



© 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



**PERANCANGAN SISTEM MEKANIK MESIN
INSPEKSI VISUAL OTOMATIS UNTUK
PEMINDAHAN DAN PEMISAHAN BUSI C7HSA
SEBELUM PROSES PENGEMASAN DI PT. XYZ**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh :

Muhamad Zaki Gunawan

NIM. 2302311097

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

JULI, 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



**PERANCANGAN SISTEM MEKANIK MESIN
INSPEKSI VISUAL OTOMATIS UNTUK
PEMINDAHAN DAN PEMISAHAN BUSI C7HSA
SEBELUM PROSES PENGEMASAN DI PT. XYZ**

LAPORAN TUGAS AKHIR

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

Oleh:
Muhamad Zaki Gunawan
NIM. 2302311097

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

JULI, 2026



“Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk ayah ibu, bangsa dan almamater”

© 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 :

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

HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR

PERANCANGAN MESIN INSPEKSI VISUAL OTOMATIS BERBASIS
CONVEYOR UNTUK MENDETEKSI CACAT PRODUK BUSI DI PT. XYZ

Oleh
Muhamad Zaki Gunawan
NIM. 2302311097
Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1



Dr. Sonki Prasetya, S.T., M.Sc.
NIP. 197512222008121003

Pembimbing 2



Ir. Sepriandi Parningotan, S.T., M.T., IPM.
NIP. 199409072024061001

Kepala Program Studi
Diploma III Teknik Mesin



Nabila Yudisha, S.T., M.T.
NIP. 199311302023212045



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

**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN SISTEM MEKANIK MESIN INSPEKSI VISUAL OTOMATIS
UNTUK PEMINDAHAN DAN PEMISAHAN BUSI C7HSA SEBELUM PROSES
PENGEMASAN DI PT. XYZ**

Oleh
Muhamad Zaki Gunawan
NIM. 2302311097
Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Diploma III Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 30 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi D III Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Ir., Sepriandi Parningotan, S.T., M.T. IPM. NIP. 199409072024061001	Ketua		31/07/2026
2.	Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T. NIP.196605191990031002	Anggota		30/07/2026
3.	Asep Apriana, S.T., M.Kom. NIP. 196211101989031004	Anggota		20/07/2026

Depok, 30 Juli 2026

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin
Diploma III Teknik Mesin

Dr. Fuad Zamri, 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

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhamad Zaki Gunawan

NIM : 2302311097

Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

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

Depok, 30 Juli 2026



Muhamad Zaki Gunawan
NIM. 2302311097

Hak Cipta :

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

PERANCANGAN SISTEM MEKANIK MESIN INSPEKSI VISUAL OTOMATIS UNTUK PEMINDAHAN DAN PEMISAHAN BUSI C7HSA SEBELUM PROSES PENGEMASAN DI PT. XYZ

Muhamad Zaki Gunawan¹, Sonki Prasetya², Sepriandi Parningotan³

¹²³Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl.
Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425
Email: muhamad.zaki.gunawan.tm23@stu.pnj.ac.id

ABSTRAK

Proses inspeksi visual busi di PT. XYZ masih dilakukan secara manual sebelum produk masuk ke mesin *packaging*. Proses tersebut membutuhkan tiga operator, yaitu satu operator untuk memindahkan busi dari rak menuju mesin *packaging* dengan jarak perpindahan $\pm 1,55$ m dan dua operator *quality control* untuk memeriksa bagian keramik serta ulir busi menggunakan senter dan alat tulis. Kondisi ini berpotensi menyebabkan hasil inspeksi kurang konsisten, meningkatkan risiko *human error*, serta memungkinkan produk NG lolos ke proses pengemasan. Tugas akhir ini bertujuan merancang mesin inspeksi visual otomatis untuk memisahkan produk OK dan NG secara otomatis, serta mengurangi ketergantungan terhadap operator. Metode yang digunakan mengacu pada metode perancangan Pahl and Beitz melalui tahapan identifikasi masalah, studi literatur, studi lapangan, pengumpulan data, pembuatan konsep rancangan, pemilihan konsep, desain detail, serta analisis dan perhitungan komponen. Hasil evaluasi konsep menunjukkan bahwa konsep 3 terpilih dengan nilai *concept scoring* tertinggi sebesar 4,00. Rancangan akhir menggunakan sistem *indexing conveyor*, *jig*, stasiun inspeksi keramik, mekanisme *flipper* 180°, stasiun inspeksi ulir, sistem *pick and place*, kotak *reject*, HMI panel, dan *electrical panel*. Hasil perhitungan teoritis menunjukkan komponen utama memenuhi kebutuhan rancangan, dengan beban rantai sebesar 73,1 N lebih kecil dari kapasitas 2630 N, torsi rencana motor sebesar 21,94 N·m lebih kecil dari kapasitas 37 N·m, faktor keamanan poros sebesar 39,2, serta resolusi kamera sebesar 0,01953 mm/piksel dengan ukuran cacat minimum teoritis 0,09765 mm. Berdasarkan hasil tersebut, rancangan mesin dinyatakan layak secara teoritis untuk mendukung proses inspeksi area keramik dan ulir busi, memenuhi target waktu siklus 1,8 detik/pcs, serta berpotensi mengurangi kebutuhan operator dari tiga operator menjadi satu operator.

Kata kunci: busi, inspeksi visual otomatis, *indexing conveyor*, *machine vision*, perancangan mesin



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

PERANCANGAN SISTEM MEKANIK MESIN INSPEKSI VISUAL OTOMATIS UNTUK PEMINDAHAN DAN PEMISAHAN BUSI C7HSA SEBELUM PROSES PENGEMASAN DI PT. XYZ

Muhamad Zaki Gunawan¹, Sonki Prasetya², Sepriandi Parningotan³

¹²³Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl.
Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425
Email: muhamad.zaki.gunawan.tm23@stu.pnj.ac.id

ABSTRACT

The visual inspection process of spark plugs at PT. XYZ is still performed manually before the products enter the packaging machine. The process requires three operators, consisting of one operator to move spark plugs from the rack to the packaging machine with a transfer distance of approximately 1.55 m and two quality control operators to inspect the ceramic and thread areas using a flashlight and writing tools. This condition may lead to inconsistent inspection results, increase the risk of human error, and allow NG products to pass into the packaging process. This final project aims to design a conveyor-based automatic visual inspection machine to detect spark plug defects, automatically separate OK and NG products, and reduce operator dependency. The design method refers to the Pahl and Beitz design method, consisting of problem identification, literature study, field study, data collection, concept development, concept selection, detailed design, and component analysis. The concept evaluation results show that concept 3 was selected with the highest concept scoring value of 4.00. The final design uses an indexing conveyor, jig, ceramic inspection station, 180° flipper mechanism, thread inspection station, pick and place system, reject box, HMI panel, and electrical panel. The theoretical calculation results show that the main components meet the design requirements, with a conveyor chain load of 73.1 N compared to a capacity of 2630 N, a motor design torque of 21.94 N·m compared to a capacity of 37 N·m, a shaft safety factor of 39.2, and a camera resolution of 0.01953 mm/pixel with a theoretical minimum detectable defect size of 0.09765 mm. Based on these results, the machine design is theoretically feasible to support the inspection process of the ceramic and thread areas of spark plugs, meet the cycle time target of 1.8 seconds/part, and potentially reduce the number of operators from three to one.

Keywords: spark plug, automatic visual inspection, indexing conveyor, machine vision, machine design



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 syukur ke hadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayahnya, sehingga laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Laporan ini menjelaskan tentang **“PERANCANGAN SISTEM MEKANIK MESIN INSPEKSI VISUAL OTOMATIS UNTUK PEMINDAHAN DAN PEMISAHAN BUSI C7HSA SEBELUM PROSES PENGEMASAN DI PT. XYZ”** yang disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III di Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

Selanjutnya, rasa terima kasih diberikan kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, di antaranya kepada:

1. Allah SWT, Tuhan yang Maha Esa, yang telah memberi nikmat dan hidayah-Nya agar laporan ini dapat selesai di waktu yang tepat.
2. Orang Tua dan Keluarga, yang telah mendoakan, mendidik, memberi semangat dan bantuan, serta mendukung penyelesaian laporan ini..
3. Bapak Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si., Ketua Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.
4. Ibu Nabila Yudisha, S.T., M.T., Ketua Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.
5. Bapak Dr. Sonki Prasetya, S.T., M.Sc, selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
6. Bapak Ir., Sepriandi Parningotan, S.T., M.T., IPM. selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
7. Bapak Widodo, Bapak Estu, Bapak Nanang, Bapak Lukman, dan teman-teman magang di tempat industri yang telah berkenan meluangkan waktu serta memberikan arahan dan informasi yang sangat bermanfaat dalam mendukung kelancaran penelitian ini.
8. Teman-teman di KSM Teknik Mesin, LDK Fikri, Formadiksi PNJ, dan semua teman-teman yang ada di Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan



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

semangat, serta bantuan baik secara langsung maupun tidak dan berjuang bersama dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

9. Muhamad Zaki Gunawan, terima kasih atas dedikasi, ketekunan, dan semangat pantang menyerah dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini hingga tuntas dengan sebaik-baiknya, meskipun menghadapi berbagai tantangan selama proses penelitian.

10. Serta seluruh pihak yang turut membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Dalam penulisan laporan ini, dapat disadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan di dalamnya. Oleh karena itu, dimohon kritik dan sarannya agar laporan ini mendapatkan hasil yang maksimal. Semoga laporan ini bisa bermanfaat bagi semua yang membacanya dan dapat dijadikan sebagai bahan pembelajaran.

Bekasi, 12 Juli 2026

Muhamad Zaki Gunawan
NIM. 2302311097

**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

ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat Penulisan	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian dan Pembatasan Masalah	4
1.6 Metode Penulisan	5
1.7 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Kajian Literatur	8
2.2 Kajian Teori	10
2.2.1 Sistem Inspeksi Visual	10
2.2.2 Dasar Perhitungan Beban, Tegangan, dan Faktor Keamanan	12
2.2.3 Sistem Pneumatik	18
2.2.4 Energi Kinetik Gerak Putar	21
2.2.5 Rantai dan Sproket	21
2.2.6 Motor.....	27
2.2.7 Poros	31
2.2.8 Bantalan (<i>Bearing</i>).....	34
2.2.9 Pasak	37
2.2.10 Kopling.....	40
2.2.11 Kamera Inspeksi	42
2.2.12 Evaluasi Konsep Rancangan	44
2.3 Kajian Sistem	46
2.3.1 Busi sebagai Objek Inspeksi.....	46
2.3.2 Conveyor	48



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

2.3.3	Machine Vision Berbasis PC Vision.....	50
2.3.4	Sistem Pick and Place	51
2.3.5	Sistem Pembalik Busi (<i>Flipper</i>)	52
2.3.6	Struktur dan Rangka Mesin	54
2.3.7	Sensor dan Sistem Kontrol	55
2.3.8	Prinsip Deteksi Cacat dan Penentuan Status Produk OK atau NG	55
2.4	Kerangka Pemikiran	59
BAB III METODOLOGI		61
3.1	Diagram Alir Penelitian	61
3.2	Identifikasi Masalah.....	62
3.3	Studi Literatur	63
3.4	Studi Lapangan.....	65
3.5	Pengumpulan Data.....	66
3.6	Membuat Konsep Rancangan.....	68
3.6.1	Konsep 1.....	69
3.6.2	Konsep 2.....	72
3.6.3	Konsep 3.....	76
3.7	Analisis dan Perhitungan	80
3.7.1	Analisis dan Perhitungan <i>Gripper</i>	80
3.7.2	Analisis dan Perhitungan Transmisi Rantai dan Sproket	89
3.7.3	Analisis dan Perhitungan Motor <i>Conveyor</i>	94
3.7.4	Analisis dan Perhitungan <i>Bearing</i> dan Poros	96
3.7.5	Analisis dan Perhitungan Pasak dan Kopling	101
3.7.6	Analisis dan Perhitungan <i>Flipper</i>	105
3.7.7	Analisis dan Perhitungan Kamera Inspeksi Visual	110
3.8	Metode Pemecahan Masalah.....	114
3.9	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	116
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		117
4.1.	Evaluasi Konsep dan Spesifikasi Mesin Inspeksi Visual Otomatis	117
4.1.1	Kebutuhan Proses Inspeksi dan Pengemasan Busi	117
4.1.2	Hasil <i>Concept Screening</i>	118
4.1.3	Hasil <i>Concept Scoring</i>	119
4.1.4	Konsep Terpilih Mesin Inspeksi Visual Otomatis	120
4.2	Evaluasi Komponen dan Sistem Kerja Mesin Inspeksi Visual Otomatis	122
4.3	Evaluasi Kelayakan Komponen Berdasarkan Perhitungan	123
4.3.1	Pemilihan Komponen <i>Pick and Place</i>	123



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

4.3.2	Pemilihan Rantai.....	125
4.3.3	Pemilihan Komponen <i>Bearing</i>	127
4.3.4	Pemilihan Motor Conveyor	128
4.3.5	Pemilihan Tipe Kopling	132
4.3.6	Pemilihan Komponen <i>Flipper</i>	133
4.3.7	Pemilihan Sensor dan Sistem Kontrol.....	135
4.4.	Evaluasi Pengurangan Sumber Daya Manusia pada Lini Pengemasan	136
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		139
5.1.	Kesimpulan	139
5.2.	Saran	140
Daftar Pustaka		141





Hak Cipta :

