2023 - 2028	Rp. 37.090.784	Rp. 53.736.678

Dari tabel perbandingan diatas, hasil dari biaya pengeluaran dan NPV yang memiliki nilai lebih kecil menunjukan hasil yang lebih baik.

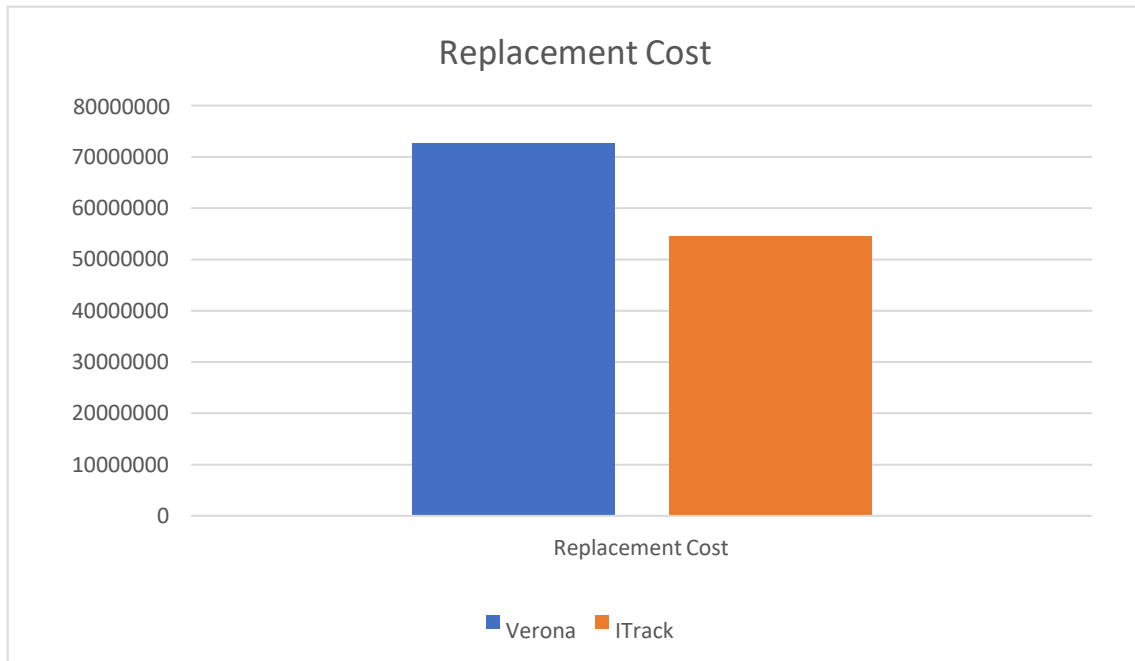
Berikut dibawah ini merupakan grafik yang menunjukan perbandingan hasil perhitungan antara *undercarriage* Verona dan ITrack.

Gambar 5. 1 *Chart* Hasil Keseluruhan



5.1.1 Replacement Cost

Gambar 5. 2 Chart Replacement Cost



Replacement cost merupakan biaya penggantian terhadap suatu aset. *Replacement cost* memiliki beberapa *variable* yang digunakan didalam perhitungannya yaitu banyak unit yang beroperasi, banyaknya sparepart, *discount rate*, umur aset yang direncanakan, dan biaya untuk yang dikeluarkan untuk satu unit yang beroperasi. Dari grafik yang telah terjadi diatas dapat dilihat bahwasannya besaran *replacemet cost* dari verona memiliki nilai yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan Itrack. Hal ini disebabkan oleh perbedaan harga bandrol masing – masing merek.

