© 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

SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH MODIFIKASI MUD REMOVER PADA SWING FRAME TERHADAP EFISIENSI PERAWATAN DAN *PHYSICAL AVAILABILITY EXCAVATOR* CAT 320

Skripsi Diploma IV
Program Studi Teknik Alat Berat
Di Jurusan Teknik Mesin

Oleh:

Adrian Permana NIM 2502442015

PROGRAM STUDI ALAT BERAT
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2025/2026

© 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

HALAMAN PERSETUJUAN

LAPORAN SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH MODIFIKASI MUD REMOVER TERHADAP EFISIENSI PERAWATAN DAN PHYSICAL AVAILABILITY EXCAVATOR CAT 320

Diajukan oleh

Adrian Permana NIM 2502442015

Disetujui oleh :

Pembimbing I	Pembimbing II
Idrus Assagaf, S. ST., M.T.	Tia Rahmiati, M.T.
NIP 196811042000121001	NIP 198001252006042001

Kepala Program Studi Alat Berat

Muhammad Todaro ,S.T., M.Tr.T
NIP 199105012024061003

© 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

HALAMAN PERSETJUAN

LAPORAN SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH MODIFIKASI MUD REMOVER TERHADAP EFISIENSI PERAWATAN DAN PHYSICAL AVAILABILITY EXCAVATOR CAT 320

Oleh

Adrian Permana

NIM 2502442015

PROGRAM STUDI

TEKNOLOGI REKAYASA PEMELIHARAAN ALAT BERAT

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

Pembimbing I	Pembimbing II
Idrus Assagaf, S. ST., M.T.	Tia Rahmiati, M.T.
NIP 196811042000121001	NIP 198001252006042001

Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si

197602252000121002

© 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

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Adrian Permana

NIM : 2502442015

Program Studi : Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

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

Jakarta, 27 Juni 2026



Adrian Permana

NIM: 2502442015

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

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, dan penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul:

"Analisis Pengaruh Modifikasi Mud Remover pada Swing Frame terhadap Efisiensi Perawatan dan Physical Availability Excavator CAT 320"

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknik Alat Berat, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis memperoleh banyak bantuan, bimbingan, dukungan, dan masukan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan penyertaan-Nya selama proses penyusunan skripsi.
2. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan doa, dukungan, serta motivasi kepada penulis.
3. Bapak Idrus Assagaf, S.ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan masukan selama penyusunan skripsi.
4. Ibu Tia Rahmiati, M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan saran, kritik, dan bimbingan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

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

5. Bapak Muhammad Todaro, S.T., M.Tr.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Alat Berat Politeknik Negeri Jakarta.
6. Seluruh dosen dan staf Program Studi Teknik Alat Berat Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan ilmu dan pengalaman selama masa perkuliahan.
7. Pihak perusahaan dan seluruh tim maintenance yang telah memberikan kesempatan, dukungan, serta bantuan selama pelaksanaan penelitian.
8. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Teknik Alat Berat yang telah memberikan dukungan dan semangat selama proses penyusunan skripsi.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk penyempurnaan penelitian di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan serta menjadi referensi bagi penelitian dan penerapan inovasi di bidang pemeliharaan alat berat.

Jakarta, 27 Juni 2026

Penulis,

Adrian Permana

© 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

ABSTRAK

Penumpukan lumpur pada area *swing frame* excavator CAT 320 menjadi salah satu permasalahan yang dapat menghambat kegiatan *daily inspection* dan menurunkan efektivitas *preventive maintenance*. Lumpur yang menempel pada area tersebut menyebabkan akses terhadap komponen penting menjadi terbatas sehingga proses inspeksi memerlukan waktu dan upaya pembersihan tambahan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh modifikasi *Mud Remover* pada *swing frame* terhadap efisiensi perawatan dan *Physical Availability* excavator CAT 320. Metode yang digunakan adalah *before-after analysis* dengan membandingkan kondisi sebelum dan sesudah implementasi *Mud Remover* pada excavator yang beroperasi di lingkungan kerja berlumpur.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemasangan *Mud Remover* mampu mengurangi akumulasi lumpur pada area *swing frame* sehingga kegiatan inspeksi dapat dilakukan dengan lebih mudah dan efisien. Modifikasi yang diterapkan juga mendukung peningkatan efektivitas *preventive maintenance*, mengoptimalkan pemanfaatan tenaga kerja, serta memberikan kontribusi positif terhadap ketersediaan alat untuk mendukung kegiatan operasional. Selain itu, biaya implementasi yang relatif rendah menunjukkan bahwa modifikasi ini layak diterapkan sebagai upaya peningkatan keandalan dan efisiensi perawatan alat.

