

Analisis defect burry spinning tube liquid terhadap potensi kebocoran refrigeran pada sistem AC mobil menggunakan simulasi komputasi ANSYS

Abdul Jabar*, Nurato

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Indonesia

Article Info

Article history

Received January 3, 2023

Revised January 3, 2023

Accepted February 21, 2022

Keywords

Air conditioning (AC);

Spinning tube;

Defect burry;

ABSTRACT

A company engaged in the manufacture of components for car Air Conditioning, one of which is a Tube. From the data from 2019 to 2021, there were 63 customer claims on the tube, one of which was refrigerant leakage. The cause of leakage in the tube is the presence of a defect burry. The purpose of this study was to determine how big the dimensions of the defect burry in the spinning tube type liquid, in this study used 5 specimens. The method used is to perform a leak test on a water leak test machine with three defect burry positions. Then a simulation is carried out by applying a pressure of 3 Mpa to the defect burry using an Ansys computational simulation of the static structural method. The results of this study are that specimens 2 to 5 have leaks, specimen 2 is the lowest in resisting pressure with a maximum stress of 2.7039 Mpa and the recommended dimensional of the defect burry spinning tube liquid is a maximum of 0.05 mm because it does not leak when the defect burry is in an area outside and groove.

This is an open-access article under the [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



*Corresponding Author

Abdul Jabar,
Jurusan Teknik Mesin,
Fakultas Teknik,
Universitas Mercu Buana,
Jl. Meruya Selatan No. 1, Kembangan, Jakarta Barat 11650, Indonesia
Email: 41318310057@student.mercubuana.ac.id

1. PENDAHULUAN

Tube liquid memiliki fungsi untuk mengalirkan refrigeran cair bertekanan dari kondensor ke katup ekspansi dan evaporator. Kebocoran refrigeran saat berkendara membuat pengemudi tidak nyaman dan kepuasan pelanggan berpengaruh positif dan signifikan terhadap loyalitas pelanggan. Kepuasan pelanggan menyampaikan dampak citra perusahaan terhadap loyalitas pelanggan [1].

Jika komponen *air conditioning* rusak, sistem tidak akan berfungsi dengan baik. Secara garis besar, masalah umum pada *air conditioning* adalah belt yang kendur, kebisingan di dekat kompresor, kondensor dan

sirip evaporator yang tertutup debu/kotoran, filter udara tersumbat, dan noda berminyak yang terlihat pada sambungan sirkuit refrigerasi dan kebisingan di dekat blower [2].

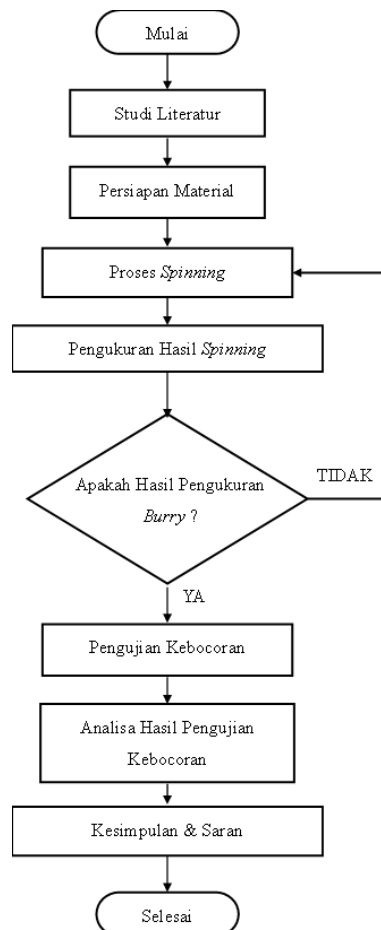
Penelitian selanjutnya telah melakukan metode baru untuk mendeteksi area kebocoran dan mencari titik kebocoran dengan akurasi tinggi, proses pemeriksaan yang cepat dan andal telah diusulkan. Metode ini dapat digunakan untuk mendeteksi gelembung udara yang keluar dari kompresor AC. Sebuah algoritma pengolahan citra sederhana terdiri dari teknik pelabelan komponen terhubung dan teknik analisis guMpalan. Hasilnya menunjukkan bahwa metode yang diusulkan dapat mengidentifikasi kebocoran pada kompresor AC secara efektif dengan akurasi 95%. Metode yang diusulkan memberikan manfaat untuk aplikasi industri seperti pengurangan biaya, keandalan perbaikan proses manufaktur dan perlakuan nilai produk [3].

Pada dasarnya *tube* yang dikirim ke *customer* telah melewati beberapa pengecekan, termasuk pengecekan kebocoran menggunakan mesin *water leak test* atau *differential leak test* seharusnya saat pemasangan *tube* dengan komponen AC lainnya tidak mengalami kebocoran, sehingga perlu adanya penelitian terhadap potensi kebocoran refrigerant pada komponen *tube*.

Pada penelitian ini penulis akan meneliti pengaruh kebocoran pada *tube liquid* akibat adanya *defect burry* pada area *spinning*. Dimensi *defect burry* yang diperbolehkan pada area *spinning* yaitu maksimal 0.2 mm, namun aktualnya masih terdapat *customer claim* terhadap kebocoran refrigeran akibat adanya *defect burry* pada *tube liquid*. Karenanya penelitian ini yang dipilih adalah Analisis *defect burry spinning tube liquid* terhadap potensi kebocoran refrigeran pada sistem AC mobil dengan perangkat lunak *ansys*.

2. METODE DAN BAHAN

Penelitian ini menggunakan *software ansys* dengan *metode static structural* dengan alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



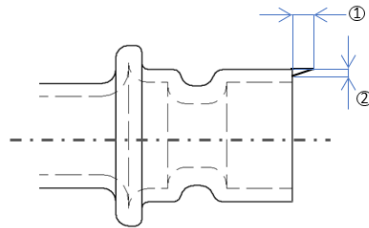
Gambar 1: Diagram alir penelitian

Bahan yang dipilih dalam penelitian ini adalah aluminium *tube raw material coil* dengan spesifikasi A3003TD-0. Paduan aluminium *alloy 3003* adalah paduan kekuatan sedang dengan ketahanan yang sangat baik terhadap korosi atmosfer dan kemampuan las yang sangat baik serta kemampuan *cold forming* yang baik [4]. Aluminium ini memiliki sifat mekanik yang lebih baik, terutama pada suhu tinggi daripada paduan seri 1000 [5].

2.1. Menyiapkan Spesimen

Sebelum melakukan pengujian adalah menyiapkan spesimen dan pemberian identitas pada tiap-tiap spesimen agar tidak tertukar karena dimensi *defect burry* yang kecil. Spesimen yang digunakan adalah *tube spinning tipe liquid*, dengan variasi dimensi *defect burry* 0 - 0,05, 0,05 - 0,1 mm, 0,1 - 0,15 mm, 0,15 - 0,2 mm dan 0,2 - 0,25 mm sehingga jumlah spesimen yang digunakan pada penelitian ini adalah 5 sampel *tube liquid* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1: Dimensi spesimen



No	Dimensi	Standar	Sampel Burry				
			0 - 0,05 mm	0,05 - 0,1 mm	0,1 - 0,15 mm	0,15 - 0,2 mm	0,2 - 0,25 mm
1	Burry height	Dx 0,2 Max	0,026 mm	0,083 mm	0,131 mm	0,180 mm	0,232 mm
2	Burry height	Dy 0,2 Max	0,048 mm	0,080 mm	0,145 mm	0,178 mm	0,240 mm

2.2. Uji Kebocoran

Pengujian dilakukan pada spesimen *tube spinning* dengan variasi *defect burry* yang telah diukur menggunakan alat ukur *contour record*. Pengujian kebocoran dilakukan menggunakan mesin *water leak test* dilaksanakan dengan cara memberikan *o-ring* pada area *groove spinning* kemudian diberikan tekanan sebesar 30 kgf/cm² dibawah permukaan air, pengujian ini akan menghasilkan gelembung pada area yang mengalami kebocoran.

Pengujian kebocoran ini dilakukan pada 3 posisi *defect burry* di area *spinning* yaitu pada area ujung *spinning*, area *outside spinning* dan area *groove spinning*. Tujuan pengujian penelitian ini untuk mengumpulkan data potensi burry terhadap kebocoran sistem AC mobil.

2.3. Proses Meshing

Tahap selanjutnya, geometri dan material yang sudah di impor dilakukan *meshing* pada *spinning tube liquid* dengan adanya *defect burry*. *Meshing* merupakan pembagian model menjadi elemen-elemen [6]. Elemen yang akan digunakan pada *meshing* pada rangka adalah elemen berbentuk tetrahedral. Untuk mendapatkan *meshing* yang baik menggunakan konvergensi dari beberapa ukuran *meshing*. Uji konvergensi merupakan suatu proses untuk menguji apakah *quality mesh* baik dari pemilihan ukuran *mesh* untuk mendapatkan hasil deformasi yang valid [7].

Meshing adalah bagian penting dari analisa. Karena jika *meshing* kurang baik, maka akan menghasilkan hasil yang berbeda atau tidak mendekati kondisi sebenarnya. Kualitas *meshing* bisa dikatakan baik apabila memiliki nilai rata – rata antara 0.0 – 0.4 mm, dan dikatakan sedang jika mempunyai nilai rata – rata 0.5 – 0.7 mm, dan dikatakan buruk jika mempunyai nilai rata – rata 0.8 – 1.0 mm [8]. *Meshing* merupakan representasi dari metode elemen hingga dan penelitian ini menggunakan *mesh tetrahedrons* [9]. *Meshing* pada daerah dinding sudah dibuat rapat agar menghasilkan tingkat keakurasian yang baik [10].

3. HASIL DAN DISKUSI

Pengujian kebocoran menggunakan mesin *water leak test*. Material uji adalah sebuah *tube liquid* pada bagian *spinning*. Pengambilan data pada spesimen dilakukan pada 3 area *defect burry* yang berbeda-beda yaitu pada area ujung *spinning* dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2: Data uji kebocoran *defect burry* pada area ujung *spinning*

Item Cek	Dimensi Burry (mm)	Standard	Hasil Sampel (kgf/cm2)				Kesimpulan
			1	2	3	4	
Spesimen 1	0 - 0,050	Tidak bocor dibawah tekanan 30 kgf/cm2	30	30	30	30	O
Spesimen 2	0,050 - 0,100		30	30	30	30	O
Spesimen 3	0,100 - 0,150		30	30	30	30	O
Spesimen 4	0,150 - 0,200		30	30	30	30	O
Spesimen 5	0,200 - 0,250		30	30	30	30	O

Tabel 3: Data uji kebocoran *defect burry* pada area *outside spinning*

Item Cek	Dimensi Burry (mm)	Standard	Hasil Sampel (kgf/cm ²)				Kesimpulan
			1	2	3	4	
Spesimen 1	0 - 0,050	Tidak bocor dibawah tekanan 30 kgf/cm ²	30	30	30	30	O
Spesimen 2	0,050 - 0,100		2	3	2	2	X
Spesimen 3	0,100 - 0,150		2	2	2	2	X
Spesimen 4	0,150 - 0,200		2	2	2	1	X
Spesimen 5	0,200 - 0,250		2	1	2	1	X

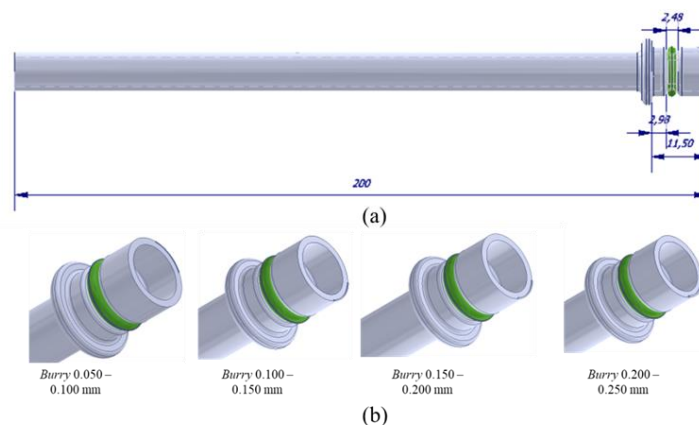
Tabel 4: Data uji kebocoran *defect burry* pada area *groove spinning*

Item Cek	Dimensi Burry (mm)	Standard	Hasil Sampel (kgf/cm ²)				Kesimpulan
			1	2	3	4	
Spesimen 1	0 - 0,050	Tidak bocor dibawah tekanan 30 kgf/cm ²	30	30	30	30	O
Spesimen 2	0,050 - 0,100		2	3	2	2	X
Spesimen 3	0,100 - 0,150		2	2	2	2	X
Spesimen 4	0,150 - 0,200		2	2	2	1	X
Spesimen 5	0,200 - 0,250		2	1	2	1	X

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan pada spesimen 2 sampai spesimen 5 mengalami kebocoran rata-rata pada tekanan 2 kgf/cm². Pada dasarnya *defect burry* terbentuk pada permukaan ujung *spinning* namun pada saat terjadi *customer claim defect burry* selalu lepas dan menempel pada permukaan luar *spinning tube liquid* sehingga penelitian ini akan membahas mengenai seberapa besar *defect burry* menerima tekanan.

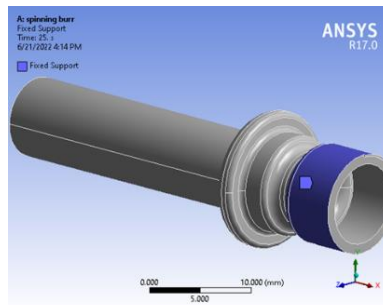
3.1. Desain *tube liquid*

Setelah melakukan uji kebocoran dan sudah diketahui dimensi *defect burry* yang berpotensi mengalami kebocoran maka desain *tube spinning liquid* mengacu pada dimensi *defect burry* yang mengalami kebocoran, desain dilakukan pada *software inventor* yang kemudian akan dilakukan impor geometri pada *software ansys*. Ukuran dari geometri tabung dalam dan luar harus disesuaikan dengan ukuran yang sama pada eksperimen [11].

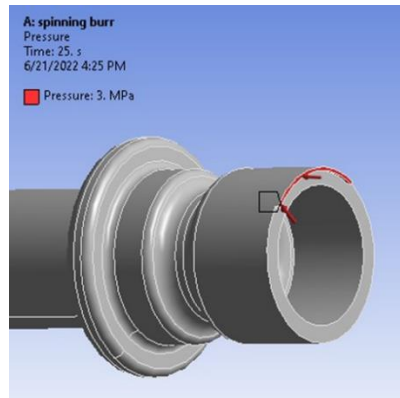
**Gambar 2:** Desain *tube liquid*, (a) tampak depan dan (b) variasi dimensi spesimen

3.2. Fixed support dan Input arah gaya tekanan

Kondisi dimana geometri dari *tube spinning liquid* diberi *boundary condition* berupa *fixed support*. Dimana fungsi dari *fixed support* sendiri adalah untuk membuat *tube spinning rigid* sehingga arah fluida yang terjadi hanya pada *area spinning* dapat dilihat pada gambar 3. Penambahan arah dan besar gaya tekan pada geometri bertujuan untuk memberi beban pada *defect burry* yang akan dikenai fluida dengan tekanan 30 kgf/cm² seperti Gambar 5 dibawah ini.



Gambar 4: Titik *fixed tube spinning liquid*



Gambar 5: Arah dan gaya tekan

3.3. Independent of mesh

Independent of mesh akan di buat berdasarkan tekanan terhadap jumlah elemen yang terbentuk pada proses *meshing*, ukuran *mesh* yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5 sampai dengan Tabel 8 dibawah ini.

Tabel 5: *Independent of mesh* spesimen 2

No	Ukuran Mesh (mm)	Tegangan Maksimum von mises (Mpa)	Jumlah Elemen
1	1.0	2.1947	32616
2	0.9	2.2782	48175
3	0.8	2.4172	68227
4	0.7	2.6256	94874
5	0.6	2.6495	139085
6	0.5	2.6813	252697
7	0.4	2.6184	468572
8	0.3	2.7039	1105946

Tabel 6: *Independent of mesh* spesimen 3

No	Ukuran Mesh (mm)	Tegangan Maksimum von mises (Mpa)	Jumlah Elemen
1	1.0	2.5585	32675
2	0.9	2.4218	48226
3	0.8	2.6414	68324
4	0.7	2.6291	94798
5	0.6	2.7128	139127
6	0.5	2.8565	251970
7	0.4	2.8654	467258
8	0.3	2.8924	1107627

Tabel 7: Independent of mesh spesimen 4

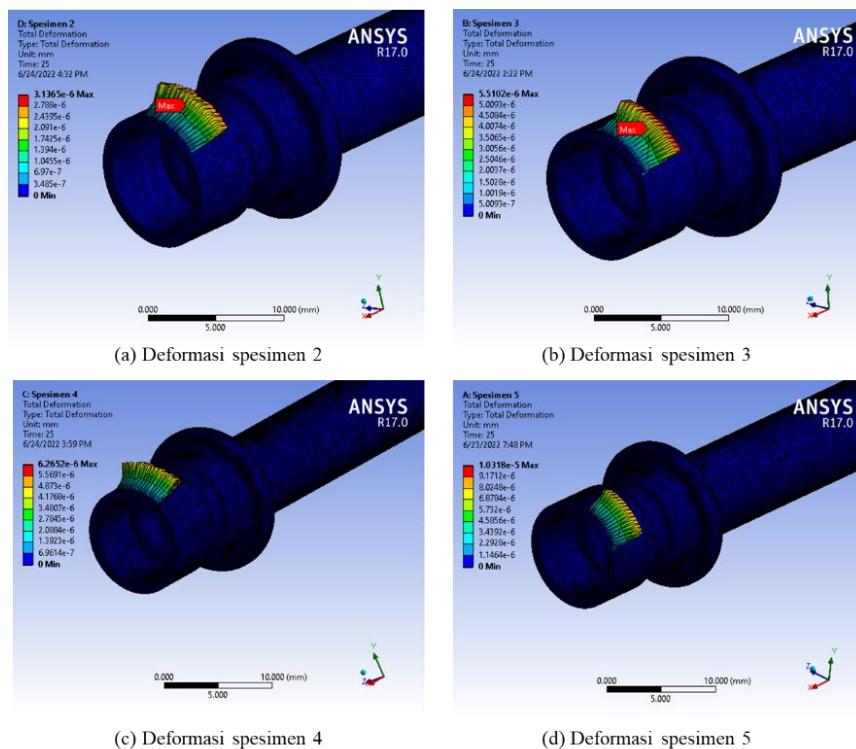
No	Ukuran Mesh (mm)	Tegangan Maksimum von mises (Mpa)	Jumlah Elemen
1	1.0	2.8405	32493
2	0.9	2.9236	48062
3	0.8	2.8751	68578
4	0.7	2.9888	94812
5	0.6	3.0335	139513
6	0.5	3.1464	253098
7	0.4	3.1913	467607
8	0.3	3.2454	1108624

Tabel 8: Independent of mesh spesimen 5

No	Ukuran Mesh (mm)	Tegangan Maksimum von mises (Mpa)	Jumlah Elemen
1	1.0	3.118	32991
2	0.9	3.1937	48308
3	0.8	3.1391	68209
4	0.7	3.0672	94984
5	0.6	3.1773	139190
6	0.5	3.35	251873
7	0.4	3.39	467237
8	0.3	3.4738	1107360

3.4. Deformasi, Tegangan dan Regangan

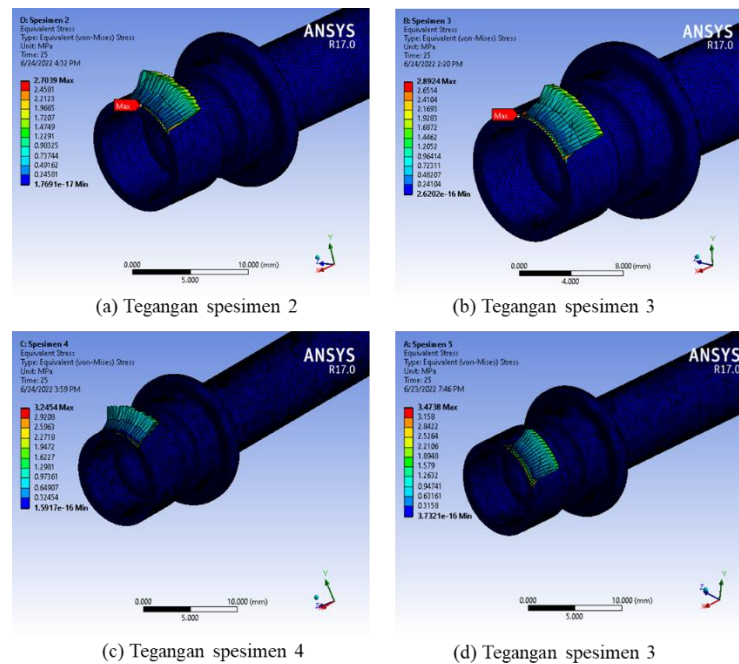
Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan maka pada spesimen 2 *defect burry* yang paling sedikit mengalami deformasi dalam menahan beban sebesar 3 Mpa yaitu dengan deformasi maksimum 0.0000031365 mm dapat dilihat pada Gambar 6 dibawah ini.

**Gambar 6: Deformasi defect burry spinning tube**

Tabel 9: Hasil analisa deformasi maksimum *defect burry* tekanan 3 Mpa

Spesimen	Deformasi Maksimum (mm)
2	0.0000031365
3	0.0000055102
4	0.0000062652
5	0.000010318

Berdasarkan hasil analisis Gambar 7 dibawah maka pada spesimen 5 yang paling kuat dalam menahan pembebanan sebesar 3 Mpa yaitu dengan tegangan maksimal 3.4738 Mpa dan spesimen 2 yang dapat menahan beban paling rendah dengan tegangan maksimal sebesar 2.7039 Mpa.

**Gambar 7:** Tegangan *defect burry spinning tube***Tabel 10:** Hasil analisa tegangan maksimum *defect burry* tekanan 3 Mpa

Spesimen	Tegangan Maksimum (Mpa)
2	2.7039
3	2.8924
4	3.2454
5	3.4738

Analisis ini menunjukkan bahwa geometri yang berbeda dari *defect burry* mengalami regangan maksimum yang berbeda sehingga disimpulkan pada tabel 11 berikut ini :

Tabel 11: Hasil analisa regangan maksimum *defect burry* tekanan 3 Mpa

Spesimen	Regangan Maksimum
2	0.000039772
3	0.000043588
4	0.000047369
5	0.000052252

Berdasarkan hasil analisis pada tabel 11 diatas maka pada spesimen 5 yang paling kuat dalam menahan pembebanan sebesar 3 Mpa yaitu dengan regangan maksimal 0.000052252 dan spesimen 2 yang memiliki regangan paling rendah yaitu sebesar 0.000039772.

4. KESIMPULAN

Setelah seluruh penelitian dilaksanakan serta menganalisa seluruh hasil yang diperoleh, maka hasil simulasi dari keempat variasi *defect burry* pada *spinning tube liquid* diketahui besarnya deformasi pada

spesimen 2 mengalami sedikit deformasi dalam menahan pembebanan sebesar 3 Mpa yaitu dengan deformasi maksimal 0.0000031365 mm dan spesimen 5 mengalami deformasi paling besar yaitu 0.000010318 mm. Spesimen 2 paling rendah dalam menahan pembebanan sebesar 3 Mpa yaitu dengan tegangan maksimal 2.7039 Mpa, sehingga *defect burry* berpotensi lepas dan menempel pada area *outside* dan *groove spinning* sehingga dapat mengakibatkan kebocoran pada AC mobil. Toleransi dimensi *defect burry spinning tube liquid* yang direkomendasikan adalah maksimal 0.05 mm karena jika *defect burry* lepas dan menempel pada area *outside* dan *groove spinning* maka tidak menyebabkan kebocoran pada AC mobil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Felisia NG, Melitina Tecoalu, & Soegeng Wahyoedi. (2022). The Role of Customer Satisfaction in Mediating the Effect of Service Claim and Brand Image on Customer Loyalty at PT Asuransi Sahabat Artha Proteksi in Jakarta. *Britain International of Humanities and Social Sciences (BioHS) Journal*, 4(1), 126–139. <https://doi.org/10.33258/biohs.v4i1.598>
- [2] Hermawan, S., & Novianto, R. (2017). Trouble Shooting Sistem Air Conditioner (AC) Pada Trainer AC Mobil. *Surya Teknika*, 1(1), 26–33.
- [3] Pookongchai, K., Nakornrat, P., Sookananta, B., & Buasri, P. (2015). Air conditioning compressor air leak detection by image processing techniques for industrial applications. *MATEC Web of Conferences*, 26, 10–13. <https://doi.org/10.1051/mateconf/20152603010>
- [4] Hendriyanto, M. S. (2015). *Analisa Struktur Rangka Mesin 3 in 1 Pembuat Kerupuk Sermier Dengan Menggunakan Software Ansys Workbench 14.0*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [5] Metals, A. (2018). *Aluminium Alloy 3003 '0' Sheet*. Wednesbury: Aalco. Pelatin, P. D., & Albahar, A. K. (2016). Pengaruh Tekanan Freon Pada Sistem AC (Air Conditioner) Terhadap Konsumsi Listrik. *Jurnal Ilmiah Elektrokisna*, Vol 5.
- [6] Ninla Elmawati Falabiba, Anggaran, W., Mayssara A. Abo Hassanin Supervised, A., Wiyono, B. ., & Ninla Elmawati Falabiba. (2014). Analisis Tegangan dan Defleksi Pada Pipa Berdasarkan Jenis Tumpuan dan Pembebanan yang Berbeda. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, 5(2), 40–51.
- [7] Muhazir, A., Sinaga, Z., & Yusanto, A. A. (2020). Analisis Penurunan Defect Pada Proses Manufaktur Komponen Kendaraan Bermotor Dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (Fmea). *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 5(2), 66–77. <https://doi.org/10.52447/jktm.v5i2.2955>
- [8] Aziz, A. A., Kiryanto, & Santosa, A. W. B. (2017). Analisa Kekuatan Tarik, Kekuatan Tekuk, Komposisi dan Cacat Pengecoran Paduan Aluminium Flat Bar dan Limbah Kampas Rem dengan Menggunakan Cetakan Pasir dan Cetakan Hidrolik sebagai Bahan Komponen Jendela Kapal. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 5(1), 120. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/naval>
- [9] Anandya, I. B. (2016). *Analisis Elemen Hingga Pada Proses Bending Pipa Berpenampang Segi Empat Dengan Laser*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [10] Anggara, F. (2020). Numerical Study: Comparison the Effect of Ratio Length and Diameter Guide Vane of Air Flow on Outlet Ducting. *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 5(2), 150–159. <https://doi.org/10.20527/sjmekinematika.v5i2.178>
- [11] Anggara, F., Carles, H., & Ansyah, P. R. (2019). Studi Numerik: Pengaruh Debit Inlet Terhadap Karakteristik Pelelehan Paraffin Wax Pada Tabung Silinder. *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 4(1), 15–26.