

Simulasi Pemodelan Turbin Menggunakan Aplikasi Matlab Simulink dan App. Designer di PLTP

Titang Siswana¹, Akhmad Fauzi Ikhsan², Sifa Nurpadillah³

¹²³Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Garut, Jalan Jati 42B, Garut, Jawa Barat, 44151, Indonesia

Korespondensi: titangsiswana78@gmail.com

ARTICLE HISTORY

Received: 09-12-2023

Revised: 22-06-2025

Accepted: 24-06-2025

Abstrak

Salah satu komponen penting dalam pembangkit listrik panas bumi Darajat adalah turbin uap. Ketika akan melakukan start up turbin dan sinkron ke jaringan PLN maka pasokan uap yang masuk ke turbin harus dijaga, sehingga diperlukan suatu sistem pengendali yang mampu menjaga kecepatan putaran turbin. Kecepatan putaran turbin dikendalikan dengan mengendalikan aliran uap melalui sistem kendali (*Governor System*) menggunakan PID control. Sebelum menggunakan kontrol PID ketika turbin berputar di 1.0 pu atau 3000 rpm, *speed* yang dihasilkan hanya 0.5 pu atau 1500 rpm dan tercapai pada waktu 9.959 s, untuk *rise time* nya terbaca 1.147s, *overshoot* nya 0.503 %, sehingga di perlukan suatu *controller* untuk memperbaiki responnya. Untuk melakukan perbaikan *control* tersebut maka dibuat pemodelan dan simulasi menggunakan Matlab Simulink dan App Designer. Kelebihan dari penelitian ini adanya App Designer sehingga kita bisa langsung melakukan simulasi sesuai dengan setting yang kita inginkan. Setelah melakukan simulasi, respon yang ditunjukkan pada saat *start up* turbin, ketika turbin berputar dari 500 rpm ke 3000 rpm, nilai tertinggi untuk *speed* sebesar 1,0 pu atau sekitar 3000 rpm, *preeshoot* 0.505%, *over shoot* 0.501%, *undershoot* 1.996 % dan *rise time* 2.346s. Putaran turbin stabil di 1.0 pu atau 3000 rpm. Berdasarkan hasil yang diperoleh, dapat dinyatakan bahwa kontroler PID efektif diterapkan pada sistem pengendalian governor turbin karena mampu memberikan respon yang baik terhadap perubahan kecepatan. Parameter kontroler yang digunakan $K_p = 0.99$ pu, $K_i = 0.816$ pu dan $K_d = 0,051$ pu.

Kata kunci: App designer, Governor, Matlab Simulink, PID Control, Turbin.

Turbine Modeling Simulation Using MATLAB Simulink and App. Designer at PLTP

Abstract

One of the important components in the Darajat geothermal Power plant is the steam turbine. When starting up the turbine and synchronizing it to the PLN network, the steam supply entering the turbine must be maintained, so a control system is needed that is able to maintain the rotation speed of the turbine. The turbine rotation speed is controlled by controlling the steam flow through a control system (*Governor System*) using PID control. Before using PID control, when the turbine rotated at 1.0 pu or 3000 rpm, the resulting speed was only 0.5 pu or 1500 rpm and was achieved in 9,959 s, the rise time

read 1,147 s, the overshoot was 0.503%, so a controller was needed to correct it. the response. To improve the control, modeling and simulation was created using Matlab Simulink and App Designer. The advantage of this research is the App Designer so that we can directly carry out simulations according to the settings we want. After simulating the response shown at turbine start up, when the turbine rotates from 500 rpm to 3000 rpm, the highest value for speed is 1.0 pu or around 3000 rpm, preeshoot 0.505%, overshoot 0.501%, undershoot 1.996% and rise time 2.346s. Turbine rotation is stable at 1.0 pu or 3000 rpm. Based on the results obtained, it can be stated that the PID controller is effectively applied to the turbine governor control system because it is able to provide a good response to speed changes. The controller parameters used are $K_p = 0.99$ pu, $K_i = 0.816$ pu and $K_d = 0.051$ pu.

Key words: App designer, Governor, Matlab Simulink, PID control, Turbine

1. Pendahuluan

Dengan bertambahnya jumlah penduduk yang semakin berkembang dan makin meningkatnya teknologi menjadikan energi listrik sebagai salah satu kebutuhan pokok di Indonesia. Kebutuhan pokok ini bisa dipenuhi dengan adanya pembangkit listrik. Pembangkit listrik di Indonesia sebagian besar menggunakan bahan bakar batu bara dan minyak bumi sebagai sumber energi. Disamping itu ketersediaan batu bara dan energi fosil seperti minyak bumi yang merupakan sebagai sumber utama energi dunia semakin menipis lama - lama akan habis karena tidak dapat diperbarui, sehingga diperlukan solusi solusi untuk meminimalisasi penggunaan sumber energi tersebut [1]. Dengan seiring berkembangnya ilmu pengetahuan maka ditemukan solusi untuk mengatasi masalah energi tersebut yaitu ditemukannya energi terbarukan yang ramah lingkungan salah satunya yaitu energi panas bumi yang di gunakan untuk sumber energi Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi atau PLTP. Dimana Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi merupakan salah satu bagian dari energi baru terbarukan atau EBT [1].