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa *Mud Remover* merupakan solusi sederhana yang efektif dalam meningkatkan efisiensi kegiatan perawatan serta mendukung keandalan operasional excavator CAT 320 pada kondisi kerja berlumpur.

Kata kunci: *Mud Remover*, *Swing Frame*, *Preventive Maintenance*, *Physical Availability*, Excavator CAT 320.

© 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

ABSTRACT

Mud accumulation in the *swing frame* area of CAT 320 excavators is one of the issues that may hinder daily inspection activities and reduce the effectiveness of preventive maintenance. The accumulated mud restricts access to critical components, resulting in additional cleaning activities and less efficient inspection processes.

This study aims to analyze the effect of a *Mud Remover* modification installed on the *swing frame* on maintenance efficiency and the *Physical Availability* of CAT 320 excavators. The research employed a *before-after analysis* approach by comparing operating conditions before and after the implementation of the *Mud Remover* in a muddy working environment.

The results indicate that the implementation of the *Mud Remover* successfully reduced mud accumulation around the *swing frame*, making inspection activities easier and more efficient. The modification also supported more effective preventive maintenance practices, improved workforce utilization, and contributed positively to equipment availability for operational activities. Furthermore, the relatively low implementation cost indicates that the modification is economically feasible as an effort to improve equipment reliability and maintenance efficiency.

It can be concluded that the *Mud Remover* is a simple and effective solution for improving maintenance efficiency and supporting the operational reliability of CAT 320 excavators operating in muddy conditions.

Keywords: *Mud Remover*, *Swing Frame*, *Preventive Maintenance*, *Physical Availability*, CAT 320 Excavator.

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

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI ii
KATA PENGANTAR iii
ABSTRAK v
ABSTRACT vi
DAFTAR ISI vii
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR TABEL xi
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang Penelitian 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan Penelitian 2
1.5 Manfaat Penelitian 3
1.6 Sistematika Penulisan Proposal 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Excavator 5
2.2 Struktur Utama Excavator 6
2.2.1 Upper Structure 6
2.2.2 Undercarriage 7
2.2.3 Sistem Swing (*Swing Frame* dan *Swing Bearing*) 7
2.3. Permasalahan Penumpukan Lumpur pada Swing Frame 8
2.4. Prinsip Kerja Sistem Pembersihan Lumpur 10
2.4.1 Pembersihan Manual 10
2.4.2 Pembersihan Otomatis (Self-Cleaning System) 11
2.5 Prinsip Mekanika yang Mendasari Desain Mud Remover 12
2.5.1 Gaya Sentrifugal 12
2.5.2 Gaya Gravitasi pada Bidang Miring 12
2.5.3 Desain Mud Remover on Swing Frame 13
2.5.4 Pemilihan Material Mud Remover 13
2.6 Prinsip *Preventive Maintenance* dan Efisiensi Waktu 15
2.6.1 Preventive Maintenance 15

© 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

2.6.2 Physical Availability (PA) 16
2.6.3 Mechanical Availability (MA) 17
2.6.4 Perbandingan Physical Availability dan Mechanical Availability 17
2.6.5 Alasan Pemilihan Physical Availability pada Penelitian 19
2.7. Before–After Analysis 20
2.7.1 Pengertian Before–After Analysis 20
2.7.2 Before–After Analysis sebagai Pendekatan Penelitian Eksperimen 21
2.7.3 Penerapan Before–After Analysis pada Penelitian Terapan 21
2.7.4 Penerapan Before–After Analysis pada Penelitian Ini 22
2.8 Efisiensi Waktu 23
2.9 Cost Benefit Analysis 24
2.10 Penelitian Terdahulu 25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 28
3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian 28
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian 28
3.3 Objek Penelitian 29
3.4 Prosedur Penelitian 29
3.4.1 Identifikasi Masalah 29
3.4.2 Studi Permasalahan 30
3.4.3 Pengumpulan Data 30
3.4.4 Desain Modifikasi dan Implementasi 30
3.4.5 Pengujian dan Analisis Data 31
3.4.6 Pembahasan dan Kesimpulan 31
3.5 Jenis dan Sumber Data 31
3.6 Metode Pengumpulan Data 31
3.7 Analisis Data 32
BAB IV Hasil dan Pembahasan 33
4.1 Gambaran Umum Penelitian 33
4.2 Implementasi Modifikasi Mud Remover 34
4.2.1 Latar Belakang Implementasi 34
4.2.2 Desain dan Pemasangan Mud Remover 35
4.2.3 Prinsip Kerja Mud Remover 36
4.2.4 Waktu Implementasi 37
4.2.5 Biaya Implementasi 37

© 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

4.2.6 Kondisi Area Swing Frame Setelah Modifikasi 37
4.3 Analisis Pengaruh Mud Remover terhadap Efisiensi Perawatan 39
4.3.1 Kondisi Sebelum dan Sesudah Modifikasi 39
4.3.2 Perbandingan Waktu Inspection 40
4.3.3 Analisis Efisiensi Waktu 41
4.3.5 Pembahasan Efisiensi Perawatan 42
4.4 Analisis Pengaruh Mud Remover terhadap Physical Availability 44
4.4.1 Data Physical Availability 44
4.4.2 Analisis Perubahan PA 45
4.4.3 Analisis Penyebab Tidak Signifikan 45
4.4.4 Dampak Tidak Langsung terhadap PA 45
4.4.5 Hubungan dengan Risiko Downtime 46
4.4.6 Pembahasan Analisis PA 46
4.5 Analisis Pengaruh Mud Remover terhadap Biaya Maintenance 46
4.5.1 Biaya Maintenance Sebelum Modifikasi 46
4.5.2 Biaya Maintenance Setelah Modifikasi 47
4.5.3 Potensi Penghematan Biaya 47
4.5.4 Analisis Kelayakan Ekonomi 48
4.5.5 Kelayakan Ekonomi Implementasi 49
4.6 Pembahasan Umum 49
4.6.1 Pengaruh Modifikasi terhadap Efisiensi Perawatan 49
4.6.2 Pengaruh Modifikasi terhadap Physical Availability 50
4.6.3 Pengaruh Modifikasi terhadap Biaya Maintenance 50
4.6.4 Implikasi Hasil Penelitian 50
4.7 Keterbatasan Penelitian 51
BAB V Kesimpulan dan Saran 53
5.1 Kesimpulan 53
5.2 Saran 54
DAFTAR PUSTAKA 56
LAMPIRAN 1 58
LAMPIRAN 2 59
LAMPIRAN 3 61

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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Excavator CAT 320 5
Gambar 2.2 Struktur Excavator 6
Gambar 2.3 Upper Structure 6
Gambar 2.4 Undercarriage 7
Gambar 2.5 Swing Frame 8
Gambar 2.6 Lumpur Keras Menumpuk pada Area Swing Frame..... 9
Gambar 2.7 Pembersihan Lumpur Secara Manual 10
Gambar 2.8 Desain Mud Remove..... 13
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian 28
Gambar 4.1 Observasi Area Kerja 33
Gambar 4.2 Lumpur Kering Menumpuk di Area Swing Frame 33
Gambar 4.3 Kesulitan Proses Pemeriksaan pada Area Swing Frame..... 34
Gambar 4.4 Mud Remover 34
Gambar 4.5 Posisi Pemasangan Mud Remover 35
Gambar 4.6 Mud Remover Membuang Lumpur 37
Gambar 4.7 Kondisi Swing Frame Bersih Memudahkan Inspection 37
Gambar 4.8 Rata-rata Waktu Pemeriksaan Unit 39
Gambar 4.9 Physical Availability Model CAT 320 Tahun 2025 43
Gambar 4.10 Physical Availability Model CAT 320 Tahun 2026 43
Gambar 4.11 Penawaran Harga Potensi Perbaikan 47

© 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

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan *Physical Availability* dan *Mechanical Availability* ……...18
Tabel 4.1 Perbandingan Kondisi Sebelum dan Sesudah Modifikasi ……..... 38
Tabel 4.2 Perbandingan Waktu *Inspection* Sebelum dan Sesudah Modifikasi ……... 40

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

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Excavator merupakan salah satu alat berat utama yang digunakan dalam kegiatan pertambangan, konstruksi, dan pekerjaan pemindahan material. Kinerja excavator sangat dipengaruhi oleh kondisi sistem mekanis dan hidrolik, terutama pada komponen kritis seperti *swing frame* dan *swing bearing* yang berfungsi sebagai penghubung antara *upper structure* dan *undercarriage*. Komponen ini berperan penting dalam menopang beban dan memungkinkan pergerakan rotasi selama operasi alat berlangsung.

