

STUDI PENGENDALIAN TEKANAN GAS PADA TANGKI AMMONIA 109 F MENGGUNAKAN KENDALI PI DI PT. PUPUK ISKANDAR MUDA

Arief Rachman¹, Azhar², Muhammad Kamal³

^{1,2,3}Prodi Teknologi Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol
Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe
Email: ariefarrac2798@gmail.com

Abstrak— Pada tangki ammonia 109 F diterapkan sistem pengendali tekanan gas untuk proses kondensasi untuk menghasilkan gas ammonia *hot prodok* yang di kirimkan ke *Urea Plant* maka harus dijaga tekanan gas yang masuk ke dalam tangki ammonia 109 F sesuai dengan nilai set point yaitu $14,7 \text{ Kg/cm}^2$. Apabila tekanan gas yang masuk kedalam tangki melebihi nilai set point maka tidak akan terjadi kondensasi dan akan berdampak ke *Urea plant*. Dalam penelitian ini dilakukan perancangan simulasi menggunakan *software MatLab* dengan cara membuat pemodelan matematis pada plant untuk mendapatkan fungsi alih menggunakan pengendali PI dengan menggunakan metode *Ziegler-Nichlos* dan metode *Shinsky*. Hasil pengujian menggunakan pengendali PI dengan metode *Ziegler Nichlos* adalah yang paling ideal untuk mengendalikan tekanan gas pada tangki ammonia 109 F dengan nilai $K_p = 291,58$ dan $K_i = 75,71$ menghasilkan respon stabil berupa lewatan maximum overshoot 21% pada waktu puncak (*Peak Time*) 6,09 detik dan waktu naik (*Rise Time*) 3,937 detik serta waktu penetapan (*Settling Time*) 15,748 detik, dimana lewatan maksimum (*maximum overshoot*) tidak melebihi batas ketentuan (25%).

Kata kunci - Tangki Ammonia, Kendali PI, *Ziegler-Nichlos*, *Shinsky*.

I. PENDAHULUAN

PT Pupuk Iskandar Muda merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang industri kimia khususnya memproduksi pupuk urea yang mampu menghasilkan urea prill (butiran urea) 1.725 ton/hari atau 570.000 ton/tahun. salah satu pembuatan pupuk urea tersebut adalah ammonia. Proses pembuatan ammonia melalui beberapa unit tahapan, salah satunya yaitu unit *Refrigeration system*. Pada unit produk ammonia yang di hasilkan terdiri dari dua jenis gas ammonia yaitu produk dingin dan produk panas. Produk panas dengan temperatur normal 30 C dikirim ke pabrik urea plant, sedangkan produk dingin yang mempunyai temperatur -33 C dikirim ke tangki penyimpanan ammonia.

Pengendalian tekanan gas produk panas pada tangki ammonia horizontal sebagai vassel penampung kondensasi ammonia dari 127-C dan sebagian gas dari 107-F untuk mencegah ammonia vapor yang terikut ke purge gas dan mengatur tekanan gas ammonia produk panas ke urea plant. Pada plant ini di terapkan sistem pengendalian tekanan gas sehingga di peroleh efisiensi produk ammonia yang lebih tinggi. untuk proses tekanan gas pada tangki ammonia 109 F di pertahankan pada keadaan normal $14,7 \text{ Kg/Cm}^2$ Bila tekanan gas pada tangki 109-F di luar pada tekanan $14,7 \text{ Kg/Cm}^2$ maka gas hot produk tidak terjadi dan tidak dapat terkondensasi dengan baik juga berdampak pada pabrik urea plant Untuk mengurangi atau menghilangkan gangguan tersebut dapat menggunakan sistem kendali yang handal sehingga tekanan gas dapat dijaga sesuai dengan nilai yang telah ditentukan agar proses tetap terjaga dengan baik. Salah satu metode yang digunakan pada pengendalian di industri adalah menggunakan metode PID (Proporsional, Integral, dan Derivatif). Metode ini digunakan untuk mengurangi osilasi atau ketidakstabilan dari sistem dan meredam gangguan. Metode ini dapat digunakan dengan men-tuning parameter – parameter PID pada kontroler.

