

PERANCANGAN DAN SIMULASI PENERAPAN PENGENDALI PID PADA SISTEM KENDALI TEGANGAN KELUARAN GENERATOR PESAWAT N219 DI PT. DIRGANTARA INDONESIA

Azizul Hakim¹, Bambang Siswojo², Purwanto³

¹Mahasiswa Teknik Elektro, ^{2,3}Dosen Teknik Elektro Universitas Brawijaya

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

Email : Azizulkimrego@gmail.com

ABSTRAK

Generator DC merupakan komponen penting dalam sistem tenaga listrik pada pesawat terutama pesawat N219. Sebelum komponen dipasangkan ke badan pesawat terlebih dahulu komponen diuji kestabilannya termasuk generator pada pesawat N219 yang dilakukan pengujian laboratorium sistem elektrik di PT. Dirgantara Indonesia. Generator DC memiliki *error steady state* 3,5174%, *maximum overshoot* 12,5% dan *settling time* 5 detik. Pengontrolan dengan struktur PID dilakukan agar tegangan *output* generator DC memiliki *error steady state* kurang dari 3,5174%, *settling time* kurang dari 5 detik dan *overshoot* kurang dari 12,5%. Penalaan struktur PID dilakukan oleh metode Penalaan Kontroler menggunakan penala PID – pidTuner. Untuk menentukan jenis kontroler dan konstanta penguatan pada fungsi alih $C(s)$ dapat diperoleh secara cepat, mudah dan akurat. Hal ini bertujuan agar sistem lebih tahan terhadap perubahan gangguan. Dan membuat respon sistem agar menyerupai perilaku respon model referensi.

Kata Kunci: Generator DC, Tegangan *Output*, Struktur PID, PID - pidTuner.

ABSTRACT

The DC generator is an important component in power systems on aircraft, especially N219 aircraft. Before the components are attached to the fuselage, the components are tested for stability including the generator on the N219 aircraft that is done by the laboratory testing of the electrical system at PT. Dirgantara Indonesia. DC generator has steady state error 3,5174%, maximum overshoot 12,5% and settling time 5 second. Control with PID structure is done so that the DC generator output voltage has steady state error less than 3,5174%, settling time less than 5 second and overshoot less than 12,5%. PID structure tuning is done by the Controller Tuning method using the PID-pidTuner tuner. To determine the type of controller and the reinforcing constant on the transfer function $C(s)$ can be obtained quickly, easily and accurately. It aims to make the system more resistant to disturbance changes. And make the system response to resemble the reference model response behavior.

Keywords: DC Generator, Output Voltage, PID Structure, PID - pidTuner.

1. PENDAHULUAN

Pesawat merupakan sarana transportasi yang memiliki arti penting bagi pembangunan ekonomi dan pertahanan, mengingat bahwa Indonesia adalah sebuah Negara kepulauan dengan kondisi geografis yang sulit untuk diakses tanpa sarana transportasi yang memadai. Dari kondisi tersebut muncul pemikiran bahwa sebagai sebuah negara kepulauan Indonesia berada dalam posisi untuk memiliki industri maritim dan penerbangan. Hal ini yang mendorong lahirnya industri pesawat terbang di Indonesia.

Dalam perkembangan zaman yang semakin modern, pesawat terbang banyak digunakan sebagai sarana transportasi baik antar kota, pulau, negara maupun benua. Dan Indonesia mampu menciptakan pesawat hasil buah tangan anak bangsa sendiri yaitu pesawat N219 yang menggunakan 2(dua) engine turboprop. Meskipun begitu disebut buatan buah tangan anak bangsa namun komponen-komponen yang digunakan tetap mengimpor dari negara lain sama halnya generator pada pesawat dan lain sebagainya.

Generator adalah sebuah perangkat mesin listrik yang mengubah energi mekanis menjadi energi listrik. Prinsip generator dengan sederhana dikatakan bahwa tegangan diinduksikan pada konduktor apabila konduktor digerakkan pada medan magnet sehingga memotong garis gaya. Generator digerakkan oleh beberapa jenis mekanis seperti uap, turbin air, mesin bensin, atau motor listrik (Petruzella, 2001: 312).

Penelitian ini akan melakukan penerapan rangkaian kendali menggunakan pengendali *Proportional Integral dan Derivatif (PID)* untuk mengontrol tegangan keluaran generator DC. Metode penalaan yang digunakan adalah penalaan controller menggunakan penala PID – *pidtune* yang disimulasikan menggunakan program MATLAB. Dengan harapan pengendalian ini tetap sesuai dengan spesifikasi desain yang ditetapkan oleh perusahaan yang bersangkutan.

