



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



PREDIKSI *LIFETIME* RODA PADA SIMULATOR *HOIST* KAPASITAS 5 TON PT. GBT

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Diploma III Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:
Akhmad Ramadhan
NIM. 1802311092

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
SEPTEMBER, 2021**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR

**PREDIKSI LIFETIME RODA PADA SIMULATOR HOIST KAPASITAS
5 TON PT. GBT**

Oleh :

Akhmad Ramadhan


NIM. 1802311092

Program Studi D III Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1


Pembimbing 2


Seto Tjahyono, S.T., M.T.
NIP. 195810301988031001


Yuli Mafendro D.E.S., S.Pd., M.T.
NIP. 199403092019031013

Kepala Program Studi

D3 Teknik Mesin


Drs. Almahdi ST, MT
NIP. 196001221987031002



HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

PREDIKSI *LIFETIME* RODA PADA SIMULATOR *HOIST* KAPASITAS 5 TON PT. GBT

Oleh :
Akhdad Ramadhan
NIM. 1802311092
Program Studi DIII Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir dihadapan Dewan Penguji pada tanggal 30 Agustus 2021 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Yuli Mafendro D.E.S., S.Pd.,M.T. NIP. 199403092019031013	Ketua		
2	Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T. NIP. 197707142008121005	Anggota		
3	Hasvienda M.Ridlwani, S.T., M.T. NIP. 199012162018031001	Anggota		

Depok, 30 Agustus 2021

Disahkan oleh :

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T.
NIP. 197707142008121005

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Akhmad Ramadhan
NIM : 1802311092
Program Studi : D III Teknik Mesin

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam laporan tugas akhir ini adalah hasil karya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas Akhir ini telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 30 Agustus 2021



Akhmad Ramadhan

NIM. 1802311092



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

PREDIKSI *LIFETIME* RODA PADA *HOIST* KAPASITAS 5 TON DI P T. GBT

Akhmad Ramadhan¹⁾, Seto Tjahyono²⁾, Yuli Mafendro D.E.S²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

²⁾Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: akhmad.ramadhan.tm18@mhs.wpnj.ac.id

ABSTRAK

Roda adalah salah satu komponen utama dalam pergerakan *hoist* yang fungsinya adalah untuk menumpu beban keseluruhan dari *hoist system* dan beban yang akan diangkat. Putaran dari roda troli akan membuat *hoist system* melakukan gerakan *cross* dan berjalan di sepanjang lintasan *crane structure*. Gaya gesek atau gaya traksi yang bekerja pada roda menyebabkan keausan, mengurangi diameter, dan berdampak pada *lifetime* roda itu sendiri. Pengujian ini dilakukan menggunakan simulator *hoist* dan tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui *lifetime* roda sehingga para *customer* mempunyai acuan kapan roda pada *hoist* harus diganti. Pengujian dan literasi DIN 15070 dilakukan sehingga didapatkan beberapa variabel dan konstanta, seperti, beban yang bekerja disetiap roda, perubahan diameter, kekerasan rel, dan kekerasan roda. Analisa kuantitatif dilakukan untuk mendapatkan data nilai laju keausan dan perubahan volume sehingga didapatkan *lifetime* tiap roda. Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan umur hidup (*lifetime*) roda S45C AISI 1045 roda 1 adalah 18 tahun, roda 2 adalah 18 tahun, roda 3 adalah 17 tahun, dan roda 4 adalah 19 tahun dimana jam operasionalnya diasumsikan 9 jam kerja perhari.

Kata Kunci : roda, DIN 15070, keausan, *lifetime*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRACT

The wheel is one of the main components in the movement of the hoist which function is to support the overall load of the hoist system and the load to be lifted. The rotation of the trolley wheel will make the hoist system cross and run along the track of the crane structure. Friction or traction force acting on the wheel causes wear, reduces diameter, and impacts the lifetime of the wheel itself. This test is carried out using a hoist simulator and the purpose of this study is to determine the lifetime of the wheel so that customers have a reference when the wheel on the hoist must be replaced. Testing and literacy of the DIN 15070 was carried out so that several variables and constants will be obtained, such as the load acting on each wheel, changes in diameter, rail hardness, and wheel hardness. Quantitative analysis will be carried out to obtain data on the value of the wear rate and volume change so that the lifetime of each wheel will be obtained. Based on the test results, it is found that the life time of the S45C AISI 1045 wheel 1 is 18 years, the 2nd wheel is 18 years, the 3rd wheel is 17 years, and the 4th wheel is 19 years where the operating hours are assumed to be 9 hours of work per day.