Dalam penulisan tugas akhir ini akan dilakukan pemodelan matematis pada peralatan sistem kendali berupa tangki gas ammonia, pressure transmitter, control valve, pengontrolan tekanan gas pada tangki ammonia 61-109 F menggunakan metode pengontrolan PID (Proporsional, Integral, dan Derivatif) dan akan menggunakan metode tuning ziegler-nichols dan shinsky, kemudian akan disimulasikan menggunakan software Matlab.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian Pustaka

Mia Sabarina (2017). Simulasi Pengendalian Level kondensat Pada Tangki Separator D-418 Menggunakan DCS di Pertamina Hulu Energi. Penelitian ini bertujuan untuk mempermudah proses penghasilan pemisahan minyak, air dan gas yang diharapkan oleh produsen pabrik. Pada penelitian ini pengendali PI dihitung menggunakan metode *Ziegler Nichols* diperoleh nilai $K_p = 35,209$, $K_i = 4,610$ dengan SV (*Setpoint Value*) sebanyak 50%. Maka hasil respon yang didapat tinggi permukaan kondensat berada pada level 49,450%. [5]

Atiika Lefyana (2018). Studi Pengendalian Tekanan Gas Pada Ammonia Storage Tank (64-FB-2001) Di PT. Pupuk Iskandar Muda. Penelitian ini dilakukan simulasi dengan cara membuat pemodelan matematis untuk mendapatkan fungsi alih menggunakan sistem pengendali PI menggunakan metode *Ziegler-Nichlos* ketika nilai $K_p=22,5$ dan $K_i=0,471$, tidak terjadi maximum overshoot dan waktu naik (*rise time*) selama 261,7 detik serta waktu penetapan (*settling time*) pada saat 500 detik. sehingga dapat di simpulkan bahwa metode *Ziegler-Nichols* merupakan pengendali PI yang ideal bagi sistem pengendalian tekanan gas pada ammonia storage tank (64-FB-2001) [2]

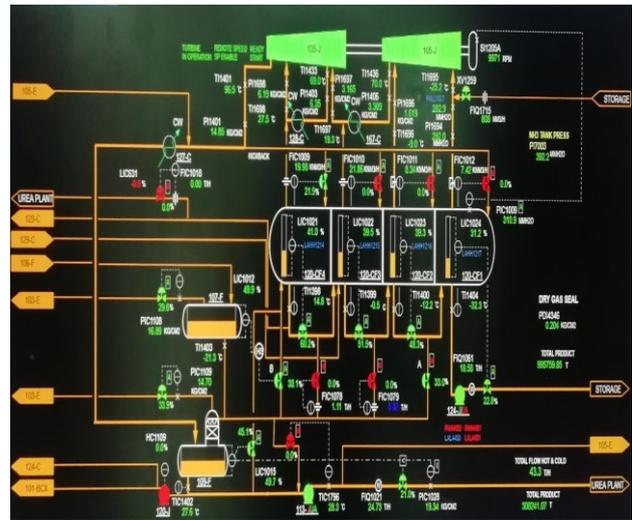
B. Tangki Ammonia 109 F

Tangki ammonia 109 F merupakan sebuah tangki yang berfungsi sebagai vassel penampung kondensasi ammonia dari gas vapour ke gas Liquid, pada tekanan 14.7 Kg/Cm² dengan suhu 30°C disebut dengan *hot produk*. Tangki ini berada pada unit ammonia di PIM 2, Secara garis besar proses pembuatan ammonia dapat dibagi dalam 7 (tujuh) unit, yaitu : *Unit Feed Treating, Reforming, Purifikasi, Sintesa Loop, Refrigerant System, Purge Gas Recovery Unit (PGRU) dan Steam System*. Pada proses pengendalian tekanan gas pada tangki ammonia 109 F berada pada unit *Refrigerant System*. Untuk konstruksi bentuk fisik tangki ammonia 109 F dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar.1 Tangki Ammonia 109 F

Pada tangki ammonia bentuk horizontal di jaga tekanan gas pada keadaan normal 14.7 kg/cm², tekanan gas yang terjadi pada tangki ammonia 109 F di hasilkan oleh ammonia dari 127 C sehingga semakin banyak ammonia yang masuk, maka semakin tinggi pula tekanan gas yang di hasilkan oleh tangkiammonia hot produk 109 F. Ketika tekanan gas yang di hasilkan oleh ammonia produk panas >14.7 kg/cm², maka valve PV1109 akan tertutup, valve PV1109 merupakan valve yang mengontrol tangki ammonia 109 F. hal ini bertujuan untuk menjaga tekanan gas pada tangki ammonia 109 F terjaga kondensasinya untuk keperluan gas ammonia produk panas untuk di kirimkan ke urea plant agar produk dari pupuk terjaga dengan baik. Proses pengendalian tekanan gas tersebut dapat dilihat pada tampilan DCS pada gambar 2.



Gambar. 2 Pengendalian Tekanan Gas Pada tangki Ammonia 109 F tampilan DCS

C. Control Valve

Control valve adalah suatu alat yang digunakan untuk mengendalikan tekanan, aliran, suhu dan level cairan dengan cara mengubah pembukaan atau penutupan dari katup sesuai dengan set point yang ditentukan

Pada sebuah loop tertutup, *control valve* merupakan sebuah elemen penggerak akhir (*final element*). Elemen penggerak akhir ini dapat dimanipulasi oleh konroller sesuai dengan kesalahan atau error dari keluaran plant yang terbaca. Pada pengendalian tekanan pada tangki Ammonia 109 F menggunakan *control valve air to close (ATC)* jenis *Globe valve*, yang diberi kode PV-1009 yang berfungsi sebagai akuator yang menjaga tekanan gas pada tangki ammonia 109 F. jika tekanan gas yang terbaca oleh *pressure transmitter* tidak sesuai dengan nilai yang di tetapkan, maka controller akan memberi sinyal perintah kepada control valve agar melakukan pembukaan, sehingga tekanan gas tetap pada nilai yang di tentukan. *Control valve* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar. 3 Control valve PV1109 (PT Pupuk Iskandar Muda)

D. Pressure Transmitter

Pressure transmitter merupakan sebuah sensor yang digunakan untuk mengukur tekanan. Proses pengukuran tersebut sebenarnya merupakan proses perubahan suatu nilai ke nilai yang lain. Sebagai contoh, perubahan bentuk dari sensor diubah menjadi keluaran elektrik seperti tegangan atau arus. Pressure transmitter juga dilengkapi rangkaian pengkondisian sinyal, sehingga sinyal keluaran dari sensor tersebut dapat ditransmisikan. Cara mentransmisikan sinyal keluaran tersebut pada umumnya menggunakan kabel. Namun pada beberapa model, sinyal keluaran tersebut ditransmisikan melalui jaringan nirkabel. Pada dasarnya, Pressure transmitter memiliki fungsi untuk mendeteksi suatu tekanan dan mengubahnya ke bentuk yang lain yaitu berupa besaran listrik. Sesuai standarnya, besaran listrik tersebut berada pada range 4 – 20 mA 0 – 5 Vdc. Pressure transmitter dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar.3 Pressure Transmitter PT 1109

E. Aksi kontrol Proporsional Plus Integral (PI)

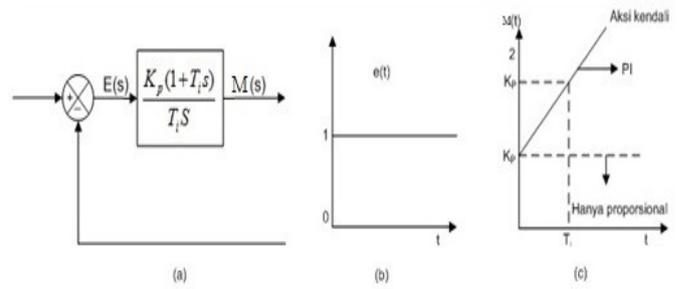
Aksi pengendali Proporsional Plus Integral didefinisikan dengan persamaan berikut:[1]

$$m(t) = K_p e(t) + \frac{K_p}{T_i} \int_0^t e(t) dt \tag{1}$$

Atau fungsi alih kontroler adalah :

$$\frac{M(s)}{E(s)} = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} \right) \tag{2}$$

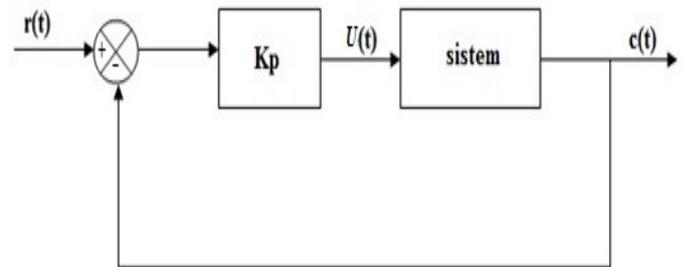
Diagram blok pengendalian proporsional plus integral, diagram masukan langkah-unit, dan keluaran pengendali ditunjukkan pada Gambar 5