Penggunaan pengendali PID ini diharapkan dapat mengurangi *overshoot, error steady state*, mempercepat *settling time* dan dapat tangguh ketika diberikan beban dengan waktu perbaikan yang cepat dan akurat. Karena kontroler PID merupakan kontroler yang dapat mengurangi *error steady state*, mempercepat respon transien, mengurangi *overshoot* (Xiong, 2007: 2616).

Matlab telah melengkapi sistem penalaan berbasis antarmuka pengguna secara grafis (*GUI, Graphical user interface*) sehingga desainer sistem kontrol PID dapat melakukan pendesainan secara cepat, mudah dan tepat (Siswojo, 2017: 49).

Dengan menggunakan software MATLAB dan bisa memonitoring performansi maupun responnya. Lalu kita juga dapat mengendalikan besar nilai tegangan keluaran yang dihasilkan dari generator. fungsi dari simulasi ini dapat memperlihatkan atau memonitoring besar nilai tegangan keluaran yang dihasilkan dari generator dan dapat dikendalikan sesuai aturan

yang berlaku atau yang dibutuhkan pada pesawat N219.

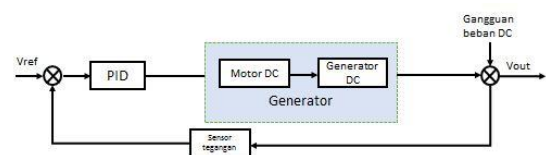
Besar nilai tegangan keluaran yang tidak sesuai akan dimanipulasi atau dikendalikan sedemikian rupa agar sesuai aturan yang berlaku atau yang dibutuhkan pada pesawat. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan suatu sistem kendali yang menggunakan suatu kontroler yang sesuai demi mendapatkan performansi dan respon yang dibutuhkan.

Laporan skripsi ini menggunakan kontroler PIDF dalam pengaturan besar nilai tegangan keluaran yang akan didistribusikan, dengan harapan dapat mengatur besar nilai tegangan keluaran sesuai dengan yang diinginkan. Saat ini teknologi kontrol PIDF dikenal sebagai kontroler berumpan balik yang paling sering digunakan dalam dunia teknologi. Karena terbukti dapat memberikan performa kontrol yang baik meskipun mempunyai algoritma sederhana tetapi mudah dipahami.

2. METODE PENELITIAN

A. Perancangan Diagram Sistem

Perancangan diagram sistem menggambarkan dan menjelaskan sistem yang direncanakan secara garis besar dan diharapkan sistem dapat menunjukkan hasil yang baik dapat dilihat pada gambar (1).



Gambar 1 Blok Diagram Sistem

B. Spesifikasi Desain

Spesifikasi desain yang diinginkan pada perancangan dan simulasi sistem yaitu:

1. Error steady state < 3,5174
2. Maximum overshoot < 12.5%
3. Settling time < 5 detik
4. Recovery time < 10 detik

Tabel 1 Nilai Parameter Sistem

Parameter	Nilai	Minimum	Maksimum
K_A	20.0000	10.0000	400.0000

T_A	0.0600	0.0200	0.1000
K_E	1.0000	-	-
T_E	0.2000	-	-
K_G	0.8000	0.7000	1.0000
T_G	1.5000	1.0000	2.0000
K_R	1.0000	-	-
T_R	0.0250	-	-

C. Pemodelan Matematis Sistem

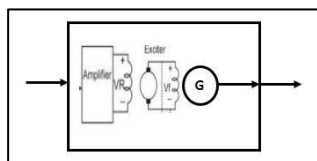
C.1 Fungsi Alih dan Blok Diagram Generator DC

Sistem pasokan listrik arus searah sebagai penguatan pada generator listrik atau sebagai pembangkit medan magnet, sehingga suatu generator dapat menghasilkan energi listrik dengan besar tegangan keluaran generator bergantung pada besarnya arus eksitasinya. Hal ini dikenal sebagai sistem eksitasi [3]

Kekokohan tanggapan tegangan sistem



Gambar 2 Blok Generator



eksitasi generator merupakan kemampuan dari sistem eksitasi generator untuk meredam derau pada frekuensi tinggi, mempunyai tanggapan yang cepat terhadap masukan tertentu dan mampu menghilangkan gangguan pada saat beroperasi. [4].

Pada analisa kekokohan ini akan diamati tingkat kekokohan tanggapan tegangan sistem eksitasi generator terhadap perubahan parameter dari komponen – komponen sistem eksitasi. Adapun perubahan parameter yang diamati adalah perubahan konstanta penguatan generator terhadap tanggapan tegangan sistem eksitasi. Untuk perubahan parameter komponen sistem eksitasi yang lain tidak dilakukan.

Pemodelan matematis sistem eksitasi generator yang dibahas meliputi pemodelan amplifier, pemodelan eksiter dan pemodelan generator. Tipe sistem eksitasi generator yang digunakan adalah sistem eksitasi generator tipe arus searah dengan umpan balik satu dengan bentuk diagram blok. Selain itu pemodelan matematis sistem eksitasi generator ini

dilakukan dengan menggunakan persamaan linear diferensial dan transformasi Laplace. Hasil pemodelan masing – masing komponen ini berupa fungsi alih orde satu Fungsi alih dari masing-masing komponen ini kemudian digabungkan dan diperoleh fungsi alih lingkaran terbuka dan fungsi alih lingkaran tertutup dari sistem eksitasi generator.

Pada bagian ini membahas tentang pemodelan matematis komponen – komponen sistem eksitasi generator yang meliputi model amplifier, model eksiter dan model generator. Untuk model amplifier dinyatakan dalam bentuk persamaan(1).

$$\frac{V_R(s)}{V_E(s)} = \frac{K_A}{1+\tau_A s} \dots\dots\dots(1)$$

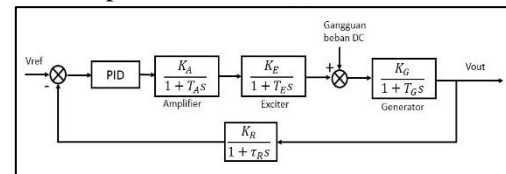
Nilai konstanta penguatan dari amplifier memiliki rentang nilai dari 10.0000 sampai 400.000 sedangkan nilai konstanta waktu amplifier memiliki rentang nilai dari 0.0200 detik sampai 0.1000 detik. Untuk model eksiter dinyatakan dalam bentuk persamaan(2).

$$\frac{V_T(s)}{V_R(s)} = \frac{K_E}{1+\tau_E s} \dots\dots\dots(2)$$

Untuk konstanta penguatan eksiter dan konstanta waktu eksiter ini mempunyai nilai yang kecil. Untuk model generator dinyatakan dalam bentuk persamaan(3).

$$\frac{V_T(s)}{V_F(s)} = \frac{K_G}{1+\tau_G s} \dots\dots\dots(3)$$

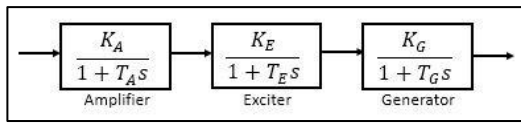
dimana nilai konstanta penguatan generator memiliki rentang nilai dari 0.7000 sampai 1.0000 sedangkan untuk konstanta waktu generator memiliki rentang nilai dari 1.0000 detik sampai 2.0000 detik pada keadaan beban nol sampai keadaan beban penuh. Komponen – komponen sistem eksitasi generator ini kemudian digabungkan dan terbentuk diagram blok dari sistem eksitasi generator yang diperlihatkan pada Gambar (4). Berdasarkan diagram blok pada Gambar (4).



Gambar 4 Blok Diagram Sistem Kendali

Kemudian diperoleh fungsi alih lingkaran terbuka dan fungsi alih lingkaran tertutup dari sistem eksitasi generator. Untuk fungsi alih lingkaran terbuka diperlihatkan pada persamaan(4) dan dapat dilihat pada gambar (4).

Untuk fungsi alih terbuka dinyatakan dengan persamaan (4).



Gambar 5 Fungsi Alih Subsistem Blok Generator

$$\frac{V_T(s)}{V_{ref}(s)} = \frac{K_A K_E K_G}{(1 + \tau_A s)(1 + \tau_E s)(1 + \tau_G s)} \dots \dots \dots (4)$$

$$\frac{V_T(s)}{V_{ref}(s)} = \frac{16.0000}{0.0180s^3 + 0.4020s^2 + 1.7600s + 1.0000}$$

C.2 Fungsi Alih dan Blok Diagram Sensor Tegangan

Sensor terdiri atas transformator tegangan (PT) dan sebuah penyearah. Sensor dapat direpresentasikan sebagai KR dengan konstanta waktu TR dan fungsi transfernya sebagai berikut:

$$\frac{V_S(s)}{V_t(s)} = \frac{K_R}{1 + \tau_R s} \dots \dots \dots (5)$$

Hasil penyearahan lalu dibandingkan dengan tegangan referensi (Vref) apabila terjadi perbedaan maka kontroler akan memerintahkan amplifier untuk menaikkan atau menurunkan arus penguatan generator DC sehingga tegangan output dari generator tersebut juga berubah. Jika tegangan output generator berubah maka arus penguatan generator sinkron juga berubah, akibatnya tegangan keluaran generator kembali stabil.

