

STUDI PENGENDALIAN SUHU AMMONIA PADA AMMONIA PREHEATER 62-EA-103 DI PT PUPUK ISKANDAR MUDA

Rahmi Saputri¹, Rusli², Azhar³

^{1,2,3}Program Studi Teknologi Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol
Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe
Email: rahmisaputri00@gmail.com¹, rusli@pnl.ac.id², azhar@pnl.ac.id³

Abstrak –Ammonia preheater (62-EA-103) merupakan sebuah vessel pemanas fluida ammonia yang akan dikirim ke bottom reactor, fluida ammonia dengan temperature -30°C masuk ke vessel ammonia preheater melalui bagian luar tube, level condensat dengan temperature 90°C masuk melalui tube yang berfungsi sebagai pemanas fluida ammonia. Set point value (SV) pada ammonia preheater 25°C - 85°C , sedangkan pada keadaan stabil adalah 60°C . Apabila pembacaan temperature pada ammonia preheater tidak sesuai dengan set point maka control valve akan berkerja. Pada penelitian ini akan dilakukan simulasi dengan cara membuat permodelan matematis pada plant untuk mendapatkan fungsi alih dan menggunakan sistem pengendalian PI (Proporsional plus Integral) menggunakan metode Ziegler-Nichols dan Shinsky. Dari pengujian simulasi dan analisis, diketahui pada metode Ziegler Nichols dengan parameter $K_p = (137,754)$, $K_i = 1497,326$ menghasilkan performansi sistem berupa %Mp = 0,02%, $t_r = 0,905$ detik, $t_p = 8,895$ rad/s, dan $t_s = 0,479$ detik dan menghasilkan respon sistem yang baik. Pada metode Shinsky dengan parameter $K_p = (153,061)$, $K_i = (1214,769)$ menghasilkan performansi sistem berupa %Mp = 0,024%, $t_r = 0,907$ detik, $t_p = 8,674$ rad/s, dan $t_s = 0,493$ detik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa metode Ziegler Nichols dan metode Shinsky memiliki respon yang berbeda, namun sama – sama memiliki respon yang baik.

Kata-kata kunci: Simulasi, Ammonia Preheater, Ziegler-Nichols,

I. PENDAHULUAN

Pada PT Pupuk Iskandar Muda sistem kendali digunakan pada proses – proses pengolahan dan produksi ammonia. Sistem kendali tersebut digunakan untuk mengendalikan suatu variabel atau parameter agar tetap pada nilai yang ditentukan. Pada pengendalian suhu yang terdapat pada salah satu vessel, yaitu Ammonia Preheater (62-EA-103). Ammonia preheater (62-EA-103) merupakan sebuah vessel pemanas fluida ammonia yang akan dikirim ke bottom reactor, fluida ammonia dengan temperature -30°C masuk ke vessel ammonia preheater melalui bagian luar tube, level condensat dengan temperature 90°C masuk melalui tube yang berfungsi sebagai pemanas fluida ammonia. Pada ammonia preheater (62-EA-103) terdapat TIC (Temperature Indicator Control) yang berfungsi untuk mengetahui dan mengendalikan suhu operasi suatu alat berdasarkan suhu operasi yang di tetapkan, maka temperature pada ammonia preheater akan tetap stabil. [2]

Keluaran temperature ammonia di kontrol dengan temperature transmitter dan Control Valve (62-TV-119). Set point value (SV) pada ammonia preheater 25°C - 85°C , sedangkan pada keadaan stabil adalah 60°C . Apabila pembacaan temperature pada ammonia preheater tidak sesuai dengan set point maka control valve akan bekerja.

Pada penelitian ini akan dilakukan permodelan matematis sistem kendali yaitu pada vessel Ammonia Preheater (62-EA-103) menggunakan metode pengontrolan PI (Proporsional Plus Integral) dengan menggunakan metode Ziegler-Nichols dan Shinsky akan disimulasikan menggunakan software MATLAB.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Pustaka

Hasil simulasi yang dilakukan maka didapatkan parameter untuk tuning pengendalian PI yaitu pada metode Ziegler-Nichols $K_p = 3,757$ dan $K_i = 0.663$ sedangkan pada metode Chien, Hrones and Reswick $K_p = 1,990$ dan $K_i = 0.92$. Dari hasil pengujian performansi system dapat dianalisis bahwa metode perhitungan settingan Ziegler-Nichols dan Chien, Hrones dan Reswick memiliki respon yang berbeda, namun pada penelitiannya metode Ziegler-Nichols memiliki respon yang baik. [4]

Hasil penelitian ini digunakan perhitungan setting menggunakan metode Ziegler-Nichols. sehingga hasil pengujian dan Analisa system pengendalian suhu diperoleh nilai $K_p = 10,106$ dan $K_i = 3.533$ dengan SV (Setpoint Value) sebanyak 49.52°C . Maka respon yang didapat suhu karbamat yang keluar yaitu 54°C . [3]

Penelitian yang dilakukan pada sebuah mini boiler berbentuk tabung dengan panjang 80 cm dan diameter 40 cm. Proses pembakaran menggunakan gas sebagai bahan

kesalahan pembacaan termokopel. Sedangkan variabel outputnya adalah bukaan control valve. Perangkat lunak MATLAB digunakan untuk menguji dan mensimulasikan proses dengan merancang sistem dengan dan tanpa gangguan dalam selang waktu 20 detik. Hasil pengukuran dan simulasi dengan gangguan sebagai berikut

∴, pengendali PI menghasilkan respon terbaik, dengan settling time 17,17 detik, rise time 10-90 % adalah 8,561 detik, kondisi steady state 125 oC adalah 37,72 detik dan tidak steady state kesalahan negara. Sedangkan pengontrol PID lebih baik dari kontroler PI jika tidak ada gangguan pada system. [6]

A. Ammonia Preheater (62- EA-103)

Ammonia Preheater berfungsi memanaskan ammonia dengan steam condensate sebagai media pemanasnya. Urea disintesis dengan mereaksikan NH₃ cair dengan gas CO₂ dari unit ammonia, dan larutan recycle karbamat dari seksi recovery pabrik urea. Larutan sintesa urea dikirim ke seksi purifikasi untuk memisahkan ammonium karbamat dan ammonia berlebih, setelah distripping dengan gas CO₂.

Ammonia cair dipompakan ke dalam Reaktor (62-DC-101) melalui *Ammonia Preheater* (62-EA-103) dengan pompa Centrifugal Ammonia Feed Pump (62-GA-101 A,B). Liquid ammonia yang akan dimasukkan kedalam reactor (62-DC-101) harus dipanaskan oleh low condensate melalui *Ammonia Preheater* (62- EA-103) dengan laju aliran sebesar 30.326 T/h yang dikontrol oleh (FIC-101) [2]. Bentuk fisik dari *ammonia preheater* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gbr 1. Ammonia Preheater (62- EA-103)

B. Control Valve

Pemodelan sistem mini boiler akan digunakan untuk bakar. *Control valve* hanya akan bekerja di dua posisi, yaitu terbuka penuh atau tertutup penuh. *Control Valve* digunakan untuk mengendalikan tekanan, suhu dan level cairan dengan cara mengubah pembukaan atau penutupan dari katup sesuai dengan *set point* yang ditentukan. Pada proses pengendalian suhu pada *Ammonia Preheater* (62- EA-103), control valve yang digunakan adalah *control valve* jenis *globe valve*, *control valve globe valve* berfungsi sebagai actuator yang menjaga suhu ammonia pada *Ammonia Preheater* (62- EA-103) yang akan masuk ke reactor, jika suhu yang terbaca pada temperature transmitter tidak sesuai dengan nilai yang ditetapkan, maka *controller* akan memberikan sinyal perintah kepada *control valve* agar terbuka, sehingga suhu tetap pada nilai yang ditentukan [2]. Bentuk fisik dari *control valve* (62-TV-119) ditunjukkan pada Gambar 2



Gbr 2. Control Valve

B. Temperature Transmitter

Temperature transmitter adalah suatu piranti yang digunakan untuk mengirmkan sinyal yang diterima dari hasil sensing kemudian diteruskan ke Temperature control maupun temperature indicator, tergantung bagaimana peran temperature transmitter tersebut. Transmitter yang digunakan adalah thermocouple type-K. Termokopel (Thermocouple) adalah jenis sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor berbeda yang digabung pada ujungnya sehingga menimbulkan efek “*Thermo-electric*”. Termokopel dengan tipe K memiliki rentang suhu pengukuran mulai dari -200° Celcius, sampai dengan 1250° Celcius. Proses pengukuran tersebut sebenarnya merupakan proses perubahan suatu nilai ke nilai yang lain. Sebagai contoh, perubahan bentuk dari sensor diubah menjadi keluaran electrical seperti tegangan atau arus.

