

STUDI PENGENDALIAN TEKANAN PADA *COOLER AIR SEPARATION* PLANT DI PT PUPUK ISKANDAR MUDA

Taufiq Alwi¹, Aidi Finawan², Arsy Febrina Dewi³

^{1,2,3} Prodi Teknologi Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol
Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe
Email: talwi559@gmail.com¹, aidifinawan@pnl.ac.id², arsyferinadewi@pnl.ac.id³

ABSTRAK

Pengontrolan tekanan pada *Cooler* menggunakan *controller* PI (proposional plus Integral) sehingga tekanan pada *Cooler* tetap stabil pada PT pupuk Iskandar muda bahwa dengan menggunakan metode tyreus leubin memiliki respon yang stabil dengan overshoot lebih rendah di bandingkan metode zigler nichol, dapat kita ketahui bahwa respon metode tyreus leubin menghasilkan respon dengan keadaan overshoot sebesar 0,013 % dimana nilai tersebut hamper mendekati 0% dengan pike time sebesar 1,229 rad/s dan time respon 2,080 detik ,hal tersebut dapat dikatakan stabil dengan control pi menghasilkan step respon yang bagus karena overshoot mendekati 0% sedangkan error system 0% hal tersebut harus dijaga dalam pengendalian tekanan dengan bukaan control valve yang pass sehingga tidak di perdapatkan nilai error pada system tersebut, pada metode tyreus leubin respon yang terdapat sedikit overshoot sebesar 0,013 % dimana presentasi ini dapat dikatakan sangat mendekati 0 hal tersebut terjadi karena nilai kp yang tidak terlalu besar di bandigkan zigler Nichols ,pada control pi memiliki tanggapan dan fungsi dalam menanggapi error study state, rise time yang cepat dengan 2 second dan overhoot yang lumayan rendah diantaranya sebesar 1,2% dan 0,013 % dengan settling time sebesar 3 second hal ini telah di uji pada plant cooler dengan menggunakan Simulink pada matlab.

Kata Kunci: control pi, cooler,metode zigler Nichols, metode teurus leubin.

I. PENDAHULUAN

Suatu pabrik yang mengolah pupuk tidak lepas dari bantuan unit penunjang agar suatu pabrik tersebut dapat berjalan maksimal. Sama halnya dengan PT. Pupuk Iskandar Muda. Unit penunjang di PT. Pupuk Iskandar Muda adalah Utilities Plant yang sangat berperan dalam proses pemurnian dan pencairan gas.

Pada Utilitis Plant dapat memproduksi *Nitrogen* yang disuplai untuk kebutuhan unit proses. Unit Pemisah Udara (*Air Separation Plant*) di sebut juga *PSA generator nitrogen* Pabrik *Utility 2*, merupakan unit penghasil *Nitrogen* gas. *Nitrogen* (N_2) yang digunakan oleh PT. Pupuk Iskandar Muda

Sebelum mengasorbasi nitrogen, udara kompresi harus bersih dan kering sebelum memasuki generator nitrogen, karena hal ini akan berpengaruh positif pada kualitas nitrogen dan juga mencegah tabung *Carboon Molecular Sieve* mengalami kerusakan akibat kelembapan. Selain itu suhu dan tekanan harus dikontrol antara 10 dan 25 derajat C. Cooler atau disebut juga Shell and tube heat exchanger (STHE) adalah suatu unit yang memungkinkan perpindahan suhu dan bisa berfungsi sebagai pemanas maupun sebagai pendingin. Biasanya, medium pemanas dipakai uap lewat panas (superheated steam) dan air biasa dari water treatment plant sebagai air pendingin (cooling water). Shell and tube heat exchanger dibuat dengan beberapa tube dalam bentuk parallel atau seri dimana satu fluida mengalir dan tertutup dalam shell sedangkan fluida yang lain dialirkan (Kern, 1950). Pipa – pipa tube didesain berada didalam sebuah ruang berbentuk silinder yang disebut dengan shell. Pinggiran shell dipasang baffle untuk menaikan kecepatan dan efisiensi aliran lebih besar pada bagian luar tube. Bagian tube lebih baik untuk fluida yang tekanan dan

temperature yang lebih tinggi atau fluida yang lebih korosif.

Pengontrolan tekanan pada *Cooler* menggunakan *controller* PI (proposional plus Integral) sehingga tekanan pada *Cooler* tetap stabil. Penalaan parameter kontroler PI selalu didasari atas tinjauan karakteristik yang diatur pada *Cooler* sehingga perilaku *Air Pressure* harus diketahui terlebih dahulu sebelum parameter PI dilakukan. Setting parameter untuk *Air Pressure* pada PT. Pupuk Iskandar Muda adalah parameter PI hal ini dikarenakan parameter PI lebih efektif untuk menstabilkan kembali saat terjadinya lonjakan (overshoot).

Pada penelitian ini dilakukan permodelan matematis system kendali yaitu *Air Pressure*, *pressure transmitter*, dan *control valve*. Pengendalian tekanan pada *High Pressure Air* menggunakan metode pengontrolan PI dengan perbandingan Metode *Ziegler-Nichols* Metode *Tyruus luyben* dan akan disimulasikan menggunakan software Matlab.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Pressure Swing Adsorbition (PSA) merupakan salah satu teknologi yang digunakan untuk memisahkan beberapa jenis gas dari campuran gas sesuai dengan jenis karakteristik molekuler dan afinitasnya dari bahan adsorben .Bahan adsorpsi khusus seperti karbon, digunakan sebagai sieve molekuler sehingga memudahkan penyerapan gas utama pada tekanan tinggi. Proses selanjutnya adalah proses swing, yaitu proses perubahan dari tekanan tinggi ke tekanan rendah untuk mendesorp atau melepas senyawa yang terserap oleh bahan adsorben. Sebelum mengasorbasi nitrogen, udara

Taufiq Alwi:Studi Pengendalian Tekanan Pada...

kompresi harus bersih dan kering sebelum memasuki generator nitrogen, karena hal ini akan berpengaruh positif pada kualitas nitrogen dan juga mencegah tabung CMS mengalami kerusakan akibat kelembapan. Selain itu suhu dan tekanan harus dikontrol antara 10 dan 25 derajat C, sembari tetap mempertahankan tekanan.[3]

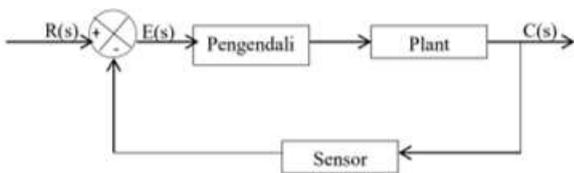
A. Cooler

Cooler atau disebut juga Shell and tube heat exchanger (STHE) adalah suatu unit yang memungkinkan perpindahan suhu dan bisa berfungsi sebagai pemanas maupun sebagai pendingin. Biasanya, medium pemanas dipakai uap lewat panas (superheated steam) dan air biasa dari water treatman plant sebagai air pendingin (cooling water). Shell and tube heat exchanger dibuat dengan beberapa tube dalam bentuk parallel atau seri dimana satu fluida mengalir dan tertutup dalam shell sedangkan fluida yang lain dialirkan (Kern, 1950). Pipa – pipa tube didesain berada didalam sebuah ruang berbentuk silinder yang disebut dengan shell. Pinggiran shell dipasang baffle untuk menaikan kecepatan dan efisiensi aliran lebih besar pada bagian luar tube. Bagian tube lebih baik untuk fluida yang tekanan dan temperature yang lebih tinggi atau fluida yang lebih korosif. Penukar dingin dirancang sebisa mungkin agar perpindahan dingin antar fluida dapat berlangsung secara efisien. Pertukaran dingin terjadi karena adanya kontak, baik antara fluida terdapat dinding yang memisahkannya maupun keduanya bercampur langsung begitu saja. [1]

B. Control Valve

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.berikut Gambar 1 menunjukkan blok diagram dari sistem kendali. [4]



Gbr 1. Blok Diagram Sistem Kendali

D. Fungsi Alih Loop Tertentu

Fungsi alih adalah hubungan matematik antara output dan input suatu komponen sistem kendali. Secara khusus, fungsi alih didefinisikan sebagai perbandingan antara output dan input yang dinyatakan sebagai berikut. [4]

$$\text{Fungsi Alih} = \frac{\text{output}}{\text{input}}$$

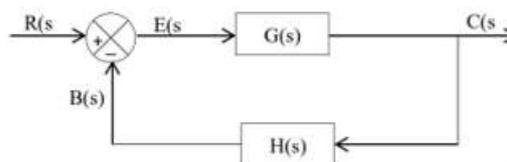
Control valve adalah jenis final control element yang paling umum dipakai untuk sistem pengendalian proses, Sehingga orang cenderung mengartikan final control element sebagai control valve. Control valve hanya akan bekerja di dua posisi, yaitu terbuka penuh atau tertutup penuh. Control Valve digunakan untuk mengendalikan tekanan, suhu dan level cairan dengan cara mengubah pembukaan atau penutupan dari katup sesuai dengan set point yang ditentukan.

Pada loop tertutup, control valve merupakan sebuah elemen penggerak akhir (*final element*). Elemen penggerak akhir ini dapat dimanipulasi oleh *controller* sesuai dengan kesalahan error dari keluaran plant yang terbaca.

Pada proses pengendalian tekanan di *Cooler*, control valve yang digunakan adalah *air to close* jenis *gate valve*. *Control valve air to close* (ATC) berfungsi sebagai *actuator* yang menjaga tekanan pada *high pressure air*. Jika tekanan yang terbaca pada pressure transmitter tidak sesuai dengan nilai yang telah ditetapkan, maka *controller* akan memberikan sinyal perintah kepada *control valve* agar tertutup, sehingga tekanan tetap pada nilai yang ditentukan. [2]

C. Sistem Kendali

Sistem kendali adalah sekumpulan komponen dan rangkaian yang terhubung bersama untuk melakukan suatu fungsi yang bermnfaat. Setiap komponen di dalam setiap komponen di dalam sistem mengubah energi dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Komponen-komponen



Gbr 2. Fungsi Alih Loop Tertutup

Persamaan Fungsi Alih sebagai berikut :

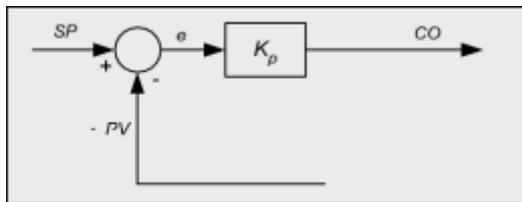
$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{G(s)}{1+G(s)H(s)}$$

E. Struktur Pengendali PI

Dalam dunia sistem kendali terdapat 5 jenis pengendali otomatis yang umumnya digunakan dalam dunia industri modern, tetapi dalam tugas akhir sistem kendali yang digunakan adalah pengendali proposional plus integral (PI). Pengendalian ini adalah gabungan antara pengendalian proposional dan integral yang berfungsi untuk memperbaiki respon ouput terhadap error.

F. Pengendalian Proporsional

Kontrol Proporsional secara praktis dapat diperoleh dengan cara mensetting nilai T_i dan T_d berturut-turut sama dengan nilai tak hingga dan nol. Sehingga dengan demikian, antara output kontrol dengan error penggerak pada aksi kontrol proporsional. Berikut adalah blok kontrol proporsional. [4]



Gbr 3. Blok Control Proporsional

G. Pengendalian Proporsional Plus Integral (PI)

Aksi pengendali proporsional plus integral didefinisikan dengan persamaan berikut :

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t) dt$$

Dengan mensubstitusikan nilai $K_i = \frac{K_p}{T_i}$ maka,

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

Atau fungsi alih pengendali ini adalah :

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

Dimana :

K_p : konstanta proporsional (adjustable)

$\frac{1}{T_i}$: berapa kali bagian proporsional dari aksi pengontrolan diulangi dalam waktu 1 menit

H. Tuning Pengendalian PI

Jika model matematis sistem dapat diturunkan atau dijabarkan, maka memungkinkan berbagai teknik rancangan untuk menentukan parameter sistem kendali yang akan memenuhi spesifikasi transien dan keadaan lunak sistem loop tertutup. Akan tetapi, jika sistem begitu rumit sehingga model matematisnya tidak dapat diperoleh secara mudah, maka pendekatan analisis terhadap perancangan sistem kendali PID tidak mungkin. Maka harus mengusahakan eksperimental terhadap perancangan sistem kendali PID.

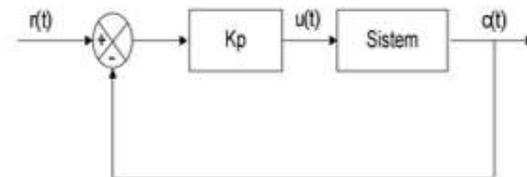
Proses pemilihan parameter-parameter sistem kendali agar menghasilkan spesifikasi performansi disebut penalaan sistem kendali (tuning pengendali). Permasalahan terbesar pada saat merancang sebuah sistem pengendali PID (Proporsional, Integral dan Derivative) adalah kesulitan saat menentukan nilai parameter K_p , T_i , dan T_d dalam mendapatkan performansi output yang baik. Oleh karena itu digunakan sebuah metode penalaan (tuning) untuk membantu

perancangan dalam menyelesaikan permasalahan *setting* parameter.

