

Desain Alat Pengisi Minyak Pelumas Kompresor Pada Lokomotif

Ilham Satrio Utomo^{1*}, Dadang Sanjaya Atmaja², Wahyuda Diru Infanther³

¹Prodi Teknologi Mekanika Perkeretaapian, Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun

*Correspondence to: ilham.satrio@ppi.ac.id

Abstract: Kompresor merupakan komponen utama lokomotif. Kompresor berfungsi menghasilkan udara bertekanan. Udara terkompresi yang dihasilkan oleh kompresor digunakan untuk melayani peralatan seperti pengereman, penyulingan dan sander. Perawatan kompresor memerlukan penggantian oli pelumas secara berkala. Pelumas yang sudah memasuki masa penggantian jika tidak dilakukan penggantian maka akan menimbulkan potensi kerusakan pada komponen, karena telah mengalami perubahan sifat fisik dan kimia serta partikel yang dapat merusak komponen pada kompresor. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang alat pengisi minyak pelumas kompresor yang cepat dan mudah dioperasikan. Penelitian ini difokuskan pada perancangan alat pengisi minyak pelumas kompresor pada lokomotif. Metode penelitian yang digunakan adalah desain, perhitungan dan simulasi bingkai. Hasil penelitian menunjukkan kebutuhan desain berupa besi strip sebagai pembatas tangki, pipa besi sebagai rangka perkakas, plat ASTM A36 sebagai alas perkakas, tabung stainless steel sebagai penyimpan minyak pelumas, roda trolley, tee galvanis, nepple ganda, dan tutup pipa besi sebagai penutup tangki. Hasil perhitungan dan simulasi tegangan, regangan dan faktor keamanan rangka pahat menunjukkan tegangan maksimum yang terjadi sebesar 13,5 MPa dan regangan maksimum yang terjadi sebesar 0,040 mm. Faktor keamanan rangka perkakas adalah 18,6.

Keywords: kompresor, lokomotif, Solidwork, oli pelumas, pengisian

Abstract: The compressor is the main component of the locomotive. The compressor functions to produce pressurised air. The compressed air produced by the compressor is used to serve equipment such as braking, distilling and sanders. Compressor maintenance requires regular replacement of lubricating oil. Lubricants that have entered the replacement period are not replaced, it will cause potential damage to components, because they have undergone changes in physical and chemical properties and particles that can damage components in the compressor. The purpose of this research is to design a compressor lubricating oil filler that is fast and easy to operate. This research is focused on designing a compressor lubricating oil filler on a locomotive. The research methods used are design, calculation and frame simulation. The results show the design needs in the form of strip iron for tank divider, iron pipe as tool frame, ASTM A36 plate as tool base, stainless steel tube as lubricating oil storage, trolley wheel, galvanised tee, double nepple, and iron pipe cap as tank cover. The calculation and simulation results of stress, strain and safety factor of the tool frame show that the maximum stress that occurs is 13.5 MPa and the maximum strain that occurs is 0.040 mm. The safety factor of the tool frame is 18.6.

Keywords: compressor, locomotive, Solidwork, lubricating oil, filling

Introduction

Perawatan merupakan kegiatan yang berfungsi dan bertujuan untuk mempertahankan atau memulihkan kehandalan dari sistem agar tercapai keadaan siap operasi dari sistem. Perawatan lokomotif dilakukan agar lokomotif selalu dalam keadaan siap operasi dan mampu digunakan untuk menarik dan atau mendorong sarana lainnya. Lokomotif yang digunakan untuk menarik dan atau mendorong gerbong, Kereta dan atau peralatan khusus secara terus menerus tentunya membutuhkan perawatan guna menjaga performa lokomotifnya. Perawatan dilakukan pada Depo Lokomotif yang biasanya terdapat pada stasiun Daerah Operasi (Daop). Perawatan pada lokomotif yang dilaksanakan di depo lokomotif dibagi menjadi 2 perawatan yaitu *Daily Check* dan *Monthly Check*. Pada *monthly check* di depo. Perawatan terdiri dari P1, P3, P6 dan P12. Perawatan pada lokomotif dilakukan pada peralatan pengereman, Perangkat keselamatan dan komponen lainnya. Pada perawatan P6 salah satu komponen yang memerlukan perawatan adalah kompresor pada lokomotif (Kahle, 2006).

Kompresor merupakan alat atau komponen yang penting bagi lokomotif karena digunakan untuk melayani dan menyediakan udara bertekanan untuk sistem yang memerlukan udara bertekanan seperti sistem pengereman, Suling lokomotif dan pemasir (Chunduru et al., 2011). Kompresor dihubungkan dengan *propeller* yang terhubung dengan mesin. Salah satu perawatan pada kompresor adalah pengisian dan pengurusan minyak pelumas pada kompresor lokomotif pada saat Perawatan 3 bulanan maupun kelipatannya. Pelumas yang tidak diganti akan menjadi tercemar dengan gram gram halus. Akibatnya, komponen tidak terlumasi dengan sempurna dan malah akan menimbulkan goresan pada bagian yang dilapisi (Chen et al., 2019; J. Wang et al., 2019).

Pada praktiknya khususnya penggantian minyak pelumas kompresor pada lokomotif menggunakan cara manual dan memerlukan 2 orang dengan rincian 1 orang menuangkan dari jerigen ke gelas ukur dan 1 orang menuangkan dari gelas ukur menuju corong lubang pengisian minyak pelumas kompresor. Hal ini menjadikan perawatan memerlukan waktu yang cukup lama (Syaifudin et al., 2019). Untuk memenuhi spesifikasi jumlah minyak pelumas lokomotif CC201, CC203, CC204 maka harus dilakukan 9-10 kali penuangan karena kapasitas minyak pelumas adalah 9.7 liter. Sedangkan untuk penggantian minyak kompresor pada lokomotif CC206 memerlukan 40 kali penuangan karena kapasitas dari minyak pelumas kompresor CC206 sendiri 39,8 liter (Tao et al., 2019). Kendala lainnya adalah ketika menuangkan minyak pelumas menggunakan cara manual adalah kemungkinan terjadinya tumpahan minyak pelumas pada lantai. Apabila terdapat tumpahan maka pelumas akan jatuh ke bagian rangka bawah dan dapat mengenai teknisi bagian rangka bawah serta jika terjatuh ke lantai dapat menimbulkan kecelakaan kerja akibat terpeleset minyak pelumas. Setiap bulan. Selalu ada perawatan P3 dan kelipatannya yang mana mengharuskan penggantian minyak pelumas kompresor (S. Wang et al., 2020).



Gambar 1 Pengisian Minyak Pelumas Kompresor pada Lokomotif

Berdasarkan masalah tersebut diatas dan untuk mempersingkat waktu pengisian dari minyak pelumas kompresor pada lokomotif serta mengurangi teknisi dalam perawatan khususnya minyak pelumas kompresor lokomotif (Ge et al., 2021). Melalui alat ini diharapkan mampu mempersingkat waktu perawatan pada lokomotif khususnya saat penggantian minyak pelumas kompresor pada lokomotif saat perawatan serta dapat mengurangi tenaga perawatan dan meningkatkan keamanan saat pengisian minyak pelumas kompresor pada lokomotif (Zhu et al., 2018).

Method

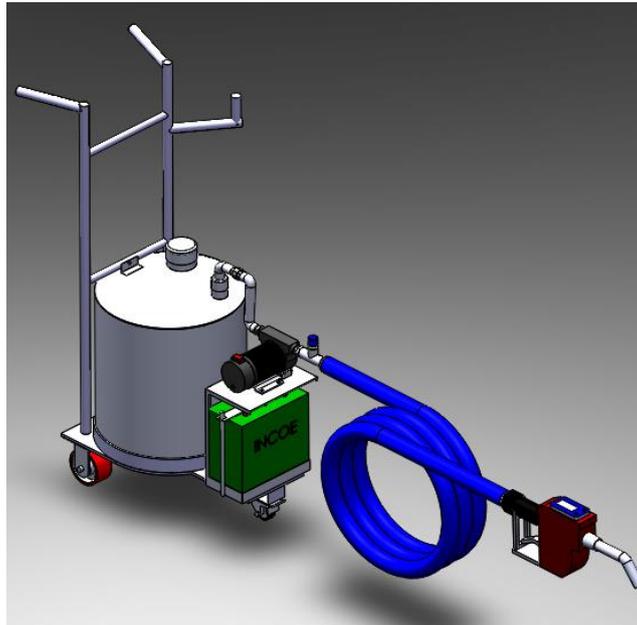
Berikut meruokan data primer yang didapatkan di Depo Lokomotif Besar Kelas A Purwokerto. Data yang diperoleh antara lain:

1. Pengisian sebelum adanya alat untuk menentukan kriteria desain dari alat pengisi minyak pelumas kompresor lokomotif.
2. Hasil pengukuran diameter lubang pengisian minyak pelumas kompresor pada lokomotif sebagai penentuan diameter ujung *Nozzle*

Data sekunder merupakan data yang bersumber dari buku, jurnal atau referensi lainnya. Adapun data yang penulis dapatkan adalah kapasitas minyak pelumas pada lokomotif CC 201, CC203, CC204 CC 206.

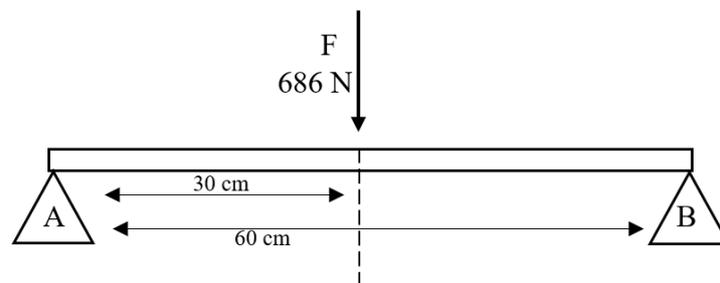
Proses perancangan gambar dari alat ini menggunakan software gambar *Solidwork 2017*. *Solidwork* adalah software yang digunakan untuk menggambar dan menggabungkan komponen dalam bentuk 3D. Software ini dapat menampilkan gambar komponen menyerupai aslinya berdasarkan desain yang sudah kita buat. Aplikasi ini dipilih untuk menggambar keseluruhan komponen alat. Proses desain dimulai dengan mendesain konstruksi produk. Lalu ke desain komponen produk. Penggabungan antar komponen dan hasil desain akhir. Desain konstruksi dibagi menjadi desain pemindah dan desain komponen. Desain pemindah yaitu desain roda *trolley* yang digunakan sebagai penopang dan pemindah alat. Sedangkan desain komponen antara lain: Desain pompa minyak, *Flow Meter*. Selang,

Tangki penyimpanan minyak pelumas dan roda. Kemudian komponen tersebut diintegrasikan atau di *assembly* untuk mendapatkan hasil desain akhir dari alat. Berikut adalah gambar dari desain alat pengisi minyak pelumas kompresor pada lokomotif.



Gambar 2 Rencana Desain Alat Pengisi Minyak Pelumas Kompresor Pada Lokomotif

Result and Discussion



Gaya (F) : 686 N
 Panjang Total (L_{tot}) : 60 cm = 600 mm
 Panjang titik A-F (L_1) : 30 cm = 300 mm
 Panjang titik F-B (L_2) : 30 cm = 300 mm

Luas Penampang

$$L = 2 \cdot (p \cdot l + p \cdot t + l \cdot t)$$

$$L = 2 \cdot (60 \cdot 40 + 60 \cdot 0,8 + 40 \cdot 0,8)$$

$$L = 2 \cdot (2480)$$

$$l = 4960 \text{ cm}^2 \rightarrow 49,6 \text{ m}^2$$

Tegangan Normal

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = \frac{686}{49,6}$$

$$\sigma = 13,8 \text{ N/m}^2$$

Safety Factor

$$S_F = \frac{\sigma_y}{\sigma}$$

$$S_F = \frac{250.0000.000}{13,8}$$

$$S_F = 18,115$$

Spesifikasi Teknis Alat

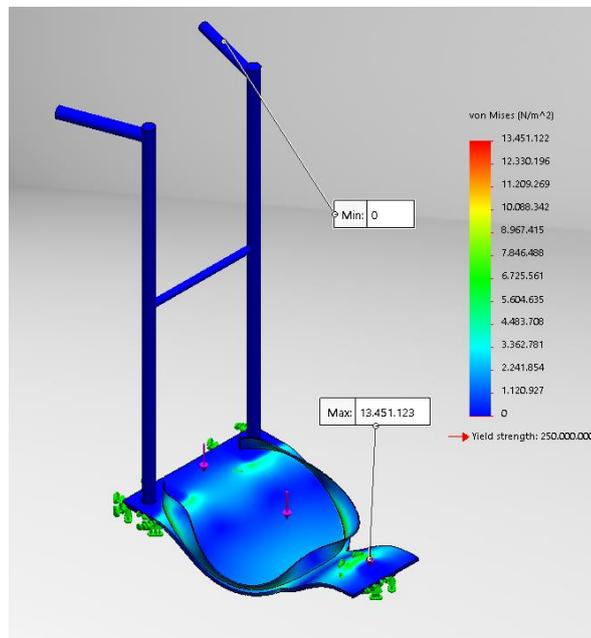
Kapasitas tangki	: 50 liter
Berat total alat	: ± 85 Kg
Sumber daya	: Accu
Voltase	: 12V
Panjang Alat	: 60 cm
Lebar alat	: 40 cm
Tinggi alat	: 120 cm
Panjang selang pengisian	: 4 meter
Debit pompa	: 20-40 liter/menit
Kecepatan putar pompa	: 3500 Rpm
Jenis pompa	: Rotary Vane

Pengujian Simulasi

Pengujian simulasi dilakukan dengan menggunakan software *Solidwork 2017*. Pengujian simulasi difokuskan pada pengujian secara statis terhadap kekuatan konstruksi saat dibebani atau pengujian beban. Konstruksi yang sudah selesai akan dilakukan simulasi untuk menguji kekuatannya.

a. Tegangan (*Stress*)

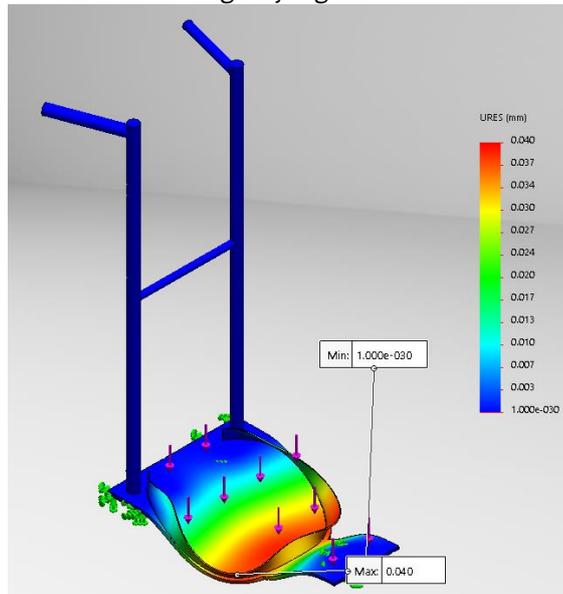
Tegangan adalah gaya yang bekerja pada permukaan benda seluas satu satuan. Semakin sempit luas permukaan namun gaya tetap. Maka tegangan pada area tersebut makin besar. Tegangan dapat menyebabkan benda mengalami perubahan bentuk atau deformasi. Pada simulasi yang dilakukan menggunakan software *solidwork 2017*. Tegangan terbesar ditunjukkan oleh warna merah yang bernilai 13.5 N/m² dan berurutan hingga nilai terendah yaitu 0 N/m².



Gambar 3 Tegangan pada frame Pengisi Minyak Pelumas Kompresor

b. Perubahan Bentuk (*Displacement*)

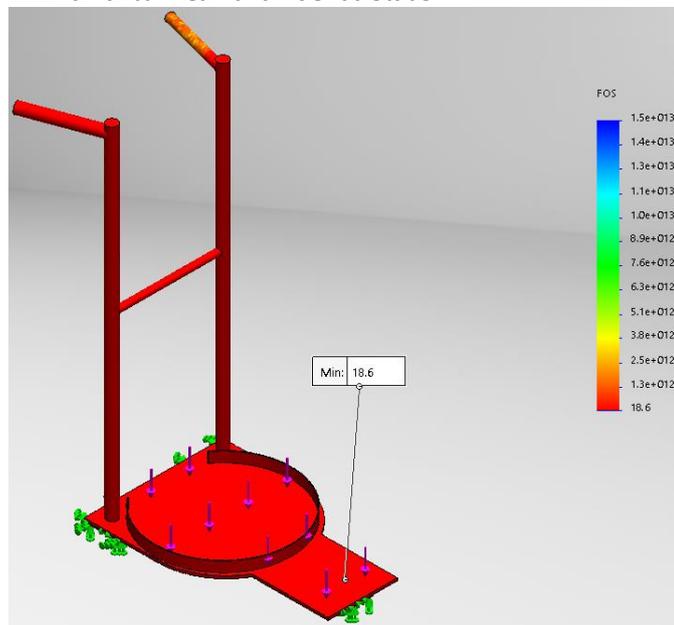
Displacement adalah perubahan bentuk yang terjadi pada komponen yang terdapat beban. Pada hasil pengujian pada Solidwork 2017. Displacement terbesar adalah pada bagian yang berwarna merah sebesar 0,040 mm dan yang paling sedikit mengalami perubahan bentuk adalah bagian yang berwarna biru.



Gambar 4 Displacement pada frame Pengisi Minyak Pelumas Kompresor

c. Safety Factor

Pada setiap perancangan tak lepas dari *Safety Factor*. *Safety factor* merupakan acuan utama yang digunakan dalam memutuskan kualitas dari produk. Pada analisa *safety factor* dari rangka alat. *Safety factor* terkecil yaitu 18.6. Menurut (Kresna et al., 2021). Nilai aman benda beban statis adalah jika memiliki nilai lebih dari 1,25-2. Hasil uji faktor keamanan dinyatakan baik karena hasil simulasi menggunakan software *Solidwork 2017* menunjukkan nilai minimal 18,6 yang mana melebihi nilai minimal faktor keamanan benda statis.



Gambar 5 Safety Factor pada frame Pengisi Minyak Pelumas Kompresor

Conclusions

Beberapa kesimpulan yang penulis ambil didalam penulisan dan penyusunan laporan Tugas akhir ini antara lain:

- a. Desain dan komponen alat yang dihasilkan meliputi besi strip untuk pembatas tangki, pipa besi sebagai rangka alat, plat ASTM A36 sebagai alas alat, tabung *stainless steel* sebagai tempat penyimpanan minyak pelumas, roda trolley, *tee galvanis*, *double nipple*, dan tutup pipa besi sebagai penutup tangki.
- b. Hasil perhitungan dan simulasi tegangan, regangan dan *safety factor* dari rangka alat menunjukkan tegangan maksimum yang terjadi adalah 13,5 MPa dan regangan maksimum yang terjadi adalah 0,040 mm. *safety factor* dari rangka alat bernilai 18,6 dan alat dikatakan aman dikarenakan melebihi *safety factor* minimum yaitu 2

Acknowledgement

Penelitian ini didukung oleh Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun melalui hibah penelitian.

References

- Chen, G., Li, X. B., Liu, Z., Zhou, D., Wang, Z., Liang, X. F., & Krajnovic, S. (2019). Dynamic analysis of the effect of nose length on train aerodynamic performance. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 184(November 2018), 198–208. <https://doi.org/10.1016/j.jweia.2018.11.021>
- Chunduru, S. P., Kim, M. J., & Mirman, C. (2011). Failure analysis of railroad couplers of AAR type E. *Engineering Failure Analysis*, 18(1), 374–385. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2010.09.016>
- Ge, X., Ling, L., Chen, Z., Zhang, J., Wang, K., & Zhai, W. (2021). Experimental assessment of the dynamic performance of slave control locomotive couplers in 20,000-tonne heavy-haul trains. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit*, 235(10), 1225–1236. <https://doi.org/10.1177/0954409721993618>
- Kahle, V. E. (2006). Failure analysis of three reconditioned rail car couplers. *Journal of Failure Analysis and Prevention*, 6(4), 23–28. <https://doi.org/10.1361/154770206X117496>
- Kresna, R., Suprpto, N., Ari, L., & Wibawa, N. (2021). *Desain dan Analisis Tegangan Rangka Alat Simulasi Pergerakan Kendali Terbang Menggunakan Metode Elemen Hingga*. 5(1), 19–28.
- Syaifudin, A., Kalista, B. M., & Windharto, D. A. (2019). Analisis deformasi pada coupling element dari automatic mechanical coupler: studi kasus LRT Palembang. In *Jurnal Teknik Mesin Indonesia* (Vol. 14, Issue 2).
- Tao, G., Wen, Z., Guan, Q., Zhao, X., Luo, Y., & Jin, X. (2019). Locomotive wheel wear simulation in complex environment of wheel-rail interface. *Wear*, 430–431, 214–221. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2019.05.012>
- Wang, J., Minelli, G., Dong, T., Chen, G., & Krajnović, S. (2019). The effect of bogie fairings on the slipstream and wake flow of a high-speed train. An IDDES study. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 191(May), 183–202. <https://doi.org/10.1016/j.jweia.2019.06.010>
- Wang, S., Burton, D., Herbst, A. H., Sheridan, J., & Thompson, M. C. (2020). The impact of rails on high-speed train slipstream and wake. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 198(August 2019), 104114. <https://doi.org/10.1016/j.jweia.2020.104114>
- Zhu, T., Yang, B. zhu, Yang, C., Xiao, S. ne, Yang, G. wu, & Yang, B. (2018). The mechanism for the coupler and draft gear and its influence on safety during a train collision. *Vehicle System Dynamics*, 56(9), 1375–1393. <https://doi.org/10.1080/00423114.2017.1413198>