



UNIVERSITAS PGRI
ADI BUANA
SURABAYA

SKRIPSI

**ANALISA PERCEPATAN OVERHAUL TURBIN GENERATOR
MENGUNAKAN SIMULASI MONTE CARLO**

AGUS NOFIANTO
NIM. 163700055

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PGRI ADI BUANA SURABAYA
2020**



**UNIVERSITAS PGRI
ADI BUANA
SURABAYA**

TUGAS AKHIR

**ANALISA PERCEPATAN OVERHAUL TURBIN GENERATOR
MENGUNAKAN SIMULASI MONTE CARLO**

AGUS NOFIANTO

NIM. 163700055

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK**

UNIVERSITAS PGRI ADI BUANA SURABAYA

2020



TUGAS AKHIR



ANALISA PERCEPATAN OVERHAUL TURBIN GENERATOR MENGUNAKAN SIMULASI MONTE CARLO



**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik
Universitas PGRI Adi Buana Surabaya**



AGUS NOFIANTO

NIM. 163700055



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PGRI ADI BUANA SURABAYA
2020**

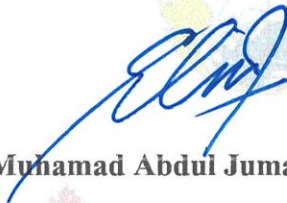


Lembar Persetujuan Pembimbing



**Tugas Akhir ini dinyatakan siap diujikan
Surabaya, 04 Juni 2020
Pembimbing,**




(Muhamad Abdul Jumali, S.T., M.T.)



Lembar Persetujuan Panitia Ujian

**Tugas ini telah disetujui oleh Panitia Ujian Tugas Akhir
Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik
Pada tanggal 30 Juni 2020**

Panitia Ujian,

**Ketua: Yunia Dwie Nurcahyanie, S.T., M.T.
Dekan**

**Sekretaris: M. Nushron Ali M, S.T., M.T.
Ketua Jurusan**

**Anggota: Drs. Rusdiyantoro, ST., MT.
Penguji I**

**Dr. Yanatra Budi Pramana, S.T., M.T.
Penguji II**



.....
[Handwritten signature]

.....
[Handwritten signature]

.....
[Handwritten signature]

**SURAT PERNYATAAN
KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR**

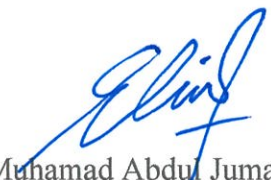


Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Agus Nofianto
NIM : 163700055
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Analisa Percepatan Overhaul Turbin Generator
Menggunakan Simulasi Monte Carlo
Dosen Pembimbing : Muhamad Abdul Jumali, S.T., M.T.

Menyatakan bahwa Tugas Akhir tersebut adalah bukan hasil menjiplak sebagian maupun keseluruhan, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 30 Juni 2020

Dosen Pembimbing,	Mahasiswa
 Muhamad Abdul Jumali, S.T., M.T.	  Agus Nofianto

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah menganugerahkan kesehatan, kekuatan, keselamatan dan kesempatan serta pertolongan-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyusun tugas akhir dengan judul “Analisa Percepatan Overhaul Turbin Generator Menggunakan Simulasi Monte Carlo”.

Pada proses penulisan tugas akhir ini tidak luput dari kekurangan, namun dengan adanya perbaikan-perbaikan dari berbagai pihak yang telah meluangkan waktu dan memberikan pengarahan sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan dengan baik. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. *Bundo jo Keluargo tacinto* yang senantiasa memberikan doa dan dukungan.
2. Bapak Muhamad Abdul Jumali, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir.
3. Bapak Drs. Rusdiyantoro, ST., MT. dan Bapak Dr. Yanatra Budi Pramana, S.T., M.T. selaku dosen penguji tugas akhir.
4. Sdr Riza Armansyah teman diskusi tugas akhir sekaligus *partner* kerja.
5. Rekan-rekan yang senantiasa memberikan doa dan dukungan.
6. PT PJB Services tempat saya melaksanakan Praktik Kerja Lapangan.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan beberapa saran dan kritik yang membangun agar tugas akhir ini jauh lebih baik. Semoga tugas akhir ini bisa bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Surabaya, 30 Juni 2020

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Pengajuan Tugas Akhir	ii
Halaman Persetujuan Pembimbing	iii
Halaman Pengesahan Berita Acara Ujian	iv
Halaman Surat Pernyataan Keaslian Karya Tugas Akhir	v
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi.....	vii
Daftar Gambar.....	ix
Daftar Tabel	x
Daftar Lampiran.....	xi
Abstrak	xii
BAB I Pendahuluan	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
BAB II Tinjauan Pustaka	
2.1. Manajemen Perawatan	6
2.2. Strategi Perawatan.....	8
2.3. Manajemen Proyek.....	14
2.4. Kinerja Proyek.....	16
2.5. Penjadwalan Proyek	17
2.6. Percepatan Proyek.....	20
2.7. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)	22
2.8. <i>Overhaul</i> Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU).....	27
2.9. Turbin Uap	35
2.10. Generator	41
2.11. Simulasi Monte Carlo	43
2.12. <i>Crystall Ball</i>	48
2.13. <i>Microsoft Project</i>	51
2.14. Studi Literatur.....	54

BAB III Metode Penelitian	
3.1. Rancangan Penelitian	57
3.2. Variabel dan Definisi Operasional Variabel	63
3.3. Waktu dan Tempat Penelitian	62
3.4. Populasi dan Penentuan Sampel.....	63
3.5. Metode Pengumpulan Data	63
3.6. Metode Analisa Data	64
BAB IV Hasil Analisa Data dan Pembahasan	
4.1. Penyajian Data	66
4.2. Analisa Data	67
4.3. Pembahasan.....	72
BAB V Simpulan dan Saran	
5.1. Simpulan	74
5.2. Saran.....	74
Daftar Pustaka	76
Lampiran	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Penjualan Tenaga Listrik Indonesia (Twh).....	2
Gambar 2.1 <i>Model black box input-output</i>	7
Gambar 2.2 Klasifikasi strategi perawatan	9
Gambar 2.3 Lima Kelompok Proses Manajemen Proyek.....	14
Gambar 2.4 Tolak Ukur / Indikator Kinerja Proyek	17
Gambar 2.5 Komponen <i>Equipment</i> PLTU.....	22
Gambar 2.6 Skema Kerja PLTU	25
Gambar 2.7 Siklus Overhaul PLTU (PT Pembangkitan Jawa Bali)	28
Gambar 2.8 Prinsip Kerja Turbin Uap	36
Gambar 2.9 Komponen Turbin Uap	36
Gambar 2.10 Sudu Tetap (Stator)	37
Gambar 2.11 Rotor Turbin Uap	37
Gambar 2.12 Bantalan Jurnal	38
Gambar 2.13 Bantalan Aksial	38
Gambar 2.14 <i>Main Stop Valve</i>	39
Gambar 2.15 <i>Turning Gear</i>	40
Gambar 2.16 <i>Gland seal</i> pada poros turbin	41
Gambar 2.17 <i>Gland seal steam</i> dan perapat labirin	41
Gambar 2.18 <i>Stator</i> dan <i>Rotor Generator</i>	42
Gambar 2.19 Sistem <i>Eksitasi</i>	43
Gambar 2.20 Sirkulasi pendingin hidrogen di alam <i>generator</i>	43
Gambar 2.21 Visualisasi <i>Crystall Ball</i>	51
Gambar 2.22 Visualisasi <i>Microsoft Project</i>	53
Gambar 3.1 Diagram alir analisa percepatan overhaul turbin generator menggunakan simulasi monte carlo	57
Gambar 4.1 Bagan Critical Pekerjaan Mekanik Turbin dan Pekerjaan Listrik Generator	66
Gambar 4.2 Penentuan Task Hours.....	68
Gambar 4.3 Grafik Forecast 100% Hasil Simulasi Monte Carlo – Triangular	70
Gambar 4.4 Grafik Forecast 100% Hasil Simulasi Monte Carlo – Betapert ...	71

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Realisasi Jumlah Pelanggan Listrik di Indonesia.....	2
Tabel 1.2 Perkiraan Kelistrikan Nasional Tahun 2018-2027.....	3
Tabel 2.1 <i>Scope of Work Turbin Utama</i>	29
Tabel 2.2 <i>Scope of Work Electrical Generator</i>	33
Tabel 2.3 Daftar Studi Literatur	54
Tabel 3.1 Definisi Operasional Variabel.....	61
Tabel 4.1 Statistik Hasil Simulasi Monte Carlo – Triangular	69
Tabel 4.2 Percentiles Hasil Simulasi Monte Carlo – Triangular	69
Tabel 4.3 Statistik Hasil Simulasi Monte Carlo – Betapert	70
Tabel 4.4 Percentiles Hasil Simulasi Monte Carlo – Betapert.....	70
Tabel 4.5 Simulasi Monte Carlo Triangular vs Betapert	71
Tabel 4.6 Perbandingan Hasil Simulasi Monte Carlo dan Rencana	72

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data WBS Major Overhaul Turbin Generator

Lampiran 2 Identifikasi Proyek

Lampiran 3 Durasi Task Maintenance

Lampiran 4 Durasi Probabilistik

Lampiran 5 Perhitungan Iterasi Distribusi Triangular

Lampiran 6 Perhitungan Iterasi Distribusi Betapert

Lampiran 7 Hasil penyusunan work breakdown structure (WBS) dengan Microsoft Excel Crystall Ball

Lampiran 8 Hasil Simulasi Monte Carlo Triangular dan Betapert

Lampiran 9 *Work Brekadown Structure* Monte Carlo Triangular dan Monte Carlo Betapert

ABSTRAK

Agus Nofianto, 2019, Analisa Percepatan Overhaul Turbin Generator Menggunakan Simulasi Monte Carlo, Tugas Akhir, Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas PGRI Adi Buana Surabaya, Dosen Pembimbing Muhamad Abdul Jumali, S.T., M.T.

