

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Sukanto(2009), Analisa kekuatan puntir dan kekuatan lentur putar poros baja ST60 sebagai aplikasi perancangan bahan poros baling-baling kapal. Dari hasil penelitiannya didapatkan bahwa Material mengalami penurunan kekuatan puntir ketika memiliki takik (cacat mekanis). Beban sudut yang mampu diterima oleh spesimen tanpa takik besarnya mencapai hampir 34 kali lebih besar dari spesimen bertakik (15940 : 470). Pola patahan yang terjadi pada uji tahap pertama (tanpa takik) memiliki garis pantai yang lebih halus dan panjang, dibandingkan spesimen bertakik yang berbentuk pendek dan kasar. Dalam pengujian ini, pola patahan terjadi karena pengaruh : Besar sudut dan Konsentrasi tegangan (takik).

Sigma (2012), Pengaruh pengerasan penuaan dan pencanaian terhadap karakteristik komposit Al-7Si-Mg-Zn berpenguat partikulat SiC 5wt % dengan variasi kandungan (Mg) hasil proses *squeeze casting*. Peningkatan kadar magnesium mempengaruhi jumlah Si eutektik yang terbentuk pada matriks. Semakin besar kadar magnesium, semakin banyak kemungkinan fasa (MgSi) yang terbentuk sehingga meningkatkan kekerasan komposit. Proses pengerasan penuaan terlihat tidak mempengaruhi ukuran butir komposit secara signifikan. Selain itu tidak ditemukan terjadinya difusi pada antar muka matriks dan penguat sehingga kemungkinan akan menghasilkan antar muka yang baik. Keberadaan seng dalam matriks terdistribusi secara merata berarti seng terlarut sempurna dalam matriks dan meningkatkan nilai kekerasan komposit. Selain itu terbentuk pula fasa intermetalik Al-Si-Fe-Mn. Proses pencanaian tidak meningkatkan nilai kekerasan komposit, hal ini dikarenakan proses pencanaian menggunakan proses *pre-heat* pada temperatur yang terlalu tinggi yaitu 400°c.

Dimas (2013) meneliti tentang pengaruh tekanan *plunger* terhadap porositas dan kelelahan produk silinder pada hasil coran *squeeze casting* dengan material paduan Al-Mg-Si. Peneliti melakukan peleburan pada material Al-Mg-Si sampai \pm

900⁰C yang kemudian akan dilakukan proses *squeeze casting* dengan tekanan *plunger* sebesar 0,1, 10, 30, dan 50 MPa. Dari penelitian tersebut dapat ditarik kesimpulan dengan semakin besarnya tekanan *plunger*, maka prosentase porositas menurun karena udara terdesak keluar. Dan kekuatan leleh semakin naik seiring dengan bertambahnya tekanan *plunger* karena mengakibatkan struktur butiran semakin kecil sehingga hasil coran mampu menahan beban secara berulang.

2.2 Pengecoran Logam

Prinsip dasar pengecoran logam adalah mencairkan logam dalam dapur kemudian menuangkan logam cair tersebut kedalam sebuah cetakan, yang mana cetakan tersebut memiliki kemampuan untuk tahan terhadap temperatur tinggi dengan bentuk rongga cetakan(*cavity*) sesuai bentuk logam yang dibuat, kemudian dibiarkan dingin sehingga membeku. Dalam melakukan pengecoran logam terdapat beberapa urutan kegiatan yang harus dilakukan diantaranya membuat cetakan, pencairan logam, pembersihan logam, dan pemeriksaan hasil coran, ada beberapa keuntungan dari proses pengecoran dibanding proses pembentukan logam lainnya, yaitu :

- ❖ Dapat membuat bentuk yang kompleks, baik dibagian luar maupun bagian dalam, sehingga banyak proses yang dapat diminimalisir.
- ❖ Dapat digunakan untuk produksi massal.
- ❖ Beberapa sifat mekanik yang lebih baik bisa diperoleh dengan proses pengecoran.
- ❖ Sangat ekonomis.

Secara umum proses pengecoran dikelompokkan berdasarkan cetakkannya menjadi dua, yaitu:

- a) *Expandable mold casting*.
- b) *Permanent mold casting*.

