© 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

ANALISIS PENGARUH PERKUATAN STRUKTUR *CUTTING EDGE BUCKET* TERHADAP UMUR PAKAI *BUCKET DIAPHRAGM WALL MACHINE* PADA PROYEK STASIUN ZHONGLI, TAIWAN MENGGUNAKAN *FINITE ELEMENT ANALYSIS* (FEA)

SKRIPSI

Oleh:
Gavriel Marcel Nicolaas Supit
NIM. 2202441037

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA
PEMELIHARAAN ALAT BERAT
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
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

ANALISIS PENGARUH PERKUATAN STRUKTUR *CUTTING EDGE BUCKET* TERHADAP UMUR PAKAI *BUCKET DIAPHRAGM WALL MACHINE* PADA PROYEK STASIUN ZHONGLI, TAIWAN MENGGUNAKAN *FINITE ELEMENT ANALYSIS* (FEA)

SKRIPSI

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, Jurusan Teknik Mesin

Oleh:
Gavriel Marcel Nicolaas Supit
NIM. 2202441037

SARJANA TERAPAN
PROGRAM STUDI
TEKNOLOGI REKAYASA PEMELIHARAAN ALAT BERAT
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2026

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH PERKUATAN STRUKTUR *CUTTING EDGE BUCKET* TERHADAP UMUR PAKAI *BUCKET DIAPHRAGM WALL MACHINE* PADA PROYEK STASIUN ZHONGLI, TAIWAN MENGGUNAKAN *FINITE ELEMENT ANALYSIS* (FEA)

Oleh:
Gavriel Marcel Nicolaas Supit
NIM. 2202441037

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1	Pembimbing 2
Muhammad Todaro, S.T., M.Tr.T.	Dedi Junaedi, S.S., M.Hum.
NIP. 199105012024061003	NIP. 197205022008121003

Kepala Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

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

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH PERKUATAN STRUKTUR *CUTTING EDGE BUCKET* TERHADAP UMUR PAKAI *BUCKET DIAPHRAGM WALL MACHINE* PADA PROYEK STASIUN ZHONGLI, TAIWAN MENGGUNAKAN *FINITE ELEMENT ANALYSIS* (FEA)

Oleh:
Gavriel Marcel Nicolaas Supit
NIM. 2202441037

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 09 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si. NIP. 197602252000121002	Ketua		
2.	Marwah Masruroh , S.Si., M.Sc. NIP. 199411022023212037	Anggota		
3.	Dedi Junaedi, S.S., M.Hum. NIP. 197205022008121003	Anggota		

Depok, ... 2026
Disahkan oleh:
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si.
NIP. 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 : Gavriel Marcel Nicolaas Supit

NIM : 2202441037

Program Studi : Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam 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 skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Taipei, Juni 2026



Gavriel Marcel Nicolaas Supit
NIM. 2202441037

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

Analisis Pengaruh Perkuatan Struktur *Cutting Edge Bucket* terhadap Umur Pakai *Bucket Diaphragm Wall Machine* pada Proyek Stasiun Zhongli, Taiwan Menggunakan *Finite Element Analysis* (FEA)

Gavriel Marcel Nicolaas Supit[1], Muhammad Todaro[1], Dedi Junaedi[1]

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: gavriel.marcell.nicolaas.supit.tm22@mhsw.pnj.ac.id

ABSTRAK

Kerusakan pada komponen bucket diaphragm wall machine merupakan permasalahan kritikal yang secara langsung memengaruhi efisiensi operasional dan umur pakai komponen, khususnya pada proyek dengan kondisi tanah yang relatif keras. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh perkuatan struktur *cutting edge* berupa penambahan plat NM400 terhadap umur pakai *bucket diaphragm wall machine* pada Proyek Stasiun Zhongli, Taiwan. Penambahan plat NM400 diharapkan dapat mengurangi laju keausan dan meningkatkan kekakuan struktur pada area *cutting edge*, sehingga umur pakai bucket dapat meningkat. Metodologi penelitian meliputi identifikasi permasalahan, studi literatur, observasi lapangan, pengukuran dimensi aktual bucket, dokumentasi visual, serta wawancara terstruktur dengan Kepala Mekanik dan Wakil Presiden Perusahaan X Taiwan untuk memperoleh data umur pakai sebelum dan sesudah modifikasi. Analisis struktural dilakukan menggunakan Finite Element Analysis (FEA) pada SOLIDWORKS Simulation dengan membandingkan nilai tegangan von Mises, displacement, dan factor of safety antara desain bucket sebelum dan sesudah modifikasi. Hasil simulasi menunjukkan bahwa penambahan plat NM400 menurunkan tegangan von Mises maksimum dari $6{,}536\times10^{6}$ N/m² menjadi $5{,}435\times10^{6}$ N/m² (16,8%), menurunkan displacement maksimum sebesar 53,3%, serta meningkatkan factor of safety dari 1,53 menjadi 1,84 (20,3%). Hasil tersebut menunjukkan peningkatan kekakuan dan keamanan struktur bucket setelah modifikasi. Data lapangan menunjukkan umur pakai bucket meningkat dari sekitar 6 bulan menjadi lebih dari 5 tahun atau sekitar 10 kali lebih lama dibandingkan kondisi sebelum modifikasi.

Kata Kunci: *Bucket*, *Diaphragm Wall Machine*, Perkuatan Struktur, *Finite Element Analysis*, Umur Pakai.

© 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

Analysis of the Effect of Cutting Edge Bucket Structural Reinforcement on the Service Life of a Diaphragm Wall Machine Bucket at the Zhongli Station Project, Taiwan, Based on Finite Element Analysis (FEA)

Gavriel Marcel Nicolaas Supit[1], Muhammad Todaro[1], Dedi Junaedi[1]

Applied Bachelor Program in Heavy Equipment Maintenance Engineering Technology, Department of Mechanical Engineering, Jakarta State Polytechnic, UI Campus Depok, 16424
Email: gavriel.marcell.nicolaas.supit.tm22@mhsw.pnj.ac.id

ABSTRACT

Damage to diaphragm wall machine *bucket components is a critical issue that directly affects operational efficiency and component service life, particularly in projects involving relatively hard soil conditions. This study aims to analyze the effect of* cutting edge *structural reinforcement through the addition of an NM400 wear plate on the service life of a* diaphragm wall machine *bucket used in the Zhongli Station Project, Taiwan. The addition of the NM400 plate is expected to reduce wear rates and increase structural stiffness in the* cutting edge *area, thereby extending the bucket's service life. The research methodology included problem identification, literature review, field observations, measurement of the bucket's actual dimensions, visual documentation, and structured interviews with the Chief Mechanic and Vice President of Company X Taiwan to obtain service life data before and after the modification. Structural analysis was conducted using* Finite Element Analysis *(*FEA*) in SOLIDWORKS Simulation by comparing the* von Mises *stress, displacement, and* factor of safety *values between the bucket design before and after modification. The simulation results showed that the addition of the NM400 plate reduced the maximum* von Mises *stress from 6.536 × 10⁶ N/m² to 5.435 × 10⁶ N/m² (16.8%), decreased the maximum displacement by 53.3%, and increased the* factor of safety *from 1.53 to 1.84 (20.3%). These results indicate an improvement in the structural stiffness and safety of the bucket after modification. Field data further revealed that the bucket service life increased from approximately 6 months to more than 5 years, representing an improvement of about ten times compared to the condition before modification.*

Keywords: *Bucket, Diaphragm Wall Machine, Structural Reinforcement, Finite Element Analysis, Service Life.*

© 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, karena atas rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Skripsi yang membahas mengenai analisis keausan pada komponen *bucket* ini disusun sebagai salah satu syarat akademis untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik pada Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta. Penulis menyadari bahwa keberhasilan dalam menyelesaikan penelitian ini tidak lepas dari bimbingan, arahan, bantuan, serta dukungan dari berbagai pihak.

Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. **Kedua Orang Tua Tercinta dan Keluarga**, terutama **Mama** dan **Mbadella**, selaku sistem pendukung nomor satu yang tiada hentinya memberikan kasih sayang, dukungan, serta doa tulus yang selalu menyertai setiap langkah dan pengorbanan luar biasa baik secara moril maupun materil demi kelancaran studi penulis dari awal hingga akhir.
2. **Bapak Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si.,** selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, atas fasilitas dan dukungan yang diberikan selama penulis menempuh pendidikan.
3. **Bapak Muhammad Todaro, S.T.,M.Tr.T.** selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat sekaligus Dosen Pembimbing Utama, yang telah meluangkan waktu dan dengan penuh kesabaran memberikan bimbingan, arahan, serta ilmu yang sangat berharga demi kesempurnaan skripsi ini.
4. **Bapak Dedi Junaedi, S.S., M.Hum** selaku Dosen Pembimbing Pendamping, terima kasih atas segala saran, kritik membangun, dan bimbingannya selama proses penyusunan tugas akhir ini.
5. Seluruh Dosen dan Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, yang telah membekali penulis dengan ilmu pengetahuan dan wawasan selama masa perkuliahan.

