

STUDI PENGENDALIAN FLOW PADA TANGKI AMMONIA HEATER (81-E-301) PADA PROJECT NPK CHEMICAL

Siti Ifdina Farizha¹, Rusli², Arsy Febrina Dewi³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe
Email: ifdina23@gmail.com¹, rusli@pnl.ac.id², arsyfebrinadw@pnl.ac.id³

Abstrak - *Ammonia heater* (81-E-301) adalah tangki yang berfungsi untuk menaikkan suhu dan menurunkan suhu pada aliran *ammonia*, sebelum melanjutkan proses *ammonia* yang masuk kedalam *ammonia heater* yang berasal dari pabrik PIM 2, yang kemudian *ammonia* tersebut dialirkan atau dikirimkan ke tangki *ammonia heater* (81-E-301). Pengendalian *flow* pada tangki *ammonia heater* (81-E-301) dimana keluaran dari tangki *ammonia heater* menuju *flow transmitter* dengan ketetapan set point, dan apabila melebihi tercapai set point maka *transmitter* akan mengirim sinyal ke *control valve* agar terbuka/tertutup. Nilai set point agar aliran stabil di set pada 19 m³/h. Metode pengendalian yang digunakan adalah metode pengendalian PI (*Proportional Plus Integral*). Parameter pengendali PI dihitung dengan menggunakan metode *Ziegler-Nichols* dan metode *Shinsky*. Dari pengujian simulasi dan analisis, diketahui pada metode *Ziegler Nichols* dengan parameter $K_p = (200,40)$ $K_i = (5725,71)$ menghasilkan performansi sistem %Mp = 2%, tr = 2,370 detik, tp = 1,658 detik, dan ts = 3,098 detik. Pada metode *Shinsky* dengan parameter $K_p = (222,67)$ $K_i = (4737,65)$ menghasilkan performansi sistem berupa %Mp = 2%, tr = 2,671 detik, tp = 1,471 detik, dan ts = 3,493 detik. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa metode *Ziegler Nichols* dan metode *Shinsky* memiliki respon yang berbeda, namun sama-sama memiliki respon yang baik.

Kata-kata kunci: *Ammonia Heater (81-E-301), Ziegler Nichols, Shinsky*

Abstract – *Ammonia heater* (81-E-301) is a tank that functions to increase and decrease the temperature of the *ammonia flow*, before continuing the *ammonia process* that enters the *ammonia heater* from the PIM 2 plant, which is then flowed or sent to the *ammonia heater tank* (81-E-301). Flow control in the *ammonia heater tank* (81-E-301) where the output from the *ammonia heater tank* goes to the *flow transmitter* with a set point, and if it exceeds the set point, the transmitter will send a signal to the control valve to open/close. The set point value for stable flow is set at 19 m³/h. The control method used is the PI (*Proportional Plus Integral*) control method. PI control parameters are calculated using the *Ziegler-Nichols method* and the *Shinsky method*. From the simulation and analysis tests, it is known that the *Ziegler Nichols method* with parameters $K_p = (200.40)$ $K_i = (5725.71)$ produces system performance of %Mp = 2%, tr = 2.370 seconds, tp = 1.658 seconds, and ts = 3.098 seconds. The *Shinsky method* with parameters $K_p = (222.67)$ $K_i = (4737.65)$ produces system performance of %Mp = 2%, tr = 2.671 seconds, tp = 1.471seconds, and ts = 3.493 seconds. Thus, it can be concluded that the *Ziegler Nichols method* and the *Shinsky method* have different responses, but both have good responses.

Keywords: *Ammonia Heater (81-E-301), Ziegler Nichols, Shinsky*

I. PENDAHULUAN

Pabrik NPK Chemical Plant 500.000 MTPY Project PT. Pupuk Iskandar Muda dioperasikan dengan proses kontinyu. Bahan baku ditumpahkan dengan menggunakan *weight feeder* kemudian bersama dengan *recycle material* dan *slurry* dari *reactor preneutralizer* dimasukkan ke dalam Granulator untuk dilakukan pembutiran. *Driyer* untuk dikeringkan, *product screen* untuk dipisahkan berdasarkan ukurannya, yaitu *onsize*, *oversize*, dan *cooler* untuk didinginkan. Selanjutnya produk *onsize* dilakukan pengayakan lanjutan dalam *polishing screen* untuk memisahkan produk-produk *onsize* dan *undersize* yang masih terikat dan selanjutnya dilakukan *coating* dengan *coating agent* (*liquid* dan *powder*) untuk meminimalisir *caking*. Setelah itu produk dapat dikantong atau dicurahkan.