D. Perancangan Diagram Sistem

Perancangan diagram sistem menjelaskan sistem yang direncanakan secara garis besar dan diharapkan sistem dapat menunjukkan hasil yang sesuai karakteristik komponen asli dan sesuai dengan aturan yang digunakan. Perancangan diagram proses sistem dan diagram blok sistem dapat dilihat pada gambar (5).

E. Perancangan Algoritma

Terdapat tiga tahapan pada proses perancangan algoritma, yaitu:

1. Desan Menggunakan Matlab
2. Penalaan Kontroler menggunakan penala PID - pidTuner
3. Penentuan model referensi

4. Penetapan parameter kontroler
Adapun penjelasan ketiga tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

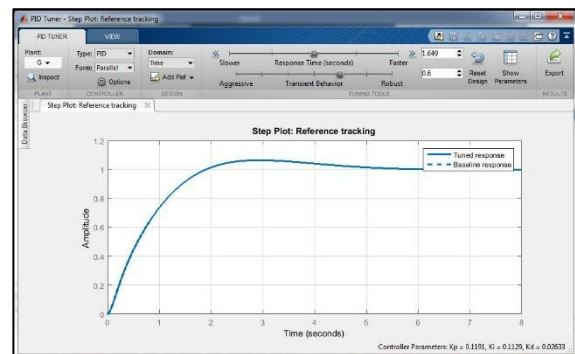
E.1. Penalaan Kontroler menggunakan penala PID - pidTuner

Penalaan kontroler menggunakan penala PID – pidTuner adalah metode penalaan untuk menentukan jenis kontroler dan konstanta penguatan dari fungsi alih C(s) dapat di peroleh secara cepat, mudah dan akurat dengan menggunakan aplikasi-aplikasi yang tersedia di matlab.

Plant diketahui memiliki fungsi alih

$$\frac{V_T(s)}{V_{ref}(s)} = \frac{16.0000}{0.0180s^3 + 0.4020s^2 + 1.7600s + 1.0000}$$

Jika didesain menggunakan kontroler PID maka penalaannya akan di tampilkan pada jendela tampilan menu pidTuner pada gambar (6).

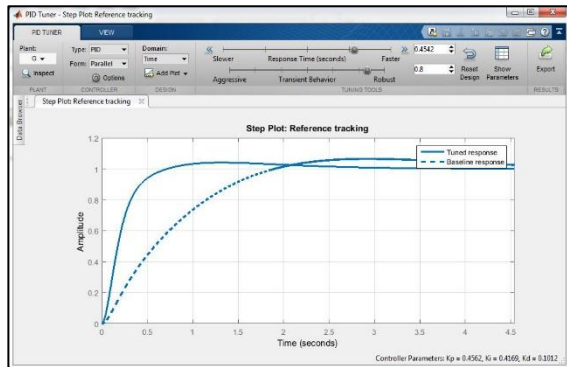


Gambar 6 jendela tampilan menu pidTuner sebelum ditala

Untuk melihat parameter acuan dan hasil penalaan dilakukan dengan cara klik menu tombol *show parameter*, hasilnya diperlihatkan pada gambar (8). Menu ini digunakan untuk melihat parameter secara realtime, karena setiap perubahan penalaan data parameter akan berubah secara otomatis.

Dalam penelitian ini desain dibutuhkan agar respon dipercepat sesuai spesifikasi desain yang telah ditetapkan pada sub bab yang sebelumnya. Dengan cara menggeser menu geser *Response Time* untuk menala waktu respon system control dan menu geser *Transient Behavior* untuk menala perilaku transiennya.

Berikut tampilan jendela tampilan penalaan pidTuner yang telah dimodifikasi sesuai spesifikasi desain yang ditetapkan. Dapat dilihat pada gambar (7).



