

---

## **Peningkatan Proses Pemeliharaan pada Pembangkit Listrik PLTU Jeranjang NTB dengan Memadukan Proses *Outage Management* *Framework* dan *Design Thinking***

**Yogi Baskoro, Mahendra Wardhana**

Sekolah Interdisiplin Manajemen dan Teknologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember,  
Indonesia

Email: [yogi.baskoro@plnindonesiapower.co.id](mailto:yogi.baskoro@plnindonesiapower.co.id); [mahendra.wardhana@its.ac.id](mailto:mahendra.wardhana@its.ac.id)

---

### **Abstrak**

Pemeliharaan Pembangkit Listrik Tenaga Uap memiliki peran penting dalam menjaga keandalan dan kontinuitas pasokan listrik. Hasil kinerja operasional dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap di Jeranjang, Nusa Tenggara Barat pada periode 2022 hingga 2024 menunjukkan adanya gangguan berulang pada peralatan utama mesin pembangkit yang menyebabkan *Derating* dan *Forced Outage*, sehingga berdampak pada kehilangan energi dan penurunan keandalan unit. Kondisi ini mengindikasikan perlunya pengembangan strategi pemeliharaan yang lebih adaptif terhadap dinamika operasional dan kebutuhan pengguna. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan proses pemeliharaan melalui integrasi *Outage Management Framework* dengan pendekatan *Design Thinking*. Metode penelitian yang diimplementasikan menggunakan pendekatan kualitatif studi kasus dengan analisis data historis gangguan, observasi lapangan, wawancara, dan *Focus Group Discussion*. Analisis data dilakukan menggunakan *Framework Analysis* dan *Interactive Analysis* untuk mengidentifikasi permasalahan utama serta merancang model pemeliharaan terintegrasi. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah tersusunnya model pemeliharaan terintegrasi yang mampu memperbaiki alur perencanaan dan pelaksanaan *Outage*, memperkuat evaluasi pasca *Overhaul*, serta meningkatkan koordinasi antar fungsi. Model integrasi ini diharapkan dapat mendukung peningkatan *Equivalent Availability Factor*, penurunan *Equivalent Forced Outage Rate*, serta memutus pola gangguan berulang pada peralatan utama mesin pembangkit. Penelitian dan penerapan model integrasi antara *Outage Management Framework* dan *Design Thinking* ini menghasilkan proses pemeliharaan yang lebih adaptif dan berorientasi pada kebutuhan pengguna untuk meningkatkan keandalan operasional Pembangkit Listrik Tenaga Uap Jeranjang.

**Keywords:** *Outage Management Framework, Design Thinking, Pemeliharaan PLTU, Keandalan Operasional*

### **Abstract**

Maintenance of Steam Power Plants plays a critical role in ensuring the reliability and continuity of electricity supply. Operational performance results of the Jeranjang Steam Power Plant in West Nusa Tenggara during the period 2022–2024 indicate recurring failures in major generating equipment, leading to derating and forced outages, which in turn result in energy losses and reduced unit reliability. These conditions indicate the need for the development of a more adaptive maintenance strategy that can respond to operational dynamics and user requirements. This study aims to improve the maintenance process through the integration of the Outage Management Framework with a Design Thinking approach. The research employs a qualitative case study method, utilizing historical failure data analysis, field observations, interviews, and Focus Group Discussions (FGDs). Data analysis is conducted using Framework Analysis and Interactive Analysis to identify key problems and to design an integrated maintenance model. The expected outcome of this research is the development of an integrated maintenance model capable of improving the planning and execution flow of outages, strengthening post-overhaul evaluation, and enhancing cross-functional coordination. This integrated model is expected to support improvements in the Equivalent Availability Factor, reductions in the Equivalent Forced Outage Rate, and the elimination of recurring failure patterns in major generating equipment. The research and implementation of the integrated model combining the Outage Management Framework and Design Thinking result in a maintenance process that is more adaptive and user-oriented, thereby enhancing the operational reliability of the Jeranjang Steam Power Plant.

**Keywords:** Outage Management Framework, Design Thinking, Maintenance System, Operational Reliability.

---



## PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) memiliki peran strategis dalam sistem ketenagalistrikan nasional karena dituntut beroperasi secara andal dan efisien untuk memenuhi kebutuhan listrik yang terus meningkat. Namun, pengoperasian PLTU masih menghadapi tantangan berupa tingginya frekuensi gangguan teknis yang menyebabkan *derating* dan *outage*, yang berdampak pada penurunan produksi energi, meningkatnya biaya operasional, serta terganggunya stabilitas pasokan Listrik, (Marin-Quintero et al., 2023), (Al Ameer et al., 2024), (Fernando & Runturambi, 2024). PLTU Jeranjang (3 × 25 MW) di Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat, merupakan salah satu pembangkit vital yang menyuplai sekitar 23% kebutuhan listrik Pulau Lombok. Sebagai unit yang dikelola melalui skema *Asset Management Contract* (AMC) di bawah PT PLN (Persero), PLTU Jeranjang memiliki kewajiban memenuhi target *Service Level Agreement* (SLA) dan *Key Performance Indicator* (KPI). Dengan teknologi *Circulating Fluidized Bed* (CFB), pembangkit ini memiliki keunggulan dalam fleksibilitas bahan bakar dan efisiensi pembakaran, namun kompleksitas operasionalnya menuntut sistem pemeliharaan yang terstruktur dan adaptif.

Data operasional 2022–2024 menunjukkan peningkatan kehilangan energi akibat gangguan berulang, terutama pada Tube Boiler, BFP, turbin, dan sistem kelistrikan. Pada 2024, outage meningkat signifikan dengan kebocoran Tube Boiler sebagai penyumbang utama. Analisis Pareto menunjukkan pola gangguan repetitif yang mengindikasikan sistem pemeliharaan masih bersifat reaktif dan belum berbasis kondisi peralatan, (Geisbush & Ariaratnam, 2023), (Gupta, S., Patel, S. J., & Srivastava, 2021), (Hansen, R., Anderson, P., & Smith, 2020), (Dhillon, 2002). Selain faktor teknis, penundaan jadwal *outage* akibat kebutuhan menjaga pasokan listrik regional turut berkontribusi terhadap akumulasi degradasi peralatan. Penundaan ini menyebabkan interval pemeliharaan melampaui siklus ideal dan meningkatkan risiko gangguan paksa. Meskipun indikator keandalan seperti *Equivalent Availability Factor* (EAF) dan *Equivalent Forced Outage Rate* (EFOR) relatif stabil, dominasi gangguan berulang pada peralatan utama menunjukkan adanya kelemahan sistemik dalam strategi pemeliharaan.

Pendekatan konvensional seperti *Reliability-Centered Maintenance* (RCM) dan *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) telah digunakan dalam berbagai industri untuk meningkatkan keandalan, namun dalam praktiknya masih cenderung kurang adaptif terhadap dinamika operasional (Cui, Y., Lin, Z., & Wang, 2022), (Chen, X., Wang, Z., & Li, 2023). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan inovatif yang tidak hanya sistematis tetapi juga berorientasi pada kebutuhan pengguna di lapangan. Penelitian ini mengusulkan integrasi *Outage Management Framework* (OMF) dengan pendekatan *Design Thinking* (DT) untuk mengembangkan model pemeliharaan yang lebih prediktif dan adaptif. *Outage Management Framework* menyediakan struktur perencanaan dan pengendalian pemadaman secara sistematis, sementara *Design Thinking* menawarkan pendekatan kolaboratif dan *human-centered* melalui tahapan *Empathize*, *Define*, *Ideate*, *Prototype*, dan *Test* (Brown, 2008), (Dorst, 2011), (Brown, 2020). Integrasi kedua pendekatan ini diharapkan mampu mengatasi pola gangguan repetitif, meningkatkan keandalan pembangkit, menekan kehilangan produksi,

serta memperkuat kesinambungan operasional PLTU Jeranjang secara berkelanjutan (Hofkirchner & Schafranek, 2011), (Checkland, 2020). Meskipun berbagai penelitian telah membahas *Outage Management* maupun *Reliability-Centered Maintenance* secara terpisah, belum banyak studi yang secara eksplisit mengintegrasikan *Outage Management Framework* dengan pendekatan *Design Thinking* dalam konteks pembangkit listrik berbasis batubara di Indonesia.

## **METODE**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif partisipatoris dengan metode utama *Participatory Action Research* (PAR). Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan keterlibatan aktif para Pemangku Kepentingan, mulai dari teknisi, supervisor, hingga manajemen operasional, dalam seluruh tahapan penelitian (Bradbury, 2023). Model PAR mendukung integrasi praktik lapangan dan pengembangan solusi melalui siklus reflektif berulang, sehingga relevan untuk perbaikan sistem pemeliharaan yang dinamis. Untuk memperkuat kerangka, PAR dipadukan dengan *Outage Management Framework* dan *Design Thinking* guna menghasilkan model pemeliharaan yang sistematis, human-centered, adaptif, dan mampu mengatasi gangguan berulang secara kolaboratif. (Gale et al., 2013).

