



**UNIVERSITAS PERTAHANAN REPUBLIK INDONESIA**

**OPTIMALISASI PENGENDALIAN POSISI SUMBU AZIMUTH  
PADA MERIAM BOFORS MK3 KALIBER 57MM DENGAN PID  
COHEN-COON MENGGUNAKAN MATLAB SIMULINK**

**PANDHU DEWANATA ARYSETO LINTANG PAMUNGKAS**

**320200402021**

**Skripsi yang Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam  
Mendapatkan Gelar Sarjana**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI PERTAHANAN**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**BOGOR 2024**

## LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama : Pandhu Dewanata Aryseto Lintang Pamungkas  
NIM : 320200402021  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan  
Judul Skripsi : Optimalisasi Pengendalian Posisi Sumbu  
Azimuth Pada Meriam Bofors Mk3 Kaliber 57mm  
Dengan PID Cohen-Coon Menggunakan Matlab  
Simulink

Dosen Pembimbing I



Agus Sunardi, S.H., M.H., M.Han.,  
CHRMF

Kolonel Mar NRP. 10418/P

Tanggal: 24 Juli 2024

Dosen Pembimbing II



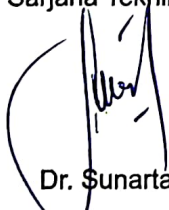
Uvi Desi Fatmawati, S.Si., M.Eng  
Penda Tk. I III/b

NIP. 199012202022032003

Tanggal: 25 Juli 2024

Mengetahui,

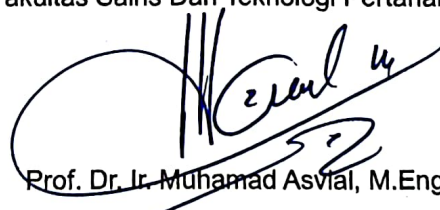
Kepala Program Studi  
Sarjana Teknik Elektro



Dr. Sunarta, M.T.  
Kolonel Laut (E) NRP. 12898/P

Tanggal: 26 Juli 2024

Dekan  
Fakultas Sains Dan Teknologi Pertahanan

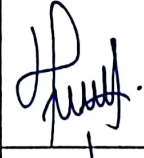


Prof. Dr. Ir. Muhammad Asvial, M.Eng  
Pembina Utama Muda IV/c

Tanggal: 26 Juli 2024

## LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Pandhu Dewanata Aryseto Lintang Pamungkas  
 NIM : 320200402021  
 Program Studi : Teknik Elektro  
 Fakultas : Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan  
 Judul Skripsi : Optimalisasi Pengendalian Posisi Sumbu  
 Azimuth Pada Meriam Bofors Mk3 Kaliber 57mm  
 Dengan PID Cohen-Coon Menggunakan Matlab  
 Simulink

| No | Nama                                                                                                                           | Tanda Tangan                                                                          | Tanggal   |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. | Dosen Pembimbing 1:<br>Agus Sunardi, S.H., M.H., M.Han., CHRMP<br>Kolonel Mar NRP. 10418/P                                     |  | 24/7/2024 |
| 2. | Dosen Pembimbing 2:<br>Uvi Desi Fatmawati, S.Si., M.Eng.<br>Penda Tk. I III/b<br>NIP. 199012202022032003                       |  | 26/7/2024 |
| 3. | Dosen Penguji 1:<br>Wibby Aldriyani Astuti Praditasari, S.ST.,<br>M.T., M.Eng<br>Penata Tk. I III/b<br>NIP. 199012272022032005 |  | 24/7/2024 |
| 4. | Dosen Penguji 2:<br>Dananjaya Ariateja, S.T., M.Eng.<br>Penda Tk. I III/b<br>NIP. 199310272022031002                           |  | 22/7/2024 |
| 5. | Dosen Penguji 3:<br>Dr. H. Hendrana Tjahjadi, S.T., M.Si.<br>NIDN. 0321077101                                                  |  | 25/7/2024 |

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau bagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan jenjang apapun di suatu Perguruan Tinggi; dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat istilah, frasa, kalimat, paragraf, subbab atau bab dari karya yang pernah ditulis atau diterbitkan; kecuali yang secara tertulis diajukan dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa terdapat plagiat dalam skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan/undang-undang yang berlaku.

Bogor, 9 Juli 2024



Pandhu Dewanata Aryseto  
Lintang Pamungkas

## KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulisan skripsi dengan judul: “Optimalisasi Pengendalian Posisi Sumbu Azimuth Pada Meriam Bofors Mk3 Kaliber 57mm Dengan PID Cohen-Coon Menggunakan Matlab Simulink” dapat diselesaikan.

Penyusunan skripsi ini ditujukan sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan Universitas Pertahanan RI.

Penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, pada kesempatan ini Kadet Mahasiswa mengucapkan terima kasih kepada:

1. Letnan Jenderal TNI Jonni Mahroza, Ph.D. selaku Plt. Rektor Universitas Pertahanan RI;
2. Prof. Dr. Ir. Muhamad Asvial, M.Eng. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan Universitas Pertahanan RI;
3. Kolonel Laut (E) Dr. Sunarta, M.T. selaku Kaprodi Teknik Elektro Universitas Pertahanan RI;
4. Kolonel (Mar) Agus Sunardi, S.H., M.H., M.Han., CHRMP. selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan yang bermanfaat kepada penulis dalam penyusunan penelitian ini;
5. Uvi Desi Fatmawati, S.Si., M.Eng. selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan yang bermanfaat kepada penulis dalam penyusunan penelitian ini;
6. Kedua orang tua penulis, Ayahanda Mujiono Pamungkas dan Ibunda Yani Dwi yang selalu mendoakan dan men-*support* penulis hingga diposisi ini;

7. Dosen-dosen penguji sejak Seminar Proposal hingga Sidang Skripsi yang telah memberikan arahan, masukan, kritik dan saran demi perbaikan penelitian ini;
8. Seluruh Dosen Universitas Pertahanan RI yang telah memberikan ilmu dan keterampilan yang bermanfaat bagi peneliti;

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas kebaikan- kebaikan berbagai pihak atas bantuannya.

Saya menyadari bahwa skripsi ini masih kurang sempurna, oleh karena itu dengan kerendahan hati mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif demi kesempurnaan skripsi ini.



## ABSTRAK

### OPTIMALISASI PENGENDALIAN POSISI SUMBU AZIMUTH PADA MERIAM BOFORS MK3 KALIBER 57MM DENGAN PID COHEN-COON MENGUNAKAN MATLAB SIMULINK

Pandhu Dewanata Aryseto Lintang Pamungkas

Peningkatan kinerja alat utama sistem senjata (Alutsista) harus dilakukan untuk memastikan kehandalan dan efektivitas dalam suatu pertahanan negara. Salah satu contoh alutsista yang mencerminkan perkembangan kinerja teknologi militer adalah Meriam Bofors MK3 Kaliber 57mm. Pengoptimalan posisi sumbu azimuth pada Meriam Bofors MK3 dilakukan dengan memanfaatkan tuning PID Cohen-Coon untuk mengurangi *overshoot* agar tidak terjadi *blackout* pada kapal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketika kapal sedang berlayar dengan menggunakan tiga diesel generator, *nilai rise time*, *settling time*, dan *overshoot* pada Meriam Bofors MK3 sebelum menggunakan PID Cohen-Coon adalah 9.2 detik, 91.8 detik, dan 30.6%, sedangkan untuk Meriam Bofors MK3 setelah menggunakan PID Cohen-Coon adalah 27.5 detik, 42.4 detik, dan 0.114%. Ketika kapal sedang dalam perbaikan dengan menggunakan satu diesel generator secara bergantian, *nilai rise time*, *settling time*, dan *overshoot* pada Meriam Bofors MK3 sebelum menggunakan PID Cohen-Coon adalah 13.4 detik, 129 detik, dan 50.6%, sedangkan untuk Meriam Bofors MK3 setelah menggunakan PID Cohen-Coon adalah 42.4 detik, 120 detik, dan 5.2%. Kemudian dari simulasi Matlab Simulink sebelumnya, nilai  $K_p$ ,  $K_i$ , dan  $K_d$  tersebut kemudian dimasukkan kedalam menu PID pada Gun Control Panel atau GCP pada Meriam Bofors MK3 secara langsung selama 5 hari dengan kondisi berlayar dan 5 hari dengan kondisi bersandar. Dari percobaan tersebut menghasilkan nilai *overshoot* rata-rata sebesar 13.64% saat kondisi kapal sedang berlayar dan 19.92% saat kondisi kapal sedang bersandar, hal tersebut membuktikan bahwa PID Cohen-Coon mampu mengurangi *overshoot* untuk menghindari terjadinya *blackout* yang terjadi pada *overshoot* sebesar 58%. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa Meriam Bofors MK3 yang menggunakan PID Cohen-Coon memiliki nilai *settling time* dan *overshoot* yang lebih baik daripada yang tidak menggunakan PID Cohen-Coon, meskipun nilai *rise time*-nya kurang bagus. Secara keseluruhan, penelitian ini menyatakan bahwa PID Cohen-Coon mampu mengoptimalisasi nilai *settling time* dan *overshoot* dalam kondisi berlayar maupun bersandar.

**Kata kunci:** Alutsista, Meriam Bofors MK3, PID, Cohen-Coon, Matlab Simulink.

## ABSTRACT

### OPTIMIZATION OF AZIMUTH AXIS POSITION CONTROL ON 57MM BOFORS CANNON MK3 WITH PID COHEN-COON USING MATLAB SIMULINK

**Pandhu Dewanata Aryseto Lintang Pamungkas**

The performance of weapon systems must be improved to ensure reliability and effectiveness in a country's defense. One example of defense equipment that reflects the development of military technology performance is the 57mm Caliber Bofors MK3 Cannon. Optimization of the azimuth axis position on the Bofors MK3 Cannon is carried out by utilizing Cohen-Coon PID tuning to reduce overshoot and avoid blackout on the ship. The results show that when the ship is sailing using three diesel generators, the values of rise time, settling time, and overshoot on the Bofors MK3 Cannon before using PID Cohen-Coon are 9.2 seconds, 91.8 seconds, and 30.6%, while for the Bofors MK3 Cannon after using PID Cohen-Coon are 27.5 seconds, 42.4 seconds, and 0.114%. When the ship is under repair using one diesel generator alternately, the values of rise time, settling time, and overshoot on the Bofors MK3 Cannon before using PID Cohen-Coon are 13.4 seconds, 129 seconds, and 50.6%, while for the Bofors MK3 Cannon after using PID Cohen-Coon are 42.4 seconds, 120 seconds, and 5.2%. Then, from the previous Matlab Simulink simulation, the  $K_p$ ,  $K_i$ , and  $K_d$  values are entered into the PID menu on the Gun Control Panel or GCP on the Bofors MK3 Cannon directly for 5 days with sailing conditions and 5 days with learning conditions. The experiment resulted in an average overshoot value of 13.64% when the ship was sailing and 19.92% when the ship was docked, proving that the Cohen-Coon PID can reduce overshoot to avoid blackouts that occur at an overshoot of 58%. From these results, it can be concluded that the Bofors MK3 Cannon using PID Cohen-Coon has better settling time and overshoot values than those not using PID Cohen-Coon, although the rise time value is not good. Overall, this study states that the Cohen-Coon PID can optimize the settling time and overshoot values in sailing and learning conditions.

**Keywords:** Weapon system, Bofors Cannon MK3, PID, Cohen-Coon, Matlab Simulink.

## DAFTAR ISI

|                                               |      |
|-----------------------------------------------|------|
| LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI .....              | ii   |
| LEMBAR PENGESAHAN .....                       | iii  |
| PERNYATAAN ORISINALITAS .....                 | iv   |
| KATA PENGANTAR .....                          | v    |
| ABSTRAK .....                                 | vii  |
| ABSTRACT .....                                | viii |
| DAFTAR ISI .....                              | ix   |
| DAFTAR GAMBAR .....                           | xii  |
| DAFTAR TABEL .....                            | xiv  |
| BAB 1    PENDAHULUAN .....                    | 1    |
| 1.1    Latar Belakang .....                   | 1    |
| 1.2    Identifikasi Masalah .....             | 5    |
| 1.3    Batasan Masalah .....                  | 6    |
| 1.4    Rumusan Masalah .....                  | 6    |
| 1.5    Tujuan Penelitian .....                | 6    |
| 1.6    Manfaat Penelitian .....               | 7    |
| 1.6.1    Manfaat Teoritis .....               | 7    |
| 1.6.2    Manfaat Praktis .....                | 7    |
| BAB 2    TINJAUAN PUSTAKA .....               | 8    |
| 2.1    Landasan Teori .....                   | 8    |
| 2.1.1    Sistem Pertahanan Laut .....         | 8    |
| 2.1.2    Meriam Bofors MK3 Kaliber 57mm ..... | 9    |
| 2.1.3    PID .....                            | 11   |
| 2.1.4    Tuning Cohen-Coon .....              | 13   |
| 2.1.5    Matlab dan Simulink .....            | 15   |

|        |                                                   |    |
|--------|---------------------------------------------------|----|
| 2.2    | Hasil Penelitian Terdahulu .....                  | 17 |
| 2.3    | Kerangka Berpikir .....                           | 27 |
| 2.4    | Hipotesis .....                                   | 28 |
| BAB 3  | METODOLOGI PENELITIAN .....                       | 30 |
| 3.1    | Metode dan Desain Penelitian .....                | 30 |
| 3.2    | Tempat dan Waktu Penelitian .....                 | 32 |
| 3.3    | Alat dan Bahan .....                              | 33 |
| 3.4    | Variabel Penelitian .....                         | 34 |
| 3.5    | Prosedur Penelitian .....                         | 36 |
| 3.6    | Metode Analisis .....                             | 37 |
| BAB 4  | HASIL DAN PEMBAHASAN .....                        | 43 |
| 4.1    | Hasil .....                                       | 43 |
| 4.1.1  | Kumpulan Data Meriam Bofors MK3 .....             | 43 |
| 4.1.2  | Fungsi Transfer Meriam Bofors MK3 .....           | 48 |
| 4.1.3  | Menentukan Nilai $K_p$ , $K_i$ , dan $K_d$ .....  | 51 |
| 4.1.4  | Fungsi Transfer Menggunakan PID Cohen-Coon .....  | 53 |
| 4.1.5  | Meriam Bofors MK3 Saat <i>Maintenance</i> .....   | 56 |
| 4.1.6  | Pengaplikasian nilai PID pada Meriam Bofors ..... | 64 |
| 4.2    | Pembahasan .....                                  | 71 |
| 4.2.1  | Penerapan pada Simulasi Matlab Simulink .....     | 71 |
| 4.2.2  | Penerapan pada Meriam Bofors MK3 .....            | 76 |
| BAB 5  | KESIMPULAN DAN SARAN .....                        | 78 |
| 5.1    | Kesimpulan .....                                  | 78 |
| 5.2    | Saran .....                                       | 80 |
| INDEKS | .....                                             | 81 |

|                      |    |
|----------------------|----|
| DAFTAR PUSTAKA ..... | 82 |
| LAMPIRAN.....        | 85 |



## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gambar 2.1</b> Meriam Bofors MK 3 pada KRI Kerambit (627) .....                        | 9  |
| <b>Gambar 2.2</b> Meriam Bofors MK3 tampak samping.....                                   | 10 |
| <b>Gambar 2.3</b> Blok diagram Kontrol PID .....                                          | 12 |
| <b>Gambar 2.4</b> Step Test untuk Proses Tuning Cohen Coon.....                           | 14 |
| <b>Gambar 2.5</b> Aplikasi Matlab Simulink 2018 .....                                     | 16 |
| <b>Gambar 2.6</b> Pengontrolan PID Cohen-Coon pada Meriam Bofors.....                     | 27 |
| <b>Gambar 3.1</b> Metode Penelitian menggunakan Diagram Fishbone .....                    | 30 |
| <b>Gambar 3.2</b> Flowchart Prosedur Penelitian.....                                      | 36 |
| <b>Gambar 3.3</b> Sistem Kerja dan Desain Sederhana Meriam Bofors .....                   | 38 |
| <b>Gambar 3.4</b> Ilustrasi Rangkaian Motor pada Meriam Bofors MK3 .....                  | 39 |
| <b>Gambar 4.1</b> Diesel Generator pada KRI Halasan (630).....                            | 43 |
| <b>Gambar 4.2</b> Ruang Engine Control Room (ECR).....                                    | 44 |
| <b>Gambar 4.3</b> Jari-jari Cupola dan Barrel.....                                        | 45 |
| <b>Gambar 4.4</b> Meriam Bofors saat melakukan pergerakan sudut maksimal .....            | 46 |
| <b>Gambar 4.5</b> Ilustrasi Meriam Bofors saat melakukan pergerakan.....                  | 47 |
| <b>Gambar 4.6</b> Diagram Blok Simulasi Closed Loop Meriam Bofors .....                   | 49 |
| <b>Gambar 4.7</b> Grafik Hasil Respon Meriam Bofors .....                                 | 50 |
| <b>Gambar 4.8</b> Grafik Menentukan Nilai $\tau$ dan $t_d$ .....                          | 51 |
| <b>Gambar 4.9</b> Diagram Blok Simulasi Closed Loop dengan PID Cohen-Coon .....           | 54 |
| <b>Gambar 4.10</b> Blok PID Controller .....                                              | 54 |
| <b>Gambar 4.11</b> Grafik Hasil Respon Dengan Kontrol PID Cohen-Coon.....                 | 55 |
| <b>Gambar 4.12</b> Diagram Blok Simulasi Closed Loop Meriam Bofors saat Maintenance ..... | 58 |
| <b>Gambar 4.13</b> Grafik Hasil Respon Meriam Bofors saat Maintenance .....               | 59 |
| <b>Gambar 4.14</b> Grafik Menentukan Nilai $\tau$ dan $t_d$ saat Maintenance .....        | 60 |
| <b>Gambar 4.15</b> Diagram Blok Simulasi Closed Loop dengan PID saat Maintenance .....    | 61 |

