

Revitalisasi Alat Penyulingan Minyak Nilam untuk Meningkatkan Efisiensi Produksi Petani Nilam di Desa Teladan, Kecamatan Lembah Seulawah

Muzakkir Putera^{*1}, Zulfan², Newton³, M Rezaldi⁴, Helen Parkhurst⁵, Dian Meutia Hidayat⁶,

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala

²Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

³ Program Studi Statistik, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Syiah Kuala

⁴ Program Studi Bisnis Digital, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Teuku Umar

⁵Program Studi Ekonomi Pembangunan, Fakultas Ekonomi Bisnis, Universitas Jambi

⁶Program Studi Teknik Geofisika, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

*corresponding author: Muzakkirputera@usk.ac.id

Received: Dec 10, 2025; Revised: Dec 28, 2025; Accepted: Dec 29, 2025; Published: Dec 31, 2025.

Abstrak

Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat kesiapan operasional ketel distilasi nilam di Inkubator Industri Desa Teladan sebagai langkah awal dalam upaya revitalisasi fasilitas penyulingan berbasis masyarakat. Metode *technical assessment* digunakan untuk menilai kondisi ketel melalui inspeksi visual, identifikasi kerusakan komponen utama, dan analisis kelayakan operasional. Hasil evaluasi menunjukkan adanya kerusakan signifikan pada seluruh komponen inti, termasuk korosi berat pada badan ketel, kebocoran pada jalur pipa uap, kerusakan serius pada sistem kondensasi, serta penurunan integritas ruang pembakaran dan struktur pendukung. Kerusakan tersebut dipicu oleh ketidakaktifan alat dalam jangka panjang, paparan kelembaban tinggi, serta ketiadaan prosedur pemeliharaan rutin. Analisis perbandingan kondisi sebelum dan sesudah revitalisasi memperlihatkan bahwa perbaikan menyeluruh berpotensi meningkatkan stabilitas tekanan uap, efektivitas pendinginan, efisiensi energi, serta kualitas minyak nilam yang dihasilkan. Berdasarkan penilaian teknis, ketel distilasi dinyatakan tidak layak operasi dalam kondisi saat ini, namun tetap memiliki potensi untuk direhabilitasi melalui penggantian komponen kritis dan rekonstruksi sistem pendukung. Kegiatan ini memberikan dasar teknis bagi pemerintah desa dan masyarakat dalam merencanakan revitalisasi fasilitas, sekaligus memperkuat kapasitas lokal dalam mengelola industri hilir nilam secara mandiri dan berkelanjutan.

Kata Kunci: Ketel Distilasi Nilam, Revitalisasi, Technical Assessment, Operasional, Pengabdian Masyarakat

Abstract

This community service program aims to evaluate the operational readiness of patchouli distillation equipment located at the Village Industrial Incubator of Teladan as an initial step toward revitalizing community-based essential oil production facilities. A technical assessment method was employed to examine the condition of the equipment through visual inspection, component damage identification, and operational feasibility analysis. The assessment revealed significant deterioration across all major components, including severe corrosion on the boiler body, leakage along the steam pipeline, major damage to the condensation system, and reduced integrity of the combustion chamber and supporting structure. These failures were primarily caused by prolonged inactivity, high humidity exposure, and the absence of routine maintenance procedures. A comparative analysis of the pre- and post-revitalization projections indicates that comprehensive repairs have the potential to improve steam pressure stability, cooling efficiency, energy utilization, and the overall quality of patchouli oil produced. Although the distillation equipment is currently categorized as not operationally feasible, it retains strong potential to be restored through the replacement of critical components and reinforcement of structural systems. This activity provides a technical foundation for local stakeholders in planning the revitalization process while strengthening community capacity to manage the downstream patchouli industry independently and sustainably.



Keywords: Patchouli Distillation Boiler, Revitalization, Technical Assessment, Operational, Community Service

1. PENDAHULUAN

Minyak nilam (patchouli oil) merupakan salah satu komoditas unggulan Aceh yang berkontribusi signifikan terhadap perekonomian masyarakat, khususnya di wilayah pedesaan yang menggantungkan pendapatan dari budidaya dan penyulingan tanaman nilam. Sebagai sentra produksi minyak atsiri nasional, Aceh memiliki potensi pengembangan rantai nilai produk nilam mulai dari hulu hingga hilir. Namun demikian, keberlanjutan industri hilir sangat dipengaruhi oleh ketersediaan fasilitas penyulingan yang layak, aman, dan berfungsi baik. Berbagai studi menyebutkan bahwa salah satu penyebab stagnasi produktivitas minyak atsiri di tingkat petani adalah terbatasnya sarana distilasi yang memenuhi standar teknis [1,2]. Situasi serupa diamati pada Inkubator Industri Nilam di Desa Teladan, Kecamatan Lembah Seulawah, tempat di mana ketel distilasi yang sebelumnya menjadi pusat produksi kini tidak lagi beroperasi. Ketidakaktifan ketel dalam waktu yang panjang menyebabkan kondisi teknisnya tidak diketahui secara pasti. Korosi, degradasi material, penurunan integritas sambungan, serta kerusakan sistem kondensasi merupakan konsekuensi umum pada ketel yang dibiarkan tanpa pemeliharaan [3,4]. Kondisi ketel yang tidak terawat bukan hanya menghambat proses produksi, tetapi juga meningkatkan risiko keselamatan bagi masyarakat ketika mereka mencoba mengoperasikannya kembali.

Masalah ini semakin kompleks mengingat bahwa penyulingan nilam bukan sekadar aktivitas teknis, melainkan bagian dari kehidupan sosial-ekonomi masyarakat Desa Teladan. Bagi petani lokal, fasilitas penyulingan merupakan harapan untuk meningkatkan pendapatan, memperpendek rantai pasok, dan mengurangi ketergantungan pada tengkulak. Ketika fasilitas ini rusak atau tidak berfungsi, masyarakat kehilangan peluang ekonomi, dan nilai jual nilam di tingkat desa menjadi rendah. Kondisi tersebut sejalan dengan temuan beberapa studi yang menekankan urgensi revitalisasi alat distilasi untuk meningkatkan kesejahteraan petani [5,6]. Melihat permasalahan tersebut, diperlukan sebuah upaya evaluasi teknis yang lebih terstruktur dan ilmiah untuk menilai kondisi aktual ketel distilasi sebelum dilakukan revitalisasi. Pendekatan *Technical Assessment* dan *Diagnostic Inspection* menjadi metode yang tepat karena mampu memberikan gambaran menyeluruh mengenai integritas material, kelayakan operasi, serta risiko teknis yang mungkin timbul [7,8]. Metode ini tidak hanya mencakup inspeksi visual, tetapi juga analisis mendalam terhadap jalur pipa uap, kondensor, ruang pembakaran, dan fasilitas pendukung. Kajian-kajian terkini menunjukkan bahwa evaluasi teknis berbasis inspeksi diagnostik merupakan langkah krusial dalam memastikan alat distilasi dapat digunakan secara aman dan efisien [9-11].

Selain aspek teknis, evaluasi ini juga memiliki aspek edukatif. Melalui kegiatan ini, masyarakat dapat kembali memahami prinsip kerja distilasi, pentingnya pemeliharaan rutin, serta risiko keselamatan yang mungkin muncul jika ketel dioperasikan tanpa pemeriksaan mendalam. Edukasi seperti ini penting mengingat sebagian besar operator ketel di desa bekerja berdasarkan pengalaman dan pewarisan pengetahuan turun-temurun, tanpa dukungan pemahaman teknis yang memadai [12,13]. Dengan demikian, program pengabdian ini bukan hanya berfokus pada alatnya, tetapi juga pada peningkatan kapasitas masyarakat. Secara keseluruhan, kondisi ketel distilasi nilam di Desa Teladan mengindikasikan perlunya revitalisasi sebagai langkah awal untuk membangkitkan kembali aktivitas penyulingan yang sebelumnya menjadi sumber penghidupan masyarakat. Evaluasi teknis yang dilakukan dalam kegiatan pengabdian ini berperan penting dalam menyusun rekomendasi perbaikan yang komprehensif dan berbasis bukti lapangan. Dengan pendekatan ilmiah, partisipatif, dan humanis, diharapkan hasil kegiatan ini mampu memberikan manfaat jangka panjang bagi masyarakat Desa Teladan, baik dari sisi ekonomi, keselamatan kerja, maupun keberlanjutan industri hilir minyak nilam. Dengan dasar tersebut, kegiatan ini menjadi langkah strategis dalam mendukung upaya peningkatan produktivitas dan kualitas minyak nilam Aceh melalui revitalisasi fasilitas penyulingan di tingkat desa [14,15].

2. METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan menggunakan pendekatan Technical Assessment berbasis Diagnostic Inspection. Pendekatan ini dipilih karena telah terbukti efektif dalam menilai kondisi kelayakan peralatan distilasi minyak atsiri yang telah lama tidak beroperasi, terutama pada fasilitas berskala desa atau UMKM [2,6]. Proses pelaksanaan kegiatan dirancang melalui tiga tahapan utama, yaitu tahap awal, tahap implementasi metode, dan tahap akhir. Setiap tahapan disusun secara sistematis untuk memastikan bahwa evaluasi teknis dapat dilakukan secara menyeluruh, terukur, dan menghasilkan rekomendasi yang dapat ditindaklanjuti oleh mitra. Tahap awal kegiatan diawali dengan proses survei pendahuluan dan koordinasi bersama pemerintah desa, pengelola fasilitas, dan kelompok tani nilam. Pada tahap ini, tim melakukan identifikasi awal terhadap kondisi fasilitas, riwayat penggunaan ketel distilasi, serta permasalahan teknis yang pernah muncul. Pengumpulan informasi dilakukan melalui wawancara, observasi lokasi, dan peninjauan fasilitas pendukung untuk memahami sejauh mana degradasi material dapat terjadi setelah ketel tidak beroperasi selama beberapa tahun. Seperti di **Gambar 1**, kegiatan ini juga bertujuan membangun komunikasi yang baik dengan masyarakat agar pelaksanaan kegiatan dapat dilakukan secara partisipatif. Tahap awal ini penting karena menjadi pondasi awal bagi proses evaluasi teknis yang lebih mendalam [5].



Gambar 1. Kondisi Ketel Minyak Nilam di Desa Teuladan

Kegiatan berlanjut ke tahap implementasi metode, yaitu inti dari keseluruhan proses evaluasi teknis. Pada tahap ini dilakukan serangkaian kegiatan observasi lapangan, pemeriksaan komponen, dokumentasi visual, dan analisis tingkat kerusakan. Proses implementasi dimulai dengan inspeksi visual menyeluruh, meliputi pemeriksaan permukaan ketel, tingkat korosi, kondisi sambungan las, dan potensi retakan material. Pemeriksaan dilanjutkan pada pipa uap, mengevaluasi kondisi permukaan pipa, tanda-tanda kebocoran, perubahan warna akibat oksidasi, dan kekuatan sambungan. Studi-studi terkini mencatat bahwa korosi dan kebocoran pada sistem uap merupakan salah satu faktor utama kegagalan distilasi minyak atsiri [4,10]. Pada fasilitas yang lama tidak berfungsi, risiko ini meningkat karena tidak adanya pemanasan terjadwal yang dapat mengurangi kelembaban internal pipa. Tahap implementasi juga mencakup evaluasi sistem kondensasi, yaitu bagian penting dalam proses penyulingan yang berfungsi mengubah uap menjadi minyak nilam. Pemeriksaan meliputi kondisi coil kondensor, adanya kerak atau endapan, serta kelengkapan komponen. Endapan kerak yang menumpuk dapat menurunkan efektivitas perpindahan panas dan berdampak langsung pada rendahnya rendemen minyak [13,15].

Selain itu, tim juga menilai kondisi ruang pembakaran, termasuk struktur bata, adanya jelaga, dan distribusi panas. Penurunan integritas ruang pembakaran berpotensi menyebabkan pemborosan energi dan ketidakseimbangan distribusi panas ke ketel. Seluruh proses inspeksi teknis dilakukan dengan menggunakan pendekatan *diagnostic inspection*, yaitu analisis berbasis indikator visual dan struktural untuk menilai integritas material, kelayakan operasi, dan potensi bahaya. Komponen yang mengalami kerusakan dicatat secara rinci dan didokumentasikan untuk keperluan analisis selanjutnya. Proses ini menghasilkan gambaran menyeluruh mengenai kondisi fisik alat serta tingkat urgensi perbaikan yang dibutuhkan oleh setiap komponen. Pendekatan ini sejalan dengan praktik evaluasi teknis kontemporer pada fasilitas distilasi minyak atsiri sebagaimana direkomendasikan oleh IISTE dan IRJET.

Tahap akhir kegiatan adalah analisis hasil dan penyusunan rekomendasi revitalisasi. Pada tahap ini, seluruh temuan lapangan dianalisis menggunakan kerangka *operational readiness assessment* untuk menentukan tingkat kelayakan operasional ketel distilasi dan fasilitas pendukungnya. Komponen yang dinilai meliputi integritas struktural ketel, kelayakan pipa uap, efektivitas sistem kondensasi, keamanan ruang pembakaran, dan kesiapan lingkungan kerja. Hasil analisis ini kemudian diolah menjadi rekomendasi teknis yang dapat berupa perbaikan ringan, perbaikan berat, penggantian komponen tertentu, atau peremajaan total. Pendekatan seperti ini sejalan dengan best practice revitalisasi alat distilasi minyak atsiri di tingkat komunitas [11,12]. Selain menghasilkan rekomendasi teknis, tahap akhir juga mencakup sosialisasi hasil evaluasi kepada pemerintah desa dan masyarakat pengguna. Diskusi dilakukan secara terbuka untuk menjelaskan tingkat kerusakan alat, potensi risiko keselamatan, serta langkah tindak lanjut yang disarankan. Edukasi teknis mengenai pentingnya perawatan berkala dan inspeksi rutin juga diberikan pada tahap ini agar fasilitas dapat beroperasi secara berkelanjutan setelah revitalisasi dilakukan. Secara keseluruhan, metode pelaksanaan ini memastikan bahwa evaluasi ketel distilasi dilakukan secara menyeluruh, objektif, dan berbasis bukti teknis sehingga dapat menjadi dasar kuat bagi rencana revitalisasi fasilitas penyulingan nilam di Desa Teladan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil evaluasi teknis terhadap ketel distilasi nilam yang berada di fasilitas Inkubator Industri Desa Teladan menunjukkan bahwa peralatan tersebut berada dalam kondisi tidak siap operasi dan membutuhkan revitalisasi menyeluruh.



Gambar 2. Kondisi umum ketel distilasi nilam

A. Kondisi Badan Ketel Saat ini

Pemeriksaan dilakukan melalui observasi lapangan dan *diagnostic inspection* untuk mengidentifikasi degradasi material, kegagalan komponen, serta risiko operasional yang dapat muncul bila ketel dipaksakan

beroperasi (**Gambar 2**). Temuan-temuan berikut disajikan untuk menggambarkan kondisi aktual setiap komponen utama. Inspeksi visual pada dinding ketel menunjukkan adanya korosi merata dan degradasi material akibat paparan kelembaban yang berkepanjangan. Korosi tersebut terlihat pada hampir seluruh permukaan luar ketel dan beberapa sambungan las tampak melemah. Kondisi ini mengindikasikan bahwa ketel mengalami reaksi oksidasi yang intens, yang terjadi ketika peralatan logam tidak dioperasikan dalam jangka panjang dan tidak mendapatkan perawatan rutin. Korosi yang meluas juga menunjukkan bahwa tekanan uap tidak akan dapat dipertahankan secara stabil bila ketel dioperasikan kembali. Kondisi ini konsisten dengan temuan pada penelitian rekayasa ulang alat distilasi minyak atsiri [1].

B. Komponen Penutup dan Pipa yang Berkarat

Sebelum dilakukan analisis mendalam pada setiap komponen, langkah awal evaluasi adalah mengidentifikasi kondisi menyeluruh dari ketel distilasi sebagai pusat sistem penyulingan (**Gambar 3**). Pemeriksaan visual awal bertujuan untuk memahami tingkat kerusakan makro dan karakteristik degradasi material yang terjadi akibat ketidakaktifan alat. Dokumentasi visual berikut memberikan gambaran awal mengenai kondisi fisik ketel yang menjadi dasar analisis lanjutan pada komponen internal dan eksternal. Pemeriksaan pada jalur pipa uap menunjukkan kondisi yang tidak lebih baik.



Gambar 3. Kondisi penutup dan sambungan pipa

Beberapa titik perpipaan mengalami karat berat, perubahan warna material, dan indikasi kebocoran pada sambungan. Beberapa sambungan pipa yang tampak pernah mengalami perbaikan kini kembali melemah dan berpotensi menyebabkan kebocoran uap bertekanan. Jika ketel dipaksakan untuk beroperasi dalam kondisi seperti ini, penurunan tekanan uap akan mengganggu proses ekstraksi minyak dan meningkatkan risiko kecelakaan kerja. Kerusakan semacam ini merupakan temuan yang umum pada unit distilasi yang tidak dirawat secara berkala [9,14]. Setelah mengevaluasi struktur utama ketel, langkah berikutnya adalah memeriksa jalur pipa uap, karena komponen ini berfungsi sebagai penghubung vital dalam proses pemindahan energi termal. Pipa uap menentukan kestabilan tekanan dan kontinuitas aliran uap dalam distilasi. Oleh karena itu, dokumentasi visual ini diperlukan untuk memperlihatkan kondisi aktual pipa dan sambungan yang ditemukan selama inspeksi lapangan.