Gambar 7 jendela tampilan menu pidTuner setelah ditala

Selanjutnya dengan melihat di menu *show parameter* pada gambar (8) kita akan melihat apakah penalaan sistem kita sudah sesuai dengan spesifikasi desain yang telah ditentukan sebelumnya. Ketika sudah memenuhi atau sesuai maka penelitian akan lanjut ke tahap berikutnya.

Controller Parameters		
	Tuned	Baseline
Kp	0.45619	0.11909
Ki	0.41692	0.1129
Kd	0.10117	0.026335
Tf		

Performance and Robustness		
	Tuned	Baseline
Rise time	0.369 seconds	1.31 seconds
Settling time	2.26 seconds	4.74 seconds
Overshoot	4.04 %	6.43 %
Peak	1.04	1.06
Gain margin	Inf dB @ Inf rad/s	Inf dB @ Inf rad/s
Phase margin	80 deg @ 4.4 rad/s	73.8 deg @ 1.21 rad/s
Closed-loop stability	Stable	Stable

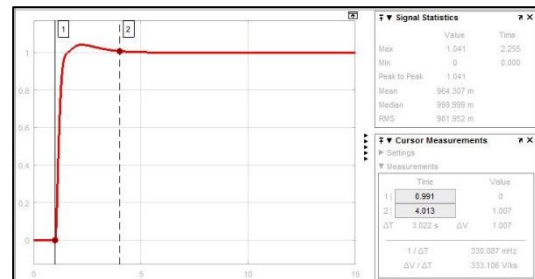
Gambar 8 jendela tampilan show parameter setelah ditala

E.2. Penentuan Model Referensi

Penentuan model referensi dilakukan dengan cara *try and error* sehingga didapatkan respon yang stabil yang mengikuti karakteristik dari *plant*. Model referensi yang akan ditentukan tidak memiliki *error steady state*, tidak terdapat osilasi dan memiliki *settling time* yang cepat. Penentuan model referensi dapat ditentukan dengan cara melihat hasil respon saat simulasi melalui aplikasi matlab dan pada saat implementasi sistem. Fungsi alih dari model referensi adalah seperti pada persamaan

$$\frac{V_T(s)}{V_{ref}(s)} = \frac{16.0000}{0.0180s^3 + 0.4020s^2 + 1.7600s + 1.0000}$$

Dengan memberikan masukan unit step dari program matlab, maka dapat diketahui bahwa respon model referensi memiliki nilai



Gambar 9 Model Referensi

time constant sebesar 1.511 detik dan nilai settling time sebesar 3.022 detik. Respon transien dari model referensi yang telah diberi masukan unit step adalah seperti pada Gambar (9).

E.3. Penetapan Parameter Kontroler

Penetapan parameter kontroler pada penelitian ini dapat dilihat pada hasil penalaan menggunakan pidTuner yang dapat dilihat pada menu *Show Parameter* pada gambar (8). Dan didapatkan nilai parameter kontrolernya sebagai berikut:

$$K_p = 0,19425$$

$$K_i = 0,11098$$

$$K_d = 0,045014$$

$$T_f = 0,0047665$$

Kemudian nilai parameter yang didapat dimasukkan ke dalam parameter blok kontroler PID yang terdapat pada blok diagram sistem yang akan diteliti.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai pengujian dan analisis dari hasil simulasi sistem dari diagram blok sistem secara keseluruhan. Simulasi dilakukan dengan program Matlab R2015a. Simulasi ini dilakukan untuk mengamati respon sistem yang terjadi.

3.1 Identifikasi Karakteristik

Identifikasi Karakteristik setiap blok dilakukan untuk mempermudah analisis sistem. Identifikasi Karakteristik dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu:

- Identifikasi Karakteristik *plant*
- Identifikasi Karakteristik sistem keseluruhan

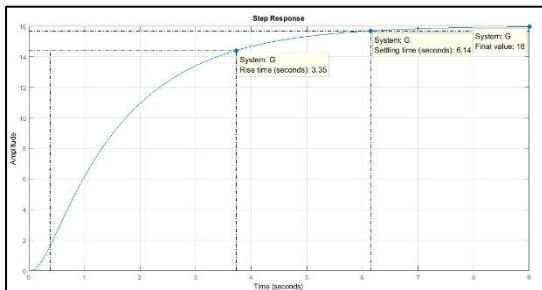
Salah satu teknik untuk mengetahui karakteristik sistem adalah dengan memberinya sinyal uji sebagai input dan mengamati output-nya atau respon alih-nya (transient). Salah satu sinyal uji adalah sinyal unit step $u(t)$ dan respon alih-nya dikenal dengan respon step (step response). Sinyal unit step $u(t)$ memiliki nilai satu untuk $t \geq 0$ dan nol untuk $t < 0$.