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

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Inspeksi Visual Manual dan Inspeksi Visual Otomatis	11
Tabel 2.2 Nilai Faktor Keamanan berdasarkan Pembebanan.....	14
Tabel 2.3 Faktor Koreksi Transmisi Rantai	25
Tabel 2.4 Perbandingan Jenis <i>Motor Drive</i>	28
Tabel 2.5 Faktor Keamanan <i>radial ball bearings</i>	35
Tabel 2.6 Ukuran <i>Keyway Standard</i>	38
Tabel 2.7 Faktor Servis Kopling.....	41
Tabel 2.8 Penilaian Kinerja Relatif pada <i>Scoring Concept</i>	45
Tabel 2.9 Data Busi C7HSA	47
Tabel 2.10 Karakteristik Busi OK atau NG.....	47
Tabel 2.11 Komponen utama <i>indexing conveyor</i>	49
Tabel 3.1 Hasil dari Data Pengukuran	67
Tabel 3.2 Bobot Kebutuhan Pengguna.....	68
Tabel 3.3 Data Awal Bagian Pick & Place.....	80
Tabel 3.4 Spesifikasi Up Down <i>Cylinder</i>	86
Tabel 3.5 Spesifikasi <i>Rotary cylinder</i>	87
Tabel 3.6 Data Awal Perhitungan Rantai dan Sproket.....	89
Tabel 3.7 Kesesuaian Nomor Rantai terhadap Pitch.....	91
Tabel 3.8 Data Awal Perhitungan Motor <i>Conveyor</i>	95
Tabel 3.9 Data Awal Perhitungan <i>Bearing</i> dan Poros	97
Tabel 3.10 Perbandingan Jenis Kopling.....	102
Tabel 3.11 Data Awal Perhitungan Pasak dan Kopling	103
Tabel 3.12 Data Awal Perhitungan <i>Flipper</i>	106
Tabel 3.13 Data Komponen <i>Flipper</i>	106
Tabel 3.14 Data Awal Perhitungan Kamera	111
Tabel 4.1 Kebutuhan Pengguna sebagai Dasar Evaluasi Konsep	117
Tabel 4.2 <i>Concept Screening</i> Alternatif Konsep Rancangan	118
Tabel 4.3 <i>Concept Scoring</i> Alternatif Konsep Rancangan.....	119
Tabel 4.4 Evaluasi Komponen dan Sistem Kerja Mesin Inspeksi Visual Otomatis	122
Tabel 4.5 Hasil Evaluasi Sistem <i>Pick and Place</i>	123
Tabel 4.6 Data Rantai Tipe C2042-2L-K2.....	126
Tabel 4.7 Spesifikasi Motor AZM98AC-PS7.2.....	129



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

Tabel 4.8 Evaluasi Komponen <i>Flipper</i>	134
Tabel 4.9 Komponen Sensor dan Sistem Kontrol.....	136
Tabel 4.10 Perbandingan Aktivitas Manual Sebelum dan Sesudah Rancangan	136
Tabel 4.11 Evaluasi Kebutuhan Sumber Daya Manusia	137





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 Sistem Inspeksi Visual Manual dan Otomatis	11
Gambar 2.2 (a) Kiri, Dual-Rod Cylinder with Air Cushion; (b) Rotary Table.....	19
Gambar 2.3 Rantai Rol.....	22
Gambar 2.4 Motor Stepper	29
Gambar 2.5 Poros.....	32
Gambar 2.6 Macam-Macam Bantalan Gelinding.....	34
Gambar 2.7 Pasak Alur Persegi Panjang	37
Gambar 2.8 Kopling.....	41
Gambar 2.9 Kamera Inspeksi tipe GigE C-Mount.....	42
Gambar 2.10 Busi C7HSA	47
Gambar 2.11 <i>Indexing Conveyor</i>	49
Gambar 2.12 Sistem Konfigurasi PC Vision.....	51
Gambar 2.13 Sistem Pick and Place	52
Gambar 2.14 Sistem Pembalik Busi (<i>Flipper</i>)	53
Gambar 2.15 Aluminium Profile	55
Gambar 2.16 Proses Penentuan Status Produk OK atau NG	56
Gambar 2.16 Kerangka Pemikiran.....	59
Gambar 3.1. Diagram Alir Rancang.....	61
Gambar 3.2 Kondisi Lini Pengemasan.....	62
Gambar 3.3 (a) Kiri, Area sebelum Proses Inspeksi; (b) Kanan, Area setelah Proses Inspeksi	63
Gambar 3.4 Mengamati Area Inspeksi.....	65
Gambar 3.5 (a) Kiri, Mengukur Area Inspeksi; (b) Kanan, Mengukur Dimensi Mesin ...	66
Gambar 3.6 (a) Kiri, Diskusi dengan Karyawan PT. XYZ; (b)Kanan, Hasil Diskusi dengan PT. XYZ.....	66
Gambar 3.7 (a) Kiri, Tampak Jauh Konsep 1; (b) Kanan, Tampak Dekat Konsep 1	69
Gambar 3.8 Diagram Alir Proses Mesin Konsep 1	71
Gambar 3.9 (a) Kiri, Tampak Jauh Konsep 2; (b) Kanan, Tampak Dekat Konsep 2	73
Gambar 3.10 Diagram Alir Proses Mesin Konsep 2	74
Gambar 3.11 (a) Kiri, Tampak Jauh Konsep 3; (b) Kanan, Tampak Dekat Konsep 3.....	77
Gambar 3.12 Diagram Alir Proses Mesin Konsep 3	78
Gambar 3.13 Desain <i>Up Down Cylinder</i>	86
Gambar 3.14 Desain <i>Rotary Cylinder</i>	87



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 3.15 Metode Pahl-Beitz.....	115
Gambar 4.1 Pandangan Atas	121
Gambar 4.2 Pandangan Depan	121
Gambar 4.3 Desain Akhir <i>Pick and Place</i>	125
Gambar 4.4 Katalog <i>Double Pitch Roller Chains with Attachments</i>	125
Gambar 4.5 Desain Akhir Transmisi Rantai	126
Gambar 4.6 Katalog <i>Bearing</i>	127
Gambar 4.7 Desain akhir poros dan <i>bearing</i>	128
Gambar 4.8 Katalog Motor Stepper.....	129
Gambar 4.9 Desain Akhir Motor <i>Conveyor</i>	131
Gambar 4.10 Katalog Kopling.....	132
Gambar 4.11 Desain Akhir Kopling	133
Gambar 4.12 Desain Akhir <i>Flipper</i>	135
Gambar 4.13 Ilustrasi Kondisi Sebelum dan Sesudah Otomatisasi	138



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 LAMPIRAN

Lampiran 1 Drawing Pick and Place.....	144
Lampiran 2 Drawing Safety Cover	145
Lampiran 3 Drawing Rak Busi.....	146
Lampiran 4 Drawing Meja Conveyor	147
Lampiran 5 Drawing HMI Panel	148
Lampiran 6 Drawing Kaki Panjang Conveyor	149
Lampiran 7 Drawing Rangka Luar Conveyor	150
Lampiran 8 Drawing Penggerak Indexing Conveyor	151
Lampiran 9 Drawing Frame Indexing Conveyor.....	152
Lampiran 10 Drawing Transmisi Rantai Conveyor.....	153
Lampiran 11 Drawing Indexing Conveyor.....	154
Lampiran 12 Drawing Mesin Packaging.....	155
Lampiran 13 Drawing Flipper	156
Lampiran 14 Drawing Box Inspeksi Busi	157
Lampiran 15 Drawing Mesin Inspeksi Visual Otomatis	158

**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

Proses inspeksi visual merupakan tahapan penting dalam pengendalian kualitas busi sebelum produk masuk ke proses pengemasan. Pemeriksaan ini dilakukan untuk memastikan tidak terdapat cacat pada bagian keramik maupun ulir busi, sehingga produk yang masuk ke mesin *packaging* sesuai dengan standar kualitas yang ditentukan [1]. Namun, proses inspeksi visual yang dilakukan secara manual memiliki keterbatasan karena hasil pemeriksaan sangat bergantung pada ketelitian operator. Faktor kelelahan, konsentrasi, dan pekerjaan yang berulang dapat menyebabkan hasil inspeksi menjadi kurang konsisten serta meningkatkan risiko produk cacat lolos pemeriksaan [2].

Berdasarkan hasil observasi di area inspeksi dan pengemasan busi PT. XYZ, proses yang diamati meliputi pemindahan busi dari rak menuju mesin *packaging*, pemeriksaan kualitas busi oleh operator *Quality Control* (QC), pemisahan produk OK dan NG (*Not Good*), serta alur busi sebelum masuk ke proses pengemasan. Pada kondisi aktual, proses tersebut masih membutuhkan 3 operator, yaitu 1 operator untuk memindahkan busi dari rak hasil line *assembling* menuju mesin *packaging* dengan jarak perpindahan $\pm 1,55$ m, serta 2 operator QC yang memeriksa busi menggunakan alat tulis dan senter untuk memisahkan produk OK atau NG. Proses manual ini dituntut tetap memenuhi target minimal *output* sebesar 1,8 detik/pcs dalam 1 *line* produksi.

Masalah yang terjadi pada area tersebut adalah proses pemindahan, pemeriksaan, dan pemisahan produk masih bergantung pada operator. Pemeriksaan hanya menggunakan senter dan alat tulis berpotensi menghasilkan keputusan inspeksi yang tidak konsisten karena dipengaruhi kondisi fisik dan ketelitian operator [2], [3]. Selain itu, pemindahan busi secara manual dari rak menuju mesin



Hak Cipta :

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

packaging menambah beban kerja operator dan dapat menyebabkan waktu proses kurang stabil. Kondisi tersebut dapat menimbulkan *human error*, seperti busi cacat lolos pemeriksaan, kesalahan pemisahan produk OK atau NG, serta ketidaktepatan jumlah produk yang masuk ke proses pengemasan [3].

Apabila permasalahan tersebut tidak diatasi, maka risiko produk NG masuk ke mesin *packaging* akan semakin besar dan dapat menurunkan kualitas produk akhir [4]. Dampak dari proses inspeksi manual tersebut adalah meningkatnya risiko produk cacat lolos ke tahap pengemasan akibat ketidakkonsistenan hasil pemeriksaan. Kondisi ini berpotensi menyebabkan terjadinya *reject*, *rework*, maupun *scrap* yang dapat menambah waktu proses dan biaya produksi [1], [3]. Solusi yang sudah ada saat ini adalah pemeriksaan visual manual menggunakan senter dan alat tulis oleh operator QC, kemudian produk OK dan NG dipisahkan secara langsung sebelum masuk ke mesin *packaging*. Mesin *packaging* sendiri sudah tersedia, tetapi proses sebelum *packaging* masih memiliki kekurangan karena inspeksi belum dilakukan secara otomatis, belum terintegrasi dengan *conveyor*, dan belum memiliki sistem pemisahan OK/NG otomatis berdasarkan hasil deteksi yang lebih akurat.

Berdasarkan kekurangan tersebut, perancangan ini difokuskan untuk mengatasi ketergantungan terhadap inspeksi manual dengan merancang mesin inspeksi visual otomatis menggunakan kamera industri [5]. Mesin ini dirancang untuk mengatur posisi busi pada *conveyor*, melakukan pemeriksaan visual pada bagian keramik dan ulir, serta memisahkan produk OK dan NG secara otomatis sebelum masuk ke mesin *packaging* [4], [5]. Dengan rancangan ini, proses inspeksi diharapkan menjadi lebih stabil dan konsisten, tetap mampu memenuhi target output 1,8 detik/pcs dalam 1 line produksi, mengurangi busi cacat yang lolos inspeksi, serta mengurangi kebutuhan tenaga operator pada proses inspeksi dan pengemasan [1].



Hak Cipta :

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

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

- a. Bagaimana menentukan konsep dan spesifikasi mesin inspeksi visual otomatis yang sesuai dengan kebutuhan proses inspeksi dan pengemasan busi di PT. XYZ?
- b. Bagaimana menentukan dan menganalisis komponen serta sistem pada mesin inspeksi visual otomatis agar mampu mencapai keakuratan proses inspeksi visual, keandalan pemindahan dan pemisahan produk, serta mudah diimplementasikan pada lini pengemasan PT. XYZ?
- c. Bagaimana menghitung dan menganalisis komponen yang digunakan untuk mengetahui kelayakan rancangan mesin inspeksi visual otomatis yang dibuat?

1.3 Tujuan

1. Tujuan Umum

Merancang mesin inspeksi visual otomatis untuk memindahkan dan memisahkan busi sebelum masuk ke mesin pengemasan guna mengurangi busi cacat yang lolos inspeksi dan mengurangi ketergantungan terhadap operator.

2. Tujuan Khusus

Untuk mencapai tujuan umum tersebut, tujuan khusus dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

- a. Menentukan konsep dan spesifikasi mesin inspeksi visual otomatis yang sesuai dengan kebutuhan proses inspeksi dan pengemasan busi di PT. XYZ.
- b. Menentukan komponen serta sistem yang digunakan pada mesin inspeksi visual otomatis dengan target mampu memenuhi waktu siklus produksi sebesar 1,8 detik/pcs dalam satu lini inspeksi, memindahkan dan memisahkan busi OK atau NG.
- c. Menganalisis kelayakan komponen utama mesin inspeksi visual otomatis melalui perhitungan teoritis, dengan tolak ukur daya dan torsi motor mampu



Hak Cipta :

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

menggerakkan *conveyor*, aktuator mampu memindahkan busi, serta tegangan kerja pada komponen mekanik tidak melebihi tegangan izin material.

- d. Menghasilkan rancangan mesin inspeksi visual otomatis yang dapat mengurangi kebutuhan sumber daya manusia pada lini pengemasan PT. XYZ.

