

---

# ANALISIS KEKUATAN RANGKA TRAINER AIR CONDITIONER SINGLE BLOWER MOBIL MITSHUBISHI L-300

Akhmad Pujiono <sup>1\*</sup>, Budiyo <sup>2</sup>, Haikal Agung Prasetyo <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan, Indonesia.

\*email: akhmadpujiono16@gmail.com

DOI : 10.48144/suryateknika.v10i1.2400

---

Received: 5 Maret 2026

Revised: 17 April 2026

Accepted: 24 April 2026

---

## Abstract

One aspect that has received attention in this modern era is comfort, one of the comfort factors when in a car is the temperature and air quality inside the car cabin. Indonesia's geographical location has high air humidity and relatively hot air temperatures, so the use of AC (Air Conditioner) is a necessity that cannot be avoided. The learning process of AC (Air Conditioner) in the laboratory can be said to be less effective if it does not use teaching aids or trainers. The purpose of this study is to create an AC (Air Conditioner) trainer to support the learning process about AC (Air Conditioner) in the laboratory. In this study, taking into account the strength analysis of the hollow iron material used to make the trainer. The strength analysis obtained is the balance of forces acting on the trainer frame support against the load acting on the trainer of 400 N. The moment of inertia of hollow iron is 7.337 cm<sup>4</sup> while the maximum bending stress is 1161.24 kg / cm<sup>2</sup>, the average shear stress is 13.16 kg / cm<sup>2</sup> and the maximum shear stress is 29.5 kg / cm<sup>2</sup>. Based on the calculations, it can be concluded that the L-300 air conditioner trainer frame is safe.

**Keywords:** L-300 AC trainer design, Learning Media, Hollow steel strength

---

## Abstrak

Salah satu aspek yang mendapat perhatian dalam era modern ini adalah kenyamanan, salah satu faktor kenyamanan pada saat di dalam mobil adalah mengenai temperatur serta kualitas udara didalam kabin mobil. Letak geografis Indonesia yang mempunyai kelembaman udara tinggi dan suhu udara yang relatif panas, sehingga penggunaan AC (Air Conditioner) merupakan suatu kebutuhan yang tidak dapat dihindari. Proses pembelajaran AC (Air Conditioner) di laboratorium dapat dikatakan kurang efektif apabila tidak menggunakan alat peraga atau trainer. Tujuan dalam penelitian ini untuk membuat trainer AC (Air Conditioner) untuk menunjang proses pembelajaran tentang AC (Air Conditioner) di laboratorium. Dalam penelitian ini, memperhitungkan analisa kekuatan bahan besi hollow yang digunakan untuk pembuatan trainer tersebut. Adapun analisa kekuatan yang di dapatkan kesetimbangan gaya yang bekerja pada tumpuan rangka trainer terhadap beban yang bekerja pada trainer sebesar 400 N. Momen Inersia besi hollow sebesar 7,337 cm<sup>4</sup> sedangkan tegangan lentur maksimal adalah 1161, 24 kg/cm<sup>2</sup>, tegangan geser rata-rata sebesar 13,16 kg/cm<sup>2</sup> dan tegangan geser maksimal 29,5 kg/cm<sup>2</sup>. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa rangka trainer air conditioner L-300 aman.

**Kata kunci:** Desain trainer AC L-300, Media Pembelajaran, Kekuatan besi hollow.

---

## 1. Pendahuluan

Salah satu sistem kenyamanan yang diberikan pada mobil adalah terdapatnya suatu sistem pendingin udara atau AC (*air conditioner*). Penggunaan AC (*air conditioner*) ini semakin dibutuhkan bagi pengguna kendaraan, dimana ketika udara yang semakin panas dan polusi yang semakin parah dari tiap tahunnya[2]. Udara yang terisap disirkulasikan secara terus menerus oleh *blower* melewati sirip evaporator. Saat melewati evaporator, udara yang bertemperatur lebih tinggi dari evaporator diserap panasnya oleh bahan pendingin,

kemudian dilepaskan didalam ruangan sedangkan kalor atau panas dari dalam ruangan dibawa untuk dilepaskan diluar ruangan ketika aliran refrigerant melewati kondensor.

Pembelajaran mengenai AC pada mobil di laboratorium tanpa menggunakan trainer AC akan menimbulkan permasalahan tersendiri, yaitu: pembelajaran cenderung teoretis, karena tidak memiliki kesempatan untuk melihat, menyentuh, atau mempraktikkan komponen sistem AC secara langsung. Ketiadaan media pembelajaran membuat materi sulit dipahami. Serta kesulitan memahami alur kelistrikan, sistem pendinginan, dan instalasi komponen AC secara urut jika tidak ada trainer yang menyederhanakan komponen aktual[3]. Melihat permasalahan diatas, maka pembuatan trainer AC hendaknya dapat memecahkan permasalahan tersebut. Selain itu dalam pembuatan trainer AC mobil juga harus mempertimbangkan berat dari komponen ac tersebut, meliputi berat dari: Kompresor, Kondensor & Fan, Evaporator & Blower, Pipa/Selang & Refrigerant (Freon)[4].

## 2. Literatur Review

Prinsip kerja pada air conditioner mobil menggunakan prinsip dasar teori pendinginan, menyerap panas dan penguapan. Prinsip kerja dapat diterangkan sebagai berikut alkohol yang dioleskan pada tubuh akan terasa dingin karena alkohol menyerap panas dan menguap. Karena itu, pada teknologi AC ditambahkan mekanisme kerja yang mampu mengubah gas menjadi cairan. Selanjutnya cairan tersebut kembali menguap dan berubah menjadi gas. Siklus kerja AC merupakan satu siklus yang terus berproses tanpa henti selama dihidupkan. Komponen utama pada sistem pendingin ac mobil terdiri dari kompresor, kondensor, receiver dryer, katup ekspansi, evaporator [5].

Dalam penelitian sebelumnya, melakukan perancangan dan pengembangan trainer air conditioner jenis split serta menghasilkan perhitungan yaitu arus sebesar 1,6 A, Tegangan sebesar 220-240 V dan daya sebesar 390W. Pada hasil pengukuran didapatkan nilai rata-rata arus sebesar 1,6 A, Tegangan sebesar 213 V, dan daya sebesar 340,9 W. Perhitungan dan pengukuran didapatkan selisih tegangan sebesar 27 V sehingga mempengaruhi nilai daya. hal ini disebabkan oleh tegangan yang sering berubah, karena beban pada malam hari lebih banyak sehingga tegangan turun [6].

Pada pembuatan trainer sistem kemudi toyota avanza, menyimpulkan Bahan yang digunakan pada rangka trainer sistem kemudi Toyota Avanza tahun 2010 adalah besi hollow 36 dan besi hollow 25 x 5. Hasil penelitian didapatkan tegangan tekan maksimum rangka utama sebesar 308,36 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan tegangan tekan yang terjadi lebih kecil yaitu sebesar 85,306 N/mm<sup>2</sup>, tegangan lentur maksimum rangka utama sebesar 231,27 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan tegangan lentur yang terjadi lebih kecil yaitu sebesar 127,96 N/mm<sup>2</sup>. Pada rangka landasan didapatkan tegangan tekan maksimum rangka landasan sebesar 327,16 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan tegangan tekan yang terjadi lebih kecil yaitu sebesar 75,096 N/mm<sup>2</sup>, tegangan lentur maksimum rangka landasan sebesar 490,47 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan tegangan lentur yang terjadi lebih kecil yaitu sebesar 103,4 N/mm<sup>2</sup>. Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa rangka trainer sistem kemudi Toyota Avanza tahun 2010 aman[7].

Analisis Trainer Air Conditioning Jenis Split Untuk Media Pembelajaran, menyimpulkan bahwa Koefisien prestasi/COP adalah perbandingan antara kalor yang diserap dari ruang pendingin (efek refrigerasi) dengan kerja yang dilakukan

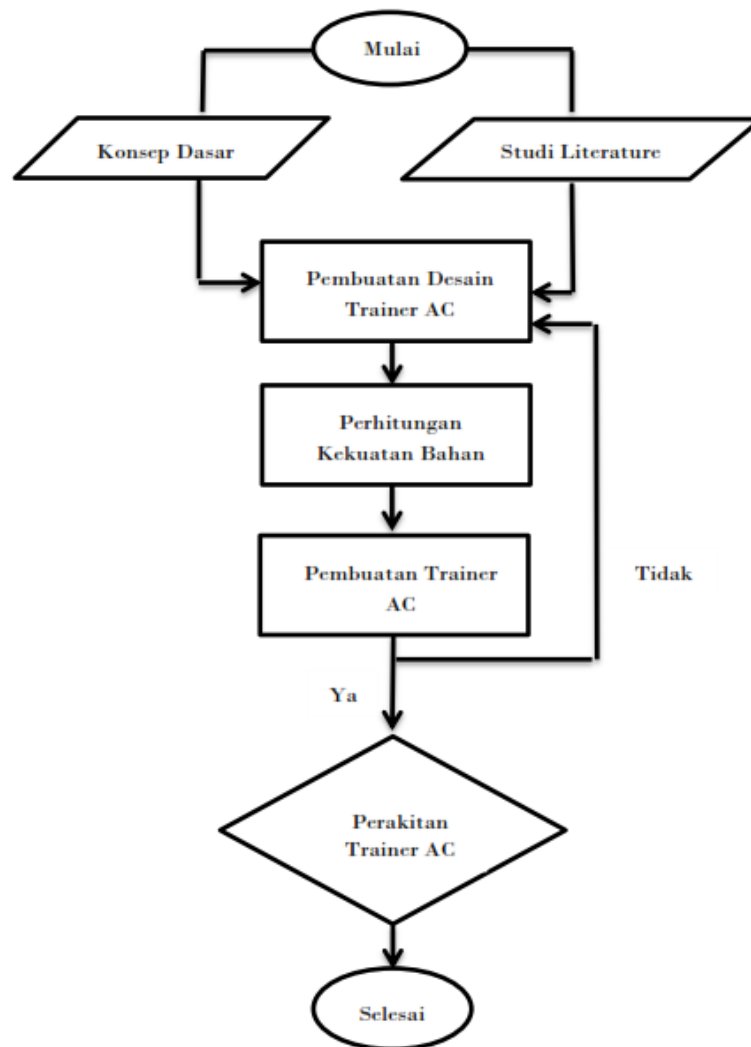
kompresor. Pada beban pendingin didapatkan tekanan dan temperature tertinggi di sistem refrigerasi pada beban 350W. Hasil pengujian yang didapat berdasarkan suhu dan beban pendingin yang sudah ditentukan yaitu COP yang didapatkan pada beban 350W adalah , beban 300W , beban 250W . Untuk (m) adalah laju refrigeran yang belum

didapatkan. Efek refrigerasi paling tinggi pada beban 350W dengan nilai 177 kJ/kg. 0,384KW [8].

### 3. Metode

#### 3.1. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan untuk mendukung kelancaran dan kesesuaian penyusunan laporan penelitian. Berikut adalah cara dan metode yang digunakan, sebagai berikut :

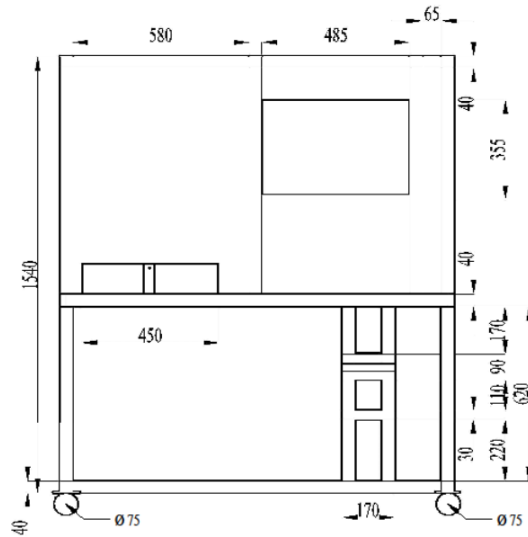


Gambar 1. Diagram alir penelitian

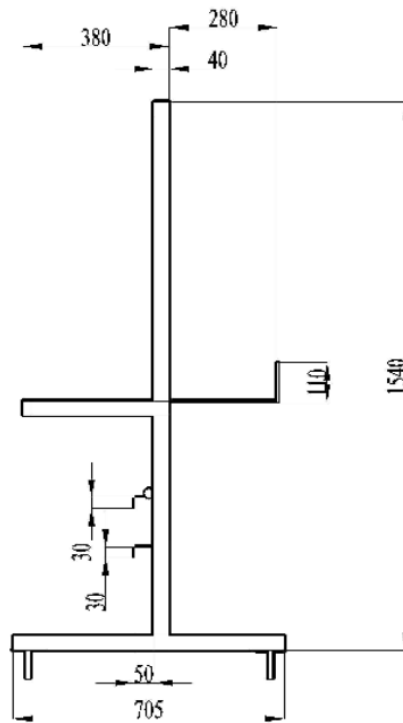
### 4. Hasil dan Pembahasan

#### 4.1 Langkah Pengerjaan

### 4.1.1 Pembuatan Rangka Trainer



Gambar 2. Pandangan depan trainer AC



Gambar 3. Pandangan samping trainer AC

### 4.1.2 Perhitungan Kekuatan rangka trainer

Pada penelitian ini rangka trainer menggunakan besi hollow galvanis ukuran 40 mm X 40 mm dan 40 mm X 20 mm dengan ketebalan besi hollow 2 mm.



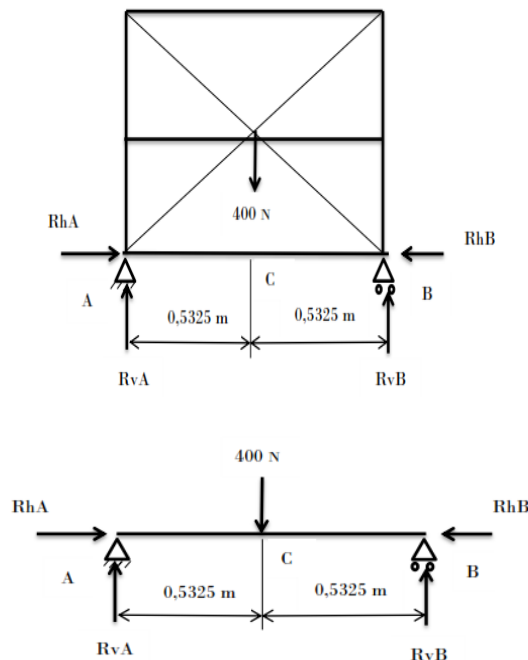
Gambar 4. Besi Hollow galvanis

Perhitungan kekuatan rangka trainer, beban yang diterima rangka meliputi:

1. Berat Kondensor :18 Kg
  2. Berat Evaporator : 12 Kg
  3. Berat Motor listrik : 7 Kg
  4. Berat keseluruhan perlengkapan AC termasuk triplek : 3kg
- Total berat keseluruhan : 40 kg (400 N)

Berdasarkan gambar rangka trainer panjang adalah 1065 mm=1,065 m

Pada penelitian ini, beban yang di rencanakan berada di tengah rangka trainer AC. Berdasarkan teori statika struktur kesetimbangan adalah kondisi di mana suatu struktur (benda tegar) diam atau bergerak dengan kecepatan konstan, karena total gaya ( $\sum F= 0$ ) dan total momen/torsi ( $\sum M= 0$ ) yang bekerja padanya bernilai nol [9]. Gaya yang bekerja pada trainer AC dapat di gambarkan sebagai berikut:



Gambar 5. Gaya yang bekerja pada trainer AC

Reaksi gaya pada titik A dan titik B sebagai berikut:

$$\sum M_B = 0$$

$$R_{vA} \cdot (1,065 \text{ m}) + (-400\text{N}) \cdot 0,5325 \text{ m} = 0$$

$$R_{vA} = 200 \text{ N}$$

$$\sum M_A = 0$$

$$(-R_{vB}) \cdot (1,065) + 400 \text{ N} \cdot 0,5325 \text{ m} = 0$$

$$R_{vB} = 200 \text{ N}$$

Pengecekan terhadap kesetimbangan rangka adalah:

$$R_{vA} + R_{vB} = \text{Beban yang berada diatas rangka}$$

$$200 \text{ N} + 200 \text{ N} = 400\text{N} \text{ ( Setimbang)}$$

Gaya geser pada rangka trainer adalah:

- Gaya geser pada titik A

$$D_A = R_{vA} = 200 \text{ N}$$

- Gaya geser pada titik C  
 $D_C = R_{vA} - 400 \text{ N}$   
 $= - 200 \text{ N}$
- Gaya geser pada titik B  
 $D_B = R_{vA} - 400 \text{ N} + R_{vB}$   
 $= 0 \text{ N}$

**Momen lentur pada rangka trainer adalah:**

- **Momen lentur pada titik A**  
 $M_A = R_{vA}$
- **Momen lentur pada titik C**  
 $M_C = R_{vA} \cdot (0,5325 \text{ m}) - 400 \text{ N} \cdot (0)$   
 $M_C = 106,5 \text{ Nm}$
- **Momen lentur pada titik B**  
 $M_B = R_{vA} \cdot (1,065 \text{ m}) - 400 \text{ N} \cdot (0,5325 \text{ m}) + R_{vB} \cdot (0)$   
 $M_B = 312 \text{ Nm} - 213 \text{ Nm} + 0$   
 $M_B = 99 \text{ Nm}$

Untuk menghitung momen inersia pada besi hollow menggunakan rumus [10]:

$$I_{xx} = \frac{B.H^3}{12} - \frac{b.h^3}{12}$$

Keterangan:

- $B$  : Lebar luar besi hollow
- $H$  : Tinggi luar besi hollow
- $B$  : Lebar dalam (  $B - 2 \cdot$  tebal besi )
- $h$  : Tinggi dalam (  $h - 2 \cdot$  tebal besi )

Momen Inersia besi hollow 4 cm x 4 cm pada penampang luar (  $I_{luar}$  ):

$$I_{luar} = \frac{B.H^3}{12} = \frac{40.(40)^3}{12} = 213.333,33 \text{ mm}^4$$

Momen Inersia besi hollow pada penampang dalam (  $I_{dalam}$  ):

$$I_{dalam} = \frac{b.h^3}{12} = \frac{36.(36)^3}{12} = 139.968 \text{ mm}^4$$

Momen Inersia besi total hollow (  $I_{xx}$  )

$$I_{xx} = I_{luar} - I_{dalam}$$

$$I_{xx} = 213.333,33 - 139.968 = 73.365,33 \text{ mm}^4$$

$$\text{Jika dikonversi ke cm}^4 = 7,337 \text{ cm}^4$$

- **Perhitungan Tegangan Lentur maksimal besi hollow**

$$\sigma_{max} = \frac{M \times y}{I}$$

Beban rangka trainer = 40 kg dengan panjang = 106,5 cm, maka Momen maksimal (  $M_{max}$  ) adalah:

$$M = P \times L$$

$$= 40 \text{ kg} \times 106,5 \text{ cm} = 4260 \text{ kg.cm}$$

Momen Inersia sudah dihitung sebelumnya yaitu =  $7.337 \text{ cm}^4$

$$\text{Jarak serat terluar } (y) : \frac{h}{2} = \frac{4 \text{ cm}}{2} = 2 \text{ cm}$$

Tegangan lentur maksimal sebesar =

$$\sigma_{max} = \frac{M \times y}{I}$$

$$\sigma_{max} = \frac{4260 \times 2}{7.337}$$

$$= 1161,24 \text{ kg/cm}^2$$

- Perhitungan tegangan geser rata-rata adalah=

Gaya Geser ( $V$ ) =  $P = 40 \text{ kg}$

Luas penampang efektif ( $A_{eff}$ )

( $A_{eff}$ ) = Luas luar - Luas dalam

$$= (4 \times 4) - (3.6 \times 3.6) = 3.04 \text{ cm}^2$$

Tegangan Geser Rata-rata adalah=  $\frac{V}{A_{eff}} = 3,16 \text{ kg/cm}^2$

- Perhitungan Tegangan Geser Maksimal

Tegangan geser maksimal pada besi hollow terjadi di tengah – tengah

$$\tau_{max} = \frac{V \cdot Q}{I \cdot t_{total}}$$

$$V = 40 \text{ kg}$$

$$I = 7.337 \text{ cm}^4$$

$$t_{total} = 2 \times \text{tebal} = 2 \times 0,2 \text{ cm} = 0,4 \text{ cm}$$

$Q$  (momen statis luas)

$$Q = [(\text{Luas luar}/2) \times y_{luar} - (\text{Luas dalam}/2) \times y_{dalam}]$$

$$Q = [(8 \text{ cm}^2) \times (1 \text{ cm}) - (6,48 \text{ cm}^2) \times (0,9 \text{ cm})]$$

$$Q = 2.168 \text{ cm}^3$$

Tegangan geser maksimal adalah

$$\tau_e = \frac{40 \times 2.168}{7.337 \times 0,4}$$

$$= 29,5 \text{ kg/cm}^2$$

#### 4.1.3 Pengukuran Dan Pematangan Besi

Besi yang diukur, diberi toleransi ukuran 1-2 mm, untuk meminimalisir kesalahan ketika menggerinda dan untuk memberikan ruang ketika meratakan bekas potongan gerinda.



**Gambar 6. Pengukuran Bahan**

Proses pemotongan besi dengan menggunakan gerinda tangan.



**Gambar 7. Pemotongan Bahan**

#### **4.1.4 Pengelasan Rangka**

Pengelasan menggunakan mesin las listrik dengan daya 450 watt. Elektroda yang digunakan adalah RD 260 dengan diameter ukuran 2.6 mm. Dan arus yang digunakan adalah 70-80.



**Gambar 8. Pengelasan**

#### **4.1.5 Pengamplasan dan Pengecatan**

Bersihkan dahulu permukaan besi menggunakan mata gerinda sikat. Setelah semua permukaan besi selesai dibersihkan. Melakukan pengecatan dengan menggunakan cat besi warna hitam.



**Gambar 9. Pengerindaan dan pengecatan**

#### **4.1.6 Pemasangan Komponen**



**Gambar 10. Pemasangan komponen**

#### 4.1.7 Hasil Akhir



Gambar 11. Hasil Akhir pembuatan trainer

### 5. Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan:

- a. Proses pembuatan *trainer air conditioner* melalui beberapa tahap yaitu proses perencanaan desain trainer, perhitungan kekuatan bahan yang digunakan untuk trainer serta proses pembuatan dan pengecatan serta perakitan *trainer air conditioner*
- b. Perhitungan kekuatan bahan yang digunakan meliputi perhitungan reaksi gaya baik gaya geser serta momen yang bekerja pada tumpuan trainer sehingga trainer mampu dan setimbang. Selain itu juga memperhitungkan momen inersia, tegangan lentur, tegangan geser rata-rata serta tegangan geser maksimal besi hollow galvanis yang digunakan dalam pembuatan *trainer air conditioner* L -300.

### Referensi

- [1] Achmad A, Indra Herlamba S, ” Rancang Bangun Trainer Air Conditioning Jenis Split Untuk Media Pembelajaran “ JRM. Vol. 06 No. 01 Tahun 2020, 35 - 41 Universitas Negeri Surabaya.
- [2] Asep Husni Mubarak, 2009, “ Trainer Kelistrikan Split Air Conditioning System Merek Akira” Tugas Akhir program Diploma Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- [3] Achmad Ardiansyah, Indra Herlamba Siregar, “Rancang Bangun Trainer Air Conditioning Jenis Split Untuk Media Pembelajaran” JRM. Vol. 06 No. 01 Hal 35-41 Universitas Negeri Surabaya , 2020.
- [4] PT. Toyota Astra Motor. 1986. Dasar- dasar Air Conditioner.

- 
- [5] Hermawan, S., & Novianto, R. (2017). Trouble Shooting Sistem Air Conditioner (AC) Pada Trainer AC Mobil. *Surya Teknik*, 28-36.
- [6] Setiawan ID, Ubaidillah A, Alfita R. Perancangan Dan Pengembangan Trainer Air Conditioner Jenis Split Untuk Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura. ISSN: 2621-5551, *SinarFe* 7.
- [7] Faoji A, Usman WJ, Rancang Bangun Rangka Trainer Sistem Kemudi Toyota Avanza. *Jurnal Nozzle* Vol. 5 No. 1 Januari 2016.
- [8] Ardiansyah MS. (2020). “Analisis Trainer Air Conditioning Jenis Split Untuk Media Pembelajaran”. *JRM*. Vol. 06 No. 01 Tahun 2020, 43 – 48.
- [9] Frick, H., & P, Koesmartono. (1979). *Mekanika Teknik 1: Statika dan Kegunaannya*. Yogyakarta: Kanisius.
- [10] Sularso, MSME. Ir., & Suga, Kiyokatsu. (1991). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT Pradnya Paramitha.
- [11] Syahyuniar, R., Ningsih, Y., & Kurniawan, R. D. (2018). Perancangan sistem kerja simulator AC (Air Conditioner) mobil. *ELEMEN: JURNAL TEKNIK MESIN*, 5(1), 20-27.
- [12] PT. Toyota Astra Motor. 1993. *Heater & Air Conditioner System: New Step 2*.
- [13] Handoko, Juni. 2008. *Merawat dan Memperbaiki AC Mobil*. Jakarta: PT Kawah Pustaka.
- [14] Niemann, G. (1992). *Elemen Mesin Jilid 1. (Anton Budiman: Terjemahan)*. Jakarta: Erlangga.
- [15] Niemann, G., & Winter, H. (1992). *Elemen Mesin Jilid 2. (Anton Budiman: Terjemahan)*. Jakarta: Erlangga.
- [16] Khurmi, R.S. dan Gupta, J.K., 2005. *A Textbook of Machine Design*. 14th ed. New Delhi: Eurasia Publishing House (PVT) LTD.
- [17] Frick, H. (1982). *Mekanika Teknik 2: Statika dan Kegunaannya*. Yogyakarta: Kanisius.
- [18] Tukimun, T., & Yunus, A. I. (2023). *Mekanika Teknik II*. Padang: PT Global Eksekutif Teknologi.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

---