Ammonia heater (81-E-301) adalah tangki yang berfungsi untuk menaikkan suhu dan menurunkan suhu

pada aliran *ammonia* sebelum melanjutkan proses *ammonia* yang masuk kedalam *ammonia heater*, yang berasal dari pabrik PIM 2, yang kemudian *ammonia* tersebut dialirkan atau dikirimkan ke tangki *ammonia heater* (81-E-301). *Flow control valve* dipasang untuk mengontrol aliran *ammonia* cair dari pabrik PIM 2 memasuki pabrik NPK dan masuk kedalam tangki *ammonia heater* (81-E-301).

Pengendalian *flow* pada tangki *ammonia heater* (81-E-301) dimana keluaran dari tangki *ammonia heater* menuju *flow transmitter* dengan ketetapan set point dan apabila melebihi set point maka *transmitter* akan mengirim sinyal ke *control valve* agar terbuka/tertutup. Set point agar aliran stabil di set pada 19 m³/h. Setelah menerima sinyal maka *control valve* akan terbuka 80% sesuai ketetapan pabrik sehingga alirannya menjadi sesuai dengan set point. Pengendalian *flow* ini menggunakan metode PI (*Proportional plus Integral*).

II. TINJAUAN PUSTAKA

Jurnal dengan judul “Perancangan Sistem Pengendalian *Flow Feed Water* dengan Menggunakan Pengendali PI”. Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan mendapatkan parameter untuk tuning pengendalian PI yaitu $K_p = 1.06$, $K_c = 0.85$ dan $T_i = 2$ [1].

Jurnal dengan judul “Studi Pengendalian *Flow Steam* pada *Steam Drum* HRSB B-9203 H di Pertamina Arun Gas”. Pada penelitian ini pengendalian PI dihitung menggunakan metode *Ziegler Nichols*. Dari hasil pengujian performasisistem dapat dianalisis bahwa metode perhitungan pengaturan *Ziegler Nichols* dan *Shinsky* memiliki respon yang berbeda. Namun pada penelitiannya metode *Ziegler Nichols* memiliki respon yang baik [2].

Jurnal dengan judul “Studi Pengendalian *Flow Liquid* pada *Scrub Tower* C-4501 di PT. Perta Arun Gas”. Dengan metode perhitungan setting *Ziegler Nichols*, waktu penetapan (*setting time*) sebesar $t_s = 19,32$ detik dan waktu puncak (*peak time*) sebesar 8,84 detik, lewatan maksimum (*maximum overshoot*) yang dihasilkan sebesar 15,9% ini merupakan hasil yang lebih unggul dari pada metode perhitungan *setting Chien, Hrones and Reswick* yang mana waktu penetapan (*setting time*) sebesar $t_s = 266,66$ detik, waktu puncak (*peak time*) sebesar 10,3 detik dan lewatan maksimum (*maximum overshoot*) yang dihasilkan sebesar 85% [3].

Jurnal dengan judul “Studi Pengendalian *Flow* Pada *High Pressure Dea System Wash Tower* C-3505 di Petra Arun Gas”. Metode *Ziegler-Nichols* dan metode *Shinsky* merupakan metode yang tepat untuk mendapatkan parameter kendali PI terhadap sistem pengendalian *Flow* pada *High Pressure Dea System Wash Tower* C-3505 [4].

A. Tangki *Ammonia Heater* (81-E-301)

Ammonia Heater (81-E-301) adalah tangki yang digunakan sebagai wadah percampuran ammonia dan air yang menghasilkan larutan ammonia yang akan disimpan pada tangki *ammonia heater*. Prinsip kerja dari tangki *ammonia heater* umumnya adalah menaikkan suhu dan menurunkan suhu. Percampuran ammonia dengan air dimulai dengan ammonia bertekanan tinggi (26 kg/cm^2) masuk kedalam tangki *ammonia heater* dan kemudian ammonia diturunkan tekanan menjadi 4 kg/cm^2 . Selain itu saat ammonia dialirkan kedalam tangki *ammonia heater* bersamaan *hot water* dimasukkan kedalam tangki *ammonia heater* untuk menaikkan suhu 32°C . Proses tersebut bertujuan untuk mencegah terjadinya *biuret* dan kondensasi atau pengembunan ammonia. Bentuk fisik dari *Ammonia Heater* ditunjukkan pada Gambar 1 [5].



Gbr. 1 *Ammonia Heater* (81-E-301)

B. *Flow Transmitter* (81-FT-3302C)

Flow transmitter adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur suhu. 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.

Flow transmitter juga dilengkapi rangkaian pengkodean 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 sinyal nirkabel. Pada dasarnya, *flow transmitter* memiliki fungsi untuk mendeteksi suatu tekanan dan mengubahnya kebentuk yang lain yaitu berupa besaran listrik. Sesuai standarnya, besaran listrik tersebut berada pada range 4-20 mA atau 0-100%.

Flow Transmitter yang digunakan adalah jenis diafragma yang diberi kode 81-FT-3302C. Plat *Orifice* di *install* di bagian pipa yang ingin diukur kecepatan alir fluida. Bentuk plat *orifice* sendiri adalah sebuah pipa alir yang menyempit, sehingga dapat terukur beda tekanan pada *upstream* dan tekanan pada *downstream*, sehingga terukur oleh *transmitter* dan laju aliran pada suatu titik dapat terukur. Setelah nilai laju aliran telah didapatkan, maka dilakukan *transmisi* data ke *control room* dengan mengubah besaran m^3/hour yang diperoleh *transmitter* menjadi besaran 4-20 mA. Laju aliran minimal terukur 4 mA dan laju aliran maksimal terukur sebagai 20 mA. Bentuk fisik dari *flow transmitter* ditunjukkan pada Gambar 2 [5].



Gbr. 2 *Flow Transmitter*

C. Control Valve (81-FV-3302C)

Control valve adalah katup yang digunakan untuk mengontrol aliran fluida, seperti gas atau cairan melalui sebuah sistem pipa. Control valve juga dapat membuka dan menutup atau mengatur sebagian besar aliran fluida melalui pipa dan dapat mengatur sistem control untuk memastikan aliran fluida tetap pada level yang diinginkan. Control valve merupakan sebuah elemen penggerak akhir (final element). Elemen penggerak akhir ini dapat dimanipulasi oleh controller sesuai dengan kesalahan atau error dari keluaran plant yang terbaca. Sehingga penggunaan control valve, pada aliran fluida dapat diatur dengan akurat dan efisien untuk memenuhi persyaratan produksi atau pengolahan yang diinginkan.

Control Valve yang digunakan adalah control valve air to open jenis diafragma. Control valve air to open (ATO) berfungsi sebagai actuator yang menjaga flow ammonia heater. Jika flow yang terbaca pada flow transmitter tidak sesuai dengan nilai yang ditetapkan, maka controller akan memberikan sinyal perintah kepada control valve agar terbuka, sehingga flow tetap pada nilai yang ditentukan. Bentuk fisik dari Control Valve (81-FV-3302C) ditunjukkan pada Gambar 3 [5].



Gbr. 3 Control Valve (81-FV-3302C)

D. Aksi Kontrol Proporsional Plus Integral (PI)

Aksi pengendali Proporsional Plus Integral didefinisikan dengan persamaan berikut :

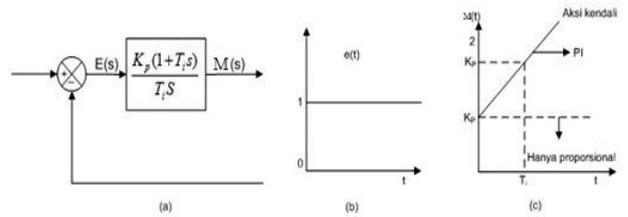
$$m(t) = K_p e(t) + \frac{K_p}{T_i} \int_0^t e(t) dt \tag{1}$$

Atau fungsi alih kontroler adalah :

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

Aksi pengendali ini adalah pada sistem dengan perubahan beban besar yang tidak terlalu cepat (perlu waktu integrasi).

Diagram blok pengendalian proporsional plus integral, diagram masukan langkah-unit, dan keluaran pengendali ditunjukkan pada Gambar 4.

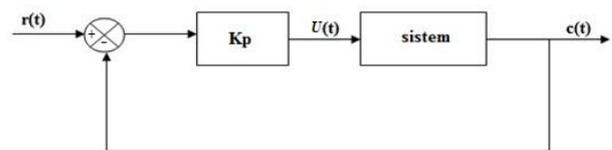


Gbr. 4 (a) Diagram Blok Pengendali Proporsional Plus Integral, (b) Diagram Masukan Langkah-Unit, (c) Keluaran Pengendali

E. Metode Tuning Zeigler-Nichols

Metode penalaan Ziegler-Nichols yang digunakan pada penelitian ini adalah metode osilasi Ziegler-Nichols. Metode ini berguna untuk sistem yang mempunyai step respon berosilasi terus menerus dengan teratur. Dengan kata lain, sistem berintegrator (1/s). Nilai penguatan proporsional pada saat sistem mencapai kondisi beramplitudo tetap (sustain oscillation) disebut penguatan kritis (Kcr) yang bernilai sama dengan Kp.

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.



Gbr. 5 Sistem Loop Tertutup dengan Pengendali Proporsional

Tabel I
Penentuan Parameter Pengendali Menggunakan Metode Osilasi

Tipe Pengendali	Kp	Ti	Td
P	0,5 Kcr	∞	0
PI	0,45 Kcr	1/1,3 Pcr	0
PID	0,6 Kcr	0,5 Pcr	0,125 Pcr

F. Metode Shinsky

Metode Shinsky menggunakan nilai parameter dari pengendali Proporsional (P), Proporsional Plus Integral (PI) dan Proporsional Plus Integral Plus Derivative (PID) untuk mencapai titik keseimbangan .

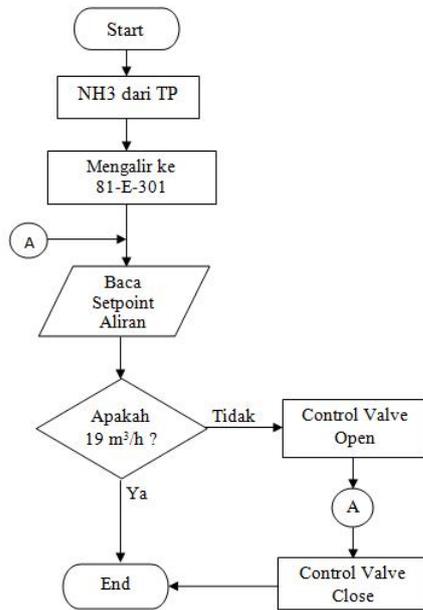
Tabel II
Parameter Pengendali Metode Shinsky

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

III. PERMODELAN SISTEM

A. Flowchart Kinerja Sistem

Flowchart kinerja sistem seperti diperlihatkan pada Gambar 6.



Gbr. 6 Flowchart Kinerja Sistem

B. Permodelan Ammonia Heater (81-E-301)

Pengendalian flow pada Ammonia Heater harus dijaga pada suatu nilai tertentu. Bila aliran tersebut tidak sesuai dengan set point (19 m³/h), maka akan berdampak negatif pada tangki itu sendiri.

Tahanan aliran melalui suatu penghalang didefinisikan sebagai perubahan beda tinggi permukaan cairan di dua tangki yang diperlukan untuk menimbulkan suhu satuan perubahan laju aliran [4]. Tahanan aliran gas (R) didefinisikan sebagai berikut:

$$R = \frac{C}{q} \tag{3}$$

dimana:

R = Tahanan Aliran

C = Kapasitansi

q = Laju aliran gas

Tabel III
Data Hasil Observasi

Laju Aliran Masuk	Level dalam Tangki
19 m³/h = 5,277 kg/s	50 %

Fungsi alih pada Ammonia Heater (81-E-301) adalah :

$$\frac{q_o(s)}{q_i(s)} = \frac{1}{0,041 \times 0,7891s + 1} = \frac{1}{0,0323s + 1}$$

C. Permodelan Flow Transmitter

Fungsi transfer untuk flow transmitter yang digunakan adalah:

$$\frac{I(s)}{L(s)} = \frac{G_f}{\tau_c s + 1} \tag{4}$$

dimana :

Gf = Gain Flow Transmitter (Kg/s)

Tc = Time Constant Transmitter

Maka fungsi transfer untuk flow transmitter adalah :

$$\frac{I(s)}{L(s)} = \frac{G_f}{\tau_c s + 1} = \frac{1600}{0,2s + 1}$$

D. Permodelan Control Valve

Control Valve yang digunakan berupa diaphragm control valve dengan jenis control valve air to open. Control valve memiliki masukan sinyal berupa arus listrik kemudian diubah menjadi tekanan melalui I/P Converter yang mengubah sinyal input 4-20 mA menjadi menjadi sinyal Pneumatic 44 - 58 Psi. Secara matematis control valve dapat didekati dengan Persamaan orde 1 sebagai berikut:

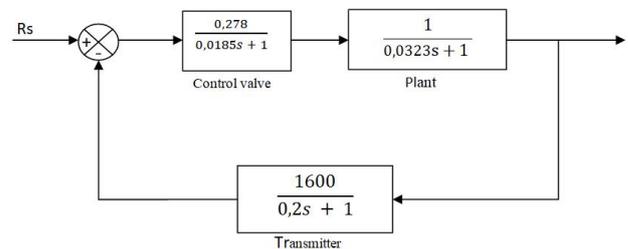
$$M_v(s) = \frac{G_{cv} \times U_s}{\tau_{cv} s + 1} \tag{5}$$

Fungsi transfer untuk control valve adalah:

$$M_v(s) = \frac{G_{cv} \times U_s}{\tau_{cv} s + 1} = \frac{0,32 \times 0,87}{0,0185s + 1} = \frac{0,278}{0,0185s + 1}$$

E. Blok Diagram Sistem

Setelah permodelan dilakukan, didapat fungsi transfer atau fungsi alih dari masing-masing model. Fungsi transfer dari model-model tersebut akan membentuk sebuah diagram blok pengendalian sistem aliran seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gbr. 7 Blok Diagram Tanpa Pengendali PI

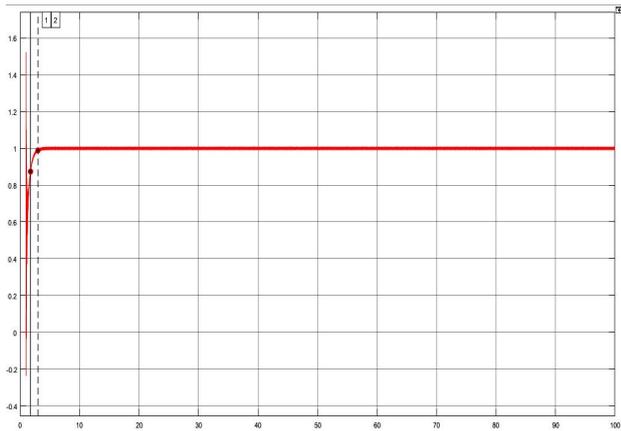
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan dengan cara mensimulasi pengendalian flow dengan pengendalian PI menggunakan metode perhitungan setting Ziegler-Nichols, setelah itu akan disimulasikan dengan

pengendalian PI. Ini bertujuan untuk melihat hasil dari respon tuning tersebut. Adapun metode tuning yang digunakan adalah metode *Ziegler-Nichols* dan *Shinsky*.

A. Pengujian Pengendali PI Menggunakan Metode Zeigler-Nichols

Pengujian ini dilakukan dengan mengatur parameter K_p dan K_i sesuai dengan perhitungan matematis menggunakan metode *Ziegler-Nichols*, dimana nilai $K_p = 200,40$ dan $K_i = 5275,71$. Hasil pengujian dari sistem dengan pengendalian PI ditunjukkan pada Gambar 8.



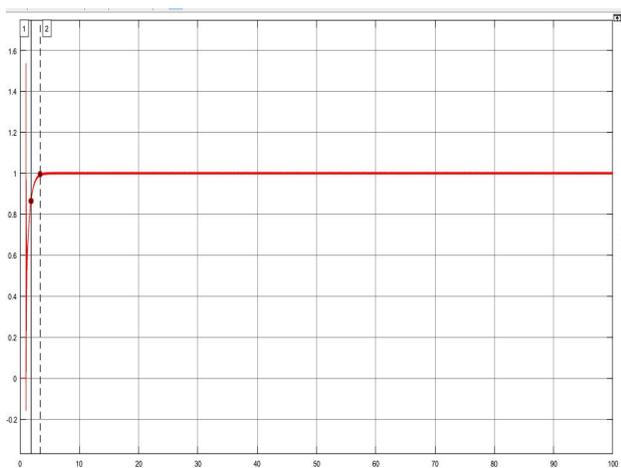
Gbr. 8 Respon Sistem dengan Metode Zeigler-Nichols

Tanggapan Sistem Kendalinya adalah Lewatan Maksimum 2%, waktu puncak 1,658 detik, waktu naik 2,370 detik, dan waktu penetapan 3,098 detik.