1.4 Manfaat Penulisan

Penulisan laporan tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut.

1. Bagi PT. XYZ

Memberikan alternatif rancangan mesin inspeksi visual otomatis untuk membantu proses pemindahan dan pemisahan pada produk busi sebelum masuk ke mesin pengemasan.

2. Bagi proses produksi

Membantu meningkatkan kestabilan proses inspeksi, pemindahan, dan pemisahan produk OK/NG agar tidak sepenuhnya bergantung pada pemeriksaan manual oleh operator.

3. Bagi mahasiswa

Menjadi sarana penerapan ilmu perancangan mesin, elemen mesin, sistem pneumatik, *conveyor*, *machine vision*, serta analisis kelayakan komponen mekanik.

4. Bagi pembaca atau peneliti selanjutnya

Menjadi referensi awal dalam pengembangan rancangan mesin inspeksi visual otomatis, khususnya untuk produk berukuran kecil yang membutuhkan pemeriksaan area tertentu secara bertahap.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian dan Pembatasan Masalah

Ruang lingkup tugas akhir “Perancangan Mesin Inspeksi Visual Otomatis” dibatasi dengan ketentuan-ketentuan sebagai berikut.



Hak Cipta :

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

1. Ruang lingkup penelitian ini berfokus pada hasil observasi di area inspeksi dan pengemasan busi PT. XYZ, khususnya pada proses pemeriksaan kualitas busi dan pemindahan busi setelah proses *assembling* dan sebelum masuk ke mesin *packaging*.
2. Produk yang diperiksa adalah busi dengan diameter 9 mm dan panjang 67 mm. Material utama busi terdiri dari keramik alumina pada bagian insulator dan baja karbon pada bagian body serta ulir busi.
3. Pemindahan busi dari rak ke *conveyor* pada proses ini dilakukan secara manual oleh seorang operator dengan jarak rak ke *conveyor* sekitar 700 - 1000 mm.
4. Penelitian tidak mencakup perancangan mesin *packaging* karena mesin tersebut sudah tersedia di PT. XYZ, desain mesin *packaging* hanya untuk menyesuaikan dimensi mesin inspeksi visual.
5. Pembahasan dan pengujian komponen elektrik, *wiring*, serta sistem kontrol tidak dilakukan secara mendalam dan hanya dibahas secara umum sesuai kebutuhan rancangan mekanik.
6. Penelitian tidak mencakup pembuatan dan pengujian program pengolahan citra secara langsung. Metode deteksi cacat dan penentuan status OK/NG dibahas secara konseptual berdasarkan parameter visual, sedangkan nilai batas penerimaan harus ditentukan berdasarkan standar kualitas dan sampel produk PT. XYZ.

1.6 Metode Penulisan

Metode kajian dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari hasil observasi langsung di area inspeksi dan packaging busi PT. XYZ, sedangkan data sekunder diperoleh dari jurnal, buku ilmiah, katalog komponen, dan referensi teknis yang relevan dengan perancangan mesin inspeksi visual otomatis.
2. Metode pengumpulan data dilakukan melalui observasi area, pengukuran langsung, diskusi dengan pihak terkait, dan studi dokumen. Data yang



Hak Cipta :

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

dikumpulkan meliputi kondisi proses inspeksi manual, dimensi produk busi, layout area kerja, serta kebutuhan rancangan mesin.

3. Metode pembahasan yang digunakan mengacu pada metode perancangan *Pahl and Beitz*. Pembahasan dilakukan melalui pembuatan konsep rancangan, desain *part* dan *assembly*, analisis perhitungan komponen, pemilihan komponen utama, serta evaluasi rancangan terhadap target output 1,8 detik/pcs dan kebutuhan pengurangan busi cacat yang lolos inspeksi.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir ini disusun menjadi lima bab. Setiap bab memiliki pembahasan yang saling berkaitan untuk menjelaskan proses perancangan mesin inspeksi visual otomatis untuk memindahkan dan memisahkan busi di PT XYZ. Adapun sistematika penulisan laporan ini adalah sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang perancangan mesin inspeksi visual otomatis, rumusan masalah, tujuan umum dan tujuan khusus, manfaat penulisan, ruang lingkup penelitian dan pembatasan masalah, metode penulisan, serta sistematika penulisan laporan tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi teori-teori yang mendukung perancangan mesin inspeksi visual otomatis, seperti sistem inspeksi visual, konveyor, kamera industri, sistem pemindahan produk, aktuator, rangka mesin, sensor, sistem kontrol, serta dasar perhitungan elemen mesin yang digunakan dalam proses perancangan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode pengerjaan Tugas Akhir, mulai dari diagram alir pengerjaan, tahapan pengumpulan data, observasi kondisi aktual, identifikasi kebutuhan rancangan, pemilihan konsep, metode perancangan, hingga tahapan pembuatan model rancangan mesin inspeksi visual otomatis..

Hak Cipta :

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

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil observasi, identifikasi kebutuhan rancangan, alternatif konsep, pemilihan konsep terbaik, pengembangan desain mesin, pemilihan komponen utama, perhitungan dan analisis komponen mekanik, pembuatan model tiga dimensi, gambar kerja, serta simulasi statis pada rancangan mesin inspeksi visual otomatis.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil pembahasan yang telah dilakukan serta saran untuk pengembangan rancangan mesin inspeksi visual otomatis pada penelitian atau pembuatan mesin selanjutnya.



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 perancangan, evaluasi konsep, evaluasi sistem kerja, serta analisis dan perhitungan komponen pada mesin inspeksi visual otomatis berbasis conveyor untuk mendeteksi cacat produk busi di PT. XYZ, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil *concept screening* dan *concept scoring*, konsep 3 dipilih sebagai konsep terbaik dengan nilai tertinggi sebesar 4,00. Konsep ini dipilih karena mampu menggabungkan sistem *indexing conveyor*, jig busi, stasiun inspeksi keramik, mekanisme *flipper* 180°, stasiun inspeksi ulir, sistem *pick and place*, kotak *reject*, HMI panel, dan *electrical panel* dalam satu alur kerja mesin.
2. Sistem conveyor dirancang bekerja secara *stop and go* dengan jarak antar-jig 50,8 mm dan lebar jig 50 mm untuk menjaga posisi busi selama proses inspeksi. Pemeriksaan area keramik dan ulir dilakukan melalui box inspeksi dan kamera inspeksi, sedangkan pembalikan busi dilakukan oleh mekanisme *flipper* sebesar 180°. Produk yang dinyatakan OK dipindahkan menuju mesin pengemasan menggunakan sistem *pick and place*, sedangkan produk NG tidak diambil oleh gripper dan diarahkan menuju kotak *reject*.
3. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa sistem *pick and place* memenuhi kebutuhan rancangan, dengan tegangan lentur shaft penyangga gripper sebesar 8,44 MPa lebih kecil dari tegangan izin 147 MPa, torsi akibat beban putar rotary cylinder sebesar 2,68 N·m lebih kecil dari kapasitas 3,19 N·m, serta tekanan minimum up-down cylinder sebesar 0,15 MPa lebih kecil dari tekanan kerja 0,5 MPa. Pada sistem conveyor, rantai tipe C2042-2L-K2 memiliki beban kerja 73,10 N yang lebih kecil dari *maximum allowable tension* 2,63 kN. Motor

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

conveyor yang dipilih memiliki torsi 37 N·m, sehingga memenuhi kebutuhan torsi rencana sebesar 21,94 N·m dan putaran output 2,15 rpm. Bearing 6802LLU juga dinyatakan memenuhi karena kapasitasnya lebih besar dari beban hasil perhitungan. Dengan demikian, rancangan secara umum dinyatakan layak secara teoritis untuk digunakan pada mesin inspeksi visual otomatis.

4. Kondisi awal membutuhkan 3 operator, yaitu 2 operator QC untuk pemeriksaan visual dan 1 operator untuk memasukkan produk OK ke mesin pengemasan. Setelah rancangan diterapkan, pemeriksaan area keramik dan ulir dilakukan oleh kamera inspeksi, pemisahan OK/NG dilakukan secara otomatis berdasarkan hasil inspeksi, dan pemindahan produk OK dilakukan oleh sistem *pick and place*.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil perancangan dan analisis yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk pengembangan rancangan mesin inspeksi visual otomatis selanjutnya, yaitu sebagai berikut.

1. Perlu dilakukan pembuatan pengujian langsung pada lini produksi untuk memastikan bahwa rancangan mesin benar-benar mampu mencapai target *cycle time* 1,8 detik/pcs secara aktual, terutama pada proses *indexing conveyor*, pengambilan citra, pembalikan busi, dan pemindahan produk OK menuju mesin pengemasan.
2. Sistem kamera inspeksi perlu divalidasi menggunakan sampel busi OK dan NG secara langsung, terutama untuk cacat pada area keramik dan ulir seperti retak, pecah, noda, *chipping*, dan cacat permukaan lainnya. Pengujian ini diperlukan untuk memastikan resolusi kamera, pencahayaan, posisi kamera, dan algoritma inspeksi mampu mendeteksi cacat sesuai kebutuhan produksi.
- 3.

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] A. G. Ribeiro, L. Vilaça, C. Costa, T. Soares da Costa, and P. M. Carvalho, "Automatic Visual Inspection for Industrial Application," *J. Imaging*, vol. 11, no. 10, Oct. 2025, Art. no. 350. doi: 10.3390/jimaging11100350.
- [2] A. Sausanina, S. Prasetya, and V. N. Garjati, "Implementasi Objek Deteksi untuk Sistem Inspeksi Visual pada Penanda Volume Botol Susu Bayi," *Jurnal Mekanik Terapan*, vol. 5, no. 1, pp. 1–7, Apr. 2024. doi: 10.32722/jmt.v5i1.6088.
- [3] L. Verawati, "Hubungan Tingkat Kelelahan Subjektif dengan Produktivitas pada Tenaga Kerja Bagian Pengemasan di CV Sumber Barokah," *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, vol. 5, no. 1, pp. 51–60, Jan.–Jun. 2016.
- [4] D. Subagio, M. Khoirotunnisa, and M. F. Ridwan, "Pengaplikasian Smart Camera Unit sebagai Smart Inspection Systems di Mesin Cut Valve Leak Inspection," *Technologic*, vol. 8, no. 2, pp. 60–67, Dec. 2017.
- [5] A. Setiawan, V. S. Yosephine, and J. Yudhatama, "Analisis Sistem Kerja dan Ergonomi," dalam *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri (SENASTI)*, Malang, Indonesia, 2023, pp. 115–122.
- [6] Z. Ren, F. Fang, N. Yan, and Y. Wu, "State of the Art in Defect Detection Based on Machine Vision," *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology*, vol. 9, no. 2, pp. 661–691, Mar. 2022. doi: 10.1007/s40684-021-00343-6.
- [7] G. Salawu and B. Glen, "Improving the Efficiency of a Conveyor System in an Automated Manufacturing Environment Using a Model-Based Approach," *International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research*, vol. 12, no. 2, pp. 107–112, Mar. 2023. doi: 10.18178/ijmerr.12.2.107-112.
- [8] A. Prikhodko, "Dynamic Analysis of Intermittent-Motion Conveyor Actuator," *Actuators*, vol. 10, no. 8, Aug. 2021, Art. no. 174. doi: 10.3390/act10080174..
- [9] L. Adila Putri, N. M. S. Siallagan, and R. S. Ningrum, "Analisis Kekuatan Rangka Trolley Pengangkut Chest Freezer Tipe 300 Liter Terhadap Beban 35 Kg Dengan Metode Finite Element Analysis (FEA)," dalam *Prosiding Seminar Nasional*

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

Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, Depok, Indonesia, 2025, pp. 88–95.
[Online]. Available: <http://prosiding.pnj.ac.id>

