



© 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 ALAT BANTU PENDORONG  
MATERIAL UNTUK MEMUDAHKAN PROSES  
TRANSFER MENGGUNAKAN METODE VDI2221**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

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

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

Oleh:

**Arya Muhammad Yusup  
NIM. 2302311040**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA  
APRIL, 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 ALAT BANTU PENDORONG  
MATERIAL UNTUK MEMUDAHKAN PROSES  
TRANSFER MENGGUNAKAN METODE VDI2221**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Oleh:  
**Arya Muhammad Yusup**  
**NIM. 2302311040**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA  
APRIL, 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 ALAT BANTU PENDORONG MATERIAL  
UNTUK MEMUDAHKAN PROSES TRANSFER MENGGUNAKAN  
METODE VDI2221**

Oleh:

Arya Muhammad Yusup

NIM. 2302311040

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

ditandatangani  
secara elektronik  
digitally signed



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

Pembimbing 2

Dhea Tisane Ardhan, S.Hum., M.HUM.  
NIP. 199703082022032018

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

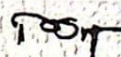
**HALAMAN PENGESAHAN**  
**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN ALAT BANTU PENDORONG MATERIAL  
UNTUK MEMUDAHKAN PROSES TRANSFER MENGGUNAKAN  
METODE VDI2221**

Oleh:  
Arya Muhammad Yusup  
NIM. 2302311040  
Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan  
Penguji pada tanggal 28 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk  
memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi DIII Teknik mesin Jurusan  
Teknik Mesin

**DEWAN PENGUJI**

| NO | Nama                                                                    | Posisi Penguji | Tanda Tangan                                                                          | Tanggal      |
|----|-------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1. | Ir. Sepriandi Parningotan,<br>S.T., M.T. IPM<br>NIP. 199409072024061001 | Ketua          |  | 28 Juli 2026 |
| 2. | Radhi Maladzi, S.T., M.T.<br>NIP. 199307282024061001                    | Anggota        |  | 28 Juli 2026 |
| 3. | Budi Yuwono, S.T.<br>NIP. 196306191990031002                            | Anggota        |  | 28 Juli 2026 |

Depok, 28 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

**LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arya Muhammad Yusup

NIM : 2302311040

Program Studi : DIII Teknik Mesin

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 28 Juli 2026



Arya Muhammad Yusup  
NIM 2302311040





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 ALAT BANTU PENDORONG MATERIAL UNTUK MEMUDAHKAN PROSES TRANSFER MENGGUNAKAN METODE VDI2221

Arya Muhammad Yusup<sup>1</sup>, Sepriandi Parningotan<sup>1</sup>, Dhea Tisane Ardhan<sup>2</sup>

<sup>12</sup>Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl.  
Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Email: [arya.muhammad.yusup.tm23@stu.pnj.ac.id](mailto:arya.muhammad.yusup.tm23@stu.pnj.ac.id)

## ABSTRAK

*PT XYZ merupakan industri otomotif yang menggunakan Autonomous Mobile Robot (AMR) untuk mentransfer Cylinder Block dari area Casting ke area Machining. Proses ini mengalami kendala berupa Cylinder Block yang tersangkut pada celah antara unit AMR dan konveyor, karena mekanisme Linear Actuator hanya berfungsi sebagai penahan, sehingga meningkatkan risiko keselamatan kerja akibat intervensi manual operator. Penelitian ini bertujuan merancang alat bantu pendorong (Pusher Work) berbasis motor stepper menggunakan metode VDI 2221, yaitu klarifikasi tugas, perencanaan konsep, pembentukan konsep produk, dan perencanaan rinci. Perancangan dilakukan menggunakan Autodesk Inventor, dilengkapi perhitungan gaya dorong, gaya gesek, dan torsi motor, serta pengujian kekuatan struktur menggunakan Finite Element Analysis (FEA). Hasil perancangan berupa sistem Pusher Work dengan motor stepper tipe J-5718HB2401, transmisi Ball Screw, dan sensor Limit Switch sebagai pendorong aktif. Dengan 2 beban maksimum 40 kg diperoleh gaya dorong 392 N, beban kerja 184,24 N, dan torsi minimum 0,1304 Nm, jauh di bawah kapasitas motor sebesar 1,3 Nm. Simulasi FEA menunjukkan tegangan maksimum Von Mises Stress sebesar 11,54 MPa, jauh di bawah batas luluh aluminium sebesar 275 MPa, dengan Displacement maksimum sebesar 0,08644 mm. Alat Pusher Work yang dirancang terbukti aman, efektif, dan layak diterapkan untuk mengatasi permasalahan Cylinder Block yang tersangkut pada proses transfer di PT XYZ.*

