

**ANALISIS MODE PEMBUKAAN *GOVERNOR VALVE* TERHADAP
EFISIENSI TURBIN DAN *NET PLANT HEAT RATE* PLTU
KAPASITAS 300 MW**



PAJAR SIDIK
NIM: 41320110096

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2023

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS MODE PEMBUKAAN *GOVERNOR VALVE* TERHADAP EFISIENSI
TURBIN DAN *NET PLANT HEAT RATE* PLTU KAPASITAS 300 MW



Nama : Pajar Sidik
NIM : 41320110096
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
DESEMBER 2023


HALAMAN PENGESAHAN

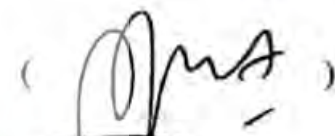
Laporan Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Pajar Sidik
NIM : 41320110096
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Laporan Skripsi : Analisis Mode Pembukaan *Governor Valve*
Terhadap Efisiensi Turbin Dan *Net Plant Heat Rate* PLTU Kapasitas 300 MW

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata I pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing : Alief Avicenna Luthfie, ST., M.Eng ()
NIDN : 0314109101

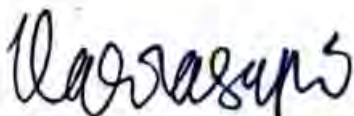
Penguji 1 : Dra. I G Ayu Arwati, MT., Ph.D ()
NIDN : 0010046408

Penguji 2 : Henry Carles, ST., MT ()
NIDN : 0301087304

Jakarta, 27 Desember 2023

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.

Ketua Program Studi



Dr. Eng. Imam Hidayat, M.T.

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Pajar Sidik

NIM : 41320110096

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : Analisis Mode Pembukaan *Governor Valve* Terhadap Efisiensi Turbin Dan *Nett Plant Heat Rate* PLTU Kapasitas 300 MW

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercubuana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, 18 Desember 2023

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Pajar Sidik

PENGHARGAAN

Segala puji bagi Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini. Tidak lupa penulis juga ingin menyampaikan rasa terimakasih sedalam-dalamnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penulisan Tugas Akhir ini. Ucapan terima kasih ini dipersembahkan untuk orang-orang yang telah berjasa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Bapak Prof. Dr. Andi Ardiansyah, M.Eng selaku Rektor Universitas Mercubuana.
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Iktrianasari selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercubuana.
3. Bapak Dr. Eng. Imam Hidayat, ST., MT selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercubuna
4. Bapak Gilang Awan Yudhistira ST., MT, selaku Koordinator Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
5. Bapak Alief Avicenna Luthfie, M.Eng selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah mengarahkan dan memberi bimbingan penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Watno selaku orang tua yang telah memberikan dukungan tanpa henti kepada penulis untuk menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
7. Ibu Yati Sumiati selaku ibu kandung penulis yang telah memberikan inspirasi dan dukungan kepada penulis.
8. Intan Pertiwi Lesmana selaku istri yang telah menjadi pendengar yang baik akan keluh kesah selama proses penulisan Tugas Akhir.
9. Teman-teman rekan kerja yang telah membantu pengambilan data untuk keperluan Tugas Akhir.

Masih banyak lagi pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak tersebut. Penulisan Tugas Akhir ini tidak akan selesai tanpa adanya dukungan dari pihak-pihak tersebut. Penulis menyadari masih banyak

kekurangan di dalam diri penulis, sehingga penulis juga memohon maaf apabila ada kesalahan baik itu disengaja atau tidak disengaja.

Jakarta, 18 Desember 2023



Pajar Sidik



ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) merupakan salah satu jenis pembangkit listrik yang menggunakan uap untuk menghasilkan energi listrik. Pengaturan mode pembukaan katup *governor* turbin akan sangat mempengaruhi efisiensi turbin dan juga nilai *nett plant heat rate* (NPHR). NPHR menjadi salah satu parameter kontak kinerja pembangkit milik negara. Target tahunan nilai NPHR PLTU ini tidak tercapai sehingga perlu adanya analisis dan *improvement* agar target NPHR nya tercapai. Selain itu semakin rendah nilai NPHR semakin irit pula konsumsi bahan bakar yang berdampak juga terhadap turunnya biaya pokok produksi. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan dengan membandingkan 2 mode katup *governor* yang berbeda untuk mendapatkan nilai efisiensi turbin dan NPHR. Perhitungan dilakukan dalam kondisi stabil dengan pembebanan yang sama dan parameter yang konstan seperti : beban aktual, laju alir bahan bakar, penggunaan *auxiliary steam* dan aliran *spray superheat*. Pengumpulan data dilakukan secara berulang-ulang dengan interval waktu yang sama pada kedua mode tersebut. Terdapat 2 mode pembukaan katup *governor*, yaitu mode *single* dan mode *sequence*. Analisis efisiensi turbin dan nilai NPHR menunjukkan bahwa mode *sequence* lebih efisien dibandingkan mode *single* pada beban yang sama. Mode *sequence* mempunyai nilai efisiensi turbin rata-rata sebesar 77,24 persen. Sedangkan pada mode *single* rata-rata nilai efisiensinya sebesar 65,45 persen. Selain itu, pada mode *sequence* rata-rata nilai NPHR lebih kecil dengan nilai 2705,45 Kcal/Kwh dibandingkan rata-rata nilai NPHR pada *single* dengan nilai 2762,79 Kcal/Kwh. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa efisiensi mode *sequence* lebih baik dari mode *single*, hal tersebut bisa disebabkan oleh rugi rugi *throttling* pada mode *single* lebih banyak dibanding mode *sequence*.

Kata Kunci: PLTU, *Governor Valve*, Efisiensi Turbin, NPHR

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**EVALUATION OF WATER HAMMER STRESS ON HOT WATER SUPPLY
PIPES ACCORDING TO ASME B31.3**

ABSTRACT

Steam Power Plant is a type of power plant that uses steam to produce electrical energy. Setting the turbine governor valve opening mode will greatly affect the turbine efficiency and also the net plant heat rate (NPHR). NPHR is one of the performance parameters of state-owned power plants. The annual target for the NPHR value of this PLTU has not been achieved so analysis and improvement is needed to make target is achieved. Apart from that, the lower the NPHR value have more economical the fuel consumption, which also has an impact on reducing the cost of production. In this research, calculations were carried out by comparing 2 different governor valve modes to obtain turbine efficiency and NPHR values. Calculations are carried out in stable conditions with the same load and constant parameters such as: actual load, fuel flow rate, use of auxiliary steam and superheat spray flow. Data collection was carried out repeatedly with the same time intervals in both modes. There are 2 governor valve opening modes, namely single mode and sequence mode. Analysis of turbine efficiency and NPHR values shows that sequence mode is more efficient than single mode at the same load. Sequence mode has an average turbine efficiency value of 77.24 percent. Meanwhile, in single mode the average efficiency value is 65.45 percent. Apart from that, in sequence mode the average NPHR value is smaller with a value of 2705.45 Kcal/Kwh compared to the average NPHR value for singles with a value of 2762.79 Kcal/Kwh. The calculation results show that the efficiency of sequence mode is better than single mode, this could be caused by the throttling losses in single mode being more than sequence mode.

Keywords: *Steam Power Plant, Governor Valve, Eficiency Turbin, NPHR*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
PENGHARGAAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	2
1.3. TUJUAN	2
1.4. MANFAAT	3
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	6
2.2 DASAR TEORI	13
2.2.1 Proses Kerja PLTU	13
2.2.2 Proses Konversi Energi PLTU	15
2.2.3 Siklus <i>Rankine</i>	15
2.2.4 Turbin Uap	21
2.2.5 <i>Rolling</i> Turbin	23
2.2.6 <i>Governor</i>	24