© 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

6. Pihak Manajemen Perusahaan X serta seluruh narasumber dan staf yang telah memberikan izin penelitian, bantuan data, serta meluangkan waktu untuk wawancara operasional selama proses pengumpulan data lapangan.
7. Tavita Halwa, yang selalu setia mendampingi, memberikan ruang untuk bertukar pikiran, meredam rasa lelah, serta menjadi penyemangat terbesar bagi penulis untuk terus konsisten melangkah menyelesaikan skripsi ini.
8. Teman-teman seperjuangan **Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat PNJ Angkatan 2022.** terima kasih atas kebersamaan, solidaritas, bantuan, dan cerita luar biasa yang telah kita lalui bersama.
9. Rekan-rekan, sahabat, dan seluruh sivitas akademika di **St. John's University Taiwan**, terima kasih atas pengalaman luar biasa, ilmu, serta memori berharga selama penulis menempuh program *double degree*.
10. Teman-teman dan rekan sejawat di **Gumi University Korea**, terima kasih atas kehangatan, dukungan, dan pengalaman global yang tak terlupakan selama penulis mengikuti program *student exchange*.
11. **Diri Sendiri**, terima kasih karena telah mampu bertahan, tidak menyerah melewati setiap proses yang melelahkan, dan terus berjuang dengan kuat hingga berada di titik ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknik alat berat.

Taipei, Juni 2026



Gavriel Marcel Nicolaas Supit
NIM. 2202441037

© 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 PERNYATAAN ORISINALITAS ..... *i*
ABSTRAK ..... *v*
ABSTRACT ..... *vi*
KATA PENGANTAR ..... *vii*
DAFTAR ISI ..... *ix*
DAFTAR GAMBAR ..... *ix*
DAFTAR TABEL ..... *x*
BAB I *1*
PENDAHULUAN *1*
1.1 Latar Belakang **1**
1.2 Identifikasi Masalah **3**
1.3 Rumusan Masalah **4**
1.4 Batasan Masalah **5**
1.5 Tujuan Penelitian **6**
1.6 Manfaat Penelitian **6**
1.7 Sistematika Penulisan **7**
BAB II *9*
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI *9*
2.1 *Diaphragm wall* **9**
2.2 *Diaphragm wall Machine* (DWM) **11**
2.2.1 Komponen Utama DWM 13
2.2.2 Fungsi *Bucket* dan Sistem Hidrolik 13
2.2.3 Sistem *Guide* dan Kontrol Vertikalitas 14
2.2.4 Interaksi Komponen DWM 14
2.3 *Bucket Diaphragm wall* **15**
2.3.1 Jenis *Bucket* 15
2.3.2 Mekanisme Buka-Tutup *Bucket* 16
2.3.3 Beban Kerja *Bucket* 17
2.3.4 Relevansi Data Lapangan 17
2.4 Material dan Perkuatan Struktur *Bucket* **18**
2.4.1 Jenis Baja 18
2.4.2 *Hard-Facing* dan *Welding* 19
2.4.3 Prinsip *Redesign* dan Perkuatan Struktur 19
2.4.4 Pengelasan SMAW sebagai Metode Penyambungan di Lapangan 20
2.5 Analisis Keausan Menggunakan simulasi *Finite Element Analysis* (FEA) **21**
2.5.1 Tegangan *Von Mises* 22
2.5.2 *Displacement* (Perpindahan/Deformasi) 23

© 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

2.5.3 *Factor of Safety* (Faktor Keamanan)....24
2.5.4 Gaya Normal (F)....25
2.6 Penelitian Terdahulu....26
BAB III....29
METODE PENELITIAN....29
3.1 Flowchart....29
3.2 Objek dan Lokasi Penelitian....30
3.2.1 Spesifikasi dan Dimensi Bucket....31
3.2.2 Identifikasi Titik Kritis dan Riwayat Keausan....34
3.2.3 kutipan wawancara....34
3.3 Verifikasi dan Validasi Data....35
3.3.1 Sumber Data Primer....35
3.3.2 Triangulasi Data....36
3.4 Data Penelitian....36
3.4.1 Data Primer....36
3.4.2 Data Sekunder....37
3.5 Metode Pengumpulan Data....37
3.5.1 Observasi Lapangan....38
3.5.2 Pengukuran Langsung....38
3.5.3 Dokumentasi Visual....38
3.5.4 Studi Dokumen....39
3.5.5 Wawancara Teknis....39
3.5.6 Triangulasi Data....39
3.6 Metode Analisis....40
3.6.1 Identifikasi Kondisi Eksisting *Bucket*....40
3.6.2 Identifikasi Titik Kritis Keausan....40
3.6.3 Estimasi Umur Pakai *Bucket*....41
3.6.4 Validasi Hasil Analisis....41
3.7 Alur Penelitian....42
BAB IV....44
ANALISIS DAN PEMBAHASAN....44
4.1 Analisis Modifikasi dan Perkuatan Struktur....44
4.1.1 Deskripsi Modifikasi....44
4.1.2 Dokumentasi Visual....45
4.1.3 Spesifikasi Titik Modifikasi....46
4.1.4 Justifikasi Teknis Pemilihan Titik Modifikasi....46
4.2 Analisis Beban Kerja *Bucket*....47
4.2.1 Parameter Operasional....47
4.2.2 Perhitungan Gaya Normal (F)....47
4.2.3 Ringkasan Parameter Beban Kerja....48
4.3 Analisis Pembanding dengan Metode Elemen Hingga....48
4.3.1 Asumsi dan Batasan Simulasi....48
4.3.2 Parameter dan Pengaturan Simulasi....49
4.3.3 Hasil Simulasi *Von Mises Stress*....50
4.3.4 Hasil Simulasi *Displacement* (Deformasi)....51
4.3.5 Hasil Simulasi *Factor of Safety*....52
4.3.6 Ringkasan Perbandingan....53
4.4 Validitas Hasil Simulasi FEA....53

© 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

4.4.1 Kontribusi Hasil FEA terhadap Pemahaman Perilaku Struktural 53
4.4.2 Efektivitas Modifikasi terhadap Permasalahan Desain Awal 54

BAB V ***56***

KESIMPULAN DAN SARAN ***56***

5.1 Kesimpulan **56**

5.2 Saran **57**

LAMPIRAN ***59***

Lampiran 1 Spesifikasi *bucket datasheet* LK80-150-2.8M **59**

Lampiran 2 Spesifikasi Hitachi SCX 900-2 ..... **60**

Lampiran 3 Foto Proyek stasiun Zhongli, Taiwan. **64**

Lampiran 4 foto Pengukuran *Bucket* **65**

Lampiran 5 dokumentasi wawancara **68**

Lampiran 6 Daftar Riwayat Hidup **69**

DAFTAR PUSTAKA ***70***

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 Konstruksi Proyek Stasiun Zhongli, Taiwan 9
Gambar 2.2 Diaphragm wall Machine 11
Gambar 2.3 Bucket Diaphragm wall Machine 15
Gambar 3.1 Proyek Stasiun Zhongli, Taiwan..... 30
Gambar 4.1 Drawing bucket (tampak 3D) 33
Gambar 4.2 Drawing bucket (tampak depan)..... 33
Gambar 4.3 Drawing bucket (tampak samping)..... 33
Gambar 4.4 Arsiran bucket yang dimodifikasi..... 44
Gambar 4.5 Contoh detail bucket sebelum modifikasi 45
Gambar 4.6 detail bucket setelah modifikasi 45
Gambar 4.7 detail drawing bucket..... 45
Gambar 4.8 Desain 1 Von Mises Stress 50
Gambar 4.9 Desain 2 Von Mises Stress 50
Gambar 4.10 Desain 1 Displacement 51
Gambar 4.11 Desain 2 Displacement 51
Gambar 4.12 Desain 1 Factor of Safety 52
Gambar 4.13 Desain 2 Factor of Safety 52

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 TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi bucket 32
Tabel 3.2 Spesifikasi titik modifikasi 34
Tabel 3.3 Triangulasi sumber data 36
Tabel 4.1 Spesifikasi modifikasi pada cutting edge 46
Tabel 4.2 Parameter operasional bucket 47
Tabel 4.3 Ringkasan parameter beban kerja 48
Tabel 4.4 Parameter simulasi FEA 49
Tabel 4.5 Hasil simulasi tegangan von Mises 50
Tabel 4.6 Hasil simulasi displacement 51
Tabel 4.7 Hasil simulasi factor of safety 52
Tabel 4.8 Ringkasan perbandingan hasil simulasi FEA 53

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

Perkembangan proyek konstruksi berskala besar, khususnya pembangunan infrastruktur transportasi bawah tanah di kawasan perkotaan, menuntut penggunaan alat berat dengan tingkat keandalan dan kesesuaian operasi yang tinggi. Salah satu pekerjaan utama dalam pembangunan stasiun bawah tanah adalah pembuatan *diaphragm wall*, yang memerlukan peralatan khusus dengan kemampuan kerja berat dan berulang dalam kondisi lapangan yang kompleks.

