

SIFAT BALISTIK *METAL MATRIX COMPOSITE* DENGAN WOVEN METODE *SATIN TWILLED WEAVE*

Sofyan Djamil, Eddy S. Siradj dan Andhika

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara Jakarta

Jl. Let.Jend.S.Parman No.1 Jakarta Barat 11440

e-mail : sofyand@tarumanagara.ac.id

Abstrak

Material Komposit terdiri dari dua atau lebih material yang berbeda menjadi satu material, bertujuan untuk meningkatkan sifat mekanik dari setiap material yang dimilikinya. Komponen komposit terdiri dari matrix dan reinforcing. Matrix digunakan material Al-Si, dengan reinforcing berupa fiber stainless steel wire rope, berdiameter 6 mm. Metode penelitian dengan melakukan anyaman (woven) metode Satin Twilled Weave, casting, machining, pengujian tekuk dan sifat balistik menggunakan senapan otomatis. Hasil uji tekuk pada kondisi patah, dengan jarak tumpuan 140 mm, diameter penekan 80 mm, sudut lengkung 180° dengan woven metode Satin Twilled Weave gaya maksimum 6,75 kN. Pada uji komposisi kimia bahan matrix menunjukkan kandungan Silikon (Si) sebesar 10,533 %. Untuk uji balistik, pada jarak 5 m menggunakan senapan otomatis peluru caliber 9 mm MUITJ, material tidak tertembus peluru.

Kata kunci: *matrix, reinforcing, woven, caliber.*

