



## **Perencanaan Pemeliharaan 32.000 Jam di PLTMGU Lombok untuk Optimalisasi *Equivalent Availability Factor***

**Kusnendar Trianto Rudianto, Oviyan Patra, Evan Nugraha**

Universitas Jendral Achmad Yani

Email : [kusnendar.tr@gmail.com](mailto:kusnendar.tr@gmail.com), [oviyan.patra@lecture.unjani.ac.id](mailto:oviyan.patra@lecture.unjani.ac.id) dan [noe.rievan@gmail.com](mailto:noe.rievan@gmail.com)

---

**KATA KUNCI**

PLTMGU; EAF; WBS;  
CPM;

---

**ABSTRAK**

PT. Wartsila Indonesia, sebagai pengelola Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas dan Uap (PLTMGU) Lombok, memiliki tanggung jawab untuk menjaga Equivalent Availability Factor (EAF) di atas 90%. Pada tahun 2024, EAF tercatat sebesar 96,97% dengan total outage mencapai 3.726 jam akibat Planned Outage (PO) dan Force Outage (FO). Untuk tahun 2025, EAF diproyeksikan turun menjadi 90,02% dengan PO sebesar 7.958 jam. Salah satu kegiatan utama adalah pemeliharaan 32.000 jam pada sembilan mesin Wartsila W20V34DF, dengan rencana durasi awal 18 hari (432 jam). Penelitian ini bertujuan untuk merancang jadwal pemeliharaan 32.000 jam yang lebih efisien menggunakan metode Work Breakdown Structure (WBS) dan Critical Path Method (CPM) guna meminimalkan downtime serta meningkatkan kinerja pembangkit. Hasil analisis menunjukkan bahwa durasi pemeliharaan dapat dipersingkat dari 18 hari (432 jam) menjadi 15 hari (345 jam), sehingga terjadi penghematan waktu sebesar 87 jam per mesin. Pemangkasan durasi ini memungkinkan adanya alokasi tambahan 274 jam untuk Unplanned Outage Handling (UOH) yang berdampak pada peningkatan prediksi EAF tahun 2025 menjadi 90,66%, melebihi proyeksi awal. Temuan ini menegaskan pentingnya integrasi WBS dan CPM dalam perencanaan pemeliharaan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, mengurangi waktu outage, serta memastikan keandalan dan keberlanjutan operasi pembangkit listrik. Hasil penelitian ini juga dapat menjadi referensi praktis bagi fasilitas pembangkit lain yang ingin mengoptimalkan jadwal pemeliharaan dan pencapaian kinerja.

**ABSTRACT**

PLTMGU; EAF;  
WBS; CPM;

**ABSTRACT**

PT. Wartsila Indonesia, as the operator of the Lombok Gas and Steam Engine Power Plant (PLTMGU), is responsible for maintaining an Equivalent Availability Factor (EAF) above 90%. In 2024, the EAF reached 96.97% with a total outage of 3,726 hours due to Planned Outage (PO) and Force Outage (FO). For 2025, the EAF is projected to decrease to 90.02% with a PO of 7,958 hours. One of the key maintenance activities planned is the 32,000-hour maintenance for nine Wartsila W20V34DF engines, with an initial planned duration of 18 days (432 hours). This study aims to develop an optimized maintenance schedule using the Work Breakdown Structure (WBS) and Critical Path Method (CPM) to reduce downtime and improve operational performance. The analysis successfully shortened the maintenance duration from 18 days (432 hours) to 15 days (345 hours), saving 87 hours per engine. This reduction allows for an additional allocation of 274 hours for Unplanned Outage Handling (UOH), resulting in a

---

*projected EAF increase to 90.66% in 2025, exceeding the initial forecast. These findings highlight the effectiveness of integrating WBS and CPM in maintenance planning to enhance resource utilization, minimize outage time, and ensure the reliability and sustainability of power plant operations. The results also provide a practical reference for similar power generation facilities seeking to optimize maintenance scheduling and achieve better performance metrics.*

---

Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0)



## PENDAHULUAN

Energi listrik memiliki peran penting dalam menunjang kegiatan masyarakat modern, termasuk masyarakat di Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB). Pada tahun 2024 total kapasitas pembangkit listrik di Provinsi NTB untuk wilayah kelistrikan Lombok adalah sebesar 516,90 Mega Watt (MW) dengan rincian 13,02% atau 67,31 MW merupakan pembangkit listrik Energi Baru Terbarukan (EBT), serta sisanya 86,98% atau 449,60 MW merupakan pembangkit listrik dengan energi konvensional (NTB Satu Data, 2021).

Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas dan Uap (PLTMGU) Lombok dengan total 13 mesin W20V34DF serta 1 *steam turbine combined cycle* memiliki kapasitas pembangkitan 130-150MW. Pembangkit ini dikelola oleh PT. Wartsila Indonesia dengan kontrak *Operation & Maintenance* (O&M) yang berlangsung sejak tahun 2019. Tahun 2025 menjadi momen krusial dalam perencanaan perpanjangan kontrak O&M oleh PT. Wartsila Indonesia dengan target peningkatan kinerja operasi, ditandai dengan penetapan *Capacity Factor* sebesar 70% dan *Equivalent Availability Factor* sebesar 90%. Capacity Factor (CF) adalah nilai aktual yang dapat dihasilkan oleh suatu alat pembangkit listrik dibagi dengan nilai energi yang akan dihasilkan jika pembangkit listrik tersebut beroperasi pada keluaran daya mampunya (Daya Unit Referensi) sepanjang tahun, umumnya dinyatakan dalam persentase (IAEA, 2021). *Equivalent Availability Factor* (EAF) adalah sebuah metode analisis yang melakukan perbandingan pada sebuah nilai yang didapat dari kesiapan unit pembangkit untuk beroperasi dibagi dengan waktu dalam satu periode dikali seratus persen. Indikator keberhasilannya dari penggunaan metode ini adalah dengan melihat nilai EAF yang dicapai apakah telah menunjukkan hasil yang lebih besar dari target atau belum (Adnan, et al., 2023).

Pemeliharaan besar dilakukan setiap mencapai interval jam kerja tertentu, salah satunya pada interval 32.000 jam. Menghadapi target kinerja yang lebih ketat di tahun 2025, terutama menjaga nilai EAF di atas 90%, maka pemeliharaan 32.000 jam ini memerlukan perencanaan dan pelaksanaan dengan durasi yang cepat agar durasi *Outage* yang muncul dapat ditekan sehingga nilai EAF dapat ditingkatkan.

