



## APLIKASI LEVEL CONTROL PADA SEPARATOR (SLUG CATCHER D-2710) PADA GAS RECEIVING PT. PERTA ARUN GAS

Nasrul ZA, Azhari, Rozanna Dewi, Lukman Hakim, Muthia Septiana

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh

Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355

Korespondensi: HP: 082167967851, e-mail: muthiaseptiana26@gmail.com

### Abstrak

Aplikasi kontrol PID pada tangki pemisah (separator) diteliti dengan berbagai variasi parameter seperti  $K_c$ ,  $T_i$  dan  $T_d$ . Kontrol level dijadikan sebagai respon dengan beberapa variasi gangguan. Sistem pengendalian *level liquid* pada separator dengan tuning parameter kontroler PID dengan kondisi operasi pada PT. Perta Arun Gas dengan tujuan mendapatkan *bottom product* yang sesuai spesifikasi dengan melakukan *trial and error* juga mendapatkan nilai  $K_c$  dan  $T_i$  terbaik. Control valve memiliki 2 action yaitu *direct action* dan *reverse action*. Pengontrol PID merupakan penggabungan dari pengontrol *proportional integral derivative* (PID) yang bertujuan untuk mempercepat reaksi sebuah sistem, menghilangkan *offset*. Tuning range  $K_c$ ,  $T_i$  yang digunakan adalah  $K_c=2-20$  dan  $T_i=5-10$  menit yang selanjutnya akan di *run* menggunakan *response surface methodology* dengan meninjau waktu PV (*process variable*) mendekati SP (*setpoint*) dan *opening valve*. Metode respon *surface methodology* digunakan untuk melihat pengaruh variabel terhadap suatu variabel respon dan untuk mengoptimalkan variabel respon tersebut. Optimasi waktu tercepat saat mengatasi gangguan dengan variasi level adalah tuning parameter  $K_c=17,18$  dan  $T_i=5,6$  dengan waktu 0,3 menit dan bukaan OP 26,9%. Waktu terlama saat mengatasi gangguan adalah pada  $K_c=4,64$ ,  $T_i=9,27$  menit,  $time=0,61$  menit dengan OP=10,6%.

**Kata Kunci:** Control dynamic, Kontrol PID, Response Surface Methodology.

### Abstract

The application of PID control in the separator tank was investigated with various parameters such as  $K_c$ ,  $T_i$  and  $T_d$ . Level control is used as a response with several variations of interference. Liquid level control system on separator with tuning parameter PID controller with operating conditions at PT. Perta Arun Gas with the goal of obtaining a product-specific bottom by doing trial and error also get the best value of  $K_c$  and  $T_i$ . Control valve has 2 action that is direct action and reverse action. PID controller is a combination of proportional integral derivative (PID) controller which aims to speed up the reaction of a system, eliminating offset. Tuning range  $K_c$ ,  $T_i$  used is  $K_c = 2-20$  and  $T_i 5-10$  minutes which will then be run using response surface methodology by reviewing PV time (process variable) approaching SP (setpoint) and opening valve. Surface methodology response method is used to see the effect of variables on a response variable and to optimize the response variable. The fastest time optimization when overcoming the interference with level variation is the tuning parameters  $K_c = 17,18$  and  $T_i = 5.6$  with time 0,3 minutes and openings of OP 26,9%. The longest time when overcoming the interference is at  $K_c = 4.64$ ,  $T_i = 9.27$  minutes, time = 0.61 minutes with OP = 10.6%.

**Key words:** Control dynamic, Control PID, Response Surface Methodology.

## 1. Pendahuluan

Separator adalah bejana tekan yang digunakan untuk memisahkan campuran fluida berdasarkan perbedaan densitasnya. Mengikuti hukum alam tentang pemisahan berdasarkan densitas, maka gas sudah pasti berada di atas cairan. Dan pada umumnya, minyak atau kondensat akan berada di atas air (Syauqi, 2009). Pada prinsipnya fluida 2 fasa akan terpisah dengan sendirinya berdasarkan perbedaan berat jenis masing-masing fasa. Pemisahan fluida 2 fasa ini memisahkan cair/gas (*liquid/gas*) (Bagus, 2009).

Dalam merancang pengendali untuk sebuah sistem separator, dibutuhkan beberapa pengendali yang ditempatkan pada masing-masing sistem dasar pembentuk separator salah satunya pengendali ketinggian cairan (*liquid level controller*).

Untuk lebih memaksimalkan kerja pengontrol diperlukan nilai batas minimum dan maksimum yang akan membatasi nilai *manipulated variable* yang dihasilkan. Komponen PID ini terdiri tiga jenis yaitu *Proportional*, *Integratif*, dan *Derivative*. Ketiganya dapat dipakai bersamaan maupun sendiri-sendiri tergantung dari respon yang kita inginkan terhadap suatu plant. Kontroler dapat diset dengan menyesuaikan *gain controller*  $K_c$ , *reset integral*  $T_i$ , dan keuntungan *derivative*  $T_d$ . Tabel 1 dan Tabel 2 menunjukkan parameter dalam melakukan penyetelan (tuning) pada PID (Julie, 2013).

Tabel 1 Parameter Tuning PID

Sistem	$K_c$	$T_i$	$T_d$
Laju Alir	0,1	0,2	0
Tekanan	2	2	0
Temperatur	1	20	0
Level	2	10	0

Sumber: (Julie, 2013)

Tabel 2 Lebar Waktu Cuplik Yang Umum Digunakan Untuk Beberapa Jenis Variabel Proses

No	Jenis Variabel	Waktu Cuplik - $T_c$ (detik)
1	Aliran ( <i>flow</i> )	1-3
2	Level	5-10
3	Tekanan	1-5
4	Temperatur	10-20

Sumber: Setiawan, 2008

Suatu sistem pengendalian terdapat proses *tuning* atau penyetelan alat agar didapatkan sistem dengan hasil respon yang stabil. Berbagai macam metode *tuning* telah ditemukan. Salah satunya adalah dengan menggunakan *Respon Surface Methodology* (RSM). *Response Surface Methodology* (RSM) atau metode permukaan respon adalah sekumpulan metode-metode matematika dan statistika yang digunakan dalam pemodelan dan analisis, yang bertujuan untuk melihat pengaruh beberapa variabel kuantitatif terhadap suatu variabel respon dan untuk mengoptimalkan variabel respon tersebut. Sebagai contoh, akan dicari level-level dari suhu ( $x_1$ ) dan tekanan ( $x_2$ ) yang dapat mengoptimalkan suatu hasil produksi ( $y$ ). Hubungan variabel-variabel tersebut dapat dituliskan dalam sebuah persamaan sebagai berikut :

$$y = f(x_1 + x_2) + \varepsilon \dots \dots \dots (1.1)$$

## 2. Metodologi Penelitian

### Aplikasi yang digunakan

Aplikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah perangkat lunak komersil ASPEN HYSYS V8.8 dan Design Expert 10.

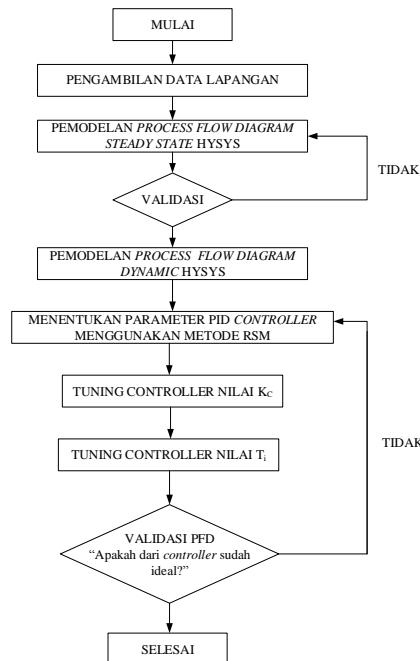
### Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel bebas, variabel tetap dan variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah parameter  $K_c$  2-20 dan parameter  $T_i$  5-10 menit. Variabel terikat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Waktu PV (*process variable*) mendekati SP (*setpoint*) dan *Opening Valve* (OP)

### Alur Penelitian

Model *steady state separator* dibuat sesuai dengan data yang diperoleh di PT Perta Arun Gas. Setelah model *steady state* diperoleh maka model tersebut diubah menjadi *model dynamic separator*. Model *separator* dibuat dengan cara ditambahkan *LC (level control) valve* pada bagian yang ingin dikontrol. Setelah pemasangan *PID control* selesai maka dilakukan tuning parameter terhadap *PID control*. Tuning parameter diperoleh

menggunakan metode *response surface methodology* pada *Design expert 10* yang kemudian *tuning variable* tersebut dilakukan pengujian terhadap PID control pada separator (*slug catcher*) menggunakan software *Aspen Hysys V8.8*. Simulasi pada Gambar 1.



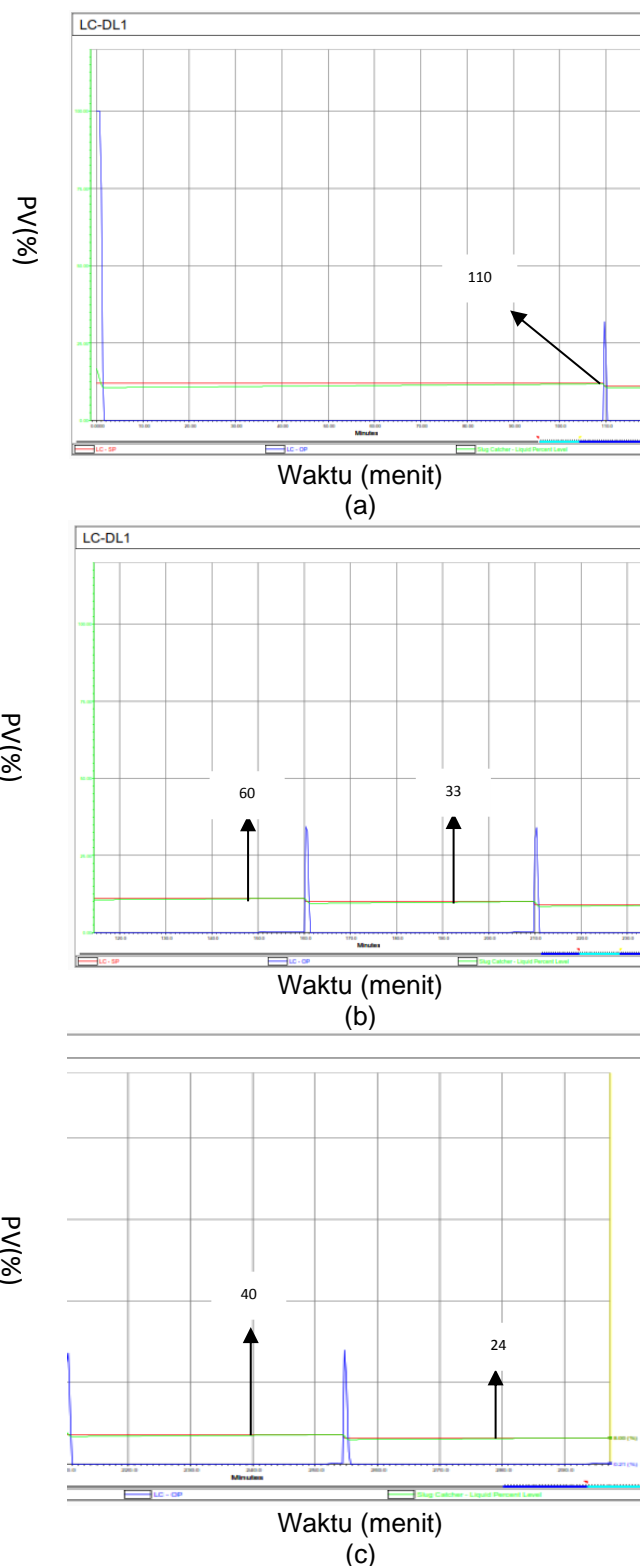
Gambar 1 Alur Penelitian Bagan Langkah Penelitian