Pada Proyek Stasiun Zhongli, Taiwan, pekerjaan *diaphragm wall* dilaksanakan menggunakan *Diaphragm Wall Machine* (DWM) tipe *clamshell/grab bucket* produksi LK (Ling Ki Co., Taiwan), dengan model acuan LK80-150-2.8M. Komponen kerja utama berupa *bucket* menerima beban mekanis secara langsung selama proses penggalian dan pengangkatan material tanah, sehingga menjadi komponen yang paling kritis terhadap keausan dan kerusakan selama operasi.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa permasalahan keausan dan ketahanan struktur *bucket* masih menjadi perhatian dalam pengoperasian alat berat. Ismail et al. (2020) menemukan bahwa karakteristik material memiliki pengaruh signifikan terhadap laju keausan abrasif pada *bucket tooth excavator* sehingga pemilihan material tahan aus menjadi faktor penting dalam memperpanjang umur pakai komponen. Rahman et al. (2022) menunjukkan bahwa modifikasi desain *bucket excavator* mampu menurunkan konsentrasi tegangan dan meningkatkan performa struktural berdasarkan analisis elemen hingga (*Finite Element Analysis*/*FEA*). Selain itu, Wang et al. (2020) melaporkan bahwa baja tahan aus NM400 memiliki kombinasi kekerasan dan ketangguhan yang baik sehingga efektif digunakan pada lingkungan kerja dengan tingkat abrasi tinggi. Meskipun demikian, penelitian-penelitian tersebut masih berfokus pada *bucket excavator* dan **belum secara khusus** mengkaji pengaruh perkuatan struktur *cutting edge* terhadap umur pakai bucket *diaphragm wall machine* berdasarkan kombinasi analisis *FEA* dan

© 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

data lapangan aktual. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengisi kesenjangan penelitian tersebut melalui studi kasus pada Proyek Stasiun Zhongli, Taiwan.

Berdasarkan observasi lapangan dan informasi yang diperoleh dari pihak Perusahaan X Taiwan selaku pemilik dan operator unit, ditemukan bahwa *bucket* DWM mengalami keausan berulang pada area *cutting edge* (bagian bawah *bucket* yang bersentuhan langsung dengan tanah). Material dasar *bucket* yang berupa baja NM400 mengalami pengikisan akibat gesekan abrasif dengan tanah yang memiliki karakteristik kepadatan dan kekerasan relatif tinggi di lokasi proyek. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pihak Perusahaan X telah menerapkan solusi praktis berupa penambahan plat penguat (NM400) pada area *cutting edge* melalui proses pengelasan, yang berfungsi sebagai lapisan korban (*sacrificial layer*) guna melindungi material dasar *bucket* dari keausan langsung.

Modifikasi tersebut telah diterapkan secara rutin oleh Perusahaan X sebagai bagian dari prosedur perawatan standar, namun belum pernah dianalisis secara teknis dan ilmiah mengenai efektivitasnya terhadap peningkatan umur pakai *bucket*. Oleh karena itu, diperlukan suatu kajian teknis untuk menganalisis pengaruh modifikasi tersebut terhadap umur pakai *bucket*, baik dari sisi ketahanan terhadap keausan abrasif maupun dari sisi performa struktural.

Penelitian ini difokuskan pada analisis pengaruh modifikasi bucket berupa penambahan plat penguat pada area *cutting edge* terhadap umur pakai *bucket diaphragm wall machine* pada Proyek Stasiun Zhongli, Taiwan. Analisis dilakukan menggunakan metode *Finite Element Analysis* (*FEA*) untuk mengevaluasi respons struktural bucket sebelum dan sesudah modifikasi melalui parameter tegangan *von Mises*, *displacement*, dan *factor of safety*. Metode *FEA* dipilih karena mampu memprediksi distribusi tegangan, deformasi, serta tingkat keamanan struktur secara numerik tanpa memerlukan pengujian langsung yang berisiko mengganggu operasi alat di lapangan. Dengan demikian, efektivitas modifikasi dapat dievaluasi secara lebih efisien sebelum dikaitkan dengan data umur pakai aktual yang diperoleh dari hasil observasi dan wawancara lapangan.

© 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

Dengan menggunakan data primer dari wawancara terhadap pihak Perusahaan X Taiwan, pengukuran dimensi lapangan, dokumentasi visual, serta data spesifikasi teknis dari *datasheet* produsen, penelitian ini diharapkan dapat memberikan analisis teknis yang valid mengenai efektivitas modifikasi yang telah diterapkan, serta menjadi referensi bagi perencanaan perawatan *bucket* DWM pada proyek dengan kondisi kerja serupa.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan hasil observasi lapangan dan wawancara dengan pihak Perusahaan X Taiwan pada pelaksanaan pekerjaan *diaphragm wall* di Proyek Stasiun Zhongli, Taiwan, dapat diidentifikasi sejumlah permasalahan teknis yang berkaitan langsung dengan umur pakai *bucket* DWM, yang menjadi dasar dilakukannya penelitian ini.

Permasalahan utama yang teridentifikasi adalah kerusakan berlebih pada area *cutting edge bucket*, yaitu bagian yang bersentuhan dan bergesekan langsung dengan tanah selama proses penggalian. Berdasarkan keterangan Kepala Mekanik Perusahaan X Taiwan, tanpa adanya perkuatan tambahan, material dasar *bucket* (NM400, tebal 4 cm) pada kondisi tanah keras hanya dapat bertahan sekitar 6 bulan sebelum tergerus habis. Keausan ini secara langsung mengurangi ketebalan efektif material, sehingga mempercepat terjadinya kegagalan fungsi pada komponen *bucket*.

Karakteristik tanah pada Proyek Stasiun Zhongli yang relatif keras menjadi faktor utama yang memengaruhi tingginya laju keausan tersebut. Kondisi ini menyebabkan *bucket* menerima gaya gesek abrasif yang tinggi secara berulang selama proses penggalian pada kedalaman panel hingga 26 meter, sehingga material pada titik kontak utama (*cutting edge*) mengalami pengikisan yang signifikan dibandingkan bagian *bucket* lainnya.

Sebagai respons terhadap permasalahan tersebut, pihak Perusahaan X telah menerapkan modifikasi berupa penambahan plat penguat NM400 pada area *cutting edge* melalui pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*). Modifikasi ini telah diterapkan secara rutin selama bertahun-tahun berdasarkan pengalaman teknis

© 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

di lapangan, namun **belum pernah dievaluasi secara ilmiah** menggunakan pendekatan analisis keausan maupun analisis struktural, sehingga efektivitasnya belum dapat dikuantifikasi maupun dijadikan dasar perencanaan perawatan yang terstandardisasi.

Ketidaktersediaan dokumentasi teknis resmi (seperti *drawing* dan data riwayat perawatan tertulis) terkait kondisi *bucket* sebelum modifikasi juga menjadi permasalahan tersendiri, yang menyebabkan evaluasi efektivitas modifikasi harus direkonstruksi melalui data primer wawancara, pengukuran lapangan, dan triangulasi dengan dokumentasi visual.

Berdasarkan identifikasi permasalahan tersebut, diperlukan suatu kajian teknis yang berfokus pada analisis pengaruh modifikasi *bucket* terhadap umur pakai, menggunakan pendekatan analisis struktural pembanding (FEA) guna memberikan dasar evaluasi teknis yang dapat dipertanggungjawabkan terhadap praktik perawatan yang telah diterapkan Perusahaan X Taiwan di Proyek Stasiun Zhongli.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Di mana lokasi titik kritis keausan yang dominan terjadi pada *bucket diaphragm wall machine* berdasarkan kondisi operasi aktual di Proyek Stasiun Zhongli, Taiwan?
2. Bagaimana pengaruh penambahan plat penguat NM400 pada area *cutting edge* terhadap respons struktural *bucket* berdasarkan hasil simulasi *Finite Element Analysis* (FEA)?
3. Seberapa besar peningkatan umur pakai *bucket* yang dihasilkan dari penerapan sistem modifikasi plat penguat (*sacrificial layer*) berdasarkan data lapangan dan hasil simulasi FEA?

