



© 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 Kendali Ketegangan *Belt conveyor* Berbasis  
PID dan ESP32**

**Sub Judul:**

**Perancangan Sistem Kendali Ketegangan *Belt conveyor* Berbasis  
PID Menggunakan Motor Stepper**

**SKRIPSI**  
**POLITEKNIK**  
**NEGERI**  
**JAKARTA**

**Jundi Prima Khaalishnail Yuwono**  
**2203431009**

**PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL**  
**INDUSTRI**  
**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**  
**POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**  
**2026**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



**Perancangan Sistem Kendali Ketegangan *Belt conveyor* Berbasis  
PID dan ESP32**

**Sub Judul:**

**Perancangan Sistem Kendali Ketegangan *Belt conveyor* Berbasis  
PID Menggunakan Motor Stepper**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Terapan**

**Jundi Prima Khaalishnail Yuwono**

**2203431009**

**PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL  
INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA  
2026**



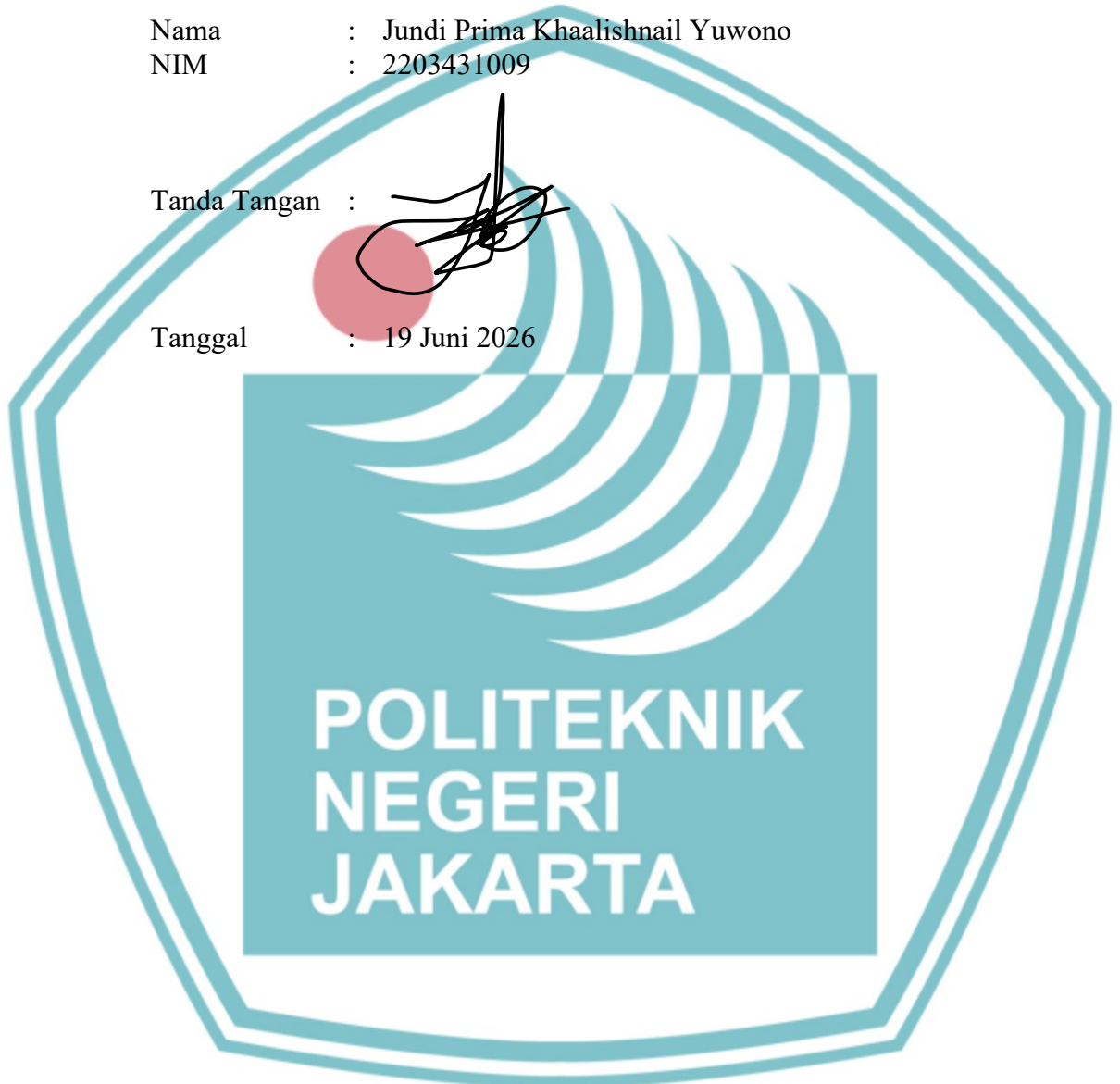
## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Jundi Prima Khaalishnail Yuwono  
NIM : 2203431009

Tanda Tangan :

Tanggal : 19 Juni 2026



### Hak Cipta :

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



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

## LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir diajukan oleh:

Nama : Jundi Prima Khaalishnail Yuwono  
NIM : 2203431009  
Program Studi : Instrumentasi dan Kontrol Industri  
Judul Tugas Akhir : Perancangan Sistem Kendali Ketegangan *Belt*  
Conveyor Berbasis PID dan ESP32

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 24 Juni 2026 dan dinyatakan **LULUS**