Gambar. 4 (a) Diagram Blok Pengendali Proporsional Plus Integral, (b) Diagram Masukan Langkah-Unit, dan (c) Keluaran Pengendali

F. Metode Tuning Ziegler-Nichols dan Shinskey

Metode penalaan Ziegler-Nichols dan Shinskey yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Ziegler-Nichols dan Shinskeys osilasi. Metode ini dilakukan dengan cara eksperimen dengan memberikan pengendali Proporsional yang disusun secara seri terhadap plant pada suatu sistem loop tertutup seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar. 5. Sistem Loop Tertutup Dengan Pengendali PI

Tabel 1. Penentuan Parameter Pengendali Menggunakan Metode Ziegler Nichols osilasi[3]

Tipe Pengendali	Kp	Ti	Td
P	0,5 Kcr	∞	0
PI	0,45 Kcr	$\frac{1}{1,3} Pcr$	0
PID	0,6 Kcr	0,5 Pcr	0,125 Pcr

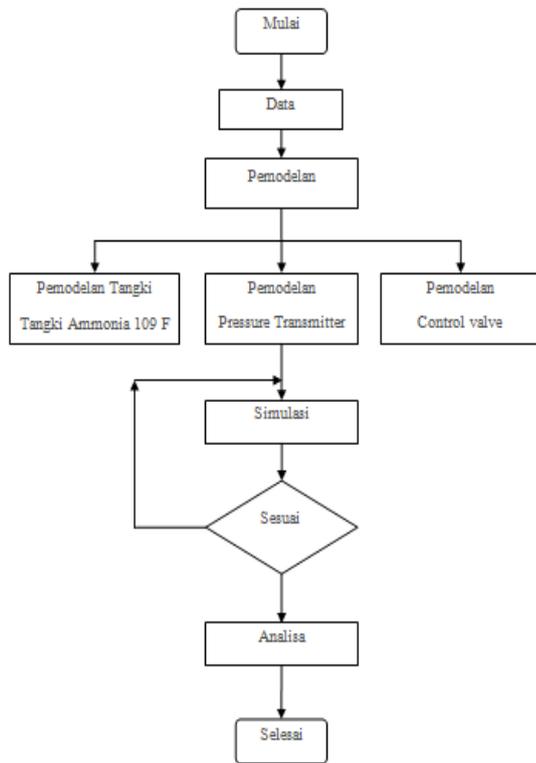
Tabel 2. Penentuan Parameter Pengendali Menggunakan Metode Ziegler Nichols osilasi

Tipe Pengendali	Kp	Ti	Td
P	Kcr/2	-	-
PI	Kcr/2	Pcr/2,2	-
PID	Kcr/4	Pcr/2	Pcr/8,3

III.METODOLOGI PENELITIAN

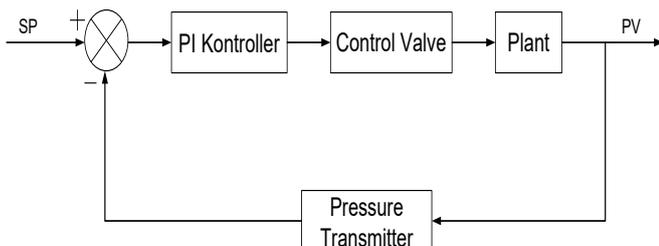
A. Metode Perancangan Sistem

Metode perancangan sistem ditunjukkan pada gambar 6 berikut ini:



Gambar.6 Diagram Alir Penelitian

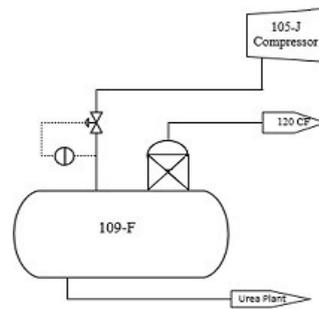
Diagram blok sistem untuk pengendalian otomatis di tunjukan pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram Blok Pengendali Otomatis

B. Pemodelan Matematis Sistem

Pengendalian tekanan gas pada *tangki ammonia 109 F* harus dijaga pada suatu nilai tertentu. Bila tekanan gas tersebut tidak sesuai dengan *set point*, maka akan berdampak pada tangki ammonia 109 F tidak terjadinya kondensasi maka akan berdampak ke urea plant.ammonia 109 F Seperti ditunjukkan pada Gambar. 8



Gambar.8 Gambar Pengendalian Tekanan Gas

Ogata (1993:111) menjelaskan bahwa aliran gas melalui penghalang merupakan fungsi dari beda tekanan gas $P_i - P_o$. Sistem tekanan seperti itu dapat dicirikan dalam bentuk tekanan dan kapasitansi[4]

Tahanan aliran gas (R) didefinisikan sebagai berikut.

$$R = \frac{d(\Delta P)}{dq} \dots\dots\dots (3)$$

$$R = \frac{P_i - P_o}{q} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

P_i = Tekanan gas aliran masuk

P_o = Tekanan gas dalam tangki

q = Laju aliran gas

Tabel 3 Data Hasi Observasi

Tekanan Gas Aliran Masuk	Tekanan Gas Dalam Tangki	Laju Aliran Gas
14,85 kg/cm ²	14,7 kg/cm ²	6,1 kg/s

$$\frac{Po(s)}{Pi(s)} = \frac{1}{0,113x 4392s}$$

$$\frac{Po(s)}{Pi(s)} = \frac{1}{496,29s}$$

B. Permodelan Control Valve

Control valve yang digunakan berupa *diaphragma control valve dengan jenis control valve air to close*. *Control valve* memiliki masukan sinyal berupa arus listrik kemudian diubah menjadi tekanan melalui *I/P Converter* yang mengubah sinyal input 4-20 mA menjadi sinyal *pneumatic* 0-33psi. Model matematis *control valve* dapat didekati dengan persamaan orde 1 sebagai berikut:

$$\dot{M}v(s) = \frac{G_{cv} x U_s}{\tau_{cv} s + 1} \dots\dots\dots (4)$$

$$\dot{M}v(s) = \frac{0,3868 x 2,062}{1,785s + 1}$$

$$\dot{M}v(s) = \frac{0,797}{1,785s + 1}$$

C. Pemodelan Pressure Transmitter

Pressure transmitter yang digunakan adalah jenis diafragma yang akan mengubah sinyal masukan 0-0,2 Kg/cm² menjadi sinyal arus listrik 4-20 mA. Model matematis Pressure Transmitter dapat didekati dengan persamaan orde 1 sebagai berikut:

$$\frac{Pp(s)}{Ip(s)} = \frac{Gp}{\tau cs + 1} \tag{5}$$

Dimana :

$Gp = \text{Gain Pressure Transmitter (mAcm}^2/\text{Kg)}$

$\tau c = \text{Time constant transmitter}$

$$\frac{Pp(s)}{Ip(s)} = \frac{Gp}{\tau cS + 1}$$

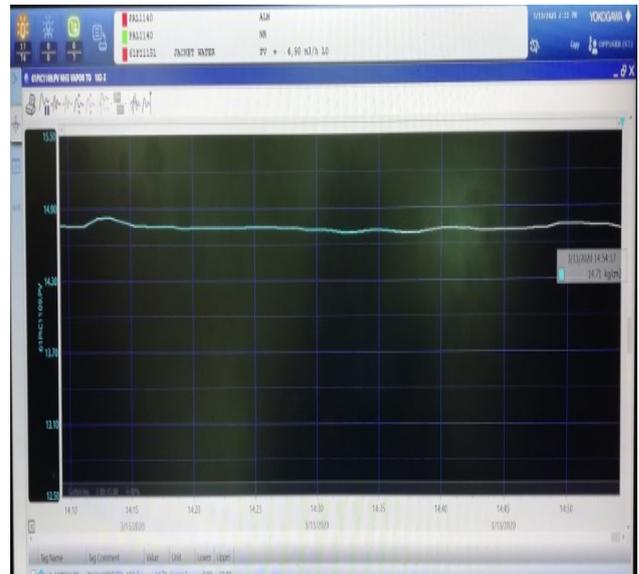
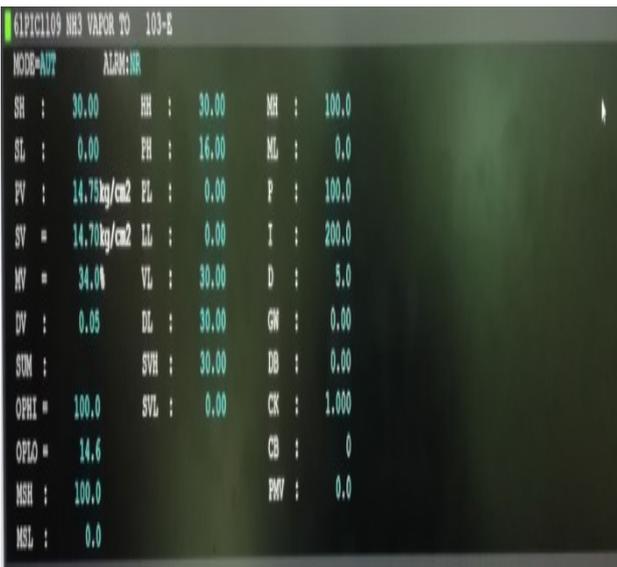
$$\frac{Pp(s)}{Ip(s)} = \frac{80}{0,36s + 1}$$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian akan disimulasikan dengan cara mensimulasi pengendalian tekanan gas menggunakan metode Ziegler-Nichols dan Shinskey setelah itu akan disimulasikan dengan pengendali PI dimana nilai tersebut menggunakan metode manual tuning sesuai dengan perhitungan matematis. Setelah itu akan dianalisis bagaimana hasil respon dari kedua pengendalian tersebut dan akan dibandingkan dengan respon yang dihasilkan pada PT. Pupuk Iskandar Muda.

A. Respon Pengendali PI di PT. Pupuk Iskandar Muda Tampilan DCS

Respon dihasilkan dengan menggunakan pengendalian PI dan menggunakan metode manual tuning, dimana $Kp = 100$, $Ki = 200$. Hasil respon pengendalian di PT Pupuk Iskandar Muda seperti gambar 9.



Gambar 9. Respon Pengendalian di PT.Pupuk Iskandar Muda

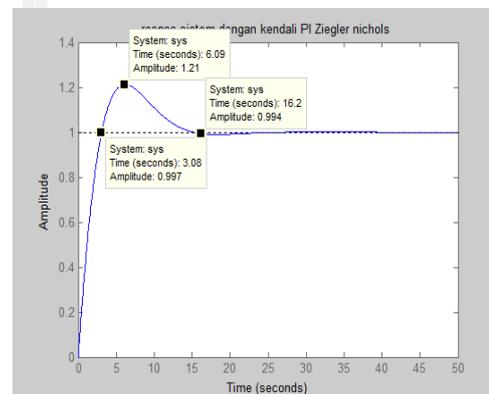
Respon yang dihasilkan stabil, dimana *process variabel (PV)* mendekati *setting variabel (SV)*.

B. Pengujian Pengendali PI Metode Ziegler Nichols

Pengujian ini dilakukan dengan mengatur parameter KP dan KI sesuai dengan perhitungan matematis menggunakan metode Ziegler-Nichols, dimana nilai $Kp = 291,58$ $Ki = 75,71$ *Codding* dan hasil pengujian dari sistem dengan pengendalian PI ditunjukkan pada Gambar 10.

```

1 - t=0:0.05:50;
2 - Kp=291.58;
3 - Ki=75.71;
4 - num=[Kp Ki];
5 - den=[98.06 + 327.99 + 154.39 + 0.797 Kp Ki];
6 - step(num, den, t);
7 - title('respos sistem dengan kendali PI Ziegler nichols ')
    
```



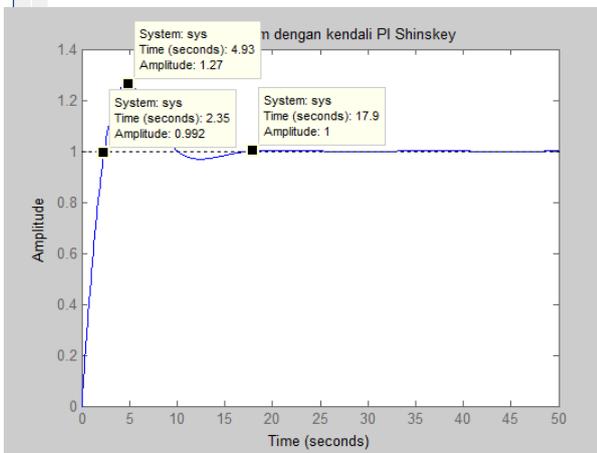
Gambar 10. Codding dan Respon Sistem Pengendalian PI Ziegler Nichols

C. Pengujian Pengendali PI Metode Shinsky

Pengujian ini dilakukan dengan mengatur parameter KP dan KI menggunakan metode *manual tuning* sesuai dengan perhitungan matematis menggunakan metode *Ziegler-Nichols*, dimana nilai $K_p = 323,98$ $K_i = 142,408$. *Coding* dan hasil pengujian dari sistem dengan pengendalian PI ditunjukkan pada Gambar 11.

```

1 - t=0:0.05:50;
2 - Kp=323,98;
3 - Ki=142,408;
4 - num=[Kp Ki];
5 - den=[98.06 + 327.99 + 154.39 + 0.797 Kp Ki];
6 - step(num, den, t);
7 - title('respos sistem dengan kendali PI Shinsky ')
    
```



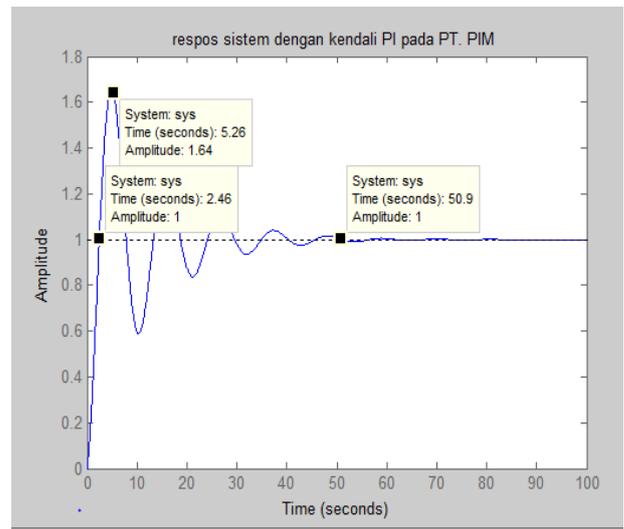
Gambar 11. Coding dan Respon Sistem Pengendalian PI Shinsky

D. Pengujian Pengendali PI Di PT. Pupuk Iskandar Muda

Pengujian ini dilakukan dengan mengatur parameter KP dan KI menggunakan metode *manual tuning* sesuai dengan perhitungan matematis menggunakan metode Shinsky, dimana nilai $K_p = 100$ $K_i = 200$. *Coding* dan hasil pengujian dari sistem dengan pengendalian PI ditunjukkan pada Gambar 12

```

1 - t=0:0.05:100;
2 - Kp=100;
3 - Ki=200;
4 - num=[Kp Ki];
5 - den=[98.06 + 327.99 + 154.39 + 0.797 Kp Ki];
6 - step(num, den, t);
7 - title('respos sistem dengan kendali PI pada PT. PIM ')
    
```



Gambar. 12. Coding dan Respon Sistem Pengendalian PI PT.PIM

Hasil Analisa performasi sistem menggunakan *software* MatLab dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2. Hasil Analisa Performasi Sistem menggunakan *software* MatLab

No.	Metode	Parameter PI	%Mp	Rise Time (tr)	Peak Time (tp)	Settling Time (ts)
1	Ziegler-Nichlos	$K_p = 291,58$ $K_i = 75,71$	21%	3,937 Detik	6,09 Detik	15,748 detik
2	Shinsky	$K_p = 323,98$ $K_i = 142,408$	27%	2,968 detik	4,93 Detik	1,252 detik
3	PT.PIM	$K_p = 200$ $K_i = 200$	64%	2,864 detik	5,26 detik	48,78 detik