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

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini memiliki ruang lingkup yang jelas dan terfokus, maka ditetapkan beberapa batasan masalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini tidak membahas desain maupun sistem kerja *Diaphragm Wall Machine* (DWM) secara keseluruhan, termasuk sistem hidrolik, *hoisting system*, dan sistem *attachment* pada *crawler crane*. DWM diperlakukan sebagai sistem yang telah berfungsi normal, dengan fokus penelitian diarahkan secara spesifik pada komponen *bucket*.
2. Penelitian ini tidak membahas desain internal maupun sistem kerja *proprietary* dari DWM yang dikembangkan oleh produsen LK Taiwan, maupun kebijakan teknis dan operasional internal Perusahaan X Taiwan secara menyeluruh. Pembahasan dibatasi hanya pada aspek teknis yang dapat dianalisis secara terbuka berdasarkan observasi lapangan, wawancara, dan dokumentasi yang tersedia.
3. Penelitian ini menyertakan simulasi *Finite Element Analysis* (FEA) sebagai **analisis pembanding/pendukung**, yang bertujuan untuk mengevaluasi kecenderungan perubahan respons struktural (tegangan dan deformasi) akibat modifikasi, bukan sebagai analisis struktural presisi tinggi untuk keperluan desain rekayasa.
4. Penelitian dibatasi pada satu titik modifikasi yang telah diterapkan secara aktual oleh Perusahaan X Taiwan, yaitu penambahan plat penguat NM400 pada area *cutting edge*, tanpa membahas kemungkinan titik modifikasi lain maupun perubahan desain geometri *bucket* secara keseluruhan.
5. Data dimensi dan spesifikasi teknis *bucket* yang digunakan merupakan kombinasi antara hasil pengukuran lapangan dan data resmi datasheet produsen (LK80-150-2.8M), mengingat keterbatasan akses terhadap *drawing* teknis resmi dari perusahaan.
6. Pembahasan kesesuaian operasi dibatasi pada aspek teknis (ketahanan terhadap keausan dan performa struktural), tanpa membahas aspek ekonomi proyek secara rinci.

© 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

1.5 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh modifikasi *bucket* (penambahan plat penguat) terhadap peningkatan umur pakai *bucket diaphragm wall machine* pada Proyek Stasiun Zhongli, Taiwan, berdasarkan kondisi operasi aktual di lapangan sebagai studi kasus penerapan alat berat pada pekerjaan galian dalam.

Secara khusus, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi area kritis yang mengalami keausan pada *bucket diaphragm wall machine* berdasarkan observasi lapangan, kondisi operasi, dan hasil wawancara dengan pihak Perusahaan X Taiwan.
2. Mengevaluasi pengaruh penambahan plat NM400 terhadap respons struktural *bucket diaphragm wall machine* menggunakan simulasi *Finite Element Analysis* (*FEA*) melalui parameter tegangan *von Mises*, *displacement*, dan *factor of safety*.
3. Menganalisis pengaruh penambahan plat NM400 terhadap umur pakai *bucket diaphragm wall machine* berdasarkan perbandingan data umur pakai sebelum dan sesudah modifikasi yang diperoleh dari hasil wawancara dan observasi lapangan.

Dengan tercapainya tujuan tersebut, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teknis dalam evaluasi efektivitas praktik modifikasi dan perkuatan *bucket diaphragm wall machine* yang telah diterapkan di lapangan, serta menjadi dasar bagi perencanaan interval perawatan yang lebih terstandardisasi.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari pelaksanaan penelitian ini dapat ditinjau dari tiga aspek, yaitu manfaat teknis, manfaat praktis, dan manfaat akademik.

1. **Dari aspek teknis**, penelitian ini diharapkan mampu memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai mekanisme keausan abrasif pada *bucket diaphragm wall* dalam kondisi kerja aktual di lapangan.

© 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

Analisis menggunakan FEA diharapkan dapat menjadi dasar dalam mengevaluasi efektivitas perkuatan struktur terhadap ketahanan keausan dan performa struktural *bucket*.

2. **Dari aspek praktis**, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang aplikatif bagi Perusahaan X Taiwan dan perusahaan sejenis yang terlibat dalam pekerjaan *diaphragm wall*. Hasil evaluasi diharapkan dapat menjadi dasar penyusunan interval perawatan (penggantian plat tambahan) yang lebih terstandardisasi, sehingga dapat mengurangi frekuensi kerusakan tak terduga dan menekan waktu henti alat (*downtime*).
3. **Dari aspek akademik**, penelitian ini diharapkan dapat memperkaya khasanah keilmuan di bidang Teknik Mesin, khususnya dalam modifikasi struktur komponen alat berat. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan analisis keausan abrasif dan evaluasi praktik perawatan alat berat berbasis data lapangan.
4. Penulisan skripsi ini disusun secara sistematis ke dalam beberapa bab dengan tujuan untuk memudahkan pemahaman terhadap alur pembahasan dan hasil penelitian.

1.7 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut.

5. **Bab I Pendahuluan** memuat latar belakang penelitian, identifikasi masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.
6. **Bab II Tinjauan Pustaka** berisi landasan teori dan kajian pustaka yang berkaitan dengan *diaphragm wall machine*, *bucket diaphragm wall*, prinsip *Finite Element Analysis* (FEA), serta konsep pengelasan SMAW.
7. **Bab III Metodologi Penelitian** menjelaskan tahapan dan metode penelitian yang digunakan, meliputi pengumpulan data lapangan (wawancara dan pengukuran), serta prosedur simulasi FEA.
8. **Bab IV Analisis dan Pembahasan** menyajikan hasil analisis terhadap kondisi *bucket* eksisting, analisis modifikasi, perhitungan keausan

menggunakan hasil simulasi FEA, serta pembahasan yang mengintegrasikan kedua metode analisis tersebut.

9. **Bab V Kesimpulan dan Saran** memuat kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian serta saran-saran yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk pengembangan atau penelitian lanjutan di masa mendatang.

© 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

© 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 analisis dan pembahasan yang telah diuraikan pada Bab IV, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Lokasi titik kritis keausan pada *bucket diaphragm wall machine* yang digunakan pada Proyek Stasiun Zhongli, Taiwan teridentifikasi pada area *cutting edge*, yaitu bagian bawah *bucket* yang dilengkapi gigi penggalian dan bersentuhan langsung dengan tanah selama proses penggalian. Temuan ini diperoleh secara konsisten dari hasil wawancara dengan Kepala Mekanik Perusahaan X Taiwan dan diperkuat oleh dokumentasi visual berupa pola goresan abrasif (*scratch marks*) yang terkonsentrasi pada area tersebut, serta triangulasi data antar sumber (Subbab 3.3.2).
2. Hasil simulasi *Finite Element Analysis* (*FEA*) menunjukkan bahwa penambahan plat penguat NM400 pada area *cutting edge* memberikan pengaruh positif terhadap perilaku struktural *bucket*. Tegangan *von Mises* maksimum menurun dari $6{,}536 \times 10^{6}$ N/m² pada desain tanpa plat penguat menjadi $5{,}435 \times 10^{6}$ N/m² pada desain dengan plat penguat atau mengalami penurunan sebesar **16,8%**, dan masih berada di bawah batas luluh material NM400 sehingga struktur tetap berada pada kondisi aman. Selain itu, nilai *displacement* maksimum mengalami penurunan dari $9{,}524 \times 10^{-2}$ mm menjadi $4{,}448 \times 10^{-2}$ mm atau sebesar **53,3%**, yang menunjukkan peningkatan kekakuan struktur setelah modifikasi. Nilai *factor of safety* juga meningkat dari 1,53 menjadi 1,84 atau sebesar **20,3%**, menandakan bahwa *bucket* memiliki tingkat keamanan yang lebih baik dalam menerima beban operasional dibandingkan kondisi sebelum modifikasi.
3. Berdasarkan hasil simulasi FEA dan data lapangan yang diperoleh melalui wawancara teknis, modifikasi berupa penambahan plat penguat NM400 pada area *cutting edge* terbukti efektif sebagai metode perkuatan struktur dan perlindungan terhadap keausan. Sistem *sacrificial layer* yang diterapkan mampu memperpanjang umur pakai *bucket* dari sekitar 6 bulan

© 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

pada kondisi tanpa modifikasi menjadi lebih dari 5 tahun dengan penggantian plat tambahan secara berkala, sehingga meningkatkan keandalan dan keberlangsungan operasi *diaphragm wall machine*.