Expandable mold casting adalah cetakan yang harus dibuat setiap akan melakukan proses pengecoran. Bahan cetakan umumnya adalah pasir, gips, keramik, dan material sejenis yang dicampur dengan bahan pengikat. *Permanent mold casting* adalah pengecoran dengan cetakan tetap, bahan cetakan umumnya terbuat dari baja

atau logam tahan panas yang lain. Berdasarkan metode pengecorannya, maka proses pengecoran dapat dibagi antara lain menjadi :

1) *Pressure Die Casting*

Proses ini sangat cocok untuk produksi masal part-part yang berukuran kecil. Berat dari part-part tersebut bisa mencapai sekitar 5kg. Terdapat 2 macam proses yaitu :

➤ *High Pressure Diecasting*

Proses ini dilakukan dengan cara memasukkan logam cair kedalam cetakan dengan tekanan dibawah tekanan atmosfer. Kombinasi pemasukan logam yang cepat dan pembekuan yang cepat dalam tekanan yang tinggi akan menghasilkan produk yang padat dan memiliki permukaan yang halus, sehingga sifat mekaniknya menjadi lebih baik.

➤ *Low Pressure Diecasting*

Pada proses ini logam cair dimasukkan kedalam cetakan pada tekanan mencapai 170 kpa. Pembuatan plat tipis lebih baik dengan proses ini daripada dengan *permanent mould casting*.

2) *Permanent Mould Casting*

Proses ini cocok untuk produksi masal dan biasanya cetakannya lebih besar daripada *pressure diecasting*, dengan berat part maksimum sekitar 10kg. Peralatannya lebih murah daripada *pressure diecasting*. Intinya dapat menggunakan pola yang kompleks. Proses ini menggunakan gaya gravitasi untuk menuangkan logam cair sehingga kecepatan penuangannya relatif rendah. Cetakan dari logam akan mempercepat pembekuan. Coran yang dihasilkan mempunyai sifat mekanik yang cukup baik.

3) *Sand Casting* (cetakan pasir)

Cetakannya dibuat dngan cara memadatkan pasir diatas pola. Sehingga ketika pola diangkat akan terbentuk rongga cetakan. Logam cair dituangkan kedalam cetakan, dan setelah membeku cetakannya dapat dihancurkan.

4) *Shell Mould Casting*

Cetakannya dibuat dari campuran resin dengan pasir dengan ketebalan 10-20 mm. Permukaan hasil corannya lebih halus dan dimensinya lebih tepat dari pada dengan cetakan pasir. Peralatannya relatif mahal dan polanya tidak bisa terlalu kompleks.

5) *Plaster Casting*

Pada proses ini cetakan dibuat dari gips. Adonan gips dituang disekitar pola, dibakar, kemudian pola diambil dari cetakan. Cetakan bisa dipakai kembali dan memungkinkan coran dibuat dengan detail yang cukup akurat.

6) *Investment Casting*

Proses ini menggunakan cetakan dari bahan refraktori yang dibentuk pada pola dari lilin atau bahan thermoplastic. Adonan refraktori dituangkan disekitar pola, kemudian dikeringkan dan pola dikeluarkan dengan cara dicairkan. Logam kemudian dituang kedalam cetakan yang terbakar.

7) *Centrifugal Casting* (Pengecoran Sentrifugal)

Pengecoran centrifugal adalah suatu metode pengecoran logam dengan cara penuangan logam kedalam cetakan yang berputar dengan kecepatan tertentu, sumbu putar horizontal, vertikal atau dengan kemiringan yang sesuai. Cetakan dapat dibuat dari baja, gips, dan besi cor.

2.3 Pengecoran *Squeeze* (*Squeeze Casting*)

Squeeze casting adalah salah satu proses penekanan yang dilakukan pada logam cair dengan tujuan menambah kekuatan atau kepadatan dari spesimen. Pengecoran *squeeze* sering digambarkan sebagai suatu proses dimana logam cair dibekukan di bawah tekanan eksternal yang relatif tinggi. Proses ini mengkombinasikan proses *forging* dan *casting*.

Pengecoran *squeeze* disebut juga penempaan logam cair (*liquid metal forging*). Proses pemadatan logam cair dilakukan di dalam cetakan yang ditekan dengan tenaga hidrolis. Penekanan logam cair oleh permukaan cetakan akan menghasilkan perpindahan panas dan menghasilkan penurunan porositas seperti

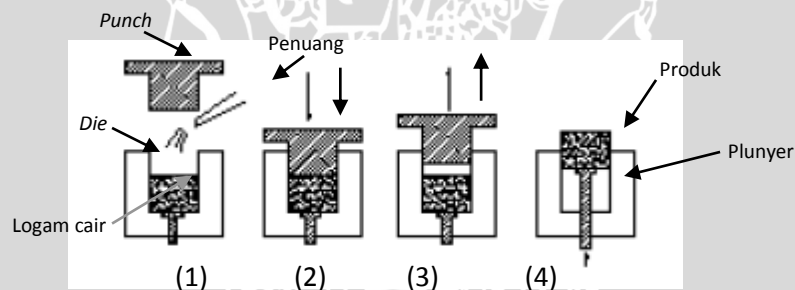
sering terjadi pada produk cor besi tempa (*wrought iron*). Penekanan juga berfungsi untuk membuat produk yang rumit.

Hasil proses penempaan logam cair adalah produk yang mendekati ukuran standarnya (*near-net shape*) dengan kualitas yang baik. Sedangkan struktur mikro hasil pengecoran *squeeze* terlihat lebih padat dibandingkan dengan hasil pengecoran dengan gravitasi. Hal ini dikarenakan kontak logam cair dengan permukaan *die* memungkinkan terjadinya perpindahan panas yang cukup cepat sehingga menghasilkan struktur mikro yang homogen dengan sifat mekanik yang baik.

Berdasarkan mekanisme pengisian logam cair ke dalam *die*, pengecoran *squeeze* dikategorikan menjadi 2 jenis, yaitu: *direct squeeze casting* dan *indirect squeeze casting*.

- DSC (*Direct Squeeze Casting*)

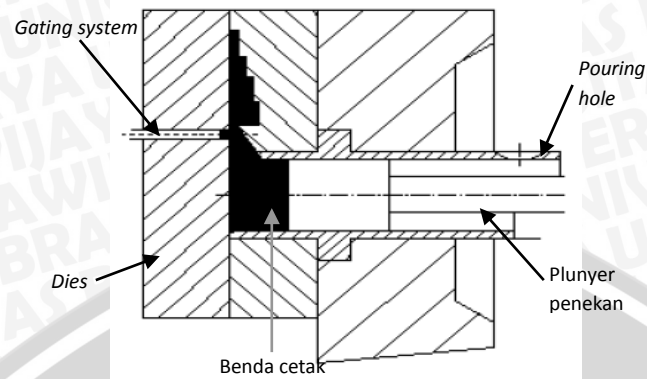
DSC merupakan proses pengecoran dimana logam cair didinginkan melalui pemberian tekanan secara langsung yang diharapkan mampu mencegah munculnya porositas gas dan penyusutan. Dari gambar 2.1 dapat dilihat prosesnya.



Gambar 2.1 Mekanisme *Direct Squeeze Casting*.
Sumber : Tjitro dan Firdaus. 2000: 110.

- ISC (*Indirect Squeeze Casting*)

Istilah *indirect* dipakai untuk menggambarkan injeksi logam ke dalam rongga cetakan dengan bantuan piston berdiameter kecil dimana mekanisme penekan ini dipertahankan sampai logam cair membeku seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Mekanisme *Indirect Squeeze Casting*.
Sumber : Tjitro dan Firdaus. 2000: 110.

2.3.1 Parameter Proses *Squeeze Casting*

Untuk memperoleh produk cor yang memenuhi syarat-syarat ideal bagi suatu *sound-cast*, ada beberapa variabel yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. Volume Cairan Logam (*Melt Volume*)

Diperlukan kontrol yang akurat ketika logam cair dituangkan ke dalam rongga cetak (*die cavity*).

2. Temperatur Tuang (*Casting Temperature*)

Temperatur ini tergantung pada jenis paduan dan bentuk coran. Biasanya temperatur tuang diambil 6-55⁰C di atas temperatur cair.

3. Waktu Tunggu (*Time Delay*)

Waktu tunggu adalah lamanya waktu yang diukur dari saat pertama penuangan logam cair ke dalam rongga cetak hingga saat permukaan *punch* menyentuh dan mulai menekan permukaan logam.

4. Durasi Penekanan (*Pressure Duration*)

Durasi penekanan dihitung dari saat *punch* di titik terendah sampai saat *punch* diangkat (penekanan dilepaskan). Produk cor dengan berat 9 kg, durasi penekannya bervariasi antara 30-120 detik. Akan tetapi biasanya durasi ini juga tergantung pada bentuk geometri coran yang diinginkan.

5. Kecepatan Pengisian (*Filling Rate*)

Makin rendah kecepatan pengisian akan menyebabkan makin tingginya kemungkinan untuk mendapatkan aliran kecepatan laminer.

2.3.2 Bahan Coran

Pada industri pengecoran logam dikenal berbagai macam bahan yang digunakan sebagai bahan pengecoran logam. Diantara bahan-bahan tersebut antara lain besi cor, baja cor, paduan tembaga, paduan aluminium, dan lain-lain (Surdia, 1986: 4)

2.4 Aluminium

Alumunium merupakan logam ringan yang mempunyai ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik yang baik dan sifat – sifat baik lainnya sebagai sifat logam (Surdia, 1999 : 129). Alumunium merupakan logam yang paling banyak digunakan setelah baja. Karakteristik utamanya adalah ringan (massa jenis = $2,7\text{gr/cm}^3$) dibandingkan dengan baja (massa jenis = $7,8\text{ gr/cm}^3$), memiliki konduktifitas yang tinggi ketahanan korosi yang baik, serta memiliki keuletan yang cukup tinggi.

Berdasarkan sifat mekanik yang dimilikinya material ini digunakan dalam bidang yang luas bukan saja peralatan rumah tangga, tapi juga dipakai untuk keperluan material pesawat terbang, mobil, kapal laut, dan konstruksi.

Tabel 2.1 Sifat fisik alumunium

Sifat – sifat	Kemurnian Al (%)	
	99,996	>99,0
Massa jenis (20°C) (gr/cm ³)	2,70	2,71
Titik cair	660,2	653 – 657
Panas jenis (cal/g.°C) (100°C)	0,2226	0,2297
Hantaran listrik (%)	64,94	59 (dianil)
Tahanan listrik koefisien temperatur (/°C)	0,00429	0,0115
Koefisien pemuai (20 – 100°C)	23,86 x 10	23,5 x 10
Jenis kristal, konstanta kisi	fcc, a = 4,013 kX	fcc, a = 4,04 kX

Sumber : Surdia, 1999 : 134

Tabel 2.2. Sifat mekanik alumunium

Sifat – sifat	Kemurnian Al (%)			
	99,996		> 99,0	
	Dianil	75% dirol dingin	Dianil	H18
Kekuatan tarik (kg/mm ²)	4,9	11,6	9,3	16,9
Kekuatan mulur (0,2%) (kg/mm ²)	1,3	11,0	3,5	14,8
Perpanjangan (%)	48,8	5,5	35	5
Kekerasan brinell	17	27	23	44

Sumber : Surdia, 1999 : 134

Pada tabel 2.1 menunjukkan sifat fisik dari Al murni dan pada tabel 2.2 menunjukkan sifat mekanik dari Al murni. Ketahanan korosi berubah menurut kemurniannya, kemurnian 99,0 % atau di atasnya banyak dipergunakan di udara dan tahan dalam waktu bertahun – tahun, hantaran listrik Al, kira – kira 65% dari hantaran listrik tembaga, tetapi masa jenisnya sepertiga dari tembaga.

2.4.1 Alumunium dan paduan

Adanya penambahan unsur paduan pada alumunium dapat meningkatkan kekuatan mekanik dari alumunium itu sendiri seperti penambahan Cu, Mg, Si, Mn, Zn, Ni dan sebagainya. Paduan alumunium secara umum diklasifikasikan menjadi dua kategori yaitu :

1. Berdasarkan dapat atau tidak dapat diperlakukan dikategorikan menjadi dua yaitu :
 - a. Paduan yang dapat diperlakukan (*heat treatable alloys*) artinya paduan jenis ini merupakan paduan yang kekuatannya dapat ditingkatkan dengan cara perlakuan panas.
 - b. Paduan yang tidak dapat diperlakukan (*non-heat treatable alloys*) artinya paduan jenis ini merupakan paduan yang mengalami peningkatan kekuatan apabila paduan ini dikenai deformasi plastic atau pengerjaan dingin.
2. Berdasarkan cara pengolahan produk yang dihasilkan dikategorikan menjadi dua kategori yaitu :
 - a. Paduan hasil pengerjaan logam (*wrought alloys*) artinya paduan ini dihasilkan dengan proses *forming* untuk menghasilkan bentuk yang diinginkan seperti pelat, lembaran, atau kawat.
 - b. Paduan alumunium cor (*casting alloys*) artinya paduan dikerjakan dengan pengecoran (paduan tuang) yang kemudian dituang pada cetakan dengan bentuk benda yang diinginkan untuk kemudian di *finishing*.

2.4.2 Sifat umum dari beberapa paduan

1. Alumunium murni (seri 2000)

Alumunium jenis ini merupakan alumunium dengan kemurnian antara 99,0% dan 99,9%. Alumunium seri ini memiliki sifat yang baik dalam ketahanan korosi, konduksi panas dan konduksi listrik, dan mempunyai sifat mampu las dan mampu potong jika dibandingkan dengan alumunium lainnya. Kekurangan dari alumunium seri ini adalah kekuatannya yang rendah.

2. Jenis paduan Al – Cu (seri 2000)

Jenis Al – Cu merupakan jenis yang dapat diperlaku-panaskan. Dengan melalui pengerasan endap atau penyepuhan sifat mekanik paduan ini dapat menyamai baja lunak, tetapi daya tahan korosinya rendah dibanding dengan jenis paduan lainnya serta sifat mampu lasnya kurang baik. Karena sifatnya paduan jenis ini biasanya digunakan pada konstruksi keeling dan banyak sekali digunakan dalam konstruksi pesawat terbang seperti duralumin (2017) dan super duralumin (2024).

3. Jenis paduan Al – Mn (seri 3000)

Jenis paduan ini merupakan jenis yang tidak dapat diperlaku – panaskan sehingga kenaikan kekuatannya hanya dapat diusahakan melalui pengerjaan dingin dalam proses pembuatannya. Jika dibandingkan dengan Al – murni paduan ini mempunyai sifat yang sama dalam hal daya tahan korosi, mampu potong dan sifat mampu lasnya. Dalam hal kekuatan jenis paduan ini lebih unggul dari pada jenis Al – murni.

4. Paduan jenis Al-Si (seri 4000)

Paduan jenis Al-Si termasuk jenis yang tidak dapat diperlaku-panaskan. Jenis ini dalam keadaan cair mempunyai sifat mampu alir yang baik dan dalam proses pembekuannya hamper tidak terjadi retak. Paduan jenis Al-Si banyak digunakan sebagai bahan atau logam las dalam pengelasan paduan aluminium paduan cor maupun paduan tempa.

5. Paduan jenis Al-Mg (seri 5000)

Paduan jenis ini termasuk paduan yang tidak dapat diperlaku-panaskan, tetapi mempunyai sifat yang baik dalam daya tahan korosi, terutama korosi oleh air laut, dan dalam sifat mampu-lasnya. Paduan jenis ini banyak digunakan dalam konstruksi, tangki penyimpanan gas alam cair dan oksigen cair.

6. Paduan jenis Al-Mg-Si

Paduan ini termasuk dalam jenis yang dapat diperlaku-panaskan dan mempunyai sifat mampu potong, mapu las dan daya tahan korosi yang cukup.

Sifat yang kurang baik dari paduan ini adalah terjadinya pelunakan pada daerah las sebagai akibat dari panas pengelasan yang timbul.

7. Paduan jenis Al-Zn (seri 7000)

Paduan ini termasuk jenis yang dapat diperlaku-panaskan. Biasanya ke dalam paduan pokok Al-Zn ditambahkan Mg, Cu, dan Cr. Kekuatan tarik yang dapat dicapai lebih dari 50 kg/mm^2 , sehingga paduan ini dinamakan juga ultraduralumin. Berlawanan dengan kekuatan tariknya, sifat mampu-las dan daya tahannya terhadap korosi kurang menguntungkan. Dalam waktu akhir – akhir ini paduan Al-Zn-Mg mulai banyak digunakan dalam konstruksi las, karena jenis ini mempunyai sifat mampu las dan daya tahan korosi yang lebih baik dari pada paduan dasar Al-Zn.

2.4.3 Pengaruh Unsur Paduan

Pengaruh utama yang disebabkan oleh penambahan unsur paduan dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Tembaga

Pengaruh tembaga dalam paduan aluminium adalah dapat meningkatkan kekuatan aluminium pada temperatur tinggi. Paduan aluminium yang mengandung tembaga merupakan paduan yang memiliki sifat mampu mesin yang baik.

2. Silikon

Pengaruh yang nampak dalam penambahan silikon adalah dapat memperbaiki sifat mampu cornya. Selain itu paduan silikon akan meningkatkan ketahanan korosinya, baik adanya penambahan unsur lainnya atau tidak. Pengaruh buruk akibat penambahan silikon ini adalah dapat menurunkan kemampuan mesinnya.

3. Magnesium

Magnesium digunakan untuk meningkatkan ketahanan karatnya. Bila dipadukan dengan silikon juga, maka ketahanan karatnya semakin besar.

Magnesium tidak menyebabkan berkurangnya sifat *ductile* logam. Selain itu magnesium mampu meningkatkan sifat mampu mesin dan mampu bentuknya.

4. Mangan

Mangan mampu meningkatkan ketahanan karat aluminium serta bila ditambahkan magnesium juga maka dapat memperbaiki kekuatan aluminium tersebut.

5. Nikel

Pemaduan aluminium dengan nikel akan meningkatkan sistem pengerasan pengendapan Ni dengan Mn secara bersama-sama akan sangat efektif dalam memperbaiki keuletan aluminium.

6. Zinc

Zn akan menambah kekuatan aluminium. Kekuatan paduan aluminium yang maksimum adalah 5-6% dengan sejumlah Mg dan Cu yang lebih sedikit.

2.5 Serat Gelas

Serat gelas mempunyai karakteristik yang berbeda antara satu dengan yang lain. Pada penggunaannya, serat gelas disesuaikan dengan sifat atau karakteristik yang dimilikinya. Serat gelas terbuat dari silica, alumina, lime, magnesia dan lain lain. Keunggulan serat gelas terletak pada rasio (perbandingan) harga dan performance yaitu biaya produksi rendah, proses produksi sangat sederhana, serat gelas banyak digunakan di industri-industri otomotif seperti pada panel-panel body kendaraan. Bahkan sepeda motor sekarang seluruh body terbuat dari komposit yang berpenguat serat gelas.

Ada beberapa macam jenis serat gelas, diantaranya *AR-glass*, *C-glass*, *E-glass*, *S-glass* dan lain-lain. Pada penelitian ini penguat yang dipakai adalah serat gelas jenis *E-glass*. Sifat-sifat serat gelas jenis *E-glass* dan komposisinya dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 2.3 Sifat serat sintesis, termasuk asbestos untuk perbandingan

	Density ρ (mg/cm ³)	Young's modulus, E_f (GPa)	Tensile Strength, (MPa) σ_{Tf}	Failure strain (%)	E_f/ρ	$E_f^{1/2}/\rho$	σ_{Tf}/ρ
Asbestos	2.56	160	3100	1.9	63	4.94	1213
E-glass	2.54	70	2200	3.1	27.6	3.29	866
Aramid	1.45	130	2900	2.5	89.7	7.86	2000
SiC (Nicalon)	2.60	250	2200	0.9	96.2	6.08	846
Alumina	3.90	380	1400	0.4	97.4	4.99	359
Boron	2.65	420	3500	0.8	158.5	7.73	1321
Polyethylene (S1000)	0.97	172	2964	1.7	177.3	13.5	3056
Carbon (HM)	1.86	380	2700	0.7	204.3	10.5	1452

Sumber : Matthews and Rawlings, 1994: 31

Tabel 2.4 Komposisi dari beberapa jenis serat gelas

	E-glass (%)	S-glass (%)	AR-glass (%)
SiO ₂	54	65	64
TiO ₂			3
ZrO ₂			13
Al ₂ O ₃	14	25	1
B ₂ O ₃	9		
MgO	5	10	
CaO	18		5
Na ₂ O			14
Modulus (GPa)	70	80	75
Strength (Mpa)	2200	2600	1700
Density (Mg/m ³)	2.54	2.49	2.70

Sumber : Matthews and Rawlings, 1994: 40

Penelitian mengenai komposit yang menggabungkan antara matrik dan penguat yang berupa serat harus memperhatikan beberapa faktor. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi performa fiber-matrik composites antara lain:

a. Faktor Serat

Serat adalah bahan pengisi matrik yang digunakan untuk dapat memperbaiki sifat dan struktur matrik yang tidak dimilikinya, juga diharapkan mampu menjadi bahan penguat matrik pada komposit untuk menahan gaya yang terjadi.

b. Letak Serat

Dalam pembuatan komposit tata letak dan arah serat dalam matrik yang akan menentukan kekuatan mekanik komposit, dimana letak dan arah dapat mempengaruhi kinerja komposit tersebut. Menurut tata letak dan arah serat diklasifikasikan menjadi 3 bagian yaitu: yang pertama *one dimensional reinforcement*, mempunyai kekuatan dan modulus maksimum pada arah axis serat. Yang kedua adalah *two dimensional reinforcement* (planar), mempunyai kekuatan pada dua arah atau masing-masing arah orientasi serat. Yang ketiga *three dimensional reinforcement*, mempunyai sifat isotropic kekuatannya lebih tinggi dibanding dengan dua tipe sebelumnya. Bila arah tiap serat menyebar maka kekuatannya juga akan menyebar ke segala arah maka kekuatan akan meningkat.

c. Panjang Serat

Serat panjang (*continous fiber*) lebih efisien dalam peletakannya dari pada serat pendek. Akan tetapi, serat pendek lebih mudah peletakannya dibanding serat panjang. Panjang serat mempengaruhi kemampuan proses dari komposit serat. Pada umumnya, serat panjang lebih mudah penanganannya jika dibandingkan dengan serat pendek.

d. Bentuk Serat

Bentuk Serat yang digunakan untuk pembuatan komposit tidak begitu mempengaruhi, yang mempengaruhi adalah diameter seratnya. Pada umumnya, semakin kecil diameter serat akan menghasilkan kekuatan komposit yang lebih tinggi. Selain bentuknya kandungan seratnya juga mempengaruhi (Schwartz, 1984).

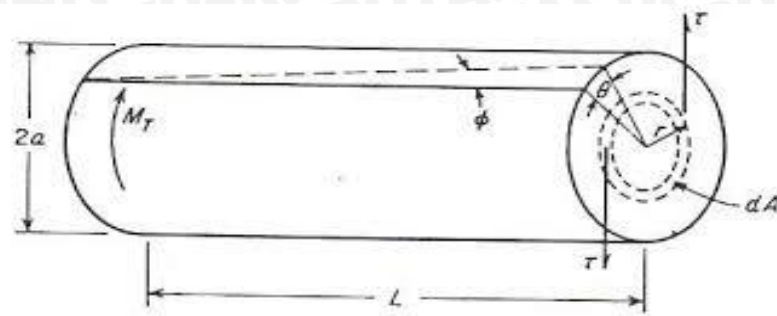
e. Faktor Matrik

Pembuatan komposit serat membutuhkan ikatan permukaan yang kuat antara serat dan matrik. Selain itu matrik juga harus mempunyai kecocokan secara kimia agar reaksi yang tidak diinginkan tidak terjadi pada permukaan kontak antara keduanya. Untuk memilih matrik harus diperhatikan sