

ANALISA SISTEM PNEUMATIK PADA POWER TAKEOFF (PTO) YANG DIGUNAKAN PADA MESIN MOBIL PEMADAM KEBAKARAN

Muhammad Given¹
Sony Liston²
Zikri³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Batam, Jl. Kampus
Abulyatama No. 5 Batam Center, Batam, 29464, Indonesia

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji performa Power Take-Off (PTO) pada mobil pemadam kebakaran di Kota Batam dan mengevaluasi potensi peningkatan efisiensi dengan menerapkan sistem pneumatik. Pertumbuhan pemukiman dan zona industri di Batam telah meningkatkan risiko kebakaran, terutama di daerah padat penduduk. Oleh karena itu, efektivitas mobil pemadam kebakaran sangat bergantung pada kondisi optimal komponen vital seperti PTO, yang berfungsi untuk mentransmisikan energi dari mesin ke peralatan pemadam. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan metode observasi, wawancara, dan studi pustaka. Dari hasil penelitian, ditemukan bahwa masalah kerusakan PTO, seperti macet dan kegagalan operasional, sering terjadi dan berdampak pada kinerja mobil pemadam kebakaran. Dari 175 kasus kerusakan, 75 di antaranya merupakan kasus PTO macet, yang menjadi masalah paling umum. Penggunaan sistem pneumatik diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pengoperasian PTO, terutama dalam hal sinkronisasi dan pelumasan yang lebih baik. Implementasi sistem ini menunjukkan potensi untuk mengurangi kerusakan PTO serta meningkatkan efektivitas operasional kendaraan pemadam kebakaran dalam merespons kebakaran. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi perbaikan teknis dan operasional mobil pemadam kebakaran, serta memperkuat strategi mitigasi kebakaran di Kota Batam. Penerapan teknologi PTO dengan sistem pneumatik menawarkan solusi yang dapat meningkatkan keandalan kendaraan darurat dan memastikan respon yang lebih cepat dan efisien terhadap kebakaran, yang pada akhirnya dapat mengurangi dampak kerusakan properti dan korban jiwa.

Kata Kunci: Power Take-Off, mobil pemadam kebakaran, sistem pneumatik

ABSTRACT

This research aims to examine the performance of Power Take-Off (PTO) on fire trucks in Batam City and evaluate the potential for increasing efficiency by implementing a pneumatic system. The growth of residential and industrial zones in Batam has increased the risk of fire, especially in densely populated areas. Therefore, the effectiveness of a fire engine is very dependent on the optimal condition of vital components such as the PTO, which functions to transmit energy from the engine to the fire equipment. This research uses a qualitative descriptive approach with observation, interviews and literature study methods. From the research results, it was found that PTO damage problems, such as jams and operational failures, often occur and have an impact on the performance of fire trucks. Of the 175 cases of damage, 75 of them were cases of stuck PTO, which is the most common problem. The use of a pneumatic system is expected to increase the

operating efficiency of the PTO, especially in terms of better synchronization and lubrication. Implementation of this system shows the potential to reduce PTO damage and increase the operational effectiveness of fire fighting vehicles in responding to fires. It is hoped that the results of this research can contribute to technical and operational improvements to fire engines, as well as strengthening fire mitigation strategies in Batam City. The application of PTO technology with pneumatic systems offers a solution that can increase the reliability of emergency vehicles and ensure a faster and more efficient response to fires, which can ultimately reduce the impact of property damage and loss of life.

Keywords: Power Take-Off, fire engine, pneumatic system

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Kemajuan pesat di kota Batam telah membawa berbagai perubahan yang signifikan, khususnya dalam hal pertumbuhan pemukiman, perumahan, dan zona industri. Pertumbuhan ini, di satu sisi, mendorong perekonomian dan urbanisasi, namun di sisi lain meningkatkan risiko kebakaran, terutama di kawasan padat penduduk dan industri. Berbagai laporan menunjukkan peningkatan frekuensi kebakaran di daerah-daerah tersebut, yang tidak hanya merusak properti tetapi juga mengganggu perekonomian dan menyebabkan kerugian sosial yang besar. Dalam menghadapi kondisi tersebut, mobil pemadam kebakaran memainkan peran penting dalam mengatasi bahaya kebakaran. Efektivitas kendaraan ini sangat bergantung pada kondisi prima dari Power Take-Off (PTO), komponen vital yang memungkinkan kendaraan untuk mentransmisikan energi ke peralatan pemadam kebakaran.

PTO berperan penting dalam meningkatkan fleksibilitas dan efisiensi mobil pemadam kebakaran, namun masalah kerusakan sering terjadi, seperti ketidaksinkronan gigi transmisi,

kegagalan operasional, dan kurangnya pelumasan yang tepat.

Sistem pneumatik yang memanfaatkan udara terkompresi juga berpotensi meningkatkan kinerja PTO, namun implementasinya perlu diperiksa lebih lanjut. Berdasarkan hal ini, penelitian ini berupaya untuk mengkaji kinerja PTO pada mobil pemadam kebakaran dan mengeksplorasi apakah sistem pneumatik dapat meningkatkan efisiensi pengoperasian.

Batasan Masalah Penelitian ini dibatasi pada:

1. Pengkajian dilakukan pada mobil pemadam kebakaran.
2. Fokus pembahasan adalah pada PTO jenis split shaft yang digunakan pada kendaraan pemadam kebakaran.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, masalah penelitian dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana performa Power TakeOff (PTO) pada mobil pemadam kebakaran setelah dipasangkan sistem pneumatik?

2. Apakah sistem pneumatik dapat meningkatkan efisiensi pengoperasian PTO pada mobil pemadam kebakaran?

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Melakukan improvisasi pada pengoperasian Power Take-Off (PTO) pada mobil pemadam kebakaran.
2. Meningkatkan kinerja pengoperasian PTO pada mobil pemadam kebakaran melalui penerapan sistem pneumatik.

Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Mengaplikasikan teori dan pengetahuan yang didapat selama perkuliahan dalam kajian praktis.
2. Memperdalam pemahaman mengenai perawatan dan pemeliharaan kendaraan dan sistem permesinan, khususnya dalam konteks PTO.
3. Menyediakan pengetahuan lebih lanjut terkait pengelolaan sistem PTO pada mobil pemadam kebakaran, sehingga dapat dioptimalkan dalam mencegah dan mengatasi kebakaran.

2. Metode Penelitian

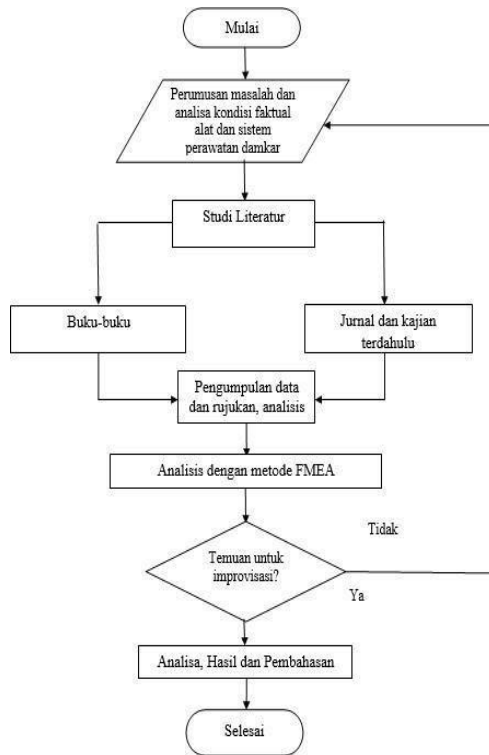
Penelitian ini dilakukan di Dinas Pemadam Kebakaran Kota Batam, dengan fokus pada analisis mesin Power Take-Off (PTO) pada mobil pemadam kebakaran di Kota Batam. Penelitian berlangsung dari 30 April hingga 5 Juni 2024. Metode yang

digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif dengan pendekatan kualitatif, bertujuan untuk memberikan pemahaman mendalam mengenai fenomena yang diteliti.

Tahapan penelitian dimulai dengan persiapan, di mana peneliti menyusun proposal dengan bimbingan dari dosen pendamping. Setelah proposal disetujui, penelitian dilanjutkan dengan pengumpulan data melalui observasi langsung, wawancara, studi pustaka, dan dokumentasi. Observasi dilakukan dengan mengamati cara kerja sistem Power Take-Off (PTO), sementara wawancara dilakukan dengan Kasubdit Mitigasi Pemadam Kebakaran Kota Batam serta operator dan petugas pemadam kebakaran. Studi pustaka dilakukan untuk menemukan materi yang relevan dengan topik penelitian, sedangkan dokumentasi berfungsi sebagai alat untuk mengabadikan gambar-gambar proses penelitian dari awal hingga akhir.

Data yang dikumpulkan kemudian dianalisis melalui tahap reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Pada tahap reduksi, data disaring dan diolah untuk mengidentifikasi informasi yang signifikan. Penyajian data dilakukan dalam bentuk naratif untuk memudahkan interpretasi dan analisis lebih lanjut. Kesimpulan diambil secara bertahap, dengan verifikasi dilakukan untuk memastikan keabsahan informasi. Proses ini menjamin bahwa kesimpulan akhir didukung oleh data yang valid dan konsisten. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat

memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai cara kerja PTO pada mobil pemadam kebakaran, serta memberikan kontribusi yang signifikan bagi peningkatan kinerja sistem tersebut.



3. Tinjauan Pustaka Pengenalan Mobil Pemadam Kebakaran

Mobil pemadam kebakaran adalah kendaraan yang dirancang secara khusus untuk memenuhi kebutuhan operasional dalam penanggulangan kebakaran. Kendaraan ini dilengkapi dengan komponen penting, seperti tangki air dan peralatan pemadam kebakaran lainnya, guna memastikan efektivitas dan efisiensi dalam mengendalikan api. Mobil pemadam kebakaran memegang peranan vital dalam situasi darurat karena dirancang untuk menyimpan air

dalam volume besar dan dilengkapi dengan sistem pemompaan yang mampu mengambil air dari hydrant, sebagaimana dijelaskan oleh National Fire Protection Association (NFPA, 2021) bahwa kendaraan pemadam kebakaran harus mampu menyediakan pasokan air dan peralatan dengan kapasitas yang cukup besar untuk menangani berbagai jenis kebakaran.

Studi oleh Smith et al. (2018) menguraikan bahwa kinerja optimal mobil pemadam kebakaran dipengaruhi oleh keandalan peralatan, termasuk komponen seperti pompa air dan selang pemadam. Efektivitas dalam merespons situasi kebakaran sangat ditentukan oleh kesiapan mobil ini, yang menjadikannya sebagai sarana utama dalam pemadaman api. Komponen seperti nozzle dan alat pemadam api portable juga memegang peranan penting, memungkinkan petugas pemadam kebakaran untuk mengarahkan air dengan tepat ke titik api dan menangani kebakaran skala kecil secara cepat.

Gambaran Umum dan Aktivitas Mobil Pemadam Kebakaran BP Batam

Pemadam Kebakaran BP Batam adalah salah satu unit pemadam kebakaran di Kota Batam yang bertanggung jawab atas penanggulangan kebakaran. Berdasarkan laporan dari BP Batam, tercatat 62 kasus kebakaran terjadi selama periode Januari hingga Juli 2024. Sebuah studi oleh Anderson (2020) menyoroti bahwa frekuensi operasional mobil pemadam kebakaran

dipengaruhi oleh usia kendaraan dan kondisi peralatan.

Kondisi ini juga tercermin di BP Batam, di mana usia pakai mobil pemadam yang sudah lama dan masalah mekanis seperti PTO yang sering macet, menjadi penghambat dalam operasional mereka.

Menurut penelitian Zhang dan Wang (2022), peningkatan efisiensi mobil pemadam kebakaran dapat dicapai melalui peremajaan kendaraan dan pelatihan operator yang baik. Masalah yang dihadapi BP Batam, seperti kampas kopling yang sering bermasalah dan jumlah personel yang tidak memadai, merupakan tantangan umum yang juga ditemukan dalam literatur tentang pengelolaan kendaraan darurat.

Jenis-Jenis Mobil Pemadam Kebakaran

Terdapat beberapa jenis mobil pemadam kebakaran yang umum digunakan, masing-masing memiliki fungsi spesifik. Menurut Harrison (2019), setiap jenis mobil pemadam kebakaran dirancang dengan tujuan yang berbeda, seperti fire truck yang difokuskan pada pendistribusian air, water supply truck yang berfungsi sebagai penyedia tambahan air, dan pump truck yang digunakan untuk mengambil air dari sumber eksternal. Truk tangga atau fire ladder juga memainkan peranan penting dalam situasi kebakaran di gedung bertingkat.

Penelitian oleh Roberts (2020) menunjukkan bahwa keberagaman jenis kendaraan pemadam kebakaran memastikan fleksibilitas tim pemadam

dalam menangani berbagai skenario kebakaran, baik di area padat penduduk maupun di lokasi yang sulit dijangkau. Penggunaan fire ladder sangat krusial dalam operasi penyelamatan di gedung bertingkat karena kemampuannya untuk mencapai ketinggian yang tidak dapat dijangkau oleh peralatan pemadam lainnya.

Komponen-Komponen Mobil Pemadam Kebakaran

Mobil pemadam kebakaran terdiri dari berbagai komponen penting yang dirancang untuk mendukung operasional pemadaman api. Menurut Brown (2021), komponen seperti chassis dan tangki air merupakan fondasi utama yang menentukan kekuatan struktur kendaraan dan kapasitas air yang dapat dibawa. Tangki air biasanya dirancang untuk menampung hingga 12.000 liter air, memungkinkan kendaraan untuk merespons kebakaran dengan pasokan air yang cukup besar.

Studi dari Garcia (2020) juga menguraikan pentingnya pompa air dan selang pemadam dalam proses pemadaman. Pompa air, yang digunakan untuk menyalurkan air dengan tekanan tinggi, harus dirawat dengan baik agar tetap dapat berfungsi optimal. Selain itu, selang pemadam kebakaran yang terbuat dari material tahan panas dan tekanan tinggi memastikan daya tahan dalam kondisi kebakaran yang ekstrem.

Dalam mobil pemadam kebakaran, alat seperti nozzle dan kompartemen penyimpanan juga tidak

kalah penting. Menurut penelitian oleh Thompson (2022), nozzle berperan dalam mengarahkan aliran air dengan presisi, sedangkan kompartemen penyimpanan memastikan bahwa semua peralatan pemadam dapat diakses dengan cepat saat dibutuhkan. Ini sejalan dengan laporan dari NFPA (2021) yang menyatakan bahwa peralatan tambahan seperti alat pemadam api portable dan tangga evakuasi juga diperlukan untuk meningkatkan fleksibilitas tim pemadam dalam situasi darurat.

Penelitian mengenai Power Take-Off (PTO) telah banyak dilakukan dengan fokus pada berbagai bidang, terutama dalam hal peningkatan efisiensi dan pengurangan biaya operasional. Fanna (2021) dalam penelitiannya menemukan bahwa penerapan konsep PTO pada turbin arus poros terayun memungkinkan integrasi fungsi pitching dan heaving pada rotor. Hal ini menghasilkan turbin yang lebih ringan dan efisien dalam hal konstruksi, karena tidak memerlukan struktur tambahan yang kompleks seperti turbin arus konvensional. Keunggulan dari turbin ini tidak hanya dari segi bobot, tetapi juga dari segi penghematan biaya konstruksi yang signifikan. Penelitian ini menunjukkan bahwa pengembangan teknologi PTO dapat memberikan solusi ekonomis dalam penerapan energi terbarukan di sektor kelautan.

Dalam konteks yang berbeda, Tuapetel dan Narwalutama (2022)

meneliti penerapan sistem pneumatik sebagai penggerak pintu gerbong kereta, yang mengungkapkan efektivitas sistem tersebut dalam mengoperasikan pintu dengan kecepatan yang dihasilkan sesuai dengan prediksi teoritis. Penerapan teknologi yang menggunakan perangkat lunak Festo Fluid Simulator menunjukkan bahwa desain sistem pneumatik ini berhasil mencapai kinerja yang diharapkan dalam aplikasi praktis, menandakan potensi teknologi ini untuk diterapkan dalam sektor transportasi.

Sartono (2016) juga meneliti sistem pompa pemadam kebakaran pada gedung bertingkat berdasarkan standar SNII dan NFPA 20. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem pemadam kebakaran berfungsi dengan baik, memenuhi standar yang ditetapkan untuk kapasitas air dan waktu pemadaman. Namun, penelitian ini juga menekankan pentingnya penyesuaian waktu respons dalam situasi darurat untuk meningkatkan efisiensi sistem pemadam kebakaran. Selain itu, metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) yang dibahas oleh Yumaida (2011) menjadi alat penting dalam mengidentifikasi risiko dan kegagalan potensial pada sistem operasional dan perawatan. FMEA mengevaluasi tiga faktor utama: frekuensi (occurrence), tingkat kerusakan (severity), dan tingkat deteksi (detection), yang digunakan untuk mengukur dan merencanakan tindakan mitigasi terhadap kegagalan. FMEA tidak memiliki format baku, dan setiap organisasi dapat mengadopsi

metode ini sesuai dengan kebutuhan spesifik dan tantangan yang dihadapi.

4. Hasil dan Pembahasan

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua kategori utama: data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui survei, observasi, wawancara, serta sesi brainstorming dengan tim pemadam kebakaran dari BP Batam. Pengumpulan data dilakukan dari 14 April hingga 26 Mei 2024. Data sekunder diambil dari arsip historis BP Batam terkait aktivitas pemadam kebakaran sebelumnya. Setelah data terkumpul, data tersebut diolah sesuai dengan metodologi yang telah dijelaskan di bab sebelumnya.

NO	KERUSAKAN	JUMLAH KERUSAKAN
1	PTO macet	75 kasus
2	PTO berisik	50 kasus
3	PTO tidak terpasang sempurna	40 kasus
4	PTO tidak berfungsi	10 kasus

Tabel diatas menampilkan kerusakan yang terjadi pada PTO (Power Take-Off) selama penelitian, di mana kerusakan paling sering terjadi adalah PTO macet dengan 75 kasus, diikuti oleh PTO berisik (50 kasus), PTO tidak terpasang sempurna (40 kasus), dan PTO tidak berfungsi (10 kasus). Berdasarkan Diagram Pareto pada Gambar 4.1, masalah utama yang memerlukan perhatian adalah PTO macet, yang merupakan jenis

kerusakan yang paling sering terjadi. Langkah selanjutnya adalah menerapkan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk menganalisis akar penyebab masalah ini.

Hasil Survey Kuisisioner

Kuisisioner diberikan kepada lima orang yang terdiri dari Kepala Seksi Penanggulangan dan Penyelamatan, komandan regu, operator mobil pemadam, dan tiga personil piket. Hasilnya sebagai berikut:

1. Pengaruh perawatan sistem pneumatik terhadap performa PTO:
 - 80% responden "Sangat Setuju" bahwa perawatan pneumatik sangat mempengaruhi performa PTO, dan 20% "Setuju".
2. Pengaruh sikap kerja terhadap performa PTO:
 - 100% responden "Sangat Setuju" bahwa sikap kerja sangat berpengaruh pada performa PTO.
3. Pengaruh umur komponen terhadap performa PTO:
 - 80% responden "Sangat Setuju" bahwa komponen yang sudah tua mempengaruhi performa PTO, dan 20% "Setuju".

Dari data tersebut, disimpulkan bahwa perawatan yang tidak optimal, sikap kerja, dan usia komponen memainkan peran penting dalam kinerja PTO.

Metode FMEA digunakan untuk mengidentifikasi kerusakan, menganalisis dampaknya, serta

menemukan penyebab potensial kerusakan pada sistem PTO. Tiga komponen utama yang dinilai adalah Severity (S), Occurrence (O), dan Detection (D). Nilai ketiga komponen tersebut kemudian dikombinasikan untuk menghitung Risk Priority Number (RPN).

Jenis Kerusakan (Failure Mode)	Penyebab Kerusakan (Failure Cause)	Akibat Kerusakan (Failure Cause)	S	O	D	RPN
Kebocoran udara	Udara yang ikut terhisap fluida	PTO berisik	6	6	3,6	43,2
Udara tidak mengalir sempurna	Pemasangan yang buruk	PTO	5	3	5,3	26,5
Komponen tidak	Tekanan kinerja sudah melampaui batas maksimum dalam waktu lama	PTO tidak berfungsi	4,6	2	6,6	20,24
Komponen tidak	Lubang piston pada blok silinder sudah aus	PTO macet	4,3	2	6,6	18,92

Berdasarkan Tabel diatas, kerusakan dengan nilai RPN tertinggi adalah kebocoran udara yang menyebabkan PTO berisik dengan nilai RPN sebesar 43,2. Masalah ini

menjadi fokus utama untuk identifikasi akar penyebab dan strategi pemeliharaan. Komponen dengan RPN tinggi akan memerlukan pemeliharaan preventif atau prediktif. Untuk kerusakan dengan RPN di bawah 200, pemeliharaan korektif menjadi pilihan yang tepat.

Analisis implementasi perawatan dilakukan menggunakan Diagram Fishbone (Ishikawa) untuk mengidentifikasi potensi kegagalan dalam sistem perawatan mobil pemadam kebakaran. Tabel 4.11 menyajikan hasil sesi brainstorming yang mengidentifikasi beberapa akar penyebab kegagalan, seperti:

- a. Manusia: Kurangnya pemahaman SDM terhadap prosedur pemeliharaan, yang memerlukan pelatihan dan edukasi reguler.
- b. Metode: Prosedur pemeliharaan oleh pihak ketiga perlu diawasi lebih ketat oleh tim internal.
- c. Material: Penggunaan material dan spesifikasi yang tepat harus diverifikasi.

Berdasarkan analisis ini, fokus utama adalah meningkatkan pemahaman prosedur, pelatihan berkelanjutan, serta pengelolaan perawatan yang lebih terstruktur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perawatan dan pemeliharaan yang kurang memadai merupakan faktor utama penyebab kerusakan PTO. Pemeliharaan reguler dan pelatihan SDM menjadi langkah kunci untuk memperbaiki performa sistem PTO dalam jangka panjang.

5. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Penelitian ini menyoroti pentingnya kinerja Power Take-Off (PTO) dalam operasional mobil pemadam kebakaran di Kota Batam.

Berdasarkan hasil penelitian, kerusakan yang paling sering terjadi pada PTO adalah macet, berisik, dan pemasangan yang tidak sempurna, yang dapat mengganggu efektivitas dalam situasi darurat. Penerapan sistem pneumatik pada PTO menunjukkan potensi untuk meningkatkan efisiensi pengoperasian, terutama dalam mengurangi kerusakan dan meningkatkan fleksibilitas. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa perawatan yang tepat dan pengembangan teknologi yang mendukung, seperti sistem pneumatik, dapat secara signifikan meningkatkan kinerja PTO, yang pada akhirnya akan berdampak positif pada respons pemadam kebakaran dalam menangani kebakaran.

Saran

1. Disarankan untuk meningkatkan frekuensi perawatan rutin pada PTO untuk mengurangi kasus kerusakan yang sering terjadi, seperti PTO macet dan berisik. Ini dapat dilakukan dengan program pemeliharaan terjadwal dan pelatihan teknis bagi operator.
2. Sistem pneumatik yang telah terbukti dalam penelitian ini perlu diadopsi secara lebih luas pada mobil pemadam kebakaran, dengan uji coba lebih lanjut untuk memastikan implementasi yang optimal.
3. Operator dan tim pemadam kebakaran sebaiknya diberikan pelatihan mengenai penggunaan dan perawatan PTO, khususnya dalam pengoperasian sistem pneumatik, untuk meningkatkan efisiensi dan meminimalisasi downtime saat merespons kebakaran.
4. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh jangka panjang dari penerapan sistem pneumatik pada PTO serta potensi inovasi teknologi lainnya yang dapat mendukung operasional pemadam kebakaran di berbagai kondisi lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bagas. (2019). Pompa Centrifugal End Suction. Bromindo.Com. <https://www.bromindo.com/pompac-entrifugal-end-suction/amp/>
- Becker, A. (2022). Sistem Pneumatik: Pengertian, Cara Kerja, dan Perbedaannya dengan Hidrolik. Vacuumpump.Co.Id. <https://vacuumpump.co.id/blog/sistem-pneumatik>
- CSCTRUCK. (2022). Perbedaan PTO Poros Tumpah Dan PTO Sandwich. Cscvehicle.Com. <https://id.cscvehicle.com/info/the-difference-between-a-broken-shaftpower-ta-69698721.html>
- Daugherty, B. (2024). Types of Power Take-Offs, Shift Types, and Engagement Methods.

- Munciepower.
https://www.munciepower.com/company/blog_detail/types_of_power_take_offs_shift_types_and_engagement_methods
- Fanna, F. J. (2021). Perancangan Power Take-Off Turbini Arus Poros Terayun. Universitas Hasanuddin.
- Firdani, L., & Kurniawan, B. (2014). Bagian Peminatan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro, M., & Pengajar Bagian Peminatan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Fakultas Kesehatan, S. Analisis Penerapan Alat Pemadam Api Ringan (APAR) Di PT. X Pekalongan, 2(5), 300–308.
- Indrawan, A. (2013). Peranan Komoditi Gambir terhadap Perekonomian Kabupaten Lima Puluh Kota Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Ekonomi*, 21(2), 1–21.
- Mihmidati, N. W. (2022). Power Take Off, Bagaimana Cara Kerja Beserta Jenis- Jenisnya? Blog.Transtrack. <https://blog.transtrack.co/teknologi/power-take-off/Safety>, P. T. P. T. O., & Murphy, D. J. (1991). Power Take-Off (PTO) Safety 1. Universitas Negeri Pennsylvania.
- Sartono, R. P. H. S. (2016). Evaluasi Sistem Pompa Pemadam Kebakaran Berdasarkan Standar Peraturan Evaluasi Kinerja Pompa Pemadam Kebakaran Pada Gedung Bertingkat Berdasarkan Standar Peraturan SNII 03- 6570-2001 dan NFPA 20 (Study Kasus di Gedung Dewi Sartika Universitas Negeri Jakarta. Universitas Negeri Jakarta.
- Smith, B. (2016). Utilizing Split Shaft Power Take-Offs. Munciepower. https://www.munciepower.com/company/blog_detail/utilizing_split_shaft_power_take_offs
- Sugiyono. (2019). Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D. Alfabeta, CV.
- Transmission, A. (2019). The Troubleshooter: Securing proper PTO performance. Truckpartsandservice.Com.
- Tuapetel, J. V., & Narwalutama, R. (2022). Perencanaan Sistem Pneumatik Sebagai Penggerak pada Pintu Gerbong Kereta. *STRING (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, 6(3), 244. <https://doi.org/10.30998/string.v6i3.10536>