

**Optimalisasi Pengendali PI dan Perancangan PID Pada Tekanan Discharge Pompa  
Transfer Automatic Well Test (AWT)**

**SKRIPSI**

***Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan  
Pendidikan Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Bung Hatta***

**Oleh:**

**Firman Deza**

**NPM: 2110017111057**



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS BUNG HATTA**

**PADANG**

**2023**

**LEMBARAN PENGESAHAN**

**Optimalisasi Pengendali PI dan Perancangan PID Pada Tekanan Discharge  
Pompa Transfer Automatic Well Test (AWT) PT.Pertamina Hulu Rokan**

**SKRIPSI**

***Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan  
Pendidikan Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Bung Hatta***

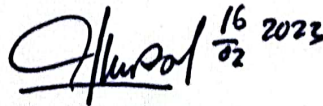
**Oleh:**

**Firman Deza**

**2110017111057**

**Disetujui Oleh:**

**Pembimbing**



**Mirzazoni., ST, MT**

**NIK: 197402202005011001**

**Diketahui Oleh :**

**Fakultas Teknologi Industri  
Dekan,**

  
**Prof. Dr. Eng. Reni Resmiarti, ST, MT**

**NIK: 990 500 496**

**Jurusan Teknik Elektro  
Ketua,**



**Ir. Arzul., MT**

**NIK: 941 100 396**

**LEMBARAN PENGUJI**

**Optimalisasi Pengendali PI dan Perancangan PID Pada Tekanan Discharge  
Pompa Transfer Automatic Well Test (AWT) PT.Pertamina Hulu Rokan**

**SKRIPSI**

**Firman Deza**


**2110017111057**

***Dipertahankan Di Depan Penguji Skripsi  
Program Strata Satu (S-1) Pada Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta  
Hari: Sabtu, 21 Januari 2023***

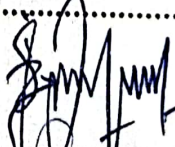
No. Nama

Tanda Tangan

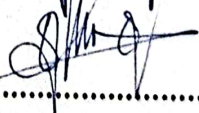
1. **Mirzazoni., ST , MT**  
(Ketua dan Penguji)

 16/02/2023

2. **Dr.Ir. Ija Darmana., MT , IPM**  
(Penguji)

 25/2/2023

3. **Ir. Yani Ridal., MT**  
(Penguji)



## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa ini sebagian maupun keseluruhan skripsi saya dengan judul "Optimalisasi Pengendali PI dan Perancangan PID Pada Tekanan Discharge Pompa Transfer Automatic Well Test (AWT) PT.Pertamina Hulu Rokan" adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Padang, 21 Januari 2023

  
METERAI  
TEMPER  
5D8CFAKX193400146 Firman Deza

2110017111057

## ABSTRAK

Pengendali tekanan *discharge* pompa transfer merupakan salah satu pengendali loop tertutup (*close loop*) yang digunakan untuk mengendalikan tekanan *discharge* pompa transfer agar berada pada sistem tekanan yang sesuai dengan kriteria proses aman tekanan di area *Automatic Well Test 12 South* Pertamina Hulu Rokan. Pengendali tekanan *discharge* pompa transfer saat ini merupakan pengendali Proporsional Integral (PI) dengan nilai  $K_p = 1.11$  dan  $K_i = 15$  detik, hasil simulasi dengan pendekatan fungsi alih permodelan sistem diperoleh *overshoot* = 97.5 % dan waktu tunak 585.4 detik, setelah dioptimalisasi dengan menggunakan kombinasi metode Ziegler-Nichols dan metode trial-error sebanyak enam kali menghasilkan pengendali PI dengan *overshoot* = 36% pada percobaan ke-lima dengan konstanta  $K_p = 0.3$  dan  $K_i = 100$  detik. Kemudian pada percobaan ke-enam menghasilkan *overshoot* = 17.7% dengan konstanta  $K_p = 0.15$  dan  $K_i = 100$  detik. Dilanjutkan dengan perancangan pengendali Proporsional, Integral, Derifatif (PID) tekanan *discharge* pompa transfer dengan kombinasi metode Ziegler-Nichols dan metode trial-error menghasilkan perancangan PID dengan *overshoot* = 5.1% dan waktu tunak = 23 detik dengan konstanta  $K_p = 0.5$ ,  $K_i = 30$  detik dan  $K_d = 5$  detik.

**Kata Kunci :** *Tekanan, Pengendali, Overshoot, Waktu Tunak*

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji dan Syukur kita panjatkan kepada Allah Subhanahu Wata'ala. Dzat yang hanya kepada-Nya memohon pertolongan. Alhamdulillah atas segala pertolongan, rahmat, dan kasih sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Optimalisasi Pengendali PI dan Perancangan PID Pada Tekanan *Discharge* Pompa Transfer *Automatic Well Test (AWT)* PT.Pertamina Hulu Rokan”. Shalawat dan salam kepada Rasulullah Shallallahu Alaihi Wasallam yang senantiasa menjadi sumber inspirasi dan teladan terbaik untuk umat manusia.

Dalam dunia industri pengendali mengambil peranan yang cukup penting dalam mengatur suatu proses agar tetap berada pada kondisi yang sesuai dengan desain proses yang sudah ada, sehingga melalui pengendali yang optimal, diharapkan suatu proses dapat berjalan secara berkesinambungan sesuai dengan kriteria perancangan.

Penulis menyadari banyak pihak yang memberikan dukungan dan bantuan selama menyelesaikan studi dan tugas akhir ini. Oleh karena itu, sudah sepantasnya penulis dengan penuh hormat mengucapkan terimakasih dan mendoakan semoga Allah memberikan balasan terbaik kepada:

1. Bapak Mirzazoni, ST, MT. selaku pembimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi.
2. Dosen-dosen Fakultas Teknik Elektro Universitas Bung Hatta.
3. Orang Tua yang selama ini mendukung penulis untuk melanjutkan pendidikan.
4. Istri dan Anak yang selalu sabar dan mendukung untuk menyelesaikan pendidikan.

Terimakasih penulis juga haturkan untuk semua pihak yang telah membantu peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat peneliti sebutkan satu persatu. Akhir kata penulis menyadari bahwa tidak ada yang sempurna, penulis masih melakukan kesalahan dalam penyusunan skripsi. Oleh karena itu, penulis meminta maaf yang sedalam-dalamnya atas kesalahan yang dilakukan penulis.

Peneliti berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat dijadikan referensi demi pengembangan ke arah yang lebih baik. Kebenaran datangnya dari Allah dan kesalahan datangnya dari diri penulis. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan Rahmat dan Ridho-Nya kepada kita semua.

## DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I.....	11
PENDAHULUAN .....	11
1.1 Latar Belakang .....	11
1.2. Rumusan Masalah.....	15
1.3. Batasan Masalah .....	15
1.4. Tujuan Penelitian .....	16
1.5. Manfaat Penelitian .....	16
1.6. Sistematika Penulisan .....	16
BAB II.....	17
TINJAUAN PUSTAKA .....	17
2.1 Tinjauan Penelitian.....	17
2.2 Landasan Teori .....	19
2.2.1 Production Facility Automatic Well Test (AWT).....	19
2.2.2 Tekanan <i>Discharge</i> Pompa .....	20
2.2.3 Tekanan Transmitter.....	22
2.2.5 Pengendali Proporsional (P).....	28
2.2.6 Pengendali Proporsional, Integral (PI) .....	28
2.2.7 Pengendali Proporsional, Derivatif (PD).....	28
2.2.8 Pengendali Proporsional, Integral, Derivatif (PID).....	29
2.2.9 Model Matematik Sistem Dinamik .....	31
2.2.10 Model Matematik Sistem Fisik .....	31
2.2.11 Metode Ziegler-Nichols .....	35
2.2.12 Metode Trial and Error.....	37
2.2.13 Programmable Logic Controller (PLC).....	38
2.2.14 <i>Human Machine Interface</i> (HMI) .....	40
2.2.15 Kontrol <i>Valve</i> .....	41
BAB III .....	47
METODE PENELITIAN.....	47

3.1 Perancangan Penelitian .....	49
3.2 Permodelan Sistem Pengendali Tekanan <i>Discharge</i> Pompa.....	51
3.3 Permodelan Sistem Transmitter Tekanan <i>Discharge</i> Pompa.....	53
3.4 Permodelan Sistem Pengendali Tekanan <i>Discharge</i> Pompa.....	54
3.5 Permodelan Sistem Kontrol <i>Valve</i> Tekanan <i>Discharge</i> Pompa.....	55
3.6 Kriteria Perancangan .....	56
3.7 Alat dan Bahan Penelitian .....	57
3.3 Alur Penelitian.....	57
BAB IV .....	59
4.1 Deskripsi Penelitian.....	59
4.2 Pengumpulan Data .....	60
4.3 Permodelan Sistem .....	64
4.5 Penalaan PI Sistem Pengendali Tekanan <i>Discharge</i> Pompa Transfer .....	72
4.6 Perancangan PID Sistem Pengendali Tekanan <i>Discharge</i> Pompa Transfer.....	84
4.7 Pembahasan .....	93
4.7.1 Pembahasan Penalaan Pengendali PI.....	93
4.7.2 Pembahasan Perancangan Pengendali PID .....	101
BAB V .....	107
KESIMPULAN DAN SARAN.....	107
5.1 Kesimpulan .....	107
5.2 Saran.....	107
DAFTAR PUSTAKA .....	108
LAMPIRAN 1 .....	109
LAMPIRAN 2.....	110
LAMPIRAN 3.....	111
LAMPIRAN 4.....	112
LAMPIRAN 5.....	113
LAMPIRAN 6.....	114
LAMPIRAN 7.....	115
LAMPIRAN 8.....	116



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Pengendali Tekanan <i>discharge</i> pompa transfer Pada HMI .....	13
<b>Gambar 1.2</b> Kondisi Tekanan <i>Discharge</i> pompa belum optimal terhadap setpoint.....	13
<b>Gambar 1.3</b> Nilai Pengendali Proporsional Integral pada Tekanan <i>discharge</i> pompa..	14
<b>Gambar 1.4</b> Pengendali Tekanan <i>discharge</i> pompa transfer (PIC-9015).....	14
<b>Gambar 2.1</b> Proses Flow Diagram Automatic Well Test Station.....	20
<b>Gambar 2.2</b> Pompa Transfer.....	21
<b>Gambar 2.3</b> Transmitter Tekanan.....	22
<b>Gambar 2.4</b> Blok Diagram Tekanan Transmitter .....	22
<b>Gambar 2.5</b> Manual Pengendali Sistem .....	24
<b>Gambar 2.6</b> Pengendalian Secara Otomatis .....	25
<b>Gambar 2.7</b> Elemen Pengendali Sistem Secara Otomatis .....	25
<b>Gambar 2.8</b> Blok Diagram Open Loop Sistim .....	26
<b>Gambar 2.9</b> Blok Diagram Close Loop Sistim.....	27
<b>Gambar 2.10</b> Blok Diagram Pengendali PID .....	30
<b>Gambar 2.11</b> Diagram Blok .....	33
<b>Gambar 2.12</b> Diagram Blok Tertutup.....	34
<b>Gambar 2.13</b> Sistem pengendalian loop tertutup dengan umpan balik $H(s)$ .....	34
<b>Gambar 2.14</b> Respon sistem terhadap masukan fungsi <i>step</i> .....	35
<b>Gambar 2.15</b> Respon sistem berbentuk kurva S.....	35
<b>Gambar 2.16</b> Sistem closed-loop dengan pengendali proporsional. ....	36
<b>Gambar 2.17</b> Periode $P_{cr}$ dari osilasi keluaran sistem.....	36
<b>Gambar 2.18</b> PLC Stardom Yokogawa .....	39
<b>Gambar 2.19</b> Tampilan <i>Human Machine Interface</i> pada AWT Area 12 <i>South</i> .....	40
<b>Gambar 2.20</b> Kontrol <i>Valve</i> yang terdiri dari Aktuator, <i>Body Valve</i> dan Positioner ....	41
<b>Gambar 2.21</b> Aktuator Kontrol <i>valve</i> .....	42
<b>Gambar 2.22</b> Macam-macam Sliding <i>Valve</i> .....	43
<b>Gambar 2.23</b> Ball <i>valve</i> .....	44
<b>Gambar 2.24</b> Konfigurasi 3 Way <i>Valve</i> .....	44
<b>Gambar 2.25</b> Butterfly <i>Valve</i> .....	45
<b>Gambar 2.26</b> Postioner <i>Valve</i> .....	46
<b>Gambar 3.1</b> Process Flow Diagram Pengendali Tekanan Pompa .....	51
<b>Gambar 3.2</b> Blok Diagram Tekanan <i>Discharge</i> Pompa.....	52

<b>Gambar 3.3</b> Blok diagram Transmitter.....	53
<b>Gambar 3.4</b> Blok Diagram Kontrol <i>Valve</i> .....	55
<b>Gambar 4.1</b> Layout AWT Area 12 South Pertamina Hulu Rokan .....	59
<b>Gambar 4.2</b> Datasheet Pompa Transfer .....	60
<b>Gambar 4.3</b> Nameplate transmitter tekanan <i>discharge</i> pompa .....	61
<b>Gambar 4.4</b> Faceplate Pengendali tekanan <i>discharge</i> pompa .....	62
<b>Gambar 4.5</b> Kontrol <i>valve</i> yang terinstall pada <i>discharge</i> pompa transfer .....	63
<b>Gambar 4.6</b> Nameplate kontrol <i>valve</i> .....	63
<b>Gambar 4.7</b> Blok Diagram Fungsi Alih Proses Tekanan Discahrge Pompa .....	66
<b>Gambar 4.8</b> Blok Diagram Fungsi Alih Transmitter Tekanan <i>Discharge</i> Pompa .....	67
<b>Gambar 4.9</b> Blok Diagram Fungsi Alih Pengendali Tekanan <i>Discharge</i> Pompa .....	68
<b>Gambar 4.10</b> Blok Diagram Fungsi Alih Kontrol <i>valve</i> Tekanan <i>Discharge</i> Pompa ....	69
<b>Gambar 4.11</b> Blok Diagram Fungsi Sistem Pengendali Tekanan <i>Discharge</i> Pompa ...	70
<b>Gambar 4.12</b> Blok Diagram Fungsi Sistem Pengendali Tekanan .....	71
<b>Gambar 4.13</b> Respon Sistem Pengendali Tekanan <i>Discharge</i> Pompa .....	71
<b>Gambar 4.14</b> Blok diagram simulink dgn $Kcr = 2.010$ .....	73
<b>Gambar 4.15</b> Respon Sistem Pengendali Tekanan <i>Discharge</i> Pompa dengan.....	73
<b>Gambar 4.16</b> Respon Sistem dengan $Kcr = 2.010$ menghasilkan $Pcr = 10.02$ detik.....	74
<b>Gambar 4.17</b> Sistem Pengendali Tekanan <i>Discharge</i> Pompa $Kp$ dan $Ki$ .....	75
<b>Gambar 4.18</b> Respon Sistem Pengendali Tekanan <i>Discharge</i> Pompa $Kp$ dan $Ki$ . .....	75
<b>Gambar 4.19</b> Sistem Pengendali Tekanan <i>Discharge</i> Pompa $Kp$ dan $Ki$ .....	77
<b>Gambar 4.20</b> Respon Sistem dengan $Ki$ Metode Trial and Error $Ke -1$ .....	77
<b>Gambar 4.21</b> Sistem Pengendali $Kp$ dan $Ki$ Metode Trial and Error ke-2.....	78
<b>Gambar 4.22</b> Respon Sistem dengan $Ki$ Metode Trial and Error $Ke-2$ .....	78
<b>Gambar 4.23</b> Sistem $Kp$ dan $Ki$ Metode Trial and Error ke-3 .....	79
<b>Gambar 4.24</b> Respon Sistem Metode Trial and Error $Ke-3$ .....	79
<b>Gambar 4.25</b> Sistem $Kp$ dan $Ki$ Metode Trial and Error ke-4 .....	80
<b>Gambar 4.26</b> Respon Sistem Pompa Metode Trial and Error $Ke-4$ .....	80
<b>Gambar 4.27</b> Sistem Pengendali Metode Trial and Error ke-5 .....	81
<b>Gambar 4.28</b> Respon Sistem Pengendali Metode Trial and Error $Ke-5$ .....	81
<b>Gambar 4.29</b> Sistem Pengendali $Kp$ dan $Ki$ Metode Trial and Error ke-6.....	82
<b>Gambar 4.30</b> Respon Sistem Metode Trial and Error $Ke-6$ .....	82
<b>Gambar 4.31</b> Sistem Pengendali PID Tekanan <i>Discharge</i> Pompa Metode Ziegler-.....	84

<b>Gambar 4.32</b> Sistem Pengendali PID Metode Ziegler-Nichols R2021a .....	85
<b>Gambar 4.33</b> Sistem Pengendali PID Metode Trial and Error ke-1 .....	86
<b>Gambar 4.34</b> Respon Sistem Pengendali Metode Trial and Error Ke-1 .....	86
<b>Gambar 4.35</b> Sistem Pengendali PID Metode Trial and Error ke-2.....	87
<b>Gambar 4.36</b> Respon Sistem Pengendali Metode Trial and Error Ke-2 .....	87
<b>Gambar 4.37</b> Sistem Pengendali PID Metode Trial and Error ke-3.....	88
<b>Gambar 4.38</b> Respon Sistem Pengendali Metode Trial and Error Ke-3 .....	88
<b>Gambar 4.39</b> Sistem Pengendali PID Metode Trial and Error ke-4.....	89
<b>Gambar 4.40</b> Respon Sistem Pengendali Metode Trial and Error Ke-4 .....	89
<b>Gambar 4.41</b> Sistem Pengendali PID Metode Trial and Error ke-5.....	90
<b>Gambar 4.42</b> Respon Sistem Pengendali Metode Trial and Error Ke-5 .....	90
<b>Gambar 4.43</b> Sistem Pengendali PID Metode Trial and Error ke-5.....	91
<b>Gambar 4.44</b> Respon Sistem Metode Trial and Error Ke-6.....	91
<b>Gambar 4.45</b> Perbandingan Respon Sistem Metode Ziegler-Nichols.....	94
<b>Gambar 4.46</b> Perbandingan Respon Sistem Trial-Error Perubahan Ki.....	96
<b>Gambar 4.47</b> Perbandingan Respon Sistem Trial-Error Perubahan Kp.....	98
<b>Gambar 4.48</b> Perbandingan Respon .....	100
<b>Gambar 4.49</b> Perbandingan Respon .....	101
<b>Gambar 4.50</b> Perbandingan Respon Trial-Error (a) $K_p = 0.8$ (b) $K_p = 0.5$ .....	103
<b>Gambar 4.51</b> Perbandingan Respon Sistem Trial-Error 3&4.....	104
<b>Gambar 4.52</b> Perbandingan Respon Sistem Trial-Error 5&6.....	105

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Perbandingan Manual dan Otomatis Well Testing .....	19
<b>Tabel 2.2</b> Aturan Ziegler-Nichols metode pertama.....	36
<b>Tabel 2.3</b> Aturan Ziegler-Nichols metode kedua. ....	37
<b>Tabel 2.4</b> Efek independen $K_p$ , $K_i$ dan $K_d$ terhadap respon sistem.....	37
<b>Tabel 4.1</b> Data Proses Pompa Transfer .....	61
<b>Tabel 4.2</b> Data Transmitter Tekanan.....	62
<b>Tabel 4.3</b> Data Pengendali PI Tekanan Pompa Transfer.....	63
<b>Tabel 4.4</b> Data Kontrol <i>Valve</i> Tekanan Pompa Transfer .....	64
<b>Tabel 4.5</b> Data Positioner I/P Kontrol <i>Valve</i> Tekanan Pompa Transfer .....	64
<b>Tabel 4.6</b> Data Respon Pengendali Tekanan Pompa Transfer .....	71
<b>Tabel 4.7</b> Nilai $K_{cr}$ dan $P_{cr}$ .....	74
<b>Tabel 4.8</b> Data Respon Pengendali Metode Kedua Ziegler-Nichols.....	76
<b>Tabel 4.9</b> Data Respon Metode Trial and Error ke -1 .....	78
<b>Tabel 4.10</b> Data Respon Metode Trial and Error ke -2.....	79
<b>Tabel 4.11</b> Data Respon Metode Trial and Error ke -3.....	80
<b>Tabel 4.12</b> Data Respon Metode Trial and Error ke -4.....	81
<b>Tabel 4.13</b> Data Respon Metode Trial and Error ke -5.....	82
<b>Tabel 4.13</b> Data Respon Metode Trial and Error ke -6.....	83
<b>Tabel 4.14</b> Data Respon PID Metode Ziegler-Nichols .....	85
<b>Tabel 4.15</b> Data Respon PID Metode Trial and Error ke -1.....	87
<b>Tabel 4.16</b> Data Respon PID Metode Trial and Error ke -2.....	88
<b>Tabel 4.17</b> Data Respon PID Metode Trial and Error ke -3.....	89
<b>Tabel 4.18</b> Data Respon PID Metode Trial and Error ke -4.....	90
<b>Tabel 4.19</b> Data Respon PID Metode Trial and Error ke -5.....	91
<b>Tabel 4.20</b> Data Respon PID Metode Trial and Error ke -6.....	92
<b>Tabel 4.21</b> Perbandingan Respon Ziegler-Nichols.....	93
<b>Tabel 4.22</b> Perbandingan Konstanta $K_p$ dan $K_i$ Metode Ziegler-Nichols .....	95
<b>Tabel 4.23</b> Perbandingan Kenaikan Konstanta $K_i$ Metode Trial-Error.....	95
<b>Tabel 4.24</b> Perbandingan Respon Sistem Metode Trial-Error dengan perubahan $K_i$ ....	96
<b>Tabel 4.25</b> Perbandingan Perubahan Konstanta $K_p$ Metode Trial-Error .....	97
<b>Tabel 4.26</b> Perbandingan Respon Sistem Metode Trial-Error $K_p$ dan $K_i$ .....	98

<b>Tabel 4.27</b> Perbandingan Respon Sistem Sebelum dan Sesudah Penalaan.....	99
<b>Tabel 4.28</b> Perbandingan Respon Sistem dengan Kriteria Perancangan.....	101
<b>Tabel 4.29</b> Perbandingan Konstanta $K_p$ Trial Error.....	102
<b>Tabel 4.31</b> Perbandingan Konstanta $K_i$ Trial Error .....	103
<b>Tabel 4.32</b> Perbandingan Respon Sistem Trial-Error 3&4 .....	103
<b>Tabel 4.33</b> Perbandingan Konstanta Trial Error .....	104
<b>Tabel 4.34</b> Perbandingan Respon Sistem Trial-Error 5&6 .....	105

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Sistem kendali memiliki peranan penting dalam dunia industri. Sebelum adanya sistem kendali secara otomatis, sistem kendali dilakukan secara manual dengan membutuhkan lebih banyak tenaga manusia, waktu dan kestabilan sistem yang tidak berkesinambungan. Dengan perkembangan ilmu dan teknologi di era modern ini, diharapkan sesuatu menjadi lebih mudah serta efisien. Hal tersebut dimungkinkan dengan mengembangkan suatu teknologi pengendalian secara otomatis untuk melaksanakan kegiatan pengendalian peralatan yang sulit dikerjakan secara berkesinambungan setiap saat secara manual.

Salah satu sistem kendali yang memiliki peranan saat ini dalam dunia industri adalah pengendalian dengan algoritma *PID* (*Proportional, Integral, Derivative*). Sejauh ini pengendali PID merupakan suatu algoritma pengendali yang umum digunakan dalam mengendalikan suatu proses sistem dan jamak diimplementasikan dalam berbagai bentuk pengendalian dalam dunia industri. Implementasi algoritma pengendali PID dapat ditemukan dari berbagai macam aspek, salah satunya melalui peralatan atau parameter yang beroperasi sesuai dengan setpoint dan aturan proses yang diinginkan. [1]

Dalam dunia industri, sistem kendali PID umumnya berbasis komputerisasi, diantara banyak sistem, salah satu yang dikenal ialah sistem *SCADA* (*Supervisory Control and Data Acquisition*) yaitu merupakan suatu kesatuan perangkat sistem kendali yang berfungsi sebagai sistem pengawasan (*monitoring*), sistem pengendalian (*control*) dan penghimpunan data (*Data acquisition*) pada suatu plant.

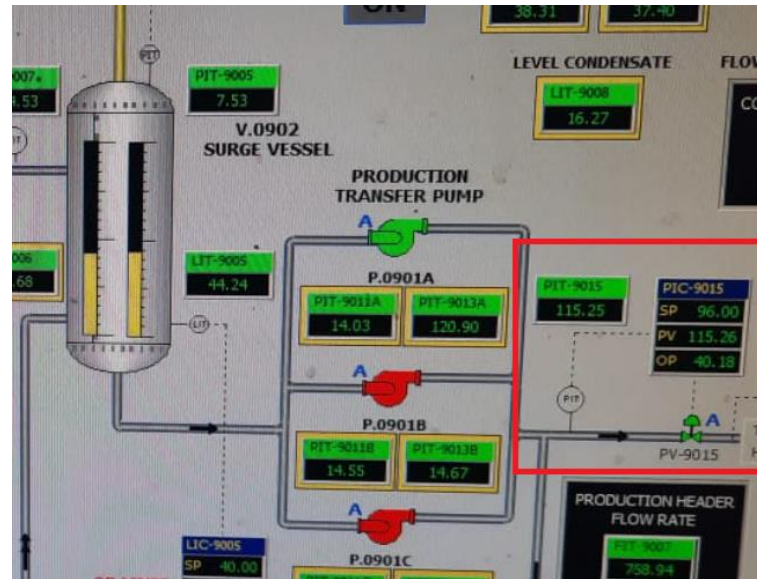
*Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)* mengumpulkan informasi atau data-data dari lapangan dan kemudian mengirimkannya ke sebuah komputer pusat yang akan mengatur, mengolah, mengendalikan data-data tersebut. Sistem SCADA digunakan dalam berbagai industri dan sistem proses, khususnya dalam industri minyak dan gas bumi, sistem SCADA ini diperlukan untuk menangani suatu sistem plant dengan melakukan pengendalian, pengawasan, penandaan, perekaman dan pengambilan

data dengan tingkat kompleksitas yang tinggi bahkan bisa menangani hingga ratusan bahkan ribuan sinyal input dan output (I/O) secara terpusat.

Sistem *SCADA* memiliki dua tipe data parameter yang menjadi input dan output dari sistem *SCADA*, yaitu data analog dan data digital. Data analog merupakan suatu sinyal data yang berkesinambungan yang dihasilkan dari pengukuran sensor yang dikirim (*transmit*) serta ditampilkan pada sistem *HMI (Human Machine Interface)* sehingga parameter tersebut dapat dimonitor dan dikendalikan pada sistem *SCADA*, sedangkan data digital merupakan sinyal data yang dihasilkan berdasarkan ON/OFF status atau nilai 1 dan 0. Dua tipe data ini yang nantinya akan digunakan sebagai parameter yang akan dikendalikan dan dimonitor secara otomatis dan terpusat pada sistem *SCADA* [2]

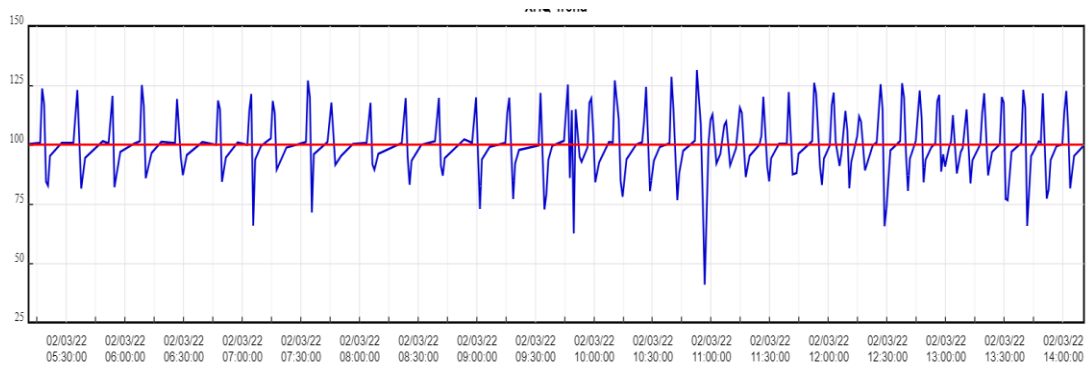
Penggunaan *SCADA* sistem ini juga digunakan di PT Pertamina Hulu Rokan yang merupakan perusahaan yang bergerak di sektor hulu produksi minyak dan gas bumi di wilayah kerja Rokan (WK Rokan) yang saat ini beroperasi di Provinsi Riau (*ex-Chevron Area*). Pertamina Hulu Rokan saat ini memproduksi sebesar 162.000 BOPD (*Barrel Oil per Day*) [3], merupakan penghasil minyak bumi terbesar ke-dua di Indonesia, sehingga untuk menunjang proses produksi yang baik dan berkesinambungan, diperlukan fasilitas-fasilitas pemisahan minyak bumi, air dan gas yang memiliki sistem pengendali yang optimal.

Salah satu pengendali yang saat ini belum optimal dalam mengendalikan parameter proses yang ada di PT. Pertamina Hulu Rokan ialah pengendali tekanan *discharge* pompa transfer minyak di area operasi *Automatic Well Test (AWT) 12 South. Automatic Well Test Station* merupakan suatu fasilitas proses awal pemisahan minyak mentah (*Crude Oil*) dan gas dan fasilitas pengukuran kuantitas minyak bumi yang berasal dari sumur-sumur minyak bumi sebelum nantinya ditransfer ke CGS (*Central Gathering Station*) untuk proses pemisahan minyak mentah yang lebih kompleks. Sehingga, peran dari pengendali tekanan *discharge* pompa transfer produksi di *Automatic Well Test Station Area 12 South* menjadi salah satu parameter pengendali proses yang perlu dipertahankan kestabilannya secara berkesinambungan, agar minyak bumi yang dihasilkan dari sumur-sumur minyak dapat ditransfer dengan baik dan optimal. Pada Gambar 1.1 merupakan sistem pengendali tekanan *discharge* pompa transfer yang ada pada sistem *HMI (Human Machine Interface)* PT.Pertamina Hulu Rokan.



**Gambar 1.1** Pengendali Tekanan *discharge* pompa transfer Pada HMI

Berikut pada Gambar 1.2 merupakan aktual tekanan *discharge* pompa saat ini yang belum optimal terhadap setpoint yang ditetapkan pada sistem proses.



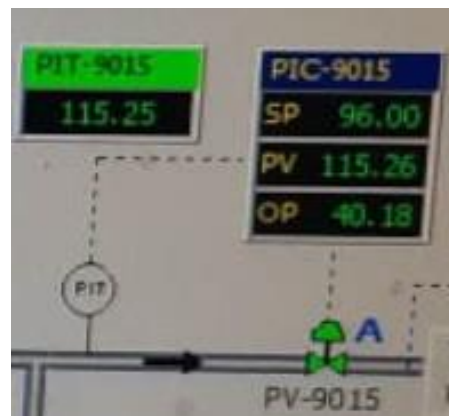
**Gambar 1.2** Kondisi Tekanan *Discharge* pompa belum optimal terhadap setpoint

Pada Gambar 1.2, kondisi tekanan *discharge* pompa dengan tag-name **PIC-9015** yang ditandai dengan warna biru menunjukkan kondisi fluktuatif/berisolasi terhadap setpoint yang ditandai dengan warna merah, saat ini pengaplikasian pengendali PI yang diimplementasikan pada PIC-9015 ialah seperti Gambar 1.3 berikut:





**Gambar 1.3** Nilai Pengendali Proporsional Integral pada Tekanan *discharge* pompa



**Gambar 1.4** Pengendali Tekanan *discharge* pompa transfer (PIC-9015)

Pada Gambar 1.4, merupakan fungsi kendali tekanan *discharge* pompa transfer (PIC-9015) merupakan suatu fungsi kendali *close-loop* yang terdiri dari 3 komponen utama yang terdiri dari tekanan *transmitter* (PIT-9015) yang merupakan nilai aktual kondisi tekanan yang berasal dari sensor dan transmitter, PLC yang berfungsi sebagai pengendali dan tekanan kontrol *valve* (PV-9015) yang merupakan elemen akhir (aktuator) dalam sistem pengendali ini.

