

Desain Sistem Kontrol Kecepatan Motor DC Dengan Metode *Optimization Genetic Algorithm* Pada Lift Konvensional

Khrisna Budi Prasetyo¹, Endryansyah², I Gusti Putu Asto³, Lilik Anifah⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, 60231, Indonesia

(¹khrisna.17050874059@mhs.unesa.ac.id, ²endryansyah@unesa.ac.id, ³asto@unesa.ac.id,

⁴lilikanifah@unesa.ac.id)

Abstrak

Teknologi semakin maju pada jaman sekarang dan berkembang sangatlah cepat, salah satunya alat transportasi dalam gedung bertingkat yaitu lift. Lift merupakan teknologi modern saat ini yang mempunyai fungsi membawa orang atau barang dari satu tingkat ke tingkat yang lainnya yang bergerak secara vertikal. Penelitian saat ini yang dilakukan bertujuan untuk melihat hasil respon sistem menggunakan PID metode *Optimization Genetic Algorithm* pada prototipe lift dikarenakan dapat mengurangi overshoot dan mempercepat waktu naik dari plant tersebut. Dalam penelitian sistem lift dengan menggunakan metode algoritma genetika mendapatkan nilai parameter PID dengan $K_p = 8,946$; $K_i = 3,898$, $K_d = 0,011$. Ketika memperoleh parameter PID dan dimulasikan pada simulink, dapat dilihat hasil respon sistem yang stabil dengan overshoot pada sistem ini sebesar 0.327%. Respon sistem yang optimal terdapat di setpoint 29 rpm dengan waktu tunak (T_s) sebesar 1.168s. Error Steady State sebesar 0,3%, waktu naik (T_r) sebesar 0,601s dan waktu tunda (T_d) sebesar 0.2032 s.

Kata kunci: Lift, Genetic Algorithm, PID, Motor DC, Matlab.

Abstract

Technology is getting more advanced nowadays and developing very fast, one of the means of transportation is in multi-storey buildings, namely elevators. The elevator is a modern technology that has the function of carrying people or goods from one level to another which moves vertically. The current research conducted aims to see the results of the system response using the PID method of *Optimization Genetic Algorithm* in the prototype lift because it can reduce overshoot and speed up the uptime of the plant. In the elevator system research using the genetic algorithm method, the value of the PID parameter is obtained with $K_p = 8,946$; $K_i = 3,898$, $K_d = 0.011$. When obtaining the PID parameter and simulating it on simulink, it can be seen the results of a stable system response with an overshoot of this system of 0.327%. The optimal system response is at the 29 rpm setpoint with steady time (T_s) of 1.168s. Steady State error is 0.3%, rise time (T_r) is 0.601s, and delay time (T_d) is 0.2032 s.

Keyword: Elevator, Genetic Algortihm, PID, Motor DC, Matlab.

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan masyarakat saat ini sangat beragam. Apalagi kebutuhan sandang dan pangan serta kebutuhan sehari-hari. Hal tersebut mendorong berkembangnya industri rumah tangga dan pasar kecil yang memenuhi kebutuhan masyarakat. Ukuran bangunan di industri rumah tangga dan ruko sebagai tempat juga sangat bervariasi tergantung dari besaran produksi dan penjualan barang, beberapa mencakup dari satu lantai hingga lebih. Sebagai pemindahan barang dari lantai satu hingga lantai

lain, biasanya digunakan material buatan yang diisi secara manual seperti katrol. (Luthfi .2015)

Solusi untuk masalah ini ialah lift. Pada bangunan yang bertingkat digunakan suatu alat berat untuk memindahkan barang dari lantai satu ke lantai yang dituju yang bergerak secara vertikal (Rahmatillah.2019). Rata-rata lift digerakkan penggerak elektrik yaitu motor DC, kemudian performa kecepatan motor DC akan menurun jika beban pada lift terus bertambah. Sehingga kerusakan pada *fan belt* lift sering terjadi, karena sering digunakan untuk menarik beban pada lift (Andrian, 2019).

Perkembangan teknologi membuat lift menjadi lebih baik dari sisi permesinan, sistem kendali dan keselamatan. Oleh karena itu, menjadikan lift merupakan sebuah transportasi yang sangat aman yang digunakan dalam gedung bertingkat sehingga efektif. PLC (Programmable Logic Controller) merupakan kontroller yang sering digunakan pada penggunaan lift. Beberapa penelitian tentang sistem kendali lift telah dilakukan (Andi.2013).

Pada penelitian pertama yang dilakukan oleh Gany Rahmatillah yaitu didapatkan hasil waktu naik 2.75 detik (Rahmatillah,2019). Penelitian ini menggunakan rancangan prototipe lift 3 lantai yang menggunakan kontroller Proporsional dan Integral. Yang kedua, Penelitian yang dilakukan oleh Andrian Kusuma Solihin dengan hasil waktu naik 4.37 detik waktu yang cukup lama (Andrian, 2019) Pada penelitian ini, penulis merancang sebuah lift modern yang tingginya 3 lantai dengan menggunakan *kontroller Proporsional, Integral dan deferensial* sebagai kontrollernya. Penulis menggunakan tuning *tyrues-luyben* untuk pencari nilai PIDnya tersebut dan untuk softwarena menggunakan LabView 2014 dengan tampilan grafik respon pada GUI (*Graphical User Interface*). Yang ketiga, penelitian dari Oka Hidyatama yang membahas Arduino sebagai kontroller diterapkan di elevator ATMEGA 328P (Oka, 2013). Penelitian ini penulis merancang prototipe lift beberapa lantai yang menggunakan Arduino ATMEGA 328P sebagai kontroler dan hasil waktu naik yang tinggi. Yang keempat, penelitian dari Frengki Tri Rendy dengan pembahasan prototipe lift lantai dua untuk tempat parkir mobil dengan control PLC (*Progamable Logic Controller*) (Frengki, 2016). Pada penelitian ini, penulis merancang lift 2 lantai untuk sebuah tempat parkir mobil digerakkan oleh motor DC dikontrol dengan PLC dan menggunakan bantuan sensor cahaya sebagai pendeteksi jika ada mobil yang akan parkir.