Pada kondisi operasional di area berlumpur seperti di Site Tanjung Enim di PT.XYZ, sering terjadi penumpukan lumpur (*mud accumulation*) pada bagian bawah *swing frame*. Penumpukan lumpur tersebut menyebabkan proses inspeksi harian (*daily inspection*) menjadi tidak optimal karena akses ke komponen menjadi terbatas. Selain itu, pembersihan lumpur yang dilakukan secara manual memerlukan waktu yang cukup lama, yaitu sekitar 40–60 menit per unit, serta membutuhkan tenaga kerja tambahan dan penggunaan *water truck*.

Kondisi ini berdampak pada menurunnya efisiensi kegiatan *preventive maintenance*, meningkatnya waktu *downtime*, serta berpotensi menyebabkan terjadinya *unscheduled breakdown* akibat inspeksi yang tidak maksimal. Dalam jangka panjang, hal ini dapat mempengaruhi nilai *Physical Availability (PA)* alat dan meningkatkan biaya operasional perusahaan.

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas mengenai efisiensi *maintenance* dan penerapan sistem *self-cleaning* pada peralatan industri. Namun, penelitian yang secara khusus mengkaji penerapan sistem pembersihan otomatis (*mud remover*) pada area *swing frame* excavator serta pengaruhnya terhadap efisiensi waktu perawatan, *Physical Availability*, dan biaya *maintenance* masih terbatas.

Sebagai solusi dari permasalahan tersebut, dilakukan inovasi berupa modifikasi *Mud Remover* yang dipasang pada bagian bawah *swing frame*. Alat ini dirancang untuk bekerja secara otomatis dengan memanfaatkan gaya sentrifugal saat

© 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

excavator melakukan gerakan *swing*, sehingga lumpur dapat terbuang tanpa perlu pembersihan manual. Jika permasalahan ini tidak ditangani, maka akan terus terjadi pemborosan waktu maintenance dan potensi kerusakan komponen kritis. Hingga saat ini, belum banyak penelitian terapan yang secara kuantitatif menganalisis pengaruh penerapan sistem pembersihan otomatis *(self-cleaning system)* berbasis gaya sentrifugal dan gravitasi pada *area swing frame excavator*, khususnya terhadap efisiensi perawatan dan *Physical Availability*..

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh modifikasi *Mud Remover on Swing Frame* terhadap efisiensi waktu pembersihan, peningkatan *Physical Availability*, serta pengurangan biaya *maintenance* pada excavator CAT 320 di Site Tanjung Enim di PT.XYZ.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh modifikasi *Mud Remover* terhadap efisiensi waktu pembersihan pada area *swing frame* excavator CAT 320?
2. Bagaimana pengaruh modifikasi *Mud Remover* terhadap nilai *Physical Availability (PA)* excavator CAT 320?
3. Bagaimana pengaruh modifikasi *Mud Remover* terhadap biaya *maintenance* excavator CAT 320?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini terarah dan fokus, maka batasan masalah ditetapkan sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada 2 unit excavator CAT 320 di Site Tanjung Enim di PT.XYZ.
2. Penelitian tidak membahas analisis kekuatan material, umur lelah (fatigue), maupun analisis tegangan struktur secara numerik.
3. Pembahasan desain Mud Remover dibatasi pada aspek bentuk, pemasangan, dan prinsip kerja secara deskriptif.
4. Penelitian tidak membahas pengaruh modifikasi terhadap konsumsi bahan bakar dan produktivitas alat.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis pengaruh modifikasi *Mud Remover* terhadap penurunan waktu pembersihan.
2. Menganalisis peningkatan *Physical Availability (PA)* setelah penerapan modifikasi.