Penelitian ini berhasil menjawab permasalahan ketidaksesuaian desain awal *bucket* terhadap karakteristik tanah pada Proyek Stasiun Zhongli yang relatif keras. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan plat pada area kritis merupakan solusi yang efektif, baik dari sisi peningkatan ketahanan terhadap keausan berdasarkan data primer lapangan maupun dari sisi peningkatan performa struktural berdasarkan hasil simulasi FEA. Peningkatan umur pakai pada penelitian ini dikonfirmasi melalui observasi lapangan dan wawancara dengan pihak terkait, sedangkan hasil simulasi FEA digunakan untuk menjelaskan perubahan perilaku struktur akibat modifikasi yang dilakukan dan bukan untuk memprediksi umur pakai secara langsung. Oleh karena itu, modifikasi ini dapat menjadi alternatif solusi yang praktis dan ekonomis tanpa memerlukan perubahan material dasar maupun perancangan ulang struktur *bucket* secara keseluruhan.

5.2 Saran

Bagi Perusahaan (Perusahaan X Taiwan):

1. Interval penggantian plat tambahan pada area *cutting edge* disarankan dilakukan secara terjadwal setiap ±1.440 jam *hour meter* (±6 bulan) pada kondisi tanah keras, dan dapat diperpanjang hingga 2–3 tahun pada kondisi tanah normal, sesuai dengan hasil validasi penelitian ini.
2. Disarankan untuk mulai melakukan **pencatatan riwayat perawatan (*maintenance log*)** secara tertulis dan terstruktur termasuk pencatatan *hour meter* untuk setiap komponen kritis seperti *bucket*, guna mempermudah evaluasi performa dan perencanaan perawatan di masa mendatang.
3. Penerapan sistem *sacrificial layer* sejenis dapat dipertimbangkan untuk diterapkan pada komponen lain yang mengalami kerusakan serupa.
4. Disarankan untuk melakukan evaluasi berkala terhadap kondisi *cutting edge* dan plat penguat NM400 melalui inspeksi visual maupun pengukuran ketebalan material secara periodik. Langkah ini bertujuan untuk memantau

© 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

tingkat keausan yang terjadi sehingga penggantian komponen dapat dilakukan sebelum kerusakan mencapai struktur utama bucket.

Bagi Penelitian Selanjutnya:

1. Disarankan dilakukan pengukuran langsung terhadap parameter operasional (jumlah siklus kerja aktual, densitas tanah lokasi proyek) untuk meningkatkan akurasi perhitungan dibandingkan dengan pendekatan estimasi yang digunakan pada penelitian ini.
2. Disarankan dilakukan pengujian kekerasan material secara langsung (uji *Brinell* atau *Vickers*) pada material *bucket* dan plat tambahan untuk menggantikan nilai literatur yang digunakan pada penelitian ini.
3. Penelitian lanjutan dapat dilakukan dengan menambah jumlah dan variasi narasumber wawancara untuk memperkuat triangulasi data primer.
4. Penelitian selanjutnya dapat mengintegrasikan hasil analisis struktur dengan metode *machine learning* untuk memprediksi umur pakai dan tingkat keausan komponen secara lebih akurat berdasarkan data operasional aktual, kondisi lingkungan kerja, serta riwayat kerusakan. Pendekatan ini berpotensi mendukung pengambilan keputusan pemeliharaan berbasis prediksi (*predictive maintenance*) pada peralatan konstruksi.

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

Lampiran 1 Spesifikasi *bucket datasheet* LK80-150-2.8M

	型式/諸元	LK80-150-2.8M				
動力箱規格	正常操作壓力(kg/cm²)	130(開斗) 180(閉斗) (最高 200)				
	主幫浦(流量)	川崎 K3V-180 1800 轉 300ℓ				
	主引擎馬力 PS(KW)	ISUZU 6BG1T 柴油引擎 150PS(110KW)				
	油管操縱器幫浦壓力(流量)	最高 210 kg/cm²(50ℓ)				
	電線操縱器幫浦壓力(流量)	最高 210 kg/cm²(30ℓ)				
	油管捲輪馬達	OMR 250				
	電線捲輪馬達	OMR 160				
	柴油箱容量	400ℓ				
	液壓油箱容量(規格)	700ℓ (AW-46)				
	液壓軟管	ID 1 1/4 × 80M ×2				
	操作電源	24DC				
	傾斜感測裝置(方向)	X±3° Y±3°				
	動力箱(長、寬、高)(mm)	L4350*W2180*H1830				
	動力箱重量(TON)	4.6T				
機體規格	壁厚(m/m)	800	900	1000	1200	1500
	抓斗重量(TON)	2.3	3	3.4	3.9	5.4
	抓斗容量(m³)	0.8	0.9	1.0	1.26	1.62
	抓斗全體重量	21.8	22.3	23.4	24.1	26.2
	加裝配重(選配)2T	23.8	24.3	25.5	26.1	28.2
	開啟時高度(m/m)	7030				
	閉合時高度(m/m)	8080				
	開啟時含齒斗寬(m/m)	2800				
	閉合時機體寬(m/m)	2100				
	精度修正(方向)	X±2° Y±3°				
	前後導板行程(m/m)	70				
	左右導板行程(m/m)	140				
	導板、偏斜器電線	100M(2.0cm²*12C)				
	支撐鋼索(m/m)	φ26-30x2				
	油壓缸數	1x2				
	油壓缸挖掘出力(TON)	180 kg/cm² 190T				
	全開時間 / 全關時間	約 8 秒 / 約 11 秒				
	最大挖掘深度	60M(選配)油管及電線加長可至 80M				

◎以實物為主◎



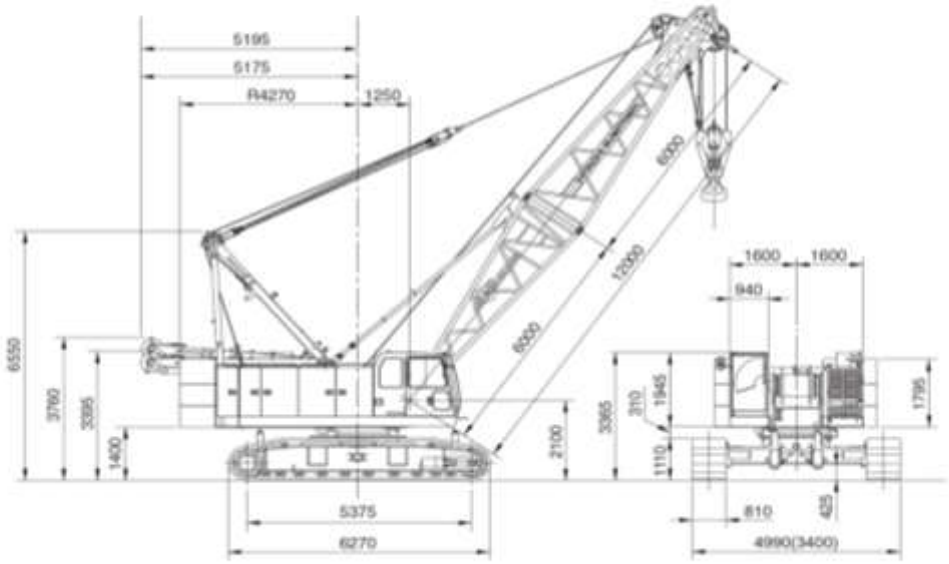
凌基企業工程有限公司
高雄市大寮區鳳林二路 32 巷 128 號
電話：(07)787-2108

© Hak Cipta 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 Spesifikasi Hitachi SCX 900-2

General Dimensions



(in mm)

POLITEKNIK

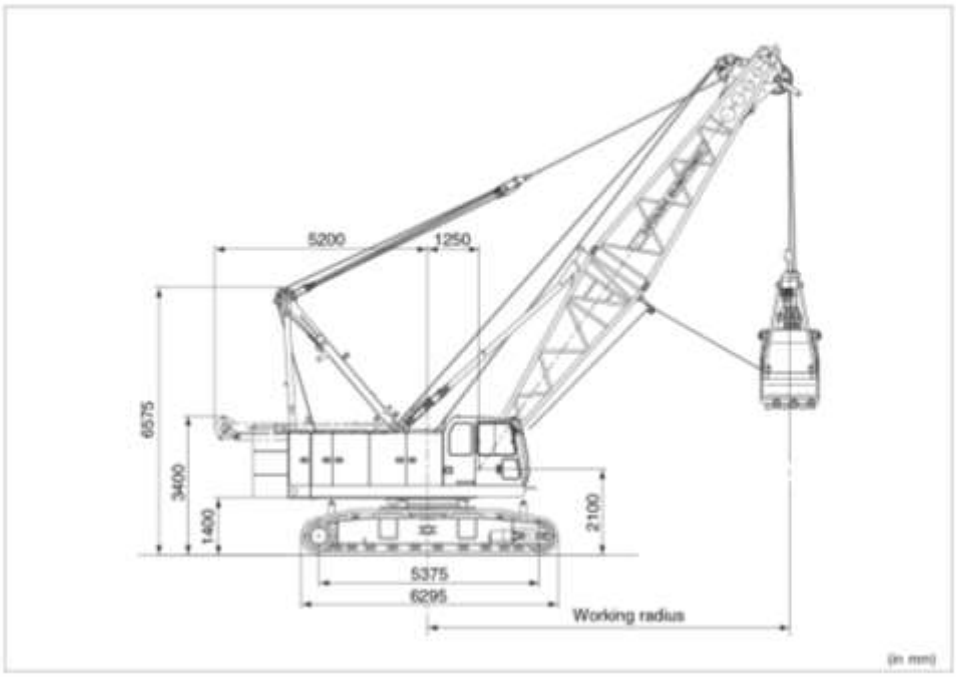
■LIFTCRANE CAPACITIES:

