



Perencanaan Penggantian Komponen Generator Listrik Daya 2,5 kW

Reza Nandhika Putra Wijaya¹, Syamsul Hadi^{2*}, Mochammad Reza Maulana
Ramadhon², Bintang Erlangga³, Yohan Nur Azizi⁴, Hallan Shandria Rifqi⁵

^{1,3,4,5}Program Studi Diploma IV, Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

²Program Studi Doktor Terapan, Optimasi Desain Mekanik, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Email: rezanandhika@gmail.com¹, syamsul.hadi@polinema.ac.id^{2*}, mochammadreza75@gmail.com³,
bintangertlangga255@gmail.com⁴, youziyohan@gmail.com⁵, hssr12321@gmail.com⁶

*Penulis Korespondensi: syampol2003@yahoo.com

Abstract. The problem with a 4-stroke gasoline engine-driven electric generator is a decrease in tool performance due to wear on important components for the stator, cooling fan, air filter, oil filter, and gasket. The purpose of component replacement planning is to obtain replacement costs, maintenance schedules in 2027, and the ratio of maintenance costs to profits. The component replacement planning method includes collecting maintenance data from previous years, applying the inspection-replace-repair-overhaul (IRRO) method, assessing component conditions, predicting component lifespan, predicting labor costs, predicting supporting equipment to be used in maintenance, predicting spare part replacement times, predicting maintenance costs in 2027, and calculating the ratio of maintenance costs to profits. The results of the replacement planning obtained maintenance costs in 2027 amounting to IDR 570,007,- with an estimated electric generator rental rate of IDR 30,000,-/hour which has the potential to be rented for 128 hours/year, a profit of IDR 3,840,000,- was obtained, and the ratio of maintenance costs to profits was 14.84% which implies that a 2.5 kW electric generator that uses gasoline-pertalite fuel of around 1.5 liters/hour at maximum power is still suitable for use in the next few years and has the potential to generate profits.

Keywords: Component Failure; Component Replacement; Electric Generator; Maintenance Planning; Power 2.5 kW.

Abstrak. Permasalahan pada generator listrik berpengerak motor bensin 4 tak yaitu penurunan kinerja alat karena keausan pada komponen penting untuk stator, kipas pendingin, filter udara, filter oli, dan gasket. Tujuan perencanaan penggantian komponen untuk memperoleh biaya penggantian, jadwal perawatan pada tahun 2027, dan rasio biaya perawatan terhadap keuntungan. Metode perencanaan penggantian komponen meliputi pengumpulan data perawatan tahun-tahun sebelumnya, penerapan metode *inspection-replace-repair-overhaul* (IRRO), penilaian kondisi komponen, prediksi umur pakai komponen, prediksi biaya tenaga kerja, prediksi peralatan pendukung yang akan digunakan dalam perawatan, prediksi waktu penggantian suku cadang, prediksi biaya perawatan tahun 2027, dan perhitungan rasio biaya perawatan terhadap labanya. Hasil perencanaan penggantian diperoleh biaya perawatan tahun 2027 senilai Rp 570.007,- dengan estimasi tarif sewa generator listrik Rp 30.000,-/jam yang potensial disewa selama 128 jam/tahun, diperoleh laba Rp 3.840.000,-, dan rasio biaya perawatan terhadap laba adalah 14,84 % yang berimplikasi bahwa generator listrik daya 2,5 kW yang menggunakan bahan bakar bensin-pertalite skitar 1,5 liter/jam pada daya maksimum masih layak digunakan beberapa tahun mendatang dan berpotensi menghasilkan laba.

Kata kunci: Daya 2,5 kW; Generator Listrik; Kerusakan Komponen; Penggantian Komponen; Perencanaan Perawatan.

1. LATAR BELAKANG

Genset atau sepasang generator dengan motor penggerak adalah perangkat yang mengubah energi mekanik dari motor bensin ke generator listrik menjadi energi listrik dengan cara induksi elektromagnetik (Rahmawati dkk., 2021). Di masa kini, kebutuhan sumber listrik alternatif semakin tinggi terutama di wilayah dengan jaringan listrik yang tidak stabil atau dibutuhkan untuk kegiatan yang memerlukan listrik portabel untuk di lapangan, proyek kecil, usaha mikro, kecil, menengah (UMKM), hingga rumah tangga. Genset merupakan komponen

vital pada fasilitas pelayanan publik untuk rumah sakit, terutama untuk menjamin keberlangsungan operasional saat terjadi pemadaman listrik mendadak (Putra & Budiman, 2023). Di Indonesia, kejadian pemadaman listrik yang masih terjadi di beberapa daerah dan berkembangnya usaha mikro memperbesar penggunaan genset berkapasitas sedang, satu diantaranya genset 2,5 kW. Kapasitas tersebut dipilih karena mampu memenuhi kebutuhan penerangan, peralatan rumah tangga sederhana, mesin kecil, dan perangkat elektronik pendukung usaha. Penggunaan genset dalam berbagai fasilitas untuk *workshop*, ruang simulator, dan area pendidikan menunjukkan bahwa perangkat tersebut memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga kontinuitas pasokan listrik pada lingkungan dengan kebutuhan daya stabil (Jafar dkk., 2024; Putra & Budiman, 2023).

Selain dipakai secara pribadi, genset 2,5 kW juga sering dimanfaatkan oleh para pemilik usaha rental. Model bisnis tersebut berkembang cepat karena kebutuhan genset bersifat sementara, sehingga banyak orang atau UMKM lebih memilih menyewa daripada membeli. Di usaha rental, genset dipakai lebih intensif dibandingkan penggunaan pribadi. Satu unit genset bisa beroperasi hingga 6 sampai 10 jam sehari, bahkan lebih dalam kondisi tertentu. Intensitas penggunaan yang tinggi membuat komponen mesin bekerja di bawah beban termal, mekanis, dan lingkungan yang lebih berat, sehingga mempercepat ausnya komponen. Dengan demikian, perlakuan perawatan yang tepat sangat penting untuk memastikan genset tetap bisa digunakan dan mengurangi waktu perawatan, sehingga pemilik rental membutuhkan sistem perawatan yang efisien (Gunawan & Ardiansyah, 2024).

Secara umum, genset terdiri dari beberapa komponen penting untuk mesin penggerak (mesin pembakaran dalam), alternator, sistem pendingin, sistem pelumasan, sistem pembakaran, dan sistem penyaring udara dan oli. Jika satu diantara komponen rusak, bisa menyebabkan penurunan kinerja atau bahkan menghentikan fungsi genset. Dalam usaha rental, kerusakan komponen dapat menyebabkan penurunan pendapatan, keluhan pelanggan, hingga menaikkan biaya perbaikan darurat. Oleh karenanya, pemilik usaha rental sangat membutuhkan sistem perawatan yang efisien dan mudah diterapkan. Satu pendekatan perawatan yang telah digunakan secara luas pada bidang industri adalah metode *inspection, replace, repair*, dan *overhaul* (IRRO), yaitu metode yang memberikan kerangka kerja sistematis dalam mengidentifikasi kerusakan, menentukan tindakan perbaikan, dan mengoptimalkan biaya perawatan. Pada tahap *Inspection*, kondisi komponen diperiksa melalui gejala visual, suara mesin, getaran, dan hasil keluaran listrik. Tahap *Replace* dilakukan ketika komponen sudah tidak berfungsi baik atau sudah mencapai batas usia pakai. Tahap *Repair* diterapkan ketika komponen masih bisa diperbaiki tanpa harus diganti sepenuhnya. Tahap

Overhaul dilakukan jika mesin sudah tidak berjalan dengan optimal dan memerlukan perbaikan besar-besaran. Meskipun metode IRRO dirancang untuk memberikan gambaran lengkap mengenai kondisi mesin, dalam praktiknya, penerapan metode tersebut pada usaha rental berskala kecil sering kali disederhanakan sesuai dengan prioritas operasional dan ketersediaan sumber daya yang ada.

Dalam konteks genset 2,5 kW yang digunakan dalam operasional rental, hasil observasi menunjukkan bahwa mayoritas kerusakan komponen terjadi pada kategori *wear-out* akibat penggunaan yang terus-menerus. Komponen untuk filter udara, filter oli, dan gasket termasuk dalam kategori komponen yang mudah rusak (*consumable parts*) dan memiliki masa pakai yang relatif singkat. Sementara, komponen untuk stator dan kipas pendingin lebih rentan terhadap kerusakan akibat panas berlebih, kontaminasi debu, dan keausan bantalan gelinding. Pada mesin yang digunakan dalam jangka panjang, perbaikan bagian-bagian tertentu sudah tidak efisien lagi, sehingga mengganti komponen menjadi lebih ekonomis dan praktis dibandingkan melakukan perbaikan sebagian atau perombakan total.