Salah satu komponen utama Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) adalah turbin. Fungsi dari turbin adalah untuk mengubah energi kinetik (dari kecepatan fluida) menjadi energi mekanik (berupa putaran dan daya). Turbin merupakan salah satu komponen yang harus terus berputar agar bisa terus memutar rotor generator supaya menghasilkan listrik.

Adanya penambahan penduduk maka akan berpengaruh terhadap kebutuhan tenaga listrik dikarenakan adanya penambahan beban dan gangguan frekuensi di sistem jaringan listrik. Oleh karena itu, diperlukan sistem pengendali pada turbin agar bisa mempertahankan kestabilan putaran turbin agar tetap stabil sesuai set-poin (3000 rpm). Salah satu komponen untuk menjaga kestabilan pada sistem pembangkit panas bumi adalah adanya *governing control system*. Untuk mengembangkan sistem *control governor* pada pembangkit listrik maka diperlukan suatu pemodelan dan simulasi. Simulasi ini dapat dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak, salah satunya dengan menggunakan pemodelan pada simulink dengan metode yang dikembangkan khusus untuk analisis sementara dan model yang disederhanakan.

2. Metode

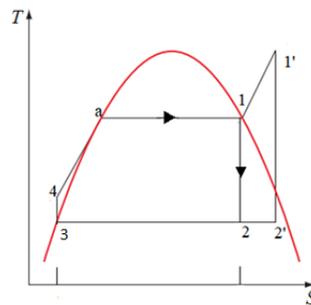
Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah studi literatur, pengumpulan data, pemodelan sistem, uji coba model, dan evaluasi. Studi literatur dilakukan dengan cara mengkaji sumber-sumber yang terpercaya dalam pengumpulan materi dan melakukan observasi langsung pada peralatan *governor* dan turbin di PLTP yang akan dijadikan sebagai bahan pemodelan. Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengambil data secara langsung dari pembangkit serta melakukan diskusi dengan pihak-pihak terkait.

Dalam pemodelan turbin dan sistem *governor* terdapat dua elemen utama yang sangat penting. Elemen tersebut adalah komputer sebagai pemroses data dan informasi, dan *software* Matlab Simulink dan App Designer Matlab sebagai sarana untuk membuat pemodelan sistem. pemodelan yang telah dirancang dapat berfungsi dengan baik atau ada kegagalan dalam proses simulasinya. Proses simulasi dan analisis data dilakukan melalui Simulink dan App Designer. App Designer merupakan fitur bawaan Matlab versi R2021b sebagai pengembangan dari *Graphical User Interface* (GUI) [6].

2.1 Dasar teori

2.1.1 Siklus *Rankine*

Siklus *Rankine* merupakan siklus ideal dari suatu sistem turbin



Gambar 1. Diagram T-s Siklus *Rankine* [2].

Adapun proses yang terjadi pada Gambar 1 diagram T-s Siklus *Rankine* tersebut adalah:

- 1→2 : proses ekspansi, yang berlangsung di dalam turbin
- 2→3 : proses kondensasi, yang terjadi di dalam kondenser
- 3→4 : proses kenaikan tekanan dengan pompa
- 4→1 : proses pemanasan

Pada lapangan panas bumi (*geothermal*), titik 1 mengindikasikan kondisi uap yang keluar dari *steam field*. Sedangkan proses dari titik 4 menuju 1 merupakan proses pemanasan yang terjadi di dalam perut bumi (*reservoir*). Menurut hukum termodinamika yang pertama, kerja yang dihasilkan oleh suatu proses siklus adalah sama dijumlah perpindahan kalor pada fluida kerja selama proses siklus tersebut berlangsung. Dengan kata lain, kerja yang dihasilkan oleh suatu siklus adalah luas total dari diagram pada siklus *Rankine* pada Gambar 1 di atas (1→2→3→4→1). Sehingga, semakin besar luas diagram tersebut, maka semakin besar pula kerja yang dapat dihasilkan oleh sistem tersebut [2].

2.2 Governing system

Governor merupakan *primary regulator* frekuensi primer yang mempunyai fungsi mengatur putaran dari turbin dengan cara mengatur jumlah masuknya aliran fluida uap

yang menuju ke turbin melalui bukaan katup (*valve*) [3]. *Governing system* terdiri dari beberapa komponen yaitu: DEHC (*Digital electro-hydraulic converter*) dan servo motor. DEHC mengubah sinyal kontrol dari sinyal elektrik menjadi sinyal hidrolik. Kemudian sinyal dari hidrolik akan diteruskan ke servo motor dan servo motor tersebut akan menyuruh *governor valve* untuk mengatur bukaan *valve* sesuai dengan sinyal kontrol yang diberikan. Untuk menentukan besar kecilnya bukaan katup (*valve*), maka *governor* menerima sinyal input dari *controller* berupa setting putaran turbin (ω), daya setting (Pref), daya aktual dari keluaran generator (P) dan frekuensi (f) [3].

2.3 Pemodelan Governor valve

Untuk pembuatan Pemodelan *governor valve* dibuat berdasarkan persamaan dari input - output [4].

$$\frac{\text{output}}{\text{input}} = \frac{\Delta Y}{u} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{error} = \left(\Delta\omega \left(\frac{1}{R_p} \right) + P_{ref} - m \right) \dots\dots\dots (2)$$

Hasil dari sinyal kontrol (u) akan diteruskan ke relai kecepatan kemudian diteruskan ke servo motor. Untuk pemodelan relai kecepatan dibuat dalam bentuk fungsi transfer seperti pada persamaan di bawah.

$$TF_{\text{speed relay}} = \frac{1}{T_{sr} s + 1} \dots\dots\dots (3)$$

2.4 Turbin Uap

Turbin merupakan salah satu jenis penggerak mula (*prime mover*) dimana fluida kerjanya memutar roda dengan menggunakan sudu-sudu yang bergerak. Berbeda dengan yang terjadi pada mesin torak, pada turbin tidak terdapat bagian mesin yang bergerak secara translasi. Dengan demikian, turbin memperoleh beberapa keuntungan, seperti: getaran lebih kecil, pemakaian pelumas lebih sedikit dan keandalannya lebih baik [2].

2.5 Pemodelan pada Turbin

Dalam sistem turbin uap dinamis diasumsikan sebagai *steam vessel*, sehingga persamaan kesetimbangan massa dan panas secara umum digunakan untuk proses isentropik, aliran yang konstan dan mengabaikan kelambatan pada *nosssel* [5].

$$W_i - W_0 = v \frac{d\rho_0}{dt} \dots\dots\dots (4)$$

Maka hubungan antara input ouput dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\frac{\Delta\rho(s)}{\Delta W(s)} = \frac{1}{v\rho_0 s + 1} \dots\dots\dots (5)$$

Di bawah ini pemodelan turbin uap yang di buat dalam bentuk fungsi transfer.

$$TF_{ST} = \frac{1}{T_{st} s + 1} \dots\dots\dots (6)$$

2.6 Sistem Kendali

Proportional-Integral-Derivative Controller atau kendali PID adalah sistem pengendalian (pengontrollan) yang menggunakan persamaan matematis untuk mengontrol peralatan elektronik. Metode kendali PID menggunakan umpan balik untuk melakukan perhitungan kontrolnya. Tujuan pengontrollan ini adalah untuk mengatur suatu variabel keluaran y supaya bisa menyamai nilai set point r . Maka untuk melakukan hal tersebut kontroler harus memanipulasi variabel proses u [3]. Nilai u ditentukan melalui persamaan dibawah ini:

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t)dt + K_d \frac{de(t)}{dt} \dots\dots\dots (7)$$

2.7 Pemodelan Sistem Governor dan Turbin Uap

Pemodelan dibuat untuk mewakili dari model yang di buat berdasarkan pada kondisi spesifikasi dari sistem governor dan turbin yang digunakan dan disederhanakan dan di buat dalam fungsi transfer. Dan untuk mempermudah dalam membuat pemodelan ini maka dibuat dengan memakai satuan pu (per unit). Langkah terakhir melakukan pengetesan dan menganalisanya [4].

2.8 Perancangan Aplikasi simulasi Menggunakan Matlab Simulink

2.8.1 Sistem Governor

Sistem governor itu terdiri dari beberapa komponen yaitu sistem *controller*, *speed relay* dan servo motor. Proses kerja *Governor* yang menggunakan prinsip DEHC (*Digital Electric Hydroulic Converter*) *speed relay* pemodelannya dibuat menggunakan fungsi transfer (TF_{Sr}) dengan time constant sebesar 0.05s, sehingga bentuk pemodelannya seperti persamaan berikut.

$$TF_{Sr} = \frac{1}{0,05s+1} \dots\dots\dots (8)$$

Sesudah melalui *speed relay*, maka sinyal control diteruskan ke servo motor dengan *time constant* untuk servo motor sebesar 0,15 s. Bentuk pemodelannya menggunakan fungsi transfer (TF_{Tsm}). Besarnya bukaan untuk *governor valve* di Unit III PLTP Darajat 0 - 100%, maka batasan bukaan pemodelan servo motor *gate opening* untuk yang lower limit sebesar 0 pu dan untuk yang *upper* limit sebesar 1.0 pu. maka fungsi transfer untuk pemodelan servo motor seperti persamaan dibawah.

$$TF_{Tsm} = \frac{1}{0,15s+1} \dots\dots\dots (9)$$

2.8.2 Turbin Uap

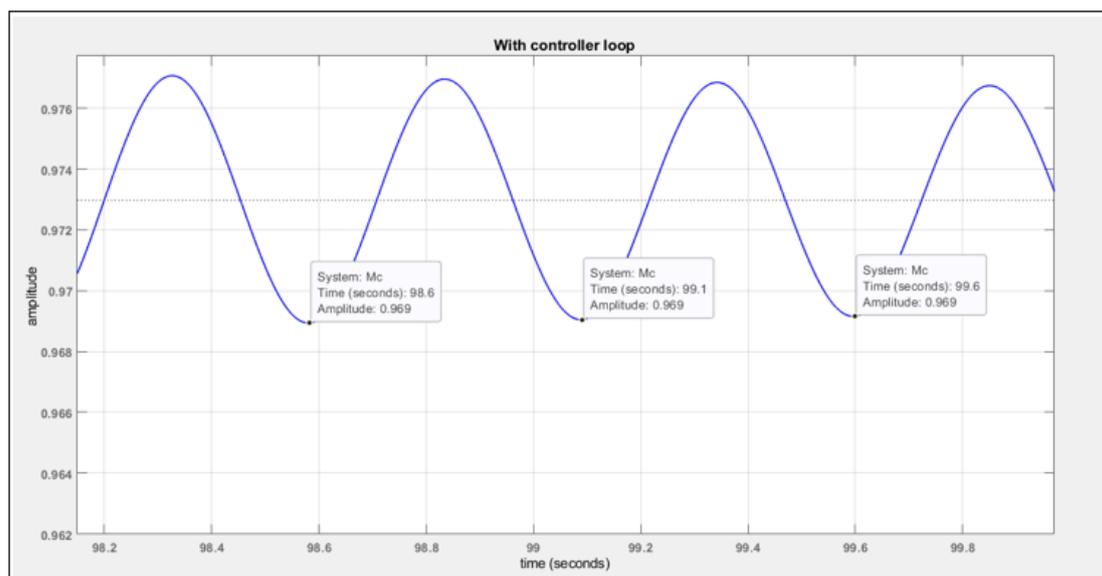
Di dalam pembangkitan, besarnya aliran masa uap yang masuk ke turbin sebesar 699,19 ton/jam dimana nilai base nya seharusnya 821.7 ton/jam, sehingga untuk mendapatkan besar nilai W_i adalah besarnya uap yang masuk ke turbin dibagi nilai base jadi hasilnya 0,850 pu, sedangkan nilai v_{po} didapatkan sebesar 1 pu. Dengan perhitungan diatas, maka fungsi transfer untuk pemodelan turbin uap ($TF_{STurbin}$) dibuat seperti persamaan di bawah ini

$$TF S_{Turbin} = \frac{1}{\frac{1}{0.850} s+1} \dots\dots\dots (10)$$

2.8.3 Tuning Parameter Kendali dengan Metode Ziegler Nichols

Pada sistem pemodelan kendali ini menggunakan metode *Ziegler Nichols* dengan tipe 2 (*closed loop*). Dimana *Plant* disusun secara seri dengan pengontrol PID, input referensi menggunakan fungsi tangga (*step*). Dalam mode ini pengontrol yang digunakan hanyalah pengontrol *proporsional*, dimana semua parameter K_i dan K_d diatur terlebih dahulu ke 0. kemudian Parameter *proporsional* dinaikkan secara bertahap mulai dari 0 sampai mendapatkan nilai K_p nya kritis, sehingga didapatkan nilai keluaran yang berosilasi terus menerus dengan nilai amplitude yang sama (*Sustain oscillation*). Nilai penguatan untuk *proporsional* ketika sistem mencapai kondisi *sustain oscillation* disebut penguatan K_{CR} maksimum dan periode osilasi terus menerus disebut *ultimate period* P_{CR} .

Pada gambar 2 saat kontroler *proporsional* K bernilai 34, terlihat keluaran dari sistem yang sudah stabil dapat membentuk osilasi yang berkesinambungan, sehingga dari grafik tersebut dapat diketahui untuk nilai K_{cr} dan P_{cr} nya.



Gambar 2. Grafik Respon *speed* turbin saat terjadi osilasi berkesinambungan dengan $K = 34$

Dimana nilai $K_{cr} = 34$

$$P_{cr} = (99.1 - 98.6) \times \text{Time Sampling} \dots\dots\dots (11)$$

$$= 0.5 \times 1 \text{ s} = 0.5 \text{ s}$$

$$K_p = 0,6 \times K_{cr} \dots\dots\dots (12)$$

$$= 0,6 \times 34 = 20.4 = 0.204 \text{ pu}$$

$$T_i = 0,5 \times P_{cr} \dots\dots\dots (13)$$

$$= 0,5 \times 0.5 \text{ s} = 0.25 \text{ s}$$

$$T_d = 0,125 \times P_{cr} \dots\dots\dots (14)$$

$$= 0,125 \times 0.5 \text{ s} = 0,0625 \text{ s}$$

$$K_i = K_p / T_i \dots\dots\dots (15)$$

$$= 20.4 / 0.25 = 81.6 = 0.816 \text{ pu}$$

$$K_d = K_p \times T_d \dots\dots\dots (16)$$

$$= 81.6 \times 0.0625 = 5.1 = 0.051 \text{ pu}$$

Maka nilai untuk PID nya;

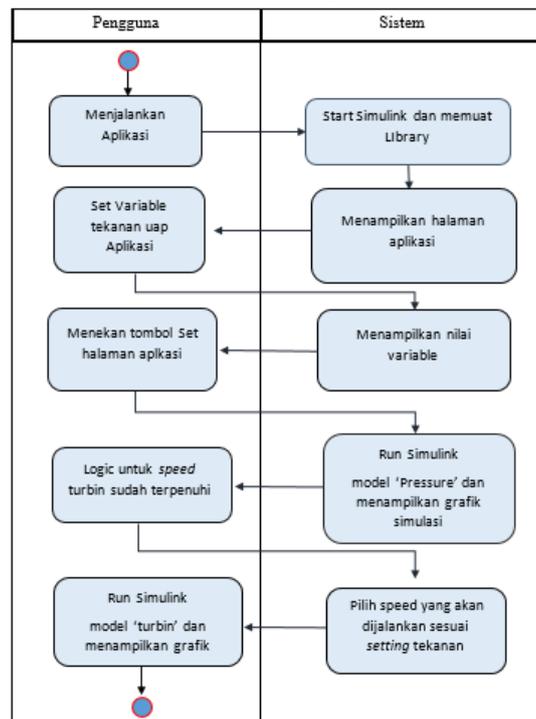
$$Kp = 20.4 = 0.204 \text{ pu}$$

$$Ki = 81.6 = 0.816 \text{ pu}$$

$$Kd = 5.1 = 0.051 \text{ pu}$$

2.9 Perancangan Aplikasi Simulasi Menggunakan App Designer

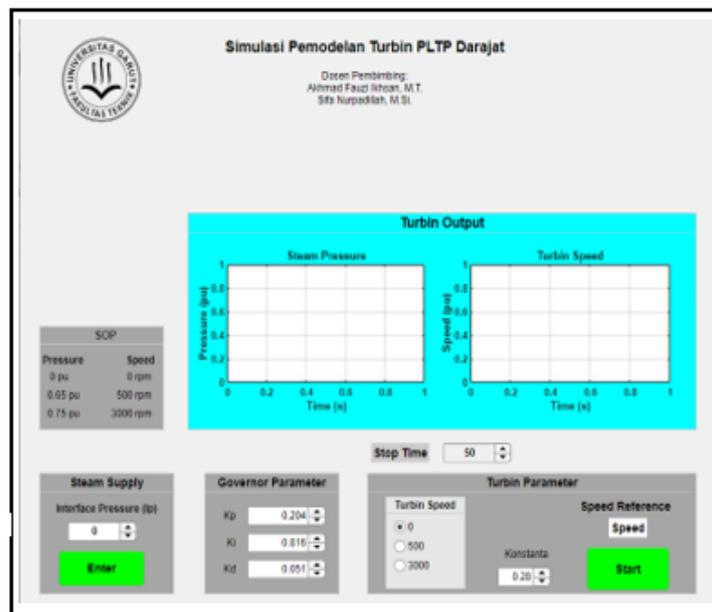
Gambar 3. menunjukkan diagram Unified Modelling Language (UML) dari rancangan program aplikasi simulasi dengan tipe *activity* diagram dan Gambar 4. Menunjukkan tampilan *user interface* aplikasi. Diagram UML menunjukkan bentuk visual alur kerja dari sistem yang dibuat secara keseluruhan. Sistem ini akan bekerja saat pengguna/*user* mulai menjalankan aplikasi. Saat proses *startup* aplikasi, maka sistem secara otomatis akan menjalankan *software* Matlab R2021b sampai terbuka menu *home*, lalu sistem menjalankan Simulink untuk memuat *library*. Beberapa detik kemudian halaman aplikasi akan terbuka dengan menampilkan harga *default* variabel simulasi dan *stop time*, sedangkan *UIAxes* belum menampilkan grafik apapun. [6].



Gambar 3. Diagram UML aplikasi

Pada *user interface* aplikasi pengguna dapat mengatur nilai variabel untuk sistem uap dan parameter turbin melalui *spinner button*, Selain itu pengguna juga dapat mengatur durasi waktu simulasi dalam satuan detik melalui *spinner button Stop Time*. Selanjutnya sistem akan menampilkan variable-variabel yang telah diinput tersebut. Saat pengguna menekan *push button enter*, maka sistem akan menjalankan model Simulink untuk model *pressure* dengan nilai variabel dan durasi waktu yang telah diinput, lalu hasil simulasi berupa grafik tekanan uap akan ditampilkan di *UIAxes*. Sedangkan jika pengguna ingin melihat grafik untuk *speed* turbin berdasarkan *logic* nya, maka tekanan uapnya harus sudah terpenuhi dulu, sesuai dengan *setting* untuk *speed*, yaitu tekanan 0.65 pu (13 barg) untuk *speed* di 0.17 pu (500 rpm) dan tekanan 0.75 pu (15 barg) untuk *speed* di 1.0 pu (3000 rpm). Apabila tekanannya sudah terpenuhi maka *speed* untuk turbin bisa kita jalankan dengan cara menekan *push button Start*, maka sistem akan menjalankan model Simulink

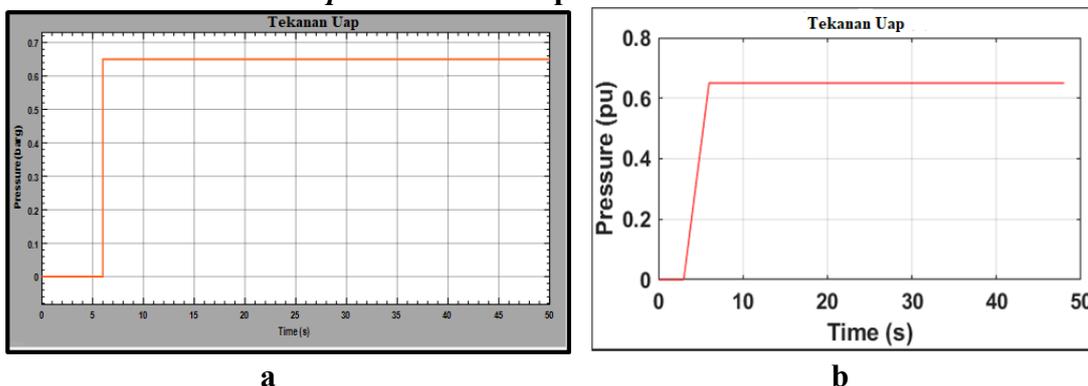
untuk model turbin dan menampilkan grafik untuk *speed* turbin di 0.17 pu (500 rpm) dan 1.0 pu (3000 rpm) di *UIAxes2*, dengan nilai variabel dan durasi waktu yang telah di input. Untuk menganalisis grafik hasil simulasi, pengguna dapat melakukan *zoom in*, *zoom out*, *pan*, dan *brush* data pada grafik tersebut. Selain itu, pengguna juga dapat menyimpan grafik hasil simulasi dengan cara *save as*, *copy as image*, dan *copy as vector graphic*.



Gambar 4. Tampilan *user interface* aplikasi

3. Hasil dan Pembahasan

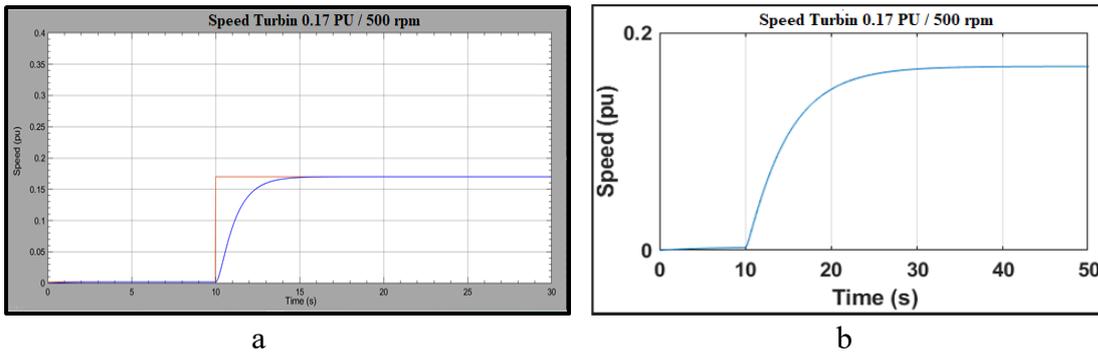
3.1 Hasil Simulasi *starts up* turbin di 500 rpm



Gambar 5. Grafik tekanan uap di 0.65 pu / 13 Barg, Gambar a. hasil dari Simulink dan Gambar b. hasil dari app designer.

Saat simulasi *start up* turbin dengan *Setting* K_p : 0.204 pu, K_i : 0.81 dan K_d : 0.051 ketika turbin berputar hingga 500 rpm, nilai puncak sistem 1,934 pu atau sekitar 580 rpm, *preshoot*, 0.575% *overshoot* 14.368 %, *undershoot* 1.860 % dan *rise time* 2.141s. Karena waktu mencoba turbin *rolling* ke 500 terlihat *Overshoot* nya masih tinggi dan akan di *fine tuning* ulang untuk mengurangi *Overshoot* nya. Dengan mencoba merubah *setting* nilai K_p dari 0.204 pu ke 0.99 pu. Jadi *setting* yang baru untuk PID nya.

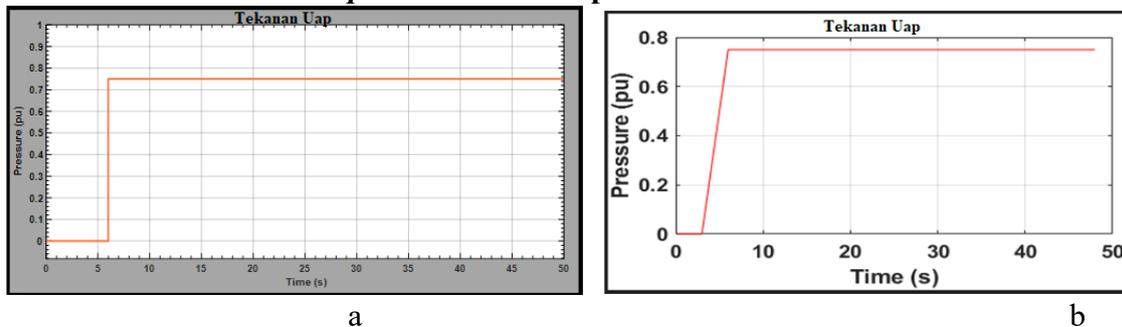
Kp: 0.99 pu, Ki: 0.81 pu dan Kd: 0.051 pu, Pada Gambar 5 untuk tekanan uap nya di 0.65 pu / 13 barg dan pada gambar 6 untuk *Speed* di 0.17 pu / 500 rpm.



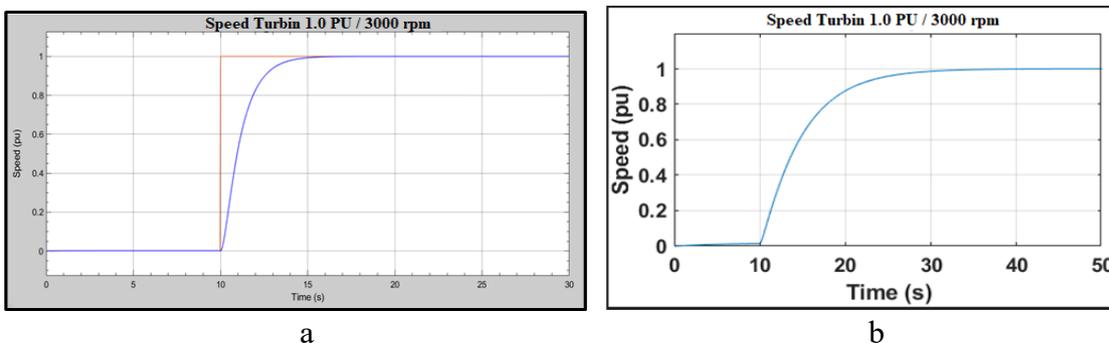
Gambar 6. Karakteristik *rolling* turbin di *speed* 0.17 pu / 500 rpm, Gambar a hasil dari Simulink dan Gambar b. hasil dari App Designer

Ketika *setting controllernya* sudah di rubah, turbin di *rolling* lagi dan turbin berputar hingga 500 rpm, dan didapat parameter nilai untuk puncak sistem 1,691 pu atau sekitar 507 rpm, *preshoot*, 0.505%, *overshoot* 0.501 %, *undershoot* 1.988 % dan *rise time* 2.345s dan putaran turbin mencapai 1.7% atau 510 rpm di 25s. Hasilnya untuk nilai *speed* tertinggi dan *overshootnya* ada penurunan dan putaran turbin stabil di 505 rpm.

