



© 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



RANCANG BANGUN *CONVEYOR* UNTUK PEMINDAHAN PART *CENTER FRAME LOWER* (CFL) PADA PROSES PRODUKSI *EXCAVATOR*

LAPORAN SKRIPSI

Oleh:

Chayrul Ikhsan Rachman Al Affandi

NIM. 2502415008

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN MANUFAKTUR

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

JULI, 2026



- 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

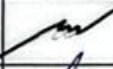
HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI

**RANCANG BANGUN CONVEYOR UNTUK PEMINDAHAN PART
CENTER FRAME LOWER (CFL) PADA PROSES PRODUKSI
EXCAVATOR**

Oleh:

Chayrul Ikhsan Rachman Al Afandi
NIM. 2502415008
Program Studi Diploma IV Teknologi Rekayasa Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Skripsi di hadapan Dewan Penguji
pada tanggal 15 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh
gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur
Jurusan Teknik Mesin

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Budi Yuwono, S.T. NIP. 196306191990031002	Ketua		
2	Ir. Rosidi, S.T., M.T. NIP. 196509131990031001	Anggota		28/24
3	Dhiya Luqyana, S.Tr.T., M.T. NIP. 199809212024062001	Anggota		28/07/2026

Depok, 27 Juli 2026

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si.
NIP. 197602252000121002



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

RANCANG BANGUN *CONVEYOR* UNTUK PEMINDAHAN PART *CENTER FRAME LOWER (CFL)* PADA PROSES PRODUKSI *EXCAVATOR*

Oleh:

Chayrul Ikhsan Rachman Al Affandi
NIM. 2502415008

Program Studi Teknologi Sarjana Terapan Rekayasa Manufaktur

Laporan Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pebimbing 1

Budi Yuwono, S.T.
NIP. 196306191990031002

Pebimbing 2

Muhammad Prasha Risfi Silitonga, M.T.
NIP. 199403192022031006

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

Radhi Maladzi, S.T., M.T.
NIP. 199307282024061001



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Chayrul Ikhsan Rachman Al Affandi

NIM : 2502415008

Program Studi : Sarjana Terapan Manufaktur

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan 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 Skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 22 Juli 2026

Chayrul Ikhsan Rachman Al Affandi
NIM. 2502415008

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



Hak Cipta :

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

RANCANG BANGUN *CONVEYOR* UNTUK PEMINDAHAN PART CENTER FRAME LOWER (CFL) PADA PROSES PRODUKSI *EXCAVATOR*

**Chayrul Ikhsan Rachman Al Affandi¹⁾, Budi Yuwono, S.T.¹⁾, Muhammad
Prasha Risfi Silitonga, M.T.¹⁾**

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

Email: chayrul.ikhsan.rachman.al.affandi.tm25@stu.pnj.ac.id

ABSTRAK

Proses distribusi material *Center Frame Lower* (CFL) pada area fabrikasi excavator masih menggunakan forklift sebagai sarana transportasi utama. Sistem tersebut menimbulkan berbagai permasalahan seperti waktu tunggu forklift yang tinggi, biaya operasional yang besar, serta potensi risiko keselamatan kerja. Penelitian ini bertujuan merancang gravity roller conveyor sebagai alternatif sistem transportasi material serta mengevaluasi peningkatan efisiensi yang dihasilkan. Metode yang digunakan meliputi *Quality Function Deployment* (QFD) untuk menerjemahkan kebutuhan pengguna ke dalam spesifikasi teknis, perancangan menggunakan AutoCAD, analisis kekuatan struktur menggunakan *Finite Element Analysis* (FEA), serta evaluasi efisiensi waktu dan biaya operasional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain gravity roller conveyor dipilih karena memiliki tingkat keamanan yang tinggi, tidak memerlukan sumber energi tambahan, dan biaya operasional yang rendah. Hasil simulasi FEA menunjukkan nilai minimum Factor of Safety sebesar 15,29 sehingga struktur dinyatakan aman digunakan. Implementasi conveyor mampu menurunkan cycle time distribusi material dari 2.490,45 detik menjadi 1.019,3 detik atau meningkatkan produktivitas sebesar 59,31%. Selain itu, biaya operasional tahunan dapat ditekan dari Rp214.852.412,41 menjadi Rp36.076.255,08 sehingga menghasilkan penghematan sebesar Rp178.776.157,33 per tahun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gravity roller conveyor layak diterapkan sebagai solusi material handling yang lebih efisien dibandingkan penggunaan forklift.

Kata kunci: *handling, gravity roller conveyor, forklift, efisiensi, center frame lower, excavator*



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

RANCANG BANGUN *CONVEYOR* UNTUK PEMINDAHAN PART CENTER FRAME LOWER (CFL) PADA PROSES PRODUKSI *EXCAVATOR*

**Chayrul Ikhsan Rachman Al Affandi¹⁾, Budi Yuwono, S.T. ¹⁾, Muhammad
Prasha Risfi Silitonga, M.T.¹⁾**

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

Email: chayrul.ikhsan.rachman.al.affandi.tm25@stu.pnj.ac.id

ABSTRACT

The distribution process of Center Frame Lower (CFL) material in the excavator fabrication area still relies on forklifts as the primary transportation system. This condition results in high waiting times, significant operational costs, and potential safety risks. This study aims to design a gravity roller conveyor as an alternative material transportation system and evaluate the efficiency improvements achieved. The research employed Quality Function Deployment (QFD), AutoCAD-based design, Finite Element Analysis (FEA), and operational efficiency evaluation. The results indicate that the gravity roller conveyor was selected due to its high safety level, low operational cost, and ability to operate without additional energy sources. FEA simulation showed a minimum Factor of Safety of 15.29, indicating that the structure is safe for operation. The implementation reduced material transportation cycle time from 2,490.45 seconds to 1,019.3 seconds, resulting in a productivity improvement of 59.31%. Furthermore, annual operational costs decreased from IDR 214,852,412.41 to IDR 36,076,255.08, generating annual savings of IDR 178,776,157.33. These results demonstrate that the gravity roller conveyor is a feasible and efficient material handling solution compared with forklift-based transportation.

Keywords: handling, gravity roller conveyor, forklift, efficiency, center frame lower, excavator



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 Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *"Rancang Bangun Conveyor untuk Pemindahan Part Center Frame Lower (CFL) pada Proses Produksi Excavator"* dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta. Dalam penyusunan skripsi ini, penulis memperoleh banyak bantuan, bimbingan, doa, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Budi Yuwono, S.T. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan selama penyusunan skripsi ini.
2. Bapak M. Prasha Risfi Silitonga, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, motivasi, dan saran sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Bapak Ir. Rosidi, S.T., M.T. dan Ibu Dhiya Luqyana, S.Tr.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan untuk penyempurnaan skripsi ini.
4. Bapak Radhi Maladzi, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, atas arahan dan dukungan selama proses penyelesaian skripsi.
5. Kedua orang tua penulis, khususnya Ibu Suharnani, yang selalu memberikan kasih sayang, doa, dukungan, dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan ini.
6. Istri tercinta, Sekarini Ariandita, yang selalu memberikan doa, kasih sayang, perhatian, motivasi, dan dukungan kepada penulis. Terima kasih atas segala pengorbanan yang diberikan, termasuk selalu menyiapkan makanan yang bergizi dan lezat sehingga penulis dapat menjaga kesehatan, tetap bersemangat, dan fokus dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Saudara penulis, Syaifullah Chairman Alwis Affandi dan Refsonillar Jovan Yorvie Affandi, yang selalu memberikan doa dan semangat.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknologi rekayasa manufaktur.



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

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Batasan Masalah	4
1.6. Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Heavy Equipment	7
2.2. Excavator	8
2.3. Komponen Excavator	8
2.4. Proses Fabrikasi Komponen Excavator	9
2.4.1 <i>Cutting</i> (Pemotongan Material)	10
2.4.2 <i>Sub Assembly</i> dan <i>Tack Welding</i>	11
2.4.3 <i>Final Welding</i>	12
2.5. Proses Assembly Track Frame (Undercarriage)	12
2.5.1 Penggunaan Peralatan <i>Assembly</i>	13
2.6. Kondisi Sebelum Improvement (Distribusi Menggunakan Forklift)	15
2.7. Forklift	16
2.8. Conveyor	17
2.9. Material	18



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

2.9.1. <i>Steel structure</i> 400 (SS400).....	18
2.9.2 <i>U Channel</i> Profil (UNP).....	18
2.9.3 <i>Square tube</i> (SQ Tube).....	19
2.9.4 <i>Roller Gravity</i> Makitech R-7642SB-700W	20
2.10. Analisis Tegangan Lentur.....	20
2.11. Penelitian Terdahulu.....	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	25
3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian.....	25
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	25
3.3 Diagram Alir Proses Penelitian.....	26
3.4 Penjelasan Langkah Kerja.....	27
3.5 Metode Penelitian.....	31
3.5.1 Identifikasi Masalah (Metode Observasi).....	31
3.5.2 Metode Diskusi	31
3.5.3 Metode Kepustakaan (Studi Pustaka)	31
3.5.4 Metode Analisis.....	32
3.5.5 Metode Evaluasi	32
3.5.6 Metode Analisis Finite Element Analysis (FEA)	32
3.5.7 Metode <i>Root Cause</i>	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1 Matriks QFD (<i>Quality Function Deployment</i>).....	34
4.2 House of Quality	36
4.2.1 HOQ product planning.....	37
4.2.2 HOQ Product Design.....	37
4.2.3 HOQ Product Process Planning.....	38
4.2 Konsep Desain Rancang Bangun	39
4.2.1 Desain 1	40
4.2.2 Desain 2	41
4.3 Analisa <i>Finite Element Analysis</i> (FEA)	44
4.3.1 Verifikasi Hasil FEA dengan Perhitungan Manual	46
4.4 Proses <i>Cutting</i> dan <i>Measurement</i> Material	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