Pembimbing

**Britantyo Wicaksono, S.Si., M.Eng**

NIP. 198404242018031001

Depok, 24 Juni 2026

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



**Dr. Murie Dwiyanti, S.T., M.T.**

NIP. 197803312003122002



**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

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Perancangan Sistem Kendali Ketegangan *Belt Conveyor* Berbasis PID Menggunakan Motor Stepper “. Skripsi ini ditulis dalam rangka memenuhi syarat salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini banyak memperoleh bantuan, bimbingan, arahan dan nasehat dari berbagai pihak yang akan selalu penulis syukuri dan kenang. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Dr. Murie Dwiyaniti, S.T.,M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro;
2. Sulis Setiowati, S.Pd.,M.Eng. selaku Kepala Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri;
3. Britantyo Wicaksono,S.Si, M.Eng selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, serta pikiran untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi;
4. Orang tua yang senantiasa memberikan bantuan moral dan material;
5. Eki Efendi selaku rekan satu tim yang saling mendukung dan membantu dalam pengerjaan skripsi;
6. Sahabat dan rekan-rekan IKI-22

Akhir kata. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 19 Juni 2026

Jundi Prima Khaalishnail Yuwono



**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 Kendali Ketegangan *Belt conveyor* Berbasis PID Menggunakan Motor *Stepper*

### Abstrak

Ketegangan belt conveyor merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi keandalan dan efisiensi proses pemindahan material. Pengaturan ketegangan belt yang masih dilakukan secara manual kurang mampu mengakomodasi perubahan beban sehingga berpotensi menyebabkan slip belt dan menurunkan kinerja sistem. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem kendali ketegangan belt conveyor berbasis Proportional-Integral-Derivative (PID) menggunakan mikrokontroler ESP32 dan motor stepper sebagai aktuator. Sistem memanfaatkan dua sensor load cell sebagai umpan balik untuk mengukur ketegangan belt secara real-time, sedangkan parameter PID diperoleh melalui metode Trial and Error hingga menghasilkan respons sistem yang optimal. Kinerja sistem dievaluasi berdasarkan parameter rise time, settling time, overshoot, dan steady-state error pada kondisi tanpa gangguan maupun dengan gangguan beban sebesar 3 kg. Hasil pengujian menunjukkan bahwa parameter PID terbaik diperoleh pada nilai  $K_p = 350$ ,  $K_i = 2,50$ , dan  $K_d = 0,250$ . Pada kondisi tanpa gangguan, sistem menghasilkan rise time sebesar 3,4 detik, settling time 7,6 detik, overshoot 9,8%, dan steady-state error 0,15%. Sementara pada kondisi dengan gangguan beban 3 kg diperoleh rise time 3,4 detik, settling time 10,8 detik, overshoot 12,3%, dan steady-state error 0,27%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem kendali PID yang dirancang mampu mempertahankan ketegangan belt conveyor secara otomatis, stabil, dan memiliki kemampuan yang baik dalam mengembalikan sistem menuju nilai setpoint setelah terjadi gangguan.

Kata kunci: belt conveyor, PID, ESP32, load cell, motor stepper.



**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

## ***Design of a PID-Based Belt Conveyor Tension Control System Using a Stepper Motor***

### ***Abstract***

*Belt conveyor tension is one of the key factors affecting the reliability and efficiency of material handling systems. Manual belt tension adjustment is unable to adequately accommodate load variations, which may lead to belt slippage and reduced system performance. This research aims to design and implement a Proportional-Integral-Derivative (PID)-based belt conveyor tension control system using an ESP32 microcontroller and a stepper motor as the actuator. The system utilizes two load cell sensors as feedback devices to measure belt tension in real time, while the PID parameters are determined using the Trial and Error tuning method to obtain the optimal system response. System performance is evaluated based on rise time, settling time, overshoot, and steady-state error under both normal operating conditions and a 3 kg load disturbance. The experimental results indicate that the best PID parameters are  $K_p = 350$ ,  $K_i = 2.50$ , and  $K_d = 0.250$ . Under normal conditions, the system achieves a rise time of 3.4 seconds, a settling time of 7.6 seconds, an overshoot of 9.8%, and a steady-state error of 0.15%. Under a 3 kg load disturbance, the system records a rise time of 3.4 seconds, a settling time of 10.8 seconds, an overshoot of 12.3%, and a steady-state error of 0.27%. These results demonstrate that the proposed PID controller is capable of maintaining belt conveyor tension automatically and stably while providing effective recovery to the desired setpoint after disturbances.*

*Keywords: belt conveyor, PID, ESP32, load cell, stepper 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR ISI**