B. Pengujian Pengendali PI Metode Shinsky

Pengujian ini dilakukan dengan mengatur parameter K_p dan K_i sesuai dengan perhitungan matematis menggunakan metode *Shinsky*, dimana nilai $K_p = 222,67$ dan $K_i = 4737,65$.

Hasil pengujian dari sistem dengan pengendalian PI ditunjukkan pada Gambar 9.



Gbr. 9 Respon Sistem Metode Shinsky

Tanggapan Sistem Kendalinya adalah Lewatan Maksimum 2%, waktu puncak 1,471 detik, waktu naik selama 2,671 detik, dan waktu penetapan 3,493 detik.

Hasil respon pengendalian berdasarkan perhitungan matematis seperti pada Tabel 4.

Tabel IV
Hasil respon pengendalian berdasarkan perhitungan matematis

No.	Hasil Performansi Sistem	Metode	
		Zeigler-Nichols	Shinsky
1.	Parameter PI	$K_p = 200,40$ $K_i = 5275,71$	$K_p = 222,67$ $K_i = 4737,65$
2.	Lewatan maksimum	2%	2%
3.	Waktu naik	2,370 detik	2,671 detik
4.	Waktu puncak	1,658 detik	1,471 detik
5.	Waktu penetapan	3,098 detik	3,493 detik

Pada metode *Ziegler-nichlos*, parameter pengendali PI menghasilkan sistem yang stabil. Performasi yang dihasilkan juga baik. Hal ini dapat dilihat dari lewatan maksimum yang terjadi adalah sebesar 2% pada waktu puncak 1,658 detik dan waktu naik 2,370 detik, serta waktu penetapan 3,098 detik.

Adapun metode *shinsky* dengan parameter pengendali PI yang disimulasikan menggunakan alat bantu software MATLAB juga menghasilkan sistem yang stabil dengan lewatan maksimum sebesar 2% pada waktu puncak 1,471 detik dan waktu naik 2,671 detik, serta waktu penetapan 3,493 detik.

Dengan demikian, baik menggunakan metode *Ziegler-Nichols* maupun metode *Shinsky*, menghasilkan sistem yang sama-sama stabil. Maka kedua metode ini merupakan pengendalian PI yang ideal bagi sistem pengendalian *flow* pada *Ammonia Heater*.

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan pengujian dan analisis, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengendali PI dapat digunakan pada pengendalian tekanan. Pengendali PI digunakan sebagai suatu metode perhitungan setting untuk mendapatkan respon sistem agar sesuai dengan set point yang diberikan.
2. Dari hasil simulasi, diperoleh hasil pengendali PI menggunakan metode *Ziegler-Nichols* menghasilkan sistem yang baik dimana menghasilkan lewatan maksimum (*maximum overshoot*) $\%Mp = 2\%$, waktu naik (*rise time*) sebesar $(tr) = 2,370$ detik, waktu puncak (*peak time*) sebesar $(tp) = 1,658$ detik, dan waktu penetapan (*setting time*) sebesar $(ts) = 3,098$ detik.
3. Pada metode *Shinsky* respon sistem menghasilkan lewatan maksimum sebesar 2%, pada waktu puncak $(tp) = 1,471$ detik, waktu naik $(tr) = 2,671$ detik, dan waktu penetapan $(ts) = 3,493$ detik.

Dengan metode *Shinskey* ini menghasilkan sistem yang stabil, dimana menghasilkan nilai yang baik dan respon yang cepat stabil.

REFERENSI.

- [1] Faried, M. (2015). *Perancangan sistem pengendalian Flow Feed Water dengan menggunakan pengendali PI*.
- [2] Maulana, T.A. (2017). *Studi pengendalian Flow Steam pada Steam Drum HRSG B-9203 H di Pertamina Arun Gas*.
- [3] Irhsan, M., Azhar, A., & Kamal, M. (2018). Studi Pengendalian Flow Liquid pada Scrub Tower C-4501 Di PT Perta Arun Gas. *Jurnal TEKTR0*, 1(1), 23-29.
- [4] Salamah, Finawan, A., dan Rusli. (2020). Studi Pengendalian Flow pada High Pressure Dea System Wash Tower C-3505 di Perta Arun Gas. *Jurnal TEKTR0*, 4(1), 26-31.
- [5] Tim Penyusun. (2022). *Manual Book NPK Chemical Plant*. PT Pupuk Iskandar Muda.