



## ANALISA KETINGGIAN AIR PADA TANGKI BLOWDOWN MENGGUNAKAN METODE ZIEGLER – NICHOLS DI PT MITRA ENERGI BATAM

Muhammad Irsyam<sup>1</sup>, Missyamsu Algusri<sup>2</sup> Barep Sopan Mubarak<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Riau Kepulauan

e-mail: [irsyam@ft.unrika.ac.id](mailto:irsyam@ft.unrika.ac.id)<sup>1</sup> , [missyamsu@ft.unrika.ac.id](mailto:missyamsu@ft.unrika.ac.id)<sup>2</sup> , [sopana8@gmail.com](mailto:sopana8@gmail.com)<sup>3</sup>

### Abstrak

Sistem kendali adalah perlakuan bagaimana cara yang dilakukan agar sistem dapat berjalan sebagaimana mestinya. Tujuan dari sistem kendali ini yaitu untuk mencapai kondisi kerja yang optimal efektif dan efisien pada suatu sistem. Salah satu contoh sistem kendali yang banyak digunakan saat ini di industri adalah pengontrolan PID (Proporsional, Integral dan Derivatif). Sampai saat ini, beberapa perancang sistem kendali masih kesulitan dalam mengatur parameter pengontrol PID. Pada penelitian kali ini penulis ingin mengetahui perbedaan kontroler PID menggunakan metode tuning Ziegler-Nichols. Dari hasil simulasi di atas pada metode Ziegler-Nichols dengan cara metode kurva reaksi didapatkan nilai  $K_p = 6.07$ ,  $K_i = 1.37$ , dan  $K_d = 6.67$  dengan hasil respon sinyal yang kurang optimal dimana masih terdapat overshoot sebesar 9.2% sehingga melakukan kembali nilai  $K_p$ ,  $K_i$ , dan  $K_d$  dengan cara simulasi kedua sehingga didapatkan hasil respon sinyal yang optimal dengan overshoot 0.49%, dimana dengan nilai  $K_p = 10.87$ ,  $K_i = 1.42$  dan  $K_d = 6.83$ . Dan penelitian ini untuk melakukan simulasi mendapatkan respon sinyal menggunakan simulasi matlab 2017b pada simulink. Dimana dapat memudahkan kita untuk membuat blok diagram PID controller.

**Kata kunci:** Proportional, Integral, Derivatif, Ziegler - Nichols

### Abstract

The control system is the treatment that is carried out so that the system can run as it should. The aim of this control system is to achieve optimal, effective and efficient working conditions in a system. One example of a control system that is widely used today in industry is PID (Proportional, Integral and Derivative) control. Until now, some control system designers still have difficulty setting PID controller parameters. In this research, the author wants to know the differences between PID controllers using the Ziegler-Nichols tuning method. From the simulation results above using the Ziegler-Nichols method using the reaction curve method, the values  $K_p = 6.07$ ,  $K_i = 1.37$ , and  $K_d = 6.67$  were obtained with less than optimal signal response results where there was still an overshoot of 9.2% so that the  $K_p$ ,  $K_i$  values were repeated. , and  $K_d$  using the second simulation method to obtain optimal signal response results with an overshoot of 0.49%, with values of  $K_p = 10.87$ ,  $K_i = 1.42$  and  $K_d = 6.83$ . And this research is to carry out a simulation to get a signal response using Matlab 2017b simulation on Simulink. Which can make it easier for us to create a PID controller block diagram.

**Keywords:** Proportional, Integral, Derivatif, Ziegler – Nichols

## I. PENDAHULUAN

Sistem kendali adalah suatu cara yang dilakukan bagaimana agar sistem itu tetap berjalan dengan baik. Tujuan dari sistem pengendalian ini yaitu untuk mencapai kondisi kerja yang optimal. Prinsip kerja tentang kontrol otomatis pertama kali diperkenalkan oleh *James Watt* berupa sentrifugal pengatur kecepatan dari suatu mesin uap pada abad delapan belas. Selain itu, juga terdapat hasil kerja *Minorsky*, *Hazen*, dan *Nyquist* pada waktu yang hampir bersamaan. Pada tahun 1922, *Minorsky* mengerjakan pengontrol stir kapal dan menunjukkan stabilitas kontrol[2]. Pada awal 1940-an, *Ziegler dan Nichols* mengusulkan sejumlah aturan dalam penyetapan kontrol PID yang disebut aturan alterasi *Ziegler-Nichols*. Sejak akhir 1940-an hingga 1950-an, metode akar lokus *Evans* sepenuhnya dikembangkan.

Salah satu sistem kendali yang banyak digunakan di industry saat ini adalah pengontrolan PID (Proporsional, Integral dan Derivatif).

Berdasarkan permasalahan yang telah dijabarkan diatas, maka ide dari penelitian adalah “Analisa Ketinggian Air Pada Tangki *Blowdown* Menggunakan Metode *Ziegler – Nichols* di PT Mitra Energi Batam”. Pada penelitian kali ini penulis ingin mengetahui perbedaan kontroler PID menggunakan metode tuning *Ziegler-Nichols*.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian mengenai analisa ketinggian air dengan metode *Ziegler – Nichols* ini sudah dilakukan oleh beberapa peneliti seperti dibawah ini :

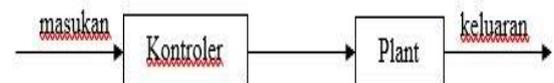
Penelitian yang dilakukan oleh Regina Sri Rezeki Simbolon melakukan Analisis dan simulasi sistem kontrol PI dan PID Menggunakan XCOS SCILAB untuk menentukan bagaimana penggunaan metode *Ziegler-Nichols* dalam proses penalaan PID dan penggunaan *software* scilab dalam memodelkan dan mensimulasikan PID control.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Zaenal Abidin dan Eko Ihsanto melakukan kegiatan Perancangan Kontroller PID *Level*

*Daerator* dan Kondensor pada *Steam Power Plant* Berbasis Algoritma Genetika. Pada penelitian ini Penalaan PID dengan algoritma genetika menghasilkan *error steady-state* yang lebih kecil, *maximum overshoot* dan *setling time* yang lebih cepat dibandingkan dengan metode osilasi *Ziegler-Nichols*, akan tetapi memiliki *rise time* yang sedikit lebih lambat dengan deviasi sekitar 40-70 detik.

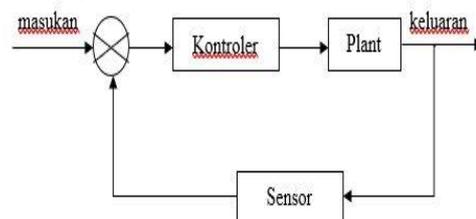
### A. Sistem Control Open Loop dan Close Loop

Sistem kontrol *loop* terbuka merupakan sistem kontrol yang keluarannya tidak mempengaruhi terhadap aksi pengontrolnya. Pada Gambar 1 menunjukkan hubungan masukan keluaran untuk sistem *loop* terbuka.



Gambar 1. Sistem kontrol *loop* terbuka

Sistem kontrol *loop* tertutup merupakan sistem kontrol yang keluarannya dapat mempengaruhi langsung terhadap aksi pengontrolannya. Jadi, pada sistem kontrol *loop* tertutup adalah sistem kontrol berumpan balik atau mempunyai *feedback*. Dengan kata lain, istilah “*loop* tertutup” berarti menggunakan aksi umpan balik atau *feedback* untuk memperkecil kesalahan sistem. Gambar 2 menunjukkan hubungan masukan-keluaran dari sistem kontrol *loop* tertutup.



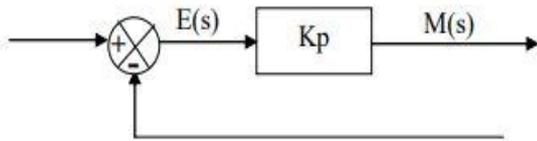
Gambar 2. Sistem *loop* tertutup

### B. Pengontrol Proporsional

Pengontrol proporsional mempunyai keluaran yang sebanding atau proporsional dengan besarnya sinyal kesalahan (selisih antara besaran yang diinginkan dengan harga aktualnya).

Gambar di bawah ini menunjukkan blok diagram yang menggambarkan hubungan antara

besaran *setting*, besaran aktual dengan besaran keluaran pengontrol proporsional. Selisih ini akan mempengaruhi pengontrol, untuk mengeluarkan sinyal positif (mempercepat pencapaian harga *setting*) atau negatif (memperlambat tercapainya harga yang diinginkan).

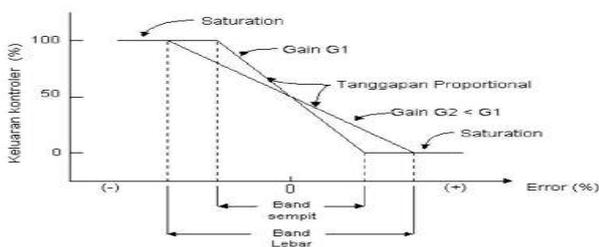


Gambar 3. Diagram blok kontroler proporsional

Pengontrol proporsional mempunyai 2 parameter, pita proporsional (proporsional *band*) dan konstanta proporsional. Hubungan antara pita proporsional (PB) dengan konstanta proporsional ( $K_p$ ) ditunjukkan secara persentasi oleh persamaan berikut.

$$PB = \frac{1}{K_p} \times 100\%$$

Gambar 4 menunjukkan grafik hubungan antara PB, keluaran pengontrol dan kesalahan yang merupakan masukan pengontrol. Ketika konstanta proporsional bertambah semakin tinggi, pita proporsional menunjukkan penurunan yang semakin kecil, sehingga lingkup kerja yang dikuatkan akan semakin sempit.



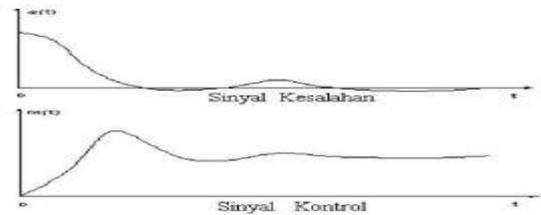
Gambar 4. *Proportional band* dari pengontrol proporsional

### C. Pengontrol Integral

Pengontrol integral menghasilkan *respon* sistem yang memiliki kesalahan keadaan stabil nol. Jika sebuah *plant* tidak memiliki unsur integrator ( $1/s$ ), pengontrol proporsional tidak akan mampu menjamin keluaran sistem dengan kesalahan keadaan stabilnya nol. Jika sinyal kesalahan mengalami perubahan, keluaran akan

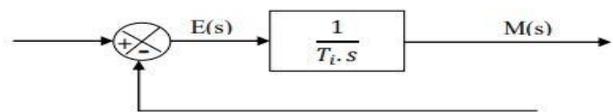
menjaga keadaan seperti sebelum terjadinya perubahan masukan.