© 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

3. Menganalisis pengaruh modifikasi terhadap penghematan biaya *maintenance*.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. **Bagi Perusahaan:**
   - Mengurangi waktu pembersihan manual dan meningkatkan efektivitas *daily inspection*.
   - Menurunkan biaya perawatan harian akibat penumpukan lumpur.
   - Menjaga ketersediaan alat (*Physical Availability*)
2. **Bagi Akademisi dan Mahasiswa:**
   - Memberikan contoh penerapan teori mekanika dan desain dalam konteks pemeliharaan alat berat.
   - Menjadi referensi penelitian inovatif di bidang *maintenance improvement* dan efisiensi alat berat.
3. **Bagi Peneliti Selanjutnya:**

   Menjadi dasar untuk pengembangan sistem pembersihan otomatis pada tipe dan ukuran alat berat lainnya.
4. **Signifikansi Penelitian**

   Penelitian ini memiliki signifikansi dalam pengembangan metode *maintenance* alat berat, khususnya dalam penerapan sistem *self-cleaning* pada komponen struktural excavator. Selain itu, penelitian ini memberikan kontribusi praktis bagi industri dalam meningkatkan efisiensi operasional dan menurunkan biaya perawatan melalui inovasi sederhana namun efektif.

1.6 Sistematika Penulisan Proposal

1. **BAB I Pendahuluan**

   Berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, dan batasan penelitian.
2. **BAB II Tinjauan Pustaka**

   Membahas teori-teori yang mendasari penelitian seperti prinsip gaya sentrifugal, desain mekanis alat berat, efisiensi perawatan, dan teori *Physical Availability*.

© 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

3. **BAB III Metodologi Penelitian**

   Menjelaskan metode penelitian, alur kerja, pengumpulan dan analisis data, serta prosedur implementasi modifikasi alat.

4. **BAB IV Hasil dan Pembahasan**

   Menampilkan hasil pengujian, perbandingan kondisi *before–after*, dan pembahasan efektivitas modifikasi.

5. **BAB V Kesimpulan dan Saran**

   Menyajikan kesimpulan akhir serta saran untuk pengembangan inovasi lebih lanjut.

© 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

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan terhadap implementasi modifikasi *Mud Remover* pada *swing frame* excavator CAT 320 di Site Tanjung Enim di PT.XYZ, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengaruh modifikasi Mud Remover terhadap efisiensi waktu pembersihan dan inspeksi pada area swing frame Excavator CAT 320.
   Modifikasi *Mud Remover* terbukti mampu meningkatkan efisiensi kegiatan perawatan dengan mengurangi penumpukan lumpur pada area *swing frame*. Sebelum modifikasi, rata-rata waktu *daily inspection* mencapai 46 menit per unit karena diperlukan proses pembersihan lumpur secara manual terlebih dahulu. Setelah pemasangan *Mud Remover*, rata-rata waktu *daily inspection* menurun menjadi 10 menit per unit. Dengan demikian, diperoleh efisiensi waktu sebesar 78,26%, sehingga kegiatan inspeksi dapat dilakukan lebih cepat dan lebih efektif.
2. Pengaruh modifikasi Mud Remover terhadap nilai Physical Availability (PA) Excavator CAT 320.
   Implementasi *Mud Remover* memberikan pengaruh positif terhadap *Physical Availability* (PA) excavator. Nilai PA rata-rata meningkat dari 93,8% pada periode sebelum modifikasi menjadi 95,5% setelah modifikasi. Meskipun peningkatan yang terjadi hanya sekitar 1,7%, hasil tersebut menunjukkan bahwa modifikasi mampu mendukung pelaksanaan *preventive maintenance* yang lebih efektif, meningkatkan kemudahan inspeksi, serta membantu menjaga kestabilan tingkat ketersediaan alat dalam mendukung kegiatan operasional.
3. Pengaruh modifikasi Mud Remover terhadap biaya maintenance Excavator CAT 320.
   Modifikasi *Mud Remover* memberikan manfaat ekonomis melalui pengurangan waktu kerja dan peningkatan efisiensi penggunaan tenaga kerja dalam kegiatan inspeksi. Kebutuhan tenaga kerja menurun dari 92 *man-minutes* menjadi 20 *man-minutes* atau meningkat efisiensinya sebesar 78,26%. Selain itu, biaya investasi pemasangan *Mud Remover* sebesar sekitar Rp4.500.000 per unit jauh lebih kecil dibandingkan potensi biaya kerusakan komponen *swing frame* dan *swing bearing* yang dapat mencapai Rp579.215.154. Oleh karena itu, modifikasi *Mud Remover* dapat dinyatakan layak diterapkan karena memberikan

© 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

manfaat operasional dan ekonomi yang lebih besar dibandingkan biaya implementasinya.