*Kata Kunci: Pusher Work, VDI 2221, motor stepper, Ball Screw, Finite Element Analysis*



**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 ALAT BANTU PENDORONG MATERIAL UNTUK MEMUDAHKAN PROSES TRANSFER MENGGUNAKAN METODE VDI2221

Arya Muhammad Yusup<sup>1</sup>, Sepriandi Parningotan<sup>1</sup>, Dhea Tisane Ardhan<sup>2</sup>

<sup>12</sup>Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl.  
Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Email: [arya.muhammad.yusup.tm23@stu.pnj.ac.id](mailto:arya.muhammad.yusup.tm23@stu.pnj.ac.id)

## ABSTRACT

*PT XYZ is an automotive company using an Autonomous Mobile Robot (AMR) to transfer Cylinder Blocks from the Casting area to the Machining area. The process faces problems where the Cylinder Block gets stuck in the gap between the AMR unit and the conveyor, since the Linear Actuator only acts as a retainer, raising safety risk due to manual operator intervention. This study designs a Stepper Motor based Pusher Work tool to replace the old system using the VDI 2221 method. The design was done in Autodesk Inventor, supported by calculations of pushing force, friction force, and motor torque, and structural testing using Finite Element Analysis (FEA). The result is a Pusher Work system with a J-5718HB2401 Stepper Motor, Ball Screw transmission, and a Limit Switch sensor as an active pusher. With a 40 kg maximum 2 load, the force is 392 N, working load 184,24 N, and minimum torque 0.1304 Nm, far below the motor capacity of 1.3 Nm. FEA simulation shows a maximum Von Mises Stress of 11,54 MPa, well below aluminum yield limit of 275 MPa, with a maximum Displacement of only 0.08644 mm. The tool is thus proven safe, effective, and feasible for solving the Cylinder Block jamming problem at PT XYZ.*

*Keywords: Pusher Work, VDI 2221, Stepper Motor, Ball Screw, Finite Element Analysis*





**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 penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat, karunia dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Perancangan alat bantu pendorong material untuk memudahkan proses transfer menggunakan metode VDI 2221”. Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Diploma III Program Studi Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin di Politeknik Negeri Jakarta.

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa terdapat berbagai hambatan dan tantangan yang dihadapi. Namun demikian, berkat bimbingan, dukungan, serta bantuan dari berbagai pihak, seluruh proses tersebut dilalui dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr., Fuad Zainuri, S.T., M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Nabila Yudisha, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi DIII Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
3. Ir., Sepriandi Parningotan, S.T., M.T., IPM. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan arahan dan masukan kepada penulis selama penyusunan laporan Tugas Akhir.
4. Dhea Tisane Ardhan, S.Hum., M.Hum. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bantuan, bimbingan, serta dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
5. Seluruh Dosen dan Staff di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta yang telah membimbing dan memberikan ilmu sejak awal perkuliahan.
6. Bapak Aris Budianto selaku pembimbing OJT PT XYZ.
7. Bapak Harry dan tim rekan kerja selama Pelaksanaan OJT.
8. Kedua orang tua penulis yang senantiasa mendoakan dan mendukung penulis dalam situasi dan kondisi apapun.



**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

9. Rekan – rekan M23 yang selalu memberikan dukungan dan saling menguatkan dalam penulisan laporan Tugas Akhir.

Dalam Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa masih banyak memiliki kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan dimasa mendatang. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta perkembangan dunia industri.

Depok, 28 Juli 2026

Arya Muhammad Yusup

NIM 2302311040

**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**

|                                                          |      |
|----------------------------------------------------------|------|
| HALAMAN PERSETUJUAN.....                                 | iv   |
| HALAMAN PENGESAHAN.....                                  | v    |
| LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS .....                     | vi   |
| ABSTRAK .....                                            | vii  |
| ABSTRACT.....                                            | viii |
| KATA PENGANTAR .....                                     | ix   |
| DAFTAR ISI.....                                          | xi   |
| DAFTAR TABEL.....                                        | xiii |
| DAFTAR GAMBAR .....                                      | xiv  |
| BAB I PENDAHULUAN .....                                  | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....                                 | 1    |
| 1.2 Perumusan Masalah.....                               | 2    |
| 1.3 Batasan Masalah.....                                 | 3    |
| 1.4 Tujuan.....                                          | 3    |
| 1.5 Manfaat.....                                         | 4    |
| 1.6 Sistematika .....                                    | 4    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....                             | 6    |
| 2.1 Sistem Logistik dan Transfer Material otomatis ..... | 6    |
| 2.2 Sistem transfer otomatis robotik.....                | 6    |
| 2.2.1 Automated Guide Vehicle .....                      | 7    |
| 2.2.2 Autonomous Mobile Robot .....                      | 7    |
| 2.3 Komponen terkait objek kerja.....                    | 8    |
| 2.3.1 Cylinder Block.....                                | 8    |
| 2.3.2 Shutter Cylinder .....                             | 9    |
| 2.3.3 Linear Actuator.....                               | 9    |
| 2.4 Komponen utama Pusher Work.....                      | 10   |
| 2.4.1 Motor Stepper .....                                | 10   |
| 2.4.2 Mekanisme Transmisi Ball Screw .....               | 11   |
| 2.4.3 Sistem pengaman mekanis .....                      | 12   |



**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

|                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.4.4 Bahan dasar Material .....                                                                                         | 12 |
| 2.5 Metode VDI 2221 .....                                                                                                | 13 |
| 2.6 Perhitungan Teknis .....                                                                                             | 15 |
| 2.6.1 Perhitungan Gaya .....                                                                                             | 15 |
| 2.6.2 Perhitungan Gaya Gesek Kinetis .....                                                                               | 16 |
| 2.6.3 Perhitungan torsi motor untuk Ball Screw .....                                                                     | 16 |
| 2.7 Software Autodesk Inventor dan Stress Analysis .....                                                                 | 17 |
| BAB III METODOLOGI .....                                                                                                 | 19 |
| 3.1 Diagram Alir .....                                                                                                   | 19 |
| 3.2 Penjelasan Langkah Kerja .....                                                                                       | 20 |
| 3.3 Metode Pemecahan Masalah .....                                                                                       | 21 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....                                                                                        | 23 |
| 4.1 Analisis Permasalahan dan Pemilihan Metode Perancangan .....                                                         | 23 |
| 4.2 Tahapan Perancangan dengan Metode VDI 2221 .....                                                                     | 24 |
| 4.2.1 Tahap mengklarifikasi tugas .....                                                                                  | 24 |
| 4.2.2 Tahap perencanaan berupa konsep .....                                                                              | 25 |
| 4.2.3 Tahap pembentukan konsep produk .....                                                                              | 25 |
| 4.2.4 Tahap perencanaan rinci .....                                                                                      | 26 |
| 4.3 Analisis hasil perhitungan teknis .....                                                                              | 26 |
| 4.3.1 Perhitungan gaya .....                                                                                             | 27 |
| 4.3.2 Perhitungan gaya gesek kinetis .....                                                                               | 27 |
| 4.3.3 Perhitungan torsi motor untuk Ball Screw .....                                                                     | 27 |
| 4.4 Analisis hasil simulasi kekuatan struktur Pusher Work saat menerima beban kerja dengan Finite Element Analysis ..... | 28 |
| 4.4.1 Distribusi tegangan (Von Mises Stress) pada Pusher Work .....                                                      | 28 |
| 4.4.2 Analisis perpindahan (Displacement) dan deformasi pada Pusher Work .....                                           | 29 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....                                                                                         | 31 |
| 5.1 Kesimpulan .....                                                                                                     | 31 |
| 5.2 Saran .....                                                                                                          | 32 |
| Daftar Pustaka .....                                                                                                     | 33 |





**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 4. 1 Daftar Tuntutan.....            | 24 |
| Tabel 4. 2 Daftar Alternatif Komponen..... | 25 |





**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 Transfer Material Otomatis..... | 6  |
| Gambar 2. 2 Automated Guide Vehicle .....          | 7  |
| Gambar 2. 3 Autonomous Mobile Robot .....          | 8  |
| Gambar 2. 4 Cylinder Block.....                    | 9  |
| Gambar 2. 5 Linear Actuator .....                  | 10 |
| Gambar 2. 6 Motor Stepper .....                    | 11 |
| Gambar 2. 7 Ball Screw.....                        | 11 |
| Gambar 2. 8 Limit Switch .....                     | 12 |
| Gambar 2. 9 Aluminium.....                         | 13 |
| Gambar 2. 10 VDI 2221 .....                        | 14 |
| Gambar 2. 11 Autodesk Inventor.....                | 17 |
| Gambar 2. 12 Stress Analysis.....                  | 18 |
| Gambar 3. 1 Diagram Alir .....                     | 19 |
| Gambar 4. 1 Cylinder Block Tersangkut.....         | 23 |
| Gambar 4. 2 Hasil Perancangan Pusher Work.....     | 26 |
| Gambar 4. 3 Hasil Von Mises Stress.....            | 29 |
| Gambar 4. 4 Hasil Displacement.....                | 30 |





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

Dalam era revolusi industri 4.0, alat otomatisasi telah berkembang pesat dan menjadi semakin canggih. Kemampuan alat otomatisasi dalam melakukan tugas-tugas yang berulang dan berat membuatnya menjadi pilihan yang populer di industri, seperti otomotif, manufaktur, dan pertambangan. Selain itu, penggunaan alat otomatisasi juga membawa banyak manfaat seperti peningkatan produktivitas, kualitas produk yang lebih baik, dan mengurangi biaya produksi (Permana et al., 2025).

PT XYZ merupakan salah satu industri otomotif global yang terus mengedepankan efisiensi dan teknologi terkini dalam proses produksinya. Pada PT XYZ, komponen *Cylinder Block* merupakan salah satu elemen krusial karena fungsinya sebagai penopang utama komponen mesin lainnya. Seiring perkembangan zaman proses transfer *Cylinder Block* dari area *Casting* ke *Machining* telah mengalami perkembangan dengan tidak lagi mengandalkan tenaga manual sepenuhnya, melainkan menggunakan teknologi robotik berupa Autonomous Mobile Robot(AMR) jenis MiR. Implementasi penggunaan Autonomous Mobile Robot ini sejalan dengan kajian (Widya Uni Putri Syafira, 2025) yang menyimpulkan bahwa integrasi sistem AMR secara mandiri terbukti mampu meningkatkan efisiensi dan mendukung efektivitas kelancaran distribusi logistik pada area operasional yang padat.

Dalam operasionalnya, AMR ini juga sudah di Develop dengan dilengkapi unit *Shutter Cylinder* sebagai struktur penopang utama *Cylinder Block* selama proses perpindahan. Pada *Shutter Cylinder* ini, terdapat sebuah *Linear Actuator* dengan bentuk silinder ramping yang berfungsi sebagai mekanisme penahan statis agar komponen tidak tersangkut pada plat penahan saat menerima *Cylinder Block*. Karakteristik fungsional dari alat penggerak Linier ini serupa dengan penjelasan (Hermawan & Rochardjo, 2022) yang menyatakan bahwa *Linear Actuator*



**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

dirancang untuk menghasilkan gerakan translasi dorong tarik yang stabil pada instrumen mekanis. Penggunaan AMR ini menjadi terobosan penting untuk mempermudah distribusi material menuju mesin konveyor. Namun dilapangan seringkali muncul kendala teknis yang signifikan saat proses perpindahan *Cylinder Block* dari AMR ke konveyor.

Masalah utama terjadi akibat adanya celah di antara unit AMR dengan konveyor. Ketergantungan sistem pada gaya gravitasi dan sifat *Linear Actuator* yang hanya berfungsi sebagai penahan statis menyebabkan *Cylinder Block* seringkali tersangkut di area celah tersebut. Hal ini tidak hanya mengakibatkan jalur laju produksi terhambat, tetapi juga berpotensi menyebabkan kerusakan fisik pada komponen. Kondisi ini menuntut adanya intervensi manual dari operator untuk mendorong ulang *Cylinder Block*, yang secara langsung menurunkan efisiensi *cycle time* dan meningkatkan risiko keselamatan kerja.

Sebagai upaya mengatasi permasalahan tersebut, Penulis dan Mentor di lingkungan kerja membuat sebuah inovasi berupa *Pusher Work* berbasis kontrol Motor Stepper untuk menggantikan peran *Linear Actuator* lama. Berbeda dengan sistem sebelumnya, *Pusher Work* ini dirancang terlebih dahulu menggunakan Autodesk Inventor untuk memastikan kekuatan struktur yang optimal. Alat ini tidak hanya berfungsi sebagai penahan beban saat proses perpindahan, tetapi juga memiliki kemampuan pendorong untuk memastikan *Cylinder Block* bisa melewati celah tanpa tersangkut.

Sistem ini juga dilengkapi dengan sensor *Limit Switch* sebagai fitur keamanan otomatisasi guna mencegah kerusakan mekanis akibat dorongan yang berlebih. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan keandalan sistem logistik otomatis di PT XYZ, mengurangi masalah akibat kendala teknis pada proses perpindahan, serta mendukung efisiensi operasional perusahaan dalam mencapai target produksi yang lebih optimal.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah:





**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. Bagaimana merancang mekanisme *Pusher Work* yang efektif menggunakan Autodesk Inventor?
2. Berapa besar gaya dorong dan torsi motor yang dibutuhkan untuk memindahkan *Cylinder Block*?
3. Bagaimana hasil simulasi kekuatan struktur komponen pendorong saat menerima beban kerja menggunakan *Finite Element Analysis* pada Autodesk Inventor?

**1.3 Batasan Masalah**

Agar Pembahasan lebih fokus, maka batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Perancangan hanya dilakukan pada mekanisme alat bantu Pendorong, tanpa mengubah sistem navigasi, program, maupun struktur utama pada AMR MiR.
2. Analisis komponen penggerak utama difokuskan utama pada sistem mekanis *Pusher Work* berbasis motor stepper dan transmisi *Ball Screw*.
3. Material yang digunakan dalam perancangan disesuaikan dengan standar berat beban *Cylinder Block* di PT XYZ.

**1.4 Tujuan**

Tujuan dari pelaksanaan Tugas Akhir ini adalah:

1. Menghasilkan desain teknis alat bantu pendorong yang efektif menggunakan Autodesk Inventor
2. Menganalisis kebutuhan gaya dorong, gaya gesek dan torsi agar sesuai dengan beban kerja di lapangan
3. Menganalisis hasil simulasi kekuatan struktur komponen pendorong saat menerima beban kerja melalui metode *Finite Element Analysis* pada Autodesk Inventor.



**Hak Cipta :**

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

## 1.5 Manfaat

Bagi Penulis

1. Menambah wawasan, keahlian, dan pemahaman praktis dalam menggunakan Autodesk Inventor untuk pemodelan 3D, perhitungan kalkulasi gaya, serta pengujian kekuatan material berbasis simulasi rekayasa komputer di dunia industri nyata.

Bagi Politkenik Negeri Jakarta

2. Menambah referensi ilmiah dan pustaka akademis, khususnya pada jurusan teknik mesin mengenai perancangan alat bantu pendorong otomatis berbasis motor stepper.

Bagi Industri

3. Memberikan solusi teknis dan rekomendasi desain yang mampu mengurangi mengoptimalkan kelancaran transfer material serta meningkatkan keselamatan kerja operator di lapangan.

## 1.6 Sistematika

Sistematika penulisan tugas akhir ini dibagi menjadi beberapa bab sebagai berikut:

1. BAB I : PENDAHULUAN  
Berisi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika.
2. BAB II : TINJAUAN PUSAKA  
Membahas teori-teori pendukung penelitian, meliputi konsep sistem logistik otomatis, sistem transfer otomatis robotik, komponen terkait objek kerja seperti *Cylinder Block*, *Shutter Cylinder*, dan *Linear Actuator*, komponen utama *Pusher Work* seperti motor stepper, mekanisme transmisi *Ball Screw*, sistem pengaman mekanis, metode VDI 2221, perhitungan teknis seperti perhitungan gaya, perhitungan gaya gesek kinetis, perhitungan torsi motor untuk *Ball Screw*, software autodesk inventor dan *Stress Analysis*.
3. BAB III : METODOLOGI





**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

Menjelaskan diagram alir, penjelasan langkah kerja mulai dari identifikasi masalah, studi literatur, tahapan perancangan metode VDI 2221, perhitungan teknis, pengujian simulasi, dan metode pemecahan masalah.

4. BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Menyajikan data hasil perancangan mekanisme *Pusher Work* mengacu pada metode VDI 2221, evaluasi lembar spesifikasi tuntutan alat, analisis data kalkulasi hasil perhitungan teknis, serta visualisasi analisis mendalam terhadap hasil simulasi kekuatan struktur *Pusher Work* menggunakan *Finite Element Analysis*.

5. BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan akhir dari seluruh rangkaian hasil analisis perancangan alat *Pusher Work* serta pemberian saran-saran untuk pengembangan sistem mekanis kedepannya.

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

**Hak Cipta :**

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

**BAB V****KESIMPULAN DAN SARAN****5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil perancangan, perhitungan teknis, dan pengujian simulasi yang telah dilakukan pada alat *Pusher Work* untuk membantu proses transfer *Cylinder Block* menggunakan metode VDI 2221, kesimpulan yang didapatkan adalah sebagai berikut:

1. Mekanisme alat bantu pendorong telah berhasil dirancang secara efektif menggunakan software Autodesk Inventor dengan mengacu pada 4 tahapan metode VDI 2221. Hasil rancangan yang terdiri dari motor stepper tipe J-5718HB2401, mekanisme transmisi *Ball Screw* terbukti mampu diaplikasikan sebagai sistem pendorong aktif otomatis untuk mengatasi kendala material tersangkut.
2. Melalui analisis perhitungan dengan menggunakan batas atas massa *Cylinder Block* sebesar 20 kg dan 20 Kg menjadi 40 Kg dan percepatan gravitasi  $9,8 \text{ m/s}^2$ , diperoleh nilai gaya berat sebesar 392 N. Dengan asumsi koefisien gesek kinetis sebesar 0,47, diperoleh beban kerja 184,24 N. Beban tersebut menghasilkan kebutuhan torsi minimum 0,1304 Nm. Berdasarkan spesifikasi kapasitas torsi motor stepper tipe J-5718HB2401 yang memiliki nilai sebesar 1,3 Nm, maka sistem penggerak utama ini dinyatakan sangat mampu untuk menggerakkan mekanik pendorong.
3. Hasil pengujian simulasi kekuatan struktur komponen pendorong menggunakan *Finite Element Analysis* (FEA) pada Autodesk Inventor menunjukkan karakteristik kekuatan geometri yang sangat aman. Saat menerima gaya dorong balik sebesar 392 N, nilai tegangan maksimum *Von Mises Stress* yang terjadi hanya sebesar 11,54 MPa, dimana titik kritis terlokasi pada area sekitar plat pendorong dengan *Nut Block*. Nilai tegangan ini berada jauh dengan batas lumer material Aluminium yang bernilai 275 MPa. Sementara itu, nilai perpindahan maksimum



**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

*Displacement* yang terjadi sangat kecil, yaitu hanya sebesar 0,08644 mm pada ujung plat pendorong. Dengan demikian, struktur *Pusher Work* ini dinyatakan memiliki kekakuan yang optimal dan memenuhi standar keamanan operasi struktural.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil tugas akhir ini, penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. PT XYZ perlu melakukan evaluasi kinerja di lapangan untuk validasi lanjutan terhadap hasil perhitungan dan simulasi.
2. Desain *Pusher Work* ini dapat dipertimbangkan untuk direplikasikan pada unit AMR lain di PT XYZ untuk memudahkan proses transfer material lain.
3. PT XYZ perlu melakukan preventive maintenance secara berkala pada komponen alat pusher nanti, agar keandalan dan umur pakai alat tetap terjaga.

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

Daftar Pustaka

- Ambarura Erwin. (2025). *ANALISA KORELASI PENGARUH VOLUME PERSENTASE ALUMINIUM (Al)-SILIKON (Si) TERHADAP KEKERASAN ALUMINIUM PADUAN*.
- Andriana, R., Mulia, M., Tinggi Teknologi Duta Bangsa, S., & Kalibaru Timur Kel Kalibaru Medan Satria Kota Bekasi, J. (2025). *ANALISIS PENGATURAN ARAH PUTARAN CW DAN CCW MOTOR STEPPER NEMA 23 DENGAN SISTEM MANUAL DAN DIGITAL*.
- By 24/7. (2017). *Autonomous mobile robot transports, tows materials*. [https://www.materialhandling247.com/product/mir200\\_mobile\\_robot](https://www.materialhandling247.com/product/mir200_mobile_robot)
- Darfyma Putra, M., Darmawan, D., & Rusdinar, A. (2016). *Kendali Kecepatan dan Posisi Automated Guide Vehicle Menggunakan Fuzzy Logic dan PID Control Speed And Position Control Of Automated Guide Vehicle Using Fuzzy Logic And Pid Control*.
- Dermawan, R., & Hadi, V. (2022). PENGEMBANGAN MESIN PENGUPAS KULIT KOPI MENGGUNAKAN METODE VDI 2221. In *PRESISI* (Vol. 24, Number 2).
- Dermawan, R., & Wibowo, A. (2023). Perancangan Mesin Pengupas Kulit Kentang Dengan Metode VDI 2221. *SAINSTECH: JURNAL PENELITIAN DAN PENGKAJIAN SAINS DAN TEKNOLOGI*, 33(3). <https://doi.org/10.37277/stch.v33i3.1737>
- Eduardo Simorangkir. (2020). *Markas Produsen Aluminium*. <https://finance.detik.com/foto-bisnis/d-4866445/mengintip-markas-produsen-aluminium-terbesar-ri?page=2>
- Haoer. (2025). *Cara Kerja Sistem Konveyor Otomatis*. <https://sanhokgroup.com/id/automatic-conveyor-system/>
- Hardiansyah, R., Gozali, M. S., & Toar, H. (2018). *Kendali Posisi Linear Actuator Berbasis PID Menggunakan PLC*.





**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

- Hermawan, S., & Rochardjo, H. S. B. (2022). Preliminary Design of Electric Linear Actuator for Hospital Bed Domestic Product. *Journal of Mechanical Design and Testing*, 4(1), 25. <https://doi.org/10.22146/jmdt.63146>
- Hidayatullah Firmansyah, F., Nabila, T., Masula Soffa, F., & Yusri El Fahmi, dan. (2021). Analisis Perhitungan Gaya Berat pada Tongkat Gayung Lipat untuk Mengetahui Efektifitas Pengungkit Jenis Tiga. In *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika* (Vol. 09, Number 01).
- HIWIN. (2016). *Ballscrew Technical Information*. <https://www.dycom.co.id/product/ballscrews.pdf>
- Kurnianto, F. (2018). *ANALISA PENGUJIAN KOEFISIEN GESEK MATERIAL VCN TERHADAP MATERIAL BRONZE*.
- LAZUARDI, H. (2022). *PERBAIKAN CYLINDER HEAD MESIN GENERATOR TB SML 102*.
- Lukmana, A., & Tri Sanyoto Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir-BATAN, N. (2017). *PENGEMBANGAN MECHANIC CUTTING DENGAN TIGA DERAJAT KEBEBASAN BERBASIS BALLSCREW*.
- Maulana, M. A., Novian, R., Nugraha, M. I., Made, I., Setiawan, A., Negeri, P. M., & Belitung, B. (2022). *PROSIDING SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI TERAPAN AUTONOMOUS MOBILE ROBOT DENGAN MENGGUNAKAN METODE SIMULTANEOUS LOCALIZATION AND MAPPING BERBASIS LIDAR*.
- Mukhlison dkk. (2024). *TEKNOLOGI PAKAN KUCING OTOMATIS DENGAN SISTEM BUKA TUTUP MENGGUNAKAN DINAMO, SERVO, DAN SENSOR LIMIT SWITCH BERBASIS ARDUINO UNO*.
- Nino Guevara Ruwano. (2019). *Mengenal AGV (Automated Guided Vehicle), Kendaraan Otomatik Pada Sektor Industri*. <https://www.niguru.com/2019/10/mengenal-agv-automated-guided-vehicle.html>
- Nurul Hilal, M., Suprianto, B., & Baskoro, F. (2024). *Pembuatan Prototype Transfer Station Barang Pada Sistem Penyortiran Otomatis Menggunakan Teknologi Elektro-Pneumatik* 227 *Pembuatan Prototype Transfer Station*



**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

*Barang Pada Sistem Penyortiran Otomatis Menggunakan Teknologi Elektro-Pneumatik.*

Om Vin. (2024). *Limit Switch*. <https://www.alvindocs.com/blog/limit-switch>

Permana, D. C., Ferdiansyah, R., Safira, F. P., Gumilang, Z. T. A., Pangestu, A. J., & Rozak, R. W. A. (2025). Revolusi Industri 4.0 dan Otomatisasi: Antara Produktivitas, Risiko, dan Etika Sosial. *KONTAN: Jurnal Ekonomi, Manajemen Dan Bisnis*, 4(1). <https://doi.org/10.59818/kontan.v4i1.553>

Sutra Perdana, F., Akbar, A., Mahmudi, H., & Mesin, T. (2022). *Analisa Kekuatan Material Bahan dan Rangka Alat Pengguling Sapi Berbobot 1.2 Ton Menggunakan Software Autodesk Inventor*.

Toteles, A., & Alhaffis, F. (2021). *ANALISIS MATERIAL KONTRUKSI CHASIS MOBIL LISTRIK LAKSAMANA V2 MENGGUNAKAN SOFTWARE AUTODESK INVENTOR*.

Widya Uni Putri Syafira. (2025). *IMPLEMENTASI PENGGUNAAN AUTONOMOUS MOBILE ROBOT DALAM Mendukung Efektivitas Distribusi Logistik*.

Yosua, P., Budhi Santoso, D., Stefanie, A., Singaperbangsa Karawang Jl Ronggo Waluyo, U. H., & Jambe Timur, T. (2021). *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan Rancang Bangun Automatic Washing and Drying System untuk Mesin Pencuci Cylinder Block Motor*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5167080>





## © 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