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gambar 4.16</b> Blok PID Controller saat Maintenance.....                             | 62 |
| <b>Gambar 4.17</b> Grafik Hasil Respon Dengan Kontrol PID saat Maintenance .....         | 63 |
| <b>Gambar 4.18</b> Gun Control Panel (GCP).....                                          | 64 |
| <b>Gambar 4.19</b> Tampilan Utama GCP Menu Servo.....                                    | 65 |
| <b>Gambar 4.20</b> Tampilan GCP dengan Nilai PID kondisi Sea-Going .....                 | 66 |
| <b>Gambar 4.21</b> Grafik Overshoot Saat Kondisi Kapal Sedang Sea-Going.                 | 67 |
| <b>Gambar 4.22</b> Tampilan GCP dengan Nilai PID kondisi Maintenance .....               | 68 |
| <b>Gambar 4.23</b> Grafik Overshoot Saat Kondisi Kapal Sedang Maintenance .....          | 70 |
| <b>Gambar 4.24</b> Grafik Perbandingan Hasil Respon Close Loop Kondisi Sea-Going .....   | 73 |
| <b>Gambar 4.25</b> Grafik Perbandingan Hasil Respon Close Loop Kondisi Maintenance ..... | 75 |



## DAFTAR TABEL

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabel 2.1</b> Tabel Rumus Aturan PID Cohen-Coon .....                             | 15 |
| <b>Tabel 2.2</b> Penelitian terdahulu .....                                          | 17 |
| <b>Tabel 4.1</b> Parameter Meriam Bofors MK3 Kaliber 57mm.....                       | 45 |
| <b>Tabel 4.2</b> Jari-jari Cupola dan Barrel .....                                   | 46 |
| <b>Tabel 4.3</b> Daya Motor Pada Cupola.....                                         | 48 |
| <b>Tabel 4.4</b> Hasil Respon Closed Loop Meriam Bofors .....                        | 50 |
| <b>Tabel 4.5</b> Nilai $K_p$ , $T_i$ , dan $T_d$ .....                               | 52 |
| <b>Tabel 4.6</b> Nilai $K_p$ , $K_i$ , dan $K_d$ .....                               | 53 |
| <b>Tabel 4.7</b> Hasil Respon Closed Loop Dengan Kontrol PID Cohen-Coon              | 56 |
| <b>Tabel 4.8</b> Parameter Meriam Bofors MK3 Kaliber 57mm saat Maintenance .....     | 57 |
| <b>Tabel 4.9</b> Hasil Respon Closed Loop Meriam Bofors saat Maintenance .           | 59 |
| <b>Tabel 4.10</b> Nilai $K_p$ , $T_i$ , dan $T_d$ saat Maintenance .....             | 61 |
| <b>Tabel 4.11</b> Nilai $K_p$ , $K_i$ , dan $K_d$ saat Maintenance .....             | 61 |
| <b>Tabel 4.12</b> Hasil Respon Closed Loop Dengan Kontrol PID saat Maintenance ..... | 63 |
| <b>Tabel 4.13</b> Nilai Overshoot saat Kondisi Kapal Sea-Going.....                  | 67 |
| <b>Tabel 4.14</b> Nilai Overshoot saat Kondisi Kapal Maintenance .....               | 69 |
| <b>Tabel 4.15</b> Perbandingan Hasil Respon Close Loop Kondisi Sea-Going             | 73 |
| <b>Tabel 4.16</b> Perbandingan Hasil Respon Close Loop Kondisi Maintenance .....     | 76 |

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH  
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Pertahanan Republik Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Pandhu Dewanata Aryseto Lintang Pamungkas  
NIM : 320200402021  
Program Studi : Sarjana Teknik Elektro  
Fakultas : Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan  
Jenis Karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pertahanan Republik Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**Optimalisasi Pengendalian Posisi Sumbu Azimuth Pada Meriam Bofors Mk3 Kaliber 57Mm Dengan Pid Cohen-Coon Menggunakan Matlab Simulink**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pertahanan Republik Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bogor  
Pada Tanggal : 24 Juli 2024  
Yang menyatakan



Pandhu Dewanata A.L.P.  
NIM. 320200402021