Ketersediaan tenaga listrik menjadi salah satu infrastruktur utama mendasar yang memiliki andil besar dalam mendukung pertumbuhan perekonomian Indonesia. Keandalan pembangkit listrik sangat berdampak bagi ketersediaan energi listrik. Salah satu urgensi penyediaan energi listrik adalah overhaul yang mana memiliki potensi kegagalan dalam keterlambatan, untuk mengatasi masalah tersebut maka perlu percepatan overhaul.

Proses dapat dideskripsikan sebagai berikut, yang pertama melakukan studi pustaka dan kemudian observasi. Dimulai dari mengumpulkan data 5 overhaul turbin generator dan menentukan durasi tercepat, terlama dan paling mungkin untuk setiap task maintenance. Selanjutnya dilakukan simulasi monte carlo menggunakan aplikasi Crystall Ball dengan kesalahan multak maksimal 2% dan 10.000 simulasi, simulasi dilakukan dengan menggunakan Distribusi Triangular dan Distribusi Betapert, selanjutnya hasil terbaik digunakan sebagai dasar durasi percepatan overhaul. Selanjutnya menyusun work breakdown structure (WBS) menggunakan aplikasi Microsoft Project.

Dari hasil simulasi di atas telah diketahui probabilitas penyelesaian proyek tiap task maintenance. Hasil simulasi 483 hours untuk Distribusi Triangular dan 476 hours untuk Distribusi Betapert. Durasi standard adalah 480 jam. Jadi, simulasi Monte Carlo dengan Distribusi Betapert lebih cepat 4 hours dan simulasi Monte Carlo dengan Distribusi Triangular lebih lambat 3 hours. Durasi percepatan Overhaul Turbin Generator yang terbaik adalah menggunakan Simulasi Monte Carlo Distribusi Betapert dengan total durasi 476 hours, 4 jam lebih cepat dari durasi standard.

Hasil Percepatan Overhaul Turbin Generator menggunakan Simulasi Monte Carlo Distribusi Betapert adalah 59,50 hari dengan 8 jam kerja efektif atau 52,89 hari dengan 9 jam kerja efektif. Standard/rencana durasi awal adalah 60 hari, dengan adanya percepatan selama 1 jam tiap harinya cukup efektif karena target kinerja proyek menjadi in time dan terdapat kontigensi 7,11 hari.

WBS percepatan Overhaul Turbin Generator hasil Simulasi Monte Carlo Distribusi Betapert menggunakan Microsoft Project menghasilkan jalur critical task sebagai berikut shutdown – turbine cooling down – pekerjaan generator – fase startup dan commissioning.

Kata kunci: percepatan overhaul, simulasi monte carlo, work breakdown structure (WBS).

ABSTRACT

Agus Nofianto, 2019, Acceleration Analysis of Overhaul Turbine Generator Using Monte Carlo Simulation, Thesis, Program Study Industrial Engineering, Faculty of Industrial Technology University of PGRI Adi Buana Surabaya, Mentor Lecturer Muhamad Abdul Jumali, S.T., M.T.

The availability of power electrical, become one of the primary infrastructures that has a big role for supporting the growth of Indonesian economy. The reliability of power plant has significant impact for availability of electrical energy. One of the urgency of electrical procurement is overhaul which has some big potential failure from overdue. In order to solve that problem, overhaul needs accelerating.

The process can be described as follows, first a literature review and then observation. It starts from collecting data of five turbine generators overhaul and determining the fastest, longest and most probable for each maintenance task. Second, perform monte carlo simulation using Crystall Ball application with 2% maximum error and 10,000 simulations. the simulation is performed using the Triangular Distribution and the Betapert Distribution, and then, the best result is used as the guidance to accelerate overhaul duration. Next, compile work breakdown structure (WBS) using Microsoft Project.

From the simulation result, it is known the probability of completing projects for each maintenance task. The result 483 hours for the Triangular Distribution and 476 hours for the Betapert Distribution. Standard duration is 480 hours. So, Monte Carlo simulation using Betapert Distribution is 4 hours faster and the Monte Carlo simulation with Triangular Distribution is 3 hours slower. The best acceleration of Turbine Generator Overhaul duration is using Monte Carlo Simulation Betapert Distribution. It is duration is 476 hours, It is 4 hours faster than the standard duration.

The result of Accelerating Turbine Generator Overhaul using Monte Carlo Simulation Betapert Distribution are 59.50 days with 8 effective working hours or 52.89 days with 9 effective working hours. The initial plan duration is 60 days, with an acceleration of 1 hour each day is quite effective because the project performance target is in time and there is a contingency of 7.11 days.

WBS acceleration Turbine Generator overhaul as the result of Monte Carlo Simulation Betapert distribution using Microsoft Project obtain critical task path as follows shutdown - turbine cooling down - generator work - startup and commissioning phase.

Keywords: overhaul acceleration, monte carlo simulation, work breakdown structure (WBS).