Boom length (m) / Working radius (m)	12.0	15.0	18.0	21.0	24.0	27.0	30.0	33.0	36.0	39.0	42.0	45.0	48.0	51.0	54.0	57.0	60.0
4.0	90.00																
4.5	81.95	78.55															
5.0	72.80	68.75	65.95/5.1														
5.5	64.35	61.05	58.10	54.35/5.8													
6.0	57.35	54.90	52.40	50.15	46.30/6.2												
6.5	50.60	49.85	47.70	45.75	43.95	42.85/6.7											
7.0	45.25	45.20	43.75	42.05	40.50	39.05	36.90/7.3	32.35/7.8									
8.0	37.25	37.15	37.05	36.15	34.90	33.75	32.65	31.50	29.05/8.4	26.40/8.9							
9.0	31.55	31.45	31.35	31.25	30.60	29.65	28.70	27.75	27.00	26.15	24.15/9.4						
10.0	27.35	27.20	27.10	27.00	26.85	26.40	25.60	24.75	24.10	23.35	22.60	21.90	19.70/10.0	17.20/11.1	15.35/11.8		
12.0	21.80/11.8	21.30	21.15	21.05	20.90	20.85	20.70	20.20	19.70	19.10	18.50	17.95	17.55	17.00	15.30	13.60/12.2	11.80/12.7
14.0		17.35	17.20	17.10	16.95	16.85	16.75	16.55	16.50	16.00	15.50	15.00	14.70	14.20	13.75	13.30	11.25
16.0		16.75/14.4	14.40	14.30	14.10	14.05	13.90	13.70	13.65	13.50	13.20	12.75	12.50	12.10	11.70	11.30	10.50
18.0			13.30/17.0	12.20	12.00	11.95	11.80	11.60	11.50	11.35	11.15	11.00	10.80	10.40	10.00	9.65	9.30
20.0				10.90/19.6	10.40	10.30	10.15	9.95	9.85	9.70	9.50	9.35	9.30	9.00	8.65	8.35	7.95
22.0					9.10	9.00	8.85	8.65	8.55	8.40	8.20	8.05	8.00	7.80	7.55	7.20	6.90
24.0					8.00/22.2	7.95	7.80	7.55	7.45	7.30	7.10	6.95	6.90	6.70	6.55	6.30	5.95
26.0						7.55/24.8	6.90	6.70	6.60	6.45	6.20	6.05	6.00	5.80	5.65	5.50	5.15
28.0							6.35/27.4	5.95	5.85	5.65	5.45	5.30	5.25	5.05	4.90	4.70	4.45
30.0								5.30	5.20	5.05	4.80	4.65	4.60	4.40	4.25	4.05	3.85
32.0									4.65	4.50	4.25	4.10	4.05	3.85	3.65	3.50	3.30
34.0									4.30/32.8	4.00	3.80	3.60	3.55	3.35	3.15	3.00	2.80
36.0										3.75/33.2	3.35	3.20	3.10	2.90	2.75	2.55	2.40
38.0											3.05/37.8	2.80	2.70	2.50	2.35	2.20	2.00
40.0												2.50	2.40	2.20	2.00	1.85	1.65
42.0												2.40/40.4	2.10	1.85	1.70	1.55	1.50/41.0
44.0													1.85/43.0	1.60	1.33/43.6	1.50/42.3	
44.7														1.50			

© 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

Clamshell 2.0m³ over



■CLAMSHELL RATINGS:

(in metric tons)

Boom length (m) / Working radius (m)	15.0	18.0	21.0	24.0
8.0	10.00	10.00	10.00	10.00
9.0	10.00	10.00	10.00	10.00
10.0	10.00	10.00	10.00	10.00
12.0	10.00	10.00	10.00	10.00
14.0	10.00	10.00	10.00	10.00
16.0	10.00/14.1	10.00	10.00	10.00
18.0		10.00/16.6	10.00	10.00
20.0			10.00/19.0	8.95
22.0				8.30/21.5

■WORKING MASS & GROUND CONTACT PRESSURE:

Shoe width	Mass	Pressure
810mm	90.3t	101.4kPa <1.04kg/cm²>

Note: Working mass shown above is with 15.0m boom, 29.7ton counterweight, 2.0ton weight, hydraulic tagline winder and 2.0m³/4.5t clamshell bucket.

■BUCKET DIMENSIONS:

(in m)

		2.0m³	2.5m³
A	Bucket overall height (opened)	4.59	5.13
B	Bucket overall height (closed)	3.78	4.18
C	Bucket opening width	3.24	3.63

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

Fly Jib Capacities - EN Rating

Boom length(m)	33.0								36.0							
Jib length(m)	10.0		16.0		22.0		28.0		10.0		16.0		22.0		28.0	
Jib offset angle(°) / Working radius(m)	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30
11.2	11.00								11.00/11.7							
12.0	11.00		11.00/13.3						11.00		11.00/13.8					
14.0	11.00	11.00/14.7	11.00		6.40/15.4				11.00	11.00/14.7	11.00		6.40/15.8			
16.0	11.00	11.00	11.00		6.30		3.45/17.5		11.00	11.00	11.00		6.40			
18.0	11.00	11.00	10.95	8.80	6.05		3.40		11.00	11.00	10.90	8.80/18.6	6.15		3.45	
20.0	10.10	10.55	10.40	8.60	5.80	4.35/21.9	3.25		10.00	10.45	10.20	8.65	5.90		3.30	
22.0	8.75	9.10	9.05	8.25	5.60	4.35	3.10		8.60	9.05	8.80	8.35	5.70	4.35/22.5	3.15	
24.0	7.65	7.95	7.90	7.90	5.40	4.25	2.95	2.15/25.8	7.50	7.85	7.60	8.05	5.50	4.25	3.00	
26.0	6.70	7.00	7.00	7.45	5.20	4.15	2.85	2.15	6.60	6.90	6.85	7.35	5.30	4.15	2.90	2.15/26.4
28.0	5.95	6.20	6.20	6.60	5.05	4.05	2.70	2.05	5.80	6.10	6.10	6.55	5.15	4.05	2.75	2.10
30.0	5.30	5.50	5.50	5.90	4.90	3.95	2.60	2.00	5.15	5.40	5.40	5.80	4.95	3.95	2.65	2.00
32.0	4.70	4.90	4.95	5.25	4.75	3.85	2.50	1.95	4.60	4.80	4.80	5.15	4.85	3.90	2.55	1.95
34.0	4.20	4.35	4.45	4.70	4.60	3.80	2.45	1.90	4.10	4.25	4.30	4.60	4.50	3.80	2.50	1.90
36.0	3.80	3.90	4.00	4.25	4.15	3.75	2.35	1.85	3.65	3.80	3.85	4.15	4.00	3.75	2.40	1.85
38.0	3.40	3.50	3.60	3.80	3.70	3.65	2.25	1.80	3.25	3.35	3.45	3.70	3.60	3.70	2.30	1.85
40.0	3.10/39.8	3.10	3.25	3.40	3.40	3.65	2.20	1.75	2.90	3.00	3.10	3.30	3.25	3.60	2.25	1.80
42.0		2.95/40.4	2.95	3.05	3.05	3.35	2.15	1.75	2.60	2.65	2.80	2.95	2.95	3.15	2.20	1.75
44.0			2.65	2.75	2.80	3.00	2.10	1.70	2.55/45.4	2.50/43.6	2.50	2.65	2.65	2.90	2.15	1.70
46.0			2.45/45.4	2.45	2.50	2.70	2.05	1.70			2.25	2.35	2.40	2.60	2.05	1.70
48.0				2.40/46.4	2.30	2.45	2.00	1.65			2.00	2.10	2.15	2.35	2.00	1.70
50.0					2.05	2.20	1.95	1.65				1.95/49.0	1.90	2.10	2.00	1.65
52.0					1.95/51.9	1.95	1.90	1.65					1.70	1.85	1.80	1.65
54.0						1.90/52.4	1.75	1.65					1.60/53.8	1.65	1.60	1.65
56.0							1.60	1.65						1.55/55.0	1.50/55.3	1.65
58.0							1.55/56.7	1.55								1.50/57.5
58.4								1.50								