Pengendalian tekanan gas pada *Tangki Ammonia 109 F* di PT Pupuk Iskandar Muda dimana $K_p = 100$ $K_i = 200$ menghasilkan respon yang stabil, nilai parameter K_p K_i tersebut didapatkan berdasarkan sistem kerja alat yang menggunakan sistem kendali berbasis DCS, tetapi pada saat nilai parameter tersebut disimulasikan menggunakan alat bantu *software* MATLAB pada pengendali PI menghasilkan menghasilkan sistem yang tidak stabil dimana lewatan maksimum (*Maximum Overshoot*) yang terjadi sebesar 64% pada waktu puncak (*Peak Time*) 2,864 detik dan waktu naik (*Rise Time*) 5,26 detik serta waktu penetapan (*Settling Time*) 48,78 detik. Pada metode *Ziegler-nichlos*, parameter pengendali PI menghasilkan sistem yang stabil. Performasi yang dihasilkan juga baik, hal ini dapat dilihat dari lewatan maksimum (*overshoot* maksimum) yang terjadi adalah sebesar 21% pada waktu puncak (*Peak Time*) 6,09 detik dan waktu naik (*Rise Time*) 3,937 detik serta waktu penetapan (*Settling Time*) 15,748 detik. Berbeda dengan metode *shinsky* dengan *overshoot* maksimum sebesar 27% akan tetapi memiliki waktu

naik yang lebih cepat yaitu 2,968 detik dan waktu penetapan 1,252 detik.

Meskipun waktu naik dan waktu penetapan menggunakan metode *shinsky* lebih cepat dari metode *Ziegler-nichlos* akan tetapi metode *Ziegler Nichlos* menghasilkan respon yang stabil dimana lewatan maksimum (*maximum overshoot*) tidak melebihi batas ketentuan 25%. Berdasarkan hasil simulasi menggunakan alat bantu MATLAB, pengendalian tekanan gas pada tangki ammonia 109 F menggunakan pengendali PI metode *Ziegler Nichlos* nilai parameter tersebut dapat di terapkan pada proses pengendalian tekanan gas pada tangki ammonia 109 F untuk proses kondensasi. respon yang stabil dimana lewatan maksimum (*maximum overshoot*) tidak melebihi batas ketentuan 25%.

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan pengujian dan analisis, maka dapat ditarik simpulan bahwa:

1. PT Pupuk Iskandar Muda menggunakan sistem kendali PI (proporsional *plus* Integral) dengan metode *manual tuning* dimana nilai parameter $K_p = 100$ dan $K_i = 200$ untuk menghasilkan respon tekanan pada ammonia pada tangki ammonia 109 F tetap stabil, namun pada penelitian ini, ketika nilai parameter tersebut diinputkan pada *software Matlab*, respon yang dihasilkan tidak stabil, hal ini dikarenakan nilai parameter tersebut dihasilkan berdasarkan sistem kerja alat, sedangkan pada penelitian ini hanya dilakukan simulasi, sehingga nilai parameter tersebut tidak sesuai pada penelitian ini.
2. Dengan menggunakan *software* MatLab dalam simulasi pengendalian tekanan gas menggunakan pengendali PI metode *Ziegler Nichlos* merupakan pengendali yang ideal menghasilkan nilai dimana lewatan maksimum (*maximum overshoot*) tidak melebihi batas ketentuan (25%) sehingga metode tersebut dapat di terapkan untuk pengendalian tekanan gas untuk proses kondensasi pada tangki ammonia 109 F.

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, penulis menyarankan agar sistem pengendalian tekanan gas pada Tangki Ammonia 109 F pada PT pupuk iskandar muda ini dibuat kedalam sebuah miniatur plant, sehingga hasil penelitian selanjutnya lebih merepresentasikan penerapan dari pengendalian PI (Proporsional *plus* Integral) dapat mempresentasikan penerapan dari proses pengendalian yang sebenarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tarmukan 1995. "Teknik Pengaturan Otomatis" (Pusat Pengembangan pendidikan politeknik direktorat Jendral Pendidikan tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan). Bandung
- [2] Lefyana, Atika 2018. "Studi Pengendalian Tekanan Gas Pada Ammonia Storage Tank (64-FB-2001) Di PT.Pupuk Iskandar Muda". *Karya Ilmiah Mahasiswa Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe*.
- [3] Kamal, Muhammad. 2010."Dasar Sistem Kendali" (Modul Ajar Program Studi Teknologi Rekayasa Instrumentasi dan Control Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe)
- [4] Ogata, Katsuhiko. 1997. *Teknik Kontrol Automatic*. Jilid I Edisi Kedua. Terjemahan Edi Laksono. Jakarta: Erlangga.
- [5] Sabarina, Mia. 2017. "Simulasi Pengendalian Level Kondensat Pada Tangki Separator D-418 Menggunakan DCS Di Pertamina Hulu Energi". *Karya Ilmiah Mahasiswa Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe*.