|                                                       |      |
|-------------------------------------------------------|------|
| HALAMAN SAMPUL.....                                   | i    |
| HALAMAN JUDUL.....                                    | ii   |
| HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....                 | iii  |
| LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....            | i    |
| KATA PENGANTAR.....                                   | ii   |
| Abstrak .....                                         | vi   |
| <i>Abstract</i> .....                                 | vii  |
| DAFTAR ISI.....                                       | viii |
| DAFTAR GAMBAR.....                                    | xii  |
| DAFTAR TABEL.....                                     | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                 | xiv  |
| BAB I.....                                            | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....                              | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                             | 4    |
| 1.3 Tujuan .....                                      | 4    |
| 1.4 Batasan Masalah.....                              | 4    |
| 1.5 Luaran .....                                      | 5    |
| BAB II.....                                           | 6    |
| 2.1 <i>State of the art</i> .....                     | 6    |
| 2.2 <i>Belt conveyor</i> .....                        | 8    |
| 2.2.1 Pengertian <i>Belt conveyor</i> .....           | 9    |
| 2.2.2 Prinsip Kerja <i>Belt conveyor</i> .....        | 9    |
| 2.2.3 Komponen <i>Belt conveyor</i> .....             | 10   |
| 2.2.4 Jenis <i>Belt conveyor</i> .....                | 11   |
| 2.2.5 Ketegangan <i>Belt conveyor</i> .....           | 11   |
| 2.2.6 Pengertian <i>Belt tension</i> .....            | 12   |
| 2.2.7 <i>Under tension</i> .....                      | 12   |
| 2.2.8 <i>Over tension</i> .....                       | 13   |
| 2.2.9 Pengaruh Ketegangan <i>Belt</i> .....           | 13   |
| 2.2.10 Hubungan Slip dengan <i>Belt tension</i> ..... | 14   |
| 2.2.11 Mekanisme <i>Belt tension</i> .....            | 15   |
| 2.3 Sistem Kendali .....                              | 15   |
| 2.3.1 Pengertian Sistem Kendali .....                 | 16   |
| 2.3.2 <i>Open Loop</i> .....                          | 17   |



**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   | Closed Loop .....                                | 17 |
| 2.3.4   | Feedback Control.....                            | 18 |
| 2.3.5   | Setpoint .....                                   | 18 |
| 2.3.6   | Error.....                                       | 19 |
| 2.3.7   | Disturbance .....                                | 19 |
| 2.3.8   | Plant .....                                      | 20 |
| 2.4     | Kendali PID.....                                 | 20 |
| 2.4.1   | Pengertian PID.....                              | 21 |
| 2.4.2   | Parameter PID .....                              | 22 |
| 2.4.3   | Karakteristik Respon PID .....                   | 23 |
| 2.4.4   | Implementasi PID pada <i>Belt Conveyor</i> ..... | 23 |
| 2.5     | Metode Ziegler Nichols.....                      | 24 |
| 2.5.1   | Open Loop .....                                  | 25 |
| 2.5.2   | Reaction Curve .....                             | 25 |
| 2.6     | Komponen .....                                   | 26 |
| 2.6.1   | Load Cell .....                                  | 26 |
| 2.6.2   | HX711 .....                                      | 27 |
| 2.6.3   | Sensor <i>Photo Interrupter</i> .....            | 27 |
| 2.6.4   | ESP32.....                                       | 29 |
| 2.6.5   | Motor Stepper NEMA 23.....                       | 30 |
| 2.6.6   | Driver TB6600.....                               | 31 |
| 2.6.7   | <i>Belt Conveyor Prototype</i> .....             | 32 |
| 2.6.8   | Power Supply.....                                | 33 |
| 2.6.9   | Buck Converter .....                             | 34 |
| 2.7     | Perangkat Lunak .....                            | 35 |
| 2.7.1   | Arduino IDE .....                                | 35 |
| 2.7.2   | Library HX711.....                               | 36 |
| 2.7.3   | Library AccelStepper.....                        | 36 |
| 2.8     | Parameter Evaluasi Sistem .....                  | 37 |
| 2.8.1   | Rise Time .....                                  | 37 |
| 2.8.2   | Settling Time.....                               | 38 |
| 2.8.3   | Overshoot .....                                  | 39 |
| 2.8.4   | Steady-State-Error .....                         | 40 |
| BAB III | .....                                            | 41 |



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

|        |                                                       |    |
|--------|-------------------------------------------------------|----|
| 3.1    | Perancangan Sistem .....                              | 41 |
| 3.1.1  | Deskripsi Sistem .....                                | 43 |
| 3.1.2  | Cara Kerja Sistem .....                               | 45 |
| 3.1.3  | Spesifikasi Alat.....                                 | 48 |
| 3.1.4  | Blok Diagram Sistem .....                             | 50 |
| 3.1.5  | Blok Diagram Subsistem.....                           | 53 |
| 3.1.6  | Diagram Blok Kontrol Subsistem.....                   | 57 |
| 3.2    | Realisasi Sistem.....                                 | 60 |
| 3.2.1  | Realisasi Pembuatan Alat .....                        | 60 |
| 3.2.2  | Realisasi Sistem Elektrikal .....                     | 61 |
| 3.2.3  | Realisasi Sistem Kendali PID .....                    | 63 |
| 3.2.4  | Implementasi Perangkat Lunak.....                     | 63 |
| 3.2.5  | Parameter Pengujian.....                              | 64 |
| 3.2.6  | Skenario Pengujian.....                               | 65 |
| BAB IV | .....                                                 | 67 |
| 4.1    | Pengujian Kontrol PID .....                           | 67 |
| 4.1.1  | Deskripsi Pengujian .....                             | 67 |
| 4.1.2  | Peralatan Pengujian .....                             | 68 |
| 4.1.3  | Prosedur Pengujian Sistem Kendali PID .....           | 69 |
| 4.1.4  | Pengujian LoadCell .....                              | 70 |
| 4.2    | Pengujian Tanpa Gangguan ( <i>Disturbance</i> ) ..... | 71 |
| 4.2.1  | Percobaan 1 (PID 1).....                              | 71 |
| 4.2.2  | Percobaan 2 (PID 2).....                              | 73 |
| 4.2.3  | Percobaan 3 (PID 3).....                              | 74 |
| 4.2.4  | Tuning PID Metode Ziegler–Nichols.....                | 75 |
| 4.2.5  | Pengujian PID Hasil Tuning Ziegler-Nichols.....       | 77 |
| 4.2.6  | Perbandingan Sebelum dan Sesudah Tuning.....          | 79 |
| 4.3    | Pengujian Gangguan ( <i>Disturbance</i> ) .....       | 81 |
| 4.3.1  | Pengujian Gangguan Percobaan 1 (PID 1).....           | 82 |
| 4.3.2  | Pengujian Gangguan Percobaan 2 (PID 2).....           | 83 |
| 4.3.3  | Pengujian Gangguan Percobaan 3 (PID 3).....           | 85 |
| 4.4    | Analisa Hasil Sistem Kendali PID.....                 | 86 |
| BAB V  | .....                                                 | 90 |
| 5.1    | Kesimpulan.....                                       | 90 |