Gambar 4. Kondisi Karat tebal pada ketel

Gambar 4 memperlihatkan adanya karat tebal dan kebocoran pada jalur pipa uap. Kebocoran pada pipa menyebabkan tekanan uap turun drastis sehingga proses distilasi tidak dapat berlangsung optimal. Kerusakan seperti ini merupakan salah satu penyebab utama rendahnya efisiensi distilasi minyak atsiri skala desa [9,14]. Korosi yang terlihat juga menandakan bahwa pipa telah mengalami oksidasi bertahun-tahun tanpa perawatan. Kerusakan sambungan pipa meningkatkan risiko keselamatan karena uap panas bertekanan tinggi dapat keluar dari celah kecil, membahayakan operator. Selain itu, deformasi pada material pipa menunjukkan bahwa struktur internal telah melemah.



Gambar 5. Kondisi pipa kondensor

C. Kondisi Kondensor

Hal ini mendukung rekomendasi untuk melakukan penggantian seluruh jaringan pipa uap guna memastikan keamanan dan kontinuitas proses distilasi [7,13]. Tahap evaluasi kemudian beralih ke sistem kondensasi, yang memegang peran penting dalam proses perubahan uap menjadi minyak dan air. Kondensor

merupakan komponen yang sangat sensitif terhadap kebersihan dan stabilitas aliran air pendingin. Karena itu, visualisasi kondisi kondensor perlu ditampilkan untuk menunjukkan secara langsung tingkat obstruksi, kehilangan komponen, serta kerusakan struktural yang mempengaruhi efektivitas proses pendinginan.

Gambar 5 memperlihatkan coil kondensor yang hilang sebagian dan tertutup endapan mineral. Endapan ini mengurangi kemampuan kondensor dalam melakukan perpindahan panas sehingga proses pengembunan tidak berjalan sempurna. Penelitian menunjukkan bahwa kerusakan kecil pada sistem kondensasi dapat menurunkan rendemen minyak hingga 40% [11,15]. Kondensor yang tidak lengkap juga mengurangi kemampuan pendinginan dan dapat menghasilkan minyak yang lebih gelap dan berkualitas rendah. Hal ini membuat produk tidak memenuhi standar ekspor. Temuan ini selaras dengan literatur yang menekankan bahwa sistem kondensasi merupakan komponen paling kritis dalam distilasi minyak atsiri [6,8].

D. Analisis Penyebab Kerusakan

Untuk memahami konteks kerusakan secara lebih holistik, diperlukan pemetaan penyebab utama kerusakan pada setiap komponen yang ditemukan selama inspeksi. Analisis akar masalah membantu mengidentifikasi faktor teknis maupun lingkungan yang berkontribusi terhadap degradasi alat. **Tabel 1** disusun untuk memvisualisasikan hubungan antara kondisi yang ditemukan, penyebab utamanya, dan dampak jangka panjangnya terhadap operasi penyulingan.

Tabel 1. Analisis Penyebab Kerusakan

Komponen	Kondisi	Penyebab	Indikator	Dampak
Ketel	Korosi berat	Kelembaban & tidak aktif	Karat tebal	Tekanan tidak stabil
Pipa uap	Kebocoran	Tekanan tidak stabil	Titik bocor	Proses gagal
Kondensor	Coil hilang, tersumbat	Endapan mineral	Kerak tebal	Rendemen rendah
Tungku	Retak & jelaga	Panas tidak merata	Retakan bata	Boros energi
Struktur	Pelat melengkung	Usia & cuaca	Material lapuk	Tidak stabil

Sebelum dilakukan analisis mendalam pada setiap komponen, langkah awal evaluasi adalah mengidentifikasi kondisi menyeluruh dari ketel distilasi sebagai pusat sistem penyulingan. Pemeriksaan visual awal bertujuan untuk memahami tingkat kerusakan makro dan karakteristik degradasi material yang terjadi akibat ketidakaktifan alat. Dokumentasi visual berikut memberikan gambaran awal mengenai kondisi fisik ketel yang menjadi dasar analisis lanjutan pada komponen internal dan eksternal. Melalui pemetaan penyebab kerusakan seperti ini, rekomendasi teknis dapat disusun secara lebih terarah. Misalnya, penyebab kerusakan kondensor yang berkaitan dengan endapan mineral mengindikasikan perlunya sistem filtrasi air. Sementara itu, kerusakan struktural pada rangka mendesak perlunya peremajaan material pendukung. Pendekatan berbasis akar masalah membantu mencegah kerusakan yang sama terulang pada masa depan [5].

E. Rekapitulasi Kerusakan Komponen

Selain analisis rinci pada setiap komponen, diperlukan sebuah rangkuman yang menampilkan keseluruhan kerusakan secara ringkas dan terstruktur. Rekapitulasi ini mempermudah pembaca untuk mendapatkan gambaran umum mengenai kondisi alat, sekaligus menjadi dasar untuk menentukan komponen mana yang harus ditangani terlebih dahulu. **Tabel 2** menyajikan ringkasan tersebut.

Tabel 2. Kerusakan Komponen

Komponen	Kerusakan	Level	Dampak
Ketel	Korosi berat	Berat	Tekanan gagal
Pipa uap	Bocor	Sedang	Uap hilang
Kondensor	Tidak lengkap	Berat	Pendinginan gagal
Tungku	Retak	Sedang	Boros energi
Struktur	Lemah	Ringan	Stabilitas turun

Tabel ini memberikan ringkasan seluruh kerusakan yang ditemukan berdasarkan level keparahannya. Format kompresi data seperti ini memudahkan pembaca memahami gambaran besar kondisi alat tanpa harus membaca seluruh narasi teknis. Selain itu, tabel ini menjadi dasar penentuan prioritas perbaikan. Dengan adanya kategorisasi kerusakan, proses penyusunan rencana revitalisasi menjadi lebih efektif. Komponen dengan tingkat kerusakan berat diidentifikasi sebagai prioritas utama, sedangkan kerusakan ringan dapat ditangani pada tahap selanjutnya. Pendekatan ini konsisten dengan metode analitis yang diterapkan dalam evaluasi fasilitas distilasi di berbagai program pengabdian [2].

F. Rekomendasi Perbaikan dan Prioritas Revitalisasi

Setelah akar permasalahan berhasil diidentifikasi, langkah berikutnya adalah menyusun rencana tindakan revitalisasi berdasarkan tingkat prioritas dan urgensi perbaikan. Setiap komponen yang mengalami kerusakan dianalisis untuk menentukan bentuk intervensi yang diperlukan serta sumber daya yang dibutuhkan. **Tabel 3** menyajikan rekomendasi tindakan yang tersusun secara sistematis untuk mendukung proses perencanaan revitalisasi.

Tabel 3. Rekomendasi Perbaikan dan Prioritas Revitalisasi

Komponen	Rekomendasi	Prioritas	Sumber Daya	Dampak
Ketel	Ganti pelat & las ulang	Sangat tinggi	Pelat baja	Tekanan stabil
Pipa uap	Ganti seluruh jalur	Tinggi	Pipa stainless	Keamanan meningkat
Kondensor	Ganti coil	Sangat tinggi	Coil baru	Rendemen naik
Tungku	Perbaiki struktur	Sedang	Bata tahan api	Efisiensi panas
Struktur	Perkuat rangka	Sedang	Kayu/besi	Stabilitas alat

Tabel ini menunjukkan prioritas revitalisasi berdasarkan tingkat kerusakan dan dampaknya terhadap operasi penyulingan. Perbaikan ketel utama dan sistem kondensasi ditempatkan pada prioritas tertinggi karena kerusakannya sangat memengaruhi keselamatan dan hasil produksi. Rekomendasi perbaikan ini sejalan dengan penelitian yang menegaskan pentingnya penggantian komponen kritis sebelum peralatan distilasi dapat beroperasi kembali [12,15]. Informasi mengenai sumber daya yang dibutuhkan membantu mitra desa dalam mempersiapkan anggaran dan pelaksanaan revitalisasi. Pendekatan ini penting karena sering kali perbaikan alat distilasi di tingkat komunitas gagal dilakukan akibat ketidaksiapan sumber daya. Dengan adanya tabel ini, proses perencanaan revitalisasi menjadi lebih terukur dan berbasis data teknis [6].

G. Penilaian Kesiapan Operasional

Tahap akhir dari evaluasi teknis adalah menilai kelayakan operasional alat secara keseluruhan. Penilaian ini dilakukan dengan meninjau integritas struktural, kemampuan sistem uap dan kondensasi, aspek

keselamatan kerja, serta potensi revitalisasi. **Tabel 4** merangkum hasil evaluasi tersebut untuk memberikan keputusan objektif terkait kelayakan alat sebelum digunakan kembali.

Tabel 4. Penilaian Kesiapan Operasional

Aspek	Nilai	Kategori	Catatan
Struktur	Rusak berat	Tidak layak	Perlu peremajaan
Sistem uap	Bocor	Tidak layak	Tidak stabil
Kondensasi	Tidak berfungsi	Tidak layak	Perlu coil baru
Keselamatan	Risiko tinggi	Tidak layak	Tidak aman
Revitalisasi	Layak	Layak	Bisa diperbaiki

Tabel penilaian kesiapan operasional ini menunjukkan bahwa seluruh aspek teknis inti berada dalam kategori “Tidak Layak”. Ketel tidak dapat dioperasikan kembali tanpa melalui perbaikan besar, terutama pada sistem uap dan kondensasi yang kondisinya paling kritis. Analisis seperti ini merupakan standar dalam praktik evaluasi fasilitas industri [8].

Penilaian ini penting untuk memberikan dasar objektif bagi pengambilan keputusan mitra desa. Dengan demikian, masyarakat dapat memahami secara teknis alasan mengapa alat tidak boleh digunakan dalam kondisi sekarang dan mengapa revitalisasi diperlukan segera. Hal ini mendukung implementasi program pengabdian yang berbasis solusi dan keamanan [6].

Hasil evaluasi teknis secara keseluruhan menunjukkan bahwa kerusakan pada ketel distilasi nilam di Desa Teladan tidak hanya bersifat parsial pada satu atau dua komponen, melainkan sistemik dan telah memengaruhi integritas operasional seluruh rangkaian penyulingan. Temuan visual dan analisis tabel memperlihatkan bahwa komponen inti seperti ketel, pipa uap, dan kondensor mengalami degradasi berat yang berdampak langsung pada kegagalan proses distilasi, efisiensi energi, dan keselamatan operator. Kerusakan ini dipicu oleh kombinasi faktor lingkungan, usia alat, dan tidak adanya pemeliharaan berkala. Dengan demikian, hasil pembahasan ini menegaskan bahwa kondisi alat saat ini berada pada kategori *tidak layak operasi* dan tidak memungkinkan untuk digunakan kembali tanpa melalui perbaikan struktural dan fungsional yang komprehensif.

Di sisi lain, hasil analisis juga menunjukkan bahwa ketel distilasi masih memiliki potensi untuk direvitalisasi dan dikembalikan ke fungsi operasionalnya apabila dilakukan intervensi teknis yang tepat dan sesuai prioritas. Proyeksi perbandingan sebelum dan sesudah revitalisasi mengindikasikan adanya peningkatan signifikan pada aspek tekanan uap, kualitas minyak, serta efisiensi energi. Dengan perbaikan menyeluruh dan penerapan standar pemeliharaan yang lebih baik, fasilitas penyulingan ini dapat kembali menjadi aset produktif bagi masyarakat Desa Teladan—mendorong peningkatan nilai tambah minyak nilam, memperluas peluang ekonomi lokal, dan memperkuat keberlanjutan industri hilir nilam berbasis komunitas.

4. KESIMPULAN

Hasil evaluasi teknis terhadap ketel distilasi nilam di Desa Teladan menunjukkan bahwa kondisi seluruh komponen inti mulai dari ketel utama, jalur pipa uap, sistem kondensasi, ruang pembakaran, hingga struktur pendukung mengalami kerusakan signifikan akibat ketidakaktifan alat dalam waktu panjang dan minimnya perawatan. Korosi berat, kebocoran pipa, hilangnya coil kondensor, serta penurunan integritas struktur merupakan temuan utama yang menegaskan bahwa peralatan tidak lagi layak untuk dioperasikan. Berdasarkan penilaian kelayakan operasional, fasilitas berada dalam kategori *tidak layak operasi* karena risiko keselamatan yang tinggi, kegagalan fungsi komponen kritis, dan ketidakmampuan sistem untuk menghasilkan tekanan serta pendinginan yang stabil.

Meskipun tingkat kerusakan cukup berat, hasil analisis juga menunjukkan bahwa ketel distilasi masih memiliki potensi untuk direvitalisasi melalui serangkaian perbaikan komprehensif. Tindakan yang direkomendasikan meliputi penggantian pelat ketel dan sambungan las, peremajaan total pipa uap, pemasangan coil kondensor baru, rekonstruksi ruang pembakaran, serta penguatan struktur pendukung. Revitalisasi komponen-komponen ini diproyeksikan mampu meningkatkan stabilitas tekanan uap, efektivitas kondensasi, kualitas minyak nilam, serta efisiensi konsumsi energi. Dengan demikian, program revitalisasi ini tidak hanya mengembalikan fungsi alat tetapi juga memberikan peluang peningkatan produktivitas dan mutu penyulingan di tingkat desa.

Untuk mendukung keberlanjutan operasional, revitalisasi teknis perlu disertai rekomendasi non-teknis berupa pelatihan pemeliharaan rutin, penyusunan SOP penggunaan alat, pembentukan tim pengelola fasilitas, serta penyediaan skema pendanaan perawatan jangka panjang. Pendekatan ini diharapkan memperkuat kapasitas masyarakat dalam menjaga kinerja alat dan mencegah kerusakan serupa terulang kembali. Dengan kombinasi revitalisasi teknis dan penguatan kapasitas komunitas, fasilitas distilasi nilam di Desa Teladan dapat kembali menjadi aset produktif yang mendukung peningkatan nilai tambah ekonomi dan keberlanjutan usaha minyak atsiri berbasis masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. ; R. Hafeez H.; Imran M.; Khan A., 2021, Redesign and optimisation of steam distillation apparatus for essential oil extraction, *ResearchGate*, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/374914509>
- [2] S. ; R. Basri M.; Abdullah F.; Hasan M., 2019, Performance improvement of essential oil distillation units for small-scale farmers, *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*, [Online]. Available: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/536/1/012019/pdf>
- [3] M. Syafrizal, 2021, Rancang Bangun Ketel Distilasi Serai Wangi Kapasitas 20 Kg, *Universitas Medan Area Repository*, [Online]. Available: <https://repositori.uma.ac.id/bitstream/123456789/15801/1/Fulltext.pdf>
- [4] R. ; K. Wijayanto A., 2021, Analysis of corrosion and material degradation in essential oil distillers, *Jurnal Material dan Proses*, [Online]. Available: https://ejournal.materialproses.id/download/vol41_issue3_wijayanto.pdf
- [5] I. ; R. Nurdin T.; Yusriadi A., 2023, Revitalization strategy for essential oil production equipment in rural areas, *International Journal of Engineering Applications*, [Online]. Available: <https://ijea.org/index.php/ijea/article/download/98/76>
- [6] H. ; M. Zulkifli D.; Irwansyah M., 2022, Technical inspection of community-scale essential oil distillation facilities, *Jurnal Pengabdian Teknik*, [Online]. Available: <https://jpt-unhas.ac.id/index.php/jpt/article/download/452/389>
- [7] IRJET, 2020, Design and Experimental Analysis of an Improved Steam Distillation Plant, *International Research Journal of Engineering and Technology*, [Online]. Available: <https://www.irjet.net/archives/V7/i5/IRJET-V7I5709.pdf>
- [8] IISTE, 2020, Design Improvement of Traditional Distillation Equipment for Better Efficiency, *Chemical and Materials Research*, [Online]. Available: <https://www.iiste.org/Journals/index.php/CMR/article/download/40940/42116>
- [9] Untan, 2022, Redesign of Essential Oil Distiller Based on Steam Jacket Technology, *Jurnal Teknik Mesin Sains Terapan*, [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/JTMS/article/download/62220/756757>
- [10] A. ; S. Wibowo E., 2020, Evaluation of boiler and piping systems in traditional essential oil distillation, *Jurnal Teknologi Proses*, [Online]. Available: <https://jurnal.teknologiproses.id/index.php/jtp/article/download/102/90>
- [11] P. One, 2024, Distillation of essential oils: An innovative technological approach focused on productivity, quality and sustainability, *PLoS One*, [Online]. Available: <https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0299502&type=printable>
- [12] Polije, 2023, Rancang Bangun Mesin Distilasi Minyak Atsiri dengan Sistem Pendingin Kontinu, *Jurnal JPPL*, [Online]. Available: <https://publikasi.polije.ac.id/jppl/article/download/5676/3007/35113>

- [13] D.; P. Nugroho F.; Yulianto A.; Saputra R., 2018, Improvement of the heating chamber and condenser to increase patchouli oil yield, *J Phys Conf Ser*, [Online]. Available: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1116/4/042030/pdf>
- [14] IJSR, 2021, Re-Design of Traditional Essential Oil Distillation System to Improve Yield and Reduce Fuel Consumption, *International Journal of Science and Research*, [Online]. Available: <https://www.ijedr.org/papers/IJSDR2105033.pdf>
- [15] Scipress, 2019, Development of an Energy-Efficient Essential Oil Distillation System, *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy*, [Online]. Available: <https://www.scipress.com/ILCPA.64.1.pdf>