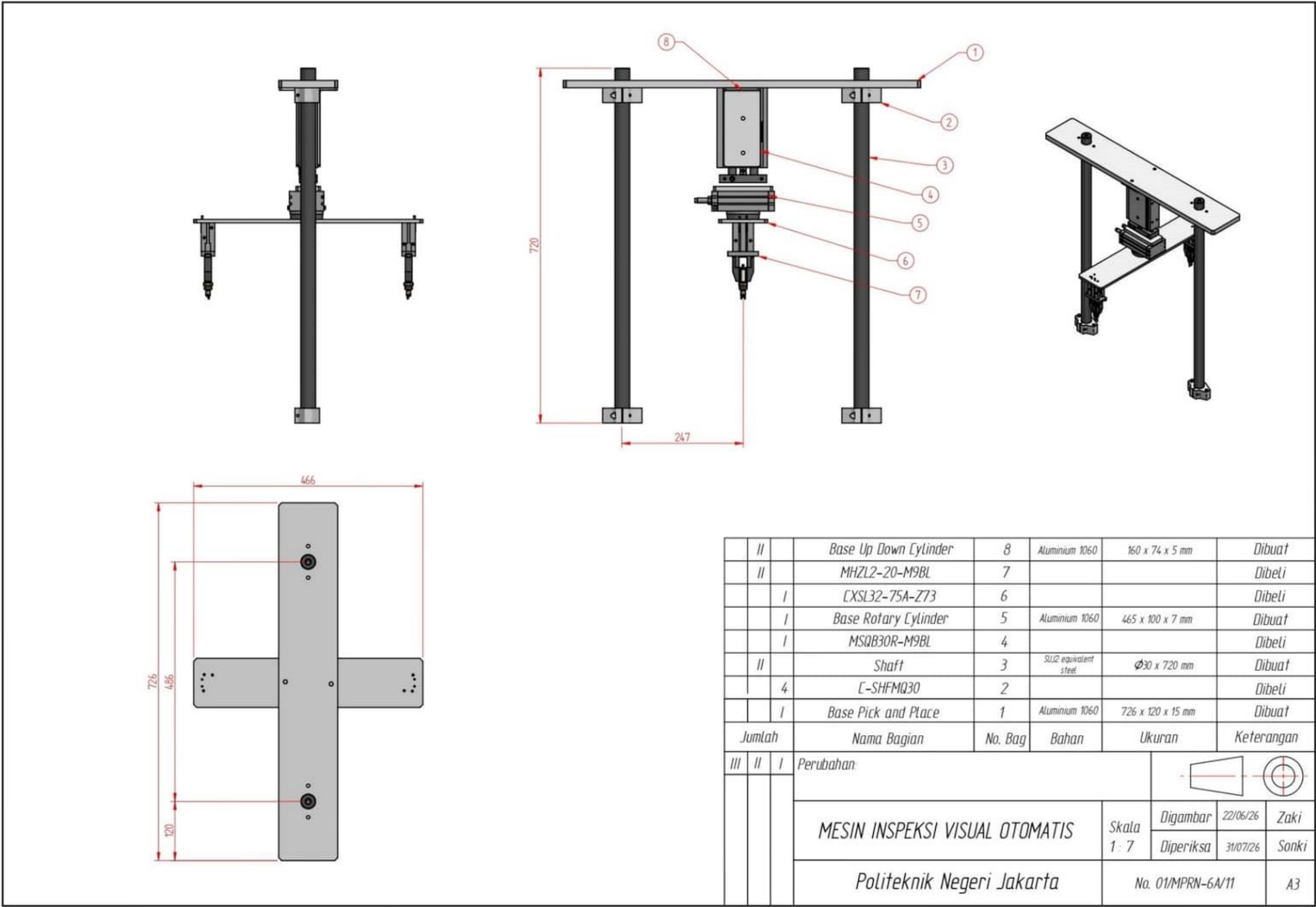
- [10] I. Apriana and A. Ramdan, “Aplikasi Metode Perancangan Pahl-Beitz pada Perancangan Lini Produksi,” *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, vol. 8, no. 2, pp. 45–54, 2022.
- [11] R. S. Khurmi and J. K. Gupta, *A Textbook of Machine Design*. New Delhi, India: Eurasia Publishing House, 2005.
- [12] J. L. Meriam and L. G. Kraige, *Engineering Mechanics: Statics*, 7th ed. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, 2011.
- [13] E. A. Parr, *Hydraulics and Pneumatics: A Technician's and Engineer's Guide*. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann, 1991.
- [14] A. Esposito, *Fluid Power with Applications*, 7th ed. Harlow, UK: Pearson Education Limited, 2014.
- [15] M. P. Groover, *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing*, 4th ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Pearson Education, 2015.
- [16] monotaro.id, “Beli Orientalmotor Alpha Step Stepping Motor with Absolute Mechanical Encoder AC Type AZM66AC-FC30UA 1pc,” Jun. 30, 2026. [Online]. Available: <https://www.monotaro.id/s034452226.html>
- [17] MISUMI Indonesia, “Linear Shafts-Both Ends Tapped,” Jun. 30, 2026. [Online]. Available: <https://id.misumi-ec.com/vona2/detail/110302634470/>
- [18] MISUMI Indonesia, “GCJCWK40-RD-15-15 | Jaw Couplings Clamping Type,” Jun. 30, 2026. [Online]. Available: <https://id.misumi-ec.com/vona2/detail/110302716730/>
- [19] Basler AG, “Basler ace acA1300-75gm | GigE Camera,” Jun. 30, 2026. [Online]. Available: <https://www.baslerweb.com/en-us/shop/acA1300-75gm/>
- [20] Epson, *EPSON RC+ 7.0 Option Vision Guide 7.0 Hardware & Setup Manual*, Rev. 14, Epson Robots, Carson, CA, USA, 2020.
- [21] J. J. Craig, *Introduction to Robotics: Mechanics and Control*, 3rd ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Pearson Prentice Hall, 2005.
- [22] CDS CAM DRIVEN SYSTEM, “Programmable Pick & Place units - MCR Series,” Jun. 30, 2026. [Online]. Available: <https://cdsindexers.com/product/MCR-Series/57/21/>

Hak Cipta :

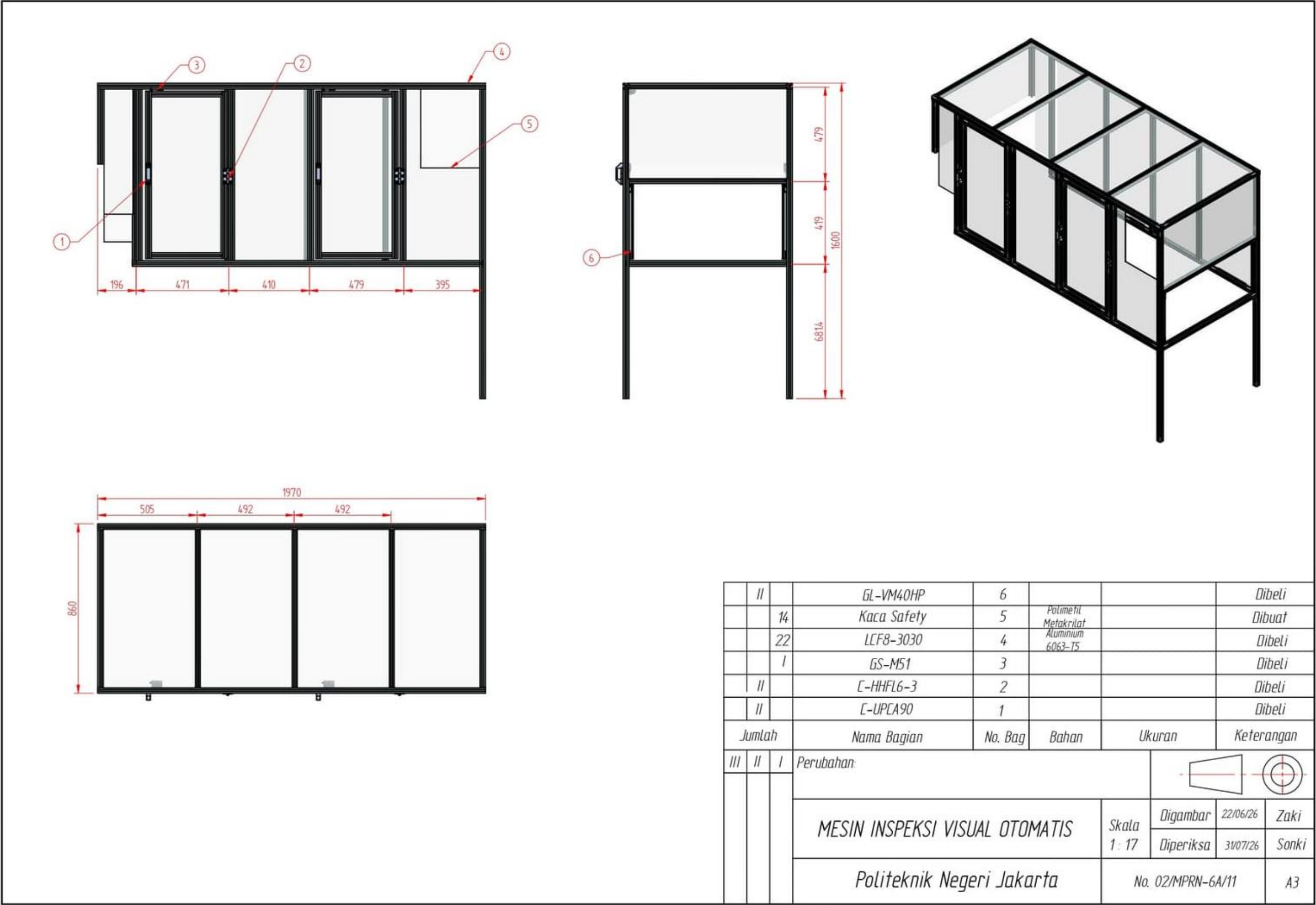
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

- [23] V. Y. Prawira, Muslimin, M. P. R. Silitonga, S. Mulyono, and D. Luqyana, "Analisis Desain Prototype Mesin Injeksi Molding Manual Double Barrel Kapasitas 5TF," dalam *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta*, Depok, Indonesia, 2023, pp. 399–405. [Online]. Available: <http://prosiding.pnj.ac.id>
- [24] SMC, "CXSL32-75A-Y59BL | Dual-Rod Cylinder With Air Cushion, CXS Series," MISUMI South East Asia, Jun. 30, 2026. [Online]. Available: <https://sg.misumi-ec.com/vona2/detail/221006301375/>
- [25] SMC, "MSQB30R-M9BWZ | Rotary Table, Rack And Pinion Type, MSQ Series (Size 10 And Up)," MISUMI Indonesia, Jun. 30, 2026. [Online]. Available: <https://id.misumi-ec.com/vona2/detail/221006303715/>
- [26] KATAYAMA CHAIN, "C2042-SUSOL | Double pitch roller chain stainless steel," MISUMI Indonesia, Jun. 30, 2026. [Online]. Available: <https://id.misumi-ec.com/vona2/detail/221000070990/>
- [27] KATAYAMA CHAIN, "C2042-SUSOL | Double Pitch Roller Chain, Stainless Steel from KATAYAMA CHAIN," MISUMI UK, Jun. 30, 2026. [Online]. Available: <https://uk.misumi-ec.com/vona2/detail/221000070990/>
- [28] ORIENTAL MOTOR, "AZM98AC | Stepping Motors, AZ Series," MISUMI Indonesia, Jun. 30, 2026. [Online]. Available: <https://id.misumi-ec.com/vona2/detail/221303549762/>
- [29] MISUMI Indonesia, "GCJCWK40-RD-15-15 | Jaw Couplings Clamping Type," Jun. 30, 2026. [Online]. Available: <https://id.misumi-ec.com/vona2/detail/110302716730/>

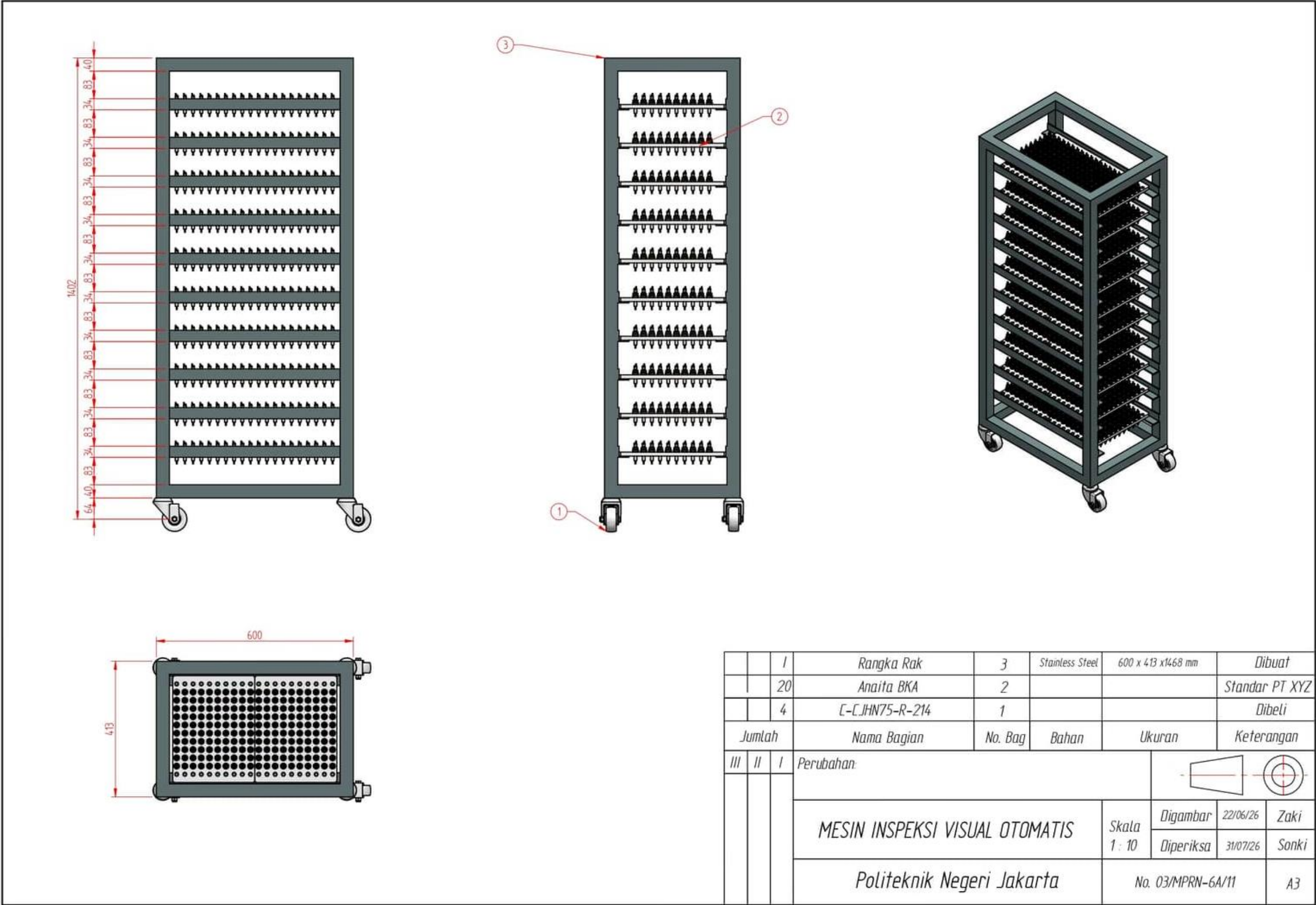
Lampiran 1
Drawing Pick and Place



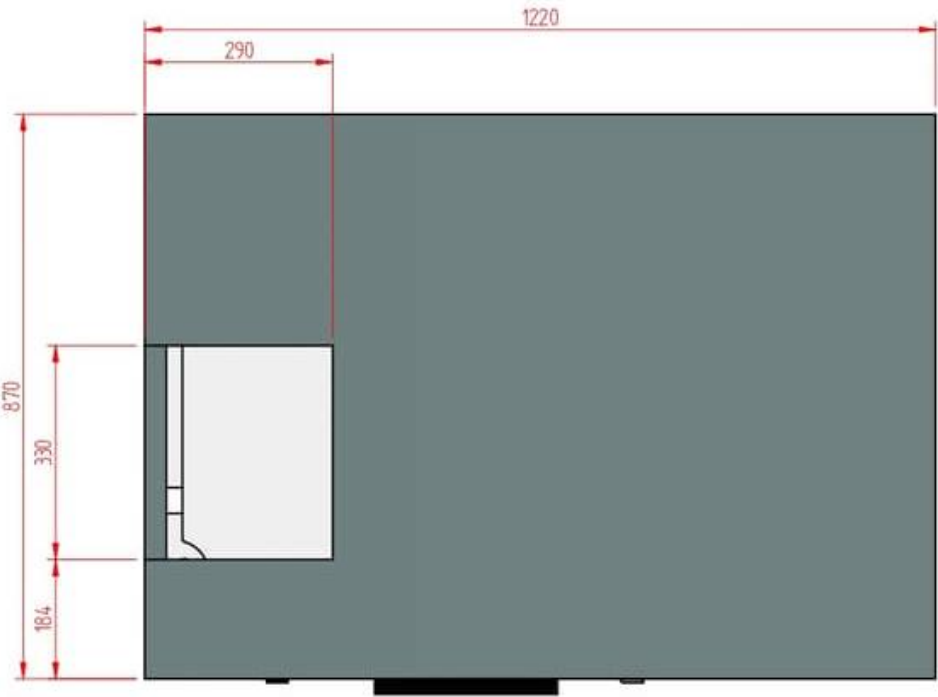
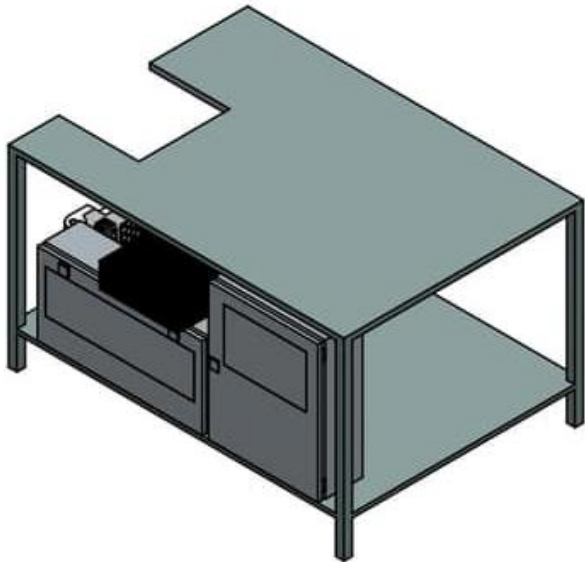
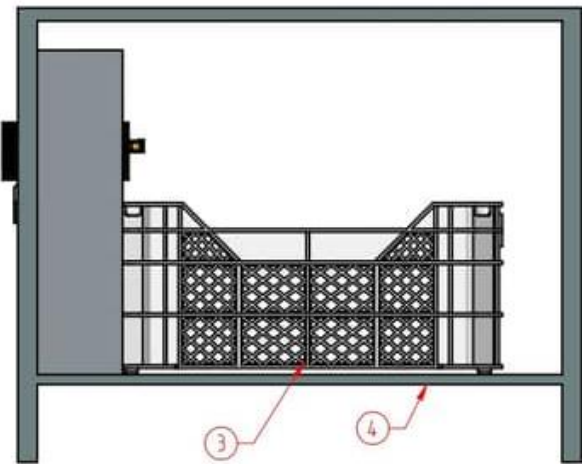
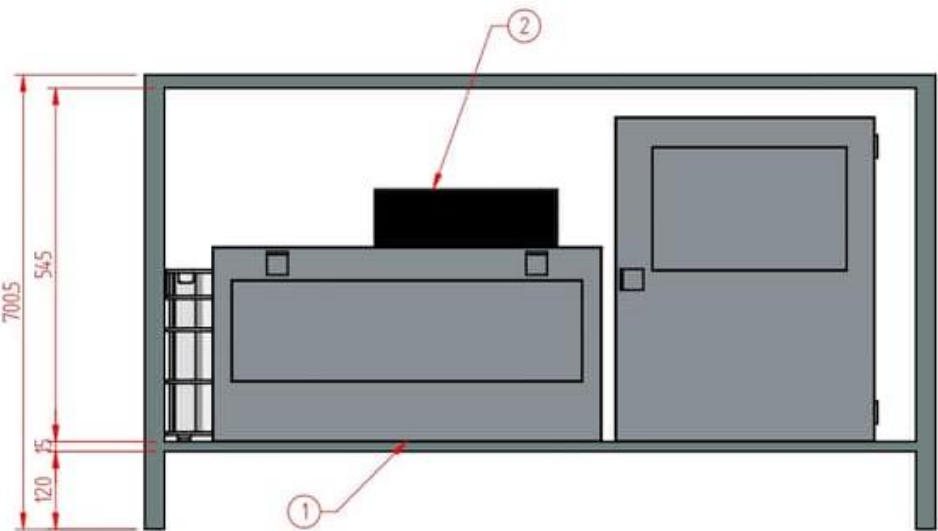
Lampiran 2
Drawing Safety Cover



Lampiran 3
Drawing Rak Busi

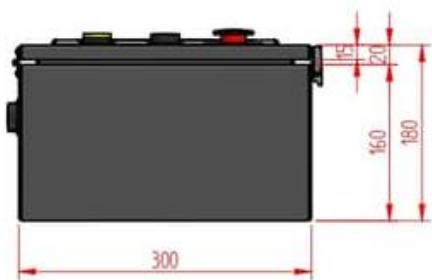
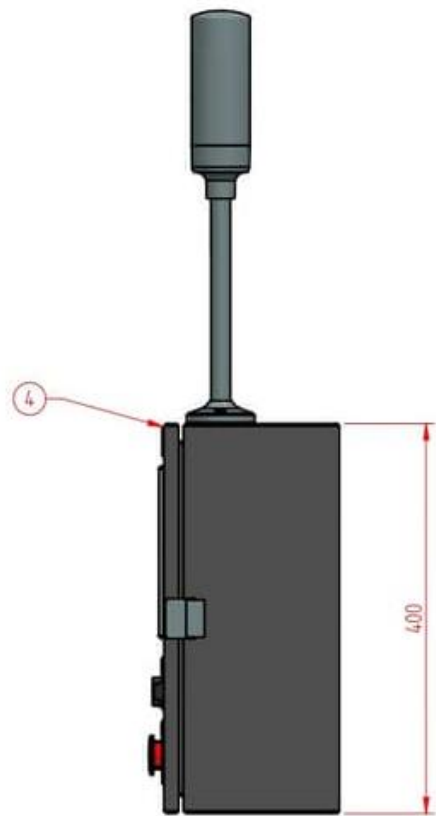
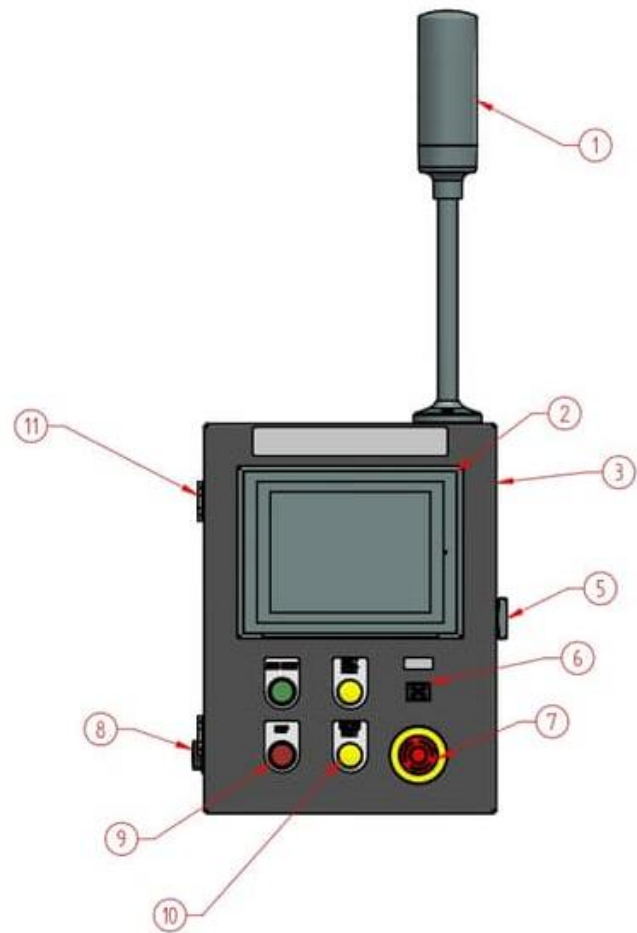


Lampiran 4
Drawing Meja Conveyor



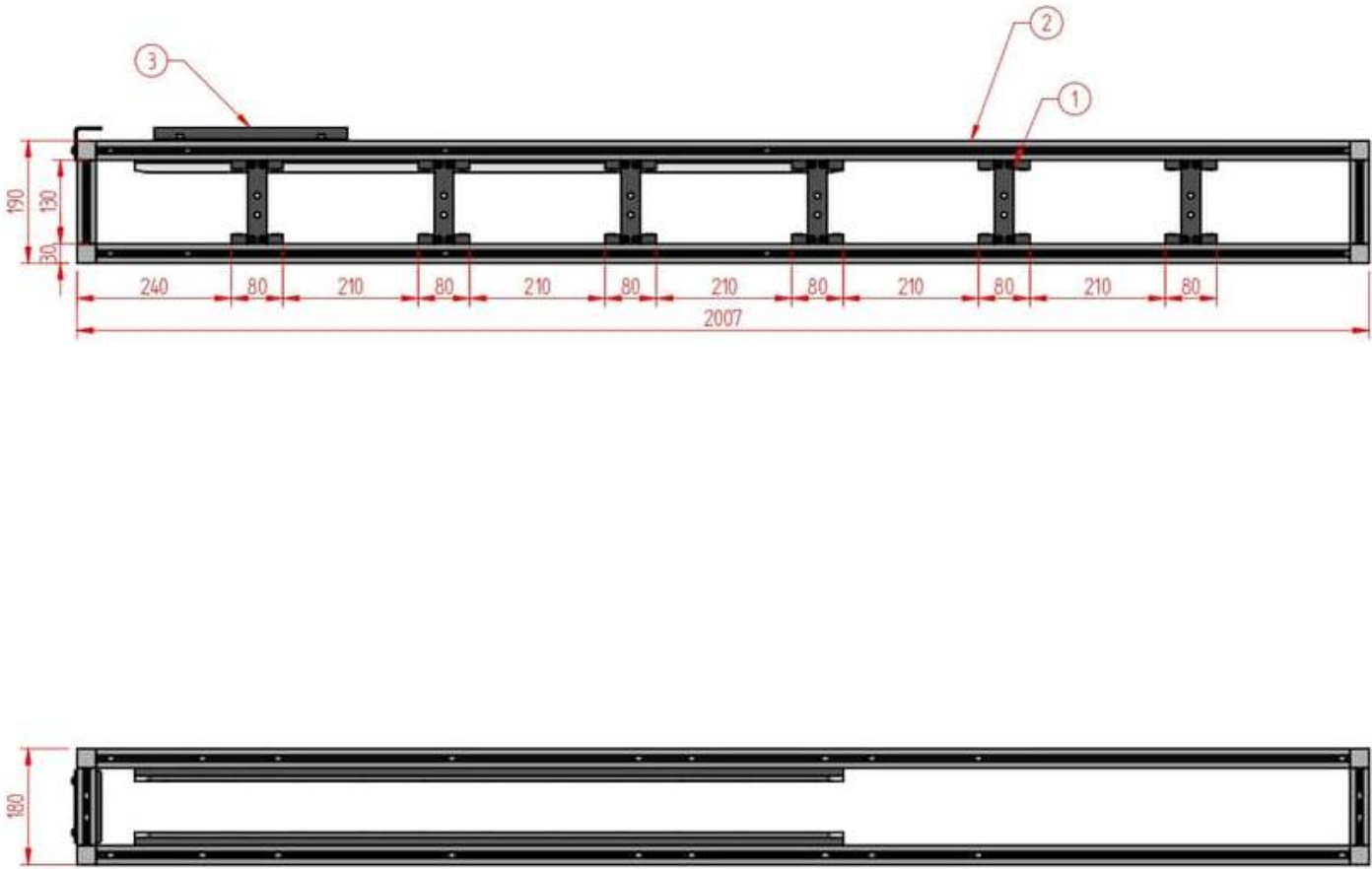
	I	Meja	4	Aluminium 6063-T5	1220 x 870 x 700 mm	Dibuat
	I	Kotak Reject	3	Polypropylene	600 x 400 x 255 mm	Dibeli
	I	Vision PC NY512	2			Dibeli
	II	Electrical Box	1			Dibeli
Jumlah		Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	II	I	Perubahan:			
MESIN INSPEKSI VISUAL OTOMATIS					Skala 1: 10	Digambar 22/06/26 Zaki
						Diperiksa 31/07/26 Sonki
Politeknik Negeri Jakarta					No. 04/MPRN-6A/11	A3

Lampiran 5
Drawing HMI Panel



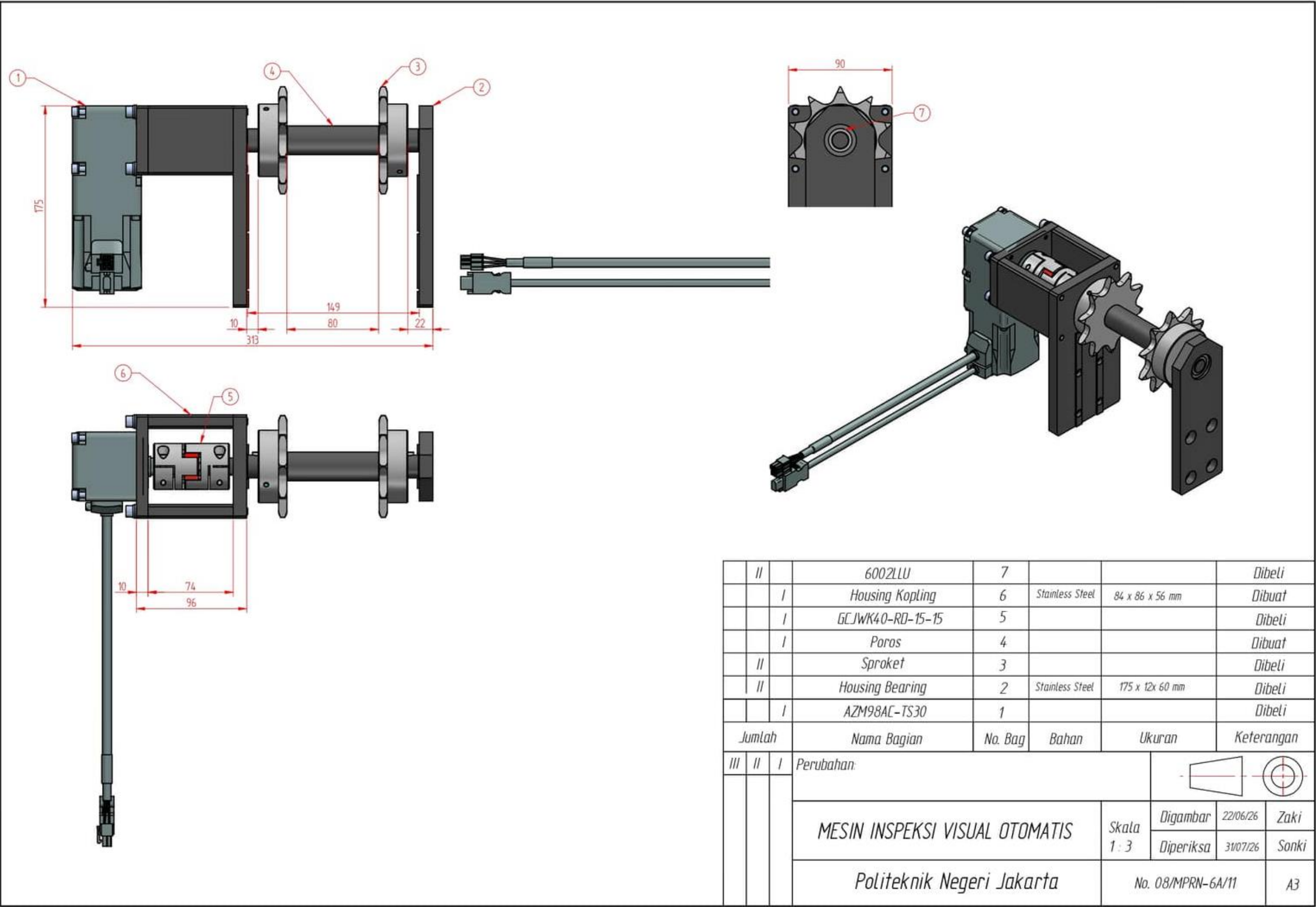
	II		C-HHSN40	10			Dibeli
	II		YW1L-MF2E11Q4-G	9			Dibeli
	II		AR22FOR-10Y	8			Dibeli
	I		AR22V2L-0323R	7			Dibeli
	I		AH164-TXBE	6			Dibeli
	I		C-86	5			Dibeli
	I		Door HMI	4	Aluminium 6063-T5	300 x 15 x 400 mm	Dibuat
	I		Body HMI	3	Aluminium 6063-T5	300 x 160 x 400 mm	Dibuat
	I		NS8-TV01B	2			Dibeli
	II		XVGB2H	1			Dibeli
Jumlah			Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	II	I	Perubahan				
MESIN INSPEKSI VISUAL OTOMATIS						Skala 1 : 7	Digambar 22/06/26 Zaki
							Diperiksa 31/07/26 Sonki
						Politeknik Negeri Jakarta	
						No. 05/MPRN-6A/11	
						A3	

Lampiran 7
Drawing Rangka Luar Conveyor

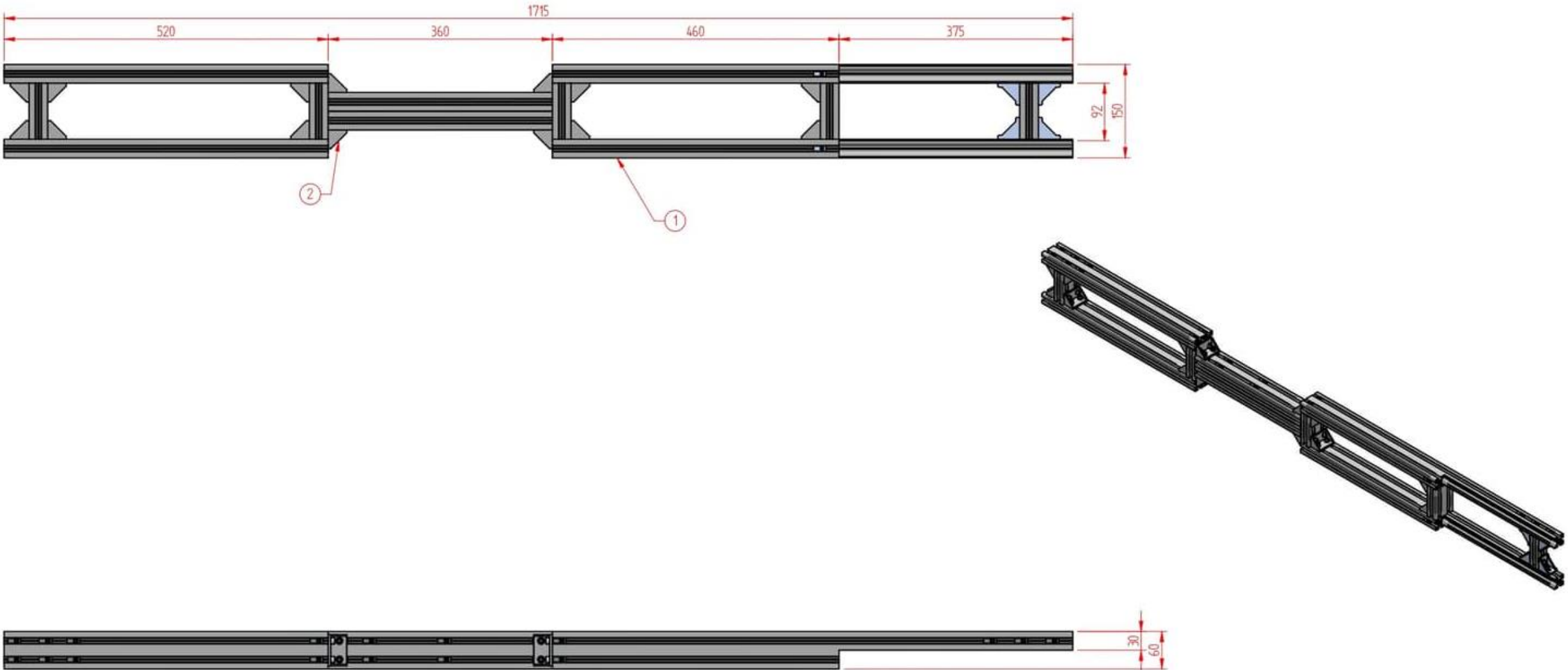


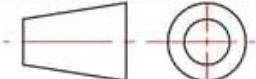
	II		Bracket Index	3	Stainless Steel	1100 x 20 x 28 mm	Dibuat		
		6	LCF8-3030	2	Aluminium 6063-T5		Dibeli		
		12	Support Conveyor Index	1	Stainless Steel	80 x 16 x 130 mm	Dibuat		
Jumlah			Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
III	II	I	Perubahan:						
			MESIN INSPEKSI VISUAL OTOMATIS			Skala 1 : 10	Digambar	22/06/26	Zaki
							Diperiksa	31/07/26	Sonki
			Politeknik Negeri Jakarta			No. 07/MPRN-6A/11			A3

Lampiran 8
Drawing Penggerak Indexing Conveyor

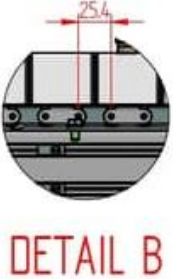
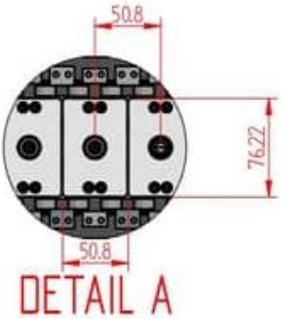
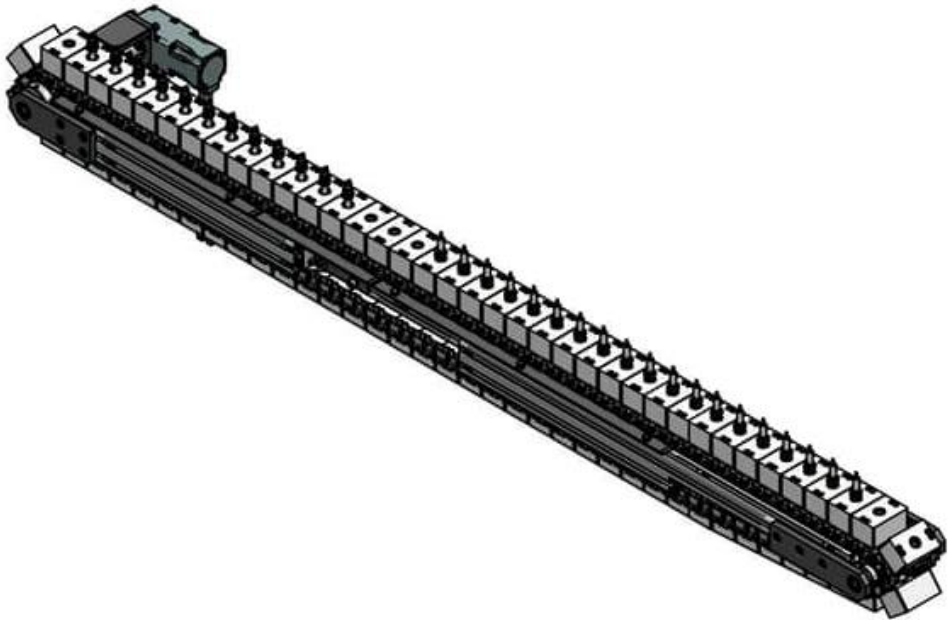
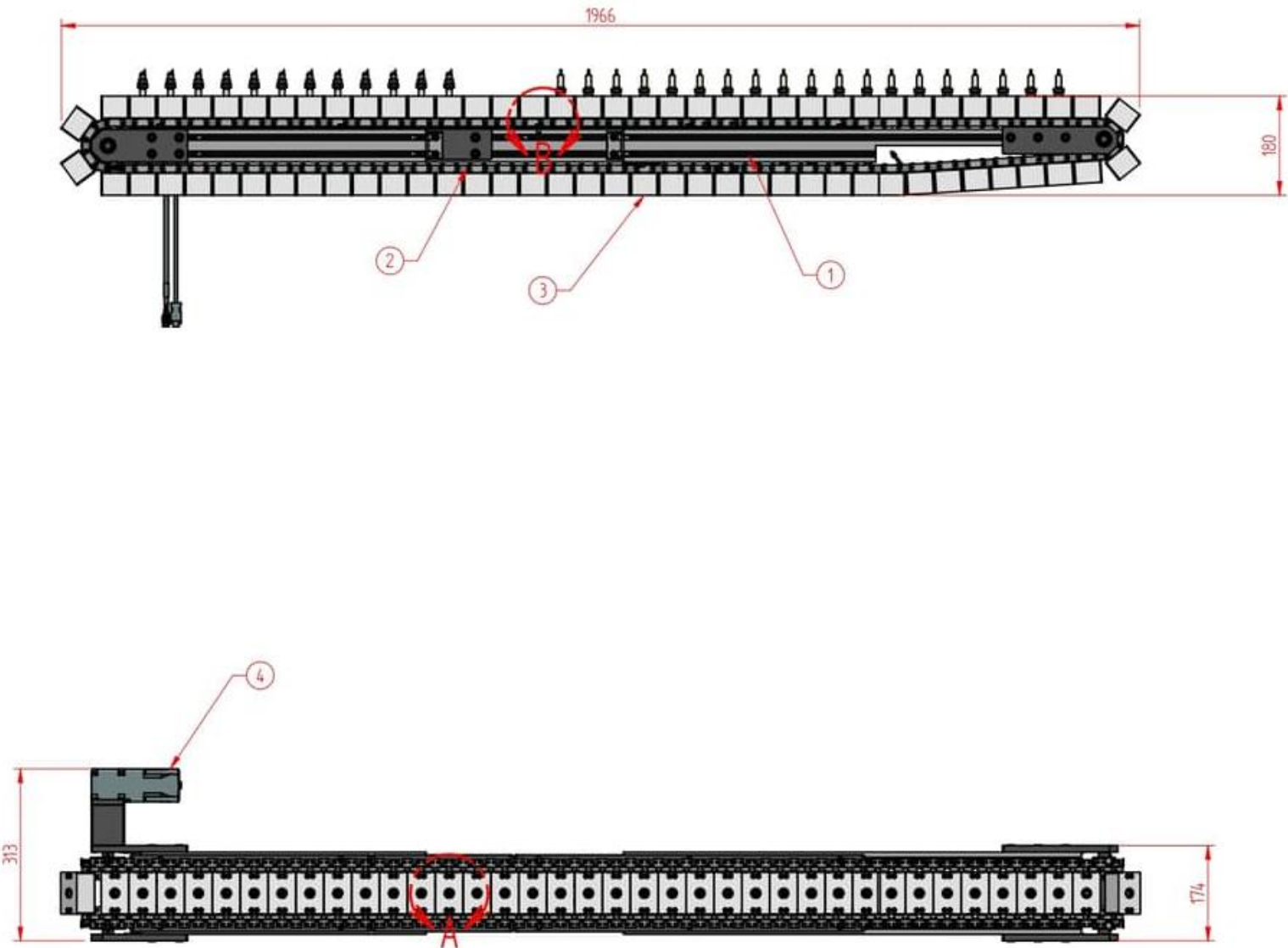


Lampiran 9
Drawing Frame Indexing Conveyor



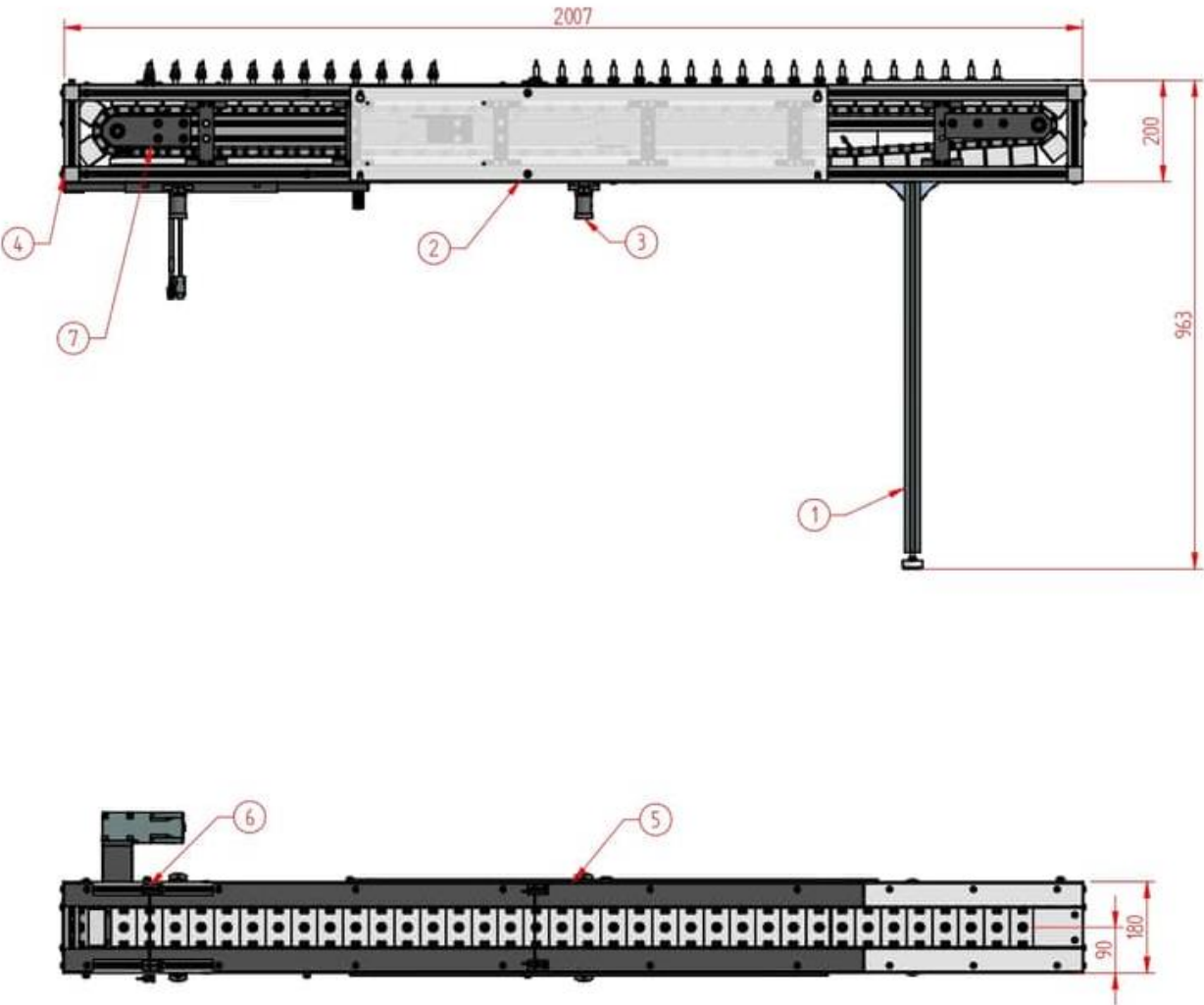
		18	HBLFS06	2	Aluminium 5050 T3		Dibeli
		10	LCF8-3060	1	Aluminium 5050 T3		Dibeli
Jumlah			Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	II	I	Perubahan:				
MESIN INSPEKSI VISUAL OTOMATIS						Skala 1 : 7	Digambar 22/06/26 Zaki
							Diperiksa 31/07/26 Sonki
Politeknik Negeri Jakarta						No. 09/MPRN-6A/11	
						A3	

Lampiran 10
Drawing Transmisi Rantai Conveyor



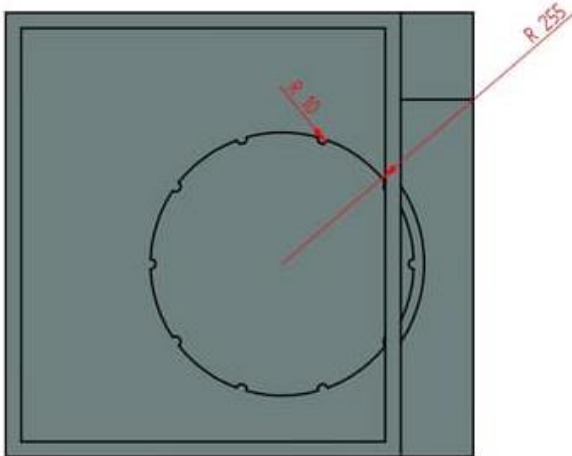
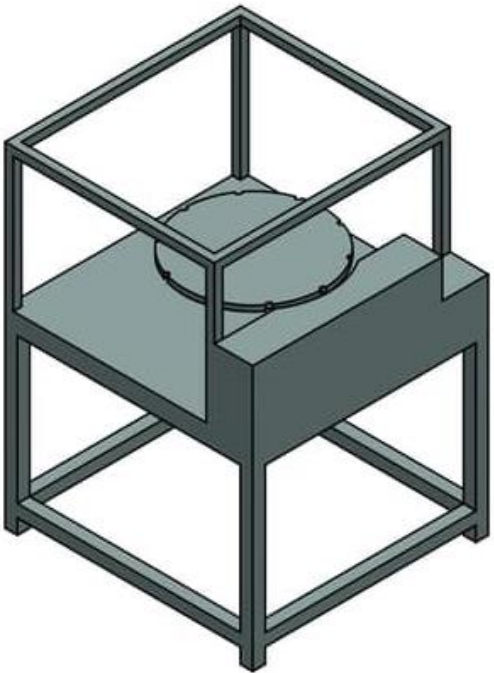
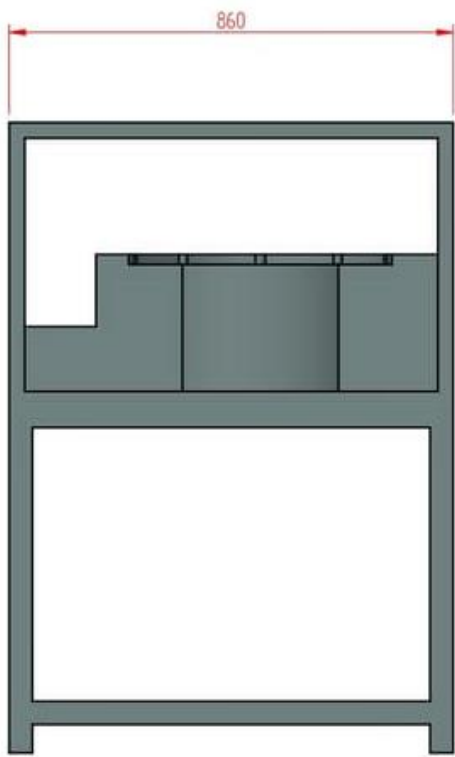
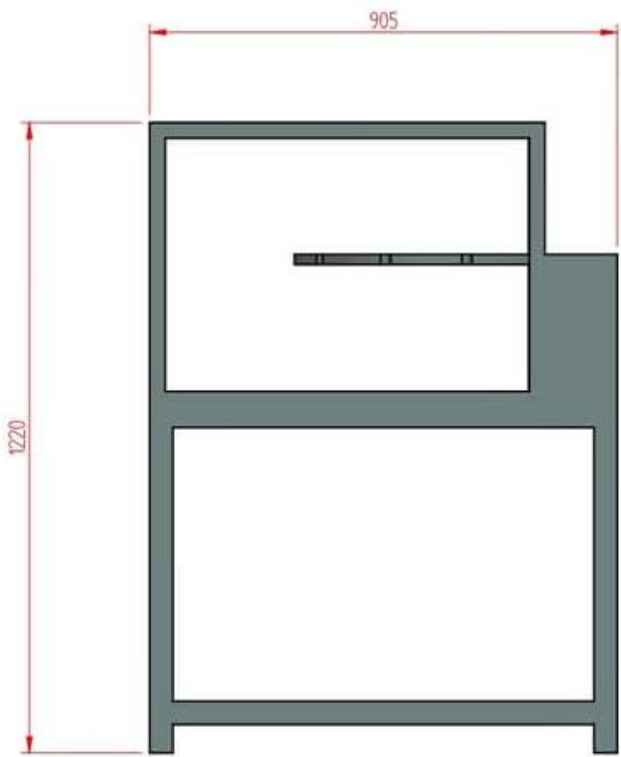
	I	Sistem Penggerak	4			Assembly
	80	Jig Busi	3	Nylon	51 x 76 x 40 mm	Standar PT XYZ
II		C2042-1L-K2	2	Carbon Steel		Dibeli
	I	Frame Indexing Conveyor	1			Assembly
Jumlah		Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	II	I	Perubahan:			
MESIN INSPEKSI VISUAL OTOMATIS					Skala 1 : 3	Digambar 22/06/26 Zaki
						Diperiksa 31/07/26 Sonki
					Politeknik Negeri Jakarta	No. 10/MPRN-6A/11 A3