Key Words : wheel, DIN 15070, wear, lifetime



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah,
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadirat Allah S.W.T., yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Prediksi *Lifetime* Roda Pada Simulator *Hoist* Kapasitas 5 Ton PT. GBT”. Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi diploma III Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

Penulisan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T. sebagai Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Bapak Drs. Almahti, M.T. sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin.
3. Bapak Seto Tjahyono, S.T., M.T. dan Bapak Yuli Mafrendo Dedet Eka S., S.Pd., M.T. sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, saran, masukan, jalan alternative sehingga saya bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Syahlan dan Ibu Sri Mulyani, Utami Mulyasari, Nila Kusuma, Anna Satriana, Juwairiyah Ulfah sebagai keluarga saya yang telah mendoakan dan memberikan semangat untuk saya tanpa henti.
5. Teman-teman yang sudah bekerjasama dan saling membantu dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.

Penulis berharap semoga Laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak terutama dalam bidang teknik mesin.

Depok, 30 Agustus 2021

Akhmad Ramadhan

NIM. 1802311092



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penulisan.....	2
1.3 Manfaat Penulisan.....	2
1.4 Metode Penulisan.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>Hoist</i>	5
2.1.1 Komponen Utama <i>Hoist</i>	5
2.1.2 Gerakan <i>Hoist</i>	6
2.2 Simulator <i>Hoist</i>	7
2.2.1 Pengenalan Simulator <i>Hoist</i>	7
2.2.2 Cara Kerja Simulator <i>Hoist</i>	11
2.3 Roda.....	11
2.3.1 Spesifikasi Roda.....	11
2.3.2 Konsep Pembebanan pada Roda.....	12
2.4 Rel.....	13
2.4.1 Spesifikasi Rel.....	13
2.4.2 Dasar-dasar Pemilihan Rel.....	14
2.5 Kekerasan.....	14
2.5.1 Pengertian Kekerasan.....	14
2.5.2 Jenis-jenis Pengukuran Kekerasan.....	15
2.6 Gaya Gesek.....	16
2.6.1 Jenis-jenis Gaya Gesek.....	16
2.6.2 Gaya Gesek atau Gaya Traksi.....	18
2.7 Keausan.....	19



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.7.1	Pengertian Keausan.....	19
2.7.2	Jenis-jenis Keausan.....	20
2.7.3.	Nilai Laju Keausan	22
2.8	Dasar-dasar Perhitungan.....	23
BAB III METODOLOGI Pengerjaan TUGAS AKHIR		26
3.1	Diagram Alir Pengerjaan.....	26
3.2	Penjelasan Langkah Kerja.....	27
3.2.1	Penentuan Topik.....	27
3.2.2	Studi Lapangan.....	27
3.2.3	Studi Literatur	27
3.2.4	Pengumpulan Data	27
3.2.5	Pengolahan Data.....	28
3.2.6	Pembahasan.....	28
3.2.7	Kesimpulan dan Saran.....	28
3.3	Metode Pemecahan Masalah.....	29
BAB IV PEMBAHASAN.....		30
4.1	Data Penelitian.....	30
4.1.1	Perhitungan Tekanan.....	30
4.1.2	Perhitungan Beban Tiap Roda	30
4.1.3	Konversi Satuan Kekerasan pada Roda	35
4.1.4	Perhitungan Perubahan Volume.....	36
4.1.5	Perhitungan Nilai Laju Keausan	37
4.2	Analisa Pengaruh Beberapa Variabel terhadap Variabel Lain.	39
4.2.1	Analisa Pengaruh Nilai Laju Keausan terhadap Perubahan Volume. 39	
4.2.2	Perubahan Diameter Roda terhadap Waktu	41
4.2.3	Perubahan Nilai Laju Keausan terhadap Waktu	42
4.3	Analisa Gaya Traksi	43
4.4	Perhitungan <i>Lifetime</i> Roda	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		49
5.1	Kesimpulan.....	49
5.2	Saran	49
DAFTAR PUSTAKA		50