Gambar 5 menunjukkan sinyal kesalahan yang dimasukkan ke dalam pengontrol integral dan keluaran pengontrol integral terhadap perubahan sinyal kesalahan tersebut.



Gambar 5. Kurva sinyal kesalahan  $e(t)$  terhadap  $t$

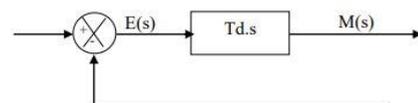
Pada gambar 6 menunjukkan blok diagram antara kesalahan dengan keluaran suatu pengontrol integral.



Gambar 6. Blok kesalahan pengontrol integral

### D. Pengontrol Derivatif

Keluaran pengontrol derivatif memiliki sifat seperti halnya suatu operasi differensial yang mendadak pada masukan pengontrol, akan mengakibatkan perubahan yang sangat besar dan cepat. Gambar 7 menunjukkan blok diagram yang menggambarkan hubungan antara sinyal kesalahan dengan keluaran pengontrol.

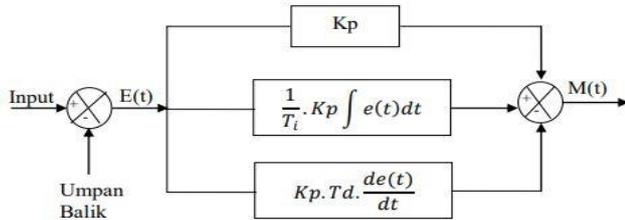


Gambar 7. Blok diagram pengontrol Derivatif

### E. Pengontrol PID

Pada pengontrol PID, masing-masing sistem kontrol ini memiliki keunggulan tertentu, dimana, kontrol proporsional unggul dalam *rise time* yang cepat, kontrol integral unggul dalam memperkecil kesalahan (*error*), serta kontrol derivatif mempunyai keunggulan untuk memperkecil *error* atau mengurangi *overshoot/undershoot*. Elemen-elemen pengontrol P, I dan D masing-masing

secara keseluruhan bertujuan untuk mempercepat reaksi sebuah sistem menghilangkan *offset* dan menghasilkan perubahan awal yang besar.



Gambar 8. Blok diagram kontroler PID analog

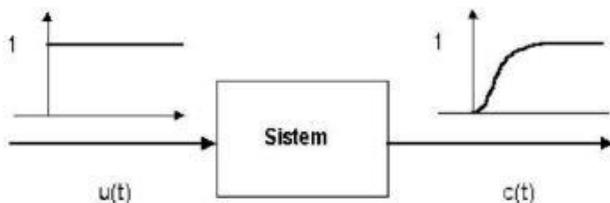
Karakteristik pengontrol PID sangat dipengaruhi oleh kontribusi besar dari ketiga parameter P, I dan D. Pengaturan konstanta  $K_p$ ,  $T_i$  dan  $T_d$  akan mengakibatkan penonjolan sifat dari masing-masing elemen.

### F. Metode Ziegler-Nichols

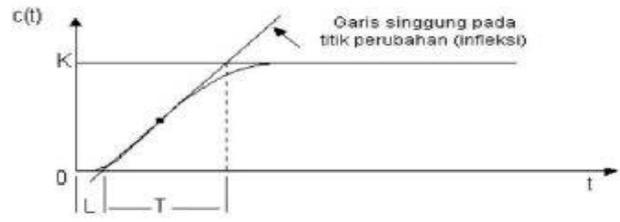
Pada kontroler PID yang akan diterapkan pada sebuah sistem hal yang sangat penting untuk dilakukan adalah melakukan *tuning* sehingga mendapatkan respon system yang tepat. Berbagai teknik dalam melakukan *tuning* PID ini, dan yang paling banyak digunakan adalah melalui pendekatan *Ziegler-Nichols* yang ditemukan oleh *J.G Ziegler* dan *N.B Nichols*.

### G. Metode Kurva Reaksi

Metode ini pada dasarnya adalah reaksi sistem untaian terbuka. *Plant* sebagai untaian terbuka dikenal sinyal fungsi tangga satuan (gambar 9), Jika *plant* minimal tidak mengandung unsur integrator ataupun *pole-pole* kompleks, reaksi sistem akan berbentuk S. Gambar 10 menunjukkan kurva berbentuk S tersebut.



Gambar 9. Respon tangga satuan sistem



Gambar 10. Kurva respon berbentuk S

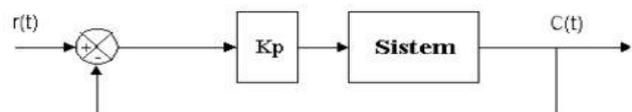
Kurva berbentuk S mempunyai dua konstanta, waktu mati (*dead time*) L dan waktu tunda T. dari gambar 10 terlihat bahwa kurva reaksi berubah naik, setelah selang tunda L.

Tabell. Penalaan paramater PID dengan metode kurva reaksi

NO	Tipe Pengontrol	$K_p$	$T_i$	$T_d$
1	P	T/L	~	0
2	PI	0,9 T/L	L/0,3	0
3	PID	1,2 T/L	2L	0,5L

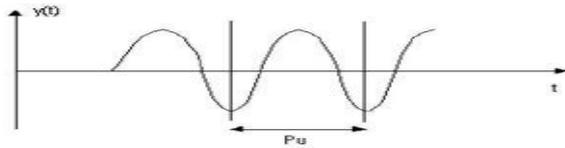
### H. Metode Osilasi

Metode ini pada dasarnya merupakan reaksi sistem untaian tertutup. *Plant* disusun *serial* dengan pengontrol PID. Pertama parameter-parameter integrator diatur tak terhingga dan parameter derivatif diatur nol ( $T_d = \infty$ ,  $T_d = 0$ ). Gambar 11 menunjukkan rangkaian untaian tertutup pada cara osilasi.



Gambar 11. Sistem untaian tertutup pengontrol proporsional

Gambar 12. menggambarkan kurva reaksi untaian tertutup ketika berosilasi.



Gambar 12. Kurva respon sustain oscillation

Penalaan parameter PID didasarkan terhadap kedua konstanta hasil eksperimen,  $K_u$  dan  $P_u$ . Ziegler-Nichols menyarankan pengaturan nilai parameter  $K_p$ ,  $T_i$ , dan  $T_d$ .

Tabel 2. Penalaan parameter PID dengan metode osilasi

NO	Tipe Pengontrol	$K_p$	$T_i$	$T_d$
1	P	$0,5 K_u$		
2	PI	$0,45 K_u$	$\frac{1}{2} P_u$	
3	PID	$0,6 K_u$	$0,5 P_u$	$0,123 P_u$

### I. Simulasi Matlab

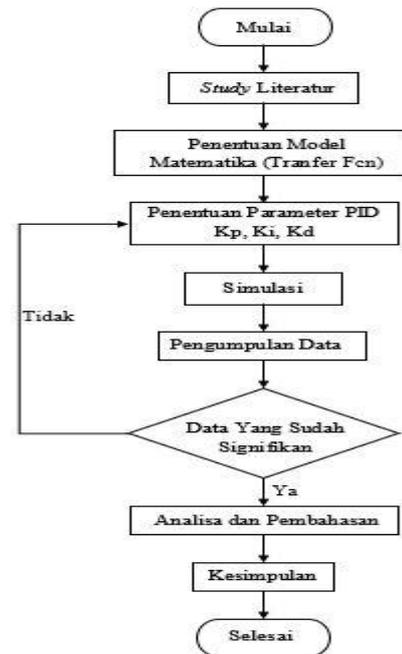
Software yang dapat dipergunakan untuk simulasi tersebut adalah Matlab dari Mathworks, Inc. Software ini dilengkapi dengan berbagai toolbox yang mana memudahkan pemakai untuk melakukan perhitungan tertentu. Bahkan saat ini sudah dikembangkan toolbox khusus untuk simulasi yang diberi nama Simulink.



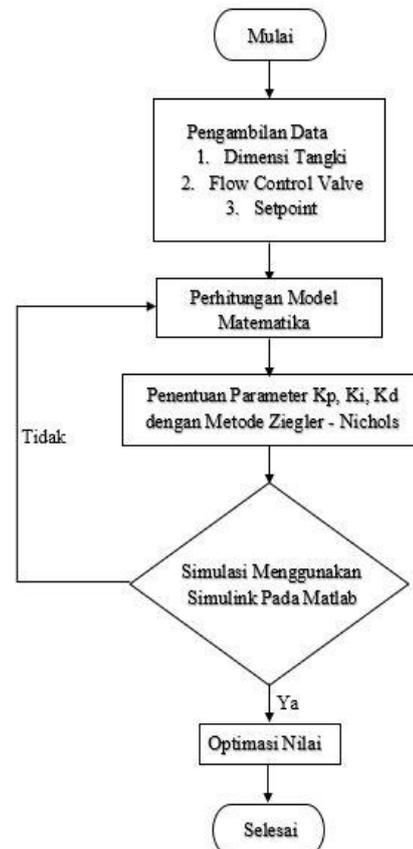
Gambar 13. Icon Matlab 2017b

### III. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian dalam penulisan ini merupakan langkah-langkah yang di ambil dengan tujuan agar perancangan alat dapat berjalan dengan baik serta mendapatkan hasil secara maksimal. Berikut adalah diagram alir dari penelitian ini :



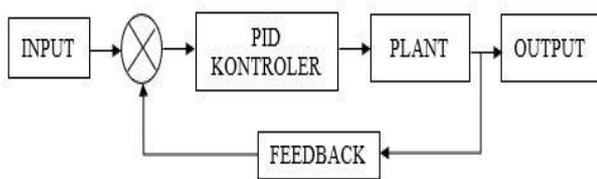
Gambar 14. Diagram alir penelitian



Gambar 15. Diagram alir sistem

### A. Blok Diagram

1. *Input* merupakan *setpoint* yang kita masukan
2. PID kontroller merupakan *transfer function* pada pengendalian *level*
3. *Plant* adalah motor drain untuk membuang air dalam tangki
4. *Feedback* merupakan umpan balik berupa *sensor level transmitter*
5. *Output* merupakan hasil dari proses yang di inginkan



Gambar 16. Blok diagram sistem

## B. Study Literatur

Tahapan ini mempelajari teori – teori dasar yang menunjang yaitu tentang system kendali PID yang digunakan untuk menganalisa *level* pada tangki *blowdown* menggunakan kendali PID.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Pengumpulan Data

Pada tahapan ini pengumpulan data materi, penulis terjun langsung ke tempat penelitian untuk mengambil data – data yang di butuhkan seperti data spesifikasi tangki, data *flow* meter dan lain sebagainya. Penulis akan melakukan analisa penelitian serta mengumpulkan data – data pendukung yang ada di PT Mitra Energi Batam. Pencatatan data berdasarkan hasil simulasi yang mengenai materi – materi yang diangkat dalam penelitian ini. Tahapan ini merupakan tahapan proses akhir dari penelitian, yang meliputi penjelasan hasil.

### B. Permodelan Matematis Tangki *Blowdown*

Pemodelan matematis ini dibuat sesuai proses masukan dan keluaran yang terjadi pada *blowdown* dengan pendekatan pada *real* plant yang akan dapat disimulasikan.

Ketinggian air di *blowdown* ditentukan oleh keseimbangan aliran air *boiler*, kuantitas uap *boiler* dan aliran air penambah. *Level* air *blowdown* dapat diturunkan dengan hukum kesetimbangan massa sebagai berikut :

[akumulasi massa per satuan waktu] = [massa masuk persatuan waktu] – [massa keluar persatuan waktu]

$$\rho \frac{dV}{dt} = F_{in} \rho_{in} + m_s - F_{out} \rho_{out}$$

dimana :

V = Volume (m<sup>3</sup>)

F<sub>in</sub> = *Flow* atau laju aliran massa yang masuk ke tangki (kg/s)

F<sub>out</sub> = *Flow* atau laju aliran massa yang keluar dari tangki (kg/s)

m<sub>s</sub> = Laju aliran steam (kg/s)

ρ = Massa jenis cairan diasumsikan konstan (kg/m<sup>3</sup>)

Dengan pendekatan model bentuk tangki adalah tabung, maka hubungan antara *volume* dan ketinggian adalah :

$$dV = A dh = Wt L dh$$

dimana :

A = Luas permukaan *water* dalam tabung (m<sup>2</sup>)

h = Ketinggian tangki (m)

W = Luas permukaan cairan (m<sup>2</sup>)

L = Panjang tabung (m)

Dengan mengasumsikan bahwa massa jenis air tetap, maka dihasilkan persamaan berikut ini:

$$A \frac{dh}{dt} = F_{in} + \frac{m_s}{\rho} - F_{out}$$

Karena material aliran hanya air dan tidak ada laju *steam* maka m<sub>s</sub> (laju aliran *steam*) kita abaikan sehingga persamaan menjadi :

$$A \frac{dh}{dt} = F_{in} - F_{out}$$

Hubungan aliran keluaran air *blowdown* F<sub>out</sub> dengan ketinggian tangki h adalah sebagai berikut :

$$F_{out} = \frac{h}{R}, R = \text{konstant}$$

Dari persamaan diatas maka akan menjadi :

$$A \frac{dh}{dt} = F_{in} + \frac{h}{R}$$

Dengan mentransformasikan kedalam transformasi Laplace maka didapatkan persamaan

$$A s H(s) = F_{in(s)} - \frac{H(s)}{R}$$

Sehingga menjadi :

$$A s H(s) + \frac{H(s)}{R} = F_{in(s)}$$

$$H(s) [ A s + \frac{1}{R} ] = F_{in(s)}$$

Selanjutnya persamaan disederhanakan, akan dapat fungsi alih dari proses *blowdown* yakni:

$$\frac{H(s)}{F_{in(s)}} = \frac{R}{R A s + 1}$$

Dengan pendekatan model bentuk tangki adalah tabung dan berdasarkan data spesifikasi *blowdown*, maka luas permukaan air di *blowdown* didapatkan sebagai berikut :

$$A = 2 (\pi r^2) + 2 \pi r t$$

$$\begin{aligned} \text{Maka} &= 2 (3,14 \times 0,8^2) + 2 \times 3,14 \times 0,8 \times 2,4 \\ &= 4,0192 + 12,057 = 16,076 \end{aligned}$$

Keluaran *feedwater* dari *blowdown* ke adalah 20 T/h pada bukaan *control valve* 45,5%, didapatkan konstanta R. Untuk menjaga *level blowdown* maka diasumsikan aliran masuk air *blowdown* sama dengan aliran keluaran *feedwater* adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Diketahui } h &= 2,4 \text{ meter} \\ F_{out} &= 20 \text{ T/h} \end{aligned}$$

20 Ton = 20.000 kg dan 1 jam = 3600 detik sehingga,

$$\frac{20000}{3600} = 5,5 \text{ kg/s}$$

$$R = \frac{h}{F_{out}} = \frac{2,4}{5,5} = 0,436$$

### C. Permodelan Matematis Control Valve

Pada sistem kontrol ini, elemen pengendali kontrol akhir berupa *control valve*, Dengan mengasumsikan motor *drain* beroperasi dengan laju *flow* sesuai kemampuan pompa dari manufaktur dan menganggap *output* dari *level control valve* adalah *flow-rate* air *blowdown* sebesar 20 T/h dan *input* dari *control valve* adalah 4-20 mA, sedangkan *flow* minimum diasumsikan 0 m<sup>3</sup> /jam pada kondisi *control valve* tertutup, maka untuk menghitung *gain level Blowdown Water Control Valve* (BCV) adalah

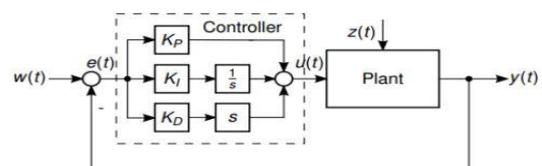
$$K_{tot} = \frac{0-100\%}{(20-4)_{mA}} \times \frac{5,5}{16} = 0,34 \text{ kg/s/mA}$$

Konstanta waktu dari BCV diperoleh berdasarkan waktu *stroke* 2 s dan harga *time constant control valve* adalah 2,06 s, maka fungsi alih dari BCV adalah sebagai berikut:

$$G_{cv} = \frac{K_{tot}}{t_{cv}S + 1} = \frac{0,34}{2,06 S + 1}$$

### D. Perancangan Kontroler PID

Fungsi kontroler PID yaitu memperoleh informasi nilai masukan dari *measuring device* yaitu sinyal *Process Variable* (PV) dan keluaran sistem secara keseluruhan dan membandingkan dengan *Setpoint* (SP) serta menentukan penyimpangan, mengeluarkan sinyal koreksi (*Manipulated Variable*, MV).



Gambar 17. Blok Sistem Kontrol PID Close Loop

Dengan rumus pengontrolan PID ditulis sesuai Persamaan berikut :

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \frac{d}{dt} e(t)$$

dimana :

$K_p$  = Gain Proporsional

$K_i$  = Gain Integral

$K_d$  = Gain Derivatif

$e$  = Error =  $Y_{sp} - Y_m$

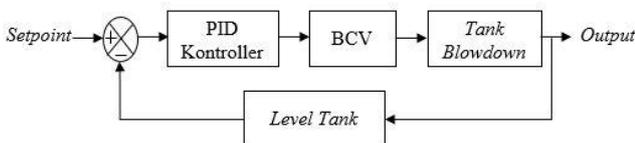
$Y_{sp}$  = Setpoint

$Y_m$  = Variabel proses

$t$  = Waktu

$\tau$  = Variabel integrasi

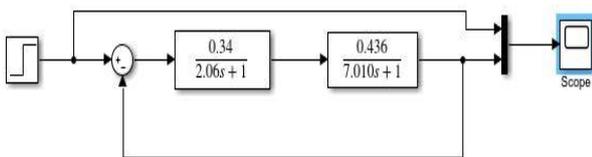
Untuk melakukan pengaturan aliran air tangki *blowdown* melalui Motor Induksi satu fasa sehingga persentase *level blowdown* tetap terjaga dalam batas normalnya.



Gambar 18. Diagram blok pengendali *level* tangki *Blowdown*

### E. Penalaan PID dengan Ziegler-Nichols

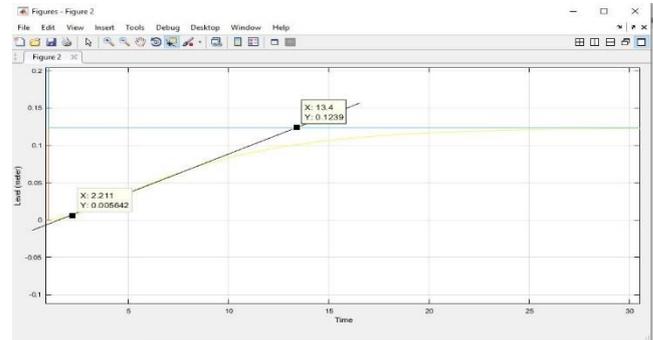
Pada penalaan PID, metode *tuning* yang digunakan adalah *tuning Ziegler-Nichols* dengan metode kurva reaksi. Untuk membuat kurva reaksi berbentuk S maka kita akan membuat blok diagram tanpa kontroler PID pada *Simulink Matlab* pada gambar dibawah ini:



Gambar 19. Blok diagram tanpa kontroler PID *Simulink*

Setelah kita mensimulasikan blok diagram tanpa kontroler PID pada *Simulink Matlab* maka kita akan mendapatkan *respon* sinyal seperti pada gambar 18, dimana *respon* sinyal sudah berbentuk

*figure* untuk mendapatkan titik X dan Y pada *respon* sinyal.



Gambar 20. Kurva *respon* berbentuk S

Untuk menentukan kurva berbentuk S yang mempunyai dua konstanta, waktu mati (*dead time*) L dan waktu tunda T. Dari Gambar 20 terlihat bahwa kurva reaksi berubah naik, setelah selang tunda L. Pada kurva dibuat suatu garis yang bersinggungan dengan garis kurva. Perpotongan garis singgung dengan sumbu absis merupakan ukuran waktu mati, dan perpotongan dengan garis maksimum merupakan waktu tunda yang diukur dari titik waktu L.