Secara keseluruhan, modifikasi *Mud Remover* pada *swing frame* Excavator CAT 320 terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi kegiatan perawatan, membantu menjaga *Physical Availability* alat, serta memberikan manfaat ekonomis bagi perusahaan melalui penerapan solusi *low cost–high impact*.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan lebih lanjut sebagai berikut:

1. Bagi Perusahaan

   Perusahaan disarankan untuk menerapkan modifikasi *Mud Remover* pada unit excavator lain yang beroperasi pada kondisi kerja berlumpur, mengingat modifikasi ini terbukti mampu mengurangi waktu inspeksi, meningkatkan efisiensi kegiatan *maintenance*, serta membantu menjaga kebersihan area *swing frame*.
2. Bagi Departemen Maintenance

   Departemen *maintenance* disarankan untuk memasukkan pemeriksaan kondisi *Mud Remover* ke dalam program *preventive maintenance* rutin guna memastikan komponen tetap berfungsi dengan baik dan tidak mengalami kerusakan selama operasi alat berlangsung.
3. Bagi Pengembangan Desain

   Perlu dilakukan pengembangan desain *Mud Remover* lebih lanjut dengan mempertimbangkan variasi bentuk, sudut kemiringan, jenis material, dan metode pemasangan agar efektivitas pembuangan lumpur dapat ditingkatkan serta umur pakai komponen menjadi lebih panjang.
4. Bagi Penelitian Selanjutnya

   Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan jumlah unit sampel yang lebih banyak dan periode pengamatan yang lebih panjang sehingga pengaruh modifikasi terhadap *Physical Availability*, keandalan alat (*reliability*), serta risiko *breakdown* dapat dianalisis secara lebih komprehensif.
5. Bagi Analisis Ekonomi

   Penelitian berikutnya dapat mengembangkan analisis ekonomi yang lebih mendalam dengan memasukkan komponen biaya tidak langsung seperti *lost production*, biaya *downtime*, dan potensi peningkatan produktivitas alat sehingga manfaat implementasi *Mud Remover* dapat dievaluasi secara lebih menyeluruh.
6. Bagi Pengembangan Inovasi Alat Berat

© 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

Konsep *self-cleaning system* yang digunakan pada penelitian ini dapat dikembangkan dan diaplikasikan pada komponen atau jenis alat berat lainnya yang memiliki permasalahan serupa terkait akumulasi lumpur atau material, sehingga dapat mendukung peningkatan efektivitas *maintenance* secara lebih luas

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

DAFTAR PUSTAKA

Ashby, M. F. (2011). Materials Selection in Mechanical Design (4th ed.). Butterworth-Heinemann.

Barnes, M. (1999). Earthmoving Equipment: Principles, Operation, and Productivity. McGraw-Hill.

Beer, F. P., & Johnston, E. R. (2013). Mechanics of Materials. McGraw-Hill Education.

Boardman, A. E., Greenberg, D. H., Vining, A. R., & Weimer, D. L. (2018). Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice (5th ed.). Cambridge University Press.

Budynas, R. G., & Nisbett, J. K. (2020). Shigley's Mechanical Engineering Design (11th ed.). McGraw-Hill Education.

Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2020). Materials Science and Engineering: An Introduction (10th ed.). John Wiley & Sons.

Caterpillar Inc. (2021). Operation and Maintenance Manual: CAT 320 Hydraulic Excavator. Caterpillar Inc.

Clement, E. N., Nkoi, B., & Isaac, O. E. (2019). Improving the Reliability of an Excavator Using Weibull Distribution Model. American Journal of Engineering Research, 8(2), 84–89.

Dhillon, B. S. (2006). Maintainability, Maintenance, and Reliability for Engineers. CRC Press.

Ebeling, C. E. (2019). An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering (2nd ed.). Waveland Press.

Gittinger, J. P. (1986). Analisis Ekonomi Proyek-Proyek Pertanian. Universitas Indonesia Press.

Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2017). Operations Management (12th ed.). Pearson Education.

Hibbeler, R. C. (2011). Engineering Mechanics: Statics and Dynamics. Pearson Education.