Penelitian dilaksanakan di Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Jeranjang, Nusa Tenggara Barat, selama periode Juli 2024 hingga Juli 2025. Lokasi penelitian dipilih berdasarkan kompleksitas operasional pembangkit serta kebutuhan aktual terhadap peningkatan efektivitas pemeliharaan dan koordinasi lintas unit. Pengumpulan data dilakukan melalui teknik triangulasi untuk meningkatkan validitas dan reliabilitas temuan. Teknik yang digunakan meliputi observasi partisipatif terhadap aktivitas operasional dan pemeliharaan, wawancara mendalam dengan teknisi dan manajemen, *Focus Group Discussion* (FGD) untuk mengidentifikasi kebutuhan dan prioritas perbaikan, studi dokumen (SOP, laporan *outage*, dan data historis kinerja), simulasi operasional untuk mengevaluasi skenario alternatif, serta survei kepuasan internal guna mengukur persepsi terhadap model yang dikembangkan.

Proses penelitian mengikuti siklus iteratif PAR yang diselaraskan dengan tahapan DT, yaitu: (*Empathize*) untuk memahami konteks dan tantangan lapangan; (*Define*) untuk merumuskan permasalahan utama; (*Ideate*) untuk mengeksplorasi alternatif solusi; (*Prototype*) untuk merancang model pemeliharaan; serta (*Test*) untuk menguji dan menyempurnakan model melalui umpan balik praktisi (Chou, 2018). Analisis data dilakukan menggunakan *Framework Analysis* untuk memetakan temuan berdasarkan struktur OMF dan DT, serta *Interactive Analysis* guna memahami dinamika kolaborasi antarunit dalam implementasi model (Checkland, 2020), (Bertalanffy, 1968). Analisis kualitatif tersebut didukung oleh indikator kinerja operasional seperti *Equivalent Availability Factor* (EAF) dan *Equivalent Forced Outage Rate* (EFOR), sehingga hasil penelitian dapat dikaitkan dengan capaian teknis yang terukur. Pendekatan metodologis ini memungkinkan pengembangan framework pemeliharaan yang kontekstual, aplikatif, dan berbasis pengalaman lapangan, sekaligus memberikan kontribusi praktis bagi peningkatan keandalan operasional PLTU serta kontribusi akademik dalam pengembangan model pemeliharaan terintegrasi di industri energi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Kinerja Operasional dan Identifikasi Penundaan Proses Pemeliharaan

Analisis kinerja operasional PLTU Jeranjang menunjukkan adanya ketidaksesuaian antara perencanaan pemeliharaan dan realisasi pelaksanaannya yang berdampak langsung pada keandalan unit pembangkit. Penundaan jadwal overhaul pada ketiga unit (3 × 25 MW) menjadi temuan utama yang memengaruhi peningkatan risiko gangguan. Strategi pemeliharaan berbasis jam operasi dengan pola SI–ME–SI–SE secara konseptual telah terstruktur, namun dalam praktiknya sering mengalami rescheduling akibat keterbatasan daya cadangan sistem Lombok dan kebutuhan menjaga keandalan sistem kelistrikan regional. Penundaan ini menyebabkan interval pemeliharaan melampaui siklus ideal, bahkan mencapai tiga hingga empat tahun pada beberapa unit, sehingga meningkatkan potensi degradasi peralatan kritikal.

**Tabel 1.** Rencana dan Realisasi *Overhaul* PLTU Jeranjang

UNIT PEMBANGKIT	DESKRIPSI	Rencana & Realisasi Overhaul						
		Tipe OH	Tahun	Tgl Mulai	Tgl Selesai	Durasi (hari)	Operating Hours	Keterangan
UNIT 1	Overhaul Terakhir	SI Plus	2021	22 Agustus 2021	5 Oktober 2021	45	-	Selesai
	-	-	2022	-	-	-	-	Tidak ada alokasi OH
	Ditencanakan	ME	2023	15 Mei 2023	25 Juni 2023	42	12900	Ditunda Pelaksanaannya
	Ditencanakan	ME	2024	25 Agustus 2024	5 Oktober 2024	42	23557	Ditunda Pelaksanaannya
	Terealisasi	ME	2025	31 Mei 2025	14 Juli 2025	45	29.091	Selesai
UNIT 2	Overhaul Terakhir	COD	2021	2 Oktober 2021	15 Nopember 2021	45	-	Operasi Pertama
	Ditencanakan	FI	2022	1 Oktober 2022	29 Nopember 2022	60	-	Ditunda Pelaksanaannya
	Ditencanakan	FI	2023	21 Agustus 2023	4 Oktober 2023	45	16.536	Ditunda Pelaksanaannya
	Terealisasi	FI	2024	12 Agustus 2024	13-Sep-24	33	28.495	Selesai
UNIT 3	Overhaul Terakhir	ME	2020	27 Oktober 2020	18 Desember 2020	53	-	Selesai
	-	-	2021	-	-	-	-	Tidak ada alokasi OH
	Rencana	SI Plus	2022	1 Agustus 2022	28 Agustus 2022	38	12535	Ditunda Pelaksanaannya
	-	-	2023	-	-	-	-	Tidak ada alokasi OH
	Terealisasi	SE	2024	27 Mei 2024	3 Juli 2024	38	26121	Selesai
	Terealisasi	SI	2025	1 September 2025	25 September 2025	28	10324	Selesai

(Sumber: Rencana Pemeliharaan Jangka Panjang PLTU Jeranjang)

Berdasarkan Tabel 1, ketiga unit pembangkitan (Unit 1, 2, dan 3) menunjukkan pola penundaan dalam pelaksanaan *Overhaul* (OH). Unit 1 terakhir melakukan pemeliharaan pada tahun 2021, namun pelaksanaan *Mean Inspection* (ME) baru terealisasi pada tahun 2025 setelah mengalami penundaan pada 2023 dan 2024, sehingga terdapat jeda hampir 4 tahun. Unit 2, setelah *Commercial Operation Date* (COD) pada tahun 2021, juga mengalami penundaan pelaksanaan *First Inspection* (FI) pada 2022 dan 2023, sehingga baru dapat direalisasikan pada tahun 2024 dengan total penundaan sekitar 3 tahun. Sementara itu, Unit 3 memiliki kondisi serupa dengan penundaan sejak tahun 2022, sehingga pelaksanaan pemeliharaan tertunda hampir 4 tahun. Selain itu, terjadi perubahan tipe pemeliharaan dari *Simple Inspection Plus* (SI Plus) menjadi *Serious Inspection* (SE) pada tahun 2024, yang kemudian dilanjutkan dengan pelaksanaan *Simple Inspection* (SI) pada tahun 2025. Secara keseluruhan, ketiga unit

menunjukkan adanya tantangan dalam menjaga kesesuaian antara perencanaan dan realisasi jadwal *Overhaul*, meskipun seluruh kegiatan pemeliharaan pada akhirnya tetap dapat dilaksanakan.

### **Identifikasi Gangguan Berdasarkan Data Historis**

Temuan menunjukkan bahwa perubahan lingkup pekerjaan dan keterbatasan koordinasi lintas fungsi menurunkan efektivitas perencanaan *outage* yang masih berbasis jam operasi dan belum sepenuhnya *condition-based*. Analisis *Pareto* periode 2024–Semester I 2025 mengindikasikan pola gangguan dominan pada sistem *Coal–Boiler–Turbine*, dengan komponen kritikal seperti *Tube Boiler*, BFP, SAF, *slagging furnace*, serta *Axial Displacement Turbine* sebagai kontributor utama *derating* dan *forced outage* di seluruh unit.

Memasuki Semester I 2025, pola gangguan bergeser namun tetap pada sistem inti pembangkit. *Derating* didominasi oleh gangguan *Coal Handling* dan *Coal Feeder*, menunjukkan sensitivitas terhadap kualitas batubara, sementara *outage* dipicu oleh gangguan mekanikal seperti *Main Oil Pump*, trafo ESP, dan *Primary Air Fan*. Secara keseluruhan, gangguan mekanikal dan termal tetap menjadi penyebab utama kehilangan produksi. Rekapitulasi gangguan menunjukkan kompleksitas lintas sistem, meliputi mekanikal, elektrik, fluida, hingga faktor eksternal. Kebocoran *Tube Boiler* yang berulang mengindikasikan masalah sistemik, baik dari aspek material, pembakaran, maupun inspeksi, serta keterkaitan erat antara kualitas operasi harian dan stabilitas pembangkitan.

### **Identifikasi EAF dan EFOR PLTU Jeranjang**

Hasil pencapaian kinerja operasional unit pembangkit dianalisis menggunakan dua indikator utama keandalan, yaitu *Equivalent Availability Factor* (EAF) dan *Equivalent Forced Outage Rate* (EFOR). EAF digunakan untuk mengukur tingkat ketersediaan unit dalam beroperasi secara efektif di luar waktu pemeliharaan terencana, sehingga mencerminkan seberapa besar persentase waktu unit siap menghasilkan daya dibandingkan dengan total waktu operasi yang tersedia (Gupta, S., Patel, S. J., & Srivastava, 2021), (Hansen, R., Anderson, P., & Smith, 2020). Sementara itu, EFOR mengukur tingkat gangguan paksa atau *forced outage* yang terjadi akibat kegagalan tidak terencana, sehingga menjadi indikator penting dalam menilai frekuensi dan durasi gangguan yang berdampak langsung terhadap kehilangan produksi (Chowdhury, S., Islam, M., & Rahman, 2021), (Ahmed, S., Khan, M., & Shah, 2023). Analisis terhadap kedua indikator ini dilakukan secara periodik per semester dalam rentang waktu tiga tahun terakhir, yaitu 2022 hingga 2024, guna memperoleh gambaran tren kinerja secara komprehensif. Pendekatan semesteran dipilih untuk menangkap dinamika performa yang mungkin tidak terlihat dalam agregasi tahunan, sekaligus memberikan sensitivitas terhadap perubahan kondisi operasional, jadwal pemeliharaan, maupun gangguan teknis yang terjadi pada periode tertentu.



**Gambar 1.** Grafik EAF dan EFOR PLTU Jeranjang Tahun 2022- Semester 1 2024

Tren EAF dan EFOR periode 2022–Semester I 2024 menunjukkan penurunan keandalan. Tahun 2022 relatif stabil, namun 2023 mulai terjadi peningkatan gangguan yang tercermin dari kenaikan EFOR. Pada Semester I 2024, EAF tidak mencapai target dan EFOR meningkat signifikan, mengindikasikan lonjakan gangguan paksa akibat penundaan pemeliharaan dan akumulasi degradasi peralatan. Secara sintesis, permasalahan utama PLTU Jeranjang terletak pada pola gangguan repetitif pada peralatan kritikal yang belum teratasi oleh sistem pemeliharaan. Ketergantungan pada pendekatan berbasis jam operasi tanpa integrasi data kondisi dan histori gangguan menyebabkan strategi kurang adaptif. Oleh karena itu, diperlukan pergeseran menuju preventive dan condition-based maintenance yang terintegrasi, berbasis risiko, serta didukung koordinasi lintas fungsi. Pendekatan ini menjadi dasar pengembangan model pemeliharaan yang lebih sistematis, responsif, dan berkelanjutan untuk menekan kehilangan produksi.

**Penerapan Strategi dalam *Outage Management Framework (OMF)***

Melalui observasi dan telaah data lapangan, diketahui bahwa jadwal pemeliharaan periodik yang telah diatur dalam SK No.078.K-010-IP-2022 sering mengalami penyesuaian dalam pelaksanaannya akibat tuntutan pemenuhan pasokan listrik untuk mendukung pertumbuhan ekonomi, sosial, dan budaya di Lombok, NTB. Kondisi ini menyebabkan penundaan pemeliharaan hingga mendekati 3 tahun pada setiap unit pembangkit. Penundaan tersebut berdampak pada penurunan kesehatan peralatan (*asset wellness*) yang menjadi penyebab utama terjadinya penurunan beban hingga pemadaman. Gangguan yang terjadi terekap dalam *Pareto Loss Production* dan menunjukkan keterkaitan kuat dengan tertundanya pemeliharaan periodik. Data ini selanjutnya digunakan sebagai dasar evaluasi kinerja unit dari tahun ke tahun, sekaligus menjadi acuan dalam penetapan strategi pemeliharaan yang lebih efektif untuk meningkatkan keandalan dan kontribusi pembangkit terhadap sistem kelistrikan Lombok. Penerapan strategi pemeliharaan dengan mengintegrasikan *Design Thinking* dilakukan untuk menghasilkan solusi dari berbagai permasalahan yang muncul di unit pembangkit dengan fokus pada peningkatan efektivitas perencanaan, pelaksanaan, serta evaluasi berkelanjutan dalam sistem pemeliharaan PLTU Jeranjang. Maka dari itu untuk menghasilkan solusi dari ragam permasalahan yang ada di Unit Pembangkit dilakukan sebagai berikut.

### Strategi Pemeliharaan OMF-DT Pada FI Unit 2

Pelaksanaan *overhaul* pada saat *First Inspection* (FI) Unit 2 di PLTU Jeranjang menjadi momentum awal penerapan pendekatan *Design Thinking* (DT) dalam sistem pemeliharaan. Pendekatan ini digunakan untuk memahami kondisi aktual unit secara komprehensif, mengidentifikasi akar permasalahan, serta merumuskan kebutuhan pemeliharaan secara lebih presisi sebelum tahap eksekusi dimulai (Devi & Putu, 2020). Selanjutnya, tahapan DT diintegrasikan dengan *Outage Management Framework* (OMF) untuk memperkuat aspek perencanaan, pengendalian pelaksanaan, serta evaluasi pasca-pemeliharaan sebagai bagian dari perbaikan berkelanjutan. Integrasi ini bertujuan menghasilkan strategi pemeliharaan yang tidak hanya sistematis secara manajerial, tetapi juga adaptif terhadap dinamika teknis di lapangan.

#### Empathize

Pada tahap *Empathize*, dilakukan observasi partisipatif dan wawancara mendalam dengan tim pemeliharaan sebagai aktor utama pelaksanaan outage untuk memahami realitas operasional dari perspektif teknisi dan supervisor. Hasilnya menunjukkan bahwa meskipun standar kerja dan kerangka *outage* telah tersedia, implementasi di lapangan masih dipengaruhi oleh perubahan jadwal, keterbatasan sumber daya, serta koordinasi lintas fungsi yang belum sepenuhnya terstruktur. Dokumentasi teknis juga belum sepenuhnya aplikatif dalam kondisi dinamis saat pelaksanaan. Tahap ini mengidentifikasi sejumlah *pain points*, seperti perubahan lingkup kerja menjelang eksekusi, keterbatasan waktu mitigasi risiko, potensi *rework*, serta ketergantungan pada pengalaman teknisi senior. Di sisi lain, terdapat faktor pendukung berupa solidaritas tim, keberadaan standar kerja, dan peluang pembelajaran dari kasus lapangan. Temuan ini menegaskan bahwa keberhasilan *overhaul* sangat bergantung pada integrasi pengalaman lapangan secara sistematis dalam perencanaan dan pengambilan keputusan.

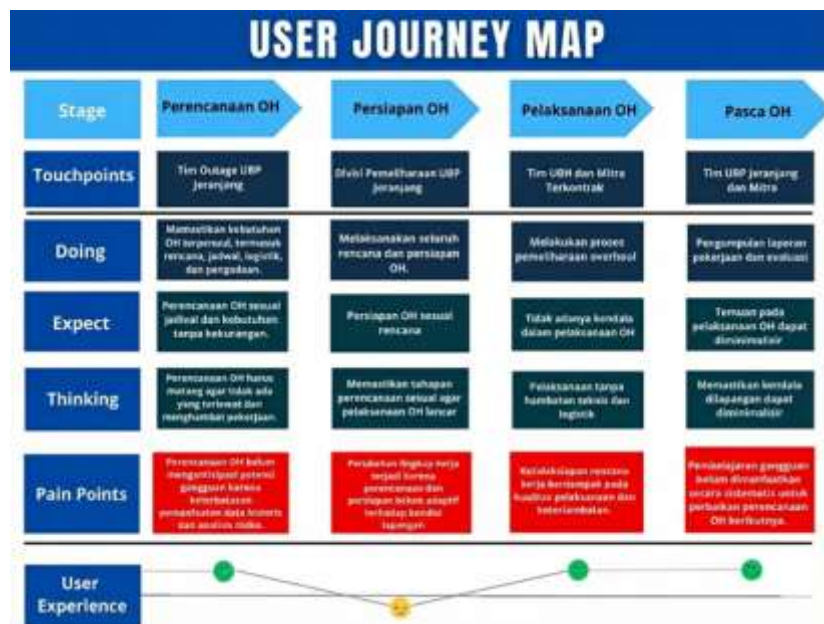


Gambar 2. Empathy Map Narasumber Tim Pemeliharaan

*Empathy Map* yang disusun merepresentasikan perspektif tim pemeliharaan UBP Jeranjang sebagai aktor utama dalam pelaksanaan pemeliharaan dan kegiatan *Outage*. Hasil pemetaan menunjukkan bahwa tim memikul tanggung jawab tinggi terhadap keandalan unit, mengingat kualitas pekerjaan yang dihasilkan berimplikasi langsung pada kontinuitas operasi pembangkit. Dari sisi kognitif dan emosional, tim menyadari pentingnya perencanaan yang sistematis dan terstruktur, namun dalam praktiknya dituntut untuk adaptif terhadap perubahan kondisi lapangan dan dinamika pelaksanaan pekerjaan. Selain itu, terdapat persepsi bahwa pengalaman teknis lapangan belum sepenuhnya terintegrasi dalam proses pengambilan keputusan, sehingga muncul kebutuhan akan ruang partisipasi yang lebih besar dalam menyampaikan pertimbangan teknis secara langsung.

**Define**

Tahap *Define* dilakukan melalui sintesis hasil observasi dan diskusi terfokus untuk merumuskan akar permasalahan secara terstruktur. Permasalahan utama yang teridentifikasi meliputi perencanaan yang belum adaptif terhadap kondisi aktual peralatan, kesiapan logistik yang belum sepenuhnya sinkron dengan jadwal pelaksanaan, serta hambatan komunikasi lintas fungsi yang memengaruhi efektivitas koordinasi. Peningkatan gangguan peralatan, yang berkorelasi dengan penundaan pemeliharaan periodik, semakin menegaskan perlunya perencanaan outage yang lebih berbasis risiko dan kondisi aktual (*condition-based*). Sebagai bagian dari proses perumusan masalah, disusun *user journey map* untuk memetakan tahapan aktivitas pemeliharaan dari perencanaan hingga evaluasi pasca-outage. Pemetaan ini membantu mengidentifikasi titik-titik kritis dalam alur proses yang berpotensi menimbulkan inefisiensi maupun risiko kegagalan. Hasilnya menunjukkan bahwa ketidaksinkronan antara kebutuhan teknis lapangan dan keputusan manajerial menjadi faktor dominan yang menghambat efektivitas pemeliharaan. Dibawah ini merupakan gambar *user journey map* pengguna.

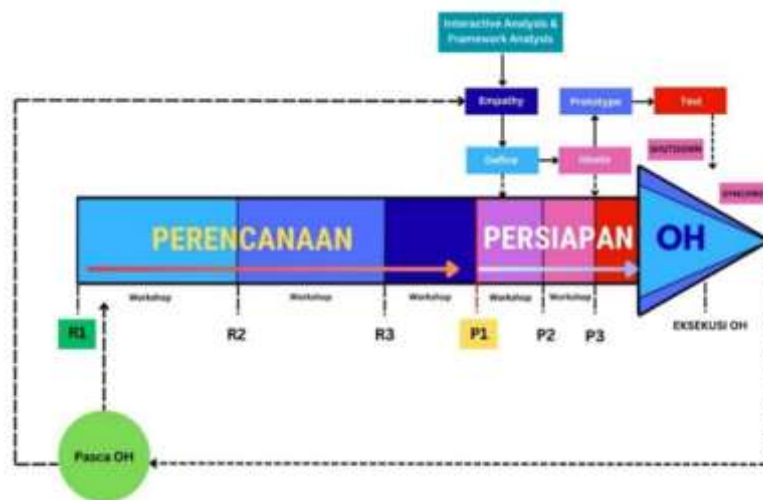


Gambar 3. User Journey Map

**Ideate**

Tahap *Ideate* mendorong *brainstorming* bersama Teknisi untuk mengusulkan perbaikan prosedur atau alat bantu kerja, berdasarkan masalah yang telah didefinisikan sebelumnya. Pelaksanaan Ideasi diselenggarakan, dihasilkan dan dikumpulkan dalam waktu 2 bulan pada akhir Juni hingga Juli tahun 2024 sebelum dilaksanakan pemeliharaan yang dilakukan pada bulan September hingga Oktober tahun 2024 dengan tipe pemeliharaan *First Inspection* (FI) Unit 2 PLTU Jeranjang. Ide-ide yang dihasilkan terwujud dengan melibatkan khususnya personel dari Divisi Pemeliharaan baik *Team Leader*, *Officer* Perencanaan, *Officer Outage* dan Teknisi. Ide yang muncul diharapkan mampu memberikan dampak signifikan khususnya pada fase pelaksanaan pemeliharaan (*OH execution*), kegiatan teknis seperti pembongkaran alat, inspeksi, pemasangan dan pengujian setelah pemeliharaan. Pada tahap *Ideate* diharapkan bisa menghasilkan *Prototype* dari proses menerapkan *Design Thinking* (Alshehhi et al., 2023).

Proses perumusan ide dilakukan menjelang pelaksanaan *First Inspection* (FI) Unit 2, dengan melibatkan berbagai persona dalam Divisi Pemeliharaan seperti terlihat pada Tabel 3. Dari proses kolaboratif tersebut dihasilkan konsep awal integrasi antara *Outage Management Framework* dan *Design Thinking*, yang memvisualisasikan model pengelolaan pemeliharaan secara lebih terstruktur dan adaptif seperti terlihat pada Gambar 4. Fokus ide yang dikembangkan diarahkan pada penyelesaian permasalahan yang mendominasi *Pareto Loss Production* tahun 2024.



**Gambar 4.** Skema Integrasi Awal antara OMF dan DT

Integrasi antara *Outage Management Framework* dan *Design Thinking* tidak sekadar menggabungkan dua pendekatan manajerial, tetapi membentuk mekanisme pembelajaran berkelanjutan yang melibatkan seluruh aktor lapangan dalam setiap siklus pemeliharaan. Setiap kegiatan *Outage* diposisikan sebagai ruang eksperimentasi terkontrol untuk menguji gagasan, mengevaluasi efektivitasnya, serta melakukan penyempurnaan berbasis umpan balik aktual. Model yang dikembangkan bersifat iteratif, bukan linier, sehingga temuan lapangan dapat langsung memicu penyesuaian rencana maupun inovasi prosedur kerja. Proses ini menghasilkan sejumlah alternatif solusi yang kemudian dianalisis melalui mekanisme

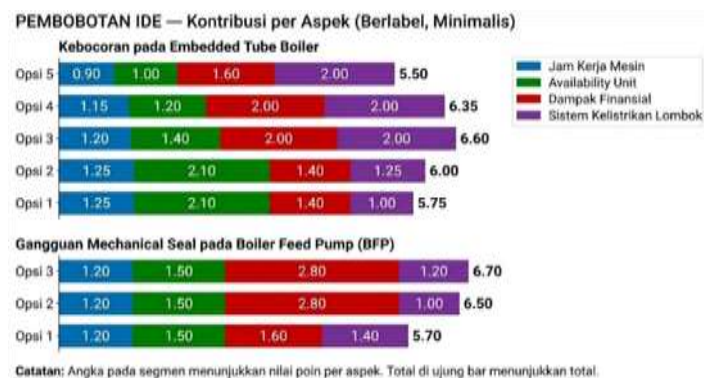
pembobotan untuk menentukan prioritas implementasi pada pelaksanaan *First Inspection* Unit 2 seperti dijelaskan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Skala Pembobotan Nilai Ide

Kategori	Rentang	Definisi Nilai
Skala Penilaian	1-2	Sangat Rendah – Kondisi buruk, risiko tinggi
	3-4	Rendah – Kondisi kurang baik, risiko cukup tinggi
	5-6	Sedang – Kondisi cukup baik, risiko moderat
	7-8	Tinggi – Kondisi baik, risiko rendah
	9-10	Sangat Tinggi – Kondisi sangat baik, risiko sangat rendah
Bobot Presentase	10-15%	Rendah – Pengaruh kecil, bersifat pendukung
	16-20%	Sedang – Cukup penting, mempengaruhi hasil
	21-25%	Tinggi – Berpengaruh signifikan
	26-30%	Sangat Tinggi – Faktor utama
	>30%	Dominan – Prioritas kritis

**Tabel 3.** Ide-Ide Solusi Alternatif Strategi Berdasarkan *Pareto Loss Production* 2024 untuk F1 Unit 2

IDE – IDE ALTERNATIF			
No.	Deskripsi Peralatan	Alternatif Solusi	Keterangan
1	Kebocoran pada <i>Embedded Tube Boiler</i>	<b>Ops 1:</b> <i>Retubing</i> pada saat terjadinya <i>Corrective Maintenance</i> (CR) terfokuskan pada <i>Tube Boiler</i> yang mengalami kebocoran saja	
		<b>Ops 2:</b> menargetkan beberapa <i>Tube</i> dengan ketebalan berkurang dari standard <40% kondisi awal atau berdasarkan hasil <i>tightness minimum wall thickness</i> (MWT)	
		<b>Ops 3:</b> Melaksanakan <i>retubing</i> pada <i>layer 1</i>	
		<b>Ops 4:</b> Melaksanakan <i>retubing</i> pada <i>layer 1</i> sampai dengan 2	
		<b>Ops 5:</b> Melaksanakan <i>retubing</i> pada <i>layer 1</i> sampai dengan 3	
2	Gangguan <i>Mechanical Seal</i> pada <i>Boiler Feed Pump</i> (BFP)	<b>Ops 1:</b> Pembelian BFP baru	
		<b>Ops 2:</b> Melakukan penggantian baru <i>Mechanical Seal</i> BFP	
		<b>Ops 3:</b> Melakukan redesain <i>Mechanical Seal</i> BFP	



**Gambar 5.** Pembobotan Ide Alternatif Strategi Berdasarkan *Pareto Loss Production* 2024 untuk F1 Unit 2

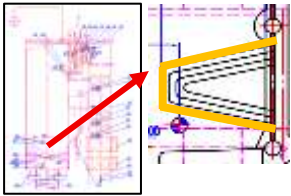

Hasil analisis pembobotan terhadap berbagai alternatif strategi pemeliharaan menunjukkan bahwa pemilihan solusi didasarkan pada kesesuaian dengan kondisi sistem kelistrikan Lombok serta tingkat urgensi gangguan yang berdampak signifikan terhadap kehilangan produksi. Pada kasus kebocoran *Tube Boiler*, alternatif dengan nilai pembobotan

tertinggi 6,6 diprioritaskan karena dinilai paling efektif dalam menurunkan risiko gangguan berulang dibandingkan opsi lainnya. Demikian pula pada permasalahan kerusakan *Mechanical Seal* pada *Boiler Feed Pump* (BFP), alternatif dengan nilai tertinggi 6,7 dipilih sebagai strategi implementasi karena memiliki kombinasi terbaik antara efektivitas teknis, mitigasi risiko, dan kesiapan pelaksanaan.

**Prototype**

Tahap *Prototype* diwujudkan melalui perancangan dan pengujian langsung solusi perbaikan dalam aktivitas kerja aktual pada pelaksanaan *First Inspection* (FI) Unit 2. Implementasi awal ini berfungsi sebagai tolok ukur untuk penerapan strategi serupa pada unit lain yang akan menjalani *Overhaul*. Dengan menjadikan kegiatan *Outage Execution* sebagai ruang eksperimen terkontrol, gagasan yang dihasilkan pada tahap sebelumnya tidak berhenti pada tataran konseptual, tetapi diuji dalam bentuk prototipe operasional. Mekanisme ini mempercepat evaluasi efektivitas solusi, sehingga penyesuaian dapat segera dilakukan apabila ditemukan ketidaksesuaian di lapangan. Simulasi penerapan ide pada FI Unit 2 selanjutnya dirumuskan dalam tahapan implementatif yang menjadi acuan pelaksanaan dan pengendalian perbaikan secara sistematis.

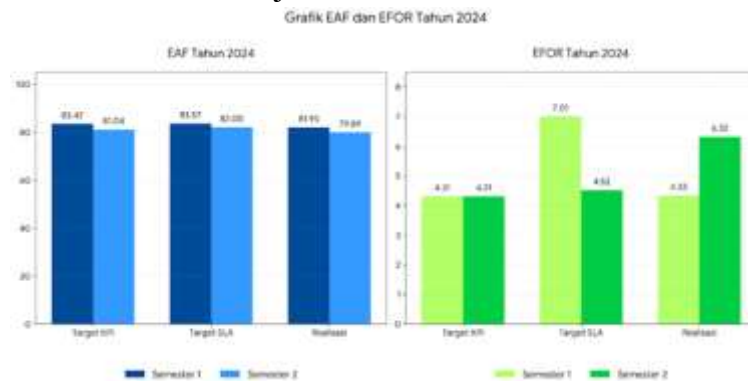
**Tabel 4.** Prototipe dari Ide-Ide Solusi untuk FI Unit 2

No	Deskripsi Peralatan	Prototipe	Uraian
1.	Kebocoran pada <i>Embedded Tube Boiler</i>	<p><b>Opsi 3</b></p> 	Berdasarkan hasil diskusi terkait dengan cara mengatasi seringnya kebocoran karena tertundanya pemeliharaan periodik adalah menyediakan <i>Embedded Tube</i> pada <i>layer</i> ke 1, dikarenakan tren kejadian kegagalan sering terjadi pada <i>layer</i> 1 sehingga performa dengan mengganti <i>layer</i> 1 keseluruhan diyakini mencegah kegagalan karena kebocoran <i>Tube Boiler</i> .
2.	Gangguan <i>Mechanical Seal</i> pada <i>Boiler Feed Pump</i> (BFP)	<p><b>Opsi 3</b></p> 	Proses merubah desain dari <i>mechanical seal</i> yang awalnya memiliki 5 <i>holder</i> pegas menjadi 10 <i>holder</i> pegas hal ini dimaksudkan untuk memberikan efek fleksibilitas yang lebih tinggi dari dorongan air yang bertekanan dan berputar secara sentrifugal, sehingga dengan dilakukan perubahan desain dengan menambah jumlah pegas mampu memberikan respon yang lebih adaptif dari fluida yang dialirkan oleh <i>Boiler Feed Pump</i> (BFP).

**Testing Awal**

Tahap *Testing* berfungsi sebagai mekanisme evaluatif berbasis data dan refleksi sistemik terhadap implementasi ide strategis. Evaluasi dilakukan melalui umpan balik terstruktur dan diskusi analitis yang melibatkan seluruh pemangku kepentingan teknis, dengan menelaah keberhasilan dan hambatan guna memastikan pembelajaran berkelanjutan. Penilaian

difokuskan pada pencapaian indikator utama seperti KPI dan SLA. Data Semester I dan II tahun 2024 menunjukkan adanya perbaikan pada nilai EAF, namun EFOR masih melampaui target. Peningkatan EFOR dari 4,33% menjadi 6,32% mengindikasikan tingginya kejadian *forced outage*, sehingga diperlukan penyempurnaan strategi pemeliharaan untuk meningkatkan keandalan operasional secara berkelanjutan.



**Gambar 6.** Pencapaian EAF dan EFOR Unit Jeranjang Tahun 2024  
(Sumber: Laporan Pengusahaan PLTU Jeranjang)

### Evaluasi

Tahap evaluasi dalam pendekatan *Design Thinking* berperan sebagai mekanisme kunci untuk menilai efektivitas solusi dan prototipe dalam menjawab kebutuhan pengguna serta permasalahan yang telah diidentifikasi pada tahap awal. Pengujian dilakukan dengan melibatkan pengguna secara langsung, yaitu melalui implementasi ide pada pelaksanaan *First Inspection* (FI) Unit 2. Proses ini memungkinkan tim memperoleh umpan balik komprehensif terkait kelebihan, keterbatasan, dan potensi penyempurnaan solusi yang diterapkan. Hasil *testing* menunjukkan bahwa meskipun prototipe telah berjalan, masih terdapat beberapa aspek yang memerlukan perbaikan agar lebih selaras dengan kondisi operasional dan kebutuhan teknis di lapangan. Berdasarkan temuan tersebut, proses tidak berhenti pada tahap evaluasi, melainkan kembali ke fase *Empathize* untuk memperdalam pemahaman terhadap pengalaman dan tantangan pengguna. Pemahaman ulang ini kemudian menjadi dasar untuk penyempurnaan solusi dan pelaksanaan uji coba lanjutan pada *Mean Inspection* (ME) Unit 1, (Granstrand & Holgersson, 2020),(Ezeanaka, C., & Tran, 2024).

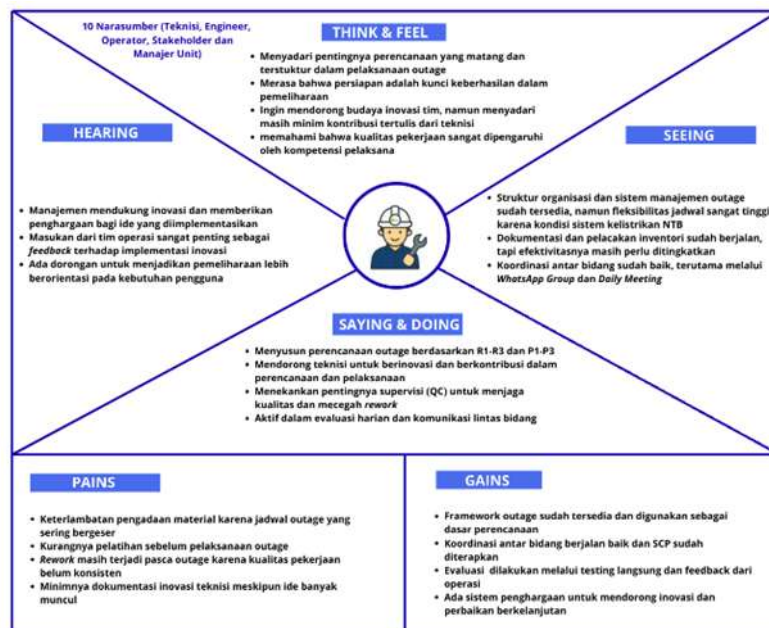
### Strategi Pemeliharaan OMF-DT Pada ME Unit 1

Tahap lanjutan diawali dengan *Focus Group Discussion* (FGD) sebagai bagian dari kembalinya proses ke fase *Empathize* dalam kerangka *Design Thinking*. Fase ini dikembangkan menjadi konsep *Continuous Empathy*, yaitu pendekatan empati berkelanjutan untuk memastikan keterlibatan pengguna dalam memahami perubahan kebutuhan, tantangan, dan ekspektasi terhadap solusi yang telah diimplementasikan. Partisipasi diperluas dengan melibatkan berbagai divisi, seperti Pemeliharaan, Operasi, *Engineering*, pemangku kepentingan terkait, serta unit UBHAR, sehingga diperoleh perspektif lintas fungsi yang lebih komprehensif. Proses ini tidak hanya memperdalam pemahaman terhadap permasalahan sebelumnya, tetapi juga mengidentifikasi dinamika baru selama tahap implementasi dan pengujian. Hasil diskusi menunjukkan adanya kelemahan dalam siklus perencanaan tahunan,

terutama belum optimalnya pemanfaatan evaluasi pasca pelaksanaan sebagai dasar perencanaan berikutnya. Hal ini menegaskan pentingnya *feedback loop* yang terintegrasi agar pembelajaran dari pelaksanaan outage dapat dimanfaatkan secara sistematis untuk perbaikan strategi. Dengan demikian, *Continuous Empathy* menjadi fondasi dalam memperkuat siklus perbaikan berkelanjutan pada pengelolaan pemeliharaan pembangkit.

### Continuous Empathy

Melalui tahap *Empathize* kembali, pendekatan ini tidak hanya melihat permasalahan dari sudut pandang administratif, tetapi juga menggali dinamika teknis di lapangan yang kerap kali luput dari catatan formal. Dengan cara ini, gambaran mengenai kebutuhan, ekspektasi, serta kesulitan yang dihadapi para pelaku utama Pemeliharaan, Operasi, Enjinering, *Stakeholder* dan Pimpinan Unit dapat diperoleh secara lebih jelas dan mendalam. *Empathize* dilakukan melalui observasi, wawancara, dan diskusi kelompok dengan Teknisi, *Operator*, Enjiner, *Stakeholder* dan Manajer Unit untuk menggali kebutuhan, hambatan, serta ekspektasi mereka terhadap proses *Overhaul*. Sebagai media yang digunakan untuk menggambarkan ekspektasi terhadap kebutuhan dari pengguna maka digunakan *Empathy Map* yang merangkum keseluruhan hasil wawacara dengan 10 narasumber, agar lebih memahami melalui apa yang dikatakan dan apa yang dipikirkan. *Empathy Map* yang merangkum 10 narasumber dijelaskan pada Gambar 7. di bawah.



Gambar 7. *Empathy Map* Narasumber

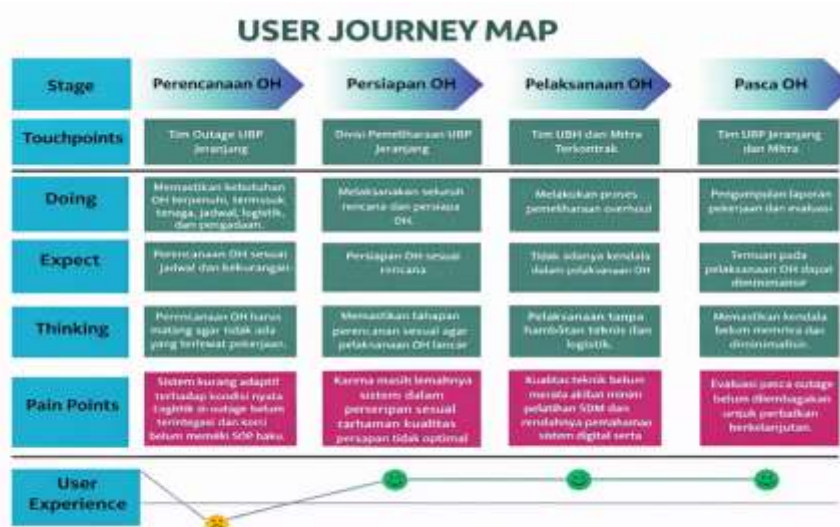
*Empathy Map* yang disusun berdasarkan wawancara terhadap 10 narasumber dari fungsi Pemeliharaan, Operasi, Enjinering, *Stakeholder*, dan Pimpinan Unit menggambarkan secara komprehensif persepsi, kebutuhan, serta tantangan dalam pengelolaan *Outage* dan pemeliharaan. Dari aspek kognitif dan afektif, perencanaan yang matang dan terstruktur dipandang sebagai faktor kunci keberhasilan *Outage*, dengan penekanan bahwa kualitas hasil pekerjaan sangat ditentukan oleh kompetensi teknis.

Berdasarkan informasi yang diterima, manajemen menunjukkan dukungan terhadap inovasi melalui pemberian penghargaan atas ide yang berhasil diimplementasikan. Umpan balik dari tim operasi menjadi salah satu sumber perbaikan berkelanjutan, sekaligus mendorong agar pemeliharaan lebih responsif terhadap kebutuhan pengguna. Dalam praktik operasional, perencanaan *Outage* dilaksanakan secara sistematis melalui tahapan R1–R3 dan P1–P3, disertai penekanan pada supervisi kualitas guna meminimalkan *rework* serta evaluasi harian untuk menjaga kelancaran pelaksanaan.

Di sisi lain, organisasi telah memiliki modal yang kuat berupa penggunaan *Outage Management Framework* sebagai acuan perencanaan, koordinasi lintas bidang yang efektif melalui penerapan SOP, evaluasi berbasis testing dan umpan balik operasi, serta sistem penghargaan yang mendukung perbaikan berkelanjutan. Temuan ini menjadi dasar strategis dalam merancang intervensi peningkatan proses *Outage* dan pemeliharaan secara lebih terintegrasi dan berkelanjutan.

**Continuous Define**

Tahap *Define* lanjutan dilakukan untuk merumuskan kembali akar permasalahan berdasarkan hasil observasi, wawancara, dan diskusi lintas fungsi yang telah dilaksanakan pada fase *Continuous Empathize*. Data yang terkumpul disintesis menjadi pola-pola sistemik yang merefleksikan persoalan mendasar dalam pengelolaan pemeliharaan PLTU Jeranjang. Validasi dilakukan bersama Teknisi, *Operator*, *Engineer*, Pemangku Kepentingan, dan Manajemen Unit guna memastikan bahwa rumusan masalah benar-benar sesuai dengan realitas operasional. Hasil analisis menunjukkan beberapa isu utama, yaitu perencanaan yang belum adaptif terhadap dinamika sistem, kendala logistik akibat perubahan jadwal, keterbatasan sumber daya manusia dalam struktur organisasi pemeliharaan, serta hambatan komunikasi lintas fungsi. Selain itu, adanya kesenjangan antara hasil inspeksi lapangan dan keputusan manajerial mengindikasikan belum optimalnya mekanisme komunikasi vertikal, yang berpotensi memperlambat tindakan korektif.

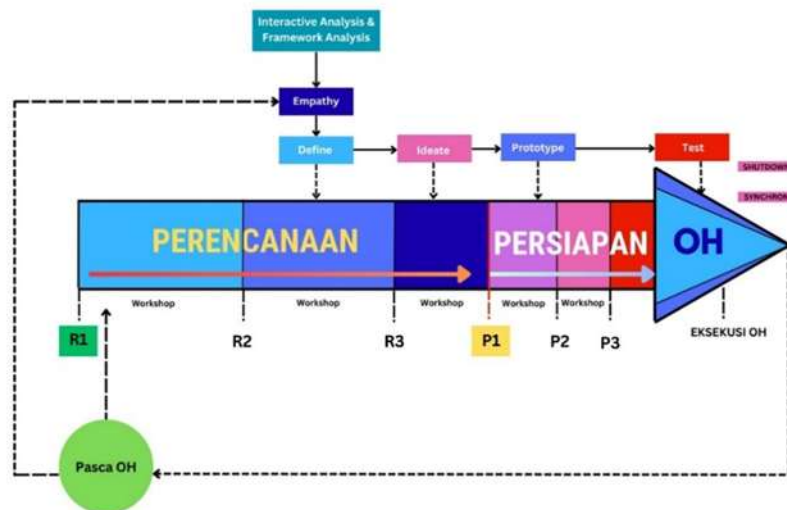


Gambar 8. User Journey Map

*Continuous Ideate*

Tahap *Ideate* kembali dilaksanakan pada kegiatan *Mean Inspection* (ME) Unit 1 sebagai tindak lanjut atas evaluasi pelaksanaan *First Inspection* (FI) Unit 2. Proses ini dilakukan melalui *focus group discussion* (FGD) lanjutan yang melibatkan sepuluh narasumber lintas fungsi, mencakup Pemeliharaan, Operasi, *Engineering*, Pemangku Kepentingan, dan Manajemen Unit. Ideasi difokuskan pada penyempurnaan prosedur kerja serta pengembangan alat bantu operasional berdasarkan permasalahan yang telah didefinisikan sebelumnya. Tujuan utama tahap ini adalah meningkatkan aplikabilitas solusi agar lebih selaras dengan kondisi aktual di lapangan, khususnya pada fase pelaksanaan pemeliharaan yang meliputi pembongkaran, inspeksi, pemasangan kembali, dan pengujian pasca pemeliharaan. Diskusi ini juga merefleksikan hasil penerapan ide dan prototipe pada FI Unit 2, sehingga pembelajaran dari implementasi sebelumnya dapat diintegrasikan dalam perencanaan ME Unit 1 sebelum dilakukan pengujian lebih lanjut.

Berdasarkan evaluasi pasca pelaksanaan *First Inspection* (FI) Unit 2, dikembangkan penyempurnaan integrasi *Outage Management Framework* dengan *Design Thinking*. Perubahan utama terletak pada reposisi tahapan *Empathize*, *Define*, dan *Ideate* yang tidak lagi terbatas pada fase perencanaan akhir, tetapi diterapkan sejak tahap awal perencanaan (R1 dan R2) pada pelaksanaan *Mean Inspection* (ME) Unit 1 Semester I 2025. Penyesuaian alur ini bertujuan memperkuat proses identifikasi masalah dan perumusan solusi secara lebih dini, sehingga strategi pemeliharaan menjadi lebih adaptif, kolaboratif, dan responsif terhadap dinamika operasional pembangkit.



**Gambar 9.** Skema Integrasi Baru antara OMF dan DT

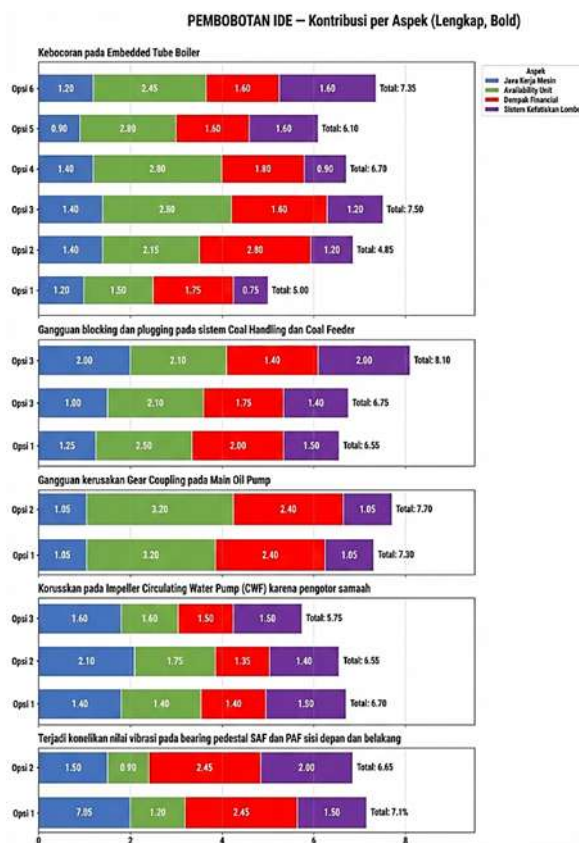
Hasil *focus group discussion* (FGD) pasca pelaksanaan *First Inspection* (FI) Unit 2 menunjukkan perlunya pengembangan lebih lanjut terhadap integrasi *Outage Management Framework* dengan *Design Thinking*. Evaluasi mengindikasikan bahwa skema integrasi awal belum sepenuhnya optimal dalam mendukung efektivitas perencanaan dan pelaksanaan *overhaul* (OH), sehingga diperlukan penyesuaian menyeluruh terhadap alur penerapannya.

Skema pengembangan ini direncanakan untuk diimplementasikan pada pelaksanaan *Mean Inspection* (ME) Unit 1 Semester I 2025 sebagai tahap uji efektivitas integrasi yang telah

diperbarui. Identifikasi permasalahan berbasis analisis *Pareto Loss Production* Unit 1 menjadi dasar objektif dalam merumuskan kebutuhan, mendefinisikan masalah, serta menyusun ide-ide prioritas. Ide-ide tersebut selanjutnya akan melalui proses pembobotan untuk menentukan strategi yang paling relevan dan aplikatif. Pendekatan ini diharapkan mampu meningkatkan kualitas koordinasi, ketepatan identifikasi masalah, serta efektivitas pelaksanaan pemeliharaan secara lebih terstruktur dan berbasis data.

**Tabel 5.** Ide-Ide Solusi Berdasarkan *Pareto Loss Production* 2025 Semester 1 pada OH tipe ME Unit 1

IDE – IDE ALTERNATIF			
No.	Deskripsi Peralatan	Alternatif Solusi	Keterangan
1.	Kebocoran pada <i>Embedded Tube Boiler</i>	<b>Opsi 1:</b> Melaksanakan <i>retubing</i> pada <i>layer</i> 1 saja	
		<b>Opsi 2:</b> Melaksanakan <i>retubing</i> pada <i>layer</i> 1 sampai dengan 2	
		<b>Opsi 3:</b> Memberikan <i>Coating Embedded Tube</i> pada <i>layer</i> 1	
		<b>Opsi 4:</b> Memberikan <i>Coating Embedded Tube</i> pada <i>layer</i> 1 dan 2	
		<b>Opsi 5:</b> Mempertebal metal pada <i>erosion shield</i> terpasang pada <i>layer</i> 1	
		<b>Opsi 6:</b> Memasang cincin pengikat untuk menguatkan <i>erosion shield</i> pada <i>layer</i> 1	
2.	Gangguan <i>blocking</i> dan <i>plugging</i> pada sistem <i>Coal Handling</i> dan <i>Coal feeder</i>	<b>Opsi 1:</b> Memasang mesin <i>blower heater</i> untuk pemanasan Batu Bara yang datang	
		<b>Opsi 2:</b> Mengerahkan alat berat untuk menguraikan Batu Bara agar tidak menggumpal	
		<b>Opsi 3:</b> Memasang anti <i>blocking</i> pada <i>Chute Coal Feeder</i>	
3.	Gangguan kerusakan <i>Gear Coupling</i> pada <i>Main Oil Pump</i>	<b>Opsi 1:</b> Penggantian <i>Gear Coupling</i> baru	
		<b>Opsi 2:</b> Penggantian <i>Gear Coupling</i> dengan penguatan material	
4.	Kerusakan pada <i>Impeller Circulating Water Pump (CWP)</i> karena pengotor sampah	<b>Opsi 1:</b> Membuat <i>strainer</i> dari jaring untuk menahan laju sampah	
		<b>Opsi 2:</b> Melakukan pengerukan sampah terjadwal untuk mengurangi frekuensi sampah	
		<b>Opsi 3:</b> Melakukan penyuluhan pada masyarakat untuk pengendalian sampah	
5.	Terjadi kenaikan nilai vibrasi pada <i>bearing pedestal</i> SAF dan PAF sisi depan dan belakang	<b>Opsi 1:</b> Pemasangan <i>real time vibration</i> sebagai antisipasi kegagalan <i>bearing</i>	
		<b>Opsi 2:</b> Penggantian <i>bearing</i>	



**Gambar 10.** Pembobotan Alternatif Strategi Berdasarkan *Pareto Loss Production 2025* Semester 1 pada OH tipe ME Unit 1

Hasil pembobotan alternatif ide untuk implementasi pada *Overhaul* (OH) jenis *Mean Inspection* (ME) Unit 1 menunjukkan bahwa strategi pemeliharaan dipilih secara selektif berdasarkan prioritas dan kesesuaian dengan kondisi sistem kelistrikan Lombok, dengan fokus utama pada kebocoran Tube Boiler sebagai penyumbang terbesar penurunan performa sejak 2023 hingga awal 2025, melalui alternatif bernilai 7,5. Gangguan Coal Handling dan Coal Feeder diprioritaskan dengan nilai 8,1 sebagai solusi paling efektif menekan gangguan berulang, sementara kerusakan *gear coupling Main Oil Pump* (MOP), *impeller Circulating Water Pump* (CWP), serta peningkatan vibrasi pada *Bearing Pedestal Secondary Air Fan* (SAF) dan *Primary Air Fan* (PAF) ditangani melalui alternatif bernilai masing-masing 7,7; 6,7; dan 7,1. Secara keseluruhan, proses pembobotan ini mencerminkan pendekatan berbasis risiko dan dampak operasional dengan mempertimbangkan nilai evaluatif serta relevansi teknis terhadap peralatan kritikal yang berkontribusi signifikan terhadap kehilangan produksi.

### Prototype Lanjutan

Tahap Prototype lanjutan dilakukan sebagai bentuk *lesson learned* dari implementasi awal pada FI Unit 2 tahun 2024, yang menjadi acuan perbaikan untuk pelaksanaan Overhaul ME Unit 1 tahun 2025. Melalui integrasi OMF dan DT serta evaluasi kekurangan sebelumnya, dihasilkan model pemeliharaan terpadu yang lebih efisien dan andal bagi PLTU Jeranjang. [4], [14].

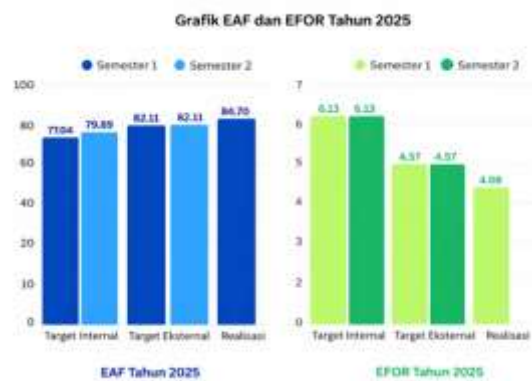
**Tabel 6. Prototipe dari Ide-Ide Solusi untuk ME Unit 1**

No	Deskripsi Peralatan	Prototipe	Uraian
1.	Kebocoran pada <i>Embedded Tube Boiler</i>	<b>Opsi 3</b> 	Pemberian coating bertujuan meningkatkan ketahanan terhadap korosi dan erosi serta memperpanjang umur pakai Tube Boiler. Area yang di-coating terlihat pada <i>Embedded Tube</i> berwarna abu-abu, dengan dasar warna merah seperti pada gambar. Berdasarkan beberapa kajian, coating mampu memberikan proteksi terhadap erosi hingga sekitar 2 tahun.
2.	Gangguan <i>blocking</i> dan <i>plugging</i> pada sistem <i>Coal Handling</i> dan <i>Coal Feeder</i>	<b>Opsi 3</b> 	Modifikasi dilakukan dengan mengganti chute pada Coal Feeder dan menerapkan sistem antiblocking pada coal bunker untuk meningkatkan keandalan aliran batubara serta mencegah gangguan seperti penumpukan ( <i>plugging</i> ) dan penyumbatan ( <i>blocking</i> ) pada sistem Coal Handling dan Coal Feeder.
3.	Gangguan kerusakan <i>Gear Coupling</i> pada <i>Main Oil Pump</i>	<b>Opsi 2</b> 	Dilakukan proses peningkatan kekuatan dari material <i>Gear Coupling</i> untuk masa penggunaan yang lebih lama dan dibuatkan lebih sebagai material suku cadang agar bisa menjamin keberlangsungan operasi danantisipasi bila terjadi kerusakan yang sama.
4.	Kerusakan pada Impeller Circulating Water Pump (CWP) karena pengotor sampah	<b>Opsi 1</b> 	Desain ini bertujuan mencegah sampah masuk ke area intake yang dapat merusak shaft atau impeller Circulating Water Pump (CWP) dengan pemasangan jaring perangkap sampah, yang cukup efektif mengurangi masuknya sampah terutama saat musim hujan.
5.	Terjadi kenaikan nilai vibrasi pada bearing pedestal SAF dan PAF sisi depan dan belakang	<b>Opsi 1</b> 	Proses mengaplikasikan desain sistem real time vibration monitoring hal ini bertujuan untuk memantau karakteristik perubahan vibrasi sehingga memberikan langkah antisipatif pada Teknisi Pemeliharaan untuk dipersiapkan lebih matang mengatasi gangguan.

**Testing Lanjutan**

Pada tahap lanjutan, evaluasi kinerja pemeliharaan dilakukan dengan meninjau indikator utama yaitu *Equivalent Availability Factor* (EAF) dan *Equivalent Forced Outage Rate* (EFOR) pada periode Semester 2 tahun 2024 hingga Semester 1 tahun 2025. Berdasarkan data aktual pada gambar, strategi pemeliharaan yang diterapkan menunjukkan peningkatan kinerja yang cukup signifikan pada pembangkit. Nilai EAF meningkat dari target internal sebesar 77,04% dan target eksternal 82,11% menjadi realisasi 84,70%, yang menunjukkan

adanya peningkatan ketersediaan operasi unit. Sementara itu, EFOR berhasil ditekan dari target internal 6,13% dan target eksternal 4,57% menjadi 4,08%, yang mencerminkan berkurangnya frekuensi gangguan tak terencana. Kombinasi peningkatan EAF dan penurunan EFOR tersebut menunjukkan bahwa implementasi strategi berbasis *Outage Management Framework* (OMF) dan *Design Thinking* (DT) berjalan efektif dalam meningkatkan keandalan serta performa operasional pembangkit.



**Gambar 11.** Pencapaian EAF dan EFOR Unit Jeranjang Tahun 2025 Semester 1

Secara keseluruhan, peningkatan EAF dan penurunan EFOR menunjukkan hasil positif dari pengujian lanjutan. Hal ini membuktikan keberhasilan strategi pemeliharaan berbasis *Outage Management Framework* (OMF) dan *Design Thinking* (DT) yang telah dikembangkan sebelumnya dalam meningkatkan keandalan dan kinerja unit. Implementasi perbaikan tersebut berdampak signifikan terhadap pengurangan potensi gangguan serta peningkatan efektivitas jadwal pemeliharaan. Selain itu, kontribusi penelitian ini tidak hanya bersifat konseptual, tetapi juga menghasilkan model operasional yang siap diterapkan pada siklus *outage* berikutnya.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengumpulan dan analisis data penelitian, diperoleh temuan utama terkait peningkatan proses pemeliharaan di PLTU Jeranjang melalui integrasi *Outage Management Framework* (OMF) dan *Design Thinking* (DT). Implementasi OMF telah menyediakan kerangka kerja yang sistematis dalam pengelolaan pemeliharaan dan *outage*, namun belum sepenuhnya menjamin konsistensi kualitas pemeliharaan dan stabilitas operasional pembangkit. Hal ini terlihat dari masih terjadinya gangguan berulang pada peralatan kritis, lemahnya umpan balik pasca *overhaul*, serta belum optimalnya integrasi perspektif pengguna dalam perencanaan dan eksekusi. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya pendekatan yang lebih adaptif dan partisipatif untuk memperkuat sistem pemeliharaan.

Kedua, penerapan pendekatan *Design Thinking* terbukti memberikan kontribusi signifikan dalam mengidentifikasi akar permasalahan teknis secara lebih komprehensif. Melalui tahapan *Empathize*, *Define*, *Ideate*, *Prototype*, dan *Test*, proses analisis tidak hanya bertumpu pada data historis gangguan, tetapi juga mengakomodasi pengalaman dan kebutuhan teknis pengguna lapangan.

Ketiga, penelitian ini berhasil mengembangkan model pemeliharaan terintegrasi yang menggabungkan *Outage Management Framework* (OMF) dan *Design Thinking* (DT) dalam

satu siklus proses yang saling melengkapi. Integrasi ini memperkuat perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi *outage* melalui identifikasi akar masalah yang lebih presisi serta perbaikan berkelanjutan berbasis umpan balik lapangan. Hasil awal menunjukkan peningkatan keandalan pembangkit yang ditandai dengan kenaikan EAF dan penurunan EFOR, serta berkurangnya gangguan berulang pada komponen kritis seperti Boiler, Turbine, dan Generator. Secara keseluruhan, model ini mendorong transformasi dari pemeliharaan reaktif menuju sistem yang lebih adaptif, prediktif, dan berorientasi operasional, sehingga meningkatkan keandalan dan keberlanjutan PLTU Jeranjang.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Ahmed, S., Khan, M., & Shah, A. (2023). A multi-objective optimization model for Outage Management in power systems. *Energy Reports*, 9(1), 120–135. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.egy.2023.01.005>
- Al Ameer, T. A., Rahman, M. N. A., & Muhamad, N. (2024). Enhanced framework to mitigate maintenance strategy failure of electric power plant during crises. *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, 8(7), 1–13. <https://doi.org/10.24294/jipd.v8i7.3880>
- Alshehhi, A., Alnaqbi, K., El Khatib, M., & Aljaberi, M. (2023). Design Thinking Skills for Senior Managers From Business and Technology Perspectives. *International Journal of Business Analytics and Security (IJBAS)*, 3(1), 56–73. <https://doi.org/10.54489/ijbas.v3i1.197>
- Bertalanffy, L. von. (1968). *General System Theory: Foundations, Development, Applications*. George Braziller.
- Bradbury, H. (2023). *Action Research in Human Services*. SAGE Publications.
- Brown, T. (2008). Design Thinking. *Harvard Business Review*.
- Brown, T. (2020). *Change by Design: How Design Thinking Creates New Alternatives for Business and Society*. Harper Business.
- Checkland, P. (2020). *Systems Thinking, Systems Practice (2nd ed.)*. John Wiley & Sons.
- Chen, X., Wang, Z., & Li, J. (2023). A hybrid machine learning Approach for FMEA risk assessment in manufacturing processes. *Reliability Engineering & System Safety*, 230.
- Chou, D. C. (2018). Applying design thinking method to social entrepreneurship project. *Computer Standards and Interfaces*, 55(May 2017), 1339–1351. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2017.05.001>
- Chowdhury, S., Islam, M., & Rahman, A. (2021). Predictive maintenance for Outage Management in power plants. *International Journal of Energy Management*, 15(2), 45–62.
- Cui, Y., Lin, Z., & Wang, H. (2022). Application of Fuzzy logic in Failure mode and Effects Analysis for risk assessment. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 34(2), 489–504.
- Devi, O., & Putu, D. K. (2020). Improving Overhaul Process on Steam Power Plants using Lean Thinking and LCA. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 448(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/448/1/012043>
- Dhillon, B. S. (2002). *Engineering Maintenance: A Modern Approach*. CRC Press.
- Dorst, K. (2011). The core of “design thinking” and its application. *Design Studies*, 32(6), 521–532. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2011.07.006>
- Ezeanaka, C., & Tran, T. H. (2024). *Highlights of Sustainability - Reducing Food Loss and Waste in the Hospitality and Food Service Sector: A Design Thinking Approach*. 3, 374–393.

- Fernando, Y., & Runturambi, A. J. S. (2024). Cost Benefit Analysis for Coal Steam Power Plants in Energy Security Framework. *JMKSP (Jurnal Manajemen, Kepemimpinan, Dan Supervisi Pendidikan)*, 9(1), 731–746. <https://doi.org/10.31851/jmksp.v9i1.14879>
- Gale, N. K., Heath, G., Cameron, E., Rashid, S., & Redwood, S. (2013). Using the framework method for the analysis of qualitative data in multi-disciplinary health research. *BMC Medical Research Methodology*, 13(1), 1. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-13-117>
- Geisbush, J., & Ariaratnam, S. T. (2023). Reliability centered maintenance (RCM): literature review of current industry state of practice. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 29(2), 313–337. <https://doi.org/10.1108/JQME-02-2021-0018>
- Granstrand, O., & Holgersson, M. (2020). Innovation ecosystems: A conceptual review and a new definition. *Technovation*, 90–91, 90–91. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2019.102098>
- Gupta, S., Patel, S. J., & Srivastava, S. (2021). Enhancing reliability in power generation using predictive RCM Approach. *Journal of Maintenance Science*, 14(3), 255–270.
- Hansen, R., Anderson, P., & Smith, J. (2020). Outage Management and Maintenance Optimization: A Strategic Approach. *Springer*.
- Hofkirchner, W., & Schafranek, M. (2011). General System Theory. *Philosophy of Complex Systems*, 177–194. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52076-0.50006-7>
- Marin-Quintero, J., Orozco-Henao, C., & Mora-Florez, J. (2023). Data-driven topology detector for self-healing strategies in Active Distribution Networks. *Energy Reports*, 9, 377–385. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2023.01.005>