Kontroler yang digunakan pada penelitian kali ini ialah kontroler PID untuk meningkatkan dan mengoptimalkan menggunakan tuning *genetic algorithm* pada penelitian sebelumnya menggunakan kontroller PID tetapi dengan metode *tyrues-luyben*. Harapannya dengan menggunakan metode *genetic algorithm* akan memperkecil *rise time*, *settling time*, *delay time* dan *error study state* dalam Lift Konvensional lebih baik dari penelitian sebelumnya. Saat ini peneliti melakukan penelitian dengan judul "Desain Sistem Kontrol Kecepatan Motor DC dengan Metode *Optimization Genetic Algorithm* pada Lift Konvensional"

II. TEORI

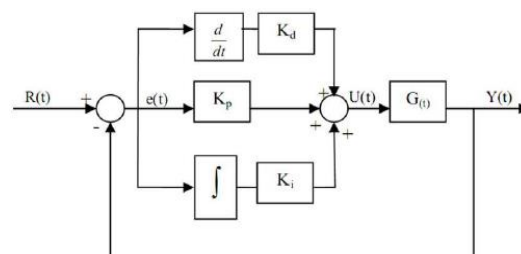
A. Lift Konvensional

Lift merupakan teknologi yang mengedepankan aktivitas manusia di gedung bertingkat. Lift yang mencapai setiap lantai pada gedung bertingkat memegang peranan penting dalam menggantikan fungsi tangga (Benny.2015). Dikarenakan tidak menutup kemungkinan juga seseorang naik dan menuruni tiap lantai menggunakan tangga. Tentu akan merasa melelahkan dan membutuhkan waktu yang lama juga. Pada saat seseorang berada didalam lift saat bergerak keatas maka badan akan terasa lebih berat, tetapi ketika lift bergerak kebawah maka berat badan akan terasa lebih ringan. Begitulah berlakunya hukum newton pada lift (Rahmatillah, 2019).

Struktur umum mesin lift ialah berupa kerangka sangkar yang bergerak naik turun dengan mesin penarik. Fungsi dari *counter weight* yaitu sebagai penyeimbang saat naik turun sebuah lift agar tidak bergoyang ketika lift dijalankan.

B. Kontrol Proportional Integral Derivative (PID)

Sistem control PID diterapkan pada system *loop* tertutup yang menyertakan *feedback* dari keluaran system untuk mendapatkan hasil respon yang sesuai. Untuk mengkontrol nilai *input*, agar keluaran bisa dengan cara menggunakan PID. Nantinya akan didapat masukan baru untuk mendapatkan nilai yang diinginkan (Richardus,2015).



Gambar 1. Diagram blok kontroler PID
(Sumber: Richardus, 2015)

Pada gambar 1 di atas merupakan diagram blok loop tertutup yang menunjukkan sebuah control PID yang berfungsi menggerakkan system dan sebagai pengendali. Kontroler dikerjakan untuk menggerakkan plant agar respon yang diinginkan tercapai(Sukarasa,2016).

Kontrol PID sendiri ialah hasil dari penambahan control *propotional*, *integral*, dan *derivative*. Jika nilai konstanta berubah, maka akan berpengaruh terhadap semua hasil responnya. Dari gambar di atas didefinisikan $u(t)$ sebagai output controller dengan rumus sebagai berikut :

$$u(t) = K_p \left(e + \frac{1}{T_i} \int_0^t edt + T_d \frac{de}{dt} \right) \quad (1)$$

$$u(t) = \left(K_p e + \frac{K_p}{T_i} \int_0^t edt + K_p T_d \frac{de}{dt} \right) \quad (2)$$

$$u(t) = \left(K_p e + K_i \int_0^t edt + K_d \frac{de}{dt} \right) \quad (3)$$

Keterangan :

$e(t)$ = Error

$u(t)$ = Keluaran pengontrol

K_p = Penguat atau konstanta proporsional

K_d = Konstanta derivative ($K_p T_d$)

K_i = Konstanta Integral ($\frac{K_p}{T_i}$)

T_i = Waktu integral atau *reset time*

T_d = Waktu derivative atau *rate time*

Fungsi alih dari persamaan control ini yaitu:

$$\frac{U(s)}{E(s)} = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right) \quad (4)$$

$$\frac{U(s)}{E(s)} = \frac{K_d s^2 + K_p s + K_i}{s} \quad (5)$$

Kontroller PID sendiri dibagi 3 bagian yang terkombinasi P,D dan I. Masing-masing mempunyai fungsi yang berbeda. Parameternya juga harus disetel agar dapat berjalan dengan lancar. Kekurangan dan kelebihan dari masing-masing alat ada. Dapat dilihat dalam table berikut:

TABEL 1.
Respon kontrol PID jika konstantanya dirubah

Close Loop	Waktu Naik	Overshoot	Waktu Tunak	SS Error
Kp	Mengurangi	Menambah	Perubahan Kecil	Mengurangi
Ki	Mengurangi	Menambah	Menambah t	Eliminasi
Kd	Perubahan Kecil	mengurangi	mengurangi	Perubahan kecil

C. Genetic Algorithm (GA)

Algoritma genetika (GA) adalah metode pengoptimalan yang memodelkan seleksi alam. Solusi untuk mencari solusi dilakukan dengan iterasi untuk membantu suatu populasi calon

solusi individu yang direpresentasikan dalam bentuk string. (Ervani,2014).

Dalam menentukan desain pengontrol PID berbasis GA, populasi awal dibangkitkan secara acak melalui string biner dimana string merepresentasikan beberapa nilai K_p , K_i , dan K_d . (Fedric,2019)

Berikut merupakan struktur dari genetic algorithm (Gama, 2015):

- Kombinasi gen untuk membentuk nilai tertentu disebut kromosom. Kromosom memiliki dua model yaitu kromosom biner dan mengambang dengan nilai yang ditentukan pada gen tersebut.

Kromosom

1	0	0	1	0	1	1	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---

a)

Kromosom

1	2	5	6	3	8	4	9	7
---	---	---	---	---	---	---	---	---

b)

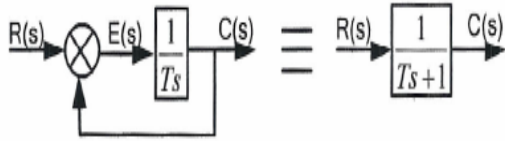
Gambar 2. a) Pengkodean kromosom biner, b) Pengkodean kromosom float (*decimal*)
(Sumber: Gama, 2015)

- Dalam algoritma genetika sebuah nilai satuan dasar yang dibentuk suatu arti tertentu disebut genotyper. Mempunyai beberapa jenis gen yaitu biner, float dan integer.
- Suatu kumpulan kromosom yang menyatakan kemungkinan penyelesaiannya berjumlah satu disebut individu
- Beberapa kumpulan individu yang pengolahan berdasarkan seleksi alam disebut populasi
- Proses pengulangan seleksi alam yang dimulai dari satu populasi membentuk populasi yang baru dapat disebut generasi.

D. Karakteristik Sistem Orde Satu

Suatu sistem yang fungsi transfernya memiliki variabel s dengan pangkat tertinggi satu, maka sistem itu berurutan pertama. Bentuk fisik-bisa berupa sistem termal, RC rangkaian listrik atau sistem lainnya. Berikut ini dapat

dilihat diagram blok sistem orde satu pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram blok sistem orde satu
(Sumber: Ogata, 2010)

Fungsi alih dari gambar 3 adalah:

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{K}{\tau s + 1} \quad (6)$$

Untuk menentukan nilai Y_{ss} dan X_{ss} jika nilai parameter K sistem linear, berikut persamaannya:

$$K = \frac{Y_{ss}}{X_{ss}} \quad (7)$$

Keterangan:

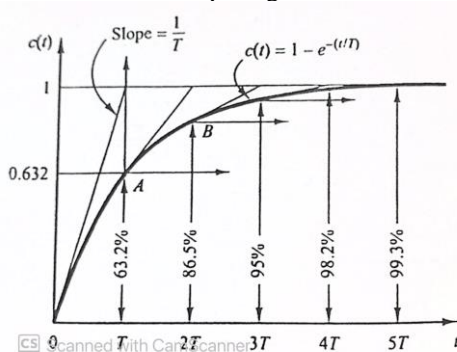
Y_{ss} : hasil respon saat mencapai steady state

X_{ss} : Setpoint

Pada saat mencari konstanta waktu (τ) maka menghitung melalui keluaran respon sistem saat didapat 63,2% dari *steady state* $c(\tau)$. berikut persamaannya:

$$C(\tau) = 0,632 \times Y_{ss} \quad (8)$$

Berikut merupakan tanggapan eksponensial Orde satu berbentuk kurva pada gambar 4.



Gambar 4. Kurva Tanggapan Eksponensial Orde 1
(Sumber: Ogata, Katsuhiko, 2010)

Menentukan karakteristik respon transien sistem control input step, dengan menggunakan beberapa parameter sebagai berikut:

1. Waktu tunda, t_d : waktu tunda adalah waktu yang diperlukan respon dari $t = 0$ sampai mencapai 50% hingga *steady state*.
 $t_d = \tau \ln 2$ (9)

2. *Rise Time* (t_r) : merupakan ukuran waktu yang menyatakan keberadaan suatu respon, yang diukur mulai respon 5%-95% dari respon *steady state* 10%-90%.

$$a. t_r(10 - 90\%) = \tau \ln 9 \quad (10)$$

$$b. t_r(5 - 95\%) = \tau \ln 9 \quad (11)$$

3. *Settling Time* (t_s) : merupakan ukuran waktu yang menyatakan respon telah masuk 5%, 2% atau 0.5% dari respon *steady state*.

$$a. t_s(\pm 5\%) = 3\tau \quad (12)$$

$$b. t_s(\pm 2\%) = 4\tau \quad (13)$$

$$c. t_s(\pm 0.5\%) = 5\tau \quad (14)$$

4. *Respon Steady State*: Respon *steady state* diukur berdasarkan error relatif pada keadaan *steady state*

$$Ess\% = \frac{X_{ss} - Y_{ss}}{X_{ss}} \times 100\% \quad (15)$$

Keterangan:

$Ess\%$: persentase error *steady state*

III. METODE

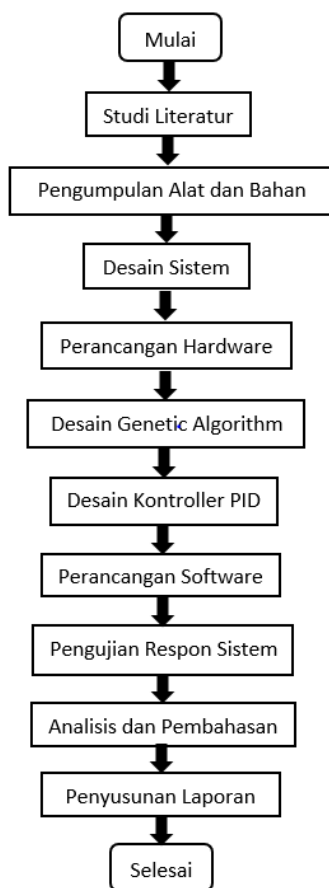
A. Pendekatan Penelitian

Pendekatan yang akan dilakukan menggunakan pendekatan kuantitatif. Dapat dijelaskan untuk meneliti populasi dan mengambil sampel tertentu yang pada umumnya pengambilan sampelnya didapat secara acak yang berbasis pada filsafat positivisme juga merupakan metode kuantitatif. dalam pengambilan data menggunakan instrument penelitian dan analisis secara statistik untuk menguji hipotesis pada penelitian sebelumnya (Sugiyono, 2009:28).

Untuk software yang digunakan ialah matlab 2018a dikarenakan dapat menghasilkan nilai yang optimal. Menggunakan metode *optimization genetic algorithm* untuk mendapatkan nilai K_p , K_i , dan K_d . Setelah mendapatkan nilai K_p , K_i dan K_d kemudian akan disimulasikan kedalam kontrol PID pada simulink. Dan juga menampilkan nilai respon sistem dari kecepatan motor DC pada lift konvensional.

B. Rancangan Peneltiaian

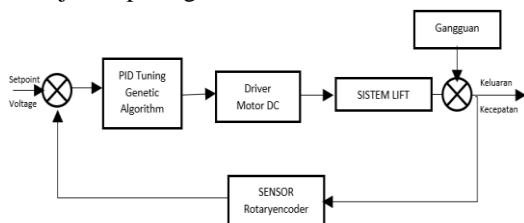
Berikut merupakan tahapan dalam perancangan penelitian secara garis beda dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Bagan Rancangan Penelitian

C. Desain Sistem

Pada desain sistem dari lift konvensional ini merupakan rangkaian *close loop*. Dapat ditunjukkan pada gambar 6 :



Gambar 6. Diagram Blok Hardware dari Lift

Pada nilai masukan (setpoint) sistem berupa tegangan. Kontroler utama dari sistem ialah kontroler Proportional, Integral dan Derivative dengan tuning *Genetic Algorithm* untuk mengatur kecepatan lift. Sinyal output dari kontroler menuju ke driver motor DC untuk

mengatur kecepatannya, untuk mengukur kecepatan motor DC sendiri menggunakan *sensor rotary encoder*.

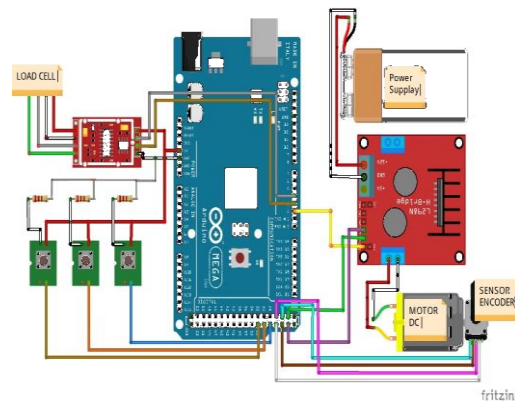
D. Bangun Hardware

Perancangan hardware pada prototipe lift dapat dilihat pada gambar 7



Gambar 7. Rancangan hardware dari prototipe lift

Desain *wiring* diagram sistem kontrol dari prototipe lift ditunjukkan pada gambar 8 :



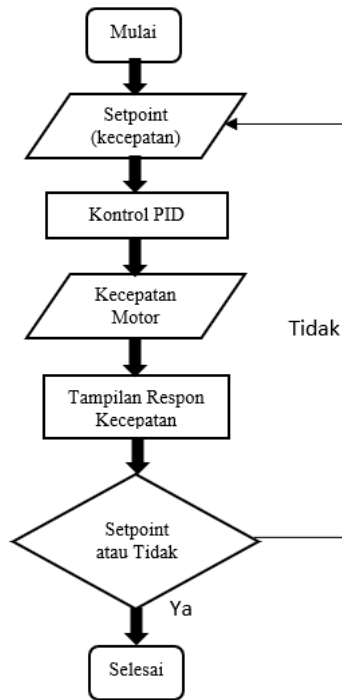
Gambar 8. Wiring diagram hardware dari lift

Untuk komponen komponen *wiring* diagram dari prototipe lift terdiri dari beberapa macam jenis komponen yaitu motor DC, *rotary encoder*, driver motor DC dan limit switch.

E. Perancangan Software

Flowchart pada gambar 9 merupakan diagram alir rancangan software pada prototipe lift. Perancangan software yang dimaksud ini dimulai dari memnentukan nilai setpoint yaitu 29rpm dan 33rpm. Kemudian mencari nilai pramater Kp, Ki, dan Kd nantinya menggunakan metode genetic Algorithm. Lalu akan keluar kecepatan motor dan hasil responnya, untuk hasil respon yang

setpoint maka lanjut, untuk tidak mendekati setpoint maka kembali ke menentukan setpoint untuk mendapatkan hasil yang mendekati sekali dengan setpointnya



Gambar 9. Flowchart software

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

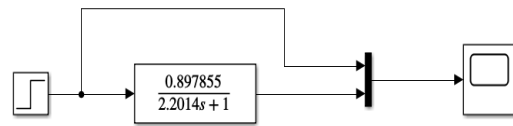
Untuk Bab ini, akan membahas identifikasi sistem, proses perancangan controller PID dan dengan menggunakan software MATLAB 2018a juga sebagai Pengujian control PID dan analysis respon sistem. dimuat tidak dikembalikan.

A. Pemodelan Sistem

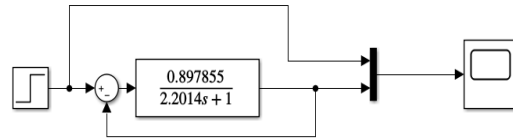
Pemodelan sistem dalam penelitian ini menggunakan karakteristik sistem orde satu untuk memperoleh fungsi transfer yang diterapkan dengan simulasi. Pada penelitian ini menggunakan satu setpoint yaitu 33 rpm dengan nilai fungsi transfer dari nilai acuan jurnal sebelumnya sebagai berikut:

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{0,897855}{2,2014s + 1} \quad (16)$$

Setelah didapat nilai fungsi transfer, selanjutnya mensimulasikan dengan software Simulink secara open loop dan close loop yang ditunjukkan pada gambar 10 dan 11.

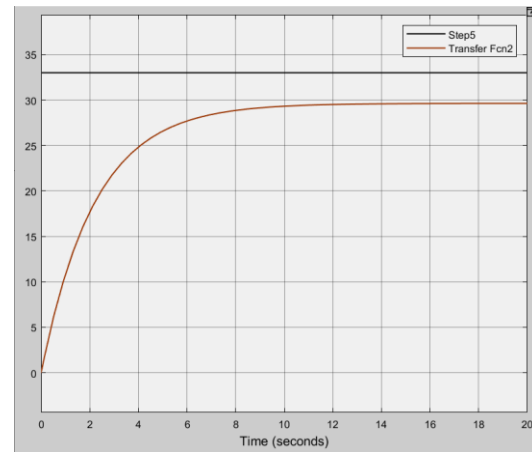


Gambar 10. Simulink Open Loop

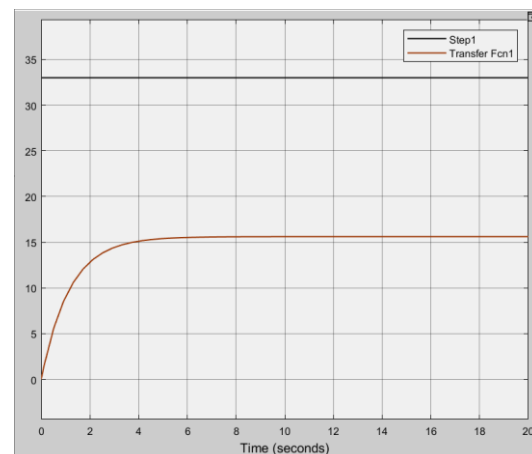


Gambar 11. Simulink Close Loop

Kemudian mendapatkan hasil respon ditunjukkan pada gambar 12 dan 13.



Gambar 12. Grafik respon Open Loop



Gambar 13. Grafik Respon Close Loop

B. Perancangan Controller PID

Pada sub bab ini proses menentukan nilai Kp, Ki, dan Kd menggunakan metode optimization genetic algorithm setelah mengetahui hasil

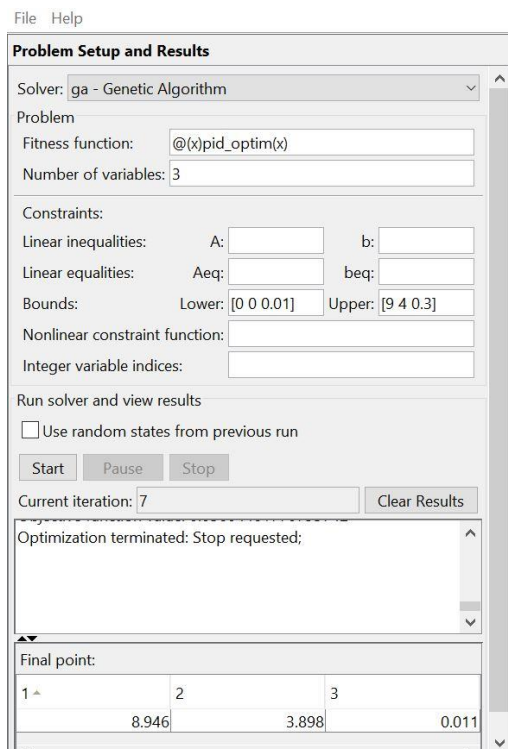
respon dari open loop berikut bisa dilihat pada gambar 14.

```

1 function [J] = pid_optim(x)
2
3 s = tf('s');
4
5 plant = 0.897855 / (2.2014*s + 1)
6
7 Kp = x(1)
8 Ki = x(2)
9 Kd = x(3)
10
11 cont = Kp + Ki/s + Kd * s;
12
13 step(feedback(plant*cont,1));
14
15 dt = 0.5;
16 t = 0:dt:1;
17
18 e = 1 - step(feedback(plant*cont,1),t);
19
20 J = sum(t'.*abs(e)*dt);
    
```

Gambar 14. Script Function Matlab

Kemudian langkah selanjutnya setelah membuat script seperti gambar 14, beralih ke fitur *optimization genetic algorithm* yang ada pada tool app mada matlab 2018a seperti ditunjukkan pada gambar 15 untuk tampilan program *optimization*:



Gambar 15. Fitur Optimization Matlab

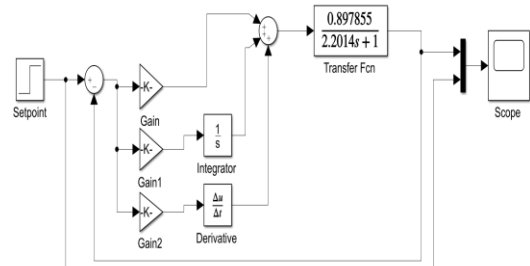
Pada program *Optimization* untuk menu solver dipilih *Genetic Algorithm*. Kemudian fitness function diisi dengan nama script yang telah dibuat, lalu menentukan variable pengujian dengan menggunakan 3 variabel untuk mencari nilai PID diantaranya kp,ki dan kd. Kemudian menentukan batas atas dan batas bawah pada menu bounds dengan acuan nilai dari jurnal sebelumnya, untuk memperoleh nilai kp, ki, dan kd.

Ketika table yang diperlukan sudah di isi, maka untuk mencari nilai kp,ki, dan kd tinggal menekan tombol start sistem akan berjalan secara otomatis. lalu akan muncul *step response* setiap *current Iteration* setelah mendapatkan hasil *step respon* yang diinginkan klik stop lalu tunggu hasil sampai *Final Point*.

Pengujian kali ini membutuhkan 7 *current iteration* untuk meperoleh nilai kp,ki,dan kd yang stabil. Nilai *final point* yang diperoleh sebagai berikut Kp = 8.946, Ki = 3.898, Kd = 0.011. Setelah menentukan nilai kp,ki dan kd, proses selanjutnya melakukan dengan simulasi menggunakan Simulink untuk menguji dan menganalisa respon sistem yang diambil menggunakan 2 kali setpoint yaitu pada setpoint 29rpm dan setpoint 33rpm,

C. Perancangan Simulasi Sistem pada Matlab

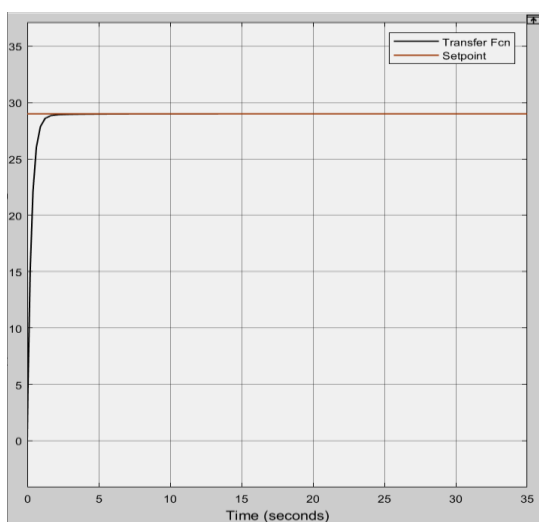
Pada program simulink, dimana fungsinya digunakan untuk melakukan simulasi terhadap pengujian yang akan dilakukan. Pada penelitian yang dilakukan ini terdapat blok diagram *close loop* yang berfungsi untuk menguji respon Kp, Ki, dan Kd dengan setpoint yang telah ditentukan oleh penulis. Berikut gambar blok diagram pada Simulink ditunjukkan pada gambar 16:



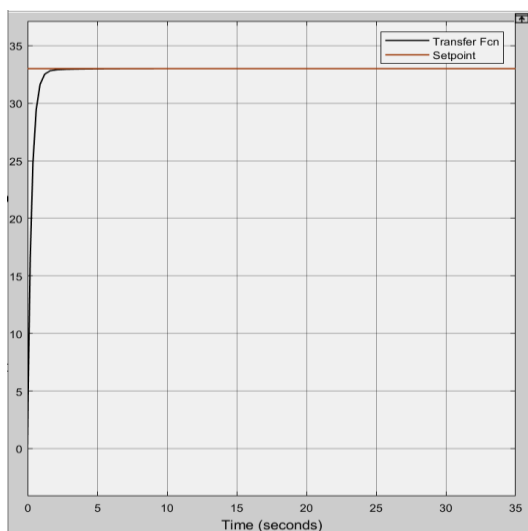
Gambar 16. Blok diagram loop tertutup dengan menggunakan controller PID

D. Pengujian Respon Sistem dengan Setpoint Tetap

Pengujian respon pertama dengan menggunakan nilai setpoint 29 rpm dan 33 rpm. Pada gambar 17 dan 18 menunjukkan dapat mencapai sudut setpoint yang diinginkan. Memiliki respon yang stabil jika dibandingkan respon *open loop* dan *close loop* tanpa kendali PID pada gambar 12 dan 13. Pada table 2 menunjukkan hasil simulasi respon sistem. Pada setpoint 29 rpm nilai *rise time* yang dihasilkan lebih cepat daripada setpoint 33 rpm. Kemudian pada 33 rpm nilai *settling time* lebih cepat daripada setpoint 29 rpm. Untuk *error steady state* mempunyai nilai yang sama 0.003%. Untuk *Overshoot* setpoint 33 rpm lebih rendah daripada setpoint 29 rpm.



Gambar 17. Grafik respon *close loop* setpoint 29rpm



Gambar 18. Grafik respon *close loop* setpoint 33rpm

Tabel 2.
 Hasil simulasi respon sistem

Variabel	29 rpm	33 rpm
<i>Rise Time</i> (tr) (s)	0.601 s	0.606 s
<i>Delay Time</i> (td) (s)	0.2032 s	0.2033 s
<i>Settling Time</i> (ts) (s)	1.168 s	1.163 s
<i>Error Steady State</i> %	0.003%	0.003%
<i>Overshoot</i>	0.327%	0.324%

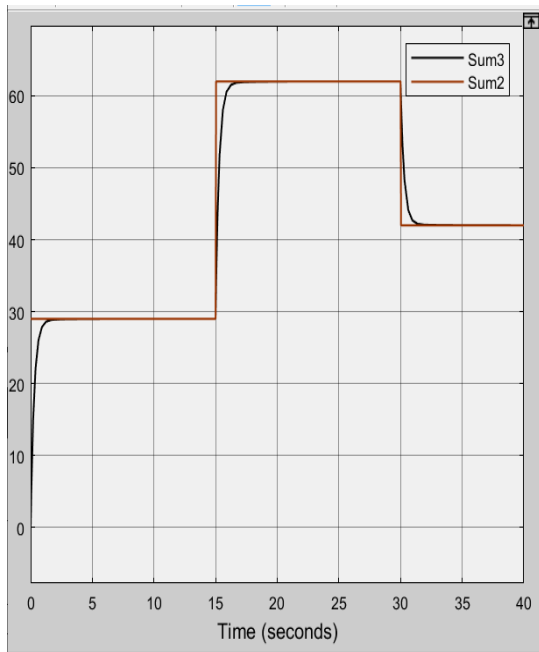
Untuk mengetahui hasil respon sistem yang telah dilakukan pada penelitian ini keberhasilannya maka dibuat perbandingan antara PID dengan menggunakan metode *Tyres-Lubrent* dan PI. Hasil perbandingan dapat dilihat pada tabel 3.

TABEL 3.
 Hasil perbandingan dengan jurnal acuan

Variabel	PID	PI	Genetic Algorithm
<i>Rise Time</i> (tr)	4.37 s	2.75	0.601 s
<i>Delay Time</i> (td)	1.381 s	2.09 s	0.2032 s
<i>Settling Time</i> (ts)	5.97 s	3.35 s	1.168 s
<i>Error Steady State</i>	1.59%	0.065%	0.003%
<i>Overshoot</i>	-	-	0.327 %

E. Pengujian Respon Sistem dengan Perubahan Setpoint

Pengujian respon kedua dengan mengubah setpoint atau dengan cara menggabungkan beberapa setpoint menjadi satu, dilakukan untuk mengetahui apakah respon dari controller PID dapat mengikuti perubahan setpoint apa tidak. Perubahan setpoint dimulai dari 29 rpm, 33 rpm, dan 20rpm. Dapat dilihat pada masing-masing perubahan sudut menunjukkan sistem kendali PID mampu mengikuti setpoint. Untuk hasil respon yang didapat saat menggunakan setpoint berubah cukup baik pada *rise time tr* sebesar 0.607 s dan *overshoot* sebesar 0.673%. Dapat dilihat dari hasil simulasi dan tabel hasil respon ditunjukkan gambar 19 dan tabel 4:



Gambar 19. Grafik respon dengan setpoint berubah

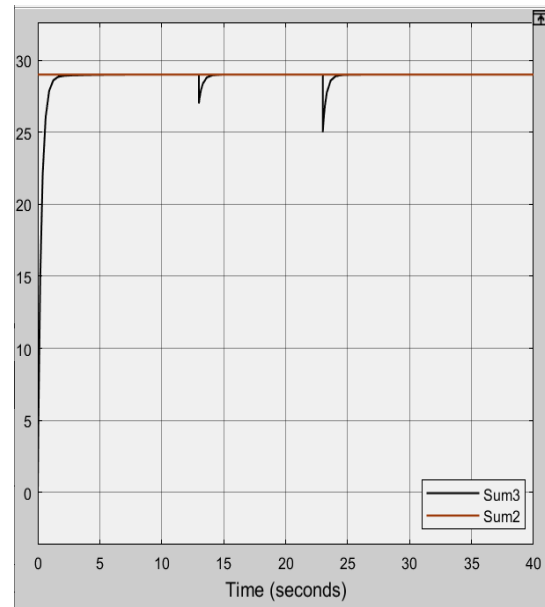
TABEL 4.

Hasil respon dengan perubahan setpoint

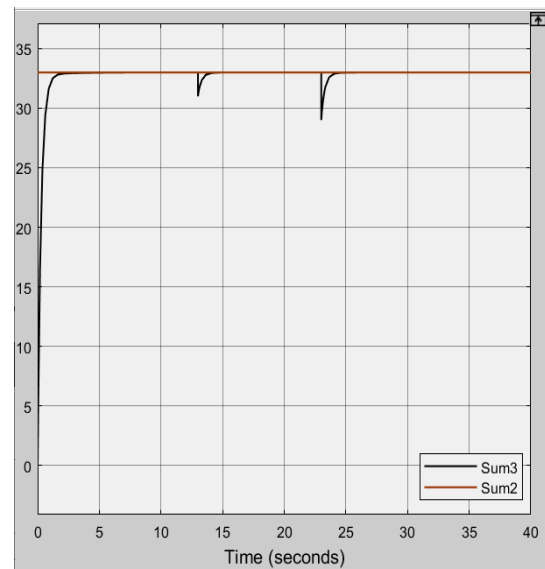
Variabel	Perubahan Setpoint
Rise Time (tr)	0.607 s
Overshoot	0.673%

F. Pengujian Respon Sistem Memakai Beban

Pada tahap pengujian ketiga dilakukan dengan mengurangi nilai respon sebesar 2 dan 4 step sebagai beban pada simulasi saat ini. Pengujian dilakukan pada setpoint 29 rpm dan 33 rpm. Berikut merupakan dapat dilihat hasil grafik respon pada gambar 20 dan 21. Untuk menunjukkan hasil *error steady state* dapat dilihat dalam tabel pengujian menggunakan beban. Dari grafik respon kedua setpoint mempunyai karakteristik respon sistem yang sama. Pada saat diberikan beban mampu Kembali ke respon *steady state*, begitu pula saat beban dilepas juga mampu Kembali ke respon *steady state* dengan nilai *error steady state* setpoint 29 rpm sebesar 0,3% dan setpoint 33 rpm sebesar 0,3%.



Gambar 20. Grafik respon setpoint 29 rpm dengan menggunakan beban



Gambar 21. Grafik respon sistem setpoint 33 rpm dengan menggunakan beban.

TABEL 5.

Hasil Respon dengan menggunakan beban

Setpoint	Error Steady State
29 rpm	0,003%
33 rpm	0,003%

V. SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Pada penelitian yang dilakukan dengan data-data yang ada dari simulasi Sehingga penelitian ini memiliki kesimpulan bahwa metode optimasi

Algoritma Genetika pada pengontrol PID dapat memperkecil overshoot pada plant dan juga ketika menggunakan metode ini mendapatkan hasil respon yang sangat optimal pada waktu tunak, waktu naik, waktu tunda pada plant sehingga error sistem pada plant akan semakin berkurang. Pada penggunaan metode genetic alforithm didapatkan nilai $K_p = 8.946$, $K_i = 3.898$, $K_d = 0.011$. Dengan menggunakan metode optimasi Genetic Algorithm dapat memperoleh posisi setpoint yang stabil. Hal ini dibuktikan dengan grafik hasil simulasi dan analisis respon dengan nilai waktu tunak $t_s = 1.168$ s, waktu naik $t_r = 0.601$ s, $ess = 0.3\%$, overshoot = 0.327% dan waktu tunda $t_d = 0.2032$ s yang terjadi pada angka setpoint 29rpm.

Saran

Saran yang dapat penulis berikan untuk penelitian selanjutnya adalah mencari model matematika baru dengan parameter yang telah ditentukan atau menggunakan metode lain seperti optimasi PSO, Algoritma Firefly, Sliding Mode Control (SMC) dan menambahkan GUI pada Matlab. untuk mendapatkan respons kecepatan yang lebih baik.

REFERENSI

- Andrian, Kusuma, S. 2019. *Rancang Bangun Sistem Kontrol PID untuk Kontrol Kecepatan Prototipe Elevator Berbasis Labview*. Universitas Negeri Surabaya
- Andi. Adriansyah, Hidayatama Oka. 2013. *Perancangan Prototipe Lift Menggunakan Mikrokontroler Arduino ATMEGA 328P*. Jurnal Teknologi Listrik, Universitas Mercu Vol. 4, No 3. September, 2013.
- Beny. Nugraha, Yudistiro. 2015. *Perancangan dan Pengujian Miniatur Lift Arduino Menggunakan RFID Sebagai Sistem Identifikasi Lantai*. SINERGI Vol. 19, Universitas Mercu Buana.
- Ervani, Rizki. 2014 *Optimalisasi Aliran Daya Menggunakan Metode Algoritma Genetika Sortasi Non-Dominasi (NSGA-II) pada Mikrogrid Stand-Alone Mengingat Umur Baterai*, Teknik Elektro ITS, Surabaya.
- Fedric, Fernando. 2017. *Pengoptimalan Pengontrol Pid Menggunakan Algoritma Genetik untuk Kontrol Sistem Kemudi Rudal Otomatis*. Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Frengki, Tri R. 2016. *Angkat Prototipe Dua Lantai di Tempat Parkir Mobil PLC (Programmable Logic Controller)*. Artikel Ilmiah. Program Studi Teknik Elektro Universitas Negeri Malang.
- Gama, Dwi, Nefanda. 2015. *Meminimalkan Deviasi Tegangan Menggunakan GA (Algoritma Genetik) Sehingga Optimal DG (Distriubted Generation) dan Lokasi Kapasitor Didapat pada Jaringan Distribusi Radial Tiga Fasa*. Tesis. Jurusan Teknik Elektro. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- I Ketut, Sukarasa. 2016. *Pengaruh Kontrol PID pada Motor DC dengan Program Simulink*. Artikel Ilmiah. Jurusan Fisika. Universitas Negeri Udayana.
- Luthfi, Fakhruddin N. 2015. *Sistem Kontrol Kecepatan Motor DC pada Lift Barang Menggunakan Kontroler PID Berbasis Atmega 2560*. Malang. Jurnal Skripsi Universitas Brawijaya
- Ogata, Katsuhiko. 2010. *Teknik Kontrol Modern Edisi Kelima*".
- Rahmatillah, Gany. 2019. *Sistem Kontrol Kecepatan Motor DC dalam Lift Prototipe Menggunakan Kontroler PI Berbasis Tidak Berbasis*. Universitas Negeri Surabaya
- Richardus, Dhimas. K.A. 2015. *Merancang Kontrol Kecepatan Mesin Arus Searah Tanpa Sikat Menggunakan PID - Algoritma Genetika*. Jurnal. Universitas Gadjah Mada.
- Sugiyono, 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta; 28