- Identifikasi karakteristik *plant*

Dari hasil identifikasi, didapatkan fungsi alih *plant* seperti pada persamaan(4-1)

$$\frac{V_T(s)}{V_{ref}(s)} = \frac{16,0000}{0,0180s^3 + 0,4020s^2 + 1,7600s + 1,0000}$$

(4-1)



Gambar 8 Kurva Karakteristik Plant

Dari fungsi alih pada yang telah diperoleh, dapat dilihat melalui fungsi stepinfo(Tf) bahwa *plant* memiliki:

- RiseTime: 3,3496
- SettlingTime: 6,1439
- SettlingMin: 14,4102
- SettlingMax: 15,9773
- Overshoot: 0
- Undershoot: 0
- Peak: 15,9773
- PeakTime: 10,1130

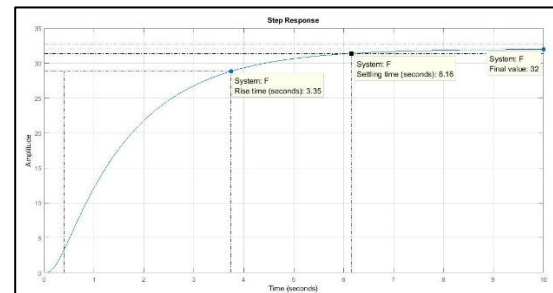
- Identifikasi karakteristik sistem keseluruhan

Dari hasil identifikasi, didapatkan fungsi sistem keseluruhan seperti pada persamaan (4-2).

$$\frac{V_S(s)}{V_t(s)} =$$

$$\frac{0,0072 s^4 + 0,7368 s^3 + 13,57 s^2 + 56,72 s + 32}{8,1e-06 s^7 + 0,0006858 s^6 + 0,0201 s^5 + 0,2612 s^4 + 1,549 s^3 + 3,99 s^2 + 3,5}$$

(4-2)



Gambar 9 Karakteristik Sistem Keseluruhan

Dari fungsi alih pada yang telah diperoleh, dapat dilihat melalui fungsi stepinfo(Tf) bahwa sistem keseluruhan memiliki:

- RiseTime: 3,3499
- SettlingTime: 6,1566
- SettlingMin: 28,8034
- SettlingMax: 31,9814
- Overshoot: 0
- Undershoot: 0
- Peak: 31,9814
- PeakTime: 11,4646

3.2 Simulasi Sistem dengan Berbagai Beban

Simulasi dilakukan dengan memberikan masukan berupa tegangan referensi 28 VDC pada blok diagram simulink yang ditunjukkan lampiran. Kemudian diberikan gangguan berupa beban. Adapun simulasi yang dilakukan meliputi berbagai nilai beban sebagai berikut:

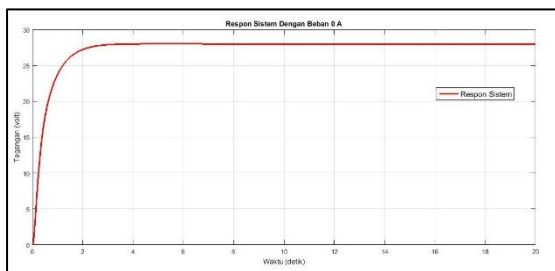
1. Nilai beban 0 A

2. Nilai beban 25 A
3. Nilai beban 50 A
4. Nilai beban 100 A
5. Nilai beban 200 A

Simulasi ini dilakukan sesuai dengan spesifikasi desain yang telah ditentukan dengan kontroler di tala menggunakan pidTuner. Simulasi dilakukan dengan nilai $K_p = 0,2177$, $K_i = 0,1342$, dan $K_d = 0,05313$, dan $T_f = 0,0047665$.

3.2.1 Simulasi Sistem Dengan Beban 0 A

Simulasi dilakukan dengan memberikan masukan berupa tegangan referensi 28 VDC pada blok diagram simulink yang ditunjukkan lampiran. Kemudian diberikan gangguan berupa beban 0 A.

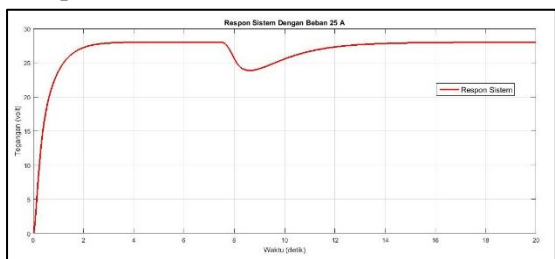


Gambar 10 Respon Sistem Dengan Beban 0 A

Dari Gambar 10 dapat dilihat bahwa dengan masukan 28 Volt dengan beban 0 A, respon sistem steady state dengan waktu 4 detik dan tidak ada overshoot atau kesalahan pada kurva.

3.2.2 Simulasi Sistem Dengan Beban 25 A

Simulasi dilakukan dengan memberikan masukan berupa tegangan referensi 28 VDC pada blok diagram simulink yang ditunjukkan lampiran. Kemudian diberikan gangguan berupa beban 25 A.

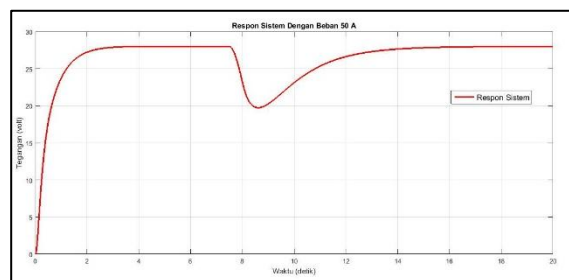


Gambar 11 Respon Sistem Dengan Beban 25 A

Dari Gambar 11 dapat dilihat bahwa dengan masukan 28 Volt dengan beban 25 A, respon sistem steady state dengan waktu 3 detik dan tidak ada overshoot atau kesalahan pada keadaan normal yang terdapat pada kurva. Namun ketika pemberian beban sebesar 25 A kurva bergerak turun ke posisi angka 24 Volt selama 1 detik dari posisi awal 28 Volt, lalu dalam waktu 5 detik pengendali dapat memperbaiki kesalahan dan mengembalikan respon pada posisi awal di 28 Volt.

3.2.3 Simulasi Sistem Dengan Beban 50 A

Simulasi dilakukan dengan memberikan masukan berupa tegangan referensi 28 VDC pada blok diagram simulink yang ditunjukkan lampiran. Kemudian diberikan gangguan berupa beban 50 A.

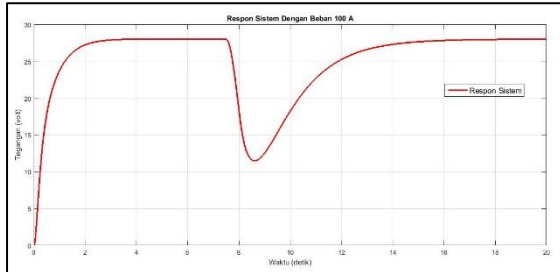


Gambar 12 Respon Sistem Dengan Beban 50 A

Dari Gambar 12 dapat dilihat bahwa dengan masukan 28 Volt dengan beban 50 A, respon sistem steady state dengan waktu 4 detik dan tidak ada overshoot atau kesalahan pada keadaan normal yang terdapat pada kurva. Namun ketika pemberian beban sebesar 50 A kurva bergerak turun ke posisi angka 19 Volt selama 1 detik dari posisi awal 28 Volt, lalu dalam waktu 6 detik pengendali dapat memperbaiki kesalahan dan mengembalikan respon pada posisi awal di 28 Volt.

3.2.4 Simulasi Sistem Dengan Beban 100 A

Simulasi dilakukan dengan memberikan masukan berupa tegangan referensi 28 VDC pada blok diagram simulink yang ditunjukkan lampiran. Kemudian diberikan gangguan berupa beban 100 A.

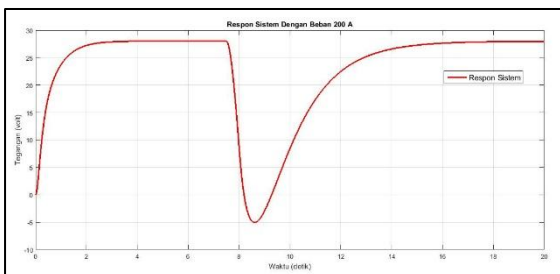


Gambar 13 Respon Sistem Dengan Beban 100 A

Dari Gambar 13 dapat dilihat bahwa dengan masukan 28 Volt dengan beban 100 A, respon sistem steady state dengan waktu 4 detik dan tidak ada overshoot atau kesalahan pada keadaan normal yang terdapat pada kurva. Namun ketika pemberian beban sebesar 100 A kurva bergerak turun ke posisi angka 13 Volt selama 1 detik dari posisi awal 28 Volt, lalu dalam waktu 7 detik pengendali dapat memperbaiki kesalahan dan mengembalikan respon pada posisi awal di 28 Volt.

3.2.5 Simulasi Sistem Dengan Beban 200 A

Simulasi dilakukan dengan memberikan masukan berupa tegangan referensi 28 VDC pada blok diagram simulink yang ditunjukkan lampiran. Kemudian diberikan gangguan berupa beban 200 A



Gambar 14 Respon Sistem Dengan Beban 200 A

Dari Gambar 14 dapat dilihat bahwa dengan masukan 28 Volt dengan beban 200 A, respon sistem steady state dengan waktu 4 detik dan tidak ada overshoot atau kesalahan pada keadaan normal yang terdapat pada kurva. Namun ketika pemberian beban sebesar 200 A

kurva bergerak turun ke posisi angka -5 Volt selama 1 detik dari posisi awal 28 Volt, lalu dalam waktu 8 detik pengendali dapat memperbaiki kesalahan dan mengembalikan respon pada posisi awal di 28 Volt.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penerapan metode penalaan kontroler menggunakan penala PIDF – pidTuner dapat mempermudah untuk mendapatkan nilai parameter dari pengendali(kontroler) secara cepat, mudah dan akurat. Respon yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan dan didapatkan dengan cepat, mudah dan akurat.

Dengan metode penalaan kontroler menggunakan penala PIDF – pidTuner, diperoleh parameter-parameter PIDF sebagai berikut:

$$K_p = 0,19425$$

$$K_i = 0,11098$$

$$K_d = 0,045014$$

$$T_f = 0,0047665$$

2. Perancangan sistem kontrol tegangan keluaran pada generator DC pesawat dengan pengendali PIDF menggunakan blok sistem untai tertutup (*close loop*) dengan umpan balik yang diimplementasikan sebagai sensor tegangan dan umpan balik sebagai pembanding.
3. performansi sistem dengan diterapkannya sistem kontrol tegangan keluaran pada generator pesawat N219 dengan pengendali PIDF pada simulasi sangat sesuai seperti yang diharapkan dan telah memenuhi syarat yang ditetapkan pada spesifikasi desain dengan *settling time* 3 detik, tidak ada *error steady state* dan tidak ada *overshoot*.
4. Performansi sistem ketika diterapkannya pengendali PIDF dan pengaruh gangguan pada sistem adalah baik dan sesuai yang diinginkan. Karena dengan diterapkannya pengendali PIDF dapat mempercepat *settling time* menjadi 4 detik dan menghilangkan *error steady state* dan tidak ada *overshoot*. Pada saat sistem diberikan beban terjadi *undervoltage*

namun pengendali mampu memperbaiki nilai error yang terjadi sehingga tidak terdapat nilai error lagi pengendali juga mampu memperbaiki nilai error yang terjadi dengan waktu berbeda-beda pada setiap nilai beban yang diberikan dengan hubungan semakin besar nilai beban yang diberikan maka semakin lama waktu perbaikikan oleh pengendali.

B. Saran

1. Perlu dipelajari metode penalaan kontroler menggunakan penala PIDF – pidTuner metode penalaan lainnya untuk didapatkan respon yang lebih baik.
2. Diterapkannya sistem Penerapan metode penalaan kontroler menggunakan penala PIDF – pidTuner agar dapat mempermudah untuk mendapatkan nilai parameter dari pengendali(kontroler) secara cepat, mudah dan akurat.
3. Perlu penelitian untuk penentuan fungsi alih dan parameter yang benar-benar sesuai dengan sistem yang ada pada perusahaan yang bersangkutan.

Perlu penelitian lebih lanjut untuk sistem kendali tegangan keluarangenerator pesawat N219 agar respon yang didapatkan lebih sempurna dan dapat diimplementasikan secara real.

DAFTAR PUSTAKA

- [1].Petruzella, Frank D. 2001. *Elektronik Industri*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- [2].Siswojo, Bambang. 2017. *Elektronika Kontrol*. Malang: UB Press
- [3].Graham, R., 1999. *Power System Oscillations*. Massachusetts: Kluwer Academic Publisher.
- [4].Skogestad, S. & Postlethwaite, I., 1996. *Multivariable Feedback Control Analysis and Design*. New York : McGraw Hill.