PENDAHULUAN

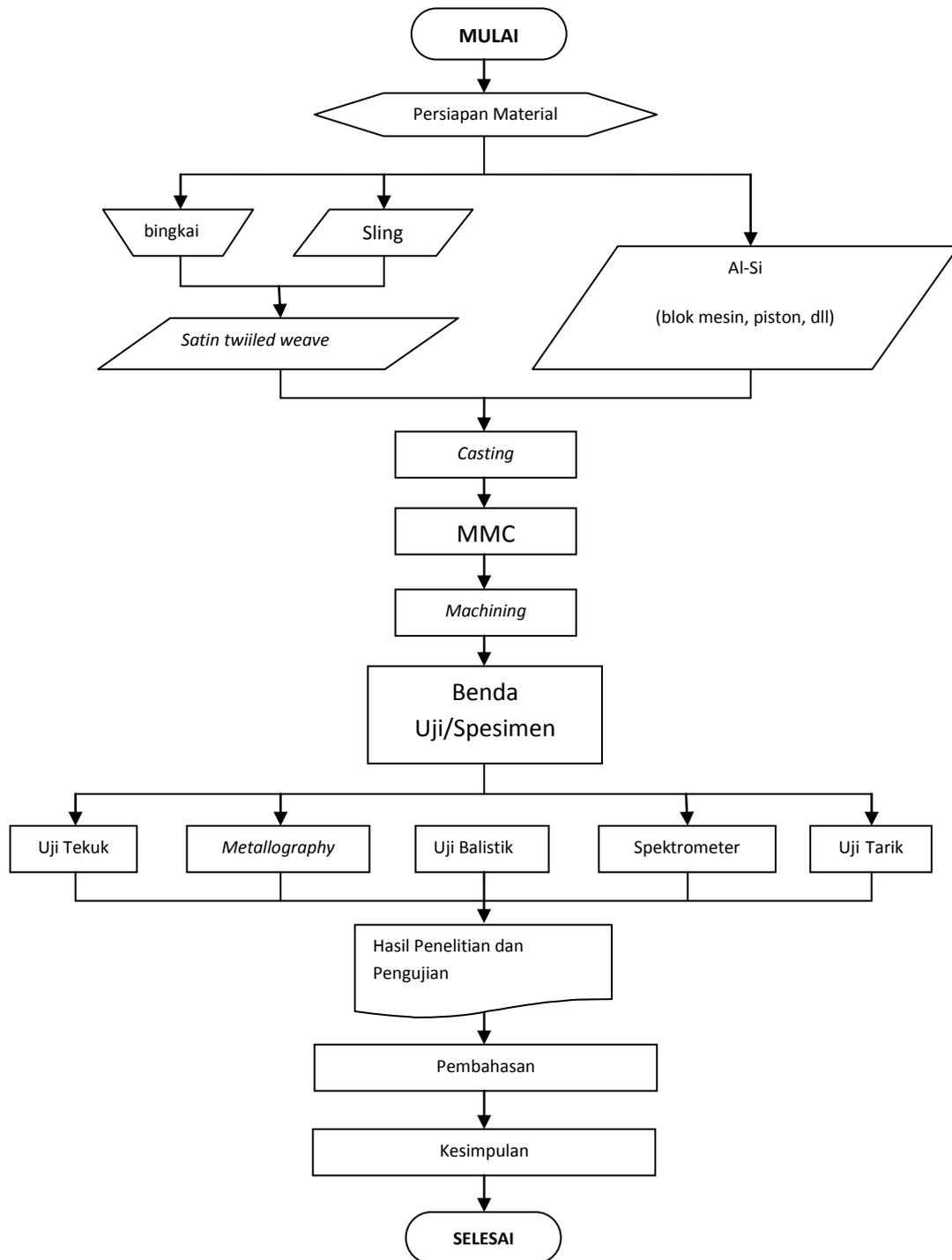
Salah satu jenis komposit adalah *Metal Matrix composite (MMC)*. Pemilihan Al-Si sebagai *matrix* pada material komposit karena material tersebut diharapkan dapat meningkatkan sifat mekanik yang lebih baik, antara lain ketangguhan, modulus elastisitas, kekuatan, dan ketahanan impak Sifat mekanik material Al-Si yang baik dimaksudkan untuk tahan terhadap lingkungan yang destruktif, jika dibandingkan dengan sifat mekanik pada polimer yang kurang baik terhadap lingkungan yang destruktif. Kekuatan luluh dan modulus dari kebanyakan logam lebih tinggi dari polimer. Selain itu *matrix* logam juga dapat dideformasi plastis dan dapat dilakukan berbagai macam *treatment* seperti *thermal treatment*. Proses pembuatan *metal matrix composite (MMC)* dilakukan dengan *Gas Pressure Infiltration, Squeeze Casting Infiltration, Pressure Die Infiltration* Pada penelitian ini digunakan material paduan Al-Si (matrik) dan *stainless steel* (fiber, dengan menggunakan *woven* tipe *satin twilled weave*. Fiber yang dipilih dari kawat sling *stainless steel* karena mempunyai daya tahan lelah yang baik terutama pada saat kenaikan suhu.

Komposit merupakan suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Lebih mudahnya komposit merupakan material yang terdiri dari matrik dan penguat (*reinforcement*). Material penguat yang umum dipakai ialah *fiber*, partikel, *flake*, karena mempunyai kekuatan dan modulus yang lebih tinggi dari matriknya. Fungsi dari penguat sendiri pada komposit ialah sebagai penanggung beban utama pada komposit. Material matriks yang biasa digunakan berupa logam, keramik dan polimer. Fungsi dari matriks sendiri pada komposit ialah mentransfer tegangan ke serat (penguat/*reinforcement*), melindungi serat, membentuk ikatan koheren pada permukaan matrik/serat, melindungi fiber dari pengaruh lingkungan, dan untuk melapisi atau melindungi fiber terhadap kerusakan selama *handling* atau proses. Ada dua hal yang perlu diperhatikan pada material komposit untuk membentuk produk yang efektif. Pertama komponen penguat (*reinforcement*) harus memiliki modulus elastisitas yang lebih tinggi dari komponen matriksnya. Hal kedua yang perlu diperhatikan ialah ikatan permukaan yang kuat antara penguat (*reinforcement*) dan matriks.

Metal Matrix Composite (MMC) merupakan gabungan atau kombinasi antara sebuah matrik paduan logam yang ulet dengan ditambahkannya penguat (*reinforcement*). Hasil dari penambahan penguat ini akan meningkatkan kekuatan dan kekakuan dari MMC. Material MMC dapat dikembangkan secara luas untuk aplikasi struktural dan termal. MMC mempunyai sifat tahan pada temperatur yang lebih tinggi dari logam matriknya, selain itu dapat juga meningkatkan sifat kekuatan (*strength*), kekakuan (*stiffness*), konduktivitas termal, ketahanan abrasi, ketahanan creep

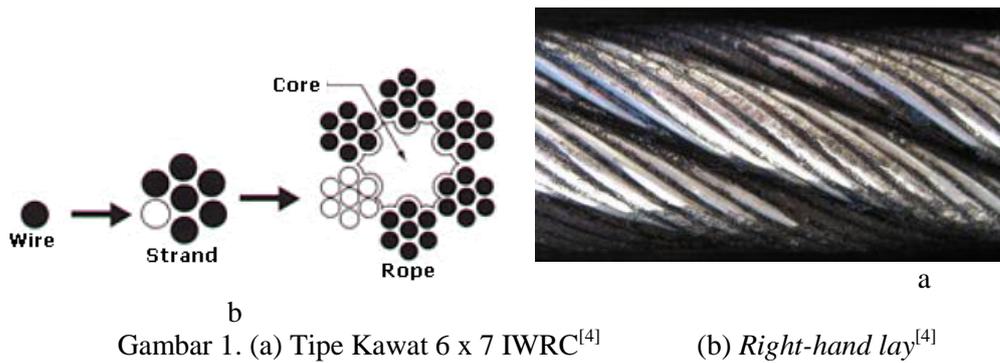
maupun stabilitas dimensi. Proses atau metode pengerjaan yang dapat digunakan untuk membuat MMC diantaranya dengan difusi ikat (*diffusion bonding*) dan *sintering*

METODOLOGI PENELITIAN

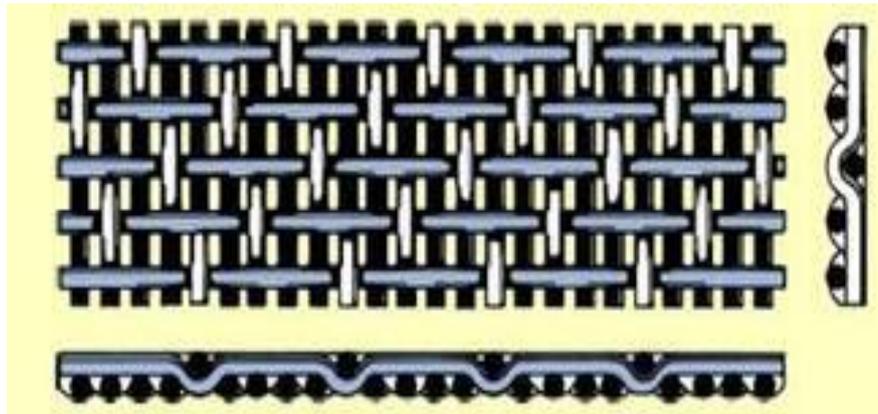


Fiber dan woven

Fiber *Stainless steel wire rope* yang akan digunakan adalah tipe 6 x 7 IWRC 6 mm dengan *right-hand lay*. Kawat akan dianyam sesuai dengan tipe yang ditentukan yaitu *Plain weave*.



Gambar 1. (a) Tipe Kawat 6 x 7 IWRC^[4] (b) *Right-hand lay*^[4]



Gambar 2. Metode *Woven Satin Twilled Weave, 4-1*

Uji Balistik

Ballistic adalah ilmu mengenai gerakan, sifat, dan efek dari *projectile*, khususnya [peluru](#), [roket](#), dan lain-lain; ilmu atau seni merancang dan mengerakkan *projectile* untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Ilustrasi *ballistic test* dapat dilihat pada gambar 3



Gambar 3. *Ballistic Test*

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Komposisi kimia

Hasil penelitian komposisi kimia dari material komposit aluminium - silikon yang diperoleh setelah diuji dengan menggunakan alat Spectrometer.

Tabel 1. Hasil penelitian komposisi kimia Al-Si [% berat]

Unsur Element	Kadar/% Content/%	Unsur Element	Kadar/% Content/%
Si	10.533	Ti	0.048
Fe	0.523	Cr	0.018
Cu	0.719	Ni	0.029
Mn	0.149	Pb	0.022
Mg	0.140	Sn	0.005
Zn	0.244	Al	87.57
Ti	0.048		

Uji tarik (*tensile test*)

Hasil penelitian uji tarik Al-Si MMC's yang diperoleh setelah diuji dengan alat *Universal Testing Machine* dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Tabel hasil penelitian uji tarik

No	Dimensi (mm)		A ₀ (mm ²)	F _m (kN)	σ _u		ε (%)	Kode
	Lebar	Tebal			MPa	kgf		
1	12.47	16.17	201.64	20.50	102	10.36	8.0*	0
2	12.38	16.09	199.19	15.00	75	7.68	-*	1
3	12.45	16.07	200.07	14.75	74	7.52	8.0*	2
4	12.45	16.12	200.69	17.50	87	8.89	6.0*	3

Ket.* Hasil pengujian tidak relevan, dikarenakan sling tidak putus.

- Hasil penelitian uji tarik pada specimen 0 (tanpa reinforcement)

Uji tekuk (*bending test*)

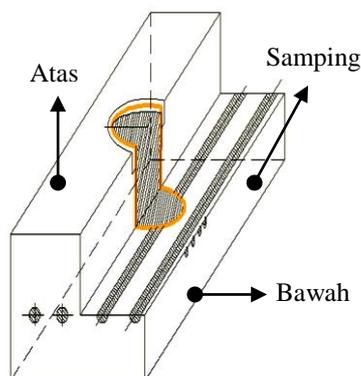
Hasil uji tekuk material MMC's, dengan standar ASTM A370.

Tabel.3. Hasil pengujian uji tekuk

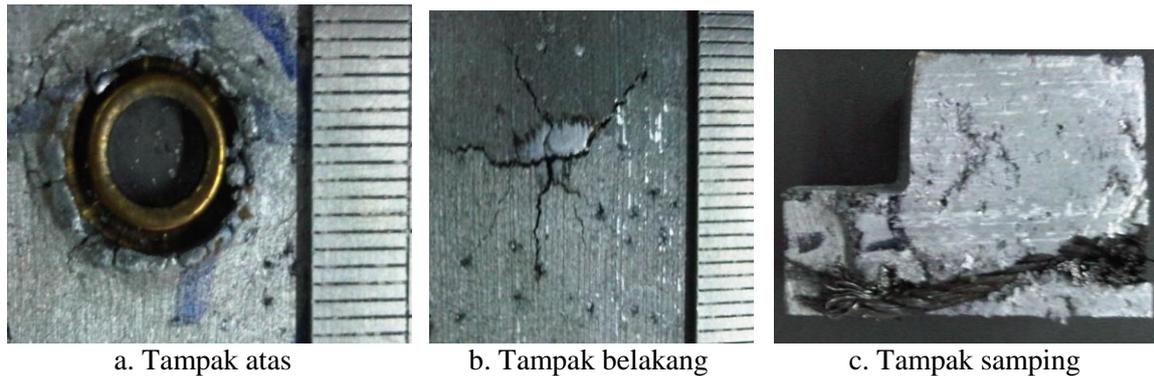
No	Dimensi (mm)		Jarak Tumpuan (mm)	Diameter Penekanan (mm)	Gaya Maksimum (kN)	Sudut Lengkung (derajat)	Penampilan	Kode	Keterangan
	Lebar (mm)	Tebal (mm)							
1	20,18	20,09	140	80	6,00	180	Patah	0	
2	20,06	20,07	140	80	6,75	180	Patah	0	

Uji tembak (*Ballistic Test*)

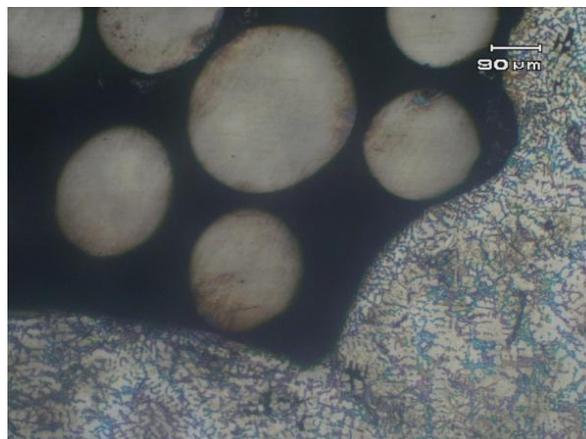
Hasil uji tembak pada jarak 5 m dengan peluru cal 9 mm (MU1TJ), menggunakan senapan otomatis.



Gambar 4. Sketsa hasil uji balistik

Gambar 5. Hasil Uji Tembak (*Ballistic test*)

Hasil pengamatan struktur mikro



Gambar 6. Struktur mikro MMC's

PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian komposisi kimia, bahwa paduan Al-Si ini memiliki ketahanan korosi, mudah dalam proses pemesinan, sifat ketangguhan yang kurang baik (kadar Si mendekati 12%), dan bersifat getas. Pada pengujian tarik (*tensile test*) pada tabel 2, terlihat sampel 3 terjadi penurunan kekuatan luluh dan kekuatan tarik yang relatif kecil, akan tetapi dalam pengujian sampel 1 dan 2, terjadi penurunan kekuatan luluh dan kekuatan tarik yang besar. Ini disebabkan sampel uji tidak putus, sehingga hasilnya tidak relevan. Untuk pengujian tekuk (*bending test*) pada tabel 3, terjadi peningkatan gaya maksimum, dari hasil ini dapat dilihat bahwa fiber yang berupa kawat sling (*stainless steel*), memberikan pengaruh, terhadap mampu tekuk pada material tersebut. Pada pengujian tembak (*ballistic Test*), dapat dilihat dari hasil pengamatan untuk bagian atas terjadi retakan maximum dari titik pusat peluru dengan radius 8 mm pada bagian samping fiber tidak terjadi kerusakan sedangkan pada bagian bawah, terjadi retakan maximum dari pusat retakan sebesar 5 mm, sifat penjalaran retakan tersebut, makin besar radius, makin halus, besaran retakan. Ini terlihat material mampu menahan peluru cal 9 mm (MUITJ) dengan jarak 5 m.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan data yang diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil pengujian komposisi kimia paduan Al Si, material mengandung unsur Si sebesar 10,533 %
2. Dari pengamatan struktur mikro matrix (Al-Si) dan fiber (*stainless steel*) tidak menyatu, hal ini dikarenakan tidak adanya ikatan yang bersifat difusi.

-
3. Gaya maksimum yang dibutuhkan untuk menekuk MMC sebesar = 6.75 kN, sedangkan untuk material tanpa fiber dibutuhkan gaya sebesar = 6 kN.
 4. Hasil pengujian balistik menggunakan senapan otomatis dengan *projectile* caliber 9 mm MU1TJ., pada jarak 5 m, material MMC tidak tertembus peluru

DAFTAR PUSTAKA

Clyne, T. W. and P. J. Withers. 1993 *An Introduction to Metal Matrix Composites*. New York, USA.

Chawla, Nikhilesh and Krishan Kumar Chawla. 2006, *Metal Matrix Composites*. Birkhauser.

Davis, Harmer E. 1982, *The Testing of Engineering Materials*. Fourth Edition. McGraw-Hill. USA

Davis, Joseph R. 1993, *ASM Speciality Handbook: Aluminium & Aluminium Alloys*. ASM International, USA.

Schwartz, Mel M. 1992, *Composite Materials Handbook*. Second Edition. McGraw-Hill. USA

Warmuzek, Malgorzata. 2004, *Aluminum-silicon casting alloys: atlas of microfractographs*. ASM International. United States of America;

Metallography. *Free Encyclopedia*. 2010. Terdapat di situs <<http://en.wikipedia.org/wiki/Metallography>>

Rigging Hardware. *Steel Wire Rope*. 2008. Terdapat di situs <www.h-lift.com/wirerope.htm>

Spectrometer. *Free Encyclopedia*. 2010. Terdapat di situs <<http://en.wikipedia.org/wiki/Spectrometer>>

Woven Wire Cloth. Types of Weaves. Terdapat di situs <www.weavingideas.net/us/applications>