2.2.7	<i>Distributed Control System</i>	26
2.2.8	Karakteristik Mode Pembukaan <i>Governor</i>	28
2.2.9	Efisiensi Turbin dan <i>Nett Plant Heat Rate</i>	33
2.2.10	Entalpi dan Entropi	34
BAB IV METODOLOGI		36
3.1 DIAGRAM ALIR		36
3.1.1	Diagram Alir Penulisan Tugas Akhir	36
3.1.2	Diagram Alir Proses Pengambilan Data Parameter Operasi	39
3.1.3	Diagram Alir Proses Perhitungan Efisiensi Turbin dan NPHR	40
3.2 ALAT DAN BAHAN		41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		42
4.1 PERHITUNGAN ENTALPI DAN DAYA TURBIN		42
4.1.1	Menentukan Entalpi <i>Input Output</i> Turbin	42
4.1.2	Menentukan Daya Aktual Turbin	44
4.1.2	Menghitung Nilai Efisiensi dan NPHR	44
4.2 PERHITUNGAN EFISIENSI DAN NPHR SINGLE MODE		45
4.2.1	Efisiensi Turbin <i>Single Mode</i>	46
4.2.2	NPHR <i>Single Mode</i>	47
4.3 PERHITUNGAN EFISIENSI DAN NPHR SEQUENCE MODE		47
4.3.1	Efisiensi Turbin <i>Sequence Mode</i>	49
4.3.2	NPHR <i>Sequence Mode</i>	49

4.4 PERBANDINGAN KINERJA <i>SINGLE</i> DAN <i>SEQUENCE MODE</i>	50
4.4 PEMBAHASAN HASIL PERHITUNGAN	51
BAB IV PENUTUP	55
5.1 KESIMPULAN	55
5.2 SARAN	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	58



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram Alir PLTU	13
Gambar 2.2	Konversi Energi PLTU	15
Gambar 2.3	Siklus <i>Rankine</i>	17
Gambar 2.4	<i>Lay Out</i> Siklus <i>Rankine</i>	18
Gambar 2.5	Skema Siklus <i>Rankine</i>	19
Gambar 2.6	Diagram TS	20
Gambar 2.7	Konversi Energi Turbin	21
Gambar 2.8	Sistem Aliran Turbin <i>Reheat</i>	22
Gambar 2.9	Sistem Aliran Turbin <i>Ekstraksi</i>	23
Gambar 2.10	Bagian Bagian <i>Governor</i>	25
Gambar 2.11	Struktur Umum DCS	27
Gambar 2.12	Karakteristik <i>Governor Single Mode</i>	28
Gambar 2.13	Pembukaan <i>Governor Single Mode</i>	29
Gambar 2.14	Karakteristik CV 1 <i>Sequence Mode</i>	30
Gambar 2.15	Karakteristik CV 2 <i>Sequence Mode</i>	30
Gambar 2.16	Karakteristik CV 3 <i>Sequence Mode</i>	31
Gambar 2.17	Karakteristik CV 4 <i>Sequence Mode</i>	31
Gambar 2.18	Pembukaan <i>Governor Sequence Mode</i>	32
Gambar 3.1	Diagram Alir Penulisan Tugas Akhir	36
Gambar 3.2	Diagram Alir Proses Pengambilan Data Parameter Operasi PLTU	39
Gambar 3.3	Diagram Alir Proses Perhitungan Efisiensi dan NPHR PLTU	40
Gambar 4.1	Tampilan H in Aktual dari <i>Software Desktopsteam</i>	43
Gambar 4.2	Tampilan H out Aktual dari <i>Software Desktopsteam</i>	43

Gambar 4.3 Tampilan H out Isentropis dari <i>Software Desktopsteam</i>	43
Gambar 4.4 Grafik Pembukaan <i>Governor Single Mode</i>	46
Gambar 4.5 Grafik Efisiensi Turbin <i>Single Mode</i>	46
Gambar 4.6 Grafik NPHR <i>Single Mode</i>	47
Gambar 4.7 Grafik Pembukaan <i>Governor Sequence Mode</i>	48
Gambar 4.8 Grafik Efisiensi Turbin <i>Sequence Mode</i>	49
Gambar 4.9 Grafik NPHR <i>Sequence Mode</i>	50
Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Efisiensi Turbin <i>Single & Sequence Mode</i>	50
Gambar 4.11 Grafik Perbandingan NPHR <i>Single & Sequence Mode</i>	51
Gambar 4.12 Siklus Rankine Aktual	54



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	7
Tabel 4.1 Tabel Data Perhitungan <i>Single Mode</i>	45
Tabel 4.2 Tabel Data Perhitungan <i>Sequence Mode</i>	48



DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
PLTU	Pembangkit Listrik Tenaga Uap
NPHR	<i>Net Plant Heat Rate</i>
EBT	<i>Energi Baru Terbarukan</i>
HPH	<i>High Pressure Heater</i>
LPH	<i>Low Pressure Heater</i>



UNIVERSITAS
MERCU BUANA