Sehingga didapatkan nilai L sebesar 2,21 sedangkan T 13,4 – 2,21 = 11,19

Langkah selanjutnya untuk proses *tuning* PID dengan menggunakan metode kurva reaksi dilakukan perhitungan mendapatkan  $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_d$ .  
 Tabel 3. Penalaan parameter PID dengan metode kurva reaksi

NO	Tipe Pengontrol	$K_p$	$T_i$	$T_d$
1	P	T/L	~	0
2	PI	0,9 T/L	L/0,3	0
3	PID	1,2 T/L	2L	0,5L

Karena menggunakan kontroler PID, sesuai dengan aturan *Ziegler – Nichols* dalam menetapkan  $K_p$ ,  $T_i$ ,  $T_d$  berdasarkan nilai kritis penguatan dan mengacu pada tabel 3, sehingga didapatkan nilai  $K_p$ ,  $T_i$ ,  $T_d$  adalah sebagai berikut.

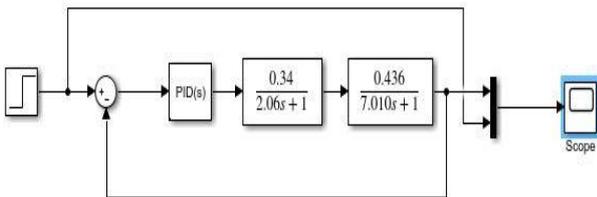
Tabel 4. Perhitungan konstanta PID dengan metode *Ziegler-Nichols*

No	Kp	1,2 T/L	$1,2 \times 11,19 / 2,21 = 6,07$
1	Ti	2L	$2 \times 2,21 = 4,42$
2	Ki	$Kp/Ti$	$6,07 / 4,42 = 1,37$
3	Td	0,5 L	$0,5 \times 2,21 = 1,10$
4	Kd	$Kp \times Td$	$6,07 \times 1,10 = 6,67$

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

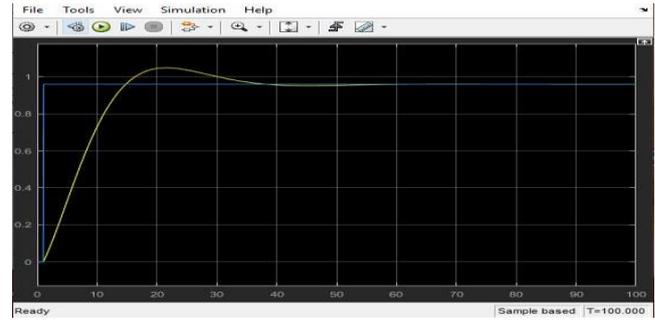
##### A. Pengujian Sistem Kontroler PID Menggunakan Ziegler-Nichols

Berdasarkan pengujian dengan *tuning* menggunakan *Ziegler-Nichols* metode kurva reaksi seperti yang ditunjukkan pada tabel 4 untuk pengendali *level blowdown* didapatkan konstanta  $K_p = 6,07$ ,  $T_i = 4,42$  detik ( $K_i = 1,37$ ) dan  $T_d = 1,10$  ( $K_d = 6,67$ ). Dengan memberikan nilai *setpoint* sebesar 0,96, dimana nilai tersebut didapatkan pada posisi *set high* 40% pada ketinggian tangki 2400 m. Sehingga  $setpoint = \frac{40}{100} \times 2400 = 0,96 \text{ m}$



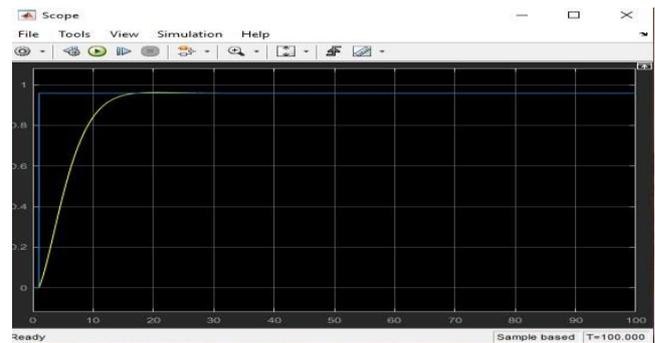
Gambar 21. Blok diagram PID controller menggunakan *simulink Matlab*

Dengan memasukan konstanta  $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_d$  pada PID controller sehingga didapatkan *respon* sinyal seperti pada gambar dibawah ini.



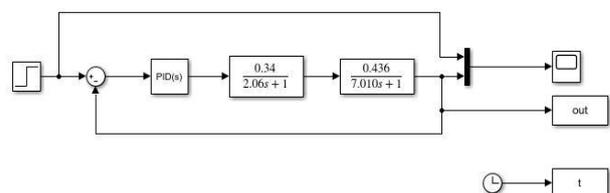
Gambar 22. *Respon* sinyal kendali *level Blowdown tuning* metode *Ziegler-Nichols*

Berdasarkan hasil *respon* sinyal yang belum optimal, maka kita mencari nilai  $K_p$ ,  $K_i$ , dan  $K_d$  yang lain agar mendapatkan hasil *respon* sinyal yang optimal dengan cara melakukan simulasi kedua pada nilai  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$  yang telah dihitung menggunakan metode *Ziegler-Nichols*. Untuk pengendali *level* tangki *blowdown* dengan hasil *respon* sinyal yang optimal seperti didapatkan konstanta  $K_p = 10,87$ ,  $K_i = 1,42$ ,  $K_d = 6,83$  dengan memberikan nilai *setpoint* 0,96.