Penelitian ini menerapkan metode *Work Breakdown Structure* (WBS) dan *Critical Path Method* (CPM) sebagai alat bantu utama dalam mengoptimalkan jadwal pemeliharaan 32.000 jam di PLTMGU Lombok. WBS merupakan metode manajemen proyek yang sangat efektif dalam menjabarkan kegiatan menjadi bagian-bagian kecil agar mudah dikelola. WBS berfungsi sebagai kerangka hierarkis yang menguraikan seluruh lingkup pekerjaan proyek menjadi elemen-elemen

yang lebih rinci, memudahkan perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian proyek ((PMI\_, 2017). Dalam kegiatan pemeliharaan pembangkit listrik, penerapan WBS membantu dalam mengidentifikasi dan mendefinisikan seluruh aktivitas pemeliharaan. Selain menggunakan metode WBS, digunakan juga metode CPM. CPM memungkinkan identifikasi aktivitas penting dan ketergantungan antar proses, sehingga kerja tim pemeliharaan dapat diarahkan pada jalur kritis yang paling berdampak pada waktu penyelesaian keseluruhan. Penggunaan CPM juga memungkinkan integrasi paralel antara pekerjaan pemeliharaan besar dan *predictive maintenance*, guna memaksimalkan efisiensi waktu (Al-Hajj et al., 2018; Liang et al., 2020; Mohamad et al., 2022).

Dengan penerapan metode WBS dan CPM dalam perencanaan pemeliharaan 32.000 jam, diharapkan durasi waktu pemeliharaan dapat ditekan sehingga dapat meningkatkan EAF tahun 2025, sehingga nilai EAF dapat dijaga meskipun terjadi *Force Outage*.

Penjadwalan pemeliharaan pembangkit listrik merupakan salah satu aspek penting dalam menjaga keandalan sistem pembangkit listrik. Berbagai studi dalam beberapa tahun terakhir telah mengkaji metode-metode perencanaan dan penjadwalan pemeliharaan, terutama yang menggunakan pendekatan *Critical Path Method* (CPM) untuk mengoptimalkan urutan kegiatan dan meminimalisir waktu *outage*.

Nguyen,dkk (Nguyen, Le, & Tran, 2021) melakukan optimasi penjadwalan pemeliharaan pada pembangkit gas turbin dengan menggunakan CPM, hasilnya mampu mengurangi durasi waktu pemeliharaan sekaligus mengoptimalkan alokasi tenaga kerja dan sumber daya. Sebelumnya, studi oleh Zhao,dkk (Zhao, Wang, & Liu, 2020) juga menitikberatkan pada optimasi alokasi tenaga kerja dalam jadwal pemeliharaan sehingga peningkatan produktivitas kerja dapat dicapai tanpa mengorbankan jadwal operasi pembangkit.

Studi oleh Wibowo,dkk (Wibowo, Santosa, & Setiawan, 2023) menerapkan CPM dalam penjadwalan pemeliharaan pembangkit uap, menunjukkan keberhasilan dalam memperkecil durasi pemeliharaan sehingga pembangkit dapat kembali beroperasi lebih cepat. Sebelumnya Purjanto,dkk (Purjanto & Santosa, 2019) Melakukan kajian durasi pemeliharaan pembangkit listrik untuk meningkatkan *Equivalent Availability Factor*. Dalam penelitiannya mereka juga menerapkan metode WBS dan CPM, sehingga dapat menentukan durasi pemeliharaan terpendek serta melakukan analisa pendapatan yang didapatkan pihak *owner* dari pemotongan durasi pemeliharaan pembangkit listrik.

Dalam konteks perencanaan proyek dan manajemen pemeliharaan, *Work Breakdown Structure* (WBS) menjadi alat penting yang berfungsi untuk menguraikan keseluruhan pekerjaan menjadi bagian-bagian yang lebih terkelola. Dalam buku Project Management Institute ((PMI\_, 2017), disebutkan bahwa WBS membantu dalam identifikasi dan pembagian tugas secara sistematis yang memudahkan pengendalian dan pelaksanaan proyek. Literatur terkini juga menegaskan bahwa penggabungan WBS dengan CPM mendukung penyusunan jadwal pemeliharaan yang lebih realistis dan efisien (Kerzner & Harold, 2017).

Evaluasi kinerja pembangkit listrik menjadi aspek krusial untuk memastikan tidak hanya efektivitas penjadwalan pemeliharaan, tetapi juga kinerja operasional keseluruhan pembangkit. Menurut Lopez,dkk (Lopez, Garcia, & Sanchez, 2019), indikator kinerja seperti *Availability Factor* (AF), *Capacity Factor* (CF), dan *Forced Outage Rate* (FOR) sering digunakan dalam evaluasi kinerja pembangkit listrik untuk mengukur keandalan dan produktivitas pembangkit (Energy Policy Journal). Jaya,dkk (Jaya, Jusafwar, & Sukusno, 2022), mengevaluasi kinerja PLTU Omibilin dengan menganalisa *Equivalent Availability factor* (EAF), *Equivalent Forced Outage* (EFOR), serta *Net Capacity Factor* (NCF). Model evaluasi indeks kinerja pembangkit listrik yang digunakan berdasarkan protap deklarasi kondisi pembangkit dan indeks kinerja pembangkit. Hal yang sama juga dilakukan oleh A. Adnan,dkk (Adnan, et al., 2023) yang menganalisis indeks keandalan pembangkit di PT. Cahaya Fajar Kaltim. Studi oleh Kumar dan Singh (Kumar & Singh, 2022) menekankan pentingnya evaluasi kinerja yang berkelanjutan dengan menggunakan data historis operasional yang dikombinasikan dengan jadwal pemeliharaan untuk memprediksi masa perbaikan dan perencanaan lebih akurat.

Metode evaluasi kinerja juga dikombinasikan dengan pendekatan berbasis data dan analisis statistik, termasuk *machine learning*, yang mulai banyak diterapkan untuk prediksi kondisi dan perawatan prediktif (Zhou, Chen, & Li, 2023).

Secara keseluruhan, literatur yang ada mengindikasikan bahwa pemanfaatan CPM dan WBS secara terpadu memberikan kerangka kerja yang kuat untuk meningkatkan efisiensi penjadwalan pemeliharaan pembangkit listrik, meminimalkan durasi *outage*, mengoptimalkan sumber daya, serta mendukung evaluasi kinerja pembangkit yang berkelanjutan dan adaptif terhadap perkembangan teknologi dan kebutuhan energi masa depan.

Penelitian sebelumnya oleh Nguyen, Le, & Tran (2021) melakukan optimasi penjadwalan pemeliharaan pada pembangkit turbin gas menggunakan metode CPM. Mereka berhasil memangkas durasi pemeliharaan dan mengoptimalkan alokasi tenaga kerja serta sumber daya. Namun, studi tersebut lebih menitikberatkan pada alokasi personel dan kurang menggambarkan dampak langsung terhadap indikator performa pembangkit seperti EAF atau Capacity Factor (CF). Selain itu, konteksnya tidak spesifik pada fasilitas hybrid gas–steam seperti PLTMGU Lombok.

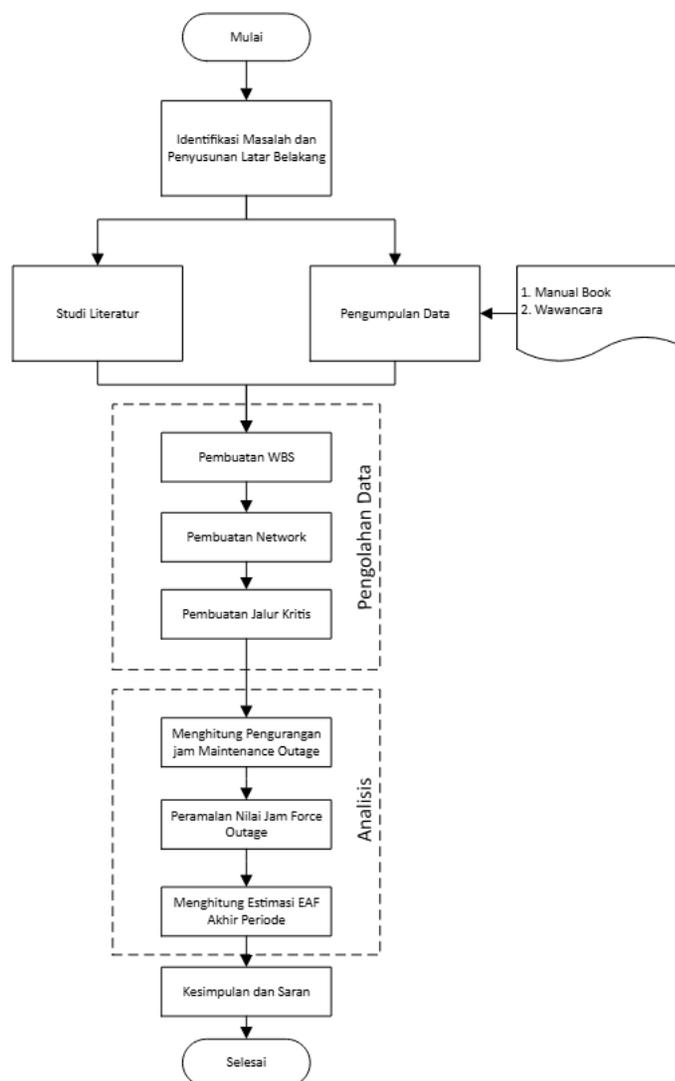
Wibowo, Santosa, & Setiawan (2023) menerapkan CPM pada penjadwalan pemeliharaan pembangkit uap, menghasilkan pengurangan durasi downtime dan percepatan kembalinya operasi. Meski demikian, penelitian ini masih terbatas pada satu jenis pembangkit (uap) dan tidak mengintegrasikan model WBS untuk mendetailkan perencanaan langkah kerja pemeliharaan.

Penelitian ini bertujuan merancang jadwal pemeliharaan 32.000 jam pada sembilan mesin W20V34DF dan satu turbin uap di PLTMGU Lombok dengan efektivitas tinggi—menggunakan kombinasi metode Work Breakdown Structure dan Critical Path Method—agar durasi outage dapat diminimalkan dan EAF serta CF dapat dipertahankan atau ditingkatkan. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan tidak hanya menyediakan pendekatan praktis yang terperinci dan efisien, tetapi juga mendukung keberhasilan kontrak O&M PT Wartsila dengan mencapai target kinerja

operasional keandalan dan produktivitas pembangkit, serta menjadi referensi bagi operator pembangkit serupa untuk mengoptimalkan strategi pemeliharaan mereka.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yang dilakukan, yaitu identifikasi masalah, studi literatur dan pengumpulan data, pengolahan data, analisis, serta kesimpulan dan saran. Secara detail, alur penelitian ditampilkan dalam diagram alir berikut ini:



**Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian**

Objek penelitian yang dipilih adalah PLTMGU Lombok yang memiliki kapasitas pembangkitan 130-150 MW. Pembangkit listrik ini dikelola oleh PT. Wartsila Indonesia dengan

kontrak Operation & Maintenance (O&M). Pemeliharaan 32.000 jam dilakukan pada mesin Wartsila W20V34DF.

Studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan teori-teori pendukung yang relevan sebagai dasar pemecahan masalah dalam penelitian ini. Latar belakang penelitian ini berfokus pada perlunya peningkatan *Equivalent Availability Factor* (EAF) dengan meminimalkan durasi pemeliharaan 32.000 jam serta memperkirakan estimasi nilai EAF akhir periode berdasarkan pengurangan jam keluar mesin yang tidak terencana. Tujuan penelitian secara spesifik adalah untuk mengetahui besaran durasi waktu pemeliharaan 32.000 jam yang dapat ditekan serta estimasi nilai EAF yang dapat dicapai pada akhir periode.

Kerangka pemikiran penelitian dimulai dari analisis kinerja EAF pada tahun 2024, di mana terdapat jam keluar mesin akibat adanya *Unplanned Outage Hour* (UOH) sebanyak 274 jam, sementara berdasarkan alokasi POH tahun 2025, tidak ada waktu yang tersisa untuk kegiatan UOH. Sehingga untuk menjaga nilai EAF tetap di atas 90%, diperlukan upaya pemangkasan durasi pemeliharaan 32.000 jam yang direncanakan agar waktu alokasi kerja dapat lebih optimal dan mengurangi potensi gangguan operasional akibat pemeliharaan tidak terencana. Penelitian ini menggunakan variabel bebas berupa durasi pekerjaan pemeliharaan 32.000 jam, sementara variabel terikat meliputi alokasi jam keluar mesin dan nilai EAF akhir periode.

Metode pengumpulan data dilakukan dengan tiga teknik utama, yaitu observasi terhadap buku panduan pemeliharaan mesin untuk mengetahui durasi rutin setiap kegiatan pemeliharaan, wawancara semi-formal dengan manajer operasi dan pemeliharaan serta supervisor logistik dan pemeliharaan untuk memperoleh informasi mendalam terkait kegiatan operasional pembangkit, serta dokumentasi data primer seperti laporan operasional dan jadwal perawatan sebagai acuan dalam perencanaan operasi.

Rencana pemeliharaan meliputi pekerjaan pemeliharaan rutin 32.000 jam yang sudah disepakati dalam kontrak, ditambah beberapa pekerjaan tambahan di luar ruang lingkup tersebut, seperti inspeksi Level 2 pada generator dan penggantian *bearing* pada motor listrik sistem alat bantu mesin. Pengolahan data dilakukan dengan menyusun *Work Breakdown Structure* (WBS) proyek pemeliharaan yang didasarkan pada standar pekerjaan dari *manual book*, sebagai dasar untuk membangun jaringan aktivitas proyek (*network diagram*). Dari diagram jaringan ini kemudian dilakukan analisis *Critical Path Method* (CPM) untuk mencari jalur kritis berdasarkan durasi aktivitas terpanjang sehingga dapat diketahui langkah-langkah yang memengaruhi waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan. Metode CPM dilakukan dengan dua cara, yaitu pengamatan langsung jalur terpanjang pada *network diagram* dan teknik *Forward Pass* serta *Backward Pass* untuk menentukan waktu mulai dan selesai paling awal serta paling akhir setiap aktivitas.

Tahap analisis fokus pada penghitungan potensi pengurangan durasi pada pekerjaan pemeliharaan 32.000 jam dan memberikan alokasi UOH sesuai dengan total durasi UOH pada tahun 2024. Dari hasil tersebut, dilakukan estimasi nilai *Equivalent Availability Factor* pada akhir

tahun 2025. Apabila nilai yang diperoleh melebihi 90%, maka tujuan penelitian telah tercapai. Pada akhirnya, penelitian akan diakhiri dengan kesimpulan yang menjawab tujuan penelitian serta memberikan saran untuk peningkatan kinerja pembangkit dan rekomendasi untuk penelitian selanjutnya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Ruang lingkup pekerjaan pemeliharaan 32.000 jam ini terdiri dari pemeliharaan 32.000 jam sesuai dengan kontrak yang telah disetujui antara PT. Wartsila Indonesia dengan PT. PLN (Persero) serta tambahan pekerjaan *predictive maintenance* yang disusun oleh tim Operasi dan Pemeliharaan PLTMGU Lombok berdasarkan pada hasil pengamatan operasi mesin pembangkit. Ruang lingkup pekerjaan secara keseluruhan seperti pada tabel berikut lengkap dengan notasi identitas untuk setiap pekerjaan.

**Tabel 1. Daftar Pekerjaan Pemeliharaan 32.000 jam**

No.	Pekerjaan	ID
1	Pemeliharaan Crankshaft	H
2	Pemeliharaan Thrust Bearing	I
3	Pemeliharaan Multiduct & Exhaust Manifold	J
4	Pemeliharaan Lube Oil Cooler	K
5	Pemeliharaan Pompa Injeksi	L
6	Pemeliharaan Cam Shaft	M
7	Pemeliharaan Intermediete Gear	N
8	Pemeliharaan Instrumentasi Mesin	O
9	Pemeliharaan Gas Regulating Unit	P
10	Pemeliharaan Peredam suara	Q
11	Pemeliharaan sistem bahan bakar gas	R
12	Pemeliharaan sistem bahan bakar minyak	S
13	Pemeliharaan Governoor	T
14	Pemeliharaan Booster Motor	U
15	Pemeliharaan Charge Air Cooler	V
16	Pemeliharaan Bantalan Mesin	W
17	Pemeliharaan Damper Vibrasi	X
18	Pemeliharaan Frekuensi Converter	Y
19	Pemeliharaan L2 Generator	Z
20	Pemeliharaan Kopling Generator	AA
21	Pemeliharaan Boiler	AB
22	Pemeliharaan sistem Saringan Udara Masuk	AC
23	Pemeliharaan Netral Point	AD
24	Pemeliharaan sistem alat bantu mesin	AE
25	Pemeliharaan Kontrol Sistem	AF
26	Pemeliharaan Tambahan	AG

Durasi pemeliharaan berdasarkan kontrak yang telah disepakati adalah 18 hari dimulai sejak mesin keluar dari sistem, hingga mesin dapat kembali masuk ke dalam sistem dan diberi beban

sesuai dengan permintaan UP2B NTB. Durasi tersebut sudah termasuk proses *lockout-tagout*, pengukuran defleksi, serta pengujian performa mesin setelah kegiatan pemeliharaan selesai. Total durasi 18 hari tersebut diharapkan dapat selesai lebih cepat untuk meningkatkan alokasi jam keluar mesin agar dapat menjaga *nilai Equivalent Availability Factor di atas 90%*.

Dalam menyelesaikan pekerjaan tersebut, ada tambahan aktivitas pendukung dimulai dari mesin berhenti beroperasi hingga dapat kembali beroperasi. Aktivitas tersebut dimasukkan kedalam penjadwalan yang akan disusun karena memerlukan waktu yang termasuk dalam durasi pekerjaan pemeliharaan 32.000 jam. Hasil penggabungan antara aktivitas utama dengan aktivitas pendukung selanjutnya dibuat lebih terperinci dengan WBS untuk memecah proyek menjadi lebih kecil agar memudahkan proses perencanaan penjadwalan.

Setelah seluruh pekerjaan dibuat secara terperinci, selanjutnya menyusun diagram jaringan. Diagram jaringan dibuat untuk memvisualisasikan urutan dan hubungan antar aktivitas dalam pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan 32.000 jam secara sistematis, sehingga memudahkan perencanaan, penjadwalan, identifikasi jalur kritis, dan pengelolaan ketergantungan antar tugas. *Predecessor* dalam diagram jaringan adalah aktivitas atau tugas yang harus selesai terlebih dahulu sebelum aktivitas berikutnya dapat dimulai. Dalam diagram ini, *predecessor* menggambarkan hubungan ketergantungan antara satu aktivitas dengan aktivitas lainnya. Berikut adalah hasil perincian pekerjaan pemeliharaan 32.000 jam.

**Tabel 2. Detail Jaringan Pekerjaan Pemeliharaan 32.000 jam**

ID	Pekerjaan	Durasi (Jam)	Predecessor
A	<b>Lock Out Tag Out Sistem</b>	<b>1</b>	
B	Pengurusan Oli dan Air Pendingin	1	
B.1	Pengurusan Oli	1	A
B.2	Pengurusan Air Pendingin	1	A
C	<b>Pelepasan Aksesoris Mesin</b>	<b>5</b>	
C.1	Melepas Hot Box Cover	1	A
C.2	Melepas Crank Case Door	1	A
C.3	Melepas Cylinder Head Cover	1	A
C.4	Melepas Rocker Arm	4	C.3
C.5	Melepas Fuel Pipe	4	C.1
C.6	Melepas Cam Shaft Cover	1	A
C.7	Melepas Flywheel Cover	1	A
D	<b>Pelepasan Peralatan Instrument dan Kontrol</b>	<b>2</b>	
D.1	Melepas Sensor di area Cylinder Head	2	A
D.2	Melepas Sensor di Area Free End	2	A
D.3	Melepas Power Module	2	A
D.4	Melepas Sensor Area Turbo Charger	2	A
E	<b>Pembersihan Oil Sump</b>	<b>24</b>	
E.1	Pembersihan Tahap 1	8	B.1,C.2
E.2	Pembersihan tahap 2	8	E.1
E.3	Pembersihan tahap 3	8	E.2
F	<b>Pelepasan Pipa Area Free End</b>	<b>5</b>	
F.1	Melepas Pipa Oli	1	B,D.2
F.2	Melepas Pipa HT Water	2	F.1

Perencanaan Pemeliharaan 32.000 Jam di PLTMGU Lombok untuk Optimalisasi *Equivalent Availability Factor*

ID	Pekerjaan	Durasi (Jam)	Predecessor
F.3	Melepas Pipa LT Water	2	F.2
G	<b>Pelepasan Lube Oil Pump, HT Pump, LT Pump</b>	15	
G.1	Pelepasan Lube Oil Pump	5	F.3
G.2	Pelepasan HT Pump	5	G.1
G.3	Pelepasan LT Pump	5	G.2
H	<b>Pekerjaan Vibration Damper</b>	26	
H.1	Melepas Pump Cover Assembly	5	G.3
H.2	Melepas Gear Wheel & Vibration Damper	4	H.1
H.3	Inspeksi Vibration Damper	8	H.2
H.4	Memasang Gear Wheel & Vibration Damper	4	H.3
H.5	Memasang Pump Cover Assembly	5	H.4
I	<b>Pemasangan LT Pump, HT Pump, LO Pump</b>	15	
I.1	Pemasangan LT Pump	5	H.5
I.2	Pemasangan HT Pump	5	I.1
I.3	Pemasangan LO Pump	5	I.2
J	<b>Pemasangan Pipa Area Free End</b>	5	
J.1	Pemasangan pipa Oli	1	I.3
J.2	Pemasangan Pipa HT Water	2	J.1
J.3	Pemasangan Pipa LT Water	2	J.2
K	<b>Pekerjaan Pengecekan Driving Gear LO Pump, HT Pump, LT Pump</b>	24	
K.1	Pengecekan Driving Gear LO Pump	8	I.3
K.2	Pengecekan Driving Gear HT Pump	8	K.1
K.3	Pengecekan Driving Gear LT Pump	8	K.2
L	<b>Pekerjaan Main Bearing &amp; Tust Bearing</b>	40	
L.1	Pengecekan fungsi Hydraulica Jack	16	E.1
L.2	Penggantian Main Bearing & Tust Bearing	24	L.1
M	<b>Pekerjaan Fuel Injection Pump</b>	9	
M.1	Pelepasan Fuel Injection Pump	5	C.5
M.2	Pelepasan Lifter	2	M.1
M.3	Pelepasan Guide Block	2	M.2
N	<b>Pekerjaan Cam Shaft</b>	41	
N.1	Melepas Cam Shaft	17	M
N.2	Membersihkan Cam Shaft	7	N.1
N.3	Penggantian Cam Shaft Bush	12	N.2
N.4	Inspeksi Cam Shaft Bearing	16	N.2
N.5	Pemasangan Cam Shaft	17	N.2
O	<b>Pekerjaan Fuel Injection Pump</b>	11	
O.1	Pemasangan Fuel Injection Pump Baru	5	N
O.2	Pemasangan Lifter	2	O.1
O.3	Pemasangan Guide Block	2	O.2
O.4	Inspeksi contact face Cam Shaft dengan Tappet Roller	2	O.3
P	<b>Pekerjaan Governor</b>	61	
P.1	Pelepasan Governor	1	D.3
P.2	Pengiriman Kepada Vendor Kalibrasi Governor	8	P.1
P.3	Pekerjaan di Vendor	40	P.2
P.4	Pengiriman Kembali ke site	8	P.3
P.5	Pemeliharaan Booster Servo Motor	3	P.4
P.6	Inspeksi Governor Drive Bearing	3	P.4

Perencanaan Pemeliharaan 32.000 Jam di PLTMGU Lombok untuk Optimalisasi *Equivalent Availability Factor*

ID	Pekerjaan	Durasi (Jam)	Predecessor
P.7	Pemasangan Governor	1	P.5
Q	<b>Pekerjaan Charge Air Cooler</b>	16	
Q.1	Pelepasan Charge Air Cooler	4	B.2,D.4
Q.2	Inspeksi Charge Air Cooler Baru	8	Q.1
Q.3	Pemasangan Charge Air Cooler Baru	4	Q.2
R	<b>Pekerjaan Lube Oil Cooler</b>	16	
R.1	Pelepasan Lube Oil Cooler	4	B.1,D.3
R.2	Pemeliharaan Lube Oil Cooler	8	R.1
R.3	Pemasangan Lube Oil Cooler	4	R.2
S	<b>Pekerjaan Injector</b>	16	
S.1	Pelepasan Injector	4	C.4,C.5
S.2	Pengujian Injector Baru	8	S.1
S.3	Pemasangan Injector Baru	4	S.2
T	<b>Pekerjaan Instrumentasi dan Sistem Kendali</b>	3	
T.1	Penggantian Sensor Cylinder Peak Pressure	1	D.1
T.2	<b>Pemeliharaan Waste Gate &amp; CA Bypass</b>	3	
T.2.1	Penggantian Positioner CA Bypass	1	A
T.2.2	Kalibrasi CA Bypass & Waste gate valve	2	T.2.1
T.3	Kalibrasi Sensor Turbo Charger	1	A
T.4	Test Engine Safety Module	2	A
T.5	Pengecekan Damper Oil Mist Separator	1	A
U	<b>Pekerjaan Auxiliary System</b>	32	
U.1	Pemeliharaan Gas Regulating Unit	3	A
U.2	<b>Pemeliharaan Peredam Suara</b>	24	
U.2.1	Pengecekan Peredam suara Exh gas	24	A
U.2.2	Pengecekan Peredam Suara Charge Air	24	A
U.3	Pegecekan Ventilasi	16	A
U.4	<b>Pekerjaan Fuel Cooler</b>	10	
U.4.1	Pelepasan Fuel Cooler	1	B.2
U.4.2	Pemeliharaan Fuel Cooler	8	U.4.1
U.4.3	Pemasangan Fuel Cooler	1	U.4.2
U.5	Pemeliharaan Charge Air Filter	16	A
U.6	Pemeliharaan Netral Point Generator	16	A
U.7	Pemeliharaan Generator Circuit Breaker	8	A
U.8	Pemeliharaan L2 Generator	24	A
U.9	Pemeliharaan Heat Recovery Steam Generator (Boiler)	32	A
V	<b>Pemeliharaan Tambahan Diluar Kontrak pemeliharaan</b>	13	
V.1	<b>Pemeliharaan Clean Leak Pump</b>	12	
V.1.1	Pelepasan Clean Leak Pump Motor	2	A
V.1.2	Overhaul Clean Leak Motor	8	V.1.1
V.1.3	Pemasangan Clean Leak Motor	2	V.1.2
V.2	<b>Pekerjaan Pre Heating Pump Motor</b>	12	
V.2.1	Pelepasan Pre Heating Motor	2	B.2
V.2.2	Overhaul Pre Heating Motor	8	V.2.1
V.2.3	Pemasangan Pre Heating Motor	2	V.2.2
V.3	<b>Pekerjaan Fuel Cooler Pump</b>	12	
V.3.1	Pelepasan Fuel Cooling Motor	2	B.2
V.3.2	Overhaul Fuel Cooling Motor	8	V.3.1

Perencanaan Pemeliharaan 32.000 Jam di PLTMGU Lombok untuk Optimalisasi *Equivalent Availability Factor*

ID	Pekerjaan	Durasi (Jam)	Predecessor
V.3.3	Pemasangan Fuel Cooling Motor	2	V.3.2
V.4	<b>Pekerjaan Turning Gear Motor</b>	12	
V.4.1	Pelepasan Turning Gear Motor	2	A
V.4.2	Overhaul Turning Gear Motor	8	V.4.1
V.4.3	Pemasangan Turning Gear Motor	2	V.4.2
W	<b>Pemasangan Peralatan Instrument dan Kontrol</b>	72	
W.1	Memasang Sensor di area Cylinder Head	2	T.1,Y
W.2	Memasang Sensor di Area Free End	2	I.3
W.3	Memasang Power Module	2	R.3
W.4	Memasang Sensor Area Turbo Charger	2	Q.3
X	<b>Proses Pengisian Air Pendingin</b>	10	
X.1	Pengisian Air Pendingin	1	J.3,Q.3,R.3,S.3, U.4.3,V.2.3,V.3. 3,J.1,J.2
X.2	Tes Kebocoran Air	8	X.1
X.3	Test Engine Pre Heating	1	X.2
Y	<b>Blow Out</b>	1	X.2,K.3,L.2,N.5 ,O.4,P.7,N.3,N. 4,AA.4
Z	<b>Pengisian Oli</b>	2	Y,E.3,AA.4
AA	<b>Pemasangan Aksesoris Mesin</b>	88	
AA.1	Memasang Hot Box Cover	1	AA.4,AA.5
AA.2	Memasang Crank Case Door	1	AC.2
AA.3	Memasang Cylinder Head Cover	1	Z
AA.4	Memasang Rocker Arm	4	S.3
AA.5	Memasang Fuel Pipe	4	O.4,S.3
AA.6	Memasang Cam Shaft Cover	1	O.4,Z
AA.7	Memasang Flywheel Cover	1	AD
AB	<b>Pemeliharaan Mekanisme Kontrol</b>	4	Z
AC	<b>Pemeliharaan Cranks Shaft</b>	16	
AC.1	Inspeksi Crankshaft alignment	8	L.2,O.4,Z
AC.2	inspeksi generator alignment	8	AC.1,C.7
AD	<b>Pemeliharaan Kopleng Generator</b>	2	AC.2,AC
AE	<b>Safety Device Test</b>	2	T.2.2,T.3,T.4,T. 5,U.1,U.2.1,U.2. 2,U.3,U.5,U.6,U. .7,U.8,U.9,V.1.3 ,V.4.3,AA.1,AA. .2,AA.3,AA.6,A A.7,AB,W.1,W. 2,W.3,W.4,T,U, V,V.1,V.4,AA, W,U.2,T.2
AF	<b>Running In Program</b>	5	AE
AG	<b>Hot Deflection</b>	2	AF
AH	<b>Clearance Lock Out Tag Out</b>	1	AG

Metode Critical Path Method (CPM) merupakan salah satu teknik penting dalam manajemen proyek yang digunakan untuk mengidentifikasi jalur kritis, yakni rangkaian aktivitas yang menentukan durasi keseluruhan proyek. Dengan menggunakan CPM, analisis jadwal dapat

dilakukan secara sistematis dengan menghitung waktu mulai dan selesai dini (*early start* dan *early finish*), serta waktu mulai dan selesai akhir (*late start* dan *late finish*) dari setiap aktivitas. Selain itu, CPM juga menghitung float atau slack yang menunjukkan fleksibilitas waktu pengerjaan suatu aktivitas tanpa memengaruhi penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Pengolahan data menggunakan metode CPM akan dilakukan untuk mengetahui aktivitas-aktivitas mana saja yang termasuk dalam jalur kritis dan bagaimana pengaruhnya terhadap durasi proyek. Pendekatan ini memungkinkan pemantauan dan pengendalian waktu pengerjaan proyek secara efektif sehingga dapat mengoptimalkan penggunaan sumber daya dan meminimalkan risiko keterlambatan.

Setelah dilakukan pemetaan seluruh kegiatan pemeliharaan termasuk estimasi durasi dan ketergantungan antar aktivitas, selanjutnya dilakukan perhitungan waktu mulai paling awal (*Early Start*), waktu selesai paling awal (*Early Finish*), waktu mulai paling lambat (*Late Start*), serta waktu selesai paling lambat (*Late Finish*) untuk setiap aktivitas. Dari perhitungan tersebut, diperoleh nilai total float yang menunjukkan fleksibilitas waktu yang tersedia tanpa memengaruhi durasi proyek secara keseluruhan. Kegiatan dengan total float nol dikategorikan sebagai kegiatan kritis yang harus diprioritaskan dalam pelaksanaan Pekerjaan agar jadwal tidak terganggu.. Aktivitas-aktivitas kritis tersebut adalah sebagai berikut :

**Tabel 3. Jalur Kritis dengan float bernilai 0**

ID	Aktivitas	Durasi	Float
A	Lock Out Tag Out Sistem	1	0
D.2	Melepas Sensor di Area Free End	2	0
F.1	Melepas Pipa Oli	1	0
F.2	Melepas Pipa HT Water	2	0
F.3	Melepas Pipa LT Water	2	0
G.1	Pelepasan Lube Oil Pump	5	0
G.2	Pelepasan HT Pump	5	0
G.3	Pelepasan LT Pump	5	0
H.1	Melepas Pump Cover Assembly	5	0
H.2	Melepas Gear Wheel & Vibration Damper	4	0
H.3	Inspeksi Vibration Damper	8	0
H.4	Memasang Gear Wheel & Vibration Damper	4	0
H.5	Memasang Pump Cover Assembly	5	0
I.1	Pemasangan LT Pump	5	0
I.2	Pemasangan HT Pump	5	0
I.3	Pemasangan LO Pump	5	0
K.1	Pengecekan Driving Gear LO Pump	8	0
K.2	Pengecekan Driving Gear HT Pump	8	0
K.3	Pengecekan Driving Gear LT Pump	8	0
Y	Blow Out	1	0
Z	Pengisian Oli	2	0
AA.7	Memasang Flywheel Cover	1	0
AC.1	Inspeksi Crankshaft alignment	8	0

Perencanaan Pemeliharaan 32.000 Jam di PLTMGU Lombok untuk Optimalisasi *Equivalent Availability Factor*

AC.2	inspeksi generator alignment	8	0
AD	Pemeliharaan Kopling Generator	2	0
AE	Safety Device Test	2	0
AF	Running In Program	5	0
AG	Hot Deflection	2	0
AH	Clearance Lock Out Tag Out	1	0

***Analisis Hasil WBS dan CPM***

Data pada tabel 2 menunjukkan bahwa kegiatan A, D2, F, G, H, I, K, Y, Z, AA7, AC, AD, AE, AF, AG, AH merupakan jalur kritis yang harus mendapatkan perhatian utama dalam penjadwalan. Sisa aktivitas lainnya yang memiliki nilai float, memungkinkan untuk dilakukan penjadwalan ulang untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya.

Total waktu yang dialokasikan untuk pemeliharaan 32.000 jam mesin W20V34DF di PLTMGU Lombok (Peaker) adalah 18 hari atau 432 Jam. Berdasarkan analisis jalur kritis, diketahui bahwa pekerjaan pemeliharaan ini dapat selesai dalam waktu 120 jam kerja atau 15 hari, sehingga total durasi Planned Outage Hour yang dihitung sejak mesin keluar sistem hingga mesin kembali masuk sistem adalah sebesar 345 Jam. Hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya perencanaan ini, pekerjaan dapat menghemat waktu 87 jam. Pada tahun 2025 ini, target mesin yang akan melaksanakan pemeliharaan 32.000 jam adalah 9 mesin. Jika perencanaan ini dilakukan di semua mesin yang melaksanakan kegiatan pemeliharaan ini, maka total waktu yang dipangkas untuk Planned Maintenance Outage pemeliharaan 32.000 jam adalah sebesar 783 Jam.

*Menghitung Nilai Equivalent Availability Factor Tahun 2025.*

Setelah mengetahui bahwa pekerjaan pemeliharaan 32.000 jam dapat menghemat total 783 jam, selanjutnya mengalokasikan durasi untuk kegiatan UOH. Durasi UOH tahun 2025 disamakan dengan nilai UOH tahun 2024, dengan asumsi rata-rata UOH setiap bulan pada tahun 2025 sama dengan rata-rata UOH setiap bulan pada tahun 2024. Berdasarkan kondisi tersebut, maka durasi yang dialokasikan adalah 274 jam.

Setelah mengetahui alokasi durasi POH dan UOH untuk tahun 2025, selanjutnya menghitung nilai EAF. Nilai EAF ini sifatnya hanya estimasi, tujuannya untuk memastikan target EAF dapat dijaga di atas 90% berdasarkan rencana pemeliharaan tahun 2025. Untuk mencari nilai EAF dapat menggunakan persamaan berikut:

$$EAF = \frac{PH - POH - UOH}{PH}$$

Dimana :

*EAF = Equivalent Availability Factor*

*PH = Total Periodic Hour dengan CF 70%*

*POH = Total Durasi Planned Outage Hour*

*UOH = Total Durasi Unplanned Outage Hour*

Nilai Periodic Hour adalah jumlah jam acuan operasi pembangkit listrik dalam periode tertentu yang biasanya dibuat dalam periode 1 tahun. Nilai Periodic hour ini juga sifatnya estimasi,

## Perencanaan Pemeliharaan 32.000 Jam di PLTMGU Lombok untuk Optimalisasi *Equivalent Availability Factor*

dihitung berdasarkan Capacity Factor yang telah disepakati dikalikan dengan jumlah jam operasi maksimal pembangkit dalam periode tersebut. Nilai Capacity Factor yang telah disepakati adalah 70%, sehingga diketahui nilai Periodic Hour adalah 79,716 Jam. Berdasarkan data tersebut, selanjutnya menghitung nilai Equivalent Availability Factor.

$$EAF = \frac{79,716 - 7,175 - 274}{79,716}$$
$$EAF = \frac{79,716 - 7,175 - 274}{79,716}$$
$$EAF = 90.66 \%$$

Berdasarkan perhitungan di atas, diketahui nilai Equivalent Availability Factor Tahun 2025 setelah perencanaan pemeliharaan 32.000 jam adalah sebesar 90.66%. Berikut adalah perbandingan Sebelum dan sesudah melaksanakan perencanaan pemeliharaan 32.000 jam.

**Tabel 4. Perbandingan Rencana Pemeliharaan Tahun 2025**

Parameter	Sebelum	Sesudah
Periode Hours with CF 70% (PH) (Jam)	79,716.00	79,716.00
Operating Available Hours (AH) (Jam)	71,758.00	72,267.80
Operating Hours (Jam)	0	0.00
Planned Outage Hours (POH) (Jam)	7,958.00	7,175.00
Force Outage Hours (UOH) (Jam)	0	274.00
Stand By Hours (Jam)	71,758.00	72,267.80
Equivalent Availability Factor (EAF) (%)	90.02	90.66

Berdasarkan tabel 5 di atas, diketahui bahwa dengan perencanaan yang efektif, dapat menambah alokasi UOH sebesar 274 jam dengan peningkatan nilai EAF sebesar 0.64% menjadi 90.66%.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian mengenai perencanaan pemeliharaan interval 32.000 jam mesin W20V34DF di PLTMGU Lombok dengan metode WBS dan CPM, diperoleh kesimpulan bahwa durasi pemeliharaan dapat dipersingkat menjadi 120 jam kerja atau 15 hari, lebih cepat 87 jam dibandingkan alokasi sebelumnya, sehingga memungkinkan alokasi ulang UOH sebesar 274 jam yang konsisten dengan data aktual tahun 2024. Pemotongan durasi pemeliharaan dan penyesuaian alokasi outage ini diperkirakan meningkatkan EAF PLTMGU Lombok pada tahun 2025 menjadi 90,66%, melampaui perencanaan awal sebesar 90,01%, yang menegaskan efektivitas metode WBS dan CPM dalam meningkatkan kinerja pemeliharaan serta keandalan pembangkit. Ke depan, diperlukan penjadwalan lebih rinci dengan optimasi sumber daya manusia, penerapan metode PERT untuk akurasi estimasi waktu, serta penggabungan pemeliharaan 32.000 jam dengan 36.000 jam guna meminimalkan durasi POH melalui pengelolaan jalur kritis yang efektif. Selain itu, penerapan metode ini juga direkomendasikan untuk pemeliharaan 40.000 jam guna memperpendek outage dan mempertahankan EAF di atas target tahun 2025.

## DAFTAR PUSTAKA

- (IAEA), I. A. (2021). *Glossary of Terms in PRIS Reports*. Dipetik 2024, dari <https://pris.iaea.org/PRIS/Glossary.aspx>
- Al-Hajj, A., Zayed, T., & Elbeltagi, E. (2018). Integrated scheduling of construction and maintenance using critical path and risk management techniques. *International Journal of Project Management*, 36(5), 777–789. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2018.01.004>
- (PMI), P. M. (2017). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)*. Newtown Square, PA: Project Management Institute.
- Adnan, A., Syahputra, R. N., Saputra, A. S., Irawan, H., Alham, N. R., & Muslimin. (2023, Januari). Analisis Indeks Keandalan EAF dan EFOR Pada Pembangkit PT. Cahaya Fajar Kaltim. *Jurnal Teknologi Elektro, Vol.14*, 34-38. Diambil kembali dari <https://publikasi.mercubuana.ac.id/index.php/jte>
- Jaya, T. A., Jusafwar, & Sukusno, P. (2022). Evaluasi Kajian Indeks Kinerja Pembangkit Unit 1 di PLTU OMIBILIN. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta*. Jakarta.
- Kerzner, & Harold. (2017). *Project Management: A System Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*. Wiley.
- Kumar, R., & Singh, A. (2022). Continuous Performance Evaluation in Power Plant Maintenance: Integrating Historical Data and Scheduling. *International Journal of Power and Energy Systems*, 450-461.
- Liang, J., Zhao, D., & Li, Y. (2020). Application of critical path method in predictive maintenance planning of power generation equipment. *Energy Reports*, 6, 1352–1361. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2020.05.016>
- Lopez, M., Garcia, H., & Sanchez, F. (2019). Performance Evaluation of Thermal Power Plants Using Availability and Capacity Factors. *Energy Policy Jurnal*, 678-687.
- Mohamad, N., Abdullah, S., & Ismail, A. (2022). Optimizing maintenance scheduling using WBS and CPM approaches in power plant operations. *Journal of Engineering Science and Technology*, 17(3), 1785–1796.
- Nguyen, T., Le, Q., & Tran, V. (2021). Maintenance Scheduling Optimization for Gas Turbine Power Plants Using Critical Path Method. *International Journal of Energy Research*, 13124-13138.
- NTB Satu Data*. (2021). Diambil kembali dari Data Set: <https://data.ntbprov.go.id/dataset>
- Purjanto, D. A., & Santosa, B. (2019, Agustus 3). Study the Duration of Steam Power Plant's Maintenance to Improve the Equivalent Availability Factor. *IPTEK*.
- ResearchGate. (2023). *Simplifying Project Management Using Work Breakdown Structure*. Diambil kembali dari [https://www.researchgate.net/publication/367388234\\_Simplifying\\_Project\\_Management\\_Using\\_WBS](https://www.researchgate.net/publication/367388234_Simplifying_Project_Management_Using_WBS)
- Scheduling under Uncertainty in Engineering Projects: A Matrix Approach. (2015). *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science*. San Francisco, USA.
- Science Direct. (2022). Multi-Objective Maintenance Scheduling Integrated with Demand Response Programs. *Energy Reports*, 1234-1245.

Perencanaan Pemeliharaan 32.000 Jam di PLTMGU Lombok untuk Optimalisasi *Equivalent Availability Factor*

ScienceDirect. (2023). *Advances in Predictive Maintenance for Power Plants with Machine Learning Applications*. Diambil kembali dari <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261923001306>

Wibowo, A., Santosa, B., & Setiawan, R. (2023). Application of CPM in Steam Power Plant Maintenance to Reduce Downtime. *Energy Reports*, 780-791.

Zhao, J., Wang, X., & Liu, Y. (2020). Labor Allocation Optimization in Power Plant Maintenance Scheduling. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 305-320.

Zhou, W., Chen, J., & Li, H. (2023). Machine Learning-Based Predictive Maintenance Scheduling in Power Plants. *Applied Energy*.