Pada dasarnya, temperature transmitter adalah perangkat yang mengukur temperatur lalu mentransmisikan sinyal output ke sistem kontrol. Alat ini mengambil nilai pengukuran temperatur secara berkelanjutan. Pada vessel 62-EA-103, *Temperature transmitter* yang digunakan adalah jenis termocouple type K dan diberi kode item 62-TIC-119.

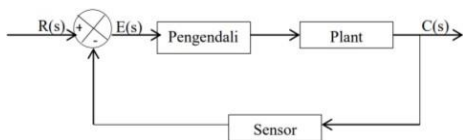
Bentuk fisik dari *temperature transmitter* ditunjukkan pada gambar 3.



Gbr 3. *Temperature Transmitter*

C. Sistem Kendali

Sistem kendali adalah sekumpulan komponen dan rangkaian yang terhubung bersama untuk melakukan suatu fungsi yang bermanfaat. Setiap komponen di dalam sistem mengubah energi dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Komponen-komponen yang terdapat dalam sistem kendali lebih mudah digambarkan dalam bentuk blok diagram. Blok diagram adalah suatu pernyataan grafis yang diajukan untuk menggambarkan sebuah sistem pengaturan. Gambar 4 menunjukkan blok diagram dari sistem kendali.



Gbr 4. Blok Diagram Sistem Kendali

D. Aksi Kontrol Proporsional Plus Integral

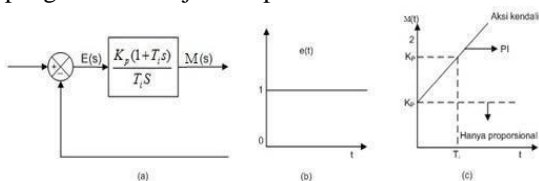
Aksi pengendali Proporsional *Plus* Integral didefinisikan dengan persamaan berikut :

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

Atau fungsi alih kontroler adalah :

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

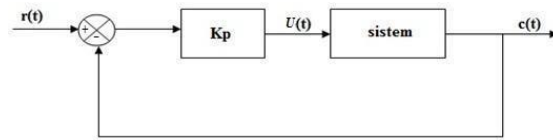
Diagram blok pengendalian proporsional *plus* integral, diagram masukan langkah-unit, dan keluaran pengendali ditunjukkan pada Gambar 5.



Gbr 5. (a) Diagram Blok Pengendali Proporsional *Plus* Integral, (b) Diagram Masukan Langkah-Unit, (c) Keluaran Pengendali

E. Metode Tuning Ziegler-Nichols

Metode penalaan *Ziegler-Nichols* yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Ziegler-Nichols* osilasi. [1] 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 6.



Gbr 6. 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	$\frac{1}{1,3}$ Pcr	0
PID	0,6 Kcr	0,5 Pcr	0,125 Pcr

F. Metode Shinsky

Pada metode *Shinsky* nilai parameter dari pengendali Proporsional (P), Proporsional plus Integral (PI), dan Proporsional, Integral plus Derivative (PID)

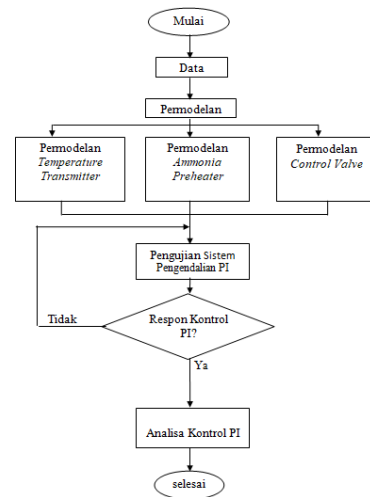
TABEL II
Parameter Pengendali Metode Shinsky