### 3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian dilakukan dengan tujuan merancang sistem pengendalian level (ketinggian) liquid pada separator dengan tuning parameter kontroler PID dengan kondisi operasi pada PT. Perta Arun Gas yang telah ditentukan pada Separator dengan penyesuaian nilai parameter  $K_c$  dan  $T_i$  agar didapat waktu respon minimum dengan menjaga level sesuai dengan steady state-nya menggunakan Response Surface Methodology (RSM). Response Surface Methodology (RSM) digunakan untuk mendapatkan rentang data trial  $K_c$  dan  $T_i$  agar diperoleh waktu yang optimal dan bukaan valve yang sesuai dengan direct action.

#### 3.1 Waktu Pencapaian (*Setpoint*) Sebelum Melakukan Pengujian (*Tuning*) Variabel $K_c$ dan $T_i$

Sebelum melakukan tuning parameter  $K_c$  dan  $T_i$ , maka diperlukan validasi terhadap *dynamic control*. Hal ini untuk membuktikan *controller* sudah dapat dijalankan. Gambar 3.1 dibawah ini menunjukkan hasil *running controller* sebelum dilakukan tuning terhadap variabel.



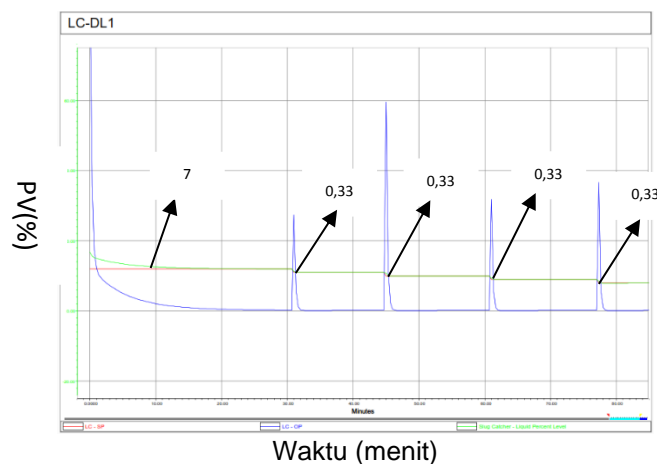
Gambar 3.1 Grafik hasil pengujian model PID sebelum melakukan tuning parameter. a). Level liquid 12%, b) Level liquid 11% dan 10%, c). Level liquid 9% dan 8%. (Keterangan Gambar: █ Slug Catcher-Liquid Percent Level, █ Garis setpoint (SP), █ Garis Buka-an Valve (OP) )

Gambar 3.1 menunjukkan bahwa kontroler dapat berjalan. Namun respon yang dibutuhkan untuk meredam *disturbant* sangat lama dengan waktu pencapaiannya 60 menit. Pada level diberikan gangguan sebesar 12, 11, 10, 9, 8 untuk melihat kontroler dapat menerima respon yang ada. Waktu pencapaian yaitu level 12% pada waktu 110 menit, level 10% pada waktu 33 menit, level 9% pada waktu 40 menit dan level 8% pada waktu 24 menit. Selanjutnya perlu dilakukan tuning terhadap nilai Kc dan Ti agar kontroler dapat merespon dengan cepat.

**3.1.1 Waktu Pencapaian Setelah Melakukan Pengujian (Tuning) Variabel Kc dan Ti**  
 Nilai Kc dan Ti sendiri mempunyai fungsi dimana Kc berfungsi untuk merespon distubansi yang cepat, namun pemberian nilai Kc yang terlalu kecil akan melakukan koreksi error yang kecil, sehingga akan menghasilkan sistem yang lambat. Harga Ti yang terlalu besar akan mempercepat hilangnya offset. Tetapi semakin besar nilai Ti akan mengakibatkan peningkatan osilasi dari sinyal keluaran kontroler. Berikut merupakan hasil tuning variabel Kc dan Ti.

**a. Tuning Parameter dengan Nilai Kc= 17,36 dan Ti= 5,73**

Selanjutnya dilakukan tuning parameter nilai Kc dan Ti agar respon yang didapat semakin cepat. Berikut merupakan hasil pengujian PID dengan Nilai Kc= 17,36 dan Ti= 5,73 dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Grafik hasil pengujian model PID, nilai Kc= 17,36 dan Ti= 5,73. (Keterangan Gambar: █ Slug Catcher-Liquid Percent Level, █ Garis setpoint (SP), █ Garis Buka-an Valve (OP) )

Gambar 3.2 menunjukkan hasil pengaruh nilai Kc dan Ti untuk waktu yang dicapai oleh kontroler dan juga OP (bukaan *valve*). Nilai Kc= 17,36 dan Ti= 5,73 sangat berpengaruh pada nilai keluaran *controller*. Nilai Kc berfungsi untuk merespon distubansi yang cepat, namun pemberian nilai Kc yang terlalu kecil akan melakukan koreksi error yang kecil, sehingga akan menghasilkan sistem yang lambat. Pemberian nilai Kc yang tinggi akan menunjukkan semakin cepat kontroler mencapai keadaan sistem atau SP (*setpoint*) namun tingginya harga Kc akan mengakibatkan sistem tidak stabil dan respon sistem akan berisolasi. Nilai Ti diberikan jika *offset* antara PV dan SP tidak bias ditolerir. Harga Ti yang terlalu besar akan mempercepat hilangnya offset. Tetapi semakin besar nilai Ti akan mengakibatkan peningkatan osilasi dari sinyal keluaran kontroler.

Nilai Kc= 17,36 memberikan respon awal yang cepat dan Ti= 5,73 membantu *overshoot* yang ada sehingga waktu yang dicapai untuk mendekati *setpoint* mencapai 0,33 menit dengan bukaan OP 27,45%. Pada level diberikan gangguan sebesar 12, 11, 10, 9, 8 untuk melihat kontroler dapat menerima respon yang ada. Dengan diberikannya gangguan ternyata kontroler mampu meredam osilasi yang ada dengan waktu pencapaian

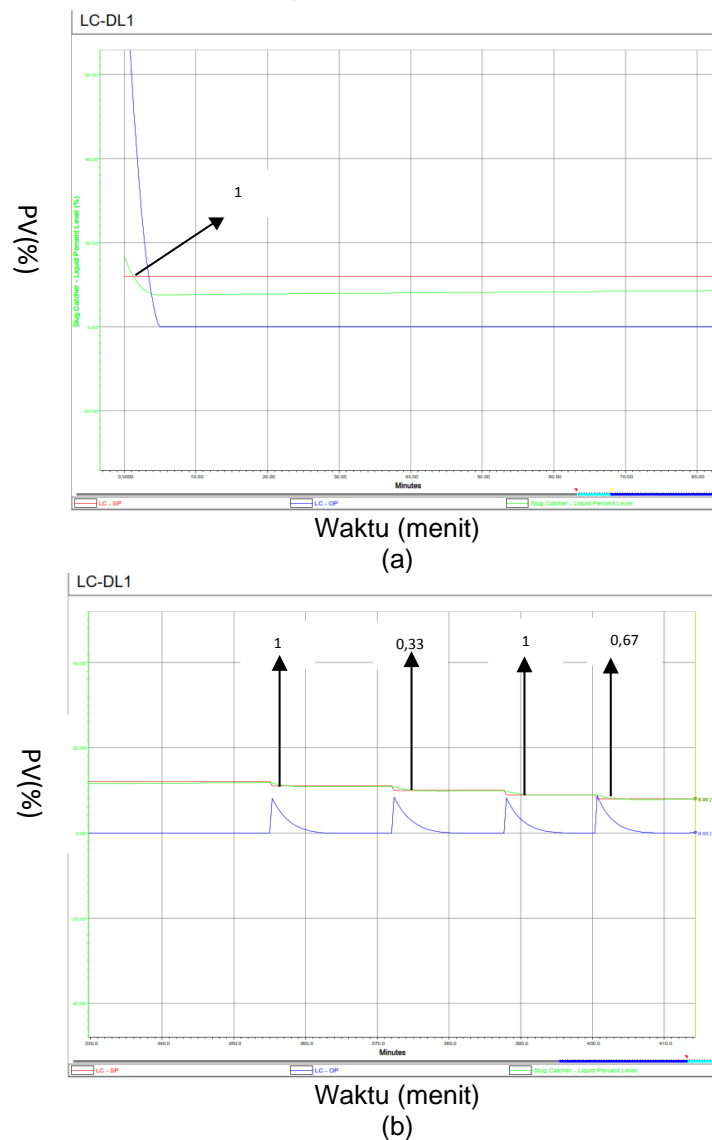
yaitu level 12 pada waktu 7 menit dengan bukaan OP 3,53, level 10 pada waktu 0,33 menit dengan bukaan OP 59,58%, level 9 pada waktu 0,33 menit dengan bukaan OP 31,87% dan level 8 pada waktu 0,33 menit dengan bukaan OP 36,67%.

Pada grafik diatas terlihat *liquid percent level* mencapai *setpoint*. Pada grafik juga menunjukkan hubungan *liquid percent level* dengan bukaan OP yang mana jika *control valve* akan membuka (*open*) apabila sinyal yang masuk di aktuator turun (*liquid percent level* turun), sebaliknya dengan kata lain *control valve* akan menutup (*closed*) apabila sinyal yang masuk di aktuator naik (*liquid percent level* naik). Hubungan antara tersebut dapat dilihat pada persamaan 3.1.

$$PV-SP = \text{error} \dots \dots \dots (3.1)$$

**b. Tuning Parameter dengan Nilai Kc= 2 dan Ti= 7,5**

Hasil Pengujian PID dengan Nilai Kc= 2 dan Ti= 7,5 di uji dalam bentuk grafik model PID yang dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Grafik (a) dan (b) hasil pengujian model PID, nilai Kc = 2 dan Ti = 7,5. (Keterangan Gambar: █ Slug Catcher-Liquid Percent Level, █ Garis setpoint (SP), █ Garis Bukaan Valve (OP) )

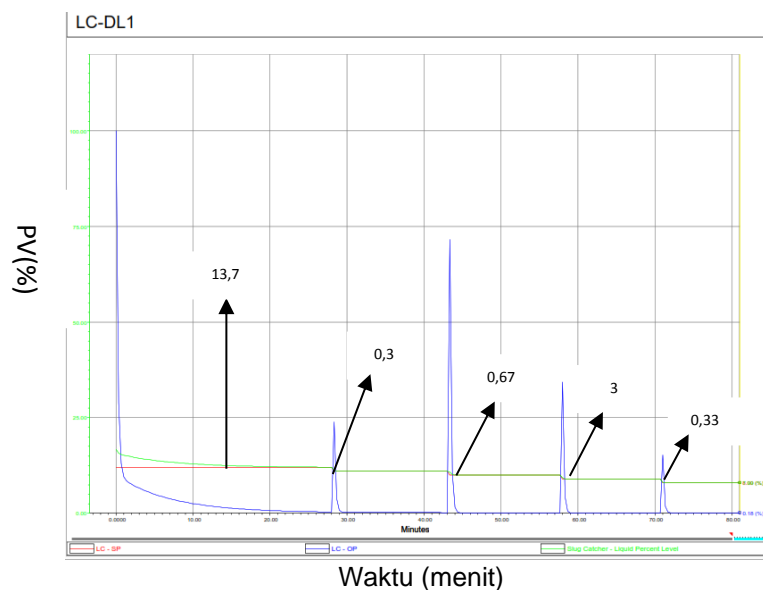
Gambar 3.3 menunjukkan hasil pengaruh nilai  $K_c$  dan  $T_i$  untuk waktu yang dicapai oleh kontroler dan juga OP (bukaan valve). Nilai  $K_c = 2$  dan  $T_i = 7,5$  sangat berpengaruh pada nilai keluaran *controller*. Pada grafik tersebut nilai *liquid percent level* mencapai *setpoint* dengan waktu pencapaian awal 1 menit. Namun setelah mencapai *setpoint*, *liquid percent level* kembali turun dan membutuhkan waktu yang cukup lama untuk sampai ke *setpoint* kembali. Hal ini dikarenakan pemberian nilai  $K_c$  yang terlalu kecil sehingga akan melakukan koreksi error yang kecil dan akan menghasilkan sistem yang lambat pula.

Dapat dilihat pada grafik diatas jika *liquid percent level* mencapai *setpoint* maka akan berpengaruh pula terhadap persentase nilai kontrol (OP). jika sistem diganggu dengan mengubah level menjadi 12, 11, 10, 9, 8 maka *liquid percent level* akan mencapai *setpoint* kembali agar sistem terjaga dengan waktu pencapaian yaitu level 12 pada waktu 1 menit dengan bukaan OP 60,35%, level 10 pada waktu 1 menit dengan bukaan OP 6,39%, level 9 pada waktu 1 menit dengan bukaan OP 6,11% dan level 8 pada waktu 0,67 menit dengan bukaan OP 6,35%.

Mengenai aksi kontrol *direct action* sesuai dengan rumus 4.1 yang diberikan oleh kontroler menunjukkan hubungan *liquid percent level* dengan bukaan OP yang mana jika *control valve* akan membuka (*open*) apabila sinyal yang masuk di aktuator turun (*liquid percent level* turun), sebaliknya dengan kata lain *control valve* akan menutup (*closed*) apabila sinyal yang masuk di aktuator naik (*liquid percent level* naik).

### c. Tuning Parameter dengan Nilai $K_c= 20$ dan $T_i= 7,5$

Hasil Pengujian PID dengan Nilai  $K_c= 20$  dan  $T_i= 7,5$  di uji dalam bentuk grafik model PID yang dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Grafik hasil pengujian model PID, nilai  $K_c = 20$  dan  $T_i = 7,5$ . (Keterangan Gambar: █ Slug Catcher-Liquid Percent Level, █ Garis setpoint (SP), █ Garis Bukaan Valve (OP) )

Gambar 3.4 menunjukkan hasil pengaruh nilai  $K_c$  dan  $T_i$  untuk waktu yang dicapai oleh kontroler dan juga OP (bukaan valve). Nilai  $K_c= 20$  dan  $T_i= 7,5$  sangat berpengaruh pada nilai keluaran *controller*. Pada grafik tersebut dapat dilihat nilai *liquid percent level* mencapai *setpoint* dengan waktu pencapaian awal 0,3 menit, OP= 23,93. Namun dapat dilihat pada grafik diatas jika sistem diganggu dengan mengubah level menjadi 12, 11, 10, 9, 8 maka *liquid percent level* yaitu level 12 pada waktu 13,7 menit dengan bukaan OP 1,59% , level 10 pada waktu 0,67 menit dengan bukaan OP 10,38%, level 9 pada waktu 3

menit dengan bukaan OP 34,35% dan level 8 pada waktu 0,33 menit dengan bukaan OP 15,34%.

Mengenai aksi kontrol *direct action* sesuai dengan persamaan 1.1 yang diberikan oleh kontroler menunjukkan hubungan *liquid percent level* dengan bukaan OP yang mana jika *control valve* akan membuka (*open*) apabila sinyal yang masuk di aktuator turun (*liquid percent level* turun), sebaliknya dengan kata lain *control valve* akan menutup (*closed*) apabila sinyal yang masuk di aktuator naik (*liquid percent level* naik).

### 3.1.2 Pembahasan Control PID menggunakan *Response Surface Methodology*

#### a. *Response Surface Methodology* Terhadap Waktu

Hasil *setting trial and error* tersebut diperlukan untuk optimasi pada respon kontroler tersebut. Hasil dari penelitian ini kemudian di analisa menggunakan *Design Expert*. Tabel 3 berikut Analisa varian (ANOVA) untuk merespon waktu.

Tabel 3. Analisa Varian (ANOVA) untuk Respon Waktu

Source	Sum Of Square	DF	Mean Square	F Value	P-Value Prob>F	Keterangan
Model	0,56	3	0,19	14,58	0,0008	<i>Significant</i>
A-Kc	0,31	1	0,31	23,88	0,0009	
B-Ti	0,005	1	0,005	0,39	0,5480	
AB	0,25	1	0,25	19,48	0,0017	
Residual	0,12	9	0,013			
Lack of Fit	0,12	5	0,023			
Pure Error	0	4	0,00			
Cor Total	0,68	12				

*Design Expert 10.0.3*

Tabel 3 menunjukkan uji parameter, untuk memeriksa signifikansi model. Dilihat dari  $P_{value}$  yaitu 0,0008 lebih kecil dari derajat signifikansi  $\alpha=5\%$ , hal ini menunjukkan variabel-variabel tersebut memiliki keterkaitan. Jika nilai probabilitas  $>F$  lebih sedikit dari 5% maka akan menunjukkan model yang signifikan dan jika lebih dari 0,1 maka bentuk model tersebut tidak signifikan secara statistik. Model yang diperoleh dari eksperimen ini adalah:  
 $y = 2,96230 - 0,19742 \times Kc - 0,25859 \times Ti + 0,022222 \times Kc \times Ti \dots\dots\dots(4.2)$

Kemudian dilakukan pengujian residual untuk memeriksa kecocokan model. Analisa ini dapat dilihat pada Tabel 4.

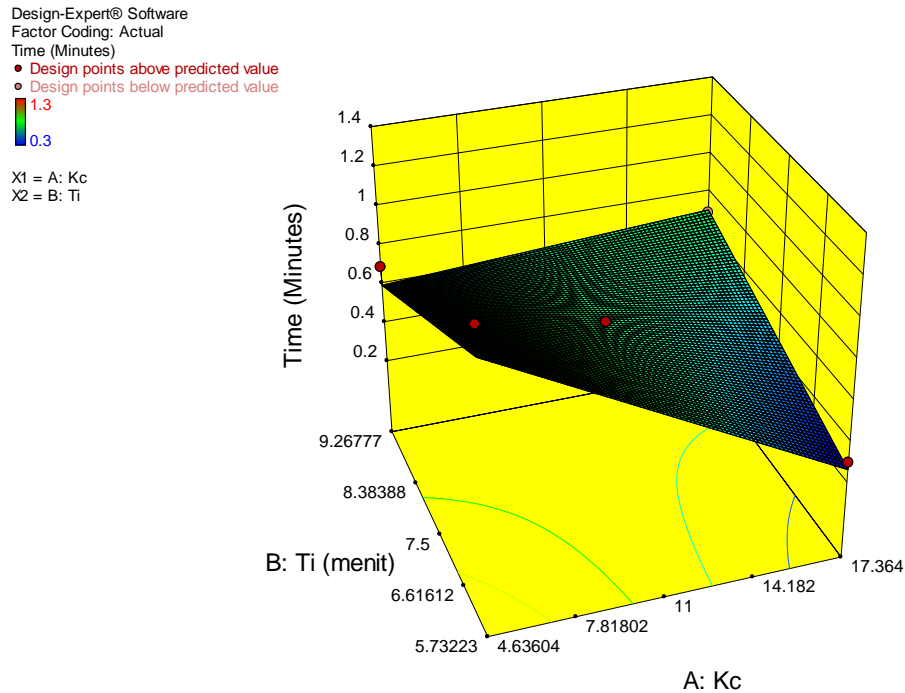
Tabel 4. Analisa R-Squared untuk Respon Waktu

Std. Dev.	0,11	R-Squared	0,8294
Mean	0,68	Adj R-Squared	0,7725
C.V. %	16,55	Pred R-Squared	0,4685
PRESS	0,36	Adeq Precision	14,186
-2 Log Likelihood	-24,51	BIC	-14,25
		AICc	-11,51

Tabel di atas menunjukkan *R-squared*, model dapat dikategorikan sebagai model yang sesuai bila model tersebut memiliki koefisien korelasi  $R^2$  mendekati 1. Pada tabel diketahui  $R^2 = 82,94\%$  yang menunjukkan model sesuai dengan variabel Kc dan Ti yang memberikan pengaruh terhadap respon.

Hasil anova pada *Response Surface Methodology* tersebut kemudian di plotkan menjadi grafik *contour* dilihat pada Gambar 3.5.





Gambar 3.5 Model Grafik 3D Surface Untuk Variable Time

Gambar tersebut menunjukkan titik optimum *time* ( $y$ ) dari interaksi  $Ti$  ( $x_1$ ) dan  $Kc$  ( $x_2$ ). Titik optimum dari interaksi tersebut didapat pada  $Kc=11$  dan  $Ti$  7.5 maka *time* (menit) yang diperoleh adalah 0,7 menit dan titik minimum yang diperoleh  $Kc=17,36$  dan  $Ti$  5,73 maka *time* (menit) yang diperoleh adalah 0,3 menit.

#### b. Response Surface Methodology Terhadap Waktu

Selanjutnya analisa varian Anova untuk respon OP yang dapat di lihat pada tabel 5. Analisa anova ini akan memberikan kombinasi perlakuan optimasi beserta respon yang dilihat.

Tabel 5. Analisa Varian (ANOVA) untuk Respon OP

Source	Sum Of Square	DF	Mean Square	F Value	P-Value Prob>F	Keterangan
Model	431,90	5	86,38	183,85	<0,0001	Significant
A-Kc	250,30	1	250,30	532,72	<0,0001	
B-Ti	64,59	1	64,59	137,48	<0,0001	
AB	88,27	1	88,27	187,86	<0,0001	
A <sup>2</sup>	5,79	1	5,79	12,33	0,0098	
B <sup>2</sup>	25,64	1	25,64	54,58	0,0002	
Residual	3,29	7	0,47			
Lack of Fit	3,29	3	1,10			
Pure Error	0,000	4	0,000			
Cor Total	435,19	12				

Tabel 5 menunjukkan bahwa model F-value 183,85 memiliki model yang signifikan. Hal ini juga dapat dilihat dari  $P_{value}$  yaitu 0,0001 lebih kecil dari derajat signifikansi  $\alpha=5\%$ . Nilai  $P_{value} < \alpha=5\%$  menunjukkan bahwa variable A, B, A<sup>2</sup>, B<sup>2</sup> dan AB memiliki keterkaitan. Jika nilai Nilai  $P_{value}$  lebih sedikit dari 5% maka akan menunjukkan model yang signifikan, namun jika nilai lebih besar dari 0,1 maka bentuk model tersebut tidak signifikan. Model yang diperoleh dari eksperimen ini adalah:

$$y = -52,17728 + 4,50628 \times Kc + 12,20171 \times Ti - 0,41756 \times Kc \times Ti - 0,022531 \times Kc^2 - 0,61440 \times Ti^2 \dots\dots\dots (4.3)$$

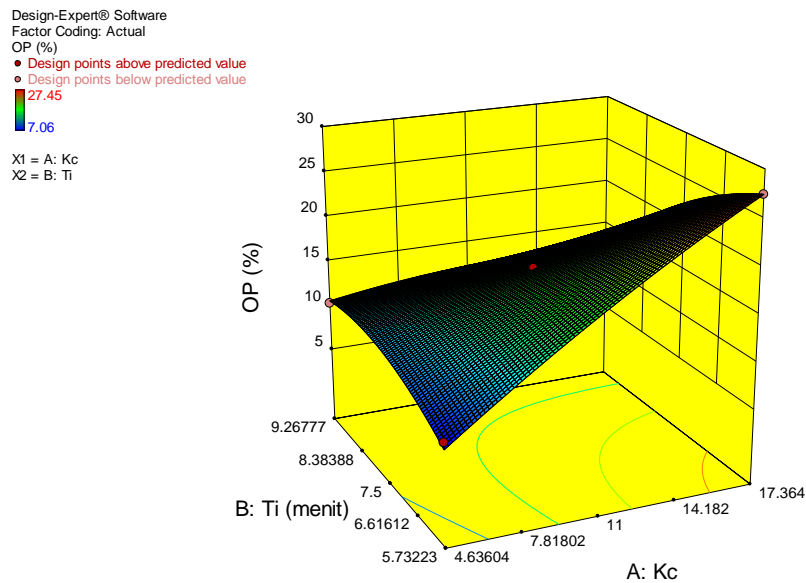
Hasil tabel anova diatas kemudian dilakukan pengujian residual untuk memeriksa kecocokan model. Analisa ini dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Analisa R-Squared untuk Respon OP

Std. Dev.	0,69	R-Squared	0,9924
Mean	15,43	Adj R-Squared	0,9870
C.V. %	4,44	Pred R-Squared	0,9463
PRESS	23,39	Adeq Precision	44,198
-2 Log Likelihood	19,03	BIC	34,41
		AICc	45,03

Tabel 6 diatas menunjukkan nilai *Pred R-Squared* 94,63% yang berarti model dapat dikategorikan sebagai model yang sesuai bila model tersebut memiliki koefisien korelasi  $R^2$  mendekati 1. Nilai *R-Squared* menunjukkan hubungan antara variabel terikat yang memberikan pengaruh terhadap variabel bebas.

Hasil anova tersebut kemudian di plotkan menjadi grafik 3D *surface* yang dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 3.6 Model Grafik 3D Surface Untuk Variable OP

Gambar diatas menunjukkan titik optimum pada OP (%) dari interaksi Kc dan Ti. Titik optimum dari interaksi tersebut didapat pada Kc=11 dan Ti=7,5 dengan bukaan OP 17,17%.

### c. Penentuan Kondisi Optimum

Nilai parameter untuk masing-masing variabel bebas dan variabel terikat ditunjukkan pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Hasil Optimasi Nilai Kc dan Ti terbaik

Name	Goal	Lower	Upper	Lower	Upper	Importance
		Limit	Limit	Weight	Weight	
A: Kc	In range	4,64	17,36	1	1	3
B: Ti	In range	5,73	9,27	1	1	3
Time	Minimize	0,3	1,3	1	1	3
OP	In range	7,06	27,45	1	1	3

Design Expert RSM 10.0.3

Tabel Response Surface Methodology tersebut memberikan nilai optimasi yang terlihat pada tabel 8 dibawah.

Tabel 8. Titik Optimum

Number	Kc	Ti	Time	OP		Desirability
1	17,18	5,9	0,3	26,9	Selected	1

Design Expert RSM 10.0.3

Dari hasil optimasi tersebut dapat diketahui bahwa kombinasi level variabel bebas yang mampu memberikan nilai respon optimal adalah pada kondisi Kc = 17,18 dan Ti = 5,9 dengan waktu 0,3 menit dan OP 26,9%. Waktu respon terlama pada Kc = 4,64, Ti = 9,27, Time = 0,61 menit dengan OP= 10,6% dengan desirability 0,695.

Berdasarkan faktor karakteristik dari kontrol PID, jika nilai Kc kecil pengontrol *proporsional* hanya mampu melakukan koreksi kesalahan yang kecil sehingga akan menghasilkan respon sistem yang lambat, jika nilai Kc diperbesar sehingga mencapai harga yang berlebihan, akan mengakibatkan sistem bekerja tidak stabil atau respon sistem akan berosilasi. Namun apabila pemilihan nilai Ti yang sangat tinggi justru dapat menyebabkan *output* berosilasi, jika pemilihan Ti yang tidak tepat juga dapat menyebabkan respon transien yang tinggi sehingga dapat menyebabkan ketidakstabilan sistem. Sedangkan apabila nilai Td ditingkatkan, maka dapat meningkatkan stabilitas sistem dan mengurangi *overshoot*.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 4. Kesimpulan dan Saran

##### Kesimpulan

Model  $P_{value}$  pada respon waktu diperoleh nilai 0,0008 lebih kecil dari derajat signifikan  $\alpha=5\%$  yang menunjukkan adanya keterkaitan terhadap respon. Model  $P_{value}$  pada respon OP diperoleh nilai 0,0001 lebih kecil dari derajat signifikan  $\alpha=5\%$  yang menunjukkan adanya keterkaitan terhadap respon. Optimasi waktu tercepat saat mengatasi gangguan dengan variasi level adalah tuning parameter Kc = 17,18 dan Ti = 5,9 dengan waktu 0,3 menit dan OP 26,9% dengan *desirability* 1. Waktu terlama saat mengatasi gangguan adalah pada Kc = 4,64, Ti = 9,27, Time = 0,61 menit dengan OP= 10,6% dengan *desirability* 0,695.

##### Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka disarankan untuk peneliti berikutnya dapat melanjutkan penelitian dengan menggunakan sensor *pressure control*.

### Ucapan Terima Kasih

Terimakasih disampaikan kepada Bapak Nasrul ZA, ST., MT selaku pembimbing 1 serta Bapak Dr. Ir. Azhari, M.Sc selaku pembimbing 2, keluarga serta teman-teman yang telah banyak membantu dalam penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anang Satria Chandra Negara (2012) *Difuser Membran Untuk Pemisahan CO<sub>2</sub> Dari Gas*. Institut Teknologi Bandung.
- Aspentech Incorporations (2012) *AspenTech Incorporations Chemical Process Principles, Matbal-001H*.
- Bagus, R. L. (2009) *Vertikal Separator*. Surabaya.
- Dian Anggraeni, Ria Faulina and Shofi Andari (2011) *Response Surface Methodology (RSM) Dan Aplikasinya*. Surabaya.
- Didik Wahjudi, Lely Tjandranitia Dewi and Gan Shu San (1999) 'Optimasi Kualitas Warna Minyak Goreng Dengan Metode Response Surface', *Jurnal Teknik Industri*, 1(1), pp. 18–29. Available at: <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/ind/article/view/15978>.
- Erna Kusuma, Wati V. Vekky R. Repi and Hadi Santoso (2015) 'Rancang Bangun Sistem Pengendalian Level pada Knock Out Gas Drum Menggunakan Pengendali PID di Plant LNG', *Jurnal Ilmiah GIGA*, 18(1), pp. 43–50.
- Haryono, R. S. (2007) *Dasar Instrumentasi dan Proses Kontrol*. Balongan.
- Ir. Heriyanto, M. T. (2010) *Pengendalian proses*. Bandung.
- Julie, L. G. D. (2013) 'Jump Start : Aspen HYSYS ® Dynamics V8'.
- Radita Arindya (2015) 'Penalaan kendali pid untuk pengendali proses', *Seminar Nasional Cendekiawan*, pp. 30–37.
- Setiawan, I. (2008) *Kontrol PID untuk Proses Industri*. Penerbit Elex Media Komputindo.
- Skogestad, S. and Grimholt, C. (2011) 'The SIMC method for smooth PID controller tuning', *Process Control*, (Skogestad 2003), pp. 1–29.
- Syauqi, M. (2009) *Perancangan Sistem Pengendalian Level Minyak Pada Separator (PV 9900) PT. JOB Pertamina-Petrochina Tuban Dengan Tuning Parameter KontrolerProportional Integral Menggunakan Metode Direct Synthesis*. Surabaya.
- Taryono, O. (2009) *Aplikasi HYSYS Dynamic untuk Process Control*. Jakarta.
- Vardeman, S. B. and Marcus Jobe J. (1998) *Statistical Quality Assurance Methods for Engineers*. illustrate. Wiley, 1999.