Selain faktor teknis, lingkungan tempat mesin beroperasi juga mempercepat terjadinya kerusakan. Mesin yang digunakan di daerah berdebu berisiko lebih tinggi mengalami penyumbatan pada filter udara, yang pada akhirnya memengaruhi mutu pembakaran dan kebutuhan bahan bakar. Debu yang masuk ke ruang alternator dapat menempel pada lilitan stator, menyebabkan peningkatan panas dan berpotensi menimbulkan hubungan pendek (*short circuit*). Di sisi lain, mesin yang mengalami getaran berlebih saat beroperasi dapat merusak kipas pendingin dan gasket yang berfungsi menjaga kenyamanan sambungan mesin. Getaran berlebih pada motor diesel dapat mempercepat keausan komponen untuk bantalan gelinding dan gasket, sehingga inspeksi visual dan pengecekan suara mesin sangat diperlukan (Siregar dkk., 2022). Kombinasi dari faktor-faktor tersebut membuat unit genset rental berada pada risiko kerusakan yang lebih tinggi dibandingkan dengan mesin yang digunakan untuk keperluan pribadi, namun pada usaha rental berskala kecil hingga menengah, penerapan perawatan berbasis inspeksi rutin sering kali tidak berjalan optimal karena keterbatasan waktu, tenaga teknis, dan jumlah unit yang harus dikelola.

Model perawatan berbasis penggantian komponen yang rusak memiliki beberapa keunggulan, antara lain: (1) Mengurangi *downtime* karena unit dapat langsung diganti dengan komponen tanpa prosedur perbaikan detail, (2) Biaya perawatan lebih dapat diprediksi, terutama ketika komponen yang rusak umumnya adalah komponen berbiaya rendah untuk filter dan gasket (Zainal dkk., 2020), (3) Tidak memerlukan teknisi khusus dengan keahlian

perbaikan mendalam, dan (4) Cocok untuk usaha rental, karena aktivitas bisnis lebih memprioritaskan ketersediaan unit daripada proses inspeksi teknis, namun model tersebut juga memiliki risiko, untuk kemungkinan terjadi kerusakan tiba-tiba pada komponen penting, terutama stator dan kipas pendingin. Oleh karenanya, diberikan gambaran mengenai pola kerusakan berdasarkan pengalaman lapangan,, sehingga pemilik rental dapat mengantisipasi komponen mana saja yang paling sering rusak. Dengan latar belakang tersebut, disusun untuk: (1) Identifikasi komponen yang paling sering mengalami kerusakan pada genset 2,5 kW; (2) Analisis penyebab utama kerusakan berdasarkan prinsip mekanika, termal, dan lingkungan; (3) Perencanaan perawatan berbasis penggantian komponen yang rusak sebagai adaptasi metode IRRO; (4) Penghitungan biaya tahunan yang diperlukan untuk mempertahankan operasional genset; dan (5) Penentuan kelayakan ekonomi strategi perawatan tersebut dalam bisnis rental.

Melalui analisis mendalam terhadap kerusakan komponen dan biaya penggantian, diharapkan dapat memberikan model perawatan yang sederhana, namun efektif untuk menjaga operasional genset tetap ekonomis dalam konteks usaha rental dengan frekuensi penggunaan tinggi.

2. KAJIAN TEORITIS

Genset merupakan perangkat yang bekerja dengan mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Sistem tersebut terdiri dari dua komponen utama, yaitu mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*) dan alternator. Mesin pembakaran berfungsi menghasilkan energi mekanik melalui proses pembakaran bahan bakar, sedangkan alternator mengubah energi mekanik putaran tersebut menjadi energi listrik melalui prinsip induksi elektromagnetik.

Prinsip dasar alternator mengacu pada Hukum Faraday, yaitu perubahan fluks magnetik pada kumparan menghasilkan arus listrik. Bagian yang paling berperan dalam proses tersebut adalah stator (kumparan diam) dan rotor (bagian berputar yang menciptakan medan magnet). Ketika rotor diputar oleh mesin pembakaran, medan magnet yang berubah pada stator menghasilkan tegangan listrik yang selanjutnya digunakan untuk membangkitkan daya. Pada kapasitas 2,5 kW, desain genset portabel biasanya didesain agar mudah dibawa, mudah dioperasikan, dan memiliki pendinginan udara sederhana, namun desain yang ringkas tersebut memberikan kelemahan berupa sensitivitas terhadap temperatur, getaran, dan lingkungan kotor sebagai faktor yang turut mempengaruhi umur komponen.

Stator (kumparan alternator) merupakan komponen vital dalam pembangkitan energi listrik. Bahan penyusunnya berupa tembaga berlapis isolasi yang peka terhadap temperatur tinggi dan kontaminasi. Kerusakan umum pada stator dapat dijelaskan melalui teori: (a) Teori

Resistansi Termal: Kenaikan temperatur memperbesar resistansi kawat tembaga, sehingga panas semakin meningkat dan mempercepat kegagalan isolasi, (b) Teori Kontaminasi Elektromagnetik: Debu yang menempel pada lilitan dapat menyebabkan jalur arus liar (*leakage current*) dan memicu *short circuit*, (3) *Vibrational Fatigue Theory*: Getaran mesin mempercepat retaknya lapisan isolasi dan merusak sambungan lilitan (Mustofa & Roihatin, 2024; Szamel & Oloo, 2024). Kerusakan stator biasanya bersifat *catastrophic failure*, sehingga lebih efektif diganti daripada diperbaiki.

Kipas pendingin (*cooling fan*) berfungsi mengalirkan udara untuk menjaga temperatur mesin tetap dalam batas selamat. Kerusakan utamanya berada pada: (a) *Bearing Wear Theory*: bantalan gelinding mengalami gesekan konstan pada putaran tinggi, sehingga terjadi keausan (*abrasive wear, fatigue wear*), dan (b) *Imbalance Theory*: sudu kipas yang rusak menyebabkan ketidakseimbangan putaran dan meningkatkan getaran mesin (Rahman dkk., 2022; Alhazmi dkk., 2025). Kegagalan kipas menyebabkan *overheating*, yang berdampak langsung pada kerusakan komponen lain untuk piston, gasket, dan stator.

Filter udara mencegah partikel debu masuk ke ruang bakar yang kerusakannya disebabkan antara lain oleh: (a) *Filtration Saturation Theory*: semakin banyak partikel yang tertahan, semakin besar hambatan aliran udara, menyebabkan pembakaran tidak sempurna, dan (b) *Air-Fuel Ratio Theory*: kekurangan udara menghasilkan pembakaran kaya (*rich*), meningkatkan konsumsi bahan bakar dan pembentukan karbon (Dziubak & Karczewski, 2022).

Filter oli berfungsi menyaring kotoran dalam sistem pelumasan. Kerusakan filter oli menyebabkan: (a) Pelumasan tidak optimal (*lubrication starvation*), (b) Gesekan meningkat (*boundary lubrication*), dan (c) Kerusakan piston ring dan crankshaft. Komponen tersebut termasuk *consumable*, sehingga wajib diganti secara berkala (Wijayanto & Kurniawan, 2022).

Gasket menjaga kerapatan antar komponen mesin. Efek panas siklik menyebabkan: (a) *Thermal Degradation Theory*: material elastomer mengalami pengerasan dan retak, dan (b) *Compression Set Theory*: gasket kehilangan kemampuan menutup rapat. Kebocoran gasket dapat menyebabkan kehilangan oli, penurunan kompresi, dan kontaminasi kotoran pada mesin (Zaghdoudi dkk., 2023).

Kerusakan pada komponen genset terjadi akibat kombinasi faktor termal, mekanis, dan kontaminasi dengan uraian: (a) Kerusakan termal muncul karena temperatur mesin tinggi, kurangnya pendinginan, serta waktu operasi yang panjang. Komponen untuk stator dan gasket sangat rentan terhadap degradasi suhu berlebih sehingga mempercepat kegagalan isolasi stator (Nafis & Hasan, 2020), (b) Kerusakan mekanis disebabkan oleh getaran mesin, keausan akibat

gesekan, serta ketidaksejajaran komponen. Bantalan gelinding pada kipas pendingin merupakan salah satu komponen yang paling sering mengalami *fatigue wear*, dan (c) Kerusakan kontaminasi terjadi ketika debu, oli, atau partikel masuk ke sistem pembakaran maupun alternator. Debu yang menumpuk pada filter udara dan masuk ke alternator dapat meningkatkan resistansi panas dan memicu *short circuit* (Zega dkk., 2024). Secara keseluruhan, ketiga mekanisme ini mempercepat kegagalan fungsi komponen genset, terutama pada unit yang beroperasi dalam kondisi lingkungan kotor atau pemakaian intensif untuk genset rental.

Pada usaha rental, *preventive maintenance* sering sulit diterapkan karena keterbatasan teknisi dan tingginya frekuensi penggunaan. Oleh sebab itu, strategi yang paling realistis adalah penggantian komponen rusak. Model tersebut lebih sederhana, cepat diterapkan, dan sesuai dengan tujuan utama usaha rental yaitu menjaga ketersediaan unit dan mengurangi *downtime*. Selain itu pendekatan *Total Productive Maintenance* (TPM) mampu meningkatkan keandalan genset melalui keterlibatan operator dan pemeriksaan rutin yang lebih intensif dibandingkan metode perawatan biasa (Pamungkas, 2021).

IRRO merupakan pendekatan terstruktur dalam perawatan mesin (Pamungkas dkk., 2021): (a) *Inspection*, pemeriksaan kondisi komponen untuk mendeteksi gejala kerusakan, (b) *Replace*, penggantian komponen yang sudah rusak atau habis masa pakainya, (c) *Repair*, memperbaiki komponen yang masih bisa dipulihkan dengan biaya efisien, dan (d) *Overhaul*, perbaikan mayoritas terhadap mesin jika diperlukan. IRRO diadaptasikan menjadi model sederhana yang fokus pada *Replace*, karena: (b1) Sebagian besar komponen yang rusak termasuk *consumable parts*, (b2) Perbaikan mendalam tidak ekonomis pada kapasitas genset 2,5 kW, dan (b3) Usaha rental lebih memerlukan kecepatan pemulihan unit daripada inspeksi mendalam. Dengan demikian, penelitian menitikberatkan pada penggantian komponen yang rusak sebagai strategi perawatan utama.

Biaya perawatan dipengaruhi oleh harga komponen pengganti, ongkos teknisi, *downtime* unit, dan frekuensi pemakaian (Zainal dkk., 2020). Pada usaha rental, biaya harus ditekan tanpa mengurangi kesiapan mesin. Oleh karenanya, metode penggantian komponen rusak dianggap paling ekonomis karena: (a) Tidak adanya biaya inspeksi rutin, (b) Komponen yang diganti adalah komponen yang benar-benar rusak, dan (c) Perawatan dapat disesuaikan dengan tingkat penggunaan. Model tersebut memungkinkan pemilik usaha memprediksi biaya operasional lebih akurat, menjaga profit margin, dan memastikan mesin tetap siap digunakan.

3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam studi merupakan gabungan antara observasi langsung, dokumentasi lapangan, dan analisis biaya berdasarkan kerusakan komponen pada genset 2,5 kW yang digunakan dalam operasional rental. Penelitian diawali dengan melakukan observasi kondisi aktual genset yang telah digunakan dalam durasi panjang dan intensitas tinggi. Observasi ini meliputi pemeriksaan performa mesin, keluaran listrik, suhu operasi, tingkat getaran, serta indikasi visual untuk kebocoran oli dan perubahan warna komponen.

Tahap berikutnya adalah pengumpulan data fisik berupa komponen rusak, termasuk stator yang mengalami perubahan warna akibat panas berlebih, kipas pendingin dengan bantalan gelinding aus, filter udara dan filter oli yang mengalami penyumbatan partikel, serta gasket yang menunjukkan tanda kebocoran dan degradasi material. Setiap komponen rusak kemudian dianalisis untuk mengetahui penyebab kegagalan berdasarkan teori mekanis, termal, dan kontaminasi. Selain pemeriksaan fisik, juga melibatkan wawancara dengan teknisi untuk memperoleh data tambahan terkait frekuensi kerusakan, riwayat penggunaan genset, serta prosedur perawatan yang sebelumnya diterapkan. Data biaya perawatan dikumpulkan dari harga komponen baru, ongkos pemasangan teknisi, hingga biaya operasional lain untuk bahan bakar dan transportasi. Seluruh data kemudian diolah untuk menghasilkan perhitungan biaya tahunan dan menentukan kelayakan penggunaan metode perawatan berbasis penggantian komponen rusak.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kerusakan pada komponen generator listrik sebagaimana Tabel 1.

Tabel 1. Kerusakan pada Komponen Generator Listrik yang Ditemui.

No.	Nama Komponen	Foto	Kerusakan
1	Stator		1. Lilitan terbakar sebagian 2. Resistansi tidak normal
2	Kipas Pendingin		1. Suara berisik indikasi bantalan gelinding aus 2. Putaran lemah dan pendinginan tidak optimal. 3. <i>Overheating</i> terjadi setelah $\pm$ 30 menit operasi
3	Filter Udara		1. Debu menumpuk tebal
4	Filter Oli		1. Filter berwarna gelap
5	Gasket		1. Mengalami kebocoran

Temuan serupa dilaporkan oleh (Salam & Widodo, 2024) yang menyatakan bahwa unit generator diesel dengan beban operasi tinggi lebih rentan mengalami *overheating* dan penurunan kinerja komponen pendingin.

Setelah diketahui kerusakannya, kemudian komponen-komponen diganti dengan yang baru dengan rincian sebagaimana Tabel 2.

Tabel 2. Penggantian Komponen-komponen dengan Yang Baru.

No.	Komponen	Harga Satuan (Rp)	Penggantian/ Tahun (Unit)	Umur Komponen (Minggu)	Harga (Rp)	Ongkos Pasang (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	3	4		5	6	7
1	Stator Kipas	250.000	0,4	130	100.000	30.000	130.000
2	Pendingin	110.000	0,5	104	55.000	20.000	75.000
3	Filter Udara	70.000	2	26	140.000	15.000	155.000
4	Filter Oli	50.000	3	17	150.000	15.000	165.000
5	Gasket	30.000	1	52	30.000	15.000	45.000
						Total =	570.007

Secara keseluruhan, total biaya penggantian komponen selama satu tahun adalah Rp 570.007,- yang tergolong rendah jika dibandingkan dengan total biaya operasional dan pendapatan dari rental genset.

Hasil evaluasi fisik menunjukkan bahwa pola kerusakan yang terjadi didominasi oleh mekanisme keausan (*wear-out*), yang merupakan konsekuensi alami dari pemakaian jangka panjang dan kondisi kerja yang berat. Analisis biaya perawatan menunjukkan bahwa biaya penggantian komponen relatif kecil dibandingkan total biaya operasional usaha rental, sehingga kerusakan yang terjadi tidak memberikan dampak signifikan terhadap kelayakan ekonomi operasional genset.

Berdasarkan hasil pengamatan kerusakan komponen dan biaya perawatan genset 2,5 kW pada operasional usaha rental, dapat diketahui bahwa kerusakan komponen dipengaruhi secara signifikan oleh intensitas penggunaan, kondisi lingkungan kerja yang berdebu, serta efektivitas sistem pendinginan mesin. Komponen yang paling sering mengalami kerusakan meliputi filter udara, filter oli, kipas pendingin, gasket, dan stator, yang secara operasional bekerja pada kondisi suhu tinggi, mengalami getaran berulang, serta terpapar kontaminan dari lingkungan.

Jadwal perencanaan penggantian komponen generator listrik berdaya 2,5 kW sebagaimana Gambar 1.

No.	Komponen	Minggu ke- (Tahun 2027)																																																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
		Kegiatan																																																			
1	Stator	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2	Kipas Pendingin	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	Filter Udara	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	Filter Oli	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	Gasket	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Gambar 1. Jadwal Perencanaan Penggantian Komponen Generator Listrik.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil perencanaan penggantian komponen diperoleh biaya perawatan tahun 2027 senilai Rp 570.007,- dengan estimasi tarif sewa generator listrik Rp 30.000,-/jam yang potensial disewa selama 128 jam/tahun, diperoleh laba Rp 3.840.000,-, dan rasio biaya perawatan terhadap laba adalah 14,84 % yang berimplikasi bahwa generator listrik daya 2,5 kW yang menggunakan bahan bakar bensin-pertalite sekitar 1,5 liter/jam pada daya maksimum masih layak digunakan pada operasional usaha rental beberapa tahun mendatang dan berpotensi menghasilkan laba.

DAFTAR REFERENSI

- Alhazmi, M. W., Alsoufi, M. S., Bawazeer, S. A., Hijji, H. H., Alhazmi, H., & Alqurashi, H. F. (2025). Vibration and aeroacoustic analysis of defective cooling fans: Effects of blade faults on noise, turbulence, and performance efficiency. *Journal of Umm Al-Qura University for Engineering and Architecture*, 16, 290–305. <https://doi.org/10.1007/s43995-025-00107-2>
- Dziubak, T., & Karczewski, M. (2022). Experimental studies of the effect of air filter pressure drop on the composition and emission changes of a compression ignition internal combustion engine. *Energies*, 15(13), 4815. <https://doi.org/10.3390/en15134815>
- Gunawan, R., & Ardiansyah, D. (2024). Analisis efektivitas perawatan mesin genset pada usaha jasa penyewaan. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 15(2), 89–98. <https://doi.org/10.21776/ub.jrm.2024.015.02.10>
- Hadi, S., Azis, A. A., Viyus, V. E., Puspitasari, Firdaus, A. H., & Setiawan, A. (2021). Planning for maintenance and repair of continuous ship unloader using the IRRO. *Logic: Journal of Engineering Design and Technology*, 21(1), 52–63. <http://dx.doi.org/10.31940/logic.v21i1.2383>

- Jafar, M., Saputra, R., & Pratama, D. (2024). Studi keandalan generator set kapasitas kecil untuk aplikasi industri ringan. *Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 8(3), 201–210. <https://doi.org/10.31289/jmet.v8i3.9234>
- Mustofa, R., & Roihatin, A. (2024). Analisis pengaruh fluktuasi beban terhadap rugi daya stator dan rotor pada generator sinkron. *Journal of Mechanical Engineering and Applied Technology*, 2(2), 65–70. <https://doi.org/10.32497/jmeat.v2i2.5733>
- Pamungkas, D. R., Bhirawa, W. T., & Arianto, B. (2021). Analisis performa pemeliharaan generator set menggunakan metode total productive maintenance (TPM). *Jurnal Teknik Industri*, 8(1), 1–10. <https://doi.org/10.22219/JTIUMM.Vol8.No1.1-10>
- Putra, A. R., & Budiman, B. (2023). Analisis perawatan genset menggunakan metode IRRO (inspection, replace, repair, overhaul) pada usaha rental genset. *Jurnal Teknik Mesin*, 12(2), 85–94.
- Rahman, M. M., Islam, M. T., & Hasan, M. K. (2022). Design and analysis of cooling fan for improved thermal management of industrial generators. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 29, 101453.
- Salam, A., & Widodo, T. (2024). Analisis kegagalan sistem pendinginan pada generator diesel berdaya rendah. *Journal of Applied Mechanical Engineering*, 6(2), 145–154. <https://doi.org/10.14710/jame.v6i2.17654>
- Siregar, M. S., Junaidi, J., Irwan, A., & Ibrahim, H. (2022). Analisis pemeliharaan berkala pada motor diesel generator set sebagai energi listrik cadangan di UPT Rumah Sakit Khusus Paru. *SINERGI POLMED: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 3(1), 55–67. <https://doi.org/10.51510/sinergipolmed.v3i1.700>
- Szamel, L., & Oloo, J. (2024). Monitoring of stator winding insulation degradation through estimation of stator winding temperature and leakage current. *Machines*, 12(4), 220. <https://doi.org/10.3390/machines12040220>
- Wijayanto, E., & Kurniawan, B. (2022). Pengaruh kondisi filter terhadap performa mesin diesel generator. *Jurnal Teknologi Energi*, 5(2), 75–83. <https://doi.org/10.29122/jte.v5i2.4876>
- Zaghdoudi, M., Kommling, A., Jaunich, M., & Wolff, D. (2023). Understanding recovery behaviour and degradative processes of EPDM during ageing. *Polymer Testing*, 121, 107987. <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2023.107987>
- Zainal, Z., Meutia, F. A., & Rangkuti, E. M. (2020). Analisis sistem perawatan mesin genset dan biaya-biaya. *JURIPOL (Jurnal Institusi Politeknik Ganesha Medan)*, 3(2), 91–99. <https://doi.org/10.33395/juripol.v3i2.10984>
- Zega, S., Hutagalung, J., & Siregar, R. (2024). Analisis pengaruh kontaminasi debu terhadap kerusakan stator generator. *Journal of Electrical and Mechanical Engineering*, 9(1), 60–69. <https://doi.org/10.20473/jeme.v9i1.2024>