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

Iwarue, J. O. (2025). Impact of Preventive Maintenance Practices on Productivity. British Journal of Management and Marketing Studies, 8(1), 118–137.

Kumar, N., & Tewari, P. C. (2018). A Review on Reliability, Availability and Maintainability Approaches. Proceedings of the IEOM Conference.

Mishan, E. J., & Quah, E. (2020). Cost-Benefit Analysis (6th ed.). Routledge.

Mobley, R. K. (2002). An Introduction to Predictive Maintenance (2nd ed.). Butterworth-Heinemann.

Nakajima, S. (1988). Introduction to Total Productive Maintenance. Productivity Press.

Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). Methods, Standards, and Work Design (12th ed.). McGraw-Hill.

Odeyar, P., Apel, D. B., Hall, R., Zon, B., & Skrzypkowski, K. (2022). A Review of Reliability and Fault Analysis Methods for Heavy Equipment and Their Components Used in Mining. Energies, 15(17), 6263.

Palomino-Valles, A., Tokumori-Wong, M., Castro-Rangel, P., Raymundo-Ibañez, C., & Dominguez, F. (2020). TPM Maintenance Management Model Focused on Reliability That Enables the Increase of the Availability of Heavy Equipment in the Construction Sector. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 796.

Peurifoy, R. L., Schexnayder, C. J., Shapira, A., & Schmitt, R. L. (2018). Construction Planning, Equipment, and Methods (9th ed.). McGraw-Hill Education.

Rao, B. K. N. (1992). Handbook of Condition Monitoring. Elsevier.

Rochmanhadi. (1985). Alat-Alat Berat dan Penggunaannya. Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

Sedgwick, P. (2014). Before and After Study Designs. BMJ, 349, g5074.

Soeharto, I. (1995). Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional. Erlangga.

Sugiyono. (2011). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Alfabeta.

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

Sun, D., & Böhringer, K. F. (2019). Self-Cleaning Surfaces Engineering. Micromachines, 10(2).

Trivedi, K. S., & Bobbio, A. (2017). Reliability and Availability Engineering: Modeling, Analysis, and Applications. Cambridge University Press.

Wireman, T. (2008). Developing Performance Indicators for Managing Maintenance. Industrial Press.

Widiyanto, M. A. (2013). Statistika Terapan: Konsep dan Aplikasi dalam Penelitian Bidang Pendidikan, Psikologi, dan Ilmu Sosial Lainnya. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.

Ross, A., & Willson, V. L. (2017). Basic and Advanced Statistical Tests: Writing Results Sections and Creating Tables and Figures. Rotterdam: Sense Publishers.

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 1

Biodata Penulis

Nama	: Adrian Permana
Tempat Tanggal lahir	: Jakarta/15 November 1999
NIM	: 2502442015
Jurusan / Program Studi	: Teknik Mesin/Alat Berat
Alamat	: Villa Detik, Jorong Tanjung Haro, Nagari Sikabu-Kabu Tanjung Haro Padang Panjang, Kecamatan Luak, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat.
E-mail	: Adrianpermanaofficial@gmail.com
Riwayat pendidikan	: SDN 02 Payakumbuh SMPN 04 Payakumbuh SMAN 02 Payakumbuh D3 Teknik Alat Berat, Politeknik Negeri Padang

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 2

Gambar Kondisi Swing Frame Sebelum Modifikasi



Gambar Penumpukan Lumpur pada Swing Frame dibersihkan manual



Gambar Proses Inspection Sebelum Modifikasi



© 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

Gambar Kondisi Swing Frame Sesudah Modifikasi



Gambar Penumpukan Lumpur pada Swing Frame terbuang



Gambar Proses Inspection Sesudah Modifikasi

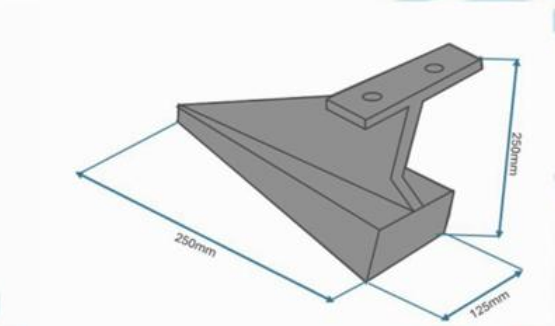


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

Gambar Desain Mud Remover



Gambar Mud Remover



Gambar Pemasangan Mud Remover