3.2 Hasil Simulasi *start up* turbin di 3000 rpm



Gambar 7. Grafik tekanan uap di 0.75 pu / 15 Barg, Gambar a. hasil dari Simulink dan Gambar b. hasil dari app designer



Gambar 8. Karakteristik *rolling* turbin di *speed* 1.0 pu / 3000 rpm, Gambar a hasil dari Simulink dan Gambar b. hasil dari App Designer.

Setelah *speed* turbin di tahan di 500 rpm untuk pemanasan pada pelumasan bantalan turbin, maka *speed* turbin sudah bisa di naikkan ke 3000 rpm seperti pada Gambar 8. Tapi

sebelum menaikkan *speed* ke 3000 rpm, maka tekanan uap nya harus di naikkan dulu dari 0.65 pu menjadi 0.75 pu atau setara dengan 15 barg seperti pada Gambar 7.

4. Kesimpulan

Perancangan dan simulasi sistem kendali *governor* dengan *controller* PID menggunakan aplikasi Simulink dan App Designer. Simulasi yang dilakukan, ketika melakukan proses turbin *start-up*, ketika putaran turbin dinaikkan dari 500 RPM ke 3000 rpm dan terbaca nilai puncak sistem sebesar 1,0 pu atau sekitar 3000 rpm artinya tidak ada kenaikan *speed*, nilai *Preshoot* 0,505%, *Overshoot* 0.501 %, *Undershoot* 1.996 % dan *Rise time* 2.346 s. Kemudian sistem stabil pada rentang 1,0 pu. Dari hasil simulasi di dapatkan bahwa sistem membutuhkan waktu 29.275 s untuk mencapai keadaan stabil pada nilai 1.0 pu atau 3000 rpm. dapat disimpulkan bahwa *controller* PID dapat diterapkan sebagai pengendalian (*governor*) *Speed* turbin. Dengan parameter $K_p = 99 = 0.99 pu$, $K_i = 81.6 = 0.816 pu$ dan $K_d = 5,1 = 0.051 pu$ ketika melakukan simulasi, terlihat nilai *Overshoot* dibawah 25%. dengan *Rise time* 2.346s. Hal ini membuktikan bahwa *governor* mempunyai respon yang baik saat ada perubahan *speed*. Mungkin untuk Penelitian ke depannya mencoba app designer di buat seperti simulator.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih dari penulis kepada Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Garut dan PLTP Darajat, beserta semua pihak yang telah bekerja sama dalam penelitian.

Daftar Pustaka

- [1] Humas EBTKE, “Energi Baru Terbarukan Berperan Besar Dalam Upaya Penurunan Emisi Di Sektor Energi”, EBTKE, 14 September 2022, [online]. Tersedia: <https://ebtke.esdm.go.id/post/2022/09/14/3260/energi.baru.terbarukan.berperan.besar.dalam.upaya.penurunan.emisi.di.sektor.energi> [Diakses: 24 Januari 2023].
- [2] Soelaiman, F., Ashat, A. (2004). Pelatihan Sistim Uap Panas Bumi Operator Pembangkit Listrik Panas Bumi Level 1. UJK-FIKTM ITB.
- [3] Rofi, R., Mardiyanto, I. R., & Utami, S. (2021). Perancangan dan Simulasi Pengendalian Governing Isochronous pada PLTP Darajat. Prosiding The 12th Industrial Research Workshop and National Seminar, 7.
- [4] D.Kurniarum, “Perancangan Sistem Pengendalian Steam Turbin-Generator Berbasis Model Predictive Control (MPC) Di PT Geo Dipa Energi Unit Dieng Jawa Tengah”, Repository ITS, 1 Januari 2012, [online]. Tersedia: <https://core.ac.uk/display/291471912> [Diakses: 2 April 2023].
- [5] Kalatiku Protus Pieter & Nugraha Deny Wiria . (2011). Sistem Pengndalian PID yang di aplikasikan pada pengendalian steam turbin single variable input dan single output..
- [6] Anonim, “Develop Apps Using App Designer”, mathworks.com, [online]. Tersedia: <https://www.mathworks.com/help/matlab/app-designer.html> [Diakses: 19 Agustus 2023].