Fungsi kendali tekanan *discharge* saat ini, menyebabkan kondisi pompa transfer mengalami kejadian *trip condition* ketika lebih dari satu pompa yang beroperasi, hal tersebut dikarenakan tekanan *discharge* pompa transfer menyentuh *high-high* tekanan *alarm* di nilai 150 Psi, sehingga *interlock safety sistem high-high* tekanan aktif dan menyebabkan kondisi *trip* pada pompa transfer, kejadian tersebut terjadi jika fluida yang berasal dari sumur-sumur minyak pada tanki *surge vessel* mengalami peningkatan. Agar level pada *surge vessel* tanki tidak melimpah, secara otomatis pompa transfer yang *stand-by* akan beroperasi membantu kinerja pompa utama dalam menjaga fluida pada tanki *surge vessel*, hal ini berdampak pada tekanan *discharge* pompa transfer yang naik secara signifikan hingga menyentuh nilai *high-high* tekanan *alarm* yang menyebabkan kondisi *trip* pada pompa transfer. Tentu saja dengan adanya kondisi *trip* pada pompa transfer akan menghambat laju produksi sumur-sumur minyak di fasilitas *Automatic Well Test Station Area 12 South*.

Sehingga melalui “Optimalisasi Pengendali PI dan Perancangan PID Tekanan *Discharge* Pompa Transfer” diharapkan dapat menghasilkan pengendalian tekanan *discharge* pompa yang lebih optimal dalam mengendalikan tekanan *discharge* pompa transfer.

## 1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini ialah sebagai berikut :

1. Bagaimana optimalisasi pengendali PI dan perancangan pengendali PID pada tekanan *discharge* pompa transfer di *Automatic Well Test (AWT) 12 South Pertamina Hulu Rokan*?
2. Apakah pengaruh perubahan konstanta  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$  pada proses tekanan *discharge* pompa transfer?

## 1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan masalah dalam penelitian ini ialah sebagai berikut :

1. Parameter yang akan dilakukan optimalisasi kendali PID ialah parameter tekanan *discharge* pompa transfer di area *Automatic Well Test 12 South*.
2. Optimalisasi menggunakan permodelan sistem dengan simulasi Simulink Matlab, menimbang kondisi plant yang terus beroperasi, pengaplikasian dilakukan jika memungkinkan dan tidak mengganggu operasional plant.
3. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Ziegler-Nichols dan Trial-Error.
4. Kriteria optimalisasi PI terhadap respons sistem dengan maksimum *overshoot* 50%.
5. Kriteria perancangan PID terhadap respons sistem dengan maksimum *overshoot* 8-10% dan maksimum waktu tunak 25 detik.

#### 1.4. Tujuan Penelitian

1. Penelitian ini bertujuan untuk meng-optimalisasi kendali PI dan merancang pengendali PID pada tekanan discharge pompa transfer menggunakan metode Ziegler-Nichols dan Trial-Error.
2. Menentukan nilai  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$  yang optimal sesuai dengan kriteria perancangan sistem pengendali tekanan discharge pompa transfer.

#### 1.5. Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang diatas maka manfaat penelitian ini sebagai berikut:

3. Meng-optimalisasi pengendali tekanan *discharge* pompa transfer di area *Automatic Well Test (AWT)12 South*.
4. Menghasilkan respon sistem yang sesuai dengan desain proses dan kriteria perancangan optimalisasi pengendali PI dan PID dengan simulasi pendekatan sistem.
5. Menjadi bahan masukan untuk perusahaan PT. Pertamina Hulu Rokan.

#### 1.6. Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan dalam memahami penulisan laporan ini, maka penulis menuliskan sistematika penulisan skripsi sebagai berikut:

- BAB I : PENDAHULUAN**  
Pada bab ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.
- BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**  
Pada bab ini berisikan tentang tinjauan penelitian, landasan teori, dan hipotesis.
- BAB III : METODE PENELITIAN**  
Pada bab ini berisikan tentang alat dan bahan penelitian, alur penelitian, dan deskripsi sistem dan analisis.
- BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**  
Pada bab ini berisikan tentang deskripsi penelitian, pengumpulan data, perhitungan dan analisis, pembahasan.
- BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**  
Berisikan kesimpulan dan saran.

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**