Gambar 23. *Respon* sinyal kendali *level Blowdown*

Untuk mendapatkan hasil *respon* sinyal pengendali *level* tangki *blowdown*, kita dapat menghitung menggunakan *Matlab*. Langkah awal kita harus membuat blok diagram pengendali PID untuk menghitung *respon* sinyal pada kendali tangki *blowdown*.



Gambar 24. Blok diagram respon sinyal

Setelah kita membuat blok diagram tersebut kita dapat menghitung menggunakan *Matlab* dengan cara ke *command window* pada *Matlab*. Setelah itu kita dapat memberikan *command* `>> stepinfo (out.data,out.time)` lalu *enter*.

Tabel 5. Hasil respon sinyal kendali PID pada tangki Blowdown

NO	Parameter	Simulasi pertama	Simulasi kedua
1	RiseTime	10,0461	8,4342
2	SettlingTime	33,5247	13,8811
3	SettlingMin	0,8649	0,8653
4	SettlingMax	1,0490	0,9647
5	Overshoot	9,2741	0,4924
6	Undershoot	0	0
7	Peak	1,0490	0,9647
8	PeakTime	21,5493	20,0189

## IV KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari hasil simulasi di atas pada metode *Ziegler-Nichols* dengan cara metode kurva reaksi didapatkan nilai  $K_p = 6.07$ ,  $K_i = 1.37$ , dan  $K_d = 6.67$  dengan hasil respon sinyal yang kurang optimal dimana masih terdapat *overshoot* sebesar 9.2% sehingga melakukan kembali nilai  $K_p$ ,  $K_i$ , dan  $K_d$  dengan cara simulasi kedua sehingga didapatkan hasil respon sinyal yang optimal dengan *overshoot* 0.49%, dimana dengan nilai  $K_p = 10.87$ ,  $K_i = 1.42$  dan  $K_d = 6.83$ .
2. Pada penelitian ini untuk melakukan simulasi mendapatkan respon sinyal menggunakan simulasi *matlab* 2017b pada *simulink*. Dimana dapat memudahkan kita untuk membuat blok diagram PID controller.

### 4.2 Saran

Adapun saran dari penulis agar dapat memperbaiki atau mengembangkan penelitian ini yaitu :

1. Pada penelitian ini PID juga memiliki kelemahan yaitu kita harus mencari nilai parameter  $K_p$ ,  $K_d$  dan  $K_i$  yang sesuai agar sistem kontrol dapat bekerja dengan baik, untuk mengatasi kelemahan tersebut kita dapat menggunakan metode *Ziegler-Nichols* untuk mencari nilai parameter  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$  dengan cepat.
2. Pada penelitian ini dengan menggunakan controller PID dimana akan dipakai pada sistem kendali tangki *blowdown* di PT Mitra Energi Batam, sehingga menjadi bahan pertimbangan untuk sistem kendali *level* pada tangki *blowdown*

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Nurhaimi, A. Herlina, and M. Bachrudin.2020.Analisis Pengaturan Level Air Pada Degasifier Tank Unit 5 Dan 6 Paiton Menggunakan Metode Proportional Integratif Derivatif (Pid). *TESLA J. Tek. Elektro*,vol. 22, no. 2, p. 163
- [2] M. M. Firdaus.Perkembangan Historis Teorema Kendali, *qureta.com*, 2017. <https://www.qureta.com/post/perkembangan-historis-teorema-kendali>
- [3] R. S. R. Simbolon, “Analisis dan Simulasi Sistem Kontrol PI dan PID Menggunakan XCOS SCILAB,” pp. 1–114, 2020.
- [4] B. Sampurno, A. Abdurrakhman, and H. S. Had.2016.Sistem Kendali PID pada Pengendalian Suhu untuk Kestabilan Proses Pemanasan Minuman Sari Jagung,” p. 242, doi: 10.5614/sniko.2015.34.
- [5] S. eddy kurniawan, nita sari.2016.Jurnal Teknologi Kimia Unimal. *J. Teknol. Kim. Unimal*, vol. 2, no. November, pp. 85–100
- [6] D. W. Wardhana.2016.Pengendali Sumbu Azimuth Turret Pada Turret-Gun Kaliber 20Mm Pengendali Sumbu Azimuth Turret Pada.*Inst. Teknol. Sepuluh Nop.*, p. 88
- [7] K. Ogata, *Modern Control Engineering [Paperback]*. 2009.
- [8] K. Rosada.2017.Sistem Kontrol Pompa Air



- Menggunakan Kontroler PID Berbasis Raspberry PI. *Skripsi*, p. 49.
- [9] Pandapotan Siagian. 2011. SIMULASI MATLAB UNTUK PERANCANGAN PID CONTROLER Pandapotan,” *J. Process.*, vol. 6, no. 1, pp. 51–55.
- [10] Z. Abidin, E. Ihsanto, T. Elektro, and U. M. Buana. 2021. Perancangan Kontroler PID Level Deaerator Dan Kondensor Pada Steam Power Plant Berbasis Algoritma Genetika,” vol. 12, no. 3, pp. 153–159,