4.5 Proses <i>Sub Assembly</i>	49
4.6 Proses Pengecatan	51
4.7. Proses <i>Assembly</i>	52
4.8. Proses <i>Finishing</i>	53
4.9. Tahap Pengujian	53
4.10. <i>Safety Check</i>	54
4.11. Hasil <i>Improvement</i> dan <i>Cost</i> Rancang Bangun	55
4.11.1. Efisiensi Waktu dan Eliminasi Proses	56
4.11.2. Produktivitas Pengiriman	59
4.11.3 <i>Cost</i> Pembuatan Rancang Bangun	59
4.11.4 <i>Cost Forklift</i>	65
BAB V KESIMPULAN	70
5.1 Kesimpulan	70
5.2 Saran	71
DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN	74

**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 Penelitian Terdahulu	22
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Project <i>Conveyor</i>	26
Tabel 4.1 <i>Voice of Customer</i>	35
Tabel 4.2 <i>Customer needs</i>	36
Tabel 4.3 Metrics	36
Tabel 4.4 HOQ Product planning	37
Tabel 4.5 HOQ Product design	38
Tabel 4.6 HOQ Process Planning	39
Tabel 4.7 Cycle Time Process	56
Tabel 4.8 Pembelian Material untuk pembuatan Conveyor	60
Tabel 4.9 Biaya Pengelasan	64
Tabel 4.10 Harga Pembuatan Rancang Bangun Conveyor	65
Tabel 4.11 Forecast Production Excavator	66
Tabel 4.12 Cycle Time Process Waiting Forklift	66
Tabel 4.13 Cycle Cost Fuel Forklift	67
Tabel 4.14 Cycle Time Process Transfer Conveyor	67
Tabel 4.15 Biaya Operasional Forklift dan Conveyor	68

**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 1.1 Insiden <i>forklift</i> menabrak pagar mesin	3
Gambar 2.1 Unit Alat Berat Excavator	7
Gambar 2.2 Struktur Umum Excavator.....	8
Gambar 2.3 Komponen Lower Structure Excavator.....	9
Gambar 2.4 Area Fabrikasi (Gedung E & F)	10
Gambar 2.5 Cutting Plate Komponen CFL	11
Gambar 2.6 Sub <i>Assembly</i> dan Tack <i>Welding</i> CFL.....	11
Gambar 2.7 Proses Pengelasan Final pada Komponen CFL.....	12
Gambar 2.8 <i>Assembly Track Frame (Undercarriage)</i>	13
Gambar 2.9 Overhead Crane pada Area Fabrikasi	13
Gambar 2.10 <i>Layout</i> transport CFL	15
Gambar 2.11 Pengiriman Side Frame Menggunakan <i>Forklift</i>	16
Gambar 2.12 <i>Gravity Roller Conveyor</i>	17
Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian	27
Gambar 3.2 <i>Root cause</i> analisis	33
Gambar 4.1 Konsep Desain 1	41
Gambar 4.2 Konsep Desain 2.....	43
Gambar 4.3 Finite Element Analysis.....	45
Gambar 4.4 Cutting plate	48
Gambar 4.5 Measurement Cutting plate	49
Gambar 4.6 Sub assembly Frame Conveyor.....	50
Gambar 4.7 Trial Pemasangan Roller	50
Gambar 4.8 Pengecetan Frame Conveyor.....	51
Gambar 4.9 Assembly Conveyor	52
Gambar 4.10 Proses Finishing Conveyor.....	53
Gambar 4.11 Trial Conveyor.....	54
Gambar 4.12 Safety Team Inspection	55
Gambar 4.13 Perbandingan Proses Sebelum dan Sesudah Pemasangan	58



Hak Cipta :

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

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Drawing Assembly Gravity Conveyor.....	74
Lampiran 2 Drawing Sub Assembly 1	75
Lampiran 3 Drawing Sub Assembly 2	76
Lampiran 4 Drawing Support.....	77
Lampiran 5 Drawing cutting plate frame	78
Lampiran 6 Drawing cutting plate support	79
Lampiran 7 Study Time process transfer Forklift	80
Lampiran 8 Study Time process transfer Conveyor.....	81





Hak Cipta :

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

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PT XYZ merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang fabrikasi alat berat, khususnya dalam pembuatan komponen *excavator*. Perusahaan ini memiliki peran penting dalam mendukung kebutuhan industri konstruksi, pertambangan, serta infrastruktur di Indonesia maupun pasar global. Dalam proses produksinya, PT XYZ menerapkan sistem *fabrication-painting-assembly* yang saling terintegrasi untuk menjamin kualitas produk sesuai standar Jepang. Penulis bekerja di departemen Production Engineering, bagian *Investment Project & Facility*, yang bertugas melakukan pengendalian investasi proyek, perancangan layout fasilitas, perhitungan *Net Present Value* (NPV) untuk investasi baru, serta melakukan *improvement activity* di area fabrikasi, pengecatan, dan perakitan. Salah satu tanggung jawab utama bagian ini adalah mengembangkan dan mengoptimalkan sistem transportasi material agar proses produksi berjalan lebih efisien dan aman [1].

Dalam proses produksinya, perusahaan ini melakukan material handling terhadap berbagai komponen besar seperti *Boom, Arm, Main Frame, Track Frame*, dan *Center Frame Lower* (CFL). Semuanya merupakan bagian utama dalam membentuk satu unit excavator. Salah satu komponen yang menjadi fokus penelitian, yaitu *Center Frame Lower* (CFL), memiliki dimensi sekitar 1900 mm × 1500 mm × 600 mm dengan volume produksi rata-rata 20 unit per hari. Proses transportasi material antar gedung, misalnya dari gedung E (fabrikasi) menuju gedung F (*sub-assembly*) sejauh kurang lebih 150 meter, masih dilakukan menggunakan satu unit *forklift* sebagai alat angkut utama. Ketergantungan proses produksi terhadap *forklift* menyebabkan sistem distribusi *Work In Process* (WIP) menjadi sangat bergantung pada ketersediaan operator dan peralatan, sehingga berpotensi menimbulkan ketidakseimbangan aliran material [2].



© 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

Forklift memiliki sejumlah kelebihan, seperti fleksibilitas pergerakan, kemampuan mengangkat beban berat, dan efektivitas dalam ruang terbatas. Namun, berbagai penelitian menunjukkan bahwa forklift juga memiliki keterbatasan yang cukup signifikan, seperti konsumsi energi tinggi, kebutuhan ruang manuver besar, serta risiko kecelakaan kerja yang tinggi [3]. Selain itu, produktivitas forklift sangat bergantung pada keterampilan operator sehingga fluktuasi waktu kerja sering terjadi [4]. Dalam jangka panjang, penggunaan forklift juga meningkatkan biaya operasional yang cukup besar, terutama dari sisi bahan bakar, perawatan, serta potensi kerusakan material akibat kesalahan handling [5]. Sebagai alternatif, sistem *conveyor* menjadi solusi yang banyak diterapkan di industri manufaktur modern karena mampu menyediakan aliran material yang kontinu, mengurangi ketergantungan terhadap tenaga operator, serta lebih stabil dalam menjaga kualitas produk selama proses pemindahan [6].

Namun, penerapan forklift sebagai satu-satunya alat transportasi di area produksi sering menimbulkan dampak terhadap efisiensi dan keselamatan kerja. Ketika terjadi peningkatan beban produksi, proses pengiriman part sering mengalami penundaan waktu yang harus diimbangi dengan lembur (*overtime*) untuk mengejar target harian. Aktivitas lembur dilakukan hampir setiap akhir pekan, baik Sabtu maupun Minggu, agar target produksi tetap terpenuhi. Kondisi ini berdampak pada peningkatan biaya operasional lembur maupun bahan bakar, serta memperbesar risiko keselamatan kerja akibat tingginya frekuensi penggunaan forklift di area sempit. Di sisi lain, di area transportasi pernah terjadi insiden kecelakaan yang melibatkan forklift saat mengangkat part CFL berukuran besar dan melewati jalur pejalan kaki. Berdasarkan kondisi tersebut, perlu dilakukan kajian penerapan *conveyor* system sebagai alternatif transportasi material yang lebih efisien, aman, dan berkelanjutan sesuai karakteristik produksi alat berat di PT XYZ. Dalam penelitian ini, analisis awal terhadap kondisi existing akan dilakukan menggunakan pemetaan proses sederhana seperti QFD serta identifikasi penyebab utama melalui pendekatan VoC (*Voice of Customer*) sebagai dasar untuk merancang sistem *conveyor* yang sesuai kebutuhan produksi.

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 1.1 Insiden forklift menabrak pagar mesin rotator welding
Sumber: Dokumentasi penulis, 2026

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi aktual sistem transportasi material part *Center Frame Lower* (CFL) menggunakan *forklift* di PT XYZ?
2. Bagaimana rancangan sistem *conveyor* yang sesuai untuk menggantikan *forklift* dalam transportasi part CFL?
3. Bagaimana peningkatan efisiensi sistem transportasi material setelah penerapan *conveyor*, ditinjau dari:
 - a. Waktu baku proses transportasi dibandingkan *forklift* pada kondisi eksisting,
 - b. Perbandingan konsumsi energi sebelum dan sesudah penggunaan *conveyor*.