Lampiran 11
Drawing Indexing Conveyor



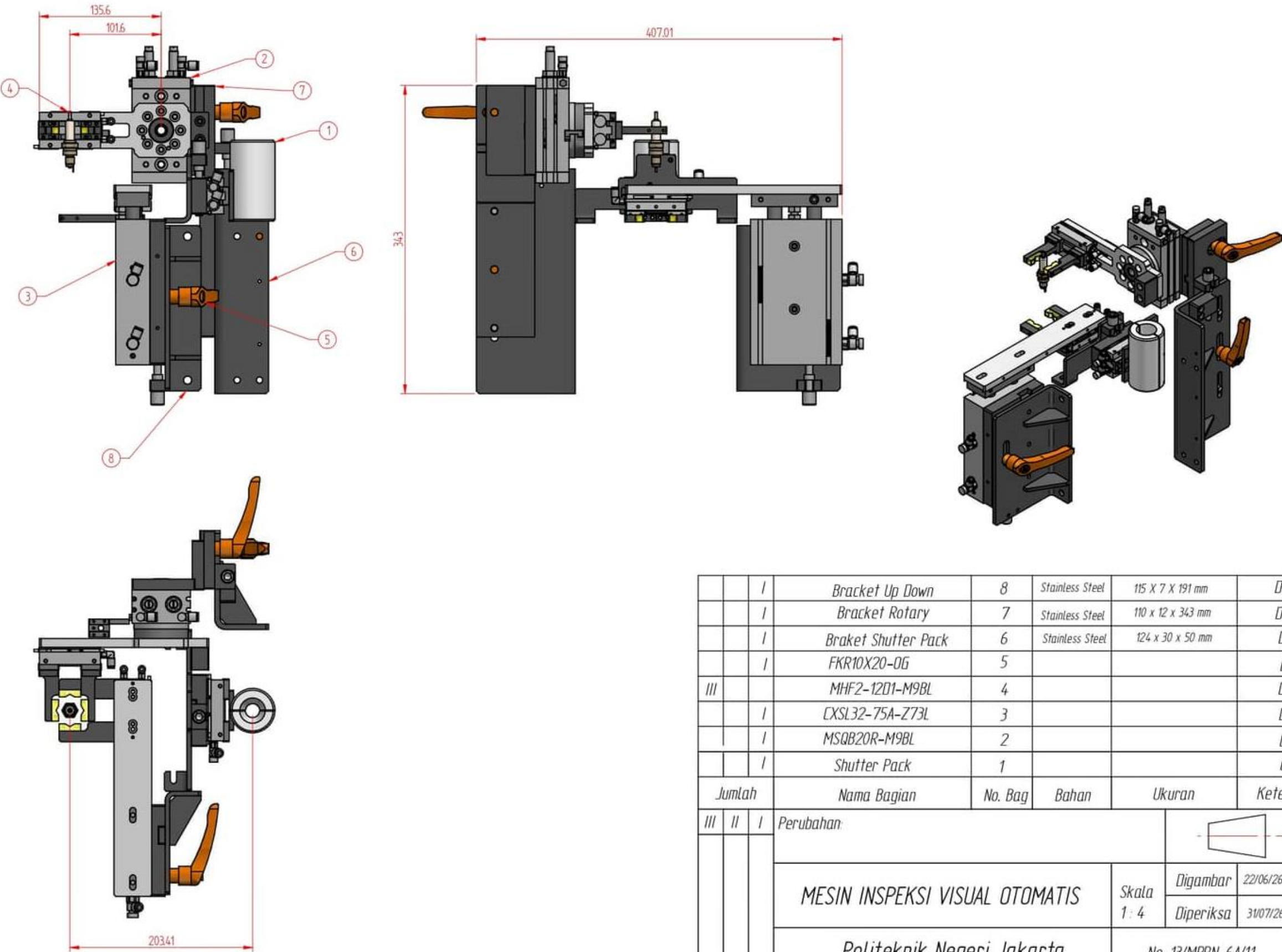
	I	Penggerak Indexing Conveyor	7			Assembly
	II	Photoelectric Sensor	6			Dibeli
	I	Cover Atas	5	Stainless Steel	1570 x 45 x 5 mm	Dibuat
	I	Rangka Luar Conveyor	4			Assembly
	4	Kaki Pendek Conveyor	3			Assembly
	II	Cover Samping	2	Polymethyl Methacrylate	941 x 185 14 mm	Dibuat
	I	Kaki Panjang Conveyor	1			Assembly
Jumlah		Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	II	I	Perubahan			
MESIN INSPEKSI VISUAL OTOMATIS					Skala 1 : 12	Digambar 22/06/26 Zaki
						Diperiksa 31/07/26 Sonki
					Politeknik Negeri Jakarta	No. 11/MPRN-6A/11 A3

Lampiran 12
Drawing Mesin Packaging

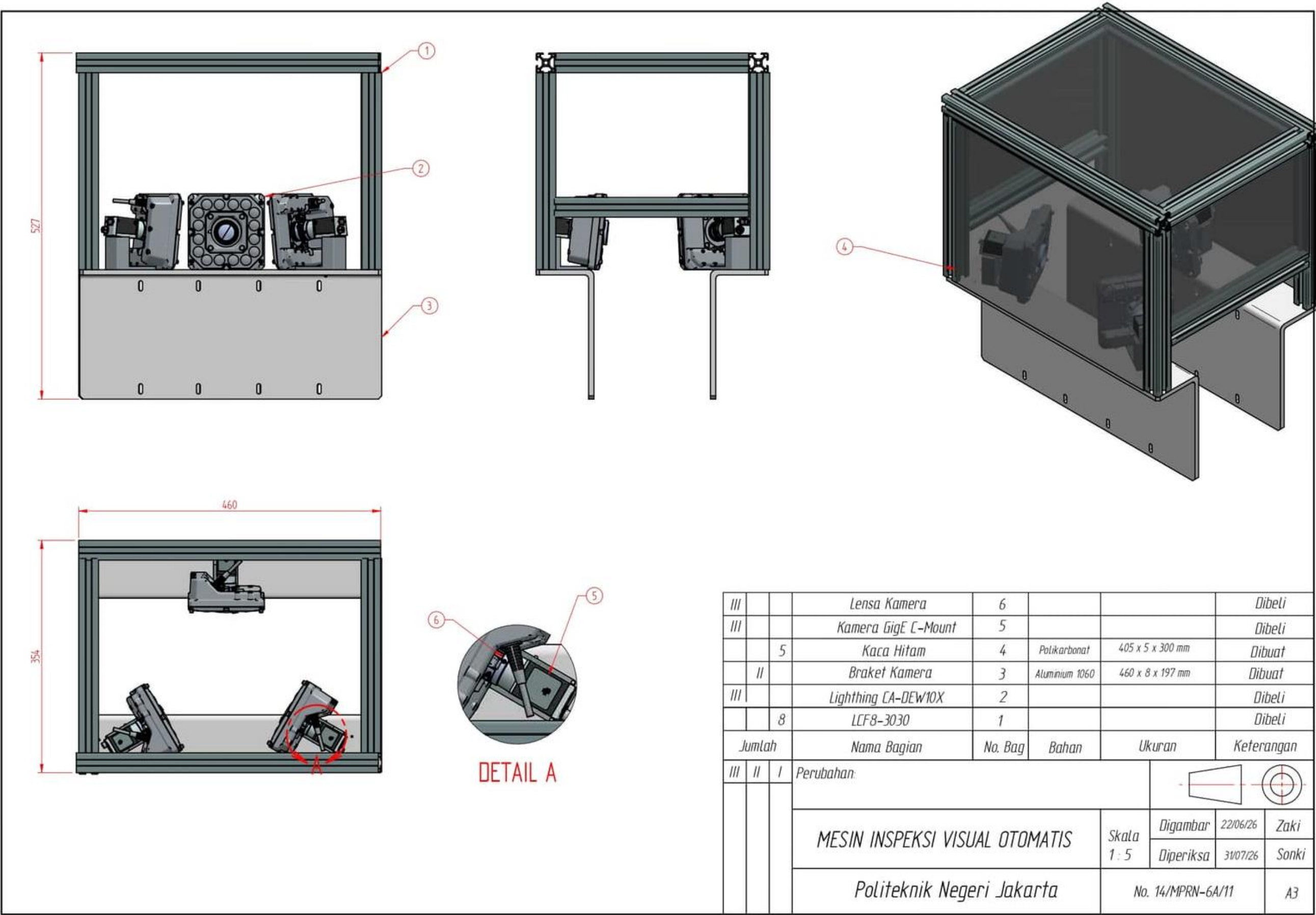


		I	Mesin Packaging	1			Standar PT XYZ
Jumlah			Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	II	I	Perubahan:				
			MESIN INSPEKSI VISUAL OTOMATIS			Skala 1 : 12	Digambar 22/06/26 Zaki
						Diperiksa 31/07/26 Sonki	
			Politeknik Negeri Jakarta			No. 12/MPRN-6A/11 A3	

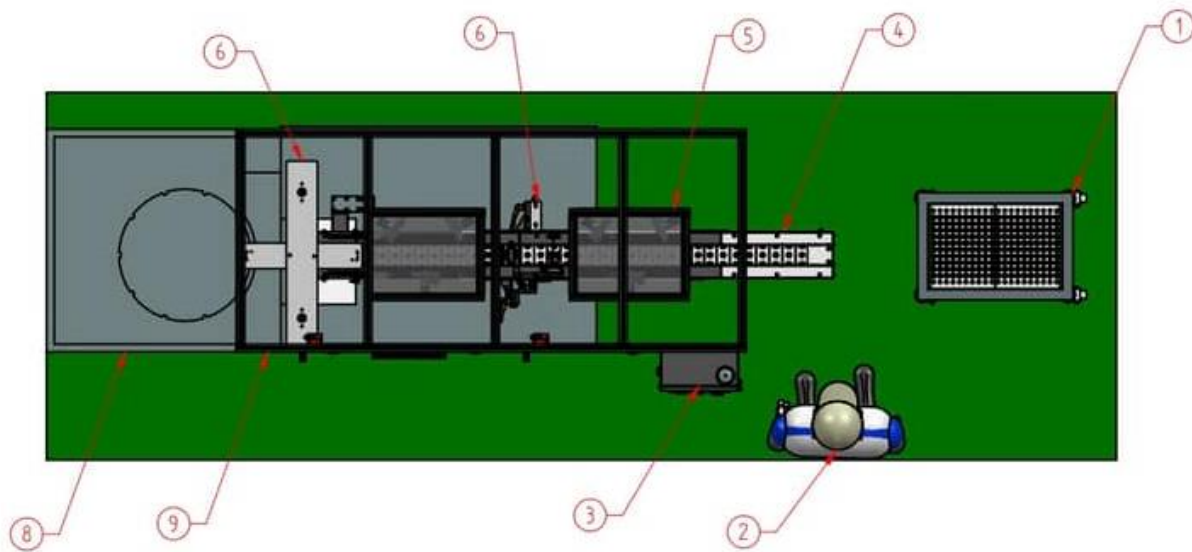
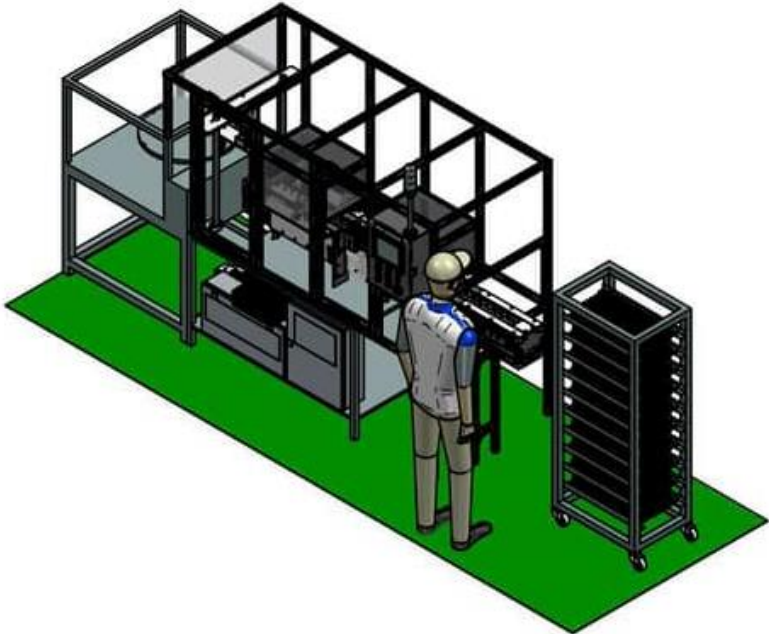
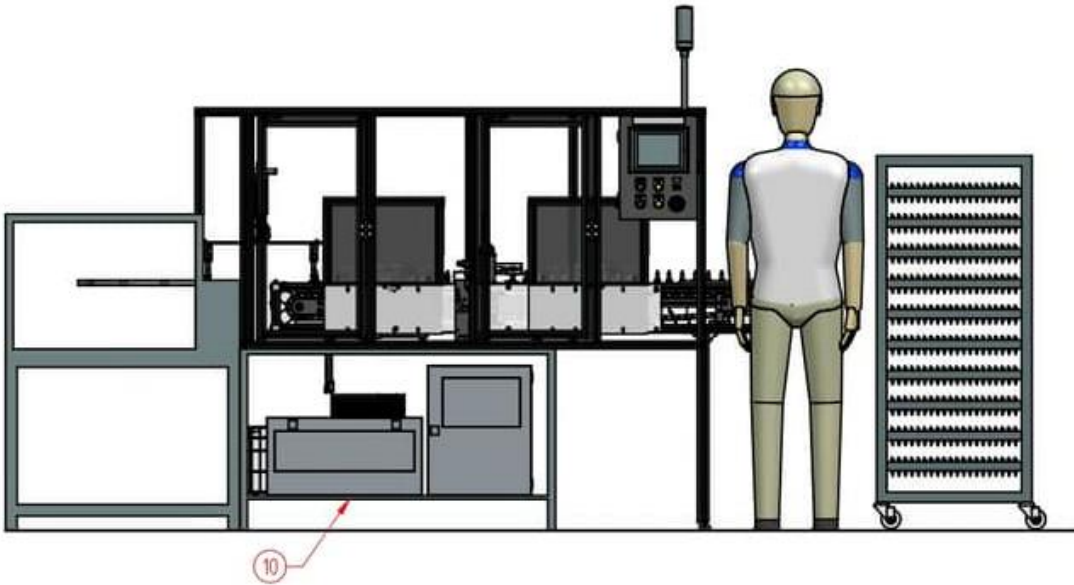
Lampiran 13
Drawing Flipper



Lampiran 14
Drawing Box Inspeksi Busi



Lampiran 15
Drawing Mesin Inspeksi Visual Otomatis



	I	Meja Conveyor	10			Assembly
	I	Safety Cover	9			Assembly
	I	Mesin Packaging	8			Assembly
	I	Gripper	7			Assembly
	I	Flipper	6			Assembly
II		Box Inspeksi Busi	5			Assembly
	I	Indexing Conveyor	4			Assembly
	I	HMI Panel	3			Assembly
	I	Operator	2			
	I	Rak Busi	1			Assembly
Jumlah		Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	II	I	Perubahan:			
			MESIN INSPEKSI VISUAL OTOMATIS		Skala 1 : 4	Digambar 22/06/26 Zaki Diperiksa 31/07/26 Sonki
			Politeknik Negeri Jakarta		No. 15/MPRN-6A/11 A3	