5.1.2 Operational Cost

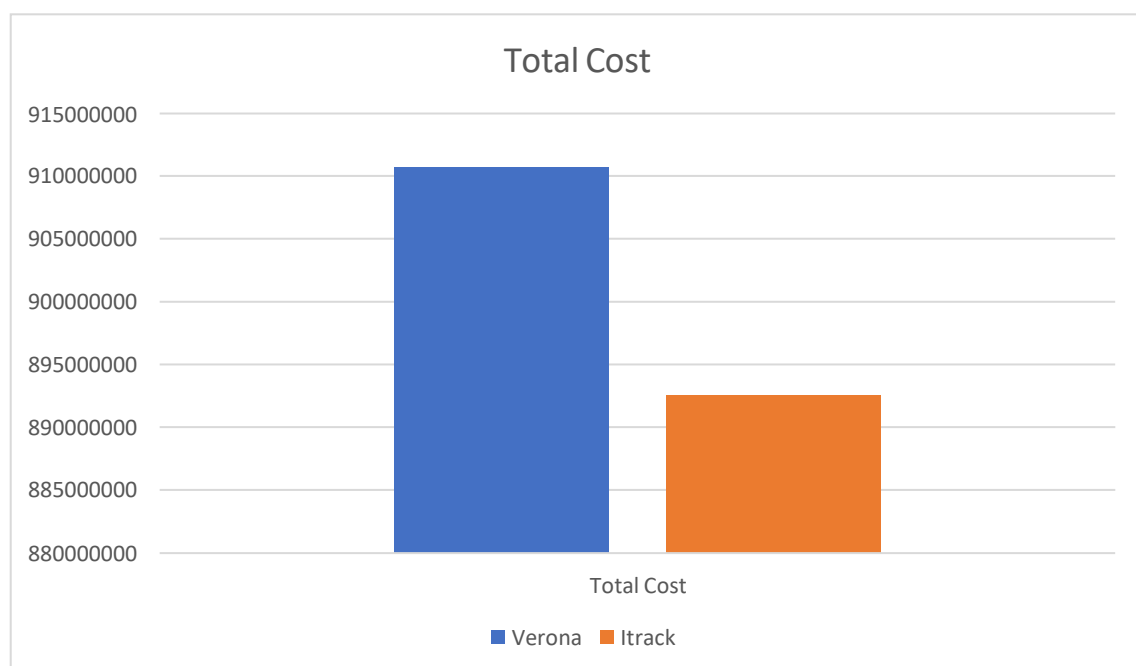
Operational cost merupakan biaya yang harus dikeluarkan perusahaan untuk mengoperasikan aset yaitu terkhusus pada penelitian ini untuk *Excavator PC-200 long arm* per tahun berjumlah Rp. 162.180.000. *Operational cost* harian yaitu sebesar Rp. 74.258. Unit *Excavator* ini perhari beroperasi selama 7 jam dengan masa pakai 6 hari kerja perminggu Biaya operasional tersebut sudah termasuk didalamnya biaya bahan bakar dan lainnya.

5.1.3 Maintenance Cost

Maintenance cost dihitung dengan menggunakan simulasi prediksi monte carlo dalam rentan waktu selama 11 tahun yaitu waktu efektif dari aset tersebut diperoleh hingga mencapai akhir masa pakai efektifnya. Pada simulasi monte carlo yang sudah dilakukan, terdapat total kejadian sebanyak 330 kali dalam kurun waktu 11 tahun. Dalam perhitungan ini membutuhkan variabel nilai biaya untuk *schedule maintenance*, biaya tenaga kerja, dan *discount rate*. Besaran nilai biaya tetap untuk *schedule maintenance* adalah sebesar Rp. 29.647/hari. Sedangkan untuk biaya tenaga kerja perhari yaitu sebesar Rp. 267.164/hari. Satuan yang digunakan untuk kedua variabel tersebut menggunakan hari karena kejadian maintenance akan terjadi dalam hitungan hari. Adapaun nilai *discount rate* yang digunakan yaitu sebesar 8,75%. Sehingga hasil dari perhitungan yang sudah dilakukan besar nilai *maintenance cost* berjumlah Rp. 100.940.730. Perhitungan yang dilakukan hanya dilakukan untuk *schedule maintenance*. Perhitungan untuk *variable unchedule maintenance* tidak dilakukan karena perusahaan tidak menerapkan pemeliharaan tak terjadwal sehingga nilai *unchedule maintenance* dianggap tidak ada.

5.1.4 Total Cost

Gambar 5. 3 Chart Total Cost



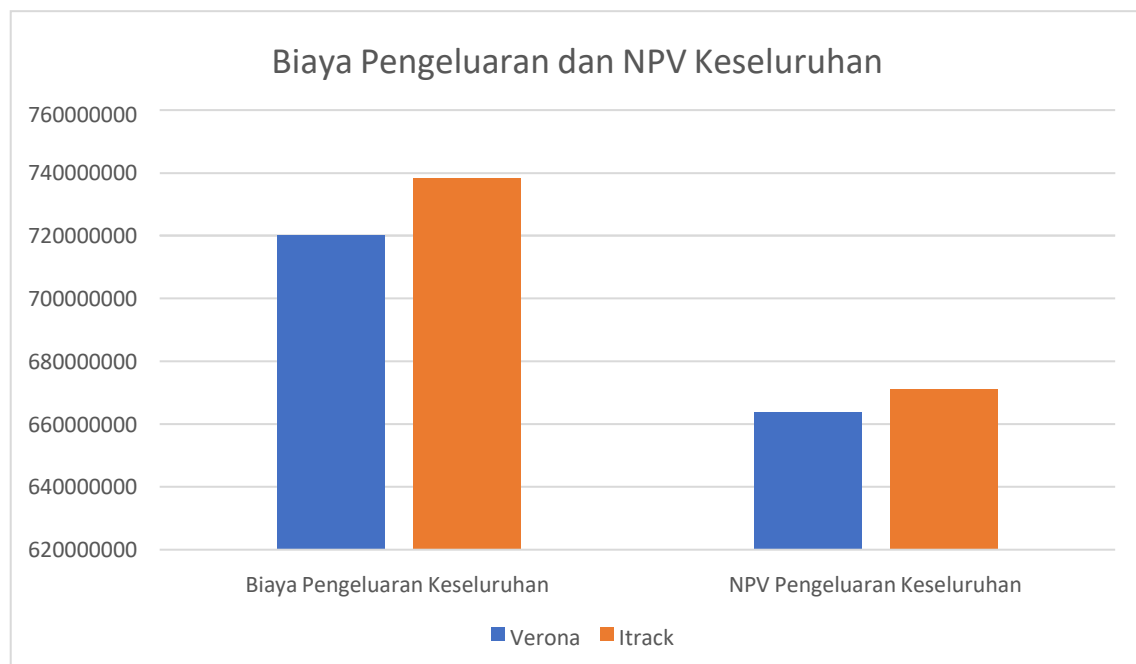
Perhitungan *total cost* pada penelitian ini menggunakan empat *variable* biaya yaitu biaya pengadaan aset, biaya operasional aset tahunan, biaya perawatan, dan biaya penggantian

undercarriage. Perhitungan dilakukan dua kali yang mana masing – masing menggunakan *undercarriage* berbeda. Biaya untuk penggantian *undercarriage* Verona lebih mahal yaitu Rp. 72.560.477,76. Sehingga menyebabkan hasil perhitungan *total cost* lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan *undercarriage* ITrack. *Total cost* jika menggunakan *undercarriage* Verona berjumlah Rp. 910.681.308.

Undercarriage ITrack memiliki harga yang lebih terjangkau bila dibandingkan dengan *undercarriage* Verona. Harga dari *undercarriage* ITrack yaitu Rp. 54.350.000 dengan biaya penggantian sebesar Rp. 54.382.716,8. Hasil dari *total cost* jika aset menggunakan *undercarriage* ITrack yaitu sebesar Rp. 892.503.547.

5.1.5 Biaya Pengeluaran dan NPV Pengeluaran 2017 – 2028

Gambar 5. 4 Chart Biaya Pengeluaran dan NPV 2017 - 2028

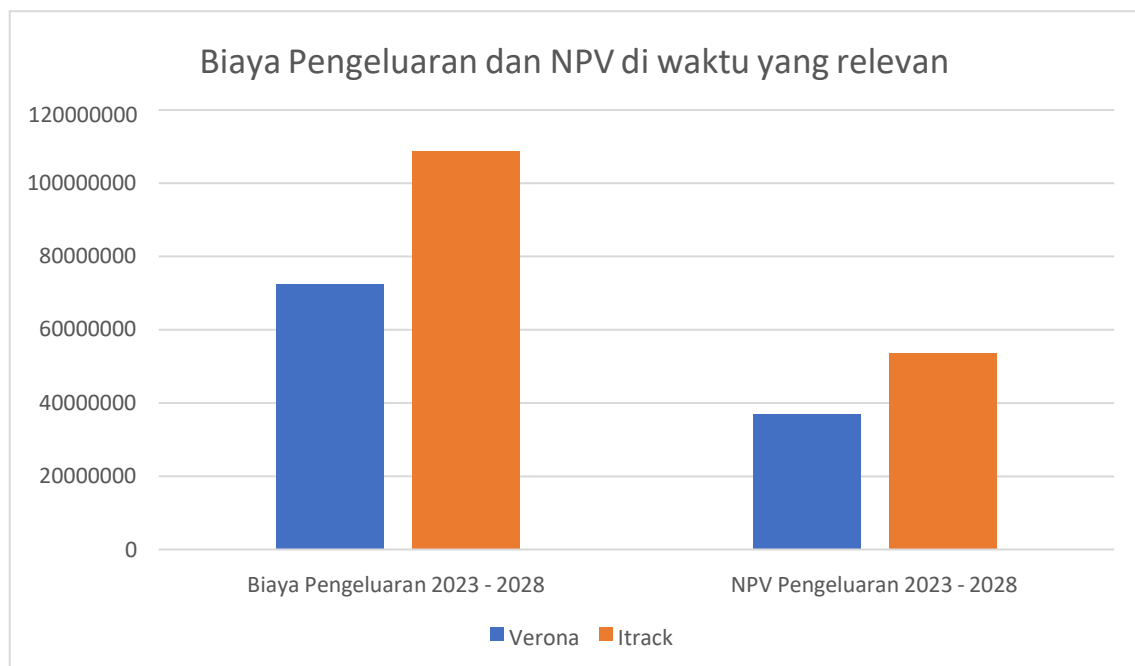


Pada perhitungan biaya pengeluaran keseluruhan dari tahun 2017 hingga 2028 dan NPV keseluruhan dari tahun 2017 hingga tahun 2028 didapatkan hasil bahwa jika aset menggunakan *undercarriage* Verona hasil pengeluarannya akan lebih rendah dibandingkan ketika aset menggunakan *undercarriage* ITrack. Hasil yang didapat dari biaya pengeluaran keseluruhan untuk *indercarriage* Verona yaitu berjumlah Rp. 720.120.956 dan untuk nilai jumlah NPV yaitu sebesar Rp. 663.968.766. sedangkan bila aset menggunakan *undercarriage* ITrack hasil total biaya pengeluaran keseluruhan yang didapatkan yaitu berjumlah Rp. 738.148.151 dengan nilai total NPV sebesar Rp. Rp

671.020.390. Hal ini dikarenakan dalam periode 2017 hingga 2028 jika aset menggunakan *undercarriage* Verona akan mengalami dua kali penggantian masing – masing diinterval 4 tahun sedangkan bila aset menggunakan *undercarriage* ITrack, aset akan mengalami tiga kali penggantian masing – masing pada interval 3.5 tahun.

5.1.6 Biaya Pengeluaran dan NPV 2023 – 2028

Gambar 5. 5 Chart Perbandingan Biaya Pengeluaran dan NPV 2023 - 2028



Seperti halnya perhitungan total biaya pengeluaran dan total NPV pada periode 2017 hingga 2028, pengeluaran perusahaan akan lebih kecil bila aset menggunakan *undercarriage* Verona di periode 2023 hingga 2028. Biaya pengeluaran perusahaan pada periode 2023 hingga 2028 jika aset menggunakan *undercarriage* Verona yaitu berjumlah Rp. 72.560.478 sedangkan bila menggunakan *undercarriage* ITrack yaitu berjumlah Rp. 108.765.434. adapun besaran dari total perhitungan NPV aset di periode 2023 hingga 2028 jika aset menggunakan *undercarriage* Verona yaitu berjumlah Rp. 37.090.784 sedangkan untuk ITrack berjumlah Rp. 53.736.678. *Undercarriage* ITrack memiliki jumlah nilai yang lebih besar dikarenakan pada periode ini masih terdapat dua kali penggantian. Sedangkan, jika menggunakan *undercarriage* Verona hanya terdapat satu kali penggantian.

5.1.7 Depresiasi Nilai Asset *Excavator PC – 200 Long Arm*

Nilai depresiasi digunakan untuk mengetahui besaran biaya yang tersisa pada suatu aset ditahun terakhir. Dalam ketentuan yang terdapat pada direktorat jendral pajak untuk aset berupa alat berat estimasi masa manfaatnya memiliki nilai 20% per 5 tahun. Terdapat 4 variabel yang digunakan untuk mengetahui nilai buku atau nilai akhir aset diperiode terakhirnya yaitu pada tahun 2028. Variabel yang digunakan sebagai data dalam perhitungan depresiasi yaitu biaya investasi awal, nilai sisa, estimasi umur, dan nilai depresiasinya. Pada perhitungan yang sudah dilakukan terdapat nilai sisa sebesar Rp. 57.500.000 dengan nilai depresiasi konstan tahunan sebesar Rp. 47.045.455. proyeksi umur aset atau estimasi umur dari aset *Excavator PC-200 long arm* yaitu selama 11 tahun mulai dari tahun 2017 hingga tahun 2023. Sedangkan nilai biaya investasi awal yang dikeluarkan perusahaan pada saat membeli aset yaitu sebesar Rp. 575.000.000 yang mana aset berupa *Excavator PC-200 long arm* ini dibeli dalam kondisi bekas. Nilai sisa didapatkan dari perhitungan harga pembelian aset dibagi dengan 0,2 atau 20% sesuai dengan ketentuan jendral pajak dan hasilnya dibagi 2. Hasil dari perhitungan dibagi 2 karena proyeksi dari umur aset berjumlah 11 tahun, yang mana 11 tahun adalah waktu yang lebih lama 2 kali lipat dibandingkan dengan ketentuan yang ada didalam ketentuan direktorat jendral pajak. Nilai besaran total depresiasi yang terjadi selama 11 tahun atau berada pada tahun terakhir di tahun 2028 yaitu sebesar Rp. 517.500.000 adapun nilai buku yang dapat diartikan sebagai nilai akhir asset diperiode ke 11 atau pada tahun 2028 yaitu sebesar 57.500.000. hal ini dapat diartikan sebagai nilai aset tersebut jika dilakukan pemusnahan diperiode terakhir tahun 2028 masih memiliki nilai sejumlah 57.500.000

5.1.8 Pengujian sistem menggunakan *Break Event Point*

Break event point (BEP) merupakan analisis yang digunakan untuk mengetahui nilai titik impas suatu aset. Adapun BEP rupiah yang digunakan dalam pengujian sistem pada penelitian ini. BEP rupiah merupakan titik impas yang dihitung dari harga jualnya dalam rupiah. Penggunaan BEP rupiah dikarenakan objek penelitian dikerjakan oleh perusahaan dengan sistem sewa kepada *client* dan perusahaan mendapat *profit* dari hasil sewa aset tersebut. Rumus dari BEP rupiah yaitu :

$$BEP = \frac{FC}{1 - \frac{VC}{S}} \quad (5.1)$$

Keterangan :

BEP : *Break Event Point*

FC : *Fixed Cost* (Biaya Tetap)

VC : *Variable Cost* (Biaya Variable)

S : *Sales* (Penjualan)

Dari penelitian yang sudah dilakukan didapatkan data sebagai berikut :

Fixed Cost :

1. Harga beli *excavator*

Variable Cost :

1. *Operational cost*
2. *Maintenance cost*
3. *Replacement cost undercarriage*

Selling Price

1. Harga sewa aset kepada *client* (data didapat dari hasil bertanya kepada pihak perusahaan dengan nilai sewa aset pertahun sebesar Rp. 543.090.600)

Berikut merupakan perhitungan *break event point* yang digunakan untuk mengetahui titik impas aset jika menggunakan *undercarriage* Verona sebagai berikut :

$$BEP = \frac{FC}{1 - \frac{VC}{S}} = \frac{575.000.000}{1 - \frac{335.681.407}{543.090.600}} = \frac{575.000.000}{1 - 0,618} = \frac{575.000.000}{0,382} = 1.505.235.602$$

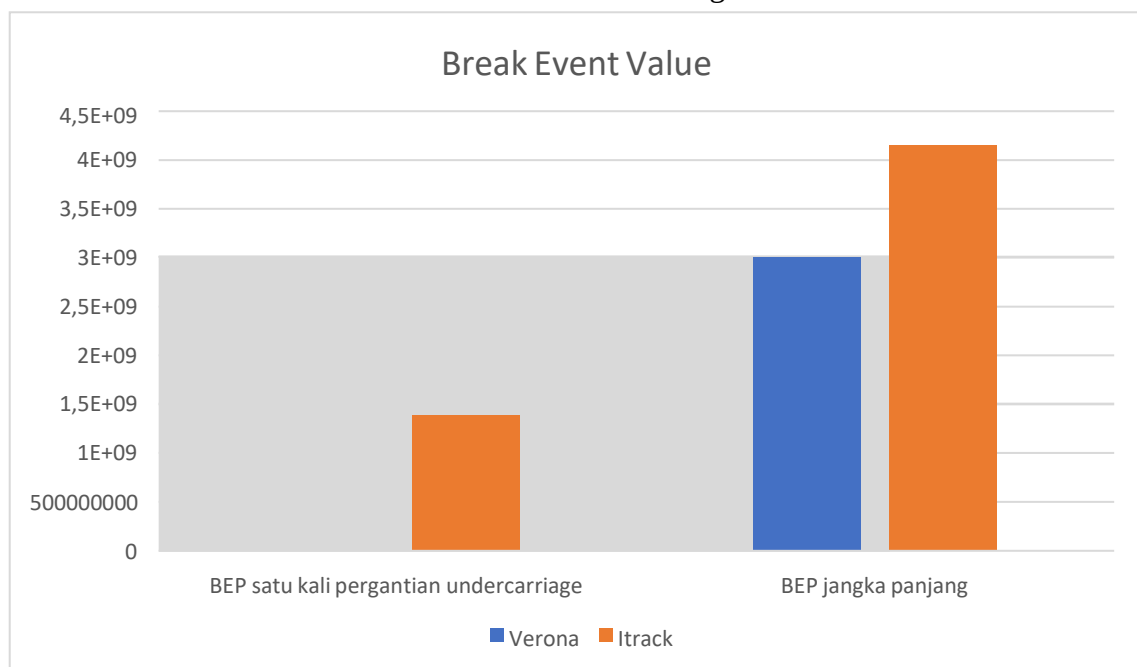
Berikut merupakan perhitungan *break event point* yang digunakan untuk mengetahui titik impas aset jika menggunakan *undercarriage* ITrack sebagai berikut :

$$BEP = \frac{FC}{1 - \frac{VC}{S}} = \frac{575.000.000}{1 - \frac{317.503.546}{543.090.600}} = \frac{575.000.000}{1 - 0,585} = \frac{575.000.000}{0,415} = 1.385.542.169$$

Pada perhitungan BEP untuk satu kali terjadi penggantian *undercarriage* ITrack memiliki nilai yang lebih kecil yaitu 1.385.542.169 dibandingkan dengan *undercarriage* Verona sebesar 1.505.235.602. Namun pada *life cycle* aset yang mana *life time* dari *excavator* ini adalah 11 tahun, jika aset menggunakan *undercarriage* Verona terdapat 2 kali penggantian *undercarriage*. Sedangkan, jika menggunakan *undercarriage* ITrack terdapat 3 kali penggantian *undercarriage* yang mana hal ini disebabkan oleh *life time*

dari masing – masing *undercarriage*. Verona 4 tahun sedangkan ITrack 3,5 tahun. Untuk mengetahui BEP jangka panjang maka besaran nilai BEP masing – masing *undercarriage* dapat dikalikan dengan banyaknya *undercariiage* diganti. Dari perhitungan perkalian antara BEP dengan banyaknya penggantian masing – masing *undercariiage* didapatkan hasil bahwa nilai BEP *undercarriage* Verona memiliki nilai yang lebih kecil yaitu Rp. 3.010.471.204 sedangkan untuk *undercarriage* ITrack yaitu sebesar Rp. 4.156.626.507. dengan hasil perhitungan ini dapat disimpulkan bahwa untuk pemakaian jangka panjang *undercarriage* Verona lebih efisien dibandingkan dengan *undercarriage* ITrack karena memiliki nilai BEP yang lebih kecil.

Gambar 5. 6 *Chart* Perbandingan BEP



BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang sudah dilakukan terhadap alat berat *Excavator* Komatsu PC-200 Long Arm milik PT. Kalinyamat Perkasa dengan data dan cara pengolahan data yang sudah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa :

- 1) Berdasarkan perhitungan *life cycle cost* yang disimbolkan dengan TC (*total cost*) besaran biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk melakukan investasi jika menggunakan *undercarriage* Verona yaitu berjumlah Rp. 910.681.308. sedangkan jika menggunakan *undercarriage* ITrack yaitu berjumlah Rp. 892.503.574. Jumlah *total cost* didapatkan dari penjumlahan *acquisition cost*, *operational cost*, *maintenance cost*, *replacement cost*, dan *disposal cost*. Namun *disposal cost* tidak dipakai karena belum memasuki masa pemusnahan dari aset itu sendiri.
- 2) berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan *Net Present Value* (NPV) sebesar 8,75% maka didapatkan hasil bahwasannya NPV pengeluaran *Excavator* PC-200 Long Arm menggunakan *undercarriage* Verona memiliki nilai yang lebih kecil yang mana artinya lebih optimal bila dibandingkan dengan kompetitornya yaitu *undercarriage* Itrack. Dalam kurun waktu 11 tahun dari awal aset tersebut dibeli dalam kondisi bekas ditahun 2017 hingga aset tersebut berakhir periode masa optimalnya ditahun 2028, jika aset menggunakan *undercarriage* Verona maka biaya yang dikeluarkan NPV pengeluaran berjumlah Rp. 663.968.766. Sedangkan dalam jangka waktu 11 tahun nilai NPV pengeluaran jika aset menggunakan *undercarriage* Itrack yaitu berjumlah Rp. Rp 671.020.390. Walaupun total biaya jika terjadi penggantian menggunakan *undercarriage* Verona lebih mahal namun masa pakai dari *undercarriage* Verona memiliki tenggang waktu yang lebih lama dibandingkan *undercarriage* Itrack. *Undercarriage* Verona memiliki jangka waktu pakai selama 4 tahun sedangkan Itrack 3,5 tahun. Sedangkan perhitungan NPV yang dilakukan pada masa saat ini hingga akhir waktu optimal aset yaitu dari tahun 2023 hingga 2028 untuk *undercarriage* Verona memiliki nilai NPV total sebesar Rp. 37.090.784, sedangkan *undercarriage* Itrack sebesar Rp. 53.736.678. *Undercarriage* Verona

memiliki nilai yang lebih kecil karena pada periode ini hanya terjadi satu kali penggantian yaitu ditahun 2025, sedangkan *undercarriage* merek Itrack memiliki dua kali penggantian lagi yaitu ditahun 2024 dan 2027. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa dalam pemakaian jangka panjang *undercarriage* Verona memiliki kelayakan yang lebih tinggi untuk digunakan bila dibandingkan dengan *undercarriage* Itrack.

- 3) Adapun nilai depresiasi konstan tahunan yang terjadi pada aset yaitu sebesar Rp. 47.045.455 per tahun dan pada akhir masa optimalnya di tahun ke 11 atau pada tahun 2028 aset tersebut memiliki nilai sisa sebesar Rp. 57.500.000

6.2 Saran

Setelah kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan, maka peneliti memiliki saran yang diharapkan berguna dimasa mendatang Adapun saran tersebut berisi :

1. Aset berupa alat berat *Excavator PC-200 Long Arm* alangkah lebih baik mengguankan *undercarriage* Verona. Hal ini dikarenakan nilai hasil NPV pengeluaran menunjukan jumlah yang lebih sedikit bila dibandingkan *undercarriage* Itrack.
2. Perusahaan dapat mengkaji lebih lanjut tentang metode *Life Cycle Cost* dan NPV yang kemudian harapannya akan diterapkan terhadap aset yang lain sehingga kinerja dari aset akan optimal.
3. Terkhusus untuk bagian *undercarriage* dari *Excavator PC-200 Long Arm*, metode yang ada dalam penelitian ini digunakan untuk membandingkan antara merek Verona dan merek – merek lain terutama *sparepart undercarriage genuine* dari Komatsu itu sendiri. Sehingga, diharapkan akan didapatkan hasil yang paling optimal untuk digunakan pada aset yang dimiliki oleh Perusahaan.
4. Memberikan pelatihan terhadap SDM yang dimiliki oleh perusahaan berkaitan dengan manajemen aset dengan harapan kinerja dari perusahaan akan meningkat yang mana diharapkan akan sebanding dengan hasil yang ikut meningkat pula.

DAFTAR PUSTAKA

- Alrwashdeh, S. S., & Ammari, H. (2019). Life cycle cost analysis of two different refrigeration systems powered by solar energy. *Case Studies in Thermal Engineering*, 16(October), 100559. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2019.100559>
- Ashar, & Kayatun, S. N. (2018). Analisis Efektifitas Alat Berat PT.Henrison Iriana Dengan Metode Lcc (Life Cycle Cost) Dan Oee (Overall Equipment Effectivness). *Jurnal Teknik Industri*, 4(1), 23–28.
- Cahyo, W. N., El-Akruti, K., Dwight, R., & Zhang, T. (2015). Managing Maintenance Resources for Better Asset Utilisation. *Australian Journal of Multi-Disciplinary Engineering*, 11(2), 123–134. <https://doi.org/10.7158/14488388.2015.11464889>
- Djunaidi, M., & Sufa, M. F. (2007). Usulan Interval Perawatan Komponen Kritis Pada Mesin Pencetak Botol (Mould Gear) Berdasarkan Kriteria Minimasi Downtime. *Jurnal Teknik Gelagar, Volume 18*, 33–41.
- Lelono, H. S. (2022). Analisis Alternatif Pemilihan Bucket Tooth Unit *Excavator* Hitachi EX3600 di PT. Kaltim Prima Coal (KPC) dengan pendekatan Life Cycle Cost. <https://doi.org/10.36986/Impj.V4i2.7675>, 75–86.
- Hariyanto, E. B., & Narsa, I. M. (2018). Strategic Assets Management: Fokus Pemanfaatan Aset Negara Dengan Pendekatan Resource Based View (RBV). *AKTSAR: Jurnal Akuntansi Syariah*, 1(1), 113. <https://doi.org/10.21043/aktsar.v1i1.3831>
- Herbiansyah, D. (2018). *Evaluasi Manajemen Pemeliharaan Excavator PC 300-8MO Dengan Menggunakan Metode Life Cycle Cost (Studi Kasus: PT United Tractors Semen Gresik)*. <https://repository.its.ac.id/57347/>
- Hidayat, U., Ikhsan, S., Risnaningsih, I., & Pratomo, T. A. (2021). Implementasi Manajemen Aset Tetap pada Koperasi Fungsional dalam Optimalisasi Pemanfaatan Aset Tetap. *Jurnal Ilmiah Multi Disiplin Indonesia*, 1(2), 247–262. <https://katadata.co.id/berita/2020/01/06/baru-83-peserta-bpjs-kesehatan-per-akhir-2019->
- Inayah, E. N., & Widjajati, E. P. (2020). Analisis Umur Mesin Dan Total Biaya Pada Mesin Press Menggunakan Metode Life Cycle Cost Di Pt. Xyz. *Juminten*, 1(1), 128–140. <https://doi.org/10.33005/juminten.v1i1.60>
- Maryami, W. R., Alhilman, J., & Athari, N. (2019). Analisis Umur Mesin, Maintenance Crew, Serta Total Money Lost Menggunakan Metode Life Cycle Cost (LCC) Dan Cost Of Unreliability (COUR) Pada Mesin Eurosicma E75 DS (4)/A Di PT Konimex. *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (JRSI)*, 6(1). <https://doi.org/10.25124/jrsi.v6i1.335>
- Aufiansyah, M. C. (2021). *Analisis Life Cycle Costing Strategy Unit Dump Truck*.
- Nasution, M., Bakhori, A., & Novarika, W. (2021). Manfaat Perlunya Manajemen Perawatan Untuk Bengkel Maupun Industri. *Buletin Utama Teknik*, 16, No. 3, 248–252.

- Naufal, M. H., Ekonomi, J. I., Ekonomi, F., Bisnis, D. A. N., & Brawijaya, U. (2021). *Jurnal ilmiah*.
- Ardyanto, N. (2020). Analisa Manajemen Pemeliharaan Peralatan Induce Draft Fan (IDF) PLTU dengan Pendekatan Life Cycle Cost
- Pambayun, O. T., Alhilman, J., & Atmaji, F. T. D. (2018). Analisis Umur Optimal Dan Jumlah Optimal Maintenance Set Crew Pompa Produksi Dengan Menggunakan Metode Life Cycle Cost (Lcc) Pt. Xyz. *Journal Industrial Servicess*, 4(1), 21–25. <https://doi.org/10.36055/jiss.v4i1.4084>
- Prayoga, D. (2019). Manajemen Pengelolaan Aset Tetap Pada Dinas Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Kabupaten Serang Skripsi. April, 121.
- Muliawati, P. R., Budiasih, E., & Atmaji, F. T. D. (2019). Penentuan umur mesin, estimasi biaya dan *maintenance crew* yang optimal pada mesin injeksi plastik dengan menggunakan metode *life cycle cost* (LCC) di CV. Gradient. *E-Proceeding of Engineering : Vol.6, No.2 Agustus 2019*, 44(12), 2–8.
- Rachman, H., Garside, A. K., & Kholik, H. M. (2017). Usulan Perawatan Sistem Boiler dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM). *Jurnal Teknik Industri*, 18(1), 86–93. <https://doi.org/10.22219/jtiumm.vol18.no1.86-93>
- Rahmawan, A., Ma'rifat, T. N., & Azka, A. B. F. (2021). Efisiensi Proses Produksi Melalui Analisis Downtime Pada Proses Packaging (Studi Kasus: Cargill Indonesia Plant). *Agroindustrial Technology Journal*, 4(2), 157. <https://doi.org/10.21111/atj.v4i2.5044>
- Ramaditya, A., Dwiatmaji, F. T., & Budiasih, E. (2018). *Analisis Perancangan Kebijakan Maintenance Pada Mesin 1110 Jc Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dan Life Cycle Cost (Lcc) Pada Pt . Xyz Analysis of Maintenance Policy Designing At 1110 Jc Machine By Using Method Overall E*. 5(2), 2518–2526.
- Setiawan, D., Jusolihun, N., & Cahyo, W. N. (2019). Maintenance system design on air jet loom (AJL) machine using reliability centered maintenance (RCM) method. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 673(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/673/1/012102>
- Sheth, A., & Sarkar, D. (2019). Life cycle cost analysis for electric vs diesel bus transit in an Indian scenario. *International Journal of Technology*, 10(1), 105–115. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v10i1.1958>
- Susilo, E. (2018). Analisis Life Cycle Cost Pada Bangunan Rumah Susun Sederhana Sewa Di Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret201*, 2(1), 41–49.
- Syahrully, R. M. (2019). *Implementasitotal Productive Maintenance (Tpm) Dengan Metode Oee Pada Mesin Ncb 5 Produksi Dies Di Pt. Toyotamotor Manufacturingindonesia (Tmmin)*. 1–26.
- Witonohadi, A., & Timothy, I. (2011). Usulan Perbaikan Sistem Perawatan Mesin dengan Pendekatan Computerized Maintenance Management System (CMMS). *Prosiding Konfrensi Ilmiah Mahasiswa Unisulla (KIMU)* 2, 6(2), 80–86.

Cahyo, W. N. (2019). Engineering Asset Management (Pengantar Manajemen Aset Industri Berbasis ISO 55000).

LAMPIRAN

A. Dokumentasi Lapangan Objek Penelitian

1. *Excavator Komatsu PC-200 Long Arm*



2. Undercarriage Komatsu PC-200 Long Arm



3. Material Fly Ash



4. Material Bottom Ash



B. Data Penelitian Berupa Tabel Excel dari Perusahaan

No	Deskripsi	Durasi	Harga	Keterangan
----	-----------	--------	-------	------------

1	Biaya pengadaan alat	2017	Rp. 575.000.000	pengadaan ditahun 2017
2	Biaya pemeliharaan 2017-2022		Rp 579.553.314	
3	Biaya pemeliharaan rutin Selama Setahun		Rp 10.821.286	
4	Biaya operasional tahunan Harga Komponen		Rp 162.180.000	
5	undercarrige Verona Sproket 1			
	Roller 9		Rp 22.500.000	
	Link 45		Rp 4.100.000	
	Trackshoe 45		Rp 25.000.000	
	Harga Komponen		Rp 18.000.000	
6	undercarrige ITrack Roller 9			
	Sproket 1		Rp 15.300.000	
	Link 45		Rp 2.350.000	
	Trackshoe 45		Rp 14.500.000	
	Harga Komponen		Rp 9.900.000	
7	undercarrige Genuine			
	Sproket		Rp 10.000.000	
	Roller		Rp 55.720.000	
	Link		Rp 70.000.000	
	Trackshoe		Rp 92.700.000	
8	Biaya Tenaga Kerja per tahun		Rp 100.800.000	per orang
9	Lifetime sparepart Verona	4 Tahun		Berdasarkan penggantian 2018-2022 dari 2019 -
	Lifetime sparepart I track	3,5 Tahun		s.k.r gk
10	Lifetime sparepart Genuine	10 Tahun	tidak dipakai	
11	Hour Meter	5500 Jam		dipakai dari awal
12				beli smp

				november 2022
13	Suku Bunga BANK		8,75%	Bank BNI
	Biaya untuk penggantian			
14	sparepart undercarrige	Rp	129.650.000	
	Selama 5 tahun			
15	Nilai Aset di akhir Masa			17 Maret
	pemakainnya	Rp	475.000.000	2023