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kondisi aktual sistem transportasi material part *Center Frame Lower* (CFL) menggunakan *forklift* di PT XYZ.



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. Merancang sistem *conveyor* sebagai alternatif pengganti *forklift* pada proses transportasi part CFL.
3. Menganalisis peningkatan efisiensi sistem transportasi material setelah penerapan *conveyor* dengan cara:
 - a. Membandingkan waktu baku proses transportasi material antara penggunaan *forklift* pada kondisi eksisting dan *conveyor* yang diusulkan.
 - b. Membandingkan konsumsi energi sistem transportasi material sebelum dan sesudah penerapan *conveyor*.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Secara Teoritis:
Menjadi referensi akademik bagi pengembangan sistem transportasi material berbasis *conveyor* pada industri alat berat, khususnya terkait efisiensi energi dan keselamatan kerja.
2. Secara Praktis:
Mendukung PT XYZ dalam meningkatkan efisiensi waktu transportasi material, mengurangi konsumsi bahan bakar *forklift* dan biaya lembur, serta menurunkan risiko kecelakaan kerja di area produksi.

1.5. Batasan Masalah

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

1. Penelitian difokuskan pada sistem transportasi *Center Frame Lower* (CFL) dari gedung E menuju gedung F di PT XYZ.
2. Analisis dilakukan terhadap perbandingan antara sistem *forklift* dan *conveyor*, tanpa membahas sistem otomasi penuh atau integrasi software.
3. Parameter yang dianalisis meliputi waktu transportasi, konsumsi bahan bakar, biaya operasional, dan keselamatan kerja.



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

1.6. Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini terdiri atas lima bab yang saling berkaitan dan tersusun secara sistematis untuk memberikan pemahaman yang utuh terhadap proses penelitian yang dilakukan. Adapun sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang penelitian yang memaparkan kondisi aktual proses transportasi material di PT XYZ, khususnya pada bagian *Center Frame Lower (CFL)*. Dalam bab ini juga dijelaskan rumusan masalah yang menjadi fokus penelitian, tujuan penelitian yang ingin dicapai, serta manfaat yang diharapkan baik dari sisi teoritis maupun praktis. Selain itu, bab ini juga menyertakan batasan masalah agar ruang lingkup penelitian tetap terarah, serta sistematika penulisan sebagai panduan pembaca untuk memahami alur isi skripsi secara keseluruhan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat teori-teori yang mendasari penelitian, meliputi konsep dasar *material handling*, sistem transportasi industri, karakteristik *forklift* dan *conveyor*, teori efisiensi energi, serta aspek keselamatan kerja dalam proses manufaktur. Selain itu, bab ini juga membahas penelitian terdahulu yang relevan sebagai landasan ilmiah dan pembeda terhadap penelitian yang dilakukan oleh penulis. Tujuan dari bab ini adalah memberikan dasar konseptual yang kuat untuk mendukung perancangan dan analisis sistem *conveyor* sebagai solusi alternatif di perusahaan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan secara rinci pendekatan dan metode penelitian yang digunakan. Penelitian ini merupakan penelitian terapan dengan pendekatan deskriptif kuantitatif dan metode studi kasus yang dilaksanakan di PT XYZ. Dalam bab ini dijabarkan tahapan penelitian, variabel yang diteliti, teknik pengumpulan data seperti observasi langsung, studi dokumen, dan wawancara, serta metode analisis yang digunakan untuk mengevaluasi perbandingan antara



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

sistem forklift dan conveyor baik dari sisi waktu, biaya, energi, maupun keselamatan kerja.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil pengumpulan dan analisis data dari kondisi aktual sistem transportasi material menggunakan *forklift* di area fabrikasi PT XYZ. Selanjutnya, disajikan rancangan sistem *conveyor* yang diusulkan, lengkap dengan perhitungan kapasitas, kebutuhan daya, dan estimasi investasi. Pada bagian akhir, dilakukan analisis perbandingan antara sistem eksisting (*forklift*) dan sistem usulan (*conveyor*) terhadap efisiensi waktu, biaya operasional, konsumsi energi, dan aspek keselamatan kerja.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab terakhir berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang menjawab seluruh rumusan masalah serta tujuan penelitian. Selain itu, disampaikan pula saran-saran yang dapat menjadi pertimbangan bagi PT XYZ dalam penerapan sistem *conveyor*.

**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

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian serta proses perancangan dan pembuatan *Conveyor* manual untuk mendukung distribusi *Center Frame Lower (CFL)* pada area fabrikasi alat berat excavator, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi aktual sistem transportasi material *Center Frame Lower (CFL)* di PT XYZ masih menggunakan forklift sebagai sarana perpindahan material dari Gedung E menuju Gedung F. Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem tersebut memiliki waktu baku distribusi sebesar 2.490,45 detik dengan biaya operasional mencapai Rp214.852.412,41 per tahun, sehingga masih tergolong kurang efisien. Selain bergantung pada ketersediaan operator dan forklift, sistem ini juga memerlukan konsumsi bahan bakar selama proses transportasi. Oleh karena itu, diperlukan alternatif sistem transportasi material yang lebih efisien, aman, dan mampu mendukung peningkatan kapasitas produksi perusahaan.
2. Sebagai alternatif pengganti forklift, dirancang sebuah gravity roller conveyor menggunakan metode Failure Need Analysis (FNA) dan Quality Function Deployment (QFD) untuk menerjemahkan kebutuhan pengguna menjadi spesifikasi teknis produk. Berdasarkan hasil evaluasi, dipilih desain kedua karena memiliki konstruksi yang sederhana, aman, mudah dioperasikan, dan memenuhi kebutuhan distribusi material. Conveyor yang dirancang merupakan gravity roller conveyor tipe straight line dengan dimensi $15.000 \times 1.200 \times 700$ mm, kemiringan lintasan 4° , kapasitas maksimum 4 ton, menggunakan roller Makitech R-7642SB-700W, serta rangka berbahan baja SS400 dengan profil UNP dan square tube. Sistem ini bekerja tanpa motor penggerak dengan memanfaatkan gaya gravitasi sehingga mampu menggantikan fungsi forklift pada proses transportasi material *Center Frame Lower (CFL)*.



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. Implementasi gravity roller conveyor mampu meningkatkan efisiensi sistem transportasi material dibandingkan penggunaan forklift pada kondisi eksisting. Hasil analisis menunjukkan bahwa waktu baku (cycle time) distribusi material menurun dari 2.490,45 detik menjadi 1.019,30 detik sehingga diperoleh peningkatan efisiensi waktu sebesar 59,07%. Selain itu, conveyor memanfaatkan gaya gravitasi sebagai media perpindahan material sehingga tidak memerlukan konsumsi bahan bakar maupun energi penggerak selama proses transportasi, berbeda dengan forklift yang masih bergantung pada penggunaan bahan bakar. Dari aspek ekonomi, implementasi conveyor memerlukan investasi awal sebesar Rp189.979.782,58 dan mampu menurunkan biaya operasional tahunan dari Rp214.852.412,41 menjadi Rp36.076.255,08, sehingga menghasilkan penghematan sebesar Rp178.776.157,33 per tahun atau efisiensi biaya sebesar 83,20%. Hasil analisis kelayakan investasi menunjukkan nilai Return on Investment Capital (ROIC) sebesar 94,10% dengan Payback Period selama 1,06 tahun (12,75 bulan), sehingga gravity roller conveyor layak diterapkan sebagai solusi transportasi material yang lebih efisien dan ekonomis.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan pemeriksaan dan perawatan rutin terhadap sistem *Conveyor* manual agar performa alat tetap optimal dan umur pakai komponen lebih panjang. Perawatan difokuskan pada bagian roller, sambungan struktur, dan rangka utama guna mencegah kerusakan maupun keausan selama proses operasional berlangsung.
2. Pengembangan sistem *Conveyor* dapat diterapkan pada jalur distribusi komponen lainnya di area fabrikasi, sehingga sistem *material handling* antar lini produksi menjadi lebih terintegrasi, efisien, dan mampu mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan *forklift*.



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

- [1] Departemen Pekerjaan Umum, Pedoman alat berat untuk pekerjaan konstruksi. Jakarta: PU, 2012.
- [2] D. B. Prasetyo and M. B. Adityawan, "Analisis kecelakaan kerja pada penggunaan *forklift* di industri manufaktur," Jurnal Keselamatan dan Kesehatan Kerja, vol. 6, no. 2, pp. 97–104, 2018.
- [3] A. D. Putra, H. B. Santoso, and R. Nurcahyo, "Design optimization of excavator arm structure for construction equipment," Journal of Mechanical Engineering and Applications, vol. 8, no. 1, pp. 45–52, 2020.
- [4] A. Setiawan and R. Rachmat, "Pengaruh kualitas proses fabrikasi terhadap kinerja alat berat di industri konstruksi," Jurnal Rekayasa Mesin, vol. 9, no. 2, pp. 115–123, 2021.
- [5] D. Siahaan, R. Tanjung, and T. Wulandari, "Evaluasi sistem *material handling* menggunakan metode Activity Relationship Chart (ARC)," Jurnal Teknik Industri, vol. 18, no. 1, pp. 15–22, 2020.
- [6] D. A. Siregar, "Analisis penggunaan *forklift* dalam distribusi material pada industri manufaktur," Jurnal Teknik Industri, vol. 9, no. 1, pp. 55–61, 2019.
- [7] Sugiyono, Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta, 2018.
- [8] N. Suryani, Metodologi penelitian. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2015.
- [9] F. Wijaya, A. Putri, and H. Kurniawan, "Implementasi *conveyor* untuk peningkatan efisiensi distribusi material pada industri manufaktur," Jurnal Rekayasa Produksi, vol. 9, no. 2, pp. 112–120, 2021.
- [10] A. Yulianto, M. Firdaus, and F. Zulkarnain, "Pengaruh material dan desain pada performa struktur excavator," Jurnal Riset Teknik Industri, vol. 7, no. 3, pp. 135–144, 2019.
- [11] A. Erik, B. Ulutas, and A. Kulturel-Konak, "Integration of Material Handling Devices Assignment and Facility Layout Problems," Journal of Manufacturing Systems, vol. 58, pp. 59–74, 2021.



Hak Cipta :

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

[12] M. R. Ahmadi, M. Bashiri, and M. Tavakkoli-Moghaddam, "Integrating Facility Layout Design and Aisle Structure in Manufacturing Systems: Formulation and Exact Solution," *European Journal of Operational Research*, vol. 290, no. 2, pp. 499–513, 2021.

[13] E. Ruiz Zúñiga, E. Flores García, M. Urenda Moris, M. Fathi, and A. Syberfeldt, "Holistic Simulation-Based Optimisation Methodology for Facility Layout Design with Consideration to Production and Logistics Constraints," *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, vol. 235, no. 14, pp. 2465–2481, 2021.

[14] S. B. Fulzele, S. B. Khatke, S. J. Kadam, and A. G. Kamble, "Application of Multi-Attribute Decision-Making Methods for the Selection of Conveyor," *Soft Computing*, vol. 26, pp. 9873–9881, 2022.

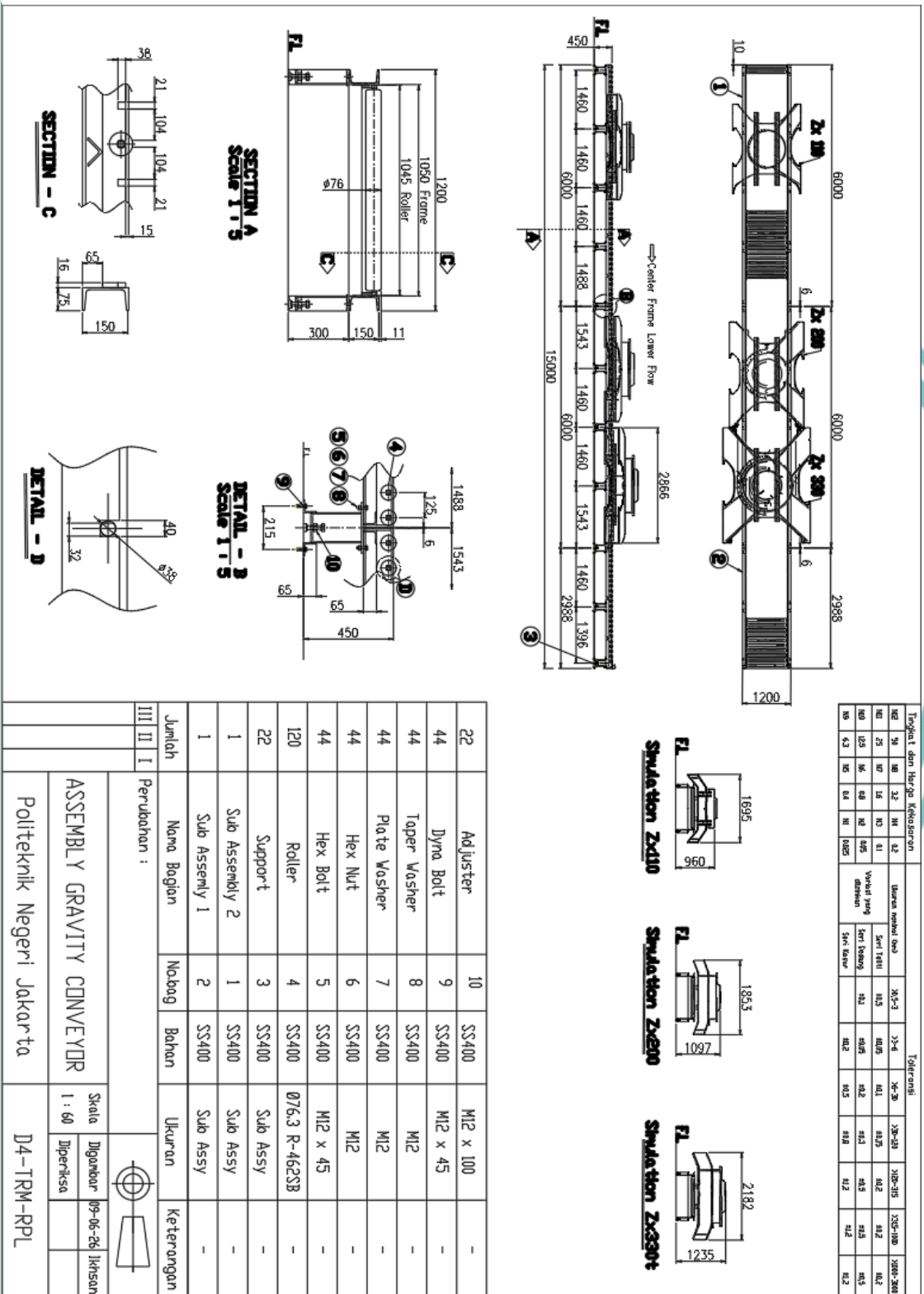
[15] F. Jiang, L. Li, Y. Tang, H. Zhang, and X. Liu, "A Facility Layout Algorithm for Logistics Scenarios Driven by Transport Lines," *Applied Sciences*, vol. 13, no. 12, p. 7215, 2023.

[16] W. Azzolini Junior, F. G. P. Azzolini, and L. R. Mundim, "Shipyard Facility Layout Optimization Through the Implementation of a Sequential Structure of Algorithms," *Heliyon*, vol. 9, no. 6, 2023.

[17] M. Amjath, L. Kerbach, A. Elomri, and J. M. Smith, "Queueing Network Models for the Analysis and Optimisation of Material Handling Systems: A Systematic Literature Review," *Flexible Services and Manufacturing Journal*, vol. 36, pp. 668–709, 2024.

[18] A. Asmi Putri and Suhartini, "Rancangan Tata Letak Fasilitas untuk Meminimalkan Jarak Material Handling," *Matrik: Jurnal Manajemen dan Teknik Industri Produksi*, vol. 25, no. 1, 2025.

LAMPIRAN



Lampiran 1 Drawing Assembly Gravity Conveyor

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

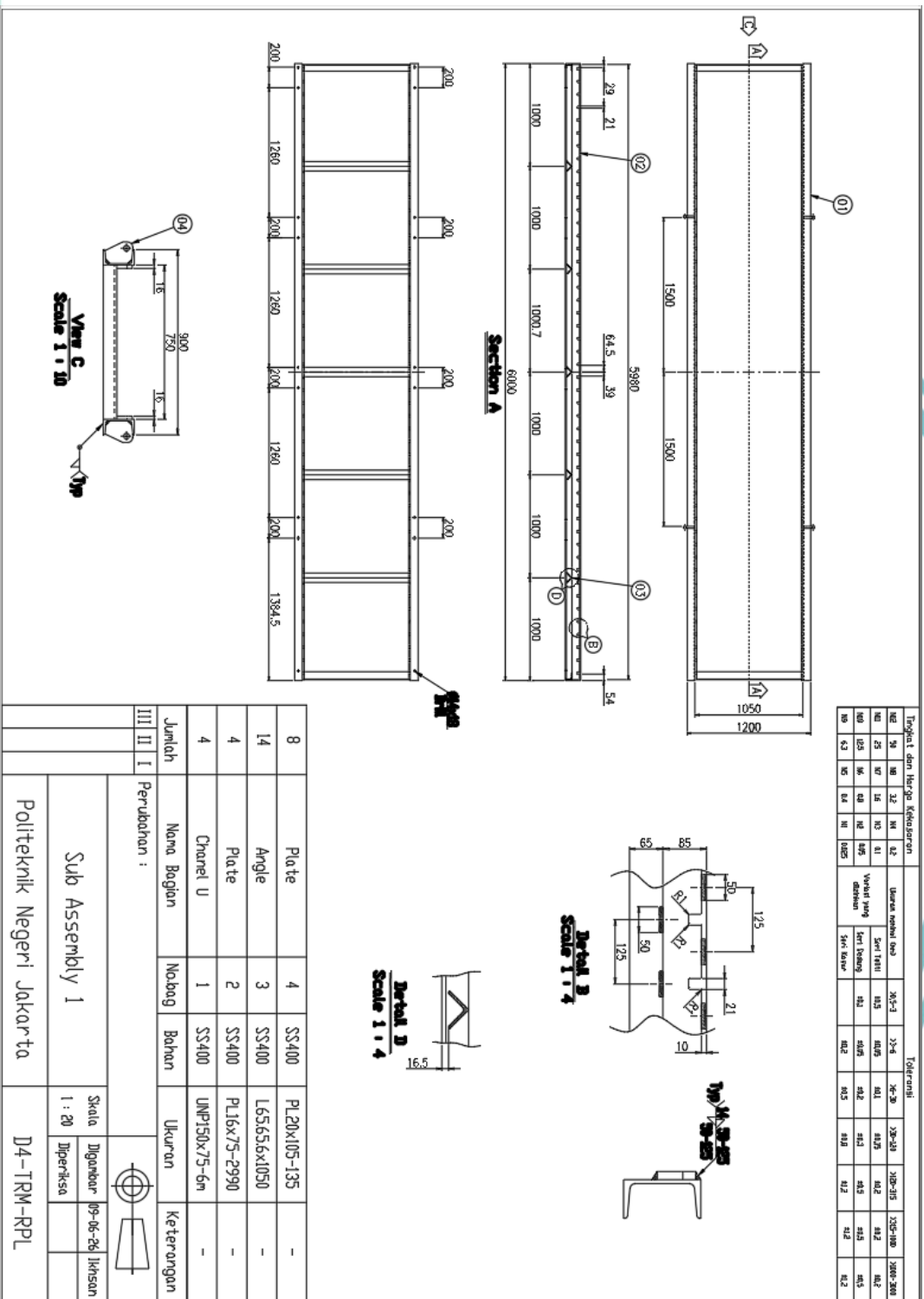
Hak Cipta :

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



Hak Cipta:

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

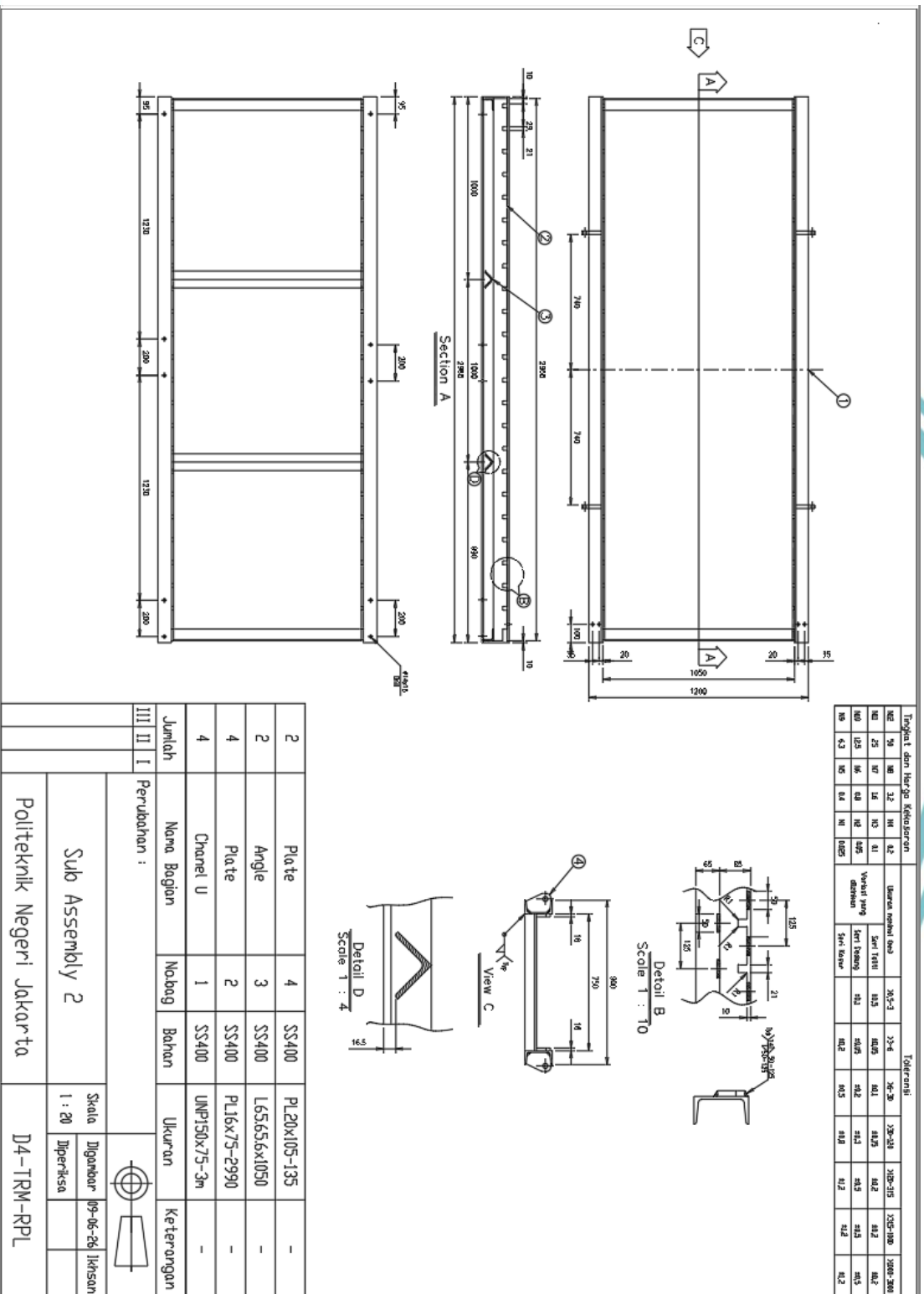
Lampiran 2 *Drawing Sub Assembly 1*



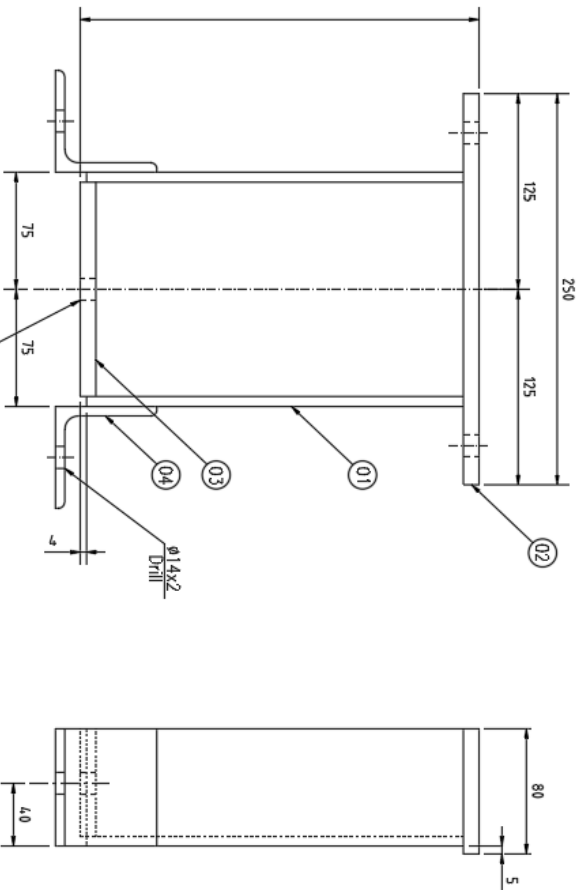
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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



Tinjauan dan Harga Estimasi											
Tahap						Tahap					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12



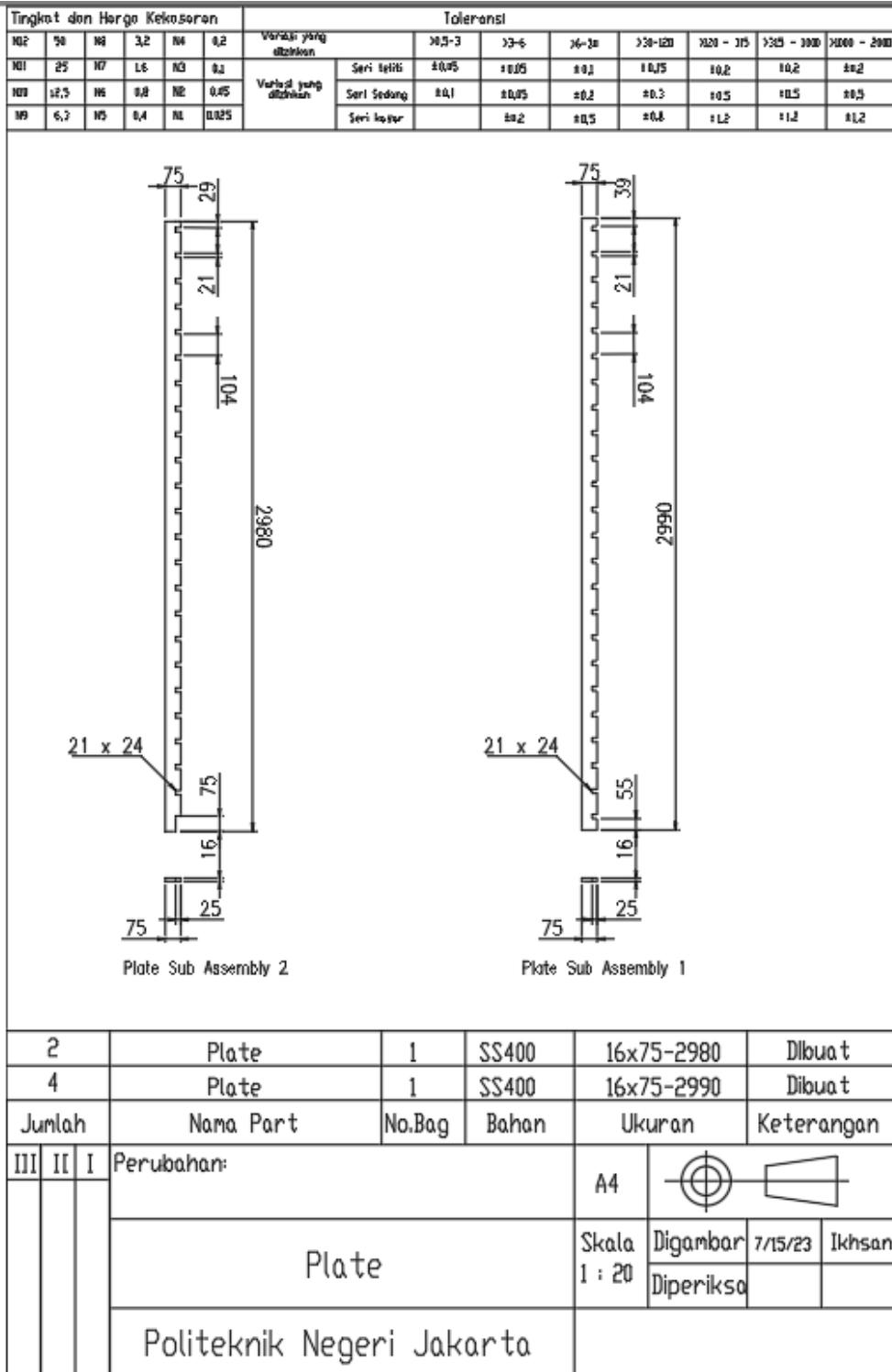
1	Angle	4	SS400	L65X65X6-75	-
1	Plate	3	SS400	PL110X68-134	-
1	Plate	2	SS400	PL110X80-250	-
1	Channel U	1	SS400	UMP150.75x6-241	-
Jumlah	Nama Bagian	No.dwg	Bahan	Ukuran	Keterangan
Perubahan :					
III	II	I			
	Support				Skala 1 : 20
	Politeknik Negeri Jakarta				D4-TRM-RPL



© 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



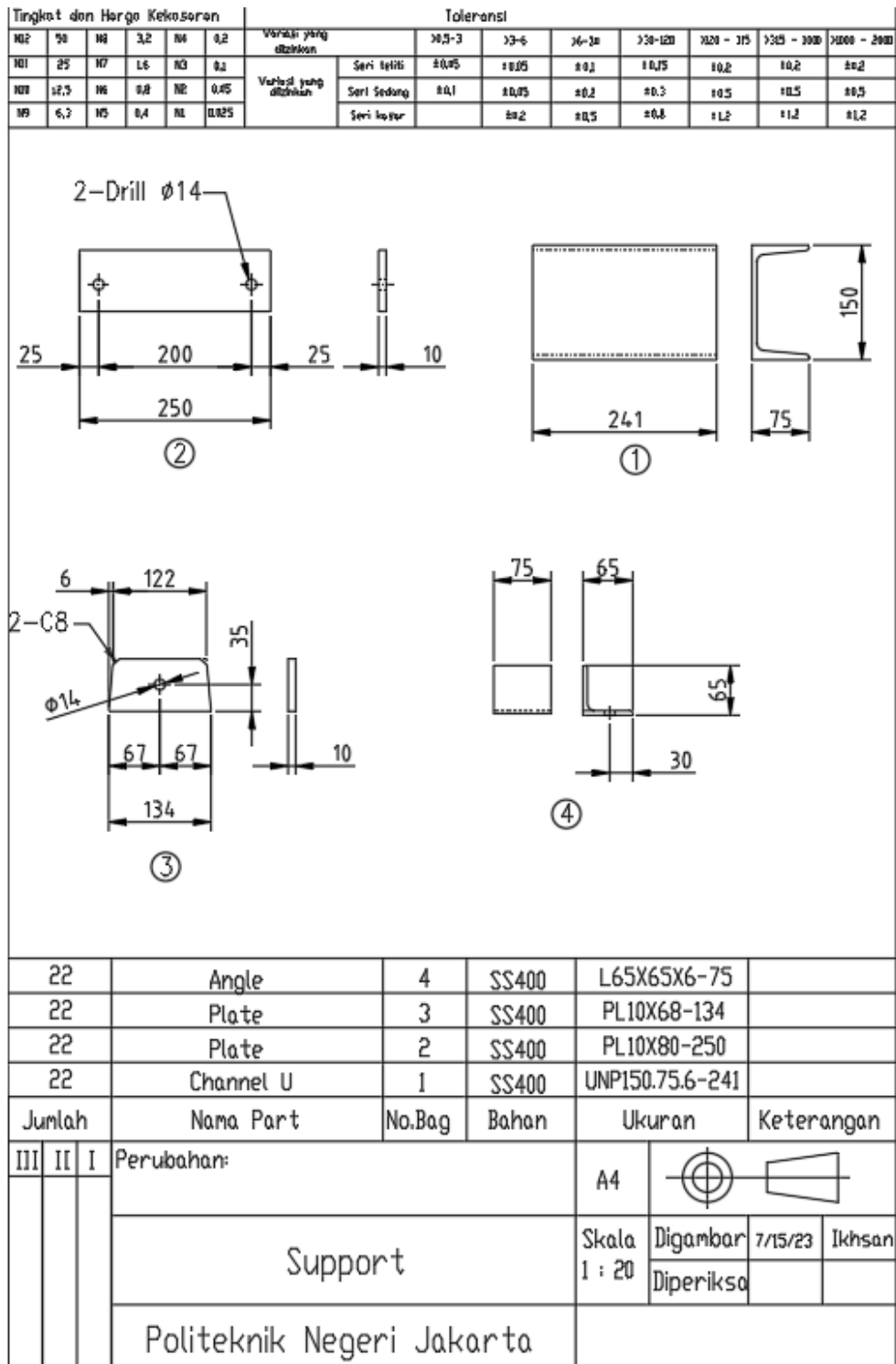
Lampiran 5 Drawing cutting plate frame



© 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 Drawing cutting plate support



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

No	Process	Mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	Operator mengemulir reme	31.05	31	32	33	29.6	30.8	31	32	33	30	36	35	33	33	30	33	31	27.2	30.5	28.6	27.6	31.1	28.7	31.3	31.5	27.3	29.1	31.3	31.8	30.3	33.4	
2	Operator mengoperasikan reme	35	37	37	36	32	32	36	36	36	37	35.3	33.7	32.2	32.5	34.4	36.7	33.1	33.5	37.1	37.2	34.4	37.1	33.1	36.2	34.7	33.9	32.4	36.1	36.6	27.1		
3	Came bergerak ke area jig	55.15	55	54	55	60	59	60	56.6	53.1	52	57.1	60.1	57.2	58.5	56.8	54.4	55.9	56.3	54.2	53.9	54.8	54.8	54.8	55.4	53.7	57.5	55.1	55.6	51.9	80.9		
4	Hook crane diturunkan	35.15	34.8	34.3	31.6	33.8	31.2	30.2	36.1	40	42	43	45	44	34.5	44	34.5	44	34.5	44	34.7	31.8	35.2	35.1	35	35.8	35.9	35	33.3	33	20		
5	Jig lifting dipasang ke hook	67.2	66.1	64.5	67.2	72.1	64	66.8	72.4	67	66.7	66.1	65.1	64.3	67.3	67.8	70.7	67.4	69.1	67.4	69.1	67.3	69.1	72	69.3	69.7	69.9	68.4	69.3	66.9	69.8	67.1	
6	Operator menurunkan jig pada hook	26.85	29.4	26.9	26.4	28.9	27	25.8	29	26	26.5	30	25.4	26.3	26.3	30	40	26.4	29	25.7	29.2	27.1	25.8	25.9	29.7	26.5	26.8	26.1	28.3	26	28.4	39.1	
7	Hook crane diangkat	38.65	38	36.2	36.9	39.2	35.2	36.7	38.3	37.4	37.2	39.9	38.4	39.1	37.5	39.6	39.1	40	40	40	37.3	37	39	40.5	40.3	36.8	36.9	35.8	38.3	39.3	40.7	48	
8	Came dan operator ke meja inspeksi	63.25	63	60.6	67.3	66.5	58.3	63.5	62.9	57.7	61.6	64.1	62.7	58.3	63.6	62.8	61.5	65.3	70	80	90	66.6	60.5	67.1	64	69.6	67.3	59.7	62.3	63.7	60.5	50.4	
9	Hook crane diturunkan	29.05	30.1	28.1	30.3	28.3	28.1	31.1	30.6	30.5	27.8	28.9	28.1	31.1	30.7	27.8	27.4	31.1	27.4	40	29.9	30.3	28.3	28.3	30.8	30.3	27.2	29.2	27.3	43.3			
10	Operator bergerak ke meja inspeksi	24.75	24.7	23.5	26.5	25.8	25.6	26.5	26.5	23.5	24.8	24.7	23.6	24	26.5	23.1	22.9	22.9	30	40	26.1	24.6	26.4	25	24.5	24.1	23.8	25.5	24.8	26.1	25	21.3	
11	Jig di pasang ke side frame untuk lifting	68.15	67.8	71.2	73.4	66.3	69.8	68.5	66.2	65.9	66.8	71.8	66.8	64.6	64.2	68.6	66.2	69.4	64.3	70	71.4	65.8	69.8	70.7	71.1	66.2	80	70	64.7	66.4	66.9	89.3	
12	Proses lifting	38.5	37.1	39.4	40.3	38.8	35.4	37	38.6	36.2	35.2	40.7	37.3	37	40.7	39.7	35.8	36.5	38.4	40.6	35.7	39.3	36.4	37	39.4	46	35	60	35.4	38.2	41.1		
13	Came ke area unloading Forklift	59.3	54.1	59.8	60.2	54.2	56.2	59.6	57	60.6	56.3	57.6	55.9	61.7	56.5	63.2	56.3	61.4	61.2	60.2	57.3	59	61.2	55.5	61.2	60.2	61.5	54.1	59.9	62.4	57	56.7	
14	Hook crane diturunkan	34.75	35.2	32.2	33.2	37.5	34.1	36.6	36.3	33.7	34.5	37.5	37.6	35.6	36.7	35.1	36.2	34.3	32.9	37.4	33.6	35.3	34.5	36.6	34.2	34.2	34.2	36.8	33.5	32.6	35	29.9	
15	Jig dipas	27	24.9	27.2	27.5	26.9	25.7	28.5	28.6	27.9	25.6	27.1	28.7	24.6	28.5	28.4	25.8	27.5	25.9	27.7	28.8	28.5	26.5	25.9	25.7	28.4	28.8	27.3	28.8	25.6	18		
16	Operator melepas Safety lock	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
17	Conveyor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
18	Sale frame terkunci Safety Lock	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
19	Operator melepas Forklift via HT	44.5	44.8	40.5	47.1	41.5	45.3	44.9	41.9	55	44.9	42.2	44.9	55	47	42.4	44.3	42.5	42.8	43.2	44.2	42.6	46.2	44.7	42	42.9	45	43.3	47	41	45	52.4	
20	Mengurangi Forklift	60.8	59.7	56.5	56.7	61.2	59.8	63.1	67.9	70	68	65.12	65.96	58.82	60.9	65.3	59.47	59.9	65.5	62.88	57.72	61.98	62.89	61.92	59.5	59.2	61.7	58	60.4	60.89	58.6		
21	Forklift melakukan positioning awal	54.15	52.4	53.1	52.4	51.4	58.1	57.3	70	66	57.2	54	54.2	54.8	52.4	50.9	51.8	56.2	60	57.1	52.3	54.1	50.7	52.9	54	51.4	56.8	57.5	56.5	54.6	54.1	42.9	
22	Forklift diturunkan	22.7	23.8	20.8	23	23.3	24.3	24	35	35	22	22.9	22.5	23.4	23.8	23.9	23.6	21.1	22.2	22.6	21.7	22.5	23.9	22	22.8	21.2	21.8	24	20.9	21.2	22.5	21.9	
23	Forklift mengangkat jig	33.4	32.8	35.3	32.4	32.7	33.8	33.1	35.5	37.8	48.8	34.5	33.7	32.7	35.1	35.4	33.3	34.7	31.9	31.9	34	32.9	35.2	30.7	32.1	32.4	21.5						
24	Forklift lifting up	48.46	50.5	46.1	50.4	50.4	50.5	46.9	49.8	49.4	45.6	51.6	49.3	45	44.8	52	52	47.2	51.3	60.7	46.9	48.6	46.3	48.3	44.9	50.9	45.7	45	48.2	46.4	45.9	56.4	
25	Forklift adjustment posisi	37.3	35.4	37.8	35.1	38.8	37.4	39.8	36.3	37.7	36.6	37.2	34.5	36.4	36	38.7	37.8	38.7	35.3	34.3	46.8	37.5	35.1	39.1	34.9	39.8	34.9	39.9	39.1	34.4	36.7	42.4	
26	Forklift mengup area uk well side frame dan Center Frame Lower	406.55	409.4	418.7	397.4	421.5	428.3	379.8	416.8	391.5	432.1	374.4	420.4	404.5	429.3	385.7	425.9	430.6	382.5	610.3	411.7	417.1	430.9	399.2	390.7	403.4	391.2	408.6	384.4	397.9	324.8		
27	Forklift positioning	30.25	27.7	30.8	32	29.2	32	30.1	28	30.9	30.5	28	28.6	29.9	28.3	32.2	32	30.4	31.8	29.8	29.5	30.7	27.6	27.9	29.5	32.3	32.4	31.6	31.8	29.5	30.7	24.3	
28	Forklift maju ke posisi area unloading	31.35	30.1	32.2	31.4	31.9	29.1	31.1	32.5	32.8	32.2	29.4	31.6	30.4	29.2	28.9	32.4	32.6	31.6	40.3	31.3	28.2	30.7	32.2	29.8	32.7	29.6	32.7	28.7	30.5	32.1	15.8	
29	Forklift lowering	19.15	17.7	20	19.6	20.3	19.2	19.8	19.3	19.9	17.6	20.4	18.7	19	18.5	19.9	18.8	18.3	19.5	20.1	35.1	19.8	18.8	19.4	18.7	18.5	17.9	19.1	18.8	20	17.7	16.1	
30	Forklift positioning	64.75	61.1	62.4	63.8	67.5	66.9	67.2	67.3	64	63.2	61.7	67.3	61.3	64.5	66.1	61.3	59.2	67.5	66.4	64.6	60.7	67.9	67.8	63.3	66.6	65.7	62.9	53.2				
31	Operator nkte well mengemulir reme crane	30	29.5	30.6	28.1	31.3	28.4	30.5	28.8	27.7	31.4	29.9	29	30	30.5	28	32.2	30	31.6	27.5	28.2	43.5	30.6	31	29.9	30	29.9	29.9	28	31.2	32.7		
32	Operator operasikan crane	47.95	44.7	46.4	44.7	45	48	47.1	46.7	50.3	47.3	47	46.1	51.4	46.5	51	47.9	46.1	50.2	49	46.4	52.1	51	56.2	49.2	51.3	49.7	48.8	44.9	52.3	45.3	67.5	
33	Came ke area jig lifting	61.5	63.5	62.8	61.7	62.8	60.5	61.6	58.7	55.7	62.7	59.8	62.6	62.2	63.3	57.5	58	63.9	57.5	59.8	61.9	61.4	56.8	60.1	65.1	56.1	58.9	60.1	55.7	60.7	56.3		
34	Came ke area unloading Forklift take well	59.5	55	60.8	58.5	55.4	62.7	60	58.6	59.1	60.5	55.3	63.3	58.7	59.5	55.1	60.3	63.2	57.6	54.8	63.4	55.9	54.8	70.5	59.5	60.2	80.1	59.9	63	80.1	56.2	42.9	
35	Hook diturunkan	31.8	32.3	32.4	29.2	33.5	31.8	33.9	30.6	30.2	29.4	31.8	34.1	32.5	46.7	30.4	30.2	31.3	30.1	33.3	32.7	46.7	29.3	30.5	30.7	33.7	33.7	33.7	45	31	30.5	30	
36	Jig dipasang ke side frame	67	62.6	62.5	62.6	62.5	62.5	66.2	64.8	62.8	71.8	67.2	72.5	64.2	82.4	66.8	70.6	82.4	63.6	68.7	72	63.9	67.3	62.8	82.4	70.3	70.7	82.4	62.8	70.6	72.1	90.5	
37	Hook Crane naik	37	36.4	35	36.5	37.8	33.8	37.6	39.6	34.7	37.6	34.3	37.9	46.7	55.2	46.6	38.7	36.7	37.2	38	35.8	35.6	37.1	34	35.6	36.8	37.8	35.8	38.1	34.6	36.5	38.2	
38	Came ke area take well	56.05	53.8	54.8	57.3	59.7	51.6	66.8	68.2	70.1	55.5	53.3	56.1	53.2	55.8	55.6	60.1	55.7	51.9	59.4	55.9	52.1	58.7	57.5	56	60.1	60.2	57.6					
39	Hook diturunkan	29.15	27.1	27.8	30.8	27.5	26.7	28.1	27.6	29.9	30.6	30.1	31.1	28.9	29.9	29.8	27	28.1	36.8	41.1	27.6	26.8	31.2	31	26.9	27	29.9	28.5	30.4	27.8	28.1	57.3	
40	Jig dipas	32.35	34.5	30.7	33.4	30.6	35	34.2	31.7	31.5	32.5	31.3	33	39.2	39.9	30.8	31.5	32.9	30.9	33.3	30.5	31.3	31.5	33.9	30.6	32.2	35.4	31.9	30.6	34.1	34.3	45.7	
Total		2490.5	2451.7	2386.3	2474.4	2483.1	2475.2	2388.3	2359.6	2628.4	2345.5	2361.8	2317.6	2358.1	2547	2370.6	2444	2503.5	2340.8	2399	2767.2	2462	2353	2352.7	2307.4	2468.4	2512.3	2510	2305.5	2492	2468.8	2466.6	



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

No	Process	Mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	Operator mengambil remote control crane	29.7	27.5	27.7	27.9	28.1	28.3	28.5	28.7	28.9	25.7	25.9	26.1	26.3	26.5	26.7	26.9	30.5	44.8	30.9	31.1	35.2	35.4	35.6	48.7	36	32.3	32.5	32.7	32.9	33.1	33.3
2	Operator mengoperasikan crane	34.2	31.9	32.1	32.3	32.5	32.7	32.9	33.1	33.3	30.1	30.3	30.5	30.7	30.9	31.1	31.3	40.3	35.1	35.3	35.5	39.6	39.8	40	40.2	40.4	36.7	36.9	37.1	37.3	37.5	37.7
3	Crane bergerak ke area jig	54.9	52.7	52.9	53.1	53.3	53.5	53.7	53.9	54.1	50.9	51.1	51.3	51.5	51.7	52.1	52.3	55.9	66.38	56.3	60.4	60.6	60.8	61	61.2	57.5	57.7	57.9	58.1	58.3	58.5	
4	Hook crane diturunkan	33.5	31.3	31.5	31.7	31.9	32.1	32.3	32.5	32.7	28.5	28.7	28.9	29.1	29.3	30.7	30.9	34.5	34.7	34.9	39	39.2	39.4	39.6	39.8	36.1	36.3	36.5	36.7	36.9	37.1	
5	Jig lifting dipasang ke hook	65.1	63.9	64.1	64.3	64.5	64.7	64.9	65.1	65.3	62.1	62.3	62.5	62.7	62.9	63.1	63.3	66.9	67.1	67.3	71.6	71.8	72	72.2	72.4	68.7	68.9	69.1	69.3	69.5	69.7	
6	Operator memasukkan jig pada hook	27.1	24.9	25.1	25.3	25.5	25.7	25.9	26.1	26.3	23.1	23.3	23.5	23.7	23.9	24.1	24.3	27.9	28.1	28.3	28.5	32.6	32.8	33	33.2	33.4	29.7	29.9	30.1	30.3	30.5	30.7
7	Hook crane diangkat	37.1	34.9	35.1	35.3	35.5	35.7	35.9	36.1	36.3	33.1	33.3	33.5	33.7	33.9	34.1	34.3	37.9	38.1	38.3	38.5	42.6	42.8	43	43.2	43.4	39.7	39.9	40.1	40.3	40.5	40.7
8	Crane dan operator ke meja inspeksi	61.9	59.7	59.9	60.1	60.3	60.5	60.7	60.9	61.1	57.9	58.1	58.3	58.5	58.7	58.9	59.1	62.7	62.9	63.1	63.3	67.4	67.6	67.8	68	68.2	64.5	64.7	64.9	65.1	65.3	65.5
9	Hook crane diturunkan	29	26.8	27	27.2	27.4	27.6	27.8	28	28.2	25	25.2	25.4	25.6	25.8	26	26.2	29.8	30	30.2	30.4	34.5	34.7	34.9	35.1	35.3	31.6	31.8	32	32.2	32.4	32.6
10	Operator bergerak ke meja inspeksi	24	21.8	22	22.2	22.4	22.6	22.8	23	23.2	20	20.2	20.4	20.6	20.8	21	21.2	24.8	25	25.2	25.4	29.5	29.7	29.9	30.1	30.3	26.6	26.8	27	27.2	27.4	27.6
11	Jig dipasang ke site frame untuk lifting	67.8	65.6	65.8	66	66.2	66.4	66.6	66.8	67	63.8	64	64.2	64.4	64.6	64.8	65	68.6	68.8	69	69.2	73.3	73.5	73.7	73.9	74.1	70.4	70.6	70.8	71	71.2	71.4
12	Proses lifting	37	34.8	35	35.2	35.4	35.6	35.8	36	36.2	33	33.2	33.4	33.6	33.8	34	34.2	37.8	38	38.2	38.4	42.5	42.7	42.9	43.1	43.3	39.6	39.8	40	40.2	40.4	40.6
13	Crane ke area unloading Forklift	50.9	48.7	48.9	49.1	49.3	49.5	49.7	49.9	50.1	46.9	47.1	47.3	47.5	47.7	47.9	48.1	51.7	51.9	52.1	52.3	56.4	56.6	56.8	57	57.2	53.5	53.7	53.9	54.1	54.3	54.5
14	Hook crane diturunkan	28.5	26.3	26.5	26.7	26.9	27.1	27.3	27.5	27.7	24.5	24.7	24.9	25.1	25.3	25.5	25.7	29.3	29.5	29.7	29.9	34	34.2	34.4	34.6	34.8	31.1	31.3	31.5	31.7	31.9	32.1
15	Jig dipasang	32.4	30.2	30.4	30.6	30.8	31	31.2	31.4	31.6	28.4	28.6	28.8	29	29.2	29.4	29.6	33.2	33.4	33.6	33.8	37.9	38.1	38.3	38.5	38.7	35	35.2	35.4	35.6	35.8	36
16	Operator melepas Safety lock conveyor	13	0	0	0	0	0	0.1	0.3	0.5	-2.7	-2.5	-2.3	-2.1	-1.9	-1.7	-1.5	2.1	2.3	2.5	2.7	6.8	7	7.2	7.4	7.6	3.9	4.1	4.3	4.5	4.7	4.9
17	Conveyor bergerak ke gelang F	20.5	18.3	18.5	18.7	18.9	19.1	19.3	19.5	19.7	16.5	16.7	16.9	17.1	17.3	17.5	17.7	21.3	21.5	21.7	21.9	26	26.2	26.4	26.6	26.8	23.1	23.3	23.5	23.7	23.9	24.1
18	Site frame terkunci Safety Lock	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	5.8	6	6.2	6.4	6.6	2.9	3.1	3.3	3.5	3.7	3.9
19	Operator memasang Forklift via HT	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.3	0.5	0.7	2	2.2	2.4	2.6	2.8	1.9	2.1	2.3	2.5	2.7	2.9
20	Mengambil Forklift	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.3	0.5	0.7	2	2.2	2.4	2.6	2.8	1.9	2.1	2.3	2.5	2.7	2.9
21	Forklift melakukan positioning awal	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.3	0.5	0.7	2	2.2	2.4	2.6	2.8	1.9	2.1	2.3	2.5	2.7	2.9
22	Forklift melakukan positioning awal	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.3	0.5	0.7	2	2.2	2.4	2.6	2.8	1.9	2.1	2.3	2.5	2.7	2.9
23	Forklift menyedok jig	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.3	0.5	0.7	2	2.2	2.4	2.6	2.8	1.9	2.1	2.3	2.5	2.7	2.9
24	Forklift lifting up	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.3	0.5	0.7	2	2.2	2.4	2.6	2.8	1.9	2.1	2.3	2.5	2.7	2.9
25	Forklift alignment posisi	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.3	0.5	0.7	2	2.2	2.4	2.6	2.8	1.9	2.1	2.3	2.5	2.7	2.9
26	Forklift mengura area tak weld side frame dan Center Frame Lower	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.3	0.5	0.7	2	2.2	2.4	2.6	2.8	1.9	2.1	2.3	2.5	2.7	2.9
27	Forklift positioning	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.3	0.5	0.7	2	2.2	2.4	2.6	2.8	1.9	2.1	2.3	2.5	2.7	2.9
28	Forklift maju ke posisi area unloading Forklift take weld	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.3	0.5	0.7	2	2.2	2.4	2.6	2.8	1.9	2.1	2.3	2.5	2.7	2.9
29	Fork bearing	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.3	0.5	0.7	2	2.2	2.4	2.6	2.8	1.9	2.1	2.3	2.5	2.7	2.9
30	Forklift positioning	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.3	0.5	0.7	2	2.2	2.4	2.6	2.8	1.9	2.1	2.3	2.5	2.7	2.9
31	Operator take weld mengambil remote crane	28.6	26.4	26.6	26.8	27	27.2	27.4	27.6	27.8	24.6	24.8	25	25.2	25.4	25.6	25.8	29.4	29.6	29.8	30	34.1	34.3	34.5	34.7	34.9	31.2	31.4	31.6	31.8	32	32.2
32	Operator opsikan crane	48.2	46	46.2	46.4	46.6	46.8	47	47.2	47.4	44.2	44.4	44.6	44.8	45	45.2	45.4	49	49.2	49.4	49.6	53.7	53.9	54.1	54.3	54.5	50.8	51	51.2	51.4	51.6	51.8
33	Crane ke area jig lifting	59.7	57.5	57.7	57.9	58.1	58.3	58.5	58.7	58.9	55.7	55.9	56.1	56.3	56.5	56.7	56.9	60.5	60.7	60.9	61.1	65.2	65.4	65.6	65.8	66	62.3	62.5	62.7	62.9	63.1	63.3
34	Crane ke area unloading Forklift take weld	33.7	31.5	31.7	31.9	32.1	32.3	32.5	32.7	32.9	29.7	29.9	30.1	30.3	30.5	30.7	30.9	34.5	34.7	34.9	35.1	39.2	39.4	39.6	39.8	40	36.3	36.5	36.7	36.9	37.1	37.3
35	Hook diturunkan	31	28.8	29	29.2	29.4	29.6	29.8	30	30.2	27	27.2	27.4	27.6	27.8	28	28.2	31.8	32	32.2	32.4	36.5	36.7	36.9	37.1	37.3	33.6	33.8	34	34.2	34.4	34.6
36	Jig dipasang ke site frame	24.1	21.9	22.1	22.3	22.5	22.7	22.9	23.1	23.3	20.1	20.3	20.5	20.7	20.9	21.1	21.3	24.9	25.1	25.3	25.5	29.6	29.8	30	30.2	30.4	26.7	26.9	27.1	27.3	27.5	27.7
37	Hook Crane naik	35.4	33.2	33.4	33.6	33.8	34	34.2	34.4	34.6	31.4	31.6	31.8	32	32.2	32.4	32.6	36.2	36.4	36.6	36.8	40.9	41.1	41.3	41.5	41.7	38	38.2	38.4	38.6	38.8	39
38	Crane ke area take weld	58	55.8	56	56.2	56.4	56.6	56.8	57	57.2	54	54.2	54.4	54.6	54.8	55	55.2	58.8	59	59.2	59.4	63.5	63.7	63.9	64.1	64.3	60.6	60.8	61	61.2	61.4	61.6
39	Hook diturunkan	31	28.8	29	29.2	29.4	29.6	29.8	30	30.2	27	27.2	27.4	27.6	27.8	28	28.2	31.8	32	32.2	32.4	36.5	36.7	36.9	37.1	37.3	33.6	33.8	34	34.2	34.4	34.6
40	Jig dipasang	32.1	29.9	30.1	30.3	30.5	30.7	30.9	31.1	31.3	28.1	28.3	28.5	28.7	28.9	29.1	29.3	32.9	33.1	33.3	37.6	37.8	38	38.2	38.4	34.7	34.9	35.1	35.3	35.5	35.7	
Total		1019.3	959.1	964.3	969.5	974.7	979.9	985.2	990.6	996	909.6	915	920.5	926.1	931.7	937.3	942.9	1046.9	1063.6	1068	1066.5	1195.9	1204	1211.9	1232.8	1227.9	1113.5	1122	1129.5	1138	1145.5	1153.5

Lampiran 8 Study Time process transfer conveyor