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Roda SWH-160	12
Tabel 2. 2 Spesifikasi Rel.....	14
Tabel 4. 1 Tabel Komparasi Satuan Kekerasan.....	35
Tabel 4. 2 Tabel Perubahan Diameter Roda	36
Tabel 4. 3 Tabel Perubahan Volume Roda	38
Tabel 4. 4 Tabel Kedalaman Pengikisan Roda	41
Tabel 4. 5 Tabel Nilai Gaya pada Roda	43
Tabel 4. 6 Tabel Diameter Roda Sebelum Pengujian	43
Tabel 4. 7 Tabel Gaya Traksi tiap Roda	44
Tabel 4. 8 Tabel Nilai Laju Keausan Roda	46
Tabel 4. 9 Tabel Nilai Laju Keausan Rata-rata Roda	47
Tabel 4. 10 Tabel <i>Lifetime</i> Roda.....	48

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Komponen-komponen Hoist	5
Gambar 2. 2 Simulator Hoist	7
Gambar 2. 3 Troli pada Simulator Hoist	8
Gambar 2. 4 Hidrolik pada Troli	8
Gambar 2. 5 Frame pada Troli	9
Gambar 2. 6 Rel pada Simulator Hoist	9
Gambar 2. 7 Roda Gigi pada Simulator Hoist	9
Gambar 2. 8 Pulley Set pada Simulator Hoist	10
Gambar 2. 9 Motor pada Simulator Hoist	10
Gambar 2. 10 Control Panel pada Simulator Hoist	10
Gambar 2. 11 Roda Tipe SWH-160	12
Gambar 2. 12 Sistem Pembebanan Roda	12
Gambar 2. 13 Rel Tipe NKK 50N	13
Gambar 2. 14 Gaya Gesek Statis	16
Gambar 2. 15 Gaya Gesek Dinamis	17
Gambar 2. 16 Gaya Gesek Dinamis dengan Percepatan [6]	17
Gambar 2. 17 Free Body Diagram Gaya pada Roda	18
Gambar 2. 18 Adhesive Wear	20
Gambar 2. 19 Abrasive Wear	20
Gambar 2. 20 Fatigue Wear	21
Gambar 2. 21 Erosion Wear	21
Gambar 2. 22 Sketsa Penampang Roda	24
Gambar 3. 1 Diagram Alir Metode Penelitian	26
Gambar 4. 1 Free Body Diagram pada Set Roda	31
Gambar 4. 2 Free Body Diagram di titik A	32
Gambar 4. 3 Free Body Diagram pada titik A1	33
Gambar 4. 4 Free Body Diagram pada titik B1	34
Gambar 4. 5 Diagram Interpolasi Linier antara HB dengan N/mm^2	35
Gambar 4. 7 Hubungan antara Nilai Laju Keausan dengan Perubahan Volume 500 Jam Kedua	39
Gambar 4. 6 Hubungan antara Nilai Laju Keausan dengan Perubahan Volume 500 Jam Pertama	39
Gambar 4. 8 Perubahan Diameter Roda terhadap Waktu	41
Gambar 4. 9 Perubahan Nilai Laju Keausan terhadap Waktu	42



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. GBT adalah satu-satunya produsen *hoist* dan komponennya asli buatan Indonesia yang diberi nama *Nusa Crane and Equipment*. Komponen-komponen yang diproduksi oleh PT.GBT, yaitu roda, *pulley*, drum, dan *wire rope* yang sudah sesuai dengan standar internasional. Kekurangan dari PT.GBT adalah tidak adanya data mengenai *lifetime* tiap komponen yang diproduksi, sehingga baik dari pihak PT.GBT atau *customer* tidak mempunyai landasan kapan komponen tersebut harus diganti sebelum *lifetime* tiap komponen habis.