Tipe Pengendali	Kp	Ti	Td
P	$\frac{Kcr}{2}$	-	-
PI	$\frac{Kcr}{2}$	$\frac{Pcr}{2,2}$	-
PID	$\frac{Kcr}{4}$	$\frac{Pcr}{2}$	$\frac{Pcr}{8,3}$

III. PEMODELAN SISTEM

A. Alur Penelitian

Seperti yang ditunjukkan pada gambar 7 yaitu alur penelitian.



Gbr 7. Flow Chart

B. Pemodelan *Ammonia Preheater* (62-EA-103)

Pengendalian tekanan pada *Ammonia Preheater* agar suhu tetap stabil di setting pada 60°C. Bila suhu

tersebut tidak sesuai dengan *set point*, maka akan berdampak negatif pada tangki itu sendiri.

Tahanan aliran melalui suatu penghalang didefinisikan sebagai perubahan beda tinggi muka (beda tinggi muka cairan di dua tangki) yang diperlukan untuk menimbulkan suhu satuan perubahan laju aliran. [5]

Tahanan laju aliran (R) didefinisikan sebagai berikut.

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

Dimana:

R = Laju aliran

C = Kapasitas

q = laju aliran

Tabel III
Data Hasi Observasi

Laju Aliran Masuk	Daya yang dibangkitkan
48,455 T/H = 13,459 kg/s	25%

Fungsi alih pada *ammonia preheater* (62-EA-103) adalah:

$$\frac{qo(s)}{qi(s)} = \frac{1}{0,0128 \times 0,1731s + 1}$$

$$\frac{qo(s)}{qi(s)} = \frac{1}{0,00221s + 1}$$

C. Pemodelan 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 Pheumatic 0-33 Psi.

Secara matematis control valve dapat didekati dengan persamaan orde 1 sebagai berikut:

$$\dot{M}v(s) = \frac{Gcv \times U(s)}{\tau cvS + 1}$$

Sehingga fungsi transfer untuk *control valve* adalah:

$$\dot{M}v(s) = \frac{Gcv \times Us}{\tau cvS + 1}$$

$$\dot{M}v(s) = \frac{0,841 \times 2,06}{0,0185s + 1}$$

$$\dot{M}v(s) = \frac{1,732}{0,0185s + 1}$$

D. Permodelan Temperature Transmitter

Pada sistem pengendalian temperature, transmitter

$$\frac{I(s)}{L(s)} = \frac{Gt}{\tau cs + 1}$$

Dimana :

Gt = Gain Temperature Transmitter (Kg/s)

τc = Time constant transmitter

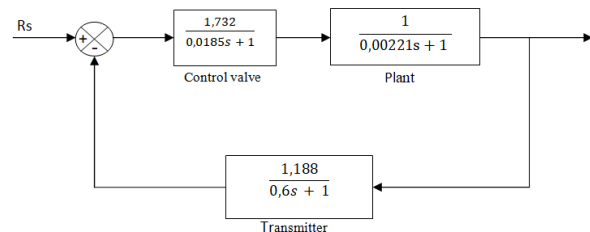
maka fungsi transfer untuk *temperature transmitter* adalah:

$$\frac{I(s)}{L(s)} = \frac{Gt}{\tau cs + 1}$$

$$\frac{I(s)}{L(s)} = \frac{1,188}{0,6s + 1}$$

E. Blok Diagram Sistem

Fungsi transfer dari model-model tersebut akan membentuk sebuah diagram blok pengendalian sistem tekanan gas seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gbr 7. Blok Diagram Tanpa Pengendali PI

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian akan disimulasikan dengan cara mensimulasi pengendalian *temperature* dengan pengendali PI (Proporsional plus Integral) menggunakan metode *Ziegler-Nichols* dan *Shinskey* setelah itu akan disimulasikan dengan pengendali PI (Proporsional plus Integral). Bertujuan untuk melihat hasil dari respon tuning tersebut.

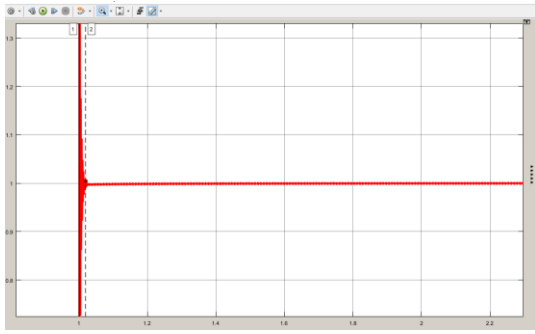
A. Pengujian pengendali PI menggunakan metode

Ziegler- Nichols

Pengujian ini dilakukan dengan mengatur parameter yang digunakan mempunyai nilai span masukan bekerja pada range 0 – 13,459 Kg/cm² dan sinyal keluaran 20 - 4mA.

Fungsi transfer untuk *Temperature Transmitter*

digunakan adalah: Kp dan Ki sesuai dengan perhitungan matematis menggunakan metode *Ziegler-Nichols*, dimana nilai Kp = 137,754 dan Ki = 1497,326.



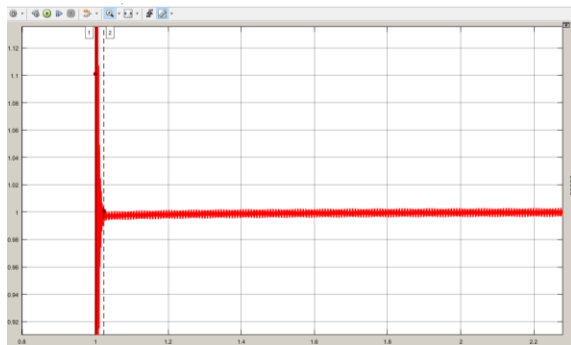
Gbr 8. Respon sitem dengan Menggunakan Metode Ziegler- Nichols

Tanggapan Sistem Kendalinya adalah :

Lewatan maksimum = 0,02% waktu puncak 8,895 detik waktu naik 0,905 detik waktu penetapan 0,479 detik

B. Pengujian pengendali PI menggunakan metode Shinsky

Pengujian ini dilakukan dengan mengatur parameter K_p dan K_i sesuai dengan perhitungan matematis menggunakan metode *Shinsky* dimana nilai $K_p = 153,061$ dan $K_i = 1214,769$.

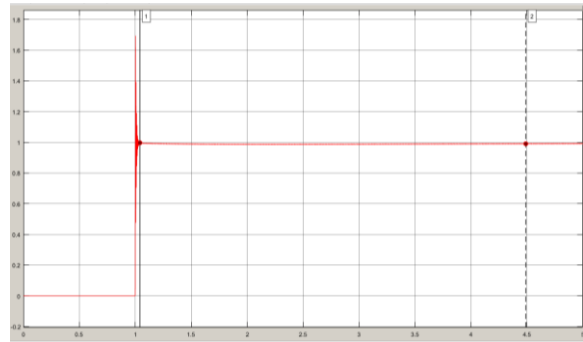


Gbr 9. Respon sistem dengan menggunakan Metode Shinsky

Tanggapan Sistem Kendalinya adalah :

Lewatan aksimum = 0,024% waktu puncak 8,674 detik waktu naik 0,907 detik waktu penetapan 0,493 detik

Respon Pengendali PI di PT Pupuk Iskandar Muda Respon dihasilkan dengan menggunakan pengendalian PI dan menggunakan metode manual *tuning*, dimana $K_p = 100$, dan $K_i = 20$. Respon yang dihasilkan stabil, dimana *process variabel* (PV) tidak melebihi *setting variabel* (SV). Hasilrespon pengendalian di PT Pupuk Iskandar Muda seperti Gambar 10. Hasil respon pengendalian pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.



Gbr 10. Respon Sistem Berdasarkan Simulasi Matlab

Tabel IV
Hasil Responden Pengendalian

No	Hasil Performansi Sistem	Metode		PT. PIM
		Zeigler-Nichols	Shinsky	
1	Parameter PI	$K_p = 137,754$ $K_i = 1497,326$	$K_p = 153,061$ $K_i = 1214,769$	$K_p = 100$ $K_i = 20$
2	Maximum Overshoot (%)	0,02%	0,024%	0,042%
3	Rise Time (s)	0,905	0,907	3,264
4	Peak Time (s)	8,895	8,674	0,925
5	Settling Time (Rad/s)	0,479	0,493	6,622

Pengendalian suhu pada *ammonia preheater* di PT Pupuk Iskandar Muda dimana $K_p = 100$, $K_i = 20$ menghasilkan respon yang stabil, nilai parameter K_p dan K_i tersebut didapatkan berdasarkan sistem kerja alat. Nilai parameter tersebut disimulasikan menggunakan alat bantu software MATLAB pada pengendali PI menghasilkan sistem stabil, dimana lewatan maksimum (Maximum Overshoot) yang terjadi sebesar 0,042% pada waktu puncak (Peak Time) 0,925 detik dan waktu naik (Rise Time) 3,264 detik serta waktu penetapan (Settling Time) 6,622 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 0,02% pada waktu puncak (Peak Time) 8,895 detik dan waktu naik (Rise Time) 0,905 detik serta waktu penetapan (Settling Time) 0,479 detik.

Pada pegujian pengendalian PI menggunakan metode perhitungan setting *Shinsky*, menghasilkan respon sistem yang stabil dengan performasi berupa lewatan maksimum (Maximum Overshoot) yang terjadi sebesar 0,024%, pada waktu puncak (Peak Time) 8,674 rad/s dan waktu naik (rise time) 0,907 detik serta waktu penetapan (Settling Time) 0,493 detik.

V. KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengujian dan analisa, maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Dari hasil simulasi, diperoleh hasil pengendali PI menggunakan metode *Zeigler-Nichols* menghasilkan sistem yang stabil dimana menghasilkan lewatan maksimum (*maximum overshoot*) %Mp = 0,02%, *Rise Time* sebesar (tr) = 0,905 detik, waktu puncak (tp) = 8,895 detik dan waktu penetapan (ts) = 0,479 detik.
2. Untuk metode *Shinskey* respon sistem yang dihasilkan maximum overshoot sebesar 0,024%, pada Peak Time (tp) = 8,674 rad/s dan rise time (tr)= 0,907 detik serta Setting Time (ts) = 0,493 detik.
3. Dengan metode ini menghasilkan sistem yang stabil, dimana menghasikan nilai yang baik dan respon yang cepat stabil.
4. Dari hasil pengujian dan analisis performansi sistem dapat dilihat bahwa metode perhitungan *setting Ziegler-Nichols* dan *shinskey* untuk pengendali PI (proporsional plus Integral) merupakan sistem ideal bagi parameter pengendali suhu untuk *Ammonia Preheater* (62-EA-103) karena memiliki respon yang stabil.

- [5]. Ogata, Katsuhiko. 1997. *Teknik Kontrol Automatic Jilid 1 Edisi Kedua*. Terjemahan Edi Laksono. Jakarta : Erlangga
- [6]. Bhakti Yudho S, dkk. 2013. “*Aplikasi Perbandingan Pengendali P, PI, Dan PID Pada Proses Pengendalian Suhu Dalam Sistem Mini Boiler*”, Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.

REFERENSI

- [1]. Kamal, Muhammad. 2010.”**Dasar Sistem Kendali**” (Modul Ajar Program Studi Teknologi Rekayasa Instrumentasi dan Control Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe)
- [2]. Muhammad, Fadli, dkk. 2018. *Standart Operating Procedures Pabrik, Urea-2*, PT Pupuk Iskandar Muda.
- [3]. Izzati. 2016. “*Studi Pengendalian Suhu Karbamat Pada Vessel E-62-DA-401 Menggunakan Dcs Centum 3000CS*”, (Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi Instrumentasi dan Otomasi Industri Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe).
- [4]. Icut Siti Rahmah. 2018. “*Studi Pengendalian Suhu Resistansi Temperature Detektor PT100 Pada Reaktor Resin A 203 Tank Di PT. Aica Mugi Indonesia Kota Langsa*”, (Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi Teknologi Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol, Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe).