

Design and Development of an Electrically Powered Oil Suction Device for Two-Wheeled Motor Vehicles

[Rancang Bangun Alat Penghisap Oli Pada Kendaraan Bermotor Roda Dua Berbasis Tenaga Listrik]

Muchammad Nizham¹⁾, Edi Widodo²⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: ediwido@umsida.ac.id

Abstract. A motorcycle oil suction tool is a tool designed to facilitate the oil change process in a motorcycle engine and overcome the constraints of manual methods that tend to be time-consuming and dirty the work area. This tool works using a vacuum system to automatically suck the remaining old oil from the engine chamber so that the oil can be sucked maximally without the need to wait for natural drainage or open the lower engine drain bolt. The purpose of designing this automatic oil suction tool is to produce an efficient, practical, and safe device, capable of increasing suction effectiveness, reducing work time, and minimizing the risk of oil spills. The design method includes identifying needs and literature studies related to vacuum systems and oil pumps, designing a design that includes a frame, reservoir tank, and pump system, selecting components such as electric pumps, hoses, valves, and on/off switches, the assembly process, and performance testing to determine suction power and oil emptying time. In addition, a strength analysis of the frame and tube was carried out using the simulation feature in SolidWorks 2024 to determine the distribution of stress, strain, and safety factor values due to static loads from the weight of the components and fluid in the tube. The analysis results indicate that the maximum stress value (Von Mises stress) is 72,594,594 N/m² (\approx 72.59 MPa), while the material yield strength is 172,368,932 N/m² (\approx 172.37 MPa). This shows that the maximum stress experienced by the structure remains below the material yield limit. The maximum displacement occurring in the structure is 3.4×10^{-5} mm, indicating that the deformation is extremely small and does not affect the structural stability of the device. In addition, the maximum strain generated is 2.52×10^{-6} , which is still within the elastic range of the material and does not cause permanent deformation. The minimum Factor of Safety (FOS) obtained from the simulation is ≥ 2.373 , indicating that the structure has a very high level of safety against the applied working load. A safety factor greater than one signifies that the structural design is safe for operation under normal working conditions. Overall, the cylindrical tank frame is capable of withstanding the applied working load, as the maximum stress value remains below the material yield strength, and therefore the structure is considered safe for use. Furthermore, the overall design results demonstrate that the oil extraction device is capable of removing oil more quickly than the conventional manual method, operates more cleanly, and is easier to use. Thus, it can serve as an effective and efficient alternative for motorcycle maintenance.

Keywords - oil change, preventing engine damage, maintenance assisting tool

Abstrak. Alat penghisap oli sepeda motor merupakan alat bantu yang dirancang untuk memudahkan proses pergantian oli pada mesin sepeda motor serta mengatasi kendala metode manual yang cenderung memakan waktu dan mengotori area kerja. Alat ini bekerja menggunakan sistem vakum untuk menyedot sisa oli lama dari bilik mesin secara otomatis sehingga oli dapat terhisap secara maksimal tanpa perlu menunggu pengaliran alami atau membuka baut pembuangan bawah mesin. Tujuan perancangan alat penghisap oli otomatis ini adalah menghasilkan perangkat yang efisien, praktis, dan aman, mampu meningkatkan efektivitas penghisapan, mengurangi waktu pengerjaan, serta meminimalkan risiko tumpahan oli. Metode perancangan meliputi identifikasi kebutuhan dan studi literatur terkait sistem vakum dan pompa oli, perancangan desain yang mencakup rangka, tabung penampung, dan sistem pompa, pemilihan komponen seperti pompa listrik, selang, katup, dan saklar on/off, proses perakitan, serta pengujian kinerja untuk mengetahui daya hisap dan waktu pengosongan oli. Selain itu, dilakukan analisis kekuatan rangka dan tabung menggunakan fitur simulasi pada SolidWorks 2024 untuk mengetahui distribusi tegangan, regangan, dan nilai faktor keamanan akibat beban statis dari berat komponen dan fluida di dalam tabung. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai tegangan maksimum (Von Mises stress) sebesar 72.594.594 N/m² (\approx 72,59 MPa), sedangkan nilai tegangan luluh (yield strength) material sebesar 172.368.932 N/m² (\approx 172,37 MPa). Nilai perpindahan maksimum (displacement) yang terjadi pada struktur sebesar $3,4 \times 10^{-5}$ mm, yang menunjukkan bahwa deformasi yang terjadi sangat kecil dan tidak mempengaruhi kestabilan struktur alat. Selain itu, nilai regangan maksimum (strain) yang dihasilkan sebesar $2,52 \times 10^{-6}$, Faktor keamanan (Factor of Safety / FOS) minimum yang diperoleh dari hasil simulasi berada pada kisaran ≥ 2.373 , yang menunjukkan bahwa struktur memiliki tingkat keamanan yang sangat tinggi terhadap beban kerja yang diberikan, secara keseluruhan rangka tabung mampu menahan beban kerja yang diberikan dengan nilai tegangan maksimum masih berada di bawah batas luluh material, sehingga dinyatakan aman untuk digunakan. Secara keseluruhan, hasil perancangan

menunjukkan bahwa alat mampu menghisap oli lebih cepat dibandingkan metode manual, bekerja lebih bersih dan mudah dioperasikan, sehingga dapat menjadi alternatif yang efektif dan efisien dalam perawatan sepeda motor.

Kata Kunci - Pergantian Oli, Mencegah Kerusakan Mesin, Alat Bantu Perawatan

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dalam industri otomotif menuntut adanya alat bantu yang mampu meningkatkan efisiensi dan ketepatan dalam proses perawatan kendaraan[1]. Salah satu perawatan penting adalah penggantian oli mesin yang bertujuan menjaga kinerja serta memperpanjang umur mesin. Metode konvensional dengan membuka baut pembuangan oli sering menimbulkan kendala seperti kerusakan baut, proses yang memakan waktu, dan risiko tumpahan oli[2]. Oleh karena itu, dirancang alat penghisap oli motor berbasis tenaga listrik yang bekerja menggunakan sistem vakum dengan bantuan pompa air listrik dan pompa oli untuk menyedot oli bekas secara lebih cepat, bersih, dan praktis tanpa membuka baut oli bawah[3].

Dengan adanya alat ini tidak hanya berfungsi sebagai perangkat penghisap, tetapi juga telah berevolusi menjadi alat multifungsi yang mempermudah proses perawatan[4]. Dengan teknologi yang semakin canggih, alat ini menawarkan fitur-fitur seperti otomatisasi, portabilitas, dan sistem penyaringan, menjadikannya lebih mudah digunakan oleh mekanik profesional maupun pemilik kendaraan pribadi. Inovasi ini tidak hanya berfokus pada efisiensi, tetapi juga pada aspek keberlanjutan[5]. Hal ini sejalan dengan semakin tingginya kesadaran akan pentingnya praktik ramah lingkungan dalam industri otomotif[6]. Dengan berbagai fitur baru dan desain yang lebih ergonomis, alat penghisap oli bekas motor kini menjadi investasi yang berharga, memudahkan penggunadalam menjaga kendaraan mereka dengan lebih baik. Alat penghisap oli bekas dengan tenaga listrik telah menjadi solusi praktis dan efisien dalam pengelolaan oli bekas di berbagai sektor, seperti otomotif, industri, dan bengkel, Oleh karena itu penting untuk memiliki alat yang dapat menghisap, mengumpulkan, dan menyimpan oli bekas secara efektif[7]. bekerja dengan memanfaatkan motor listrik untuk menghisap oli dari mesin, kendaraan, atau wadah penyimpanan lainnya.

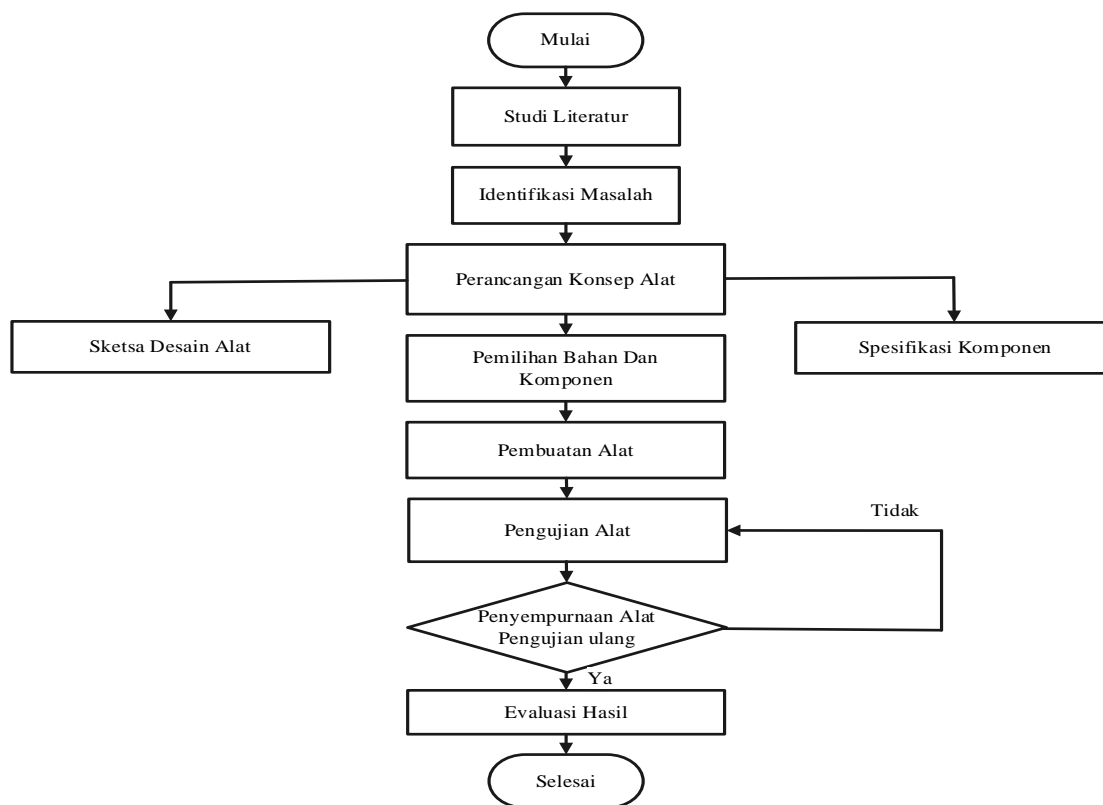
Keunggulan dari alat ini termasuk kecepatan penghisapan, kemudahan penggunaan, dan portabilitas. Dengan desain yang ergonomis dan teknologi modern, alat ini memungkinkan pengguna untuk mengelola oli bekas tanpa harus melakukan pekerjaan manual yang berat[8]. Dalam konteks industri dan otomotif, penggunaan alat ini tidak hanya membantu dalam penghematan waktu dan tenaga, tetapi juga meningkatkan keselamatan kerja dengan mengurangi risiko tumpahan oli dan paparan terhadap bahan berbahaya[9]. Dengan demikian, alat penghisap oli bekas dengan tenaga listrik menjadi komponen penting dalam praktik pengelolaan limbah yang bertanggung jawab. Melalui pendahuluan ini, diharapkan pemahaman mengenai pentingnya alat ini dalam pengelolaan oli bekas dapat lebih jelas, serta mendorong penggunaan teknologi yang ramah lingkungan dan efisien dalam berbagai sektor.

Rumusan masalah dalam penelitian ini meliputi perancangan alat penghisap oli, identifikasi komponen yang dibutuhkan beserta cara kerjanya, serta prinsip kerja alat agar penyedotan dapat dilakukan secara optimal. Batasan masalah difokuskan pada proses rancang bangun alat yang dapat digunakan di dalam maupun di luar bengkel[10].

II. METODE

2.1 Diagram Alir Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam perancangan alat penghisap oli pada kendaraan bermotor roda dua berbasis tenaga listrik untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan proses penggantian oli melibatkan beberapa langkah penting. berikut merupakan diagram alir penelitian alat penghisap oli pada kendaraan bermotor roda dua berbasis tenaga listrik[11]. Yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

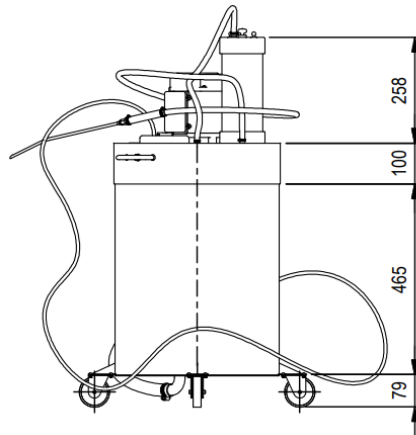
2.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam rancang bangun alat penghisap oli pada kendaraan bermotor roda Dua berbasis tenaga listrik merupakan jenis penelitian rekayasa (*engineering research*) dengan pendekatan rancang bangun (*design and build*), yang meliputi tahapan identifikasi masalah pada proses penggantian oli secara manual, studi literatur mengenai sistem pompa dan aliran fluida, perancangan desain alat menggunakan software Autodesk Inventor, pemilihan komponen utama seperti pompa air listrik Shimizu PS-121 BIT dan pompa oli rotary, proses pembuatan serta perakitan alat, hingga pengujian kinerja berdasarkan perhitungan debit aliran, daya hidrolis, dan efisiensi pompa. Selanjutnya dilakukan analisis hasil pengujian untuk memastikan bahwa alat bekerja secara optimal, aman, dan lebih efisien dibandingkan metode penggantian oli secara manual [12].

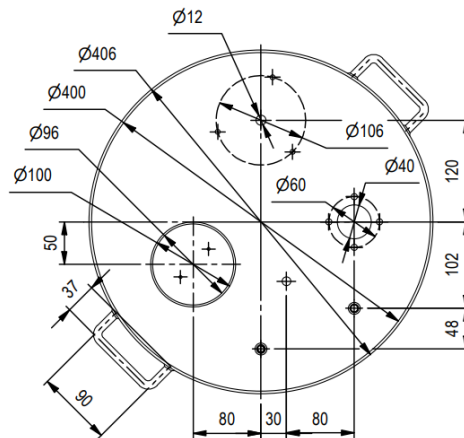
2.3 Konsep Rangka Tabung Penghisap Oli Otomatis

Rangka alat penghisap oli berbasis tenaga listrik dengan konstruksi utama berupa tabung silinder sebagai wadah penampung oli bekas yang dipasang pada rangka. Gambar pertama menunjukkan tampak samping (*side view*) alat penghisap oli berbasis tenaga listrik dengan konstruksi utama berupa tabung silinder sebagai wadah penampung oli bekas pada rangka dan dilengkapi empat roda troli untuk memudahkan mobilitas. Tinggi tabung utama adalah 465 mm, dengan tambahan dudukan bagian atas setinggi 100 mm serta unit pompa di bagian paling atas sekitar 258 mm, sedangkan jarak 79 mm dari lantai ke dasar tabung berfungsi sebagai ruang kaki penyangga sekaligus sistem roda. Pada bagian atas tabung terpasang pompa, selang hisap, dan jalur pipa yang terhubung ke sistem penyedotan, dengan selang fleksibel yang menjulur keluar sebagai saluran hisap menuju mesin kendaraan, sehingga membentuk sistem vertikal yang kompak, stabil, dan mudah dipindahkan. Sementara itu, tampak atas tutup tabung menunjukkan bentuk lingkaran dengan diameter luar 406 mm dan diameter efektif 400 mm yang disesuaikan dengan tabung penampung agar pemasangan presisi dan rapat. Pada bagian tengah terdapat pola lubang baut 12 mm yang tersusun melingkar dengan diameter dudukan 106 mm sebagai tempat pemasangan pompa utama, serta lubang $\varnothing 60$ mm di sisi kanan yang berfungsi sebagai jalur tambahan seperti ventilasi atau saluran oli. Di sisi kiri bawah terdapat lubang 100 mm dan 96 mm sebagai jalur utama masuk atau keluar oli, dengan ketebalan plat tutup sekitar 3 mm. Bagian bawah tengah memiliki susunan lubang dengan jarak 80 mm – 30 mm – 80 mm sebagai dudukan atau pengunci tambahan, sedangkan dimensi vertikal 120 mm, 102 mm, dan 48 mm menunjukkan tata letak komponen yang simetris terhadap sumbu tengah. Dua handle sepanjang 90 mm di sisi kiri dan kanan memudahkan proses membuka dan mengangkat tutup tabung. Secara keseluruhan, desain rangka dan tutup tabung ini dirancang simetris, kokoh, presisi, serta fungsional untuk menopang pompa dan sistem perpipaan sekaligus menjaga kestabilan dan keamanan selama proses penghisapan

oli berlangsung. Berikut merupakan gambar konsep rangka alat penghisap oli. Yang ditunjukkan pada gambar 2 dan 3 :



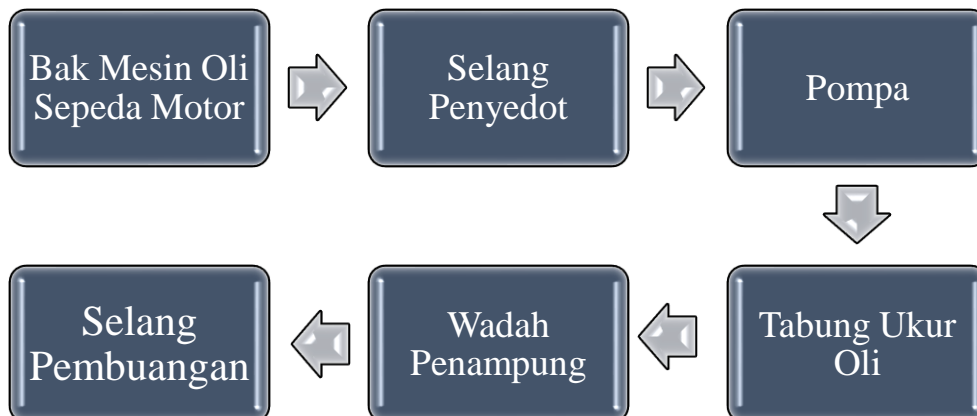
Gambar 2. Rangka Tabung Alat Penghisap Oli Tampak Samping



Gambar 3. Rangka Tabung Alat Penghisap Tampak Atas

2.4 Skema Kerja Alat Penghisap Oli Otomatis

Skema ini menggambarkan sistem sirkulasi dengan alur **satu arah** untuk memaksimalkan efisiensi penghisapan dan pengumpulan oli bekas. Alur kerjanya oli dihisap dari tangki mesin oli oleh pompa air dengan tambahan pompa oli sehingga oli terhisap secara bersih. Tekanan putaran dari pompa air listrik menggerakkan pompa oli untuk menyalurkan oli ke filter. Setelah mengetahui sisa oli yang terhisap, oli mengalir menuju wadah penampung, lalu bisa dibuang melalui saluran keluaran pada gambar 4.



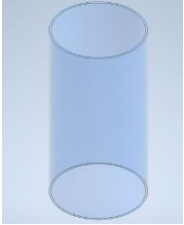





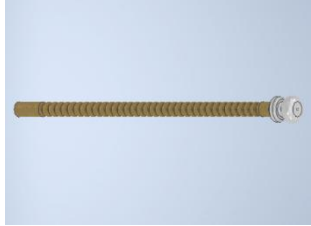
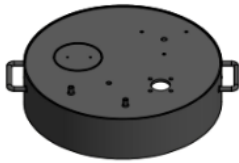



Gambar 4. Skema Kerja Alat Penghisap Oli Otomatis

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Daftar Komponen

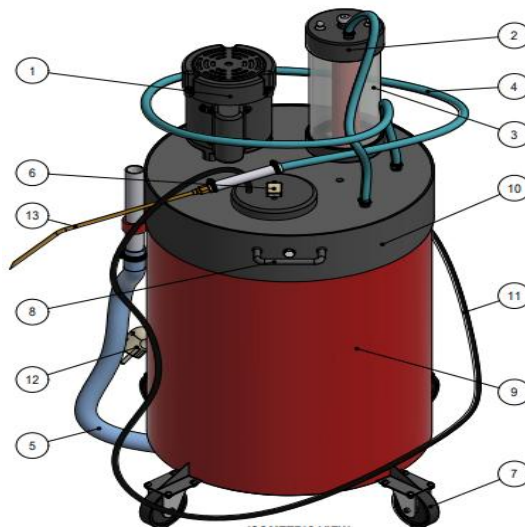
Tabel 1 Daftar Komponen

Nama Komponen	Komponen Yang Dipilih	Fungsi	Kegunaan Alat
Pompa Air Listrik 121-Bit		Menghasilkan tekanan negatif untuk menyedot oli	Komponen utama agar oli dapat terhisap dari mesin menuju tabung
Teflon PE Rod AS		Sebagai buka Tutup Oli Dan Tatakan Tabung Akrilik	Mencegah oli mengalir balik dan mengontrol proses hisap
Tabung Akrilik Bening		Sebagai tempat wadah oli yang sesudah terhisap	Wadah takaran sisa oli yang sudah terhisap dari tabung
Selang Hisap Oli		Menyalurkan oli dari mesin motor ke tabung	Media penghubung langsung antara mesin dan alat
Tombol ON/OFF		Digunakan untuk Mematikan dan menyalakan motor listrik	Saklar membantu memutus arus listrik dengan aman jika terjadi masalah,
Roda Troli		Roda berfungsi menahan berat tabung, pompa, serta oli bekas yang terkumpul.	Memudahkan alat untuk dipindahkan

Gagang AS Besi		Pegangan utama saat pengguna membuka atau menutup tabung penampung oli.	Memudahkan Proses Pengangkatan dan Pemindahan
Tutup Penampung Oli		Tutup penampung menjadi tempat pemasangan komponen.	Menutup dan Melindungi Tabung Mencegah Kontaminasi masuknya kotoran
Tabung penampung Oli		Serfungsi sebagai badan utama alat, tempat pemasangan komponen	Sebagai Wadah Penampungan Oli Bekas
Kabel Listrik		Sebagai penghantar arus listrik dari sumber daya (stop kontak) menuju motor pompa atau sistem penggerak alat.	menjaga kestabilan suplai daya sehingga pompa dapat beroperasi dengan optimal dan aman,
Selang Penghisap		Sebagai alat penghisap yang masuk kebagian lubang mesin pergantian oli	Membantu proses penghisapan menjadi lebih terarah,

3.2 Konsep Desain Alat

Desain alat disusun berdasarkan kebutuhan fungsional dan efisiensi kerja. Alat dirancang agar mudah digunakan, efisien, dan terjangkau secara ekonomis[13]. Yang ditunjukkan pada gambar 5, dan 6.



Gambar 5. Konsep Desain Alat

Keterangan Gambar

- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| 1. Pompa Air Listrik | 8. Gagang As Besi |
| 2. Teflon | 9. Tabung Penampung Oli |
| 3. Tabung Akrilik Bening | 10. Tutup Penampung Oli |
| 4. Selang Sprayer | 11. Kabel Listrik |
| 5. Selang Air | 12. Steker |
| 6. Tombol ON/OFF | 13. Penghisap |
| 7. Roda Troli | |



Gambar 6. Alat Hasil Manufaktur

3.3 Proses Pembuatan Dan Perakitan Alat

Berikut ini diagram menunjukkan alur proses perakitan alat penghisap oli berbasis tenaga listrik yang ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7. Diagram Proses Pembuatan Dan Perakitan

3.4 Perbandingan Metode Pergantian Oli Pada Kendaraan Bermotor

Penelitian ini membandingkan penggunaan alat penghisap oli otomatis dengan metode penggantian oli manual untuk mengetahui tingkat efektivitasnya dalam meningkatkan efisiensi waktu, kebersihan, dan keamanan kerja dibandingkan cara konvensional[12].

Tabel 2 Aspek Perbandingan

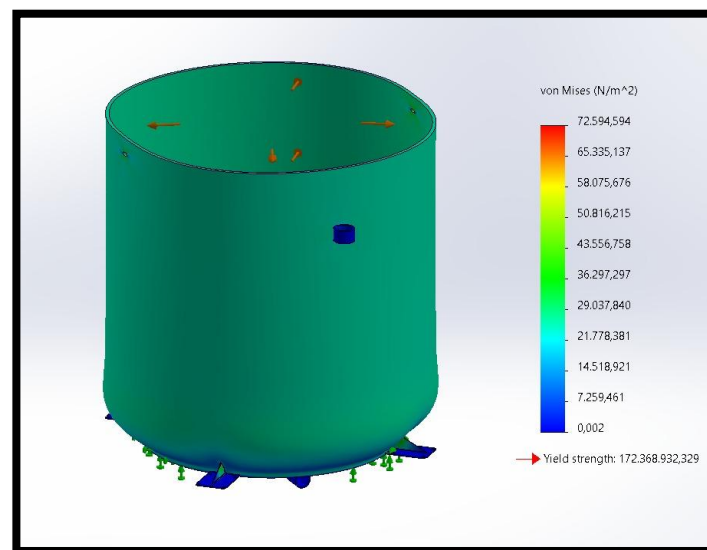
Aspek Perbandingan	Alat Penghisap Oli Otomatis	Pergantian Oli Secara Manual
Cara kerja	Menggunakan pompa vakum/motor listrik untuk menyedot oli keluar.	Oli dikeluarkan dengan membuka baut pembuangan dan ditampung manual.
Waktu pengerjaan	Lebih cepat karena proses hisap berlangsung otomatis.	Lebih lama karena harus menunggu oli menetes habis.
Tenaga operator	Lebih ringan, cukup mengoperasikan saklar alat.	Membutuhkan tenaga lebih untuk membuka baut dan membersihkan area kerja.
Kebersihan proses	Lebih bersih, oli langsung masuk ke tabung penampung.	Berpotensi kotor karena oli dapat tumpah saat proses pengurasan.
Keamanan kerja	Lebih aman karena kontak dengan oli panas lebih sedikit.	Risiko terkena oli panas lebih tinggi saat membuka baut pembuangan.

Efisiensi pengurusan	Oli dapat tersedot lebih maksimal dari ruang sempit mesin.	Oli sering masih tersisa karena hanya mengandalkan gravitasi.
Biaya awal	Relatif lebih mahal karena memerlukan pompa dan komponen listrik.	Lebih murah karena hanya menggunakan alat sederhana.
Perawatan alat	Memerlukan perawatan pompa, selang, dan tabung secara berkala.	Tidak memerlukan perawatan khusus.
Kemudahan penggunaan	Mudah digunakan dan cocok untuk bengkel modern.	Memerlukan pengalaman dan lebih rumit bagi pemula.
Kesesuaian penggunaan	Cocok untuk bengkel dengan volume servis tinggi.	Cocok untuk penggantian oli sederhana atau bengkel kecil.

3.5 Simulasi Rangka Tabung

Setelah proses desain rangka mesin selesai, langkah berikutnya ialah melakukan simulasi terhadap struktur tersebut. Material yang digunakan dalam analisis adalah steel AISI *Stainless Steel Sheet* (SS), dan pembebanan diterapkan pada area tertentu dari kerangka tabung alat penghisap oli otomatis[13]. Berikut merupakan hasil analisis kekuatan rangka desain pilihan yang ditunjukkan pada gambar 8.9.10. dan 11.:

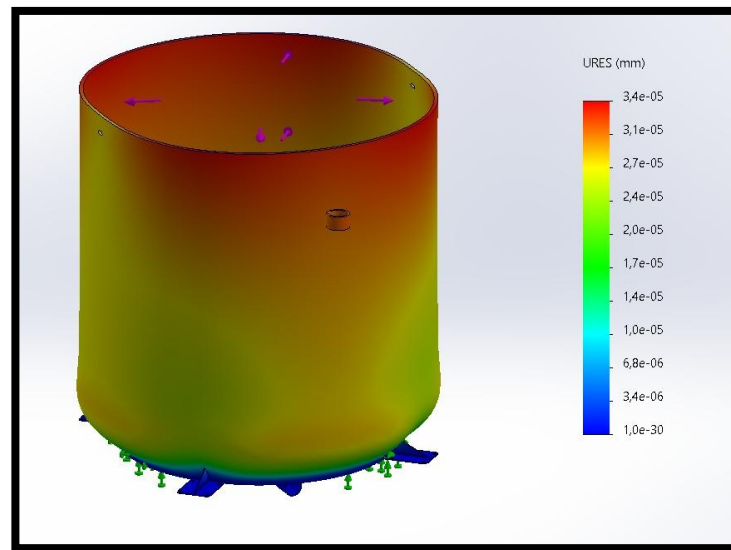
1. Hasil Simulasi Von Mises



Gambar 8. Hasil Analisis *Von Mises* Pada Tabung

Hasil analisis struktur pada model tabung menunjukkan distribusi tegangan ekuivalen Von Mises dengan satuan N/m^2 (Pa). Berdasarkan legenda warna, tegangan maksimum yang terjadi adalah sebesar $72.594.594 N/m^2$ atau sekitar $72,6 MPa$. Konsentrasi tegangan tertinggi terlihat berada pada bagian bawah tabung, khususnya di area tumpuan atau dudukan kaki penyangga, sedangkan bagian dinding tabung secara umum mengalami tegangan yang lebih rendah dan relatif merata. Material yang digunakan memiliki nilai yield strength sebesar $172.368.932.329 N/m^2$ atau sekitar $172 MPa$, sehingga tegangan maksimum yang terjadi masih berada jauh di bawah batas luluh material. Dengan demikian, struktur tabung dapat dikatakan aman terhadap beban yang diberikan karena tidak mencapai kondisi plastis, serta memiliki faktor keamanan yang cukup baik[14].

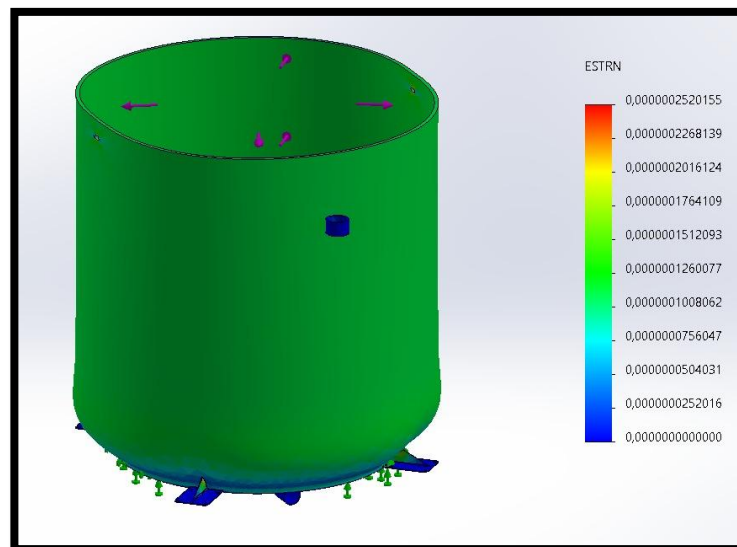
2. Hasil Simulasi Displacement



Gambar 9. Hasil Analisis *Displacement* Pada Tabung

Hasil analisis struktur menunjukkan distribusi perpindahan total (resultant displacement) atau URES (Resultant Displacement) dengan satuan milimeter (mm) atau dalam Bahasa Indonesia perpindahan total (resultan) suatu titik pada model. Berdasarkan legenda warna, perpindahan maksimum yang terjadi adalah sebesar $3,4 \times 10^{-5}$ mm, yang ditunjukkan oleh warna merah pada bagian atas tabung. Sementara itu, perpindahan minimum mendekati nol terlihat pada bagian bawah tabung yang berwarna biru, karena area tersebut merupakan titik tumpuan atau penahan utama. Secara umum, deformasi yang terjadi sangat kecil dan masih dalam batas yang sangat aman, sehingga struktur tabung dapat dikatakan cukup kaku serta mampu menahan beban yang diberikan tanpa mengalami perubahan bentuk yang signifikan[15].

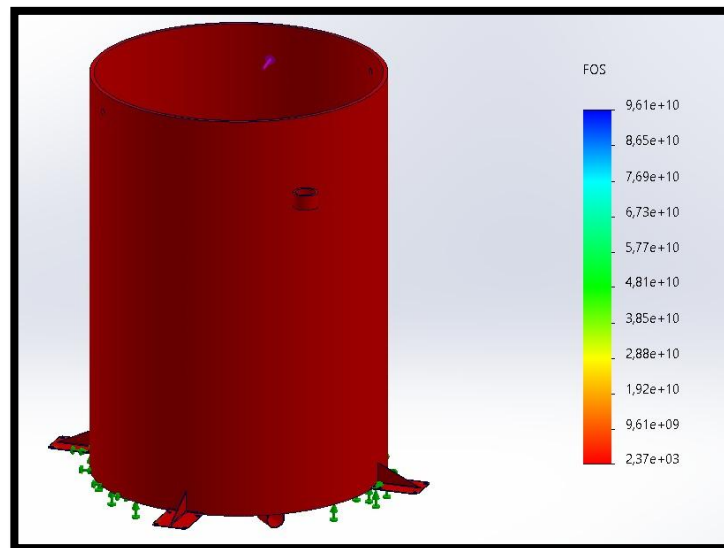
3. Hasil Simulasi Strain



Gambar 10. Hasil Analisis *Strain* Pada Tabung

Hasil analisis struktur menunjukkan distribusi regangan (strain) yang ditampilkan dalam parameter ESTRN (Equivalent Strain) yang berarti regangan ekuivalen (regangan total efektif). Berdasarkan legenda warna, nilai regangan maksimum yang terjadi adalah sekitar $0,000000252$ atau $2,52 \times 10^{-7}$, sedangkan regangan minimum mendekati nol. Konsentrasi regangan terbesar berada pada area tertentu di bagian bawah tabung, terutama di sekitar dukungan atau tumpuan kaki penyangga, sedangkan sebagian besar dinding tabung menunjukkan warna hijau yang menandakan regangan relatif kecil dan merata. Secara keseluruhan, nilai regangan yang terjadi sangat rendah, sehingga dapat disimpulkan bahwa struktur masih bekerja dalam kondisi elastis dan tidak mengalami deformasi berlebihan akibat beban yang diberikan.

4. Hasil Simulasi Safety factor



Gambar 11. Hasil Analisis *Safety Factor* Pada Tabung

Hasil analisis struktur menunjukkan distribusi Factor of Safety (FOS) atau faktor keamanan pada model tabung. Berdasarkan legenda warna, nilai FOS minimum berada pada kisaran sekitar $2,37 \times 10^3$, sedangkan nilai maksimum mencapai lebih dari $9,61 \times 10^{10}$. Warna merah yang mendominasi sebagian besar permukaan tabung menunjukkan bahwa struktur memiliki faktor keamanan yang sangat tinggi terhadap batas luluh material. Area paling kritis berada pada bagian bawah tabung di sekitar kedudukan atau tumpuan, namun nilainya masih jauh di atas batas aman. Secara keseluruhan, hasil ini menandakan bahwa desain struktur sangat aman dan mampu menahan beban yang diberikan tanpa risiko kegagalan atau deformasi permanen[16].

VII. SIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, penelitian dan pembahasan, alat penghisap oli berbasis tenaga listrik terbukti efektif meningkatkan efisiensi penggantian oli pada kendaraan roda dua. Kombinasi pompa air listrik dan pompa oli menghasilkan daya hisap optimal tanpa membuka baut pembuangan. Hasil simulasi struktur menunjukkan alat dalam kondisi aman dengan tegangan di bawah batas material dan faktor keamanan tinggi, sehingga layak digunakan sebagai alternatif yang lebih cepat, bersih, dan aman dibanding metode manual.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo atas segala ilmu, arahan, serta pengalaman berharga yang telah saya peroleh selama menempuh pendidikan hingga proses penyusunan penelitian ini. Semoga segala kebaikan, dukungan, dan kontribusi yang telah diberikan mendapatkan balasan yang setimpal serta menjadi amal yang bermanfaat bagi semua pihak.

REFERENSI

- [1] M. Irsyam, "Perancangan Alat Pendeteksi Kelayakan Oli Pada Kendaraan Sepeda Motor Berbasis Arduino Uno Atmega328," *Sigma Tek.*, vol. 2, no. 2, pp. 179–191, 2019.
- [2] A. Agung Wibowo and A. Brahma Nugroho, "Prototype Of Oil Change Notification Tool On Motorcycle Based On Hall Sensor And Esp32 Microcontroller Prototipe Alat Notifikasi Penggantian Oli Pada Sepeda Motor Berbasis Sensor Hall Dan Mikrokontroler Esp32", doi: 10.24912/tesla.
- [3] K. Abimanyu *et al.*, "Perancangan Sistem Monitoring Penggantian Oli Pada Sepeda Motor Berdasarkan Jarak Tempuh," *J. Techno-Socio Ekon.*, vol. 13, no. 1, 2020.
- [4] P. Pujono and R. W. Nur Fauzi, "Rancang Bangun Mesin Flushing Oil," *Bangun Rekaprima*, vol. 6, no. 1, p. 15, 2020, doi: 10.32497/bangunrekaprima.v6i1.1926.
- [5] A. Irma Wantini, G. Sanhaji, R. Mi'raz, and W. L. Buana, "Perancang Dan Implementasi Sepeda Motor Trail Listrik Untuk Pengembangan Produk Di Pt. Len Industri (Persero)," *J. Poli-Teknologi*, vol. 22, no. 3, pp. 114–125, 2023, doi: 10.32722/pt.v22i3.5775.
- [6] A. Nugroho, "Analisis Pengaruh Modifikasi Berat Roller Terhadap Performa Pada Motor Matic 110 Cc Dengan Metode Pengujian Dynotest," *Mach. J. Tek. Mesin*, vol. 8, no. 2, pp. 17–21, 2022, doi: 10.33019/jm.v8i2.2926.
- [7] O. Muhammad and A. Fahrezi, "Proyek Akhir Rancang Bangun Alat Pemurnian Oli Bekas Menggunakan Metode Filtrasi Dengan Media Pasir Zeolit, Karbon Aktif, Dan Bio Ceramic Ball Program Studi D3 Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali 2024," 2024.
- [8] I. Iswanto, H. Herman, E. Widodo, and A. Fahrudin, "Rancang Bangun Mesin Penchoak Pipa (Pipe Notcher) Multi Dimensi," *J. METTEK*, vol. 6, no. 2, p. 111, Jan. 2021, doi: 10.24843/mettek.2020.v06.i02.p05.
- [9] A. A. Latif, "Studi Eksperimental Pengaruh Debit Aliran Terhadap Kedalaman Gerusan pada Hilir Pintu Air dengan Dasar Tanah Lempung," *J. Muhammadiyah's Appl. Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 132–137, 2023, doi: 10.26618/jumptechn.v1i2.8569.
- [10] F. Ansori and E. Widodo, "Analysis on Centrifugal Pump Performance in Single, Serial, and Parallel," *JEMMME*, vol. 3, no. 2, 2018.
- [11] L. Prihasworo, D. Woro Fittrin, U. Yusmaniar Oktawati, and H. Nur Isnianto dan Yulianus Wahyu Setyono, "Rancang Bangun Smart DC Current and Voltage Monitoring Dengan Thingspeak Pada Simulator PLN Laboratorium Teknik Tenaga Listrik UGM," 2020.
- [12] A. Kurniawan and W. Yandri, "Operasi Motor Listrik Dengan Sistem Kendali Star Delta Menggunakan Plc Zelio Sr3B101Fu," *J. Ensiklopedia*, vol. 2, no. 5, pp. 1–6, 2020, [Online]. Available: <http://jurnal.ensiklopediaku.org>
- [13] J. Pendidikan and T. Mesin, "RANCANG BANGUN MESIN POMPA AIR DENGAN SISTEM RECHARGING Oleh," vol. 2, 2017.
- [14] M. N. Politeknik and N. Jakarta, "IMPLEMENTASI PROBLEM BASED LEARNING (PBL) PADA KOMPETENSI TUNE-UP MOTOR BENSIN," 2019. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/334724134>
- [15] A. I. R. Dengan and P. Hisap, "No Title," 2025.
- [16] E. Saputra *et al.*, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Debit Air," vol. 2, no. 1, pp. 73–80, 2019.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.