Kekurangan tersebut mendorong peneliti untuk melakukan penelitian dalam memprediksi salah satu komponen yang diproduksi oleh PT.GBT, yaitu roda. *Lifetime* roda pada *hoist* perlu diprediksi karena roda merupakan komponen penting *hoist* yang berguna dalam pergerakan *hoist* terhadap rel. Permasalahan dapat terjadi jika roda tetap dipakai saat *lifetimanya* habis, sehingga terjadi kerusakan yang menghambat proses pemindahan barang dan bahkan menyebabkan kecelakaan kerja.

Solusi dari permasalahan diatas adalah PT.GBT yang berkolaborasi dengan mahasiswa Politeknik Negeri Jakarta prodi Manufaktur membuat suatu mesin simulator *hoist* yang tujuannya untuk melakukan pengujian ketahanan tiap komponen *hoist*, terutama roda. Komponen roda akan diuji pada simulator *hoist* yang berlokasi di Gedung M Politeknik Negeri Jakarta dengan pembebanan sesuai dengan pembebanan operasional. Pengujian juga dilakukan selama 2 bulan x 24 jam untuk mendapatkan beberapa data, terutama data perubahan diameter tiap roda dan konstanta yang mendukung dalam menghitung prediksi *lifetime* tiap roda



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.2 Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan Laporan Tugas Akhir ini adalah memprediksi *lifetime* masing-masing komponen roda pada simulator *hoist* kapasitas 5 ton.

1.3 Manfaat Penulisan

Manfaat dari penulisan Laporan Tugas Akhir ini adalah PT.GBT dan *customer* dapat mengetahui kapan harus mengadakan pergantian komponen roda *hoist* sebelum *lifetime* dari roda habis.

1.4 Metode Penulisan

Metode penulisan yang digunakan dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini adalah :

1. Pengumpulan Data dan Informasi

Data dan informasi yang mendukung penulisan dikumpulkan dengan melakukan penelusuran pustaka, berupa skripsi, tugas akhir, media elektronik, dan beberapa pustaka yang relevan. Pengumpulan data juga dilakukan dengan observasi dari simulator *hoist* dan roda yang sudah disimulasi selama 2 bulan x 24 jam. Adapun teknik pengumpulan data yang dilakukan, yaitu :

a. Studi Dokumen

Membaca literatur baik konvensional, seperti buku, skripsi, dan tugas akhir dari generasi sebelumnya dan juga literatur online, seperti *e-book* dan *journal*.

b. Observasi dan Pengukuran

Observasi dilakukan untuk melihat kondisi dari simulator *hoist* dan roda secara visual dan juga pengukuran pada diameter yang berubah akibat dari fenomena keausan saat simulasi.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Pengolahan Data dan Informasi

Data dan informasi berupa data kuantitatif yang dikumpulkan sesuai kebutuhan dan diolah untuk mengukur *lifetime* roda *hoist*. Standar yang digunakan adalah DIN 15070 sebagai *basic calculation of crane wheel* dan beberapa jurnal ilmiah.

3. Analisis dan Pembahasan

Data dan informasi dianalisa menggunakan rumus perhitungan untuk mengetahui laju keausan dari tiap roda dan *lifetime*.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dibuat untuk mempermudah dalam memahami hasil dari penelitian ini, maka digunakan sistematika penulisan sebagai berikut :

1. BAB I. PENDAHULUAN

Pada bab ini, terdiri dari beberapa paragraph yang berisi pemaparan hal-hal yang menjadi dasar dan alasan yang kuat tentang pemilihan bidang kajian laporan tugas akhir. Pada bab ini berisi latar belakang penulisan laporan tugas akhir, tujuan penulisan laporan tugas akhir, manfaat penulisan laporan tugas akhir, metode penulisan, dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

2. BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini membahas teori-teori yang digunakan sebagai bahan pertimbangan dan acuan untuk memprediksi *lifetime*, pembahasan komponen crane *hoist* dan simulator *hoist*, kondep dasar pembebanan, spesifikasi roda, spesifikasi rel, dan rumus dasar perhitungan *lifetime*.

3. BAB III. METODOLOGI Pengerjaan Tugas Akhir

Pada bab ini menguraikan pemaparan mengenai metode yang digunakan dalam perhitungan *lifetime* roda dalam penulisan laporan

tugas akhir. Pada bab ini berisi diagram alir, penjelasan langkah kerja, dan metode pemecahan masalah.

4. BAB IV. PEMBAHASAN

Bab ini merupakan analisa secara kuantitatif untuk mencari data yang diperlukan dalam perhitungan *lifetime* roda. Selain itu, analisa secara deskriptif untuk menjelaskan pengaruh suatu variable terhadap variable lain.

5. BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan yang menjawab tujuan penulisan berupa data *lifetime* dari masing-masing roda dengan beberapa asumsi yang dibutuhkan serta beberapa saran yang berkaitan dengan perawatan, instalasi, dan proses manufaktur roda .



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dari data yang sudah diolah, maka didapatkan bahwa :

Prediksi umur pakai (*Lifetime*) roda tipe SWH-160 berbhan JIS S45C berdasarkan hasil pengujian dengan perolehan roda 1 adalah 18 tahun, roda 2 adalah 18 tahun, roda 3 adalah 17 tahun, dan roda 4 adalah 19 tahun dimana jam operasionalnya diasumsikan 9 jam kerja perhari.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian dan analisa yang telah dilakukan, penulis dapat memberikan saran sebagai berikut :

1. Prediktif *maintenance* pada roda tetap harus dilakukan minimal 5 tahun sekali untuk diadakannya pengukuran dan perhitungan prediksi *lifetime* roda serta dilakukan pembersihan.
2. Pengadaan pergantian roda dilakukan minimal 3 bulan sebelum masa *lifetime* roda habis untuk mempersiapkan ketersediaan roda , alat yang menunjang instalasi, dan teknisi yang bersedia untuk melakukan pergantian roda.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. A. Anggraheni, Nurdiansyah, and Y. Bagaskara, *Modifikasi Konstruksi Trolley dan Pemilihan Bearing pada Mesin Uji Ketahanan Roda Komponen Hoist Merk "XX" di PT. GBT*. Depok: Politeknik Negeri Jakarta, 2017.
- [2] Industrial Designer & Engineer Association (IDEA), "DIN 15070 (Crane Wheel)," 2010.
- [3] J. S. Association, "Japanese Industrial Standard JIS E 1101 RAILS," 1993.
- [4] F. E. M. 1. 00. 3rd Edition, "RULES FOR THE DESIGN OF HOISTING APPLIANCES," 1998.
- [5] William, J. Callister, D. G, and Rethswisch, "Materials Science and Engeneering - An Introduction," p. 990, 2014.
- [6] D. Halliday, R. Resnick, and J. Walker, *Fisika Dasar*, 7th ed. Jakarta: Penerbit Erlangga, 2015.
- [7] P. S. Kmiec, *The Unofficial LEGO Technic Builder's Guide*, 2nd ed. USA: William Polloc, 2017.
- [8] S. K. Azhari, *Studi Eksperimen dan Analisa Laju Keausan Material Alternatif dengan Pelumasan Pasta*. 2016.
- [9] "What is Wear Coefficient – Definition." <https://material-properties.org/what-is-wear-coefficient-definition/> (accessed Sep. 03, 2021).
- [10] E. Gultom and Y. Kaelani, "Studi Eksperimen dan Analisa Laju Keausan Material Alternatif pada Sepatu Rem Lokomotif," *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, 2017, doi: 10.12962/j23373539.v5i2.20765.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

 Lampiran 1. Material *Properties* Roda

IDEA Industrial Designer & Engineer Association	IDEA – WORK STANDARD – DIN 15070 Crane wheel	Page : 6 Date : 12-Jan-10
--	--	------------------------------

The following table shows the relationship between surface hardness, tensile strength and allowable Hertz pressure, depending on the material and the applied heat treatment method.

Heat treatment	Material	Hardness		Tensile strength N / mm ²	Hertz pressure pH N / mm ²
		HRB	HRc		
Normalizing	S 45 C	180		490	580
		200		515	640
		220		540	710
		240		565	770
Quenching and tempering	S 45 C	240	23	625	770
		260	26	655	840
		280	29	685	900
		300	32	710	970
	SCM 440	280	29	790	900
		300	32	825	970
		320	34	855	1030
		340	36	885	1100
		360	39	920	1170
		380	41	950	1260
High frequency induction hardening	S 45 C and SCM 440		50	1630	960
			51	1700	990
			52	1775	1000
			53	1845	1030

In general, the relationship between minimum ultimate strength and the Brinell hardness number for 200 < HB < 450 for steel is found to be $\sigma_B = 3,41 \cdot HB \text{ N/mm}^2$

The contact fatigue strength σ_{HP} at 10^7 cycles and 0,99 reliability for through-hardened steel is found to be $\sigma_{HP} = 2,22 \cdot HB + 200 \text{ N/mm}^2$

For S45C, between 160 and 300 HB, the maximum Hertz pressure can be interpolated by the equation :

$$\sigma_{HPmax} = (HB - 160) \cdot 1,45455 + 510 \text{ N/mm}^2$$

For SCM 440, between 270 and 380 HB, the maximum Hertz pressure will be as follow :

$$\sigma_{HPmax} = (HB - 270) \cdot 1,59091 + 775 \text{ N/mm}^2$$



Lampiran 2. Gaya pada Roda

IDEA Industrial Designer & Engineer Association	IDEA - WORK STANDARD - DIN 15070 Crane wheel	Page : 11 Date : 12-Jan-10
---	---	-------------------------------

6. TRACTION TORQUE AND ACCELERATION TORQUE

6.1. TRACTION FORCE AND TORQUE

The traction resistance on the wheel comprises the friction of wheel bearing, the deformation of wheel under load, the deflection of runway under load and the acceleration of load.

Wheel load	: F	N
Wheel diameter	: D	mm
Bearing inside diameter	: d	mm
Lever arm of load	: f = 0,5	mm
Friction factor of bearing	: $\mu = 0,002$	-
Travelling speed	: v	m / min

$$\begin{aligned} \text{Traction torque } M_t &= F \cdot f + F_r \cdot \frac{d}{2} \\ &= F \cdot (f + \mu \cdot \frac{d}{2}) \\ &= W \cdot \frac{D}{2} \end{aligned}$$

• Effects of grease filling on friction.

When grease is used, and the bearing has been filled (or refilled) with the recommended amount of grease, the bearing can show considerably higher frictional values during the first hours of days of operation, depending on the speed. This is because the grease takes time to redistribute itself within the free space in the bearing; meanwhile it is churned and moved around. To estimate this effect, multiply the initial rolling friction moment by a factor of 2 for light service and a factor of 4 for heavy service. However, after this "running-in" period, the frictional moment comes down to similar values as oil lubricated bearings; in many cases even lower values are possible. If the bearing is filled with an excessive amount of grease, higher values of friction may result.

6.2. TORQUE ON WHEEL

Traction torque	$M_t = F \cdot (f + \mu \cdot \frac{d}{2})$	Nm
The moveable mass per boogie	$m = \frac{2 \cdot F}{g}$	kg
Acceleration of mass	$a = 0,2 - 0,4$	m / s ²
Acceleration force	$F_a = m \cdot a$	N
Acceleration torque	$M_a = F_a \cdot \frac{D}{2} + M_t$	Nm

6.3. POWER ON WHEEL

Rotational speed on wheel	$n_w = \frac{v}{\pi \cdot D}$	rpm
Traction power	$P_t = 2 \cdot \pi \cdot M_t \cdot n_w$	kW
Acceleration power	$P_a = 2 \cdot \pi \cdot M_a \cdot n_w$	kW

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3. JIS E 1101 RAILS

UDC 625. 143. 1
J I S
E 1101-1993

 JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD
Rails

1. **Scope** This Japanese Industrial Standard specifies rails used for permanent ways.

Remarks

1. The standards cited in this Standard and the International standard corresponding to this Standard are shown in the Attached Table 1.
2. The units and numerical values given in () in this Standard are based on the traditional units and are currently the values in force.
The traditional units and values are scheduled to be converted to the units and values shown in Annex 3 on and after April 1, 1995.

2. **Definitions** For the purposes of this Standard, the following definitions apply. Other terms and the definitions are given in JIS G 0202 and JIS G 0203.

- (1) **continuous casting** Manufacture of a long and large steel casting billet by continuously solidifying molten steel while it is being casted.
- (2) **sequential continuous casting** Continuous casting in which two or more molten steels are casted successively without any gap.
- (3) **strand** A generic name for a complete set of a mold, a billet supporting roll, a cooling zone, a withdrawal roll, and a cutter in continuous casting.

3. **Classification** The rails shall be classified as given in Table 1.

Table 1. Classification of rails

Type of rail	Notation	Summary	
		Calculated mass kg/m	With fish-bolt holes or without them
30 kg rail	30 A	30.1	With fish-bolt holes
			None
37 kg rail	37 A	37.2	With fish-bolt holes
			None
40 kgN rail	40 N	40.9	With fish-bolt holes
			None
50 kg rail	50 PS	50.4	With fish-bolt holes
			None
50 kgN rail	50 N	50.4	With fish-bolt holes
			None
60 kg rail	60	60.8	With fish-bolt holes
			None

Remarks: "N rail" is a generic name for 40 kgN rail and 50 kgN rail.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 4. *Mechanical Properties of RAIL JIS E 1101*

2
E 1101-1993

4. Chemical composition and mechanical properties

4.1 Chemical composition The chemical composition of the rails shall be as specified in Table 2 when subjected to the tests given in 9.1.

Table 2. Chemical composition

Unit: %

Type of rail	Chemical composition				
	C	Si	Mn	P	S
30 kg rail	0.50 to 0.70	0.10 to 0.35	0.60 to 0.95	0.045 max.	0.050 max.
37 kg rail	0.55 to 0.70				
50 kg rail	0.60 to 0.75				
40 kgN rail	0.63 to 0.75	0.15 to 0.30	0.70 to 1.10	0.030 max.	0.025 max.
50 kgN rail					
60 kg rail					

4.2 Mechanical properties The mechanical properties of the rails shall be as specified in Table 3 when subjected to the tests given in 9.2 and 9.3.

Table 3. Mechanical properties

Type of rail	Tensile strength N/mm ² (kgf/mm ²)	Elongation %	Brinell hardness
30 kg rail	690 (70) min.	9 min.	—
37 kg rail			
50 kg rail			
40 kgN rail	800 (82) min.	10 min.	HB 235 min.
50 kgN rail			
60 kg rail			

Remarks: Value 1 N/mm² is equal to 1 MPa.

5. Shape, dimensions, dimensional deviation and geometrical tolerance The shape, dimensions, dimensional deviation and geometrical tolerance of the rails shall be as follows:

- (1) The shape and dimensions shall be as specified in Attached Fig. 1 to Attached Fig. 6.
- (2) The standard length of the rails shall be as specified in Table 4.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, pennisan karya ilmiah, pennisan laporan, pennisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 5. Marking of RAIL JIS E 1101

12
E 1101-1993

- (a) Arrow mark to indicate direction of top of ingot or cast billet (*)
- (b) Mark to indicate rail type
- (c) Mark (*) to indicate steel furnace type
- (d) Manufacturer's name or abbreviation
- (e) Year and month of manufacture or its abbreviation

Example: ← 50N LD ○ 1993 1111

Month of manufacture or its abbreviation
Year of manufacture
Manufacturer's name or abbreviation
Mark to indicate steel furnace type
Mark to indicate rail type
Arrow mark to indicate the direction of the top of ingot or cast billet

Notes (*) For cast billet, its terminal at the time of casting shall be taken as the top above-mentioned.

(*) The marks to indicate steel furnace type are LD for a pure oxygen converter and E for an electric furnace.

(2) The web of the rail shall bear, on its other side, the following particulars, as exemplified below, stamped at a place which is not covered with fish-plate. However, 30 kg rails rolled from cast billets may be exempted from marking of serial number of the rail. In this case, letter "R" shall be marked, at the place for the serial number, to indicate that the rail is different from the rails produced from steel ingots.

- (a) Serial number (5) to indicate order of rails rolled from an ingot or an billet
- (b) Mark to indicate order of pouring melt into mould. For cast billet strand number and mark of cast billet order number.
- (c) Heat number
- (d) Work gang identification
- (e) Carbon content
- (f) Manganese content (only for 60 kg rails)



Lampiran 6. *Hardness Comparisons*

Hardness Comparisons

Tel: 01 827 304500 Website: www.itc-ltd.co.uk

N/mm ²	Rm		Vickers HV	Brinell HB	Rockwell HRB	Rockwell HRC
	kg/mm ²	ton/in ²				
255	26	16,5	80	76		
270	28	17,5	85	81	41	
285	29	18,5	90	86	48	
305	31	20	95	90	52	
320	33	20,5	100	95	56	
335	34	21,5	105	100	59	
350	36	22,5	110	105	62	
370	38	24	115	109	64,5	
385	39	25	120	114	67	
400	41	26	125	119	69	
415	42	27	130	124	71	
430	44	28	135	128	73	
450	46	29	140	133	75	
465	47	30	145	138	77	
480	49	31	150	143	78,5	
495	50	32	155	147	80	
510	52	33	160	152	81,5	
530	54	34,5	165	157	83	1
545	56	35,5	170	162	85	3
560	57	36,5	175	166	86	4
575	59	37,5	180	171	87	5
595	61	38,5	185	176	88	7
610	62	39,5	190	181	89,5	9
625	64	40,5	195	185	91	11
640	65	41,5	200	190	91,5	13
660	67	43	205	195	92,5	15
675	69	43,5	210	200	93,5	16
690	70	44,5	215	204	94	17
705	72	45,5	220	209	95	18
720	73	46,5	225	214	93	19
740	75	48	230	219	96,5	19,5
755	77	49	235	223	97	20
770	79	50	240	228	98	21
785	80	51	245	233	99	21,5
800	82	52	250	238	99,5	22
820	84	53	255	242		23
835	85	54	260	247		24
850	87	55	265	252		25
865	88	56	270	257		25,5
880	90	57	275	261		26,5
900	92	58,5	280	266		27
915	93	59,5	285	271		28
930	95	60,5	290	276		28,5
950	97	61,5	295	280		29
965	98	62,5	300	285		30
995	101	64,5	310	295		31
1030	105	66,5	320	304		32
1060	105	66,5	320	314		33,5
1095	112	71	340	323		34,5

N/mm ²	Rm		Vickers HV	Brinell HB	Rockwell HRB	Rockwell HRC
	kg/mm ²	ton/in ²				
1125	115	73	350	333		35,5
1155	118	75	360	342		36,5
1190	121	77	370	352		37,5
1220	124	79	380	361		39
1255	128	81,5	390	371		40
1290	132	83,5	400	380		41
1320	135	85,5	410	390		42
1350	138	87,5	420	399		42,5
1385	141	89,5	430	409		43,5
1420	145	92	440	418		44,5
1455	148	94,5	450	428		45,5
1485	151	96	460	437		46
1520	155	98,5	470	447		47
1555	159	101	480	(456)		47,5
1595	163	103,5	490	(466)		48,5
1630	166	105,3	500	(475)		49
1665	170	108	510	(485)		50
1700	173	110	520	(494)		50,5
1740	177	113	530	(504)		51
1775	181	115	540	(513)		51,5
1810	185	117,5	550	(523)		52,5
1845	188	119,5	560	(532)		53
1880	192	122	570	(542)		53,5
1920	196	124,5	580	(551)		54
1955	199	126,5	590	(561)		54,5
1995	203	129,5	600	(570)		55
2030	207	131,5	610	(580)		55,5
2070	211	134	620	(589)		56,5
2105	215	136,5	630	(599)		57
2145	219	139	640	(608)		57,5
2180	222	141,5	650	(618)		58
			660			58,5
			670			59
			680			59
			690			59,5
			700			60
			720			61
			740			62
			760			62,5
			780			63,5
			800			64
			820			64,5
			840			65,5
			860			66
			880			66,5
			900			67
			920			67,5
			940			68

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta