



KARAKTERISASI SIFAT MEKANIS PADUAN ALUMINIUM DARI DAUR ULANG *VELG* UNTUK PRODUK *TRUCK SKATEBOARD* MELALUI METODE *INVESTMENT CASTING*

Sugeng Slamet^{1a}, Iwan Agus Setiawan², Rochmad Winarso³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus

Korespondensi:

^aProgram Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus
alamat email : sugeng.slamet@umk.ac.id

ABSTRAK

Skateboarding adalah olahraga yang menggunakan papan berroda yang berjalan lurus kedepan dengan melewati berbagai rintangan. *Truck* merupakan salah satu komponen penting berguna sebagai penyangga *skateboard* terpasang di bawah *board*. Fabrikasi *truck* banyak dikerjakan dengan proses permesinan dengan detail kompleksitas dan kepresisian tinggi. Hal ini menjadi kesulitan yang dirasakan pada industri manufaktur. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan teknik pengecoran logam dengan metode *investment casting* menggunakan paduan aluminium. Material yang digunakan paduan Aluminium dari proses daur ulang velg motor. Fabrikasi dilakukan melalui metode *investment casting* dengan membuat pola menggunakan limbah lilin industri batik. Proses pengecoran dilakukan dengan memperhatikan temperatur tuang sesuai komposisi paduan. Pengujian mekanis dilakukan dengan uji kekuatan tarik (*ASTM E8M*) dan kekerasan (*HRC*). Karakterisasi terhadap paduan Aluminium daur ulang velg motor menunjukkan komposisi 93,8% Al dan 4,4% Si. Sifat mekanis terhadap nilai kekuatan tarik sebesar 121,89 MPa, modulus elastisitas 721,93 MPa dan nilai kekerasan 63,33 HRC. Metode *investment casting* mampu diterapkan untuk memproduksi *truck skateboard* dengan detail kompleks dan kepresisian.

Kata kunci: *truck, skateboard, investment casting, sifat mekanis*

ABSTRACT

Skateboarding is a sport that uses a wheeled board that runs straight ahead by passing various obstacles. The truck is an important component that functions as a skateboard support mounted under the board. Truck fabrication is mostly done with machining processes with detailed complexity and high precision. This is a perceived difficulty in the manufacturing industry. This study aims to develop metal casting techniques with the investment casting method using aluminum alloy. The material used is aluminum alloy from the motorcycle wheel recycling process. Fabrication is done through the investment casting method by making patterns using wax waste from the batik industry. The casting process is carried out by paying attention to the pouring temperature according to the alloy composition. Mechanical testing was carried out

by testing the tensile strength (ASTM E8M) and hardness (HRC). Characterization of recycled aluminum alloy motorcycle wheels shows a composition of 93.8%Al and 4.4%Si. The mechanical properties of the tensile strength value is 121,89 MPa, the elastic modulus is 721,93 MPa and the hardness value is 63,33 HRC. The investment casting method can be applied to produce skateboard trucks with complex details and precision.

Keywords: truck, skateboard, investment casting, mechanical properties

1. PENDAHULUAN

Skateboarding merupakan salah satu cabang olahraga yang masuk dalam kategori olahraga ekstrim. Olahraga ekstrim yang dimaksud adalah olahraga yang dapat memacu kepuasan adrenalin dengan menampilkan kecepatan, ketinggian, bahaya, dan aksi menantang yang membutuhkan keberanian. Peralatan skateboard terdiri dari 3 bagian utama yaitu *Deck*, *Truck* dan roda [1]. *Truck* pada peralatan skateboard merupakan bagian penting yang berfungsi sebagai penopang antara roda dan papan sehingga atlet dapat bermanuver lebih bebas. Sifat mekanis terkait dengan kekuatan dan ketangguhan material pada bahan baku *truck* menjadi prioritas. Hal ini berkaitan dengan seberapa besar kemampuan *truck* menerima beban kejut akibat beban dinamis yang menumpunya. Jika material *truck* tidak kuat maka *truck* akan mudah patah.

Pengembangan material logam berkembang sangat pesat, tak terkecuali paduan Aluminium. Paduan Aluminium banyak digunakan untuk berbagai komponen logam dengan berbagai proses manufaktur. Paduan Aluminium-Silikon (*Al-Si*) merupakan paduan material yang banyak digunakan untuk pembuatan komponen otomotif. Keunggulan paduan Al mempunyai kemampuan cor yang baik, tahan terhadap temperatur tinggi, tahan aus, tahan pembebanan, dan dimensi yang stabil terhadap perubahan suhu [2]. Paduan ini dipakai untuk pembuatan piston, velg, blok silinder dan disc brake.

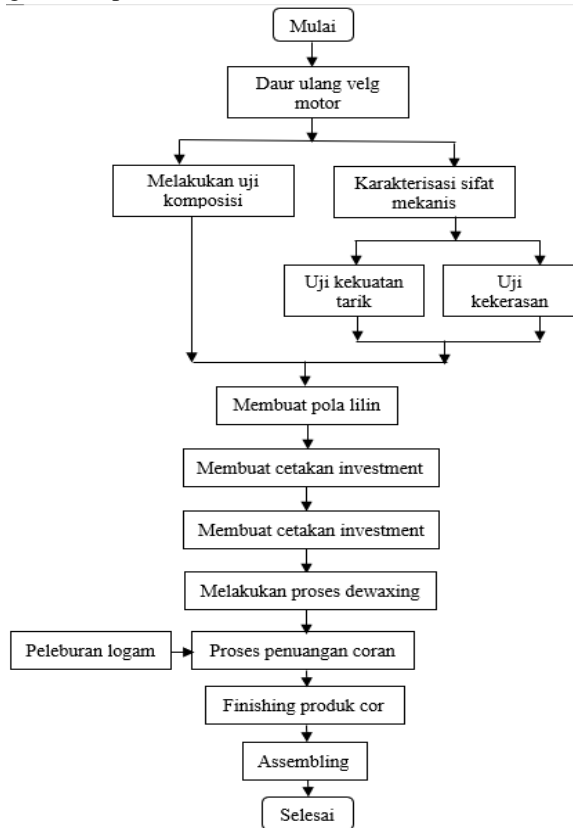
Teknik pengecoran logam merupakan proses pembuatan benda dengan cara mencairkan logam dan menuangkan ke dalam rongga cetakan. Teknik pengecoran mampu mengurangi waktu produksi hingga 70% dibandingkan dengan teknik tempa [3]. Proses pengisian dan pembekuan merupakan dua tahapan penting di dalam pengecoran logam. Proses pengisian ke dalam cetakan memerlukan perencanaan cawan tuang, sistem saluran tuang, saluran turun dan saluran penambah. Perencanaan desain cetakan yang buruk menyebabkan sistem pengisian menjadi jelek dan menghasilkan produk cor yang cacat.

Cetakan pola lilin adalah teknik pengecoran logam dengan pola yang terbuat dari bahan lilin dan dilapisi dengan bahan tahan panas. Metode pengecoran logam dengan menggunakan cetakan pola lilin dikenal dengan *lost wax process* atau *investment casting*. Keuntungan cetakan pola lilin yaitu mampu menghasilkan produk cor yang lebih presisi dengan bentuk yang kompleks. Cetakan pola lilin sesuai untuk produk cor yang mempunyai dinding tipis, mempunyai kemiringan dan kelengkungan dengan variasi radius kecil, permukaan produk cor lebih halus, bentuk dan dimensinya lebih akurat [4]. Cetakan pola lilin menghasilkan produk cor mendekati produk akhir (*near net shape*) sehingga menurunkan waktu produksi [5]. Produk cor mempunyai toleransi produk yang tinggi dan permukaan halus sehingga tidak memerlukan proses permesinan [6]. Cetakan pola lilin merupakan jenis cetakan yang mempunyai laju pendinginan lambat. Pola lilin dapat dibuat dengan memanfaatkan limbah lilin dari industri

batik [7]. Melalui karakterisasi paduan Aluminium dari daur ulang velg motor menjadi referensi bahan baku utama untuk pembuatan produk truck melalui metode *investment casting*.

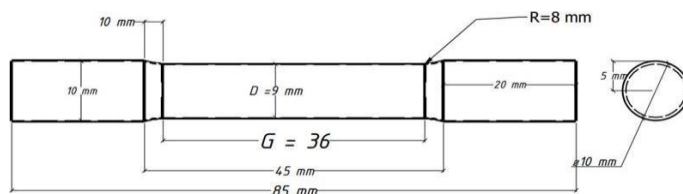
2. METODOLOGI

Bahan penelitian menggunakan paduan Aluminium dari daur ulang velg motor. Dilakukan pengujian spektrometri untuk mengetahui komposisi pada material. Karakterisasi sifat mekanis dilakukan dengan menguji kekuatan tarik (ASTM E8M) dan kekerasan (HRC). Proses fabrikasi *truck* dikerjakan melalui metode *investment casting* menggunakan pola lilin dari limbah batik. Temperatur penuangan dilakukan pada temperatur 640°C mengaju diagram fasa Al-Si. Gambar 1. Menunjukkan diagram alir penelitian.



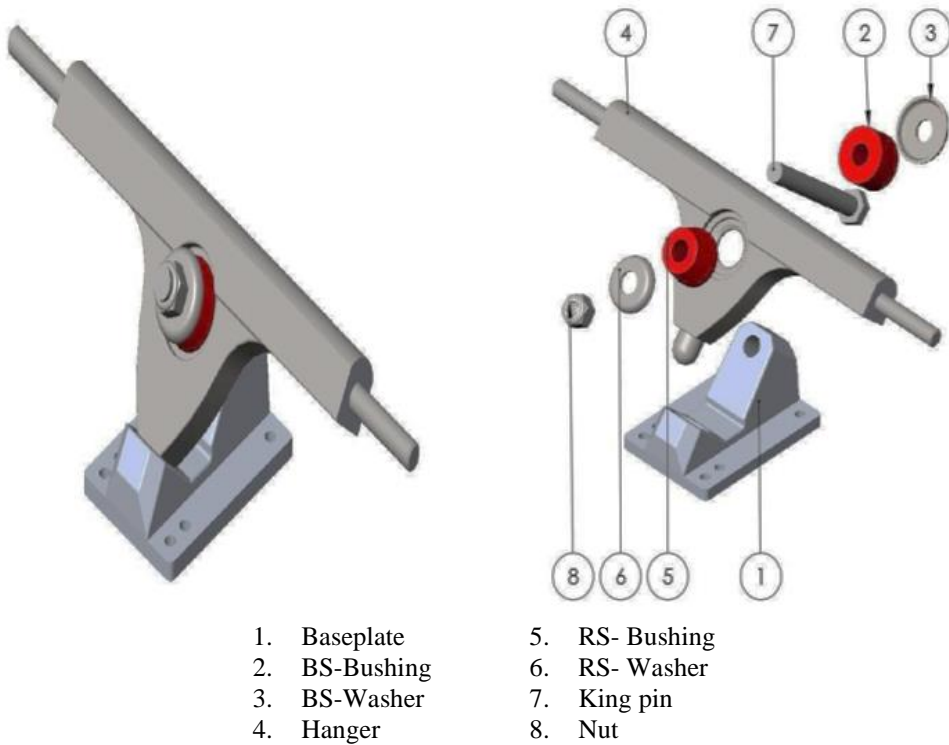
Gambar 1. Diagram alir penelitian

Pengujian kekuatan tarik pada spesimen dilakukan memenuhi standart ASTM E8M ditunjukkan Gambar 2.



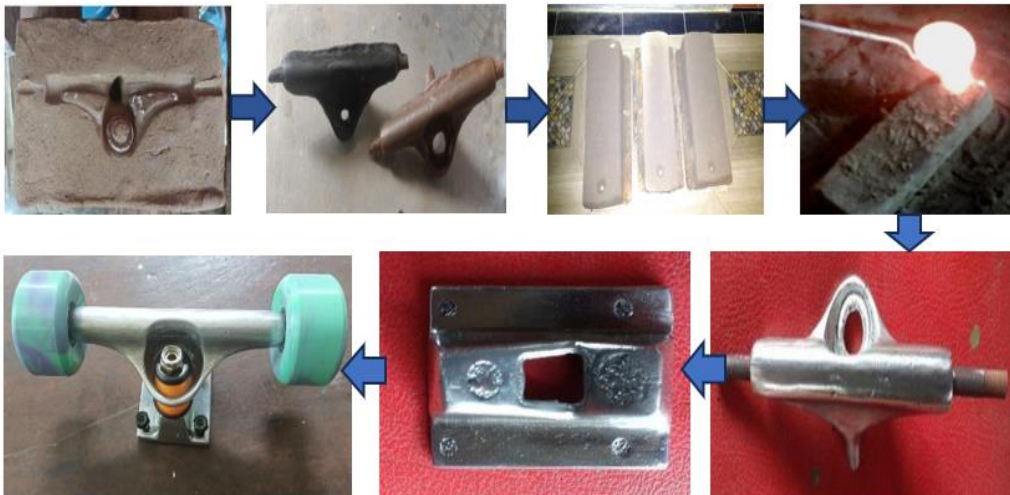
Gambar 2. Standart ASTM E8M uji tarik

Bagian yang lakukan pengecoran adalah baseplate dan hanger. Gambar 3. Menunjukkan bagian-bagian dari truck skateboard



Gambar 3. Komponen penyusun truck skateboard

Tahapan proses dalam pembuatan pola lilin dan cetakan *investment casting* ditunjukkan Gambar 4.



Gambar 4. Tahapan proses investment casting

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian komposisi paduan Aluminium daur ulang velg motor ditunjukkan pada Tabel 1. Spektrometri paduan Aluminium menunjukkan komposisi mayor pada unsur Aluminium 93,89%, Silikon 4,37% dan Cu 0,44% selebihnya unsur Fe, Mn, Mg, Cr, Ni, Zn dan Ti. Penambahan unsur silikon pada paduan Aluminium akan meningkatkan sifat mekanis terkait kekuatan tarik, ketangguhan dan kekerasan material.

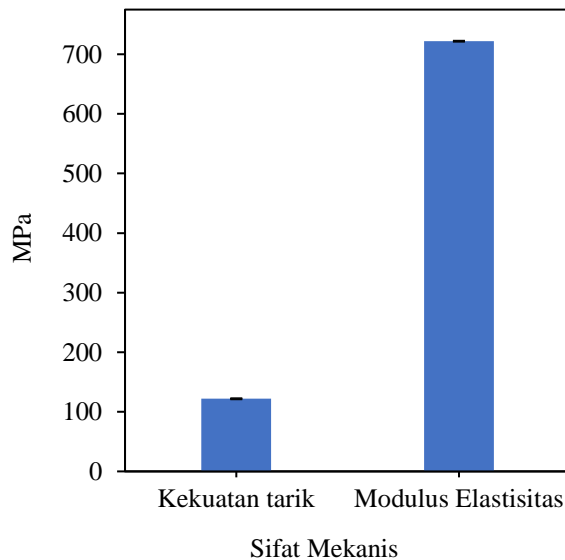
Tabel 1. Komposisi paduan Aluminium

Material	Al	Si	Cu	Fe	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Ti
Al-Si	93,89	4,37	0,44	0,05	0,13	0,18	0,01	0,08	0,15	0,05

Pengujian kekuatan tarik dilakukan bertujuan untuk mengetahui besarnya sifat mekanis tegangan tarik dan modulus elastisitas paduan Al-4,4%Si-Cu. Tabel 2. Menunjukkan nilai kekuatan tarik, modulus elastisitas dan kekerasan (HRC). Gambar 5. Menunjukkan grafik kekuatan tarik dan modulus elastistas paduan Al-4,4%Si-Cu.

Tabel 2. Pengujian sifat mekanis

Material	Kekuatan tarik (MPa)	Modulus Elastisitas (MPa)	Nilai kekerasan (HRC)
Al-4,4%Si-Cu	121,89	721,93	63,33



Gambar 5. Kekuatan tarik Al-4,4%Si-Cu velg motor

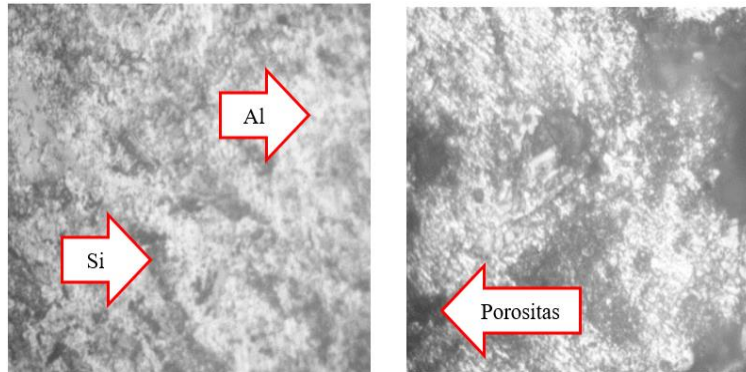
Paduan Aluminium banyak digunakan untuk berbagai komponen peralatan olahraga tak terkecuali *truck skateboard*. Hasil pengamatan struktur mikro dengan memotong spesimen

truck skateboard produk pabrikan menunjukkan dominasi Fasa Al-Si-Cu. Paduan ini dikenal dengan paduan Aluminium 328.1 yang banyak digunakan sebagai material utama produk *truck skateboard* dengan nilai kekerasan 96,92 VHN dan kekuatan impak 2,5 Joule[8]. Fasa Al-Si-Cu dapat meningkatkan kekerasan dan menghambat laju korosi. Fasa Al yang cenderung menggumpal membentuk butiran lebih besar dan kasar. Paduan dengan karakteristik ini cenderung mengalami patah getas. Peningkatan komposisi Silikon akan meningkatkan kekerasan dan ketangguhan. Penambahan Si sebesar 6%,8% dan 10% meningkatkan kekerasan dan ketangguhan paduan AlSi [9]. Paduan Al-Si menunjukkan kekuatan tarik 109,06 MPa pada Al-10%Si, dan 135,56 MPa pada paduan Al-15%Si[10]. Paduan Aluminium daur ulang velg pada penelitian ini menunjukkan nilai kekuatan tarik 121,89 MPa. Sifat mekanis material tersebut sangat dipengaruhi sifat fisis yang terbentuk selama pengecoran. Porositas yang terbentuk dapat menurunkan sifat mekanis material dari proses pengecoran logam [11] Gambar 6. Menunjukkan patah getas paduan Al-4,4%Si-Cu.



Gambar 6. Patah getas paduan Al-4,4%Si-Cu

Ditemukan porositas pada paduan Al-Si-Cu. Porositas ditemukan dalam bentuk lubang hole, hal ini terbentuk akibat masuknya udara ke dalam cetakan atau oksidasi temperatur tuang yang terlalu tinggi. Temperatur tuang merupakan parameter yang diperhatikan untuk menghindari terbentuknya porositas [12]. Gambar 7. Menunjukkan struktur mikro pada paduan Al-Si-Cu daur ulang velg motor.



Gambar 5. Struktur mikro paduan Al-4,4%Si-Cu

4. KESIMPULAN

Melalui karakterisasi paduan Aluminium daur ulang velg motor untuk produk *truck skateboard* ditarik kesimpulan :

1. Paduan Aluminium daur ulang velg motor mempunyai komposisi Al-4,4%Si-Cu dengan nilai kekerasan 63,33 HRC, kekuatan tarik 121, 89 MPa dan Modulus Elastisitas 721,93 Mpa cenderung mempunyai sifat patah getas.
2. Paduan Al-4,4%Si-Cu daur ulang velg motor mempunyai karakterisasi sifat mekanis yang sejenis dengan material yang dipakai truck skateboard pabrikan dengan nilai kekerasan 96,92VHN dan kekuatan impak 2,5 Joule dengan kekuatan tarik berkisar antara 109,06 MPa sampai dengan 135,56 MPa.
3. Teknik pengecoran logam dapat menjadi pilihan teknologi manufaktur *truck skateboard*, khususnya dengan metode investment casting pada produk dengan detail kompleks.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih untuk Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muria Kudus yang telah membantu dalam penyelesaian riset terapan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Syaputra, Ruli Bay. 2018, *Desain dan Pembuatan Roda Skateboard dari Bahan Komposit Polimer diperkuat Serbuk Batang Pisang*, Mekanik, Teknik Mesin ITM, Vol.4(1), pp. 1–8.
- [2] Supandi Suminta, B.Bandriyana, 2007, *Karakterisasi bahan Paduan Al-Si hasil proses Squeeze Casting*, Jurnal Sains Materi Indonesia Indonesian Journal of Materials Science, Vol.9(3), ISSN : 1411-1098, pp. 272-277.
- [3] Blair, M. dan Monroe, R. W., 2000, *Castings or Forgings : A Realistic evaluation*, Steel Founders' Society of America, Article, Barrington, Illinois, USA, <http://www.columbianafoundry.com>.
- [4] Pattnaik, S., Karunakar, D. B. dan Jha, P. K., 2012, *Developments in investment casting process - A review*, *Journal of Materials Processing Technology*, 212(11), pp. 2332–2348.

- [5] Chua, C. M. C. C. K., dan Feng, C. W. L. C., 2005, *Rapid prototyping and tooling techniques : a review of applications for rapid*, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 25, pp. 308–320.
- [6] Lee, K., Blackburn, S. dan Welch, S. T., 2017, *A more representative mechanical testing of green state investment casting shell*, *Ceramics International*. 43(1), pp. 268–274.
- [7] Slamet, S, and B S Nugraha. 2018, *Limbah Lilin IKM Batik Bakaran Sebagai Bahan untuk Pembuatan Pola Bagi IKM Pengecoran Logam Dengan Metode Investment Casting*, *Jurnal DIANMAS* 7: 185–192.
- [8] Panji Abdurohman F, Nugroho Santoso, 2021, *Analisa Kekuatan Material Aluminium 328.1 Bagi Trucks Skateboard*, Tugas Akhir D3 Teknik Mesin, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [9] Ratih Ponco K.S., Erwin Siahaan dan Steven Darmawan, 2016, *Pengaruh Unsur Silikon pada Aluminium Alloy (Al-Si) terhadap Sifat Mekanis dan Struktur mikro*, *Jurnal Poros*, Vol.14 (1), pp. 49 – 56.
- [10] Risalah Zakaria, 2018, *Analisa Kekuatan Tarik Paduan Aluminium dengan Silikon pada Dudukan Shockbreaker*, *Jurnal Reaktom*, Vol.01(02), pp.8-13.
- [11] Sugeng Slamet, Qomaruddin, B.H Priyambodo, 2019, *Karakterisasi Fluiditas, Densitas dan Sifat Mekanis Cu(20-25)wt.%Sn pada Pengecoran Metode Sand Casting dan Investment Casting*, *Prosiding SNATIF Ke -6*, ISBN: 978-623-7312-23-9, pp. 169-176.
- [12] Sugeng Slamet, Faisal Musyaddad , Rianto Wibowo, 2018, *Pengaruh Tekanan dan Temperatur Tuang Paduan Al34,96%- Si38,8%-Cu15,9% terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Produk Sepatu Rem Melalui Teknik High Pressure Die Casting*, *Prosiding SNATIF ke-5*, ISBN: 978-602-1180-86-0, pp. 647-654.