

RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR TEKANAN UDARA UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI SISTEM Pengereman Tread Brake pada Sarana KRD di Depo Lokomotif Solo

Muhammad Arfid Syahroni
Teknologi Mekanika Perkeretaapian
Politeknik Perkeretaapian Indonesia
Jalan Tirta Raya I, Madiun
arfid.tmp20203140@taruna.ppi.ac.id

Fadli Rozaq
Teknologi Mekanika
Perkeretaapian
Politeknik Perkeretaapian
Indonesia
Jalan Tirta Raya I, Madiun
fadli@pengajar.ppi.ac.id

Anang Cundoko
Teknologi Mekanika
Perkeretaapian
Politeknik Perkeretaapian
Indonesia
Jalan Tirta Raya I, Madiun
mutanang.cundoko@ppi.ac.id

Abstract

P12 (12 monthly) maintenance replaces diesel railroad train (KRD) facilities at Solo Locomotive Depot. The maintenance consists of the propulsion system, electricity, air conditioner, and braking system for maintenance carried out on the braking system, namely on the tread brake component. Maintenance personnel still conduct inspections, and maintenance is done mechanically and visually by tightening nuts and bolts on the tread brake braking system. The problem obtained at the Solo Locomotive Depot is the unavailability of an air pressure gauge on the tread brake braking system, which aims to help facility nurses replace and measure air pressure on the tread brake braking system. So, a microcontroller-based air pressure gauge is placed on the tread brake braking system. An air pressure gauge on the tread brake braking system was made using the DFMA (Design for Manufacturing Assembly) method. The tool's performance is measured directly by testing its function. The results of the function test of the air pressure gauge on the tread brake braking system obtained the microcontroller measurement of 3.2 bar, which was then compared with measurements using a manometer to ensure the accuracy of the measurement results.

Keywords: Auxiliary tool, arduino, tread brake, air pressure measurement, KRD

Abstrak

Perawatan P12 (12 bulanan) adalah perawatan sarana kereta rel diesel (KRD) yang terdapat di Depo Lokomotif Solo. Perawatan yang dilakukan terdiri dari perawatan sistem propulsi, kelistrikan, *air conditioner* dan sistem pengereman untuk perawatan yang dilakukan pada sistem pengereman yaitu pada komponen *tread brake*. Pemeriksaan dan perawatan yang dilakukan oleh tenaga perawatan masih dilakukan secara mekanik dan visual dengan melakukan pengencangan *nut* dan *bolts* pada sistem pengereman *tread brake*. Permasalahan yang didapatkan di Depo Lokomotif Solo yang belum tersedianya alat pengukur tekanan udara pada sistem pengereman *tread brake* yang bertujuan untuk mempermudah perawat sarana dalam melakukan penggantian dan pengukuran tekanan udara pada sistem pengereman *tread brake*. Maka dibuatlah alat bantu pengukur tekanan udara pada sistem pengereman *tread brake* berbasis mikrokontroler. Dalam proses pembuatan alat bantu pengukur tekanan udara pada sistem pengereman *tread brake* menggunakan metode DFMA (*Design for Manufacturing Assembly*). Kinerja alat bantu dilakukan secara langsung dengan melakukan pengujian fungsi alat. Hasil uji fungsi alat bantu pengukur tekanan udara pada sistem pengereman *tread brake* didapatkan hasil pengukuran mikrokontroler 3,2 bar yang kemudian hasil tersebut dikalibrasi dengan menggunakan manometer agar memastikan akurasi hasil pengukuran tersebut untuk mengetahui selisih pengukuran.

Kata Kunci: Alat Bantu, arduino, *tread Brake*, pengukuran tekanan udara, kereta rel diesel (KRD)

PENDAHULUAN

Menurut Cundoko (2019) Kereta Rel Diesel (KRD) adalah salah satu moda transportasi sarana perkeretaapian yang memiliki tenaga penggerak motor diesel dengan transmisi daya hidrolik yang ada pada sarana KRD itu sendiri. Untuk menjaga keandalan sarana KRD diperlukan perawatan sarana. Untuk perawatan yang ada di kota Solo terdapat di Depo Lokomotif Solo, perawatan yang dilakukan terdiri perawatan bulanan dan tahunan P1, P3, P6 dan P12 (Wirawan et al., 2021).

Dalam P12 dilakukan proses pemeriksaan dan perawatan pada sarana KRD yang meliputi sistem penggerak propulsi, kelistrikan, *air conditioner* dan sistem pengereman. Salah satu pemeriksaan dan perawatan yang dilakukan pada sistem pengereman *tread brake* yaitu dilakukan oleh perawat sarana dengan melakukan pemeriksaan secara mekanik dan visual dengan melakukan pengencangan *nuts* dan *bolts* pada sistem pengereman *tread brake* apakah terdapat indikasi kebocoran pada sistem pengereman *tread brake* (Zulkarnain & Ramadhani, 2019).



Gambar 1. Pemeriksaan *Tread Brake* Ketika P12

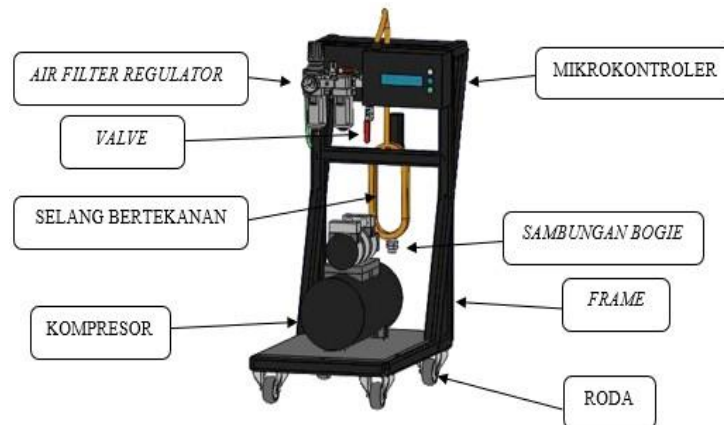
Pembuatan alat pengukur tekanan udara pada sistem pengereman *tread brake* berbasis mikrkontroler bertujuan untuk membantu dan mempermudah tenaga perawat sarana dalam melakukan pemeriksaan dan pembacaan hasil pengukuran tekanan udara pada komponen pengereman *tread brake* dan hasil pengukuran tekanan dapat dilihat pada LCDI2C dan dapat mempermudah tenaga perawat sarana dalam melakukan pencatatan hasil tekanan udara pada sistem pengereman *tread brake* dan jika tekanan pada *tread brake* kurang dari tekanan standar yaitu 3,2 bar maka *buzzer* akan berbunyi sebagai alarm yang menandakan tekanan terindikasi terdapat kebocoran pada *tread brake* (Supriadi, 2018).

Proses Pembuatan

Pembuatan alat pengukur tekanan udara pada sistem pengereman *tread brake* sarana KRD di Depo Lokomotif Solo memiliki tahapan pekerjaan, tahapan pertama melakukan desain alat pengukur tekanan udara dengan memakai *software solidworks 2018* (Malik & Zamheri, 2023). Tahapan kedua melakukan proses manufaktur alat pengukur tekanan udara pada sistem pengereman *tread brake* kemudian dilakukan proses tahapan ketiga yaitu melakukan pengujian alat pengukur tekanan udara pada sistem pengereman *tread brake* secara langsung pada sarana KRD BIAS di Depo Lokomotif Solo.

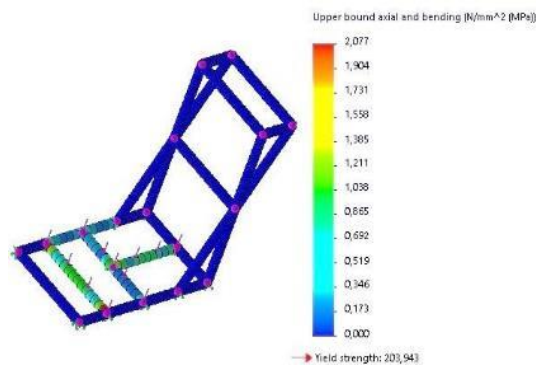
DESAIN

Desain alat pengukur tekanan udara pada sistem pengereman *tread brake* sarana KRD di Depo Lokomotif Solo menggunakan software solidworks 2018 yang terdiri dari rangka bawah, rangka atas, *air filter regulator*, *box* mikrokontroler dan selang bertekanan (Ekotriyono, 2017).



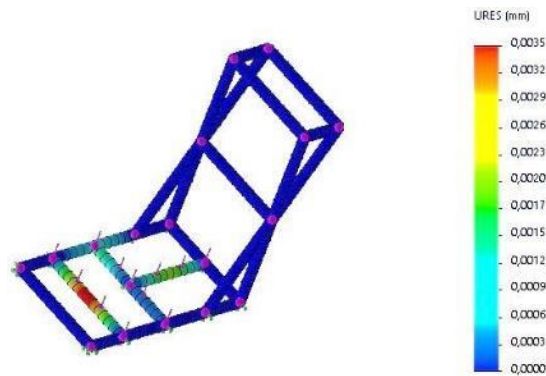
Gambar 2. Desain Alat

Dalam desain ini dilakukan uji simulasi pembebanan yang terdiri dari uji *stress*, *deformation* dan *safety factor* untuk mengetahui material yang dipakai aman dan baik digunakan.



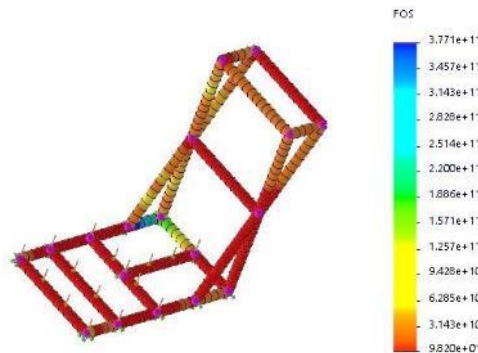
Gambar 3. Hasil Simulasi *Stress*

Hasil simulasi *stress* menggunakan software solidworks 2018 dan didapatkan hasil terbesar $2,077 \text{ N/mm}^2 \text{ (MPa)}$ dan untuk hasil terkecil yaitu $0,175 \text{ N/mm}^2 \text{ (MPa)}$.



Gambar 4. Hasil Simulasi *Deformation*

Hasil simulasi *deformation* pembebanan pada rangka dengan berat dan didapatkan hasil sebesar 0,002mm.



Gambar 5. *Safety Factor Frame*

Faktor keamanan menjadi acuan utama yang digunakan untuk yang digunakan dalam memutuskan suatu kualitas produk. Dari hasil analisa rangka komponen faktor keamanan terkecil yaitu 98 *factor of safety* disimpulkan dalam kondisi amankarena lebih dari 1.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Manual dan Simulasi Pada Pembebanan Rangka

Perhitungan	Manual	Simulasi	<i>Error</i>
<i>Stress</i>	2,070	2,077	0,3%
<i>Safety Factor</i>	98,5	98	0,5%

Manufaktur

Proses manufaktur alat pengukur tekanan pada sistem pengereman *tread brake* melalui beberapa tahapan (Zulfiandri, 2009). Tahapan yang dikerjakan untuk mempersiapkan material/bahan berikut:

- a. Besi *Hollow*
- b. Besi Pipa
- c. Roda
- d. Cat Semprot

Peralatan yang dibutuhkan dalam proses pengerjaan alat pengukur tekanan udara pada sistem pengereman *tread brake* adalah:

- a. Gerinda
- b. Mesin Bor
- c. Mata Gerinda
- d. Mata Bor
- e. Mur dan Baut
- f. Kompresor
- g. *Spray Gun*

Komponen elektronika yang digunakan dalam proses pembuatan alat pengukur tekanan udara pada sistem pengereman *tread brake* sarana KRD ini adalah

- a. Baterai
- b. Mikrokontroler
- c. *Pressure Transduser*
- d. Kabel
- e. LCD
- f. *Baterai/Powerbank*
- g. *Buzzer*

Pembuatan alat pengukur tekanan pada sistem pengereman *tread brake* dimulai dari pemotongan besi *hollow* dengan menggunakan mesin gerinda potong, untuk rangka dasar dipotong dengan ukuran besi *hollow* 650mm x 400 mm dan untuk rangka atas dilakukan pemotongan besi *hollow* sepanjang 750mm x 400. Setelah dilakukan proses pemotongan dilakukan proses penyambungan dengan cara dilakukan pengelasan pada tiap bagaian besi *hollow* yang telah dipotong.

Langkah selanjutnya adalah pemotongan kayu sebagai *box* mikrokontroler menggunakan gerinda potong dengan ukuran 250 mm x 150 mm. setelah dilakukan pemotongan dilakukan proses penyambungan dengan menggunakan skrup.

Semua bagian yang telah dibuat dilakukan pemeriksaan kembali terkait sambungan las kemudian dilakukan pengecatan pada *frame*. langkah selanjutnya dilakukan perakitan dengan memasang kompresor, *air filter regulator*, selang bertekanan, *valve* dan *box* mikrokontroler yang berisi Arduino uno dan *buzzer*.



Gambar 6. Implementasi Alat

Prinsip Kerja Alat

Prinsip kerja alat pengukur tekanan udara pada sistem pengereman *tread brake* pada kompresor yang berfungsi sebagai penghasil tekanan udara yang nantinya akan di teruskan

ke *air filter regulator*, *air filter regulator* bertugas sebagai pengatur keluarnya tekanan udara dari kompresor yang akan disalurkan udara bertekanan agar tetap konstan sebesar 3,2 sampai 3,5 bar. Terdapat *valve* masuk dan *valve* penguras udara bertekanan kemudian terdapat mikrokontroler sebagai pembaca tekanan udara secara digital. Selang udara bertekanan akan di sambungkan ke sambungan *watermur* sistem pengereman. Setelah tersambung kran masuk akan dibuka dan kran pengurasan udara akan ditutup udara yang masuk ke dalam sistem pengereman *tread brake* pada satu *bogie* otomatis akan tersebar ke 4 titik bagian *tread brake* sarana KRD sebesar 3,2 sampai 3,5 bar. Secara otomatis Mikrokontroler akan membaca udara bertekanan tersebut dan *tread brake* akan bekerja. Setelah *tread brake* bekerja beberapa menit apakah udara pada sistem pengereman tersebut akan berkurang, jika diketahui tekanan pada *tread brake* turun di bawah 3,2 bar maka *buzzer* akan berbunyi sebagai alarm peringatan bahwa terdapat indikasi penurunan tekanan udara pada *tread brake*.

PROSES PENGUJIAN

Setelah dilakukan manufaktur tahapan selanjutnya adalah pengujian fungsi alat untuk melihat apakah alat pengukur tekanan pada sistem pengereman *tread brake* berfungsi dengan baik dan melihat hasil akurasi pengukuran tekanan pada *tread brake*.



Gambar 7. Proses Pengujian Alat Pengukur Tekanan

Untuk melakukan pengujian fungsi alat ada beberapa tahapan yang harus dikerjakan. Tahapan pertama memasang selang bertekanan ke sambungan *bogie* yang menuju *tread brake*, menyalakan dahulu kompresor pastikan tekanan pada kompresor penuh sampai 8 bar setelah itu buka *valve* kompresor, kemudian tekanan akan masuk ke *air filter regulator* dalam *air filter regulator* tekanan dapat berapa bar yang akan masuk ke *tread brake*, setelah melewati *air filter regulator* udara akan masuk ke mikrokontroler dan akan di baca oleh sensor *transduser* dengan ditampilkannya pada LCD. Hasil pengukuran akan terlihat jika tekanan turun di bawah dari 3,2 bar maka *buzzer* akan berbunyi sebagai tanda terdapat indikasi kebocoran pada sistem pengereman *tread brake*.

Gambar 8 Pengujian Tekanan Pada *Tread Brake*

HASIL PEMBAHASAN

Hasil pengujian alat pengukur tekanan pada sistem pengereman *tread brake* pada sarana KRD di Depo lokomotif Solo di dapatkan hasil pengukuran pada tabel 1 berikut. Hasil ini di dapatkan secara langsung dengan melakukan pengujian sarana KRD BIAS (Bandara Interbational Adi Soemarmo) yang dilakukan secara langsung oleh tenaga perawat sarana.

Tabel 2. Hasil Pengujian

No	Sensor (BAR)	Manometer (BAR)	Error	Error%
1	3,48	3,50	0,02	0,5
2	3,48	3,50	0,02	0,5
3	3,48	3,50	0,02	0,5
4	3,48	3,50	0,02	0,5
5	3,48	3,50	0,02	0,5
6	3,48	3,50	0,02	0,5
7	3,48	3,50	0,02	0,5
8	3,47	3,50	0,03	0,8
9	3,49	3,50	0,01	0,3
10	3,48	3,50	0,02	0,5
11	3,48	3,50	0,02	0,5
12	3,48	3,50	0,02	0,5
13	3,48	3,50	0,02	0,5
14	3,48	3,50	0,02	0,5
15	3,48	3,50	0,02	0,5
16	3,48	3,50	0,02	0,5
17	3,48	3,50	0,02	0,5
18	3,48	3,50	0,02	0,5
19	3,48	3,50	0,02	0,5
20	3,48	3,50	0,02	0,5
21	3,48	3,50	0,02	0,5
22	3,47	3,50	0,03	0,8

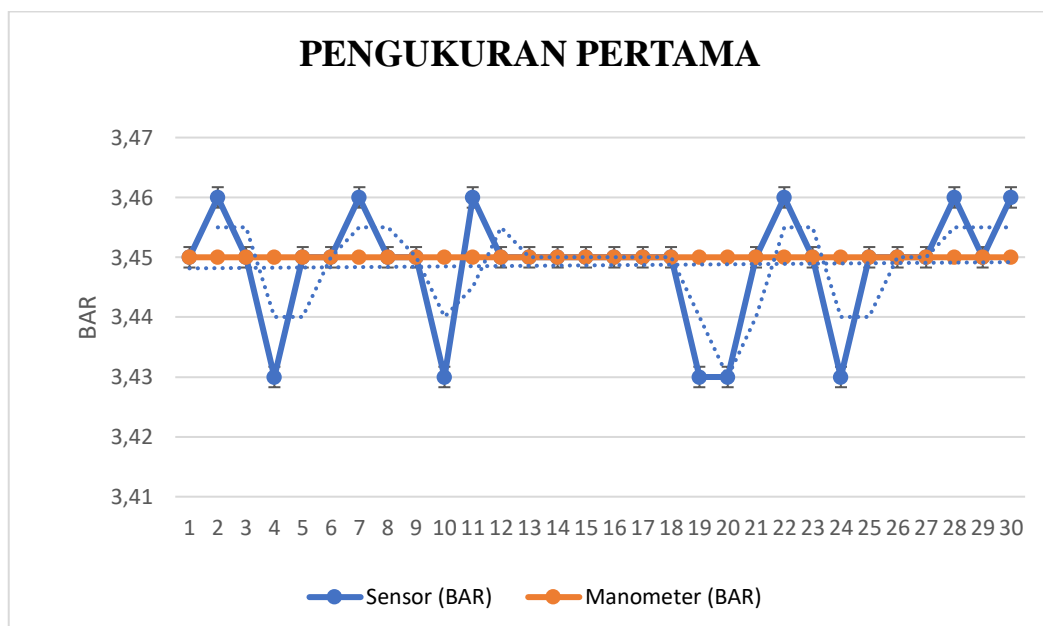
No	Sensor (BAR)	Manometer (BAR)	Error	Error%
23	3,48	3,50	0,02	0,5
24	3,49	3,50	0,01	0,3
25	3,49	3,50	0,01	0,3
26	3,47	3,50	0,03	0,8
27	3,48	3,50	0,02	0,5
28	3,48	3,50	0,02	0,5
29	3,47	3,50	0,03	0,8
30	3,48	3,50	0,02	0,5

Hasil pengujian ini dapat dilihat selisih pengukuran, pengukuran ini yang dibandingkan dengan alat yang sudah ada yaitu manometer, hasil ini dihitung untuk mendapatkan hasil *error* apakah dalam batas toleransi (Putra & Husada, 2020). Dengan menggunakan rumus berikut:

$$Error = \text{Nilai Pembacaan} - \text{Nilai Sensor} \quad (1)$$

$$Error\% = \frac{\text{Nilai Pembacaan} - \text{Nilai Sensor}}{\text{Nilai Alat Ukur}} \times 100\% \quad (2)$$

Hasil pengukuran tekanan pada sistem pengereman *tread brake* dapat dilihat pada grafik gambar 9 di bawah ini.



Gambar 9. Grafik Selisih Pengukuran Tekanan

Kalibrasi

Kalibrasi alat pengukur tekanan udara pada sistem pengereman *tread brake* dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran digital dengan pengukuran manual yaitu manometer. Hasil pengukuran ini akan menjadi hasil ketelitian suatu sensor apakah terdapat selisih yang terlalu jauh atau tidak (Sulistiadji & Pitoyo, 2009).



Gambar 10. Proses Kalibrasi

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan rancang bangun alat pengukur tekanan udara pada sistem pengereman *tread brake* pada sarana KRD di Depo lokomotif Solo. Desain alat memanfaatkan *software* SolidWorks 2018 dan telah dilakukan pengujian simulasi pembebanan pada rangka alat sehingga penggunaan material juga diperhitungkan. Hasil pengujian dilakukan langsung dengan melakukan pengukuran tekanan pada sistem pengereman *tread brake* pada sarana KRD BIAS (Bandara Internatioanl Adi Soermarmo) yang dilakukan secara langsung oleh tenaga perawat dan hasil pengukurannya mendekati sama dengan alat pengukur manual yaitu manometer.

Berdasarkan penelitian dan pembuatan alat bantu pengukur tekanan udara pada sistem pengereman *tread brake* sarana KRD di Depo Lokomotif Solo. terdapat beberapa, sebagai berikut:

1. Bagaimana pemakaian *solidworks* 2018 harus memahami cara penggunaan.
2. Melakukan penambahan catu daya pada kompresor sehingga alat dapat digunakan secara *portable*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada seluruh civitas akademika Politeknik Perkeretaapian Indonesia yang telah mendukung dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Cundoko, A. (2019). *Teknik kereta rel diesel*. Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun.
- Ekotriyono. (2017). *Cara Membuat Sketsa pada SolidWorks*.
- Malik, I., & Zamheri, A. (2023). Penerapan metode design for manufacturing pada rancang bangun cnc milling 3 sumbu. *Jurnal Teknologi Terapan*, 4(2).
- Putra, R. I., & Husada, M. G. (2020). Pengukuran dan perolehan error pada sistem

- monitoring kondisi ban kendaraan. *Informatika Institut Teknologi Bandung*.
- Sulistiadji, K., & Pitoyo, J. (2009). *Alat ukur dan instrumen ukur* (Issue 1). Staf Perakayasa pada BPP Mektan.
- Supriadi, D. (2018). Rancang bangun manometer digital. *Teknik Elektro*.
- Wirawan, W. A., Astuti, S. W., & Rozaq, F. (2021). *Peningkatan kopetensi tenaga perawat sarana perkeretaapian pada bidang dasar teknologi sistem pengereman*. I(April), 23–32.
- Zulfiandri. (2009). *Proses Manufaktur*.
- Zulkarnain, A., & Ramadhani, Y. D. (2019). Analisa gangguan pada hasil perawatan distributor valve untuk menjamin kelaikan sistem rem kereta api. *Jurnal Perkeretaapian Indonesia*, III(November).