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

|                      |    |
|----------------------|----|
| 5.2 Saran .....      | 91 |
| DAFTAR PUSTAKA ..... | 92 |
| LAMPIRAN .....       | 94 |



### 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



**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

**DAFTAR GAMBAR**

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Load Cell .....                      | 26 |
| Gambar 2.2 Modul HX711 .....                    | 27 |
| Gambar 2.3 Photo Interrupter .....              | 28 |
| Gambar 2.4 Mikrokontroler ESP32 .....           | 30 |
| Gambar 2.5 Motor Stepper NEMA 23 .....          | 31 |
| Gambar 2.6 Driver TB6600 .....                  | 32 |
| Gambar 2.7 Belt Conveyor Prototype .....        | 33 |
| Gambar 2.8 Power Supply .....                   | 34 |
| Gambar 2.9 Buck Converter .....                 | 34 |
| Gambar 2.10 Logo Arduino IDE .....              | 35 |
| Gambar 3.1 Flowchart Metode Penelitian .....    | 41 |
| Gambar 3.2 Flowchart Cara Kerja Alat .....      | 45 |
| Gambar 3.3 Desain Alat.....                     | 48 |
| Gambar 3.4 Diagram Blok Sistem .....            | 51 |
| Gambar 3.5 Diagram Blok Subsistem.....          | 54 |
| Gambar 3.6 Diagram Blok Kontrol Subsistem ..... | 58 |
| Gambar 3.7 Tampak Samping Alat.....             | 61 |
| Gambar 3.8 Panel Kontrol Alat.....              | 62 |

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**



## DAFTAR TABEL

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu .....                                        | 6  |
| Tabel 2.2 Pengaruh Parameter PID terhadap Karakteristik Respon Sistem ..... | 25 |
| Tabel 3.1 Spesifikasi Mekanis .....                                         | 49 |
| Tabel 3.2 Spesifikasi Hardware .....                                        | 49 |
| Tabel 3.3 Tabel Keterangan Gambar Tampak Samping.....                       | 61 |
| Tabel 3.4 Keterangan Gambar Panel Kontrol Alat .....                        | 62 |
| Tabel 3.5 Parameter Pengujian .....                                         | 65 |
| Tabel 3.6 Skenario Pengujian .....                                          | 65 |
| Tabel 4.1 Daftar Alat Pengujian.....                                        | 68 |
| Tabel 4.2 Hasil Pengujian Load Cell .....                                   | 71 |
| Tabel 4.3 Data Respon Ketegangan Belt Tanpa Beban .....                     | 72 |
| Tabel 4.4 Hasil Pengujian Respon Sistem Tanpa Beban .....                   | 72 |
| Tabel 4.5 Data Respon Ketegangan Belt Tanpa Beban .....                     | 73 |
| Tabel 4.6 Hasil Pengujian Respon Sistem Tanpa Beban .....                   | 73 |
| Tabel 4.7 Data Respon Ketegangan Belt Tanpa Beban .....                     | 74 |
| Tabel 4.8 Hasil Pengujian Respon Sistem Tanpa Beban .....                   | 75 |
| Tabel 4.9 Data Respon Ketegangan Belt Dengan Beban 3 kg.....                | 82 |
| Tabel 4.10 Hasil Pengujian Respon Sistem Dengan Beban 3 kg.....             | 82 |
| Tabel 4.11 Data Respon Ketegangan Belt Dengan Beban 3 kg.....               | 83 |
| Tabel 4.12 Hasil Pengujian Respon Sistem Dengan Beban 3 kg.....             | 84 |
| Tabel 4.13 Data Respon Ketegangan Belt Dengan Beban 3 kg.....               | 85 |
| Tabel 4.14 Hasil Pengujian Respon Sistem Dengan Beban 3 kg.....             | 85 |

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

**DAFTAR LAMPIRAN**

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup Penulis..... | 94 |
| Lampiran 2 Dokumentasi Pengujian Alat.....   | 95 |



**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 I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi pada sektor industri mendorong perusahaan untuk terus meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan keandalan proses produksi. Salah satu sistem yang banyak digunakan untuk mendukung proses perpindahan material adalah *belt conveyor*. *Belt conveyor* merupakan alat transportasi material yang bekerja secara kontinu untuk memindahkan bahan atau produk dari satu titik ke titik lainnya dengan kapasitas yang relatif besar. Penggunaan *belt conveyor* banyak dijumpai pada industri manufaktur, pertambangan, logistik, hingga industri pengolahan material karena mampu meningkatkan efektivitas proses produksi dibandingkan metode pemindahan material secara manual (Fiatno & Irfani, 2021).

Keberhasilan pengoperasian *belt conveyor* sangat dipengaruhi oleh kondisi komponen-komponen pendukungnya, salah satunya adalah *belt*. *Belt* berfungsi sebagai media utama yang membawa material selama proses perpindahan berlangsung. Kerusakan atau penurunan performa *belt* dapat menyebabkan terganggunya proses produksi bahkan mengakibatkan penghentian operasi sistem *conveyor*. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Febriyansah dan Safaruddin (2022), kondisi *belt* yang tidak sesuai spesifikasi operasional dapat menurunkan performa sistem *conveyor* serta meningkatkan risiko kerusakan pada komponen pendukung lainnya.

Selain kondisi fisik *belt*, parameter penting yang perlu diperhatikan dalam sistem *conveyor* adalah ketegangan *belt* (*belt tension*). Ketegangan *belt* yang terlalu rendah dapat menyebabkan terjadinya slip antara *belt* dan roller sehingga proses perpindahan material menjadi tidak optimal. Kondisi tersebut juga dapat meningkatkan tingkat keausan *belt* dan menurunkan efisiensi sistem. Sebaliknya, ketegangan *belt* yang terlalu tinggi dapat menimbulkan beban berlebih pada roller, bearing, motor penggerak, maupun *belt* itu sendiri. Akibatnya umur pakai komponen menjadi lebih pendek dan biaya perawatan sistem meningkat. Oleh karena itu, pengaturan ketegangan *belt* yang tepat menjadi salah satu faktor penting dalam menjaga keandalan dan kontinuitas operasi *conveyor* (Faisal & Putra, 2025).



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

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

Pada umumnya, pengaturan ketegangan *belt* masih dilakukan secara manual melalui mekanisme tensioner yang memerlukan pemeriksaan dan penyetelan secara berkala oleh operator. Metode tersebut memiliki beberapa kelemahan, antara lain membutuhkan waktu penyesuaian yang relatif lama, kurang responsif terhadap perubahan kondisi operasi, serta berpotensi menghasilkan nilai ketegangan yang tidak konsisten. Kondisi ini dapat menyebabkan *belt conveyor* bekerja di luar kondisi optimal sehingga memengaruhi kualitas dan efisiensi proses produksi.

Perkembangan teknologi sensor dan mikrokontroler memungkinkan proses pengukuran parameter operasional *conveyor* dilakukan secara otomatis dan lebih akurat. Salah satu sensor yang banyak digunakan untuk mengukur gaya atau beban adalah load cell. Penelitian yang dilakukan oleh Ramadhan dkk. (2024) menunjukkan bahwa load cell yang dipadukan dengan modul HX711 mampu memberikan hasil pengukuran yang baik pada sistem *conveyor*. Dengan kemampuan tersebut, load cell dapat dimanfaatkan sebagai sensor umpan balik untuk mengetahui nilai ketegangan *belt* secara *Real-time* sehingga memungkinkan penerapan sistem kendali tertutup (closed loop control).

Selain sensor, perkembangan mikrokontroler juga mendukung implementasi sistem kendali yang lebih fleksibel dan ekonomis. ESP32 merupakan salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan dalam sistem otomasi karena memiliki kemampuan pemrosesan yang baik, konsumsi daya yang rendah, serta kemudahan integrasi dengan berbagai sensor dan aktuator. Penelitian yang dilakukan oleh Lianawati dkk. (2024) menunjukkan bahwa ESP32 mampu digunakan pada sistem monitoring dan controlling secara efektif. Sementara itu, Putra dkk. (2024) juga membuktikan bahwa ESP32 memiliki performa yang baik dalam proses akuisisi dan pengolahan data pada sistem berbasis otomasi.

Dalam bidang sistem kendali, salah satu metode yang paling banyak digunakan adalah *Proportional Integral Derivative* (PID). Metode PID memiliki struktur yang sederhana namun mampu menghasilkan respon sistem yang stabil serta meminimalkan nilai *Error* antara kondisi aktual dengan nilai *Setpoint* yang diinginkan. Penelitian yang dilakukan oleh Ushofa dkk. (2022) menunjukkan bahwa penerapan metode PID pada sistem *conveyor* mampu menghasilkan



## © 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

performa yang lebih baik dibandingkan sistem tanpa kendali, ditunjukkan dengan penurunan *Error* dan peningkatan kestabilan sistem. Oleh karena itu, metode PID dinilai sesuai untuk diterapkan pada pengendalian ketegangan *belt conveyor*.

Sebagai aktuator, motor stepper memiliki keunggulan berupa kemampuan pengaturan posisi yang presisi berdasarkan jumlah langkah (step) yang diberikan. Karakteristik tersebut menjadikan motor stepper cocok digunakan pada sistem yang memerlukan pengaturan posisi secara akurat, termasuk mekanisme pengatur ketegangan *belt conveyor*. Penelitian yang dilakukan oleh Hutaeruk dkk. (2021) menunjukkan bahwa motor stepper mampu digunakan sebagai penggerak pada sistem *conveyor* miniatur dengan tingkat akurasi yang baik. Dengan memanfaatkan motor stepper sebagai penggerak *tensioner*, perubahan posisi mekanisme penegang *belt* dapat dilakukan secara lebih presisi dibandingkan metode penyetelan manual.

Berdasarkan hasil kajian terhadap penelitian terdahulu, sebagian besar penelitian masih berfokus pada sistem monitoring *conveyor*, pengendalian kecepatan motor *conveyor*, maupun penerapan motor stepper sebagai penggerak sistem. Penelitian yang secara khusus mengintegrasikan sensor load cell sebagai umpan balik ketegangan *belt*, metode PID sebagai pengendali, serta motor stepper sebagai aktuator pengatur ketegangan *belt conveyor* masih relatif terbatas. Padahal kombinasi ketiga komponen tersebut berpotensi menghasilkan sistem pengendalian ketegangan *belt* yang lebih efektif dan mampu mempertahankan kondisi operasi *conveyor* secara optimal.

Oleh karena itu, pada penelitian ini dirancang sebuah sistem kendali ketegangan *belt conveyor* berbasis PID menggunakan motor stepper. Sistem yang dikembangkan memanfaatkan load cell sebagai sensor untuk mengukur ketegangan *belt*, ESP32 sebagai pengolah data dan pengendali, serta motor stepper sebagai aktuator penggerak mekanisme *tensioner*. Diharapkan sistem yang dirancang mampu menjaga nilai ketegangan *belt* sesuai *Setpoint* yang ditentukan secara otomatis sehingga dapat meningkatkan keandalan, efisiensi, dan performa operasi *belt conveyor*. Dengan demikian, penelitian ini dilakukan dengan judul “Perancangan Sistem Kendali Ketegangan *Belt conveyor* Berbasis PID Menggunakan Motor Stepper.”



**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

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana merancang sistem kendali ketegangan belt conveyor menggunakan sensor load cell, mikrokontroler ESP32, dan motor stepper sebagai aktuator?
2. Bagaimana mengimplementasikan metode Proportional Integral Derivative (PID) pada sistem kendali ketegangan belt conveyor?
3. Bagaimana karakteristik respons sistem kendali ketegangan belt conveyor berdasarkan parameter rise time, settling time, overshoot, dan steady-state error?
4. Bagaimana kinerja sistem kendali dalam mempertahankan ketegangan belt conveyor terhadap perubahan beban?

## 1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Merancang dan membangun sistem kendali ketegangan belt conveyor menggunakan sensor load cell, mikrokontroler ESP32, dan motor stepper sebagai aktuator.
2. Mengimplementasikan metode Proportional Integral Derivative (PID) pada sistem kendali ketegangan belt conveyor.
3. Menganalisis karakteristik respons sistem berdasarkan parameter *rise time*, *settling time*, *overshoot*, dan *steady-state error*.
4. Mengevaluasi kinerja sistem kendali dalam mempertahankan ketegangan belt conveyor terhadap perubahan beban.

## 1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada prototipe *belt conveyor* skala laboratorium.
2. Variabel yang dikendalikan dalam penelitian ini adalah ketegangan (tension) *belt conveyor*.



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

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

3. Penentuan parameter PID dilakukan menggunakan metode *Trial and Error*.
4. Sistem kendali yang dirancang menggunakan konsep closed-loop control dengan umpan balik dari sensor load cell.
5. Pengujian sistem dilakukan pada kondisi laboratorium dengan beban yang disesuaikan dengan kapasitas prototipe.
6. Penelitian tidak membahas sistem monitoring berbasis Firebase, web *Dashboard*, dan penyimpanan data secara daring (cloud).
7. Penelitian tidak membahas sistem deteksi slip *belt conveyor*.
8. Analisis kinerja sistem dibatasi pada parameter *Rise time settling time, overshoot*, dan *Steady-state error*.

### 1.5 Luaran

Luaran yang diharapkan dari pembuatan penelitian untuk tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Tugas Akhir Semester.
2. Publikasi jurnal
3. Perancangan Sistem Kendali Ketegangan *Belt conveyor* Berbasis PID Menggunakan Motor Stepper.

**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 PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, pengujian, dan analisis sistem kendali ketegangan belt conveyor berbasis PID menggunakan ESP32 dan motor stepper, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Sistem kendali ketegangan belt conveyor berhasil dirancang menggunakan dua buah sensor load cell sebagai sensor umpan balik, modul HX711 sebagai pengolah sinyal sensor, mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama, motor stepper NEMA 23 sebagai aktuator, serta driver TB6600 sebagai penggerak motor. Sistem bekerja menggunakan konsep closed-loop control, dimana nilai ketegangan belt yang dibaca sensor dibandingkan dengan nilai setpoint sebesar 15 kg, kemudian diproses oleh pengendali PID untuk mengatur posisi mekanisme penegang belt secara otomatis hingga ketegangan kembali mendekati nilai setpoint.
2. Metode Proportional-Integral-Derivative (PID) berhasil diimplementasikan pada sistem kendali ketegangan belt conveyor menggunakan metode Trial and Error sebagai metode penentuan parameter. Proses tuning dilakukan melalui tiga percobaan parameter PID yang masing-masing diuji pada kondisi tanpa beban dan dengan gangguan beban sebesar 3 kg. Hasil pengujian menunjukkan bahwa parameter PID pada percobaan kedua, yaitu  $K_p = 350$ ,  $K_i = 2,50$ , dan  $K_d = 0,250$  memberikan performa pengendalian terbaik karena mampu menghasilkan keseimbangan antara kecepatan respon, kestabilan sistem, dan akurasi pengendalian dibandingkan parameter PID lainnya.
3. Berdasarkan hasil pengujian karakteristik respon sistem, parameter PID terbaik menghasilkan rise time sebesar 3,4 detik, settling time sebesar 7,6 detik, overshoot sebesar 9,8%, dan steady-state error sebesar 0,15% pada kondisi tanpa beban. Pada kondisi dengan gangguan beban 3 kg diperoleh rise time sebesar 3,4 detik, settling time sebesar 10,8 detik, overshoot sebesar 12,3%, dan steady-state error sebesar 0,27%. Hasil



**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

tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu mencapai nilai setpoint dengan respon yang cepat, stabil, dan memiliki tingkat kesalahan keadaan tunak yang rendah.

4. Hasil pengujian gangguan menunjukkan bahwa sistem mampu mempertahankan dan mengembalikan nilai ketegangan belt conveyor menuju setpoint setelah diberikan gangguan berupa penambahan beban sebesar 3 kg. Dibandingkan parameter PID lainnya, parameter hasil percobaan kedua memberikan kemampuan pemulihan yang lebih baik dengan osilasi yang lebih kecil, waktu menuju kondisi tunak yang lebih singkat, serta penyimpangan terhadap setpoint yang relatif rendah.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat digunakan sebagai pengembangan penelitian selanjutnya, yaitu sebagai berikut.

1. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan sistem pada prototipe belt conveyor dengan kapasitas yang lebih besar sehingga performa sistem kendali dapat dievaluasi pada kondisi yang lebih mendekati aplikasi industri.
2. Proses penentuan parameter PID dapat dikembangkan menggunakan metode optimasi seperti Particle Swarm Optimization (PSO), Genetic Algorithm (GA), atau algoritma optimasi lainnya untuk memperoleh parameter pengendali secara otomatis dan meningkatkan performa sistem.
3. Sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur Human Machine Interface (HMI), Internet of Things (IoT), atau data logging sehingga proses pemantauan nilai ketegangan belt conveyor dapat dilakukan secara real-time serta mempermudah proses analisis data.
4. Pengujian selanjutnya disarankan menggunakan variasi nilai setpoint, variasi beban, serta gangguan yang lebih beragam agar karakteristik respon sistem dapat dianalisis secara lebih menyeluruh pada berbagai kondisi operasi.



**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

**DAFTAR PUSTAKA**

- Erdani, Y., Maulana, G. G., & Farhan, M. A. (2024). *Rancang bangun IoT based monitoring system pada multi conveyor untuk perpindahan benda.*
- Faisal, M., & Putra, A. Y. W. (2025). *Analisis tindakan corrective maintenance terhadap komponen conveyor pada mesin Auto Cup II di PT Indo Porcelain Tangerang.*
- Febriyansah, I., & Safaruddin. (2022). *Analisis penggunaan belt PVC di area packer Baturaja I di PT Semen Baturaja (Persero) Tbk.*
- Fiatno, A., & Irfani, A. (2021). *Rancang bangun belt conveyor sebagai alat material handling pengangkut pasir pada pembuatan bata ringan.*
- H. Hebri dan C. Candra, (2025) *Prototype Sistem Untuk Mendeteksi Jarak Aman Kendaraan dan Kontrol Kecepatan Berbasis IoT Menggunakan ESP32*
- Hutauruk, S., Lourenza, S., & Jogi. (2021). *Miniatur sistem pemindahan barang pada conveyor dengan penggerak motor stepper.*
- Kurnia AR, H. (2025). *Implementasi IoT pada sistem monitoring suhu dan kelembaban menggunakan ESP32, Firebase dan Kodular.*
- Lianawati, Y., Mahendra, C., Sugianto, G. M., Mendrofa, S. J., & Setiani, A. L. (2024). *Monitoring and controlling system uses the ESP32 module.*
- Putra, D. R. R. P., Joko, Ningrum, L. E. C., & Anifah, L. (2024). *Perancangan alat monitoring kinerja PLTS off grid berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP32 dan Telegram.*
- Ramadhan, A. D., Hartono, & Julaihah, S. (2024). *Design of conveyor scale control and monitoring systems using HX711 module based on Arduino Uno.*
- Rizky, M. O. A. W. N., Patma, T. S., & Radianto, D. (2022). *Implementasi kontrol kecepatan motor konveyor sebagai penggerak alat pengisi mase otomatis ke dalam cetakan keramik.*
- Safitri, R. D., Alek, & Rino. (2025). *Integrasi Internet of Things dan sistem informasi produksi berbasis web service dengan load cell untuk otomatisasi industri kecil.*
- Tundo, S., Sodik, Setiawan, K., & Aula, R. F. (2024). *Penerapan IoT dengan algoritma fuzzy dan mikrokontroler ESP32 dalam monitoring penyiraman.*



#### 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

- Ushofa, B. D., Anifah, L., Buditjahjanto, I. G. P. A., & Endryansyah. (2022). Sistem kendali kecepatan putaran motor DC pada *conveyor* dengan metode kontrol PID
- Bzinkowski, D., Ryba, T., Siemiatkowski, Z., & Rucki, M. (2022). Real-time monitoring of the rubber belt tension in an industrial conveyor. *Reports in Mechanical Engineering*, 3(1), 1–10. <https://doi.org/10.31181/rme200103001b>
- de Souza Jr., M. B., & Rossiter, J. A. (2025). Recent Developments in Automatic Control and Systems Engineering. *Processes*, 13(8), Artikel 2406. <https://doi.org/10.3390/pr13082406>
- Deka, R., Borthakur, P. P., Baruah, E., Sarmah, P., & Saikia, M. (2024). A comprehensive review on mechanical conveyor systems: evolution, types, and applications. *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 18(3), 164–183.
- Konieczna-Fuławka, M. (2025). Energy-Saving Solutions Applied in Belt Conveyors: A Literature Review. *Energies*, 18(12), Artikel 3019. <https://doi.org/10.3390/en18123019>
- Kurniawan, M. S., Wijaya, K., & Purba, H. H. (2025). Implementasi Sistem Kendali Otomatis Pada Industri Manufaktur: Kajian Literatur. *Teknoin*, 30(1), 1–8.
- Man, Y., Xian, W., Pan, S., & Xia, Z. (2025). Analysis of automatic control strategy for belt conveyor tensioning device. *Journal of Physics: Conference Series*, 3019, Artikel 012008. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/3019/1/012008>
- Schöning, J., Riechmann, A., & Pfisterer, H.-J. (2022). AI for Closed-Loop Control Systems: New Opportunities for Modeling, Designing, and Tuning Control Systems. *arXiv preprint arXiv:2201.06961*.
- Jiang, H. (2024). Overview and development of PID control. *Proceedings of the 2nd International Conference on Functional Materials and Civil Engineering*. <https://doi.org/10.54254/2755-2721/66/20240946>
- Patil, R. S., Jadhav, S. P., & Patil, M. D. (2024). Review of Intelligent and Nature-Inspired Algorithms-Based Methods for Tuning PID Controllers in Industrial Applications. *Journal of Robotics and Control (JRC)*, 5(2), 336-355. <https://doi.org/10.18196/jrc.v5i2.20850>

**Hak Cipta :**

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

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup Penulis



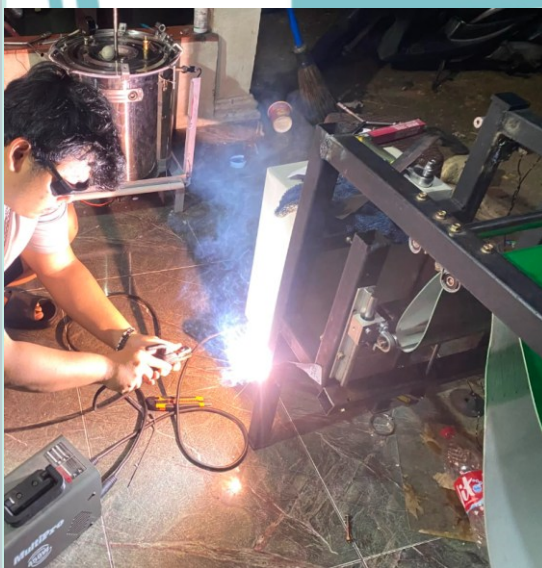
Penulis bernama Jundi Prima Khaalishnail Yuwono, anak pertama dari dua bersaudara dan lahir di Bogor pada 11 Juni 2003. Latar belakang pendidikan formal penulis yaitu Sekolah Dasar di SDN Cikaret 01, lulus pada tahun 2015. Melanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama di SMPN Al-Huda, lulus pada tahun 2018. Kemudian melanjutkan ke Sekolah Menengah Kejuruan di SMKN 01 Cibinong, lulus pada tahun 2022. Setelah itu penulis melanjutkan studi ke jenjang perkuliahan Sarjana Terapan (S.Tr) di Politeknik Negeri Jakarta Jurusan Teknik Elektro Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri sejak tahun 2022.

Penulis dapat dihubungi melalui email

[jundi.prima.khaalishnail.yuwono.te22@mhsw.pnj.ac.id](mailto:jundi.prima.khaalishnail.yuwono.te22@mhsw.pnj.ac.id).

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

## Lampiran 2 Dokumentasi Pengujian Alat

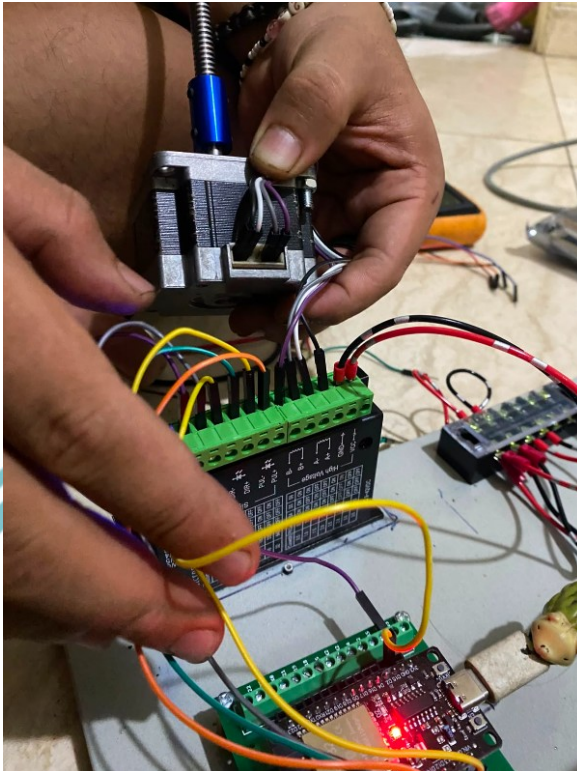


## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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





POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA

## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

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