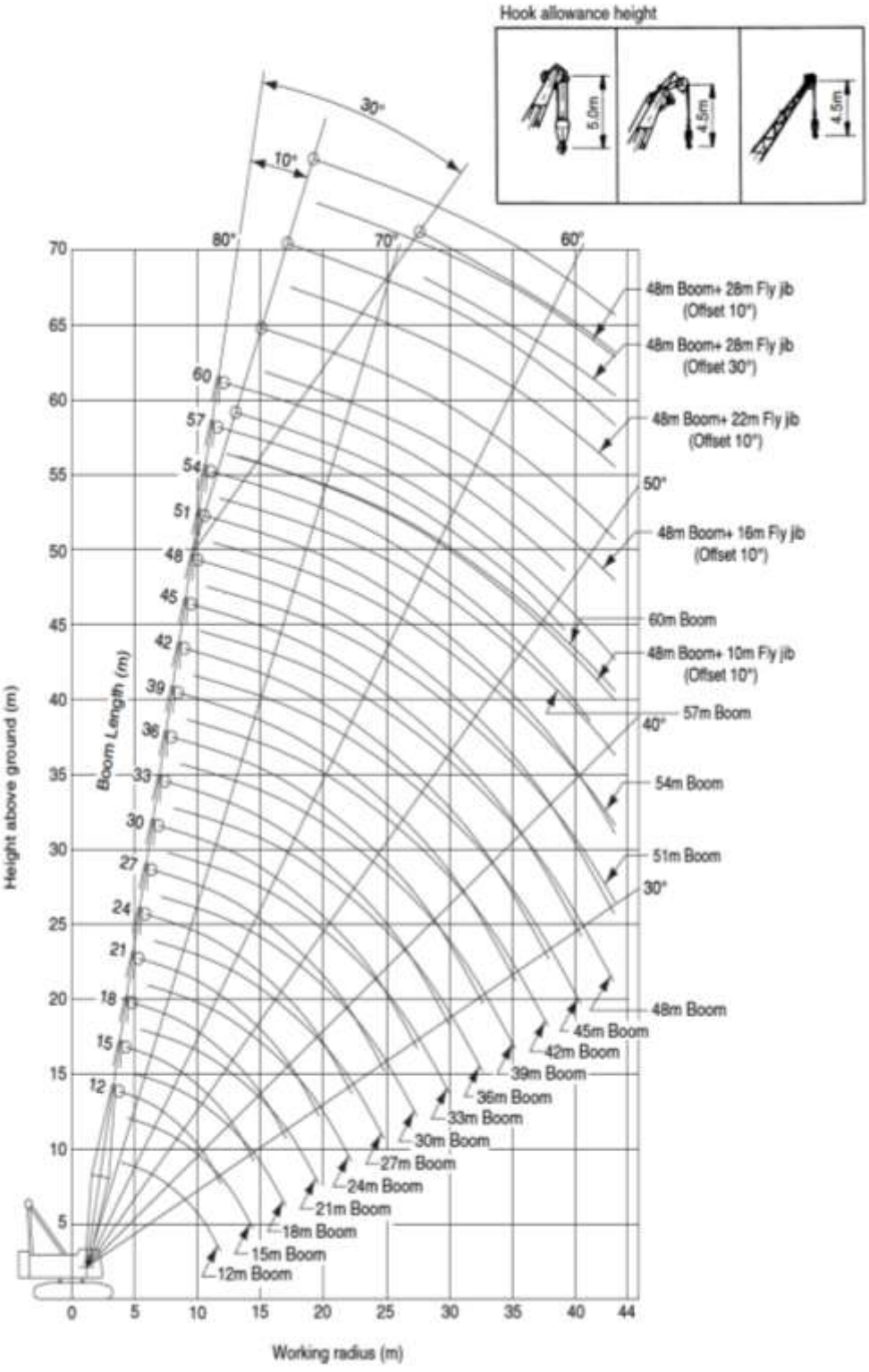
Boom length (m)	39.0								42.0							
Jib length (m)	10.0		16.0		22.0		28.0		10.0		16.0		22.0		28.0	
Jib offset angle (°) / Working radius (m)	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30
12.3	11.00								11.00/12.8							
14.0	11.00	11.00/15.2	11.00/14.4						11.00	11.00/15.8	11.00/14.9					
16.0	11.00	11.00	11.00		6.40/16.5				11.00	11.00	11.00		6.40/17.0			
18.0	11.00	11.00	10.95	8.80/19.1	6.20		3.45/18.6		10.85	11.00	10.85	8.80/19.7	6.25		3.40/18.1	
20.0	9.60	10.30	9.85	8.70	5.95		3.35		9.45	10.00	9.50	8.75	6.05		3.40	
22.0	8.45	8.90	8.70	8.50	5.75	4.35/23.0	3.20		8.25	8.75	8.35	8.60	5.80	4.30/23.6	3.25	
24.0	7.35	7.75	7.65	8.15	5.55	4.30	3.10		7.15	7.55	7.40	8.10	5.65	4.30	3.15	
26.0	6.45	6.75	6.70	7.25	5.40	4.20	2.95	2.10/26.9	6.20	6.60	6.50	7.10	5.45	4.20	3.00	2.10/27.5
28.0	5.65	5.95	5.90	6.40	5.20	4.10	2.85	2.10	5.45	5.75	5.70	6.25	5.30	4.10	2.90	2.10
30.0	5.00	5.25	5.25	5.65	5.05	4.00	2.75	2.05	4.75	5.05	5.05	5.50	5.15	4.05	2.80	2.05
32.0	4.40	4.65	4.65	5.05	4.85	3.90	2.65	1.95	4.20	4.45	4.45	4.90	4.65	3.95	2.70	1.95
34.0	3.90	4.10	4.15	4.50	4.30	3.85	2.55	1.95	3.70	3.90	3.95	4.30	4.15	3.90	2.60	1.95
36.0	3.45	3.65	3.70	4.00	3.85	3.80	2.50	1.90	3.25	3.45	3.50	3.85	3.65	3.80	2.55	1.90
38.0	3.05	3.20	3.30	3.55	3.45	3.75	2.35	1.85	2.85	3.00	3.10	3.40	3.25	3.70	2.40	1.90
40.0	2.70	2.85	2.95	3.15	3.10	3.45	2.20	1.85	2.50	2.65	2.75	3.00	2.90	3.50	2.35	1.85
42.0	2.40	2.50	2.60	2.80	2.75	3.10	2.00	1.80	2.20	2.30	2.40	2.65	2.55	2.95	2.30	1.80
44.0	2.15	2.20	2.35	2.50	2.45	2.75	2.00	1.75	1.90	2.00	2.10	2.35	2.30	2.60	2.20	1.75
46.0	2.00/45.0	2.00/45.8	2.05	2.20	2.20	2.50	1.90	1.70	1.65	1.75	1.85	2.05	2.00	2.30	2.10	1.70
48.0			1.85	1.95	1.95	2.20	1.80	1.65	1.50/47.6	1.50	1.60	1.80	1.75	2.05	1.85	1.50
50.0			1.60	1.70	1.75	1.95	1.75	1.50			1.50/49.0	1.55	1.55	1.80	1.55	
52.0			1.55/52.6	1.55/51.8	1.55	1.70	1.55					1.50/50.3	1.55/50.2	1.55	1.50/50.3	
54.0					1.50/52.4	1.50	1.50/52.5							1.50/52.4		

Boom length (m)	45.0								48.0							
Jib length (m)	10.0		16.0		22.0		28.0		10.0		16.0		22.0		28.0	
Jib offset angle (°) / Working radius (m)	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30
13.3	11.00								11.00/13.9							
14.0	11.00		11.00/15.4						11.00							
16.0	11.00	11.00/16.3	11.00		6.35/17.5				10.80	10.90/16.9	9.85					
18.0	10.45	11.00	10.50		6.30		3.40/19.7		10.20	10.75	9.70		6.35/18.1			
20.0	9.10	9.85	9.15	8.80/20.2	6.10		3.40		8.85	9.60	8.95	8.75/20.8	6.15		3.40/20.2	
22.0	7.95	8.45	8.05	8.65	5.90		3.25		7.70	8.25	7.85	8.65	5.95		3.30	
24.0	6.95	7.45	7.10	7.80	5.70	4.30/24.1	3.10		6.75	7.25	6.90	7.65	5.75	4.30/24.7	3.15	
26.0	6.05	6.45	6.25	6.95	5.55	4.20	3.00		5.95	6.35	6.10	6.75	5.60	4.25	3.05	
28.0	5.25	5.60	5.55	6.10	5.35	4.15	2.90	2.10	5.20	5.55	5.40	6.00	5.45	4.15	2.95	2.10/28.6
30.0	4.60	4.90	4.85	5.40	5.05	4.05	2.80	2.05	4.50	4.85	4.75	5.30	4.85	4.05	2.85	2.05
32.0	4.00	4.30	4.30	4.75	4.50	4.00	2.70	2.00	3.90	4.20	4.20	4.65	4.30	4.00	2.75	2.00
34.0	3.50	3.75	3.75	4.20	3.95	3.90	2.60	1.95	3.40	3.70	3.65	4.10	3.85	3.95	2.65	1.95
36.0	3.05	3.30	3.30	3.70	3.50	3.85	2.55	1.90	2.96	3.20	3.20	3.60	3.40	3.85	2.55	1.90
38.0	2.65	2.85	2.90	3.25	3.10	3.60	2.45	1.85	2.55	2.80	2.80	3.15	3.00	3.50	2.50	1.85
40.0	2.30	2.50	2.55	2.85	2.75	3.20	2.40	1.80	2.20	2.40	2.45	2.80	2.60	3.10	2.40	1.85
42.0	2.00	2.15	2.25	2.50	2.40	2.80	2.30	1.80	1.90	2.05	2.10	2.40	2.30	2.75	2.35	1.80
44.0	1.75	1.85	1.95	2.20	2.10	2.50	2.25	1.75	1.60	1.75	1.85	2.10	2.00	2.40	2.15	1.75
46.0	1.50/45.6	1.55	1.65	1.90	1.85	2.15	1.95	1.75	1.55/44.8	1.50	1.55	1.80	1.75	2.10	1.85	1.70
48.0		1.50/46.3	1.50/47.4	1.60	1.60	1.90	1.70	1.70			1.50/48.4	1.55	1.50	1.80	1.60	1.65
50.0				1.50/49.6	1.50/48.8	1.65	1.50/49.5	1.70				1.50/48.3		1.55	1.50/48.1	1.55
52.0						1.50/51.1		1.65						1.50/50.3		1.50/52.5
53.1								1.50								

© 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

Liftcrane Working Ranges



© 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 Foto Proyek stasiun Zhongli, Taiwan.







© 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 4 foto Pengukuran *Bucket*





© 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





© 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

© 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 5 dokumentasi wawancara



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 6 Daftar Riwayat Hidup



Daftar Riwayat Hidup

1.	Nama Lengkap	:	Gavriel Marcel Nicolaas Supit
2.	NIM	:	2202441037
3.	Tempat, Tanggal Lahir	:	Jakarta, 16 Juni 2004
4.	Jenis Kelamin	:	Laki-laki
5.	Alamat	:	Jl. Tenggiri II No. 250 RT002/RW010. Kelurahan Depok Jaya, Kecamatan Pancoran Mas, Kota Depok. 16432.
6.	Email	:	gavrielmarcel7@gmail.com
7.	Pendidikan		
	SD (2010-2016)	:	SDN Beji 6
	SMP (2016-2019)	:	SMPN 2 Depok
	SMA (2019-2022)	:	SMAN 9 Depok
8.	Program Studi	:	Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat
9.	Bidang Peminatan	:	Teknik Alat Berat
10.	Tempat/Topik OJT	:	proyek Stasiun Zhongli, Taiwan. Oleh perusahaan Asia World Engineering & Construction Co., Ltd (AWEC).

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

Mamaeva, E., Goryunov, S., & Petrov, A. (2024). The influence of the properties of moisture-containing soil on excavator bucket wear.

Cahyo, M. M., Suryo, S. H., & Yunianto, B. (2022). Analisis statik pada struktur bucket excavator Volvo EC460D menggunakan metode elemen hingga. Jurnal Teknik Mesin, 10(1), 37–42. Universitas Diponegoro.

Dong, Z., Jiang, F., Tan, Y., Wang, F., Ma, R., & Liu, J. (2023). Review of the modeling methods of bucket tooth wear for construction machinery. *Lubricants, 11*(6), 253.

Liu, B., Zhou, Z., Zou, R., & Yu, A. (2024). Numerical investigation of bucket wear and excavation performance with non-spherical materials. *Powder Technology, 447*, 120219.

Ismail, R., Muhammad, Z., Jamari, J., & Bayuseno, A. P. (2020). Designing and wear testing of excavator bucket teeth for the need of Indonesian mining. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 15*(1), 21-26.

Rahman, A., Suryo, S. H., & Yunianto, B. (2022). *Optimasi desain dan analisis tegangan bucket excavator CAT 390F L menggunakan metode topologi dan elemen hingga*. Jurnal Teknik Mesin, 10(2), 207-216.

Das, B., Sawrav, K., Singh, S. B., & Bandyopadhyay, P. P. (2021). *Tribological behaviour of the hardfacing alloys utilised to fabricate the wear parts of an excavator bucket*. Transactions of the IMF, 99(3), 153-161.

Sun, F., Liu, M., Zhu, Y., & Li, X. (2022). *Research on numerical simulation of top-down construction effect of diaphragm wall of deep and large foundation pit under different working conditions in complex stratum*. Advances in Civil Engineering, 2022, 2576122.

Patil, S. S., & Gawande, S. H. (2015). *Finite Element Analysis of Excavator Bucket*. International Journal of Engineering Research and General Science, 3(3), 1450–1455.

Wang, X., Zhang, Y., & Li, J. (2020). *Microstructure and Wear Resistance of NM400 Wear-Resistant Steel*. Materials Research Express, 7(8), 086518.

Kurniawan, A., Prasetyo, A., & Nugroho, S. (2019). *Pengaruh Parameter Pengelasan SMAW terhadap Kekuatan Tarik Sambungan Baja Karbon Rendah*. Jurnal Teknik Mesin, 8(2), 55–61.

© 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

Federal Highway Administration (FHWA). (2006). Geotechnical Aspects of Pavements Reference Manual (Publikasi No. FHWA NHI-05-037), Tabel 5-9.

Amelia, C. (2020). Analisa tegangan von mises dan safety factor pin bucket excavator dengan pendekatan metode elemen hingga (Tugas Akhir). Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya, Indonesia.

Standar Nasional Tiongkok. (2022). GB/T 24186-2022: Wear-Resistant Steel Plates. Beijing: Standardization Administration of China (SAC).

Ling Ki Co., Ltd. (LK). Datasheet spesifikasi teknis bucket diaphragm wall machine model LK80-150-2.8M. Taiwan: Ling Ki Co.

Boresi, A. P., & Schmidt, R. J. (2003). *Advanced Mechanics of Materials*. New York: John Wiley & Sons.

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

Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2018). *Materials Science and Engineering: An Introduction* (10th ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

Cook, R. D., Malkus, D. S., Plesha, M. E., & Witt, R. J. (2002). *Concepts and Applications of Finite Element Analysis* (4th ed.). New York: John Wiley & Sons.

Gere, J. M., & Goodno, B. J. (2012). *Mechanics of Materials* (8th ed.). Stamford, CT: Cengage Learning.

Juvinall, R. C., & Marshek, K. M. (2017). *Fundamentals of Machine Component Design* (6th ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

Logan, D. L. (2017). *A First Course in the Finite Element Method* (6th ed.). Boston: Cengage Learning.

Kumar, R., & Singh, P. (2021). Structural Analysis of Excavator Bucket Using Finite Element Method. Materials Today: Proceedings, 46, 10985–10990.

Hibbeler, R. C. (2017). *Engineering Mechanics: Statics and Dynamics* (14th ed.). Pearson Education.

Gui, Y., Wang, J., Li, X., & Zhang, Y. (2020). *Study on Deformation Law of Deep Foundation Pit with the Top-Down Method and Its Influence on Adjacent Subway Tunnel*. Advances in Civil Engineering, 2020, Article 8852336.

© 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

Wang, Z., Sun, L., Wang, D., Song, B., Liu, C., Su, Z., Ma, C., & Ren, X. (2024). Abrasive wear properties of wear-resistant coating on bucket teeth assessed using a dry sand rubber wheel tester.

Hsieh, P.-G., & Ou, C.-Y. (2018). *Mechanism of buttress walls in restraining the wall deflection caused by deep excavation*. *Tunnelling and Underground Space Technology, 82*, 542–553.

Kuznetsov, V., et al. (2020). *Specific Features of Diaphragm Wall Construction*. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 775*, 012051.

Krüger, M., Vogel-Heuser, B., Waterman, D., Cha, S., Hujo, D., Prinz, T., Pohl, D., & Semel, M. (2025). *Inferring Cable-Suspended End-Effector Oscillations From Hydraulic Actuators' Responses in Diaphragm Wall Hydraulic Grabs*. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*.

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA