

Studi Eksperimen Variasi Paduan Al-Si pada Rangka Urban Diesel KMHE

Auliana Diah Wilujeng^{1*}, Eko Suwanto², Annafiyah³, Ferly Isnomo Abdi⁴

^{1,2,3}Program Studi DIII Teknik Mesin Alat Berat, Jurusan Rekayasa Mesin dan Industri, Politeknik Negeri Madura, Indonesia 69281

⁴Program Studi DIV Teknik Mesin, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia 60231

E-mail: *auliana_dw@poltera.ac.id

Abstrak: *Chassis* merupakan komponen terpenting yang berfungsi untuk menopang berat kendaraan, mesin, penopang, serta menahan agar kendaraan tetap dalam stabil dan tidak mengalami defleksi berlebih. Besarnya kebutuhan pasar yang menginginkan bahan *chassis* yang ringan dan kuat, sehingga banyak yang melakukan inovasi-inovasi tentang pembuatan material *chassis* yang cocok digunakan dalam kendaraan dengan melakukan penelitian tentang paduan beberapa material logam. Pada penelitian ini, *chassis* dibuat dengan material Aluminium (Al) yang dipadukan dengan Silika (Si) melalui proses pengecoran. Dari hasil perpaduan tersebut, dilakukan pengujian *tensile test* dan *bending test*. Aluminium dileburkan pada titik leburnya serta ditambahkan serbuk Si dengan komposisi 0%, 2%, 4%, dan 6% kemudian dilakukan pencetakan sesuai standar material uji. Hasil yang diperoleh dari pengujian adalah Silika dapat mengubah sifat mekanis dari Aluminium. Pada pengujian tekuk, semakin besar persentase Si maka semakin rendah peak loadnya. Sedangkan pada pengujian tarik, peak load semakin besar seiring bertambahnya persentase Si.

Kata kunci: Silika, Aluminium, Paduan, *Chassis*, KMHE.

Abstract: *The chassis is the most important component which functions to support the weight of the vehicle, engine, passengers, and to keep the vehicle stable and not experience excessive deflection. The large market demand for chassis materials that are light and strong means that many are making innovations regarding the manufacture of chassis materials that are suitable for use in vehicles by conducting research on alloys of several metal materials. In this research, the chassis was made from Aluminum (Al) material combined with Silica (Si) through a casting process. From the results of this combination, tensile tests and bending tests were carried out. Aluminum is melted at its melting point and Si powder is added with a composition of 0%, 2%, 4% and 6%, then molding is carried out according to the test material standards. The results obtained from the test are that Silica can change the mechanical properties of Aluminum. In the bending test, the greater the Si percentage, the lower the peak load. Meanwhile, in the tensile test, the peak load increases as the Si percentage increases.*

Keywords: Silica, Aluminum, Alloy, *Chassis*, KMHE.

© 2024, JRM (Jurnal Rekayasa Mesin) dipublikasikan oleh ejournal Teknik Mesin Fakultas Vokasi UNESA.

PENDAHULUAN

Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) merupakan ajang kompetisi mobil hemat energi yang diadakan oleh BPI dan diselenggarakan setiap tahun. Orientasi KMHE yang diadakan mengacu pada efisiensi energi dari perancangan mobil karya mahasiswa sebagai hasil pengaplikasian ilmu yang didapatkan di perkuliahan. Kegiatan ini dibagi menjadi dua kategori berdasarkan kendaraan, yaitu *Urban* dan *Prototype*. Sedangkan untuk penggerak utama dibagi menjadi beberapa kelas antara lain Motor Bakar, Motor Listrik, dan *Hybrid*.

Ada banyak upaya yang bisa dilakukan untuk meningkatkan efisiensi bahan bakar. Salah satu upayanya adalah mendesain kendaraan yang ringan namun memiliki kekuatan tinggi. Salah satu komponen kendaraan yang memiliki bobot besar

adalah rangka/*chassis* kendaraan. Desain *chassis* kendaraan yang digunakan peserta dalam ajang perlombaan KMHE memiliki potensi untuk dapat diterapkan pada konsep kendaraan pada umumnya. *Chassis* tersebut harus mampu menahan beban statis sebesar 700 N dari arah vertikal dan horisontal tanpa mengalami deformasi (Juklak KMHE, 2020).

Material yang digunakan dalam pembuatan rangka mobil KMHE bervariasi. Setiap tim dapat mengembangkan material rangka yang digunakan. Pada umumnya, material penyusun rangka yang memiliki kekuatan tinggi namun ringan adalah aluminium. Namun kekurangannya jika menggunakan aluminium murni adalah tingkat keuletannya tinggi, sehingga defleksinya tinggi. Oleh karena itu, aluminium perlu ditambah unsur material lain agar

meningkatkan kekuatannya (Kusumo dan Suryadharma, 2021; Wahyudi dkk, 2016).

Silicon dipilih untuk menjadi paduan dari aluminium karena dapat meningkatkan kekuatan (setelah proses *heat treatment*) dan ketahanan material terhadap korosi (Alviandra dkk, 2017; Rofandi dkk, 2018; Setyani dkk, 2018; Kimiartha dkk, 2015). Pada tahun 2014, Saputro melakukan penelitian tentang penambahan Si pada paduan Al-Mg. Hasil yang didapat adalah penambahan Si dapat meningkatkan kekerasan namun mengurangi keuletan (Saputro, 2014). Sejalan dengan itu, pada tahun yang sama, Diniardi dkk melakukan uji keausan dan uji kekerasan pada material paduan Al-Si. Hasil yang didapat, material memiliki nilai kekerasan Brinell sebesar 150 HB (Diniardi dkk, 2014). Tahun 2020, Ulfiyah dan Fathorroso melakukan penelitian tentang penambahan Cu terhadap Al dengan presentasi paduan 0%, 2%, 3%, dan 4%. Penelitian tersebut menghasilkan nilai *yield strength* terbesar yaitu 66,13 MPa pada paduan 3% (Ulfiyah dan Fathorroso, 2020). Sadiana dkk pada tahun 2020 melakukan penelitian tentang pembuatan dudukan shock absorber sepeda motor yang terbuat dari Paduan aluminium, tembaga, dan magnesium. Hasil yang didapat adalah nilai kekuatan tarik tertinggi pada sampel 2 yaitu paduan *Aluminium* (Al) 90%, tembaga (Cu) 5% dan magnesium (Mg) 5% perubahan komposisi (nilainya adalah 150 MPa). Meskipun nilai kekuatan tarik terendah diperoleh pada sampel 1, namun perubahan komposisi paduan *Aluminium* (Al) sebesar 90%, komposisi tembaga (Cu) sebesar 3%, dan komposisi magnesium (Mg) sebesar 7%, nilainya adalah 126 MPa (Sadiana dkk, 2020).

Berdasarkan penjelasan tersebut, maka disusunlah penelitian ini dengan melakukan variasi penambahan persentase Silika terhadap Aluminium. Penelitian ini bertujuan mendapatkan sifat mekanis aluminium yang sesuai kebutuhan perlombaan seperti ringan dan kuat.

DASAR TEORI

Chassis

Chassis merupakan komponen penting dalam kendaraan yang berfungsi untuk menompang beban kendaraan sehingga konstruksinya harus kuat. Semua beban dalam kendaraan baik itu penumpang, mesin, system kemudi, dan segala peralatan kenyamanan semuanya diletakan di atas *chassis*. *Chassis* merupakan satu bagian dari kendaraan, atau dengan kata lain adalah bagian yang tinggal bila bodi mobil dilepaskan keseluruhannya, biasanya terbuat dari kerangka baja yang secara besar material memiliki sifat-sifat yang menjadi ciri dari material, diantaranya yaitu sifat mekanik material (Ulfiyah dan Fathorroso, 2020).

Aluminium

Aluminium adalah unsur ke-13 dalam tabel periodik dan logam paling melimpah di bumi,

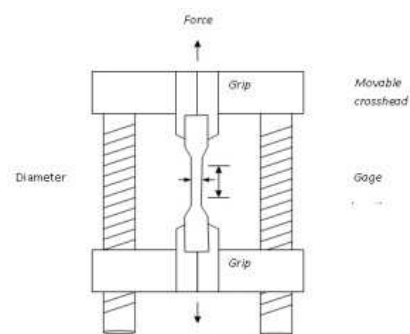
terhitung 8,1% dari permukaan bumi. Tidak ditemukan sembarangan di alam, artinya akan selalu berpadu dengan unsur lain karena sangat hidup. Aluminium adalah logam paling melimpah kedua setelah besi dan merupakan pesaing ekonomi teknik dalam industri, otomotif, dirgantara, dan aplikasi komponen lainnya. Aluminium memiliki berat 2.7 g/cm³, sepertiga dari berat baja (7.83 g/cm³), tembaga (8.93 g/cm³) atau kuningan (8.53 g/cm³), serta memiliki ketahanan korosi yang sangat baik dari kondisi lingkungan termasuk atmosfer, air (air garam), petrokimia dan bahan kimia lainnya. Aluminium memiliki beberapa kekurangan yaitu kekuatan dan kekerasan yang rendah bila dibandingkan dengan logam lain seperti besi dan baja. Berdasarkan karakteristik yang dimiliki Aluminium, dapat dimanfaatkan sebagai material paduan dengan logam lain sehingga mendapat sifat mekanik baru (Eva, 2012).

Silika

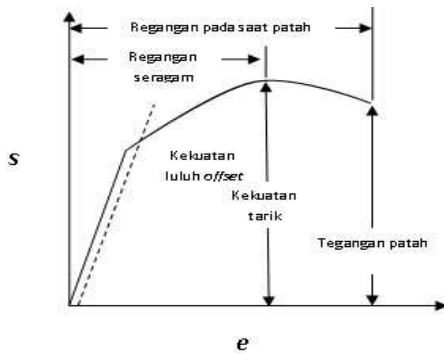
Silika adalah unsur paling berlimpah kedua di kerak Bumi, setelah oksigen dan yang ke delapan paling melimpah di alam semesta. Unsur ini paling sering ditemukan sebagai silika dioksida. Dua unsur silika dan oksigen membentuk hampir tiga perempat dari kerak planet kita. Silika memiliki titik leleh 1414 oC dan titik didih 3265 oC. Pada dunia industri silika banyak digunakan untuk campuran bahan paduan logam. Sifat mekanik yang dimiliki silika yaitu memiliki ketahanan terhadap korosi yang tinggi serta dapat meningkatkan kekuatan logam lainnya apabila dipadukan dengan perlakuan panas yang baik.

Uji Tarik (*Tensile Test*)

Uji tarik banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan. Uji tarik merupakan salah satu pengujian untuk mengetahui sifat-sifat suatu bahan. Dengan menarik suatu bahan kita akan segera mengetahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang. Seperti pada gambar 1 benda yang di uji tarik diberi pembebanan pada kedua arah sumbunya. Pemberian beban pada kedua arah sumbunya diberi beban yang sama besarnya.



Gambar 1. Skema Uji Tarik



Gambar 2. Kurva Hasil Uji Tarik

Gambar 2 menunjukkan hubungan antara gaya tarikan dengan perubahan panjang. Profil ini sangat diperlukan dalam desain yang memakai bahan tersebut. Uji tarik bertujuan untuk mendapatkan informasi-informasi yang dibutuhkan oleh pengguna bahan logam, informasi yang akan diperoleh antara lain :

1. Tegangan
2. Regangan
3. Elongasi (Elongation)
4. Modulus Elastisitas

Uji Tekuk (Bending Test)

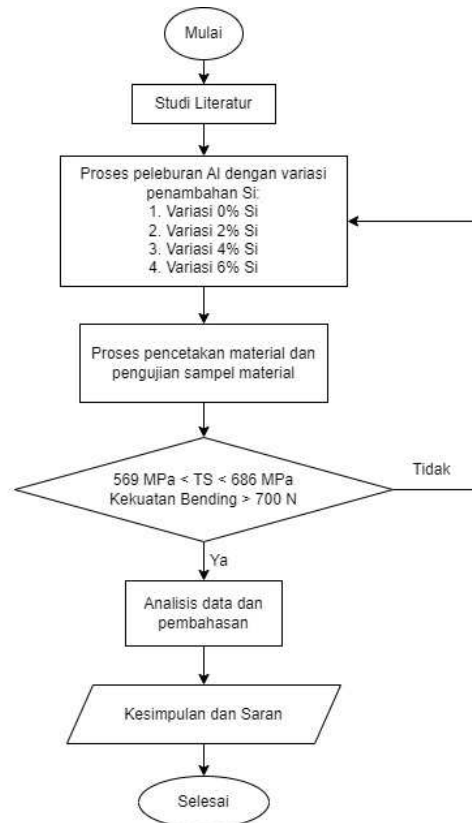
Pengujian bending merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan mutu suatu material secara visual. Proses pembebanan menggunakan mandrel yang dimensinya telah ditentukan untuk memaksa bagian tengah bahan uji atau spesimen tertekuk diantara dua penyangga yang dipisahkan oleh jarak yang telah ditentukan. Selanjutnya bahan akan mengalami deformasi dengan dua buah gaya yang berlawanan bekerja pada saat yang bersamaan. Dalam pemberian beban dan penentuan dimensi mandrel ada beberapa faktor yang harus diperhatikan, yaitu:

1. Kekuatan tarik (*Tensile Strength*)
2. Tegangan luluh (*Yield Strength*)

Berdasarkan posisi pengambilan spesimen, uji bending dibedakan menjadi 2 yaitu transversal bending dan longitudinal bending, dalam penelitian ini akan digunakan metode transversal bending karena bending yang dilakukan langsung di tengah permukaan material dengan pembebanan.

METODE

Gambar 3 menunjukkan diagram alir penelitian ini. Jumlah variasi penambahan Si pada Al adalah empat variasi, yaitu 0% Si, 2% Si, 4% Si, dan 6% Si.



Gambar 3. Diagram alir penelitian

Alat dan Bahan

Penelitian ini memerlukan alat serta bahan untuk menunjang keberhasilan penelitian ini, adapun alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Universal Testing Machine (UTM)
2. Tungku peleburan
3. Pasir pencetak bahan uji
4. Tang jepit
5. Sarung tangan
6. Gerinda potong

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya:

1. Aluminium
2. Silika

Prosedur Kerja

Prosedur kerja dari penelitian ini terdiri dari dua kelompok prosedur, yaitu pembuatan spesimen uji dan pengujian spesimen. Pembuatan spesimen dilakukan di Home Industri Aluminium Sidoarjo. Pembuatan spesimen dilakukan selama dua hari dengan rincian kegiatan pembuatan cetakan dengan bahan dasar pasir kemudian melakukan peleburan pada komposisi paduan yang telah ditentukan. Hasil pembuatan cetakan seperti terlihat pada gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Cetakan spesimen uji

Proses selanjutnya adalah melakukan proses peleburan aluminium hingga mencair kemudian menambahkan silika hingga tercampur menjadi satu paduan. Dalam hal ini, aluminium dengan massa 750 gram sebagai acuan dalam penentuan variasi prosentase yang diberikan. Pada gambar 5 terlihat proses peleburan aluminium.



Gambar 5. Proses peleburan

Proses peleburan dilakukan selama 2-3 jam dengan kondisi awal tungku pembakaran yang sudah panas. Proses ini dilakukan secara empat kali dengan penambahan prosentase silika yang berbeda-beda. Setelah aluminium dan silika yang dipadukan mencair kemudian dilakukan penuangan paduan ke dalam cetakan pasir yang sudah dibuat. Terlihat pada gambar 6 proses pengecoran berikut ini.



Gambar 6. Proses pengecoran

Dari prosedur kerja yang telah dilakukan, sehingga diperoleh spesimen uji yang telah siap untuk dilakukan pengujian. Terlihat pada gambar 7 spesimen uji yang diperoleh.



Gambar 7. Spesimen uji

Setelah proses pembuatan spesimen selesai, selanjutnya spesimen dilakukan pengujian. Pengujian yang dilakukan yaitu uji tarik (*tensile test*) dan uji tekuk (*bending test*). Pengujian spesimen dilakukan di Bengkel Politeknik Negeri Madura. Gambar 8 menunjukkan dokumentasi saat pengujian spesimen, baik uji tarik maupun uji tekuk.



(a)



(b)

Gambar 8. Pengujian spesimen (a) uji tarik (b) uji tekuk

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 9 menunjukkan hasil pengujian dari spesimen, baik uji tarik maupun uji tekuk.



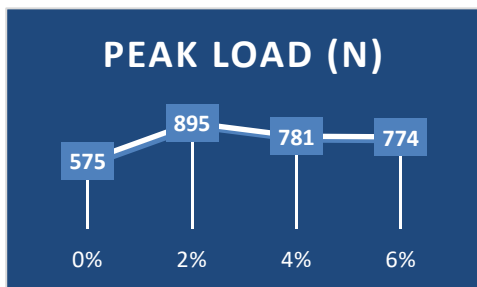
Gambar 9. Hasil pengujian tarik dan tekuk pada spesimen

Hasil Data

Dari hasil pengujian tekuk (*Bending Test*) yang telah dilakukan, dapat diperoleh data pengujian pada tabel 1 berikut.

TABEL 1
Data hasil pengujian tekuk (*bending test*)

| Komposisi Si | Peak Load (N) | Modulus Elastisitas (%) |
|--------------|---------------|-------------------------|
| 0% | 575 | 234,52 |
| 2% | 895 | 356,31 |
| 4% | 781 | 187,17 |
| 6% | 774 | 236,85 |

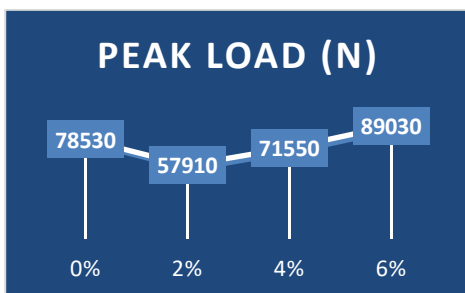


Gambar 10. Grafik pengaruh variasi penambahan Si terhadap beban maksimum yang bisa diterima pada pengujian tekuk

Gambar 10 menunjukkan terdapat pengaruh persentase penambahan Silika terhadap kemampuan material dalam menerima beban maksimal. Terlihat bahwa paduan 2%Si memiliki kekuatan *peak load* tertinggi daripada paduan lainnya (paduan 4% dan 6%). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan Si pada Al dapat meningkatkan kekuatan *peak load* setelah dilakukan *heat treatment*. Namun kekuatan *peak load* akan menurun seiring dengan semakin besarnya persentase Si.

TABEL 2
Data hasil pengujian tarik (*tensile test*)

| Komposisi Si | Peak Load (kN) | Modulus Elastisitas (%) |
|--------------|----------------|-------------------------|
| 0% | 78,53 | 2494,58 |
| 2% | 57,91 | 1975,9 |
| 4% | 71,55 | 2753,08 |
| 6% | 89,03 | 2538,26 |



Gambar 11. Grafik pengaruh variasi penambahan Si terhadap beban maksimum yang bisa diterima pada pengujian tarik

Tabel 2 menunjukkan data hasil pengujian tarik (*Tensile Test*) yang telah dilakukan. Sedangkan gambar 11 menunjukkan pengaruh variasi penambahan Silika pada Aluminium terhadap *peak load* pada pengujian tarik. Hasil yang didapat pada pengujian tarik berbanding terbalik dengan hasil pengujian tekuk. Pada pengujian tarik, semakin besar persentase penambahan Si pada Al, maka semakin besar pula *peak load* yang mampu diterima. Namun, pada variasi penambahan 2%Si dan 4%Si tidak memperbaiki *peak load* material 0%Si. Penambahan Si baru berdampak spesifik pada kekuatan *peak load* material ketika variasi 6%Si.

Pemilihan variasi penambahan Si pada Al yang sesuai dengan kebutuhan rangka pada kendaraan KMHE adalah 4%. Hal ini dikarenakan, berdasarkan hasil pengujian tekuk dan pengujian tarik, keduanya memiliki nilai yang saling bertolakbelakang. Sehingga untuk mencapai optimalnya, dipilihlah paduan dengan persentase 4%Si. Harapannya, rangka kendaraan menjadi lebih kuat namun tetap terjaga berat total rangka. Sehingga dapat meningkatkan efisiensi konsumsi bahan bakar kendaraan.

SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan pengujian yang telah disampaikan sebelumnya bahwa penambahan persentase Si terhadap Al dapat mengubah sifat mekanik material. Pada pengujian tekuk, semakin besar persentase penambahan Si maka menghasilkan *peak load* yang semakin kecil. Sedangkan pada pengujian tarik, semakin besar persentase penambahan Si maka menghasilkan *peak load* yang semakin besar.

REFERENSI

- Petunjuk Pelaksanaan Kontes Mobil Hemat Energi KMHE 2020. (2020). Pusat Prestasi Nasional Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Kusumo, A., & Suryadharma, N. G. (2021). Analisa Kekuatan Chassis Mobil Menggunakan Material Paduan Aluminium Dan Magnesium. *Jurnal Teknik Industri*, 24(2), 29-42.
- Alviandra, S., Jumiadi, J., & Mardjuki, M. (2017). Pengaruh Penambahan Unsur Paduan Magnesium Pada Al-Si Menggunakan Dapur Krusibel Terhadap Sifat Kekerasan Dan Struktur Mikro. *TRANSMISI*, 13(2), 217-226.
- Rofandi, A., & IRFAI, M. A. (2018). Studi Temperatur Tuang terhadap Kekuatan Bending Paduan Al-Si dengan Menggunakan Cetakan Pasir. *Jurnal Teknik Mesin*, 6(1).
- Setyani, E., & IRFAI, M. A. (2018). Studi Temperatur Tuang Terhadap Kekuatan Tarik Paduan Al-Si dengan Menggunakan Cetakan Pasir. *Jurnal Teknik Mesin*, 6(1).
- Kimiartha, I. M. P., & Ardhyanta, H. (2015). Pengaruh Penambahan tembagan (Cu) terhadap sifat mekanik dan struktur miko pada paduan

aluminium silikon (Al-Si) melalui proses pengecoran. *Laporan Tugas Akhir, ITS, Surabaya*.

- Saputro, T. A. (2014). Analisa Heat Treatment Pada Aluminium Magnesium Silika (Al-Mg-Si) Dengan Silika (Si) (1%, 3%, 5%) Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis (Doctoral Dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta)
- Diniardi, E., Ramadhan, A. I., Kirono, S., & Julianto, A. (2014). Analisa Kekerasan dan Laju Keausan Blok Silinder Mesin Sepeda Motor Berbahan Paduan Al-Si. *Prosiding Semnastek*, 1(1).
- Ulfiyah, L., & Fathorrozi, M. (2020). Analisis Paduan Al Dan Cu Untuk Meterial Chassis Kendaraan. *Elemen: Jurnal Teknik Mesin*, 7(1), 17-22.
- Sadiana, R., Putra, D., & Hidayat, W. (2020). Analisis Kekuatan Tarik Logam Paduan Al-Cu-Mg Sebagai Dudukan Shock Absorber Sepeda Motor. *JURNAL ILMIAH TEKNIK MESIN*, 8(2), 67-72.
- Eva, A.N. (2012). Analisis Sifat Fisis dan Mekanis Alumunium Paduan Al-Si-Cu dengan Menggunakan Cetakan Pasir. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Politeknik Negeri Madura karena telah mendukung sarana dan prasarana dalam menyelesaikan penelitian ini. Tak lupa juga penulis sampaikan terima kasih melalui penulis keempat kepada Universitas Negeri Surabaya atas kesempatannya untuk menjalin kerja sama dalam penelitian ini.