Pada penelitian ini, metode penalaan (tuning) PID yang digunakan adalah metode *Zeigler-Nichlos* dengan jenis pengendali Proporsional Plus integral (PI). [4]

I. Metode Tuning Zeigler-Nichols

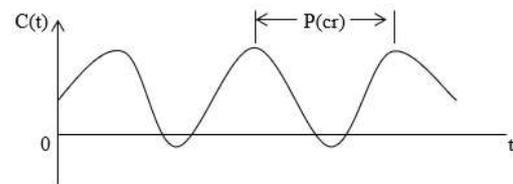
Metode penalaan *Zeigler-Nichlos* yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Zeigler-Nichlos* osilasi. Metode ini dilakukan dengan cara eksperimen dengan memberikan pengendali proporsional yang disusun secara seri terhadap plant pada suatu sistem loop tertutup seperti yang ditunjukkan pada gambar 4. [4]



Gbr 4. Loop Tertentu

Metode ini berguna untuk sistem yang mempunyai step respon berosilasi terus menerus dengan teratur. Dengan kata lain, sistem berintegrator ($\frac{1}{s}$). Nilai penguatan proporsional pada saat sistem mencapai kondisi beramplitudo tetap *sustain oscillation* disebut penguatan kritis (K_{cr}) yang bernilai sama dengan K_p .

Sedangkan periode dari *sustain oscillation* disebut periode kritis (P_{cr}) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gbr 5. Kurva Respon Osilasi

TABEL I
Penentuan Parameter Pengendali Menggunakan Metode Osilasi

Tipe pengendali	K_p	T_i	T_d
P	0,5 K_{cr}	∞	0
PI	0,45 K_{cr}	$\frac{1}{1,3} P_{cr}$	0
PID	0,6 K_{cr}	0,5 P_{cr}	0,125 P_{cr}

J. Metode *Tyreus Luyben*

Pada metode *Tyreus Luyben* nilai parameter dari pengendalian (P), Proporsional plus Integral (PI), dan Proporsional plus integral plus derivatif (PID) dapat ditentukan berdasarkan Tabel 2.

TABEL II
Penentuan Parameter Pengendali Menggunakan Metode Tyreus Luyben

Type Pengendali	Kp	Ti	Td
PI	$\frac{Ku}{3,2}$	2,2pu	0
PID	$\frac{Ku}{2,2}$	2,2pu	$\frac{Pu}{6,3}$

K. Analisa Kestabilan

Sistem dikatakan tidak stabil bila responnya terhadap suatu masukan menghasilkan osilasi yang keras atau bergetar pada suatu amplitudo atau harga tertentu. Sebaliknya suatu sistem disebut stabil jika sistem tersebut akan tetap dalam keadaan diam itu berhenti kecuali jika dirangsang oleh suatu fungsi masukan dan akan kembali dalam keadaan diam jika rangsangan tersebut dihilangkan.

Ketidakstabilan merupakan suatu keadaan yang tidak menguntungkan bagi suatu sistem loop tertutup. Salah satu cara untuk menentukan kestabilan suatu sistem adalah dengan menggunakan Kriteria Routh. [4]

L. Kriteria Routh

Kriteria ini merupakan metode aljabar untuk menentukan kestabilan dalam wawasan S. Cara ini menunjukkan adanya akar – akar yang tidak stabil beserta jumlahnya, tetapi tidak menentukan nilai atau kemungkinan cara untuk mencegah kestabilan. Bentuk umum dari persamaan karakteristik adalah:

$$Q_n(S) = a_n S^n + a_{n-1} S^{n-1} \dots \dots \dots + a_1 S + a_0 = 0$$

Dimana :

$$b_1 = \frac{a_{n-1} \times a_{n-2} - a_n \times a_{n-3}}{a_{n-1}}$$

$$b_2 = \frac{a_{n-1} \times a_{n-4} - a_n \times a_{n-5}}{a_{n-1}}$$

$$b_3 = \frac{a_{n-1} \times a_{n-6} - a_n \times a_{n-7}}{a_{n-1}}$$

$$c_1 = \frac{b_1 \times a_{n-3} - a_{n-1} \times b_2}{b_1}$$

$$c_2 = \frac{b_1 \times a_{n-5} - a_{n-1} \times b_3}{b_1}$$

M. Tanggapan Sistem Kendali

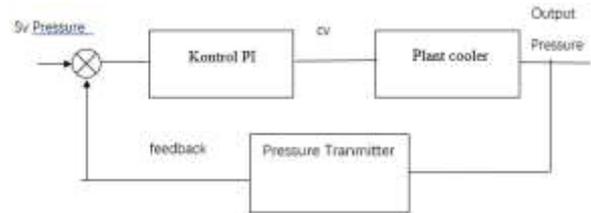
Respon transien sistem kontrol praktis sering menunjukkan osilasi teredam sebelum mencapai keadaan tunak. Dalam menentukan karakteristik respon transient sistem kontrol terhadap masukan tangga satuan, biasanya dicari parameter berikut:

- a. Waktu tunda (*delay time*) td,
- b. Waktu naik (*rise time*) tr,
- c. Waktu puncak (*peak time*) tp,
- d. Lewatan maksimum (*maximum overshoot*) mp,
- e. Waktu penetapan (*settling time*) ts.

III. METODOLOGI

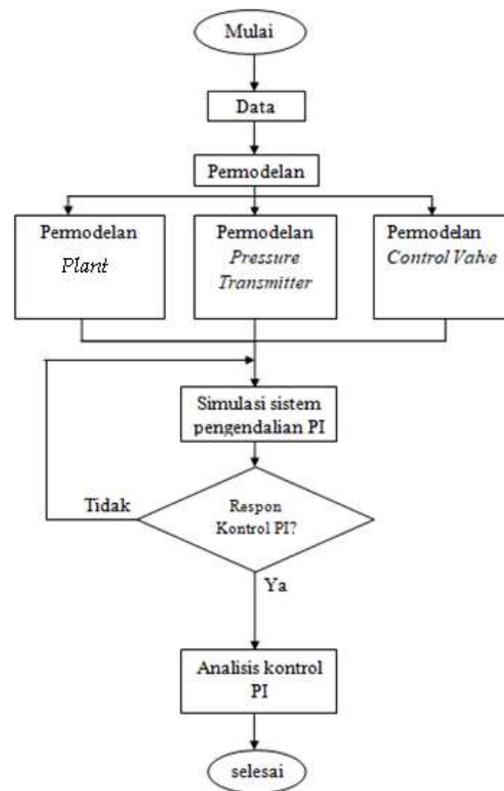
A. Blok Diagram

Pada penelitian tekanan tube terhadap cooler,di butuhkan system pengendalian pada tekanan dalam tube dengan set poin normal 13,5 kg,set point tersebut harus di jaga dengan stabil sehingga akan berkerja dalam keadaan normal, dalam membuat system control di butuhkan diagram blok untuk system kendali loop tertutup ,dimana sebuah system akan berkerja dengan system feedback secara continue.



Gbr 6. Blok Diagram

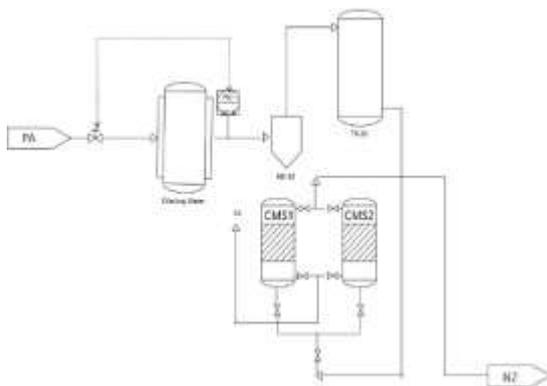
B. Flowchart



Gbr 7. Flowchart

- Data, data yang diambil dapat berupa data sheet, gambar plant, data spesifikasi dan lain-lain.
- Pemodelan *Cooler*, untuk mengetahui bagaimana nilai dari fungsi alih atau set pointnya.
- Pemodelan *Pressure Transmitter*, untuk mengetahui nilai dari gain pressure transmitter dan fungsi transfernya.

- Permodelan *Control Valve*, untuk mengetahui fungsi transfernya atau nilai dari manipulated variabelnya.
- Simulasi sistem pengendalian PI, untuk mengetahui nilai dari tuning pengendali PI
- Simulasi matlab, untuk melihat bagaimana grafik keluaran setelah dimasukkan nilai yang di dapat dari pengendalian PI, apakah sesuai?, jika ya maka akan dilanjutkan ke tahap selanjutnya, jika tidak maka akan kembali dilakukan sistem pengendalian PI.
- Analisis Kontrol PI, untuk melihat hasil respon dari pengendalian pada penelitian ini.



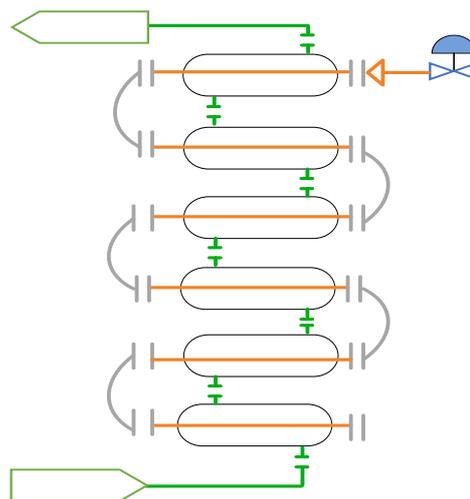
Gbr 8. Sistem Air Separation

C. Prinsip Kerja Plant Cooler

Cooler atau disebut juga Shell and tube heat exchanger (STHE) adalah suatu unit yang memungkinkan perpindahan suhu dan bisa berfungsi sebagai pemanas maupun sebagai pendingin. Biasanya, medium pemanas dipakai uap lewat panas (superheated steam) dan air biasa dari water treatment plant sebagai air pendingin (cooling water). Shell and tube heat exchanger dibuat dengan beberapa tube dalam bentuk parallel atau seri dimana satu fluida mengalir dan tertutup dalam shell sedangkan fluida yang lain dialirkan (Kern, 1950). Pipa – pipa tube didesain berada didalam sebuah ruang berbentuk silinder yang disebut dengan shell. Pinggiran shell dipasang baffle untuk menaikkan kecepatan dan efisiensi aliran lebih besar pada bagian luar tube. Bagian tube lebih baik untuk fluida yang tekanan dan temperature yang lebih tinggi atau fluida yang lebih korosif. Penukar dingin dirancang sebisa mungkin agar perpindahan dingin antar fluida dapat berlangsung secara efisien. Pertukaran dingin terjadi karena adanya kontak, baik antara fluida terdapat dinding yang memisahkannya maupun keduanya bercampur langsung begitu saja.

Tekanan yang terjadi pada *Cooler* dihasilkan oleh *plant air compressor*, semakin banyak udara yang masuk maka semakin tinggi pula tekanan yang dihasilkan. Ketika tekanan yang dihasilkan pada pembacaan *pressure transmitter* tidak sesuai dengan ketetapan set poin yang telah ditentukan, maka valve akan menerima sinyal perintah dari *controller* agar valve terbuka sehingga tekanan kembali stabil sesuai dengan set poin

yang telah ditetapkan. Gambar 9 menunjukkan perancangan *Tube Plant Cooler*.



Gbr 9. Tube pada Plant Cooler

D. Permodelan Tube Pada Cooler

Pengendalian tekanan pada cooling water harus dijaga kestabilannya sesuai dengan nilai yang telah ditentukan. Untuk memodelkan cooling water digunakan Hukum keseimbangan massa. Hukum ini menyatakan bahwa, “jumlah massa yang masuk kedalam sistem sebanding dengan jumlah massa yang keluar dari sistem serta massa yang terakumulasi dalam sistem itu sendiri”. Masukan untuk cooling water adalah udara bertekanan dari keluaran compressor dan keluaran dari proses adalah udara dingin yang bertekanan. Adapun output dari cooling akan masuk ke air separation plant. Dengan menggunakan Hukum keseimbangan massa, model matematika dari shell dan tube cooling water dapat dimodelkan sebagai berikut :

$$\text{Akumulasi volume dalam cooling water} = \text{udara bertekanan}$$

Karena laju perubahan massa dalam tangki dibagi menjadi 1 fase yaitu udara bertekanan, maka persamaannya menjadi:

$$\rho l \frac{dvl}{dt} = m_1 - m_v$$

Keterangan:

- $\rho l \frac{dvl}{dt}$ = Laju perubahan massa udara
- m_1 = Laju massa udara bertekanan yang masuk
- m_v = Laju massa udara bertekanan yang keluar
- ρl = Massa jenis udara bertekanan

Untuk fungsi udara dalam tube cooling water dapat dicari menggunakan hubungan volume pada tube dengan udara yang masuk pada tube. Dikarenakan tube cooling water berbentuk horizontal maka luas area untuk setiap

panjang tubenya sama. Maka hubungan antara volume dan panjang tube adalah:

$$\text{Control } \frac{dV_1}{dt} = A \frac{dh}{dt}$$

Keterangan :

V_1 = Volume udara yang masuk

A = Luas area tube

h = Panjang tube

E. Pemodelan Valve

Control valve yang akan digunakan berupa *diaphragma control valve dengan jenis globe valve*. 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* 3-15 psi. Model matematis control valve dapat didekati dengan persamaan orde 1 sebagai berikut:

$$Mv(s) = \frac{Gcv \times Us}{\tau cv s + 1}$$

Dimana :

$Mv(s)$ = Manipulated variable (kg/s)

$U(s)$ = sinyal masukan ke control valve (Psi/mA)

Gcv = gain control valve (kg/s mA)

τcv = Time constan control valve (s)

Untuk menghitung gain control valve (Gcv) dengan menggunakan persamaan :

$$Gcv = \frac{\text{span output}}{\text{span input}}$$

F. Pemodelan Transmitter

Pressure yang diukur oleh transmitter adalah udara yang bertekanan yang masuk pada tube keluaran dari compressor harus di jaga tekanan tetap dengan nilai 13,5 kg/cm². Sensor yang akan digunakan jenis differensial pressure transmitter yang mentransmisikan sinyal sebesar 4-20 mA. pressure transmitter yang digunakan mempunyai nilai span masukan 13,5 kg/cm² dan time constan sebesar 0,2 detik. Untuk memperoleh gain dari transmitter menggunakan persamaan :

- Tekanan masukan = 13,5 kg/cm²
- Output elektrik = 4 – 20 Ma

G. Diagram Blok Pengendali P (Proporsional)

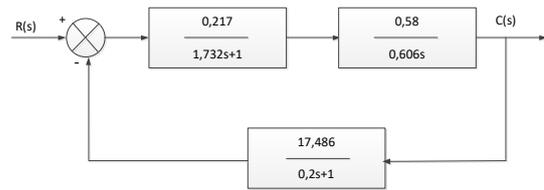
Fungsi alih dari control valve dan plant dapat disederhanakan seperti berikut:

$$G(s) = \frac{1}{13674,15 s} \times \frac{0,63}{0,115 s + 1}$$

$$G(s) = \frac{0,63}{(0,115 s + 1) (13.674,15 s)}$$

$$G(s) = \frac{0,63}{1572,5 s^2 + 13674,15 s}$$

Sehingga penyederhanaan diagram blok tanpa pengendali P sebagai berikut:



Gbr 10. Diagram Blok Penyederhanaan

H. Tuning Pengendali P

Tuning (penalaan) pengendali dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode. Pada tugas akhir ini, tuning (penalaan) pengendali P (Proporsional) dilakukan dengan perhitungan setting menggunakan 3 metode yaitu Ziegler-Nichols dan Tyreus-Luyben.

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{0,126 Kps + 0,63 Kp}{314,5 s^3 + 4307,3 s^2 + 13674,15 s + 0,74 kp}$$

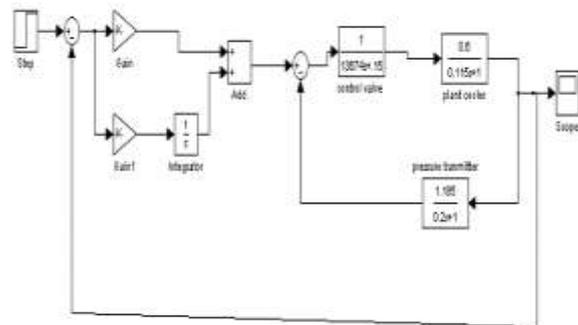
Untuk menganalisa kestabilan sistem, maka digunakan metode kriteria routh agar dapat mengamati letak akar-akar dari karakteristik sistem. Deret Routh dari persamaan karakteristik diatas adalah sebagai berikut:

Persamaan karakteristik:

$$314,5 s^3 + 4307,3 s^2 + 13674,15 s + 0,74 kp = 0$$

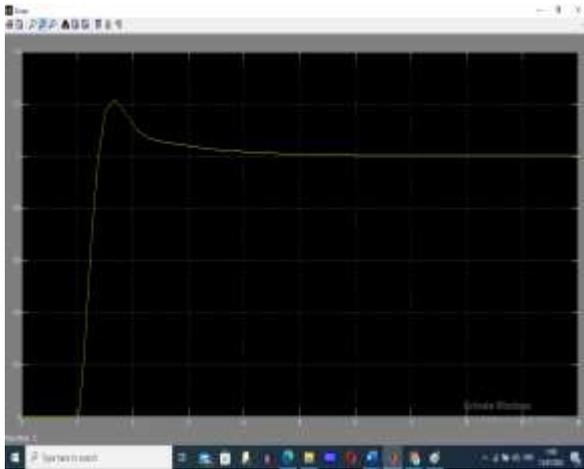
I. Perancangan Simulasi Software Menggunakan Simulink Pada Matlab

Pada perancangan simulasi software matlab dapat kita lihat bahwa beberapa model terdapat pada Simulink, diantaranya adalah terdiri dari gain untuk control Kp, dan integrator sebagai control Ki, pada control tersebut kita masukkan nilai yang telah kita tentukan, kemudian kita akan melihat step respon pada gambar tersebut, pada gambar tersebut dapat kita lihat bagaimana respon system kendali pada plant cooler.



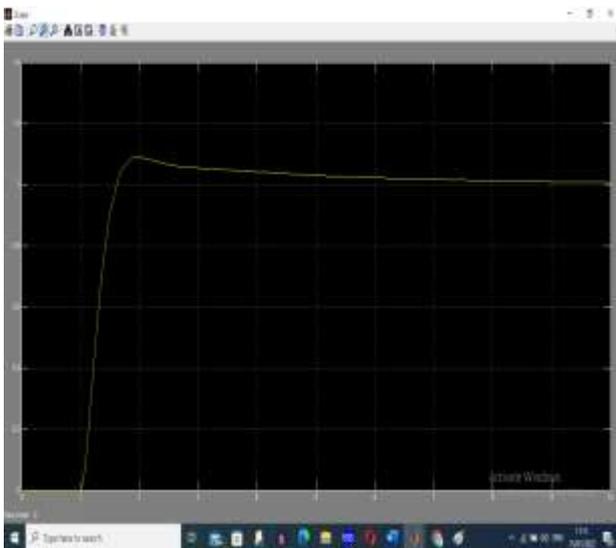
Gbr 11. Model System Control Kp Pada Menggunakan Simulink Matlab

Gambar 12 merupakan Respon System Control Pi Menggunakan Metode Zigler Nichols Pada Simulink Matlab dengan Kp =113884,2 dan Ki = 87603,2



Gbr 12. Respon kontrol Pi Menggunakan Zigler Nichols

Respon System Control Pi Menggunakan Metode tyerus leubin Pada Simulink Matlab dengan $K_p = 79086,31$ dan $K_i = 21317,06$, dapat dilihat pada gambar 13 berikut.



Gbr 13. Respon Control Pi Menggunakan Metode Tyerus Leubin

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Perbandingan Respon Kendali Pi Antara Metode Zigler Nichol Dengan Tyerus Leubin

Pada perbandingan Analisa antara metode zigler nichol dengan metode teurus leubin pada pengujian bahwa metode tyerus leubin lebih bagus respon ya di bandingkan metode zigler Nichols, pada metode tyerus leubin respon yan terdapat sedikit overshoot sebesar 0,013 % dimana presentasi ini dapat dikatakan sangat mendekati 0 hal tersebut terjadi karena nilai k_p yang tidak terlalu besar di bandigkan zigler Nichols ,pada control pi memiliki tanggapan dan fungsi dalam

menangapi error study state, rise time yang cepat dengan 2 second dan overhoot yang lumayan rendah diantaranya sebesar 1,2% dan 0,013 % dengan settling time sebesar 3 second hal ini telah di uji pada plant cooler dengan menggunakan Simulink pada matlab, oleh karena itu respon pi sangat cocok menggunakan metode tyerus leubin lebih cocok di bandingkan zigler Nichols hal ini dapat di buktikan dalam pengujian ini.

B. Analisa Respon System Control Pi Mengunkan Metode tyerus leubin Pada Simulink Matlab dengan $K_p = 79086,31$ dan $K_i = 21317,06$

Metode tyerus leubin memiliki respon yang stabil dengan overshoot lebih rendah di bandingkan metode zigler nichol, dapat kita ketahui bahwa respon metode tyerus leubin menghasilkan respon dengan keadaan overshoot sebesar 0,013 % dimana nilai tersebut hamper mendekati 0% dengan pike time sebesar 1,229 rad/s dan time respon 2,080 detik ,hal tersebut dapat dikatakan stabil dengan control pi menghasilkan step respon yang bagus karena overshoot mendekati 0% sedangkan error system 0% hal tersebut harus dijaga dalam pengendalian tekanan dengan bukaan control valve yang pass sehingga tidak di perdatapkan nilai error pada system tersebut.

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan Analisa diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Dari respon system kendali PI menghasilkan respon stabil dengan nilai $K_p = 113884,2$ dan $K_i = 87603,2$ menggunakan metode zigler Nichols dan memiliki overshoot sebesar 1,2 %.
2. Dari hasil simulasi, diperoleh hasil pengendali PI menggunakan metode *Zeigler-Nichols* menghasilkan sistem yang baik dimana terjadinya lewatan maksimum yang stabil (*maximum overshoot*) % $M_p = 1,3\%$, *Rise Time* sebesar (tr) = 1,976detik, waktu puncak (tp) = 1,294 detik dan waktu penetapan (ts) = 5,689 detik.
3. Respon metode tyerus leubin menghasilkan respon dengan keadaan overshoot sebesar 0,013 %, dengan pike time sebesar 1,229 rad/s dan time respon 2,080 detik ,hal tersebut dapat dikatakan stabil.
4. Dengan menggunakan metode tyerus leubin memiliki respon yang stabil dengan overshoot lebih rendah di bandingkan metode zigler nichol.

REFERENSI

- [1] Ayu, Fatikha Sari. 2019 **“Shell And Tube Exchanger Design Pada Heater Dengan Pemanas Steam Pada Ethanolamine Plant”** Program Studi Kimia Jurusan Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang
- [2] Atika, Levyana Nur. 2017 **“Studi Pengendalian Tekanan Gas Pada Ammonia Storage Tank (64-FB-2001) Di PT Pupuk Iskandar Muda ”** Program Studi Instrumentasi dan Otomasi Industri Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- [3] Patria, Lety Trisnaliani. **“Produksi Gas Nitrogen Dengan Metode Pressure Swing Adsorption Menggunakan Carbon Molukular Sieve Sebagai Penyerap Oksigen”** Politeknik Negeri Sriwijaya, Jurnal Vol. 9, No. 01 Page 45-50
- [4] Kamal, Muhammad. **“Dasar Sistem Kendali (Modul Ajar)”**, Program Studi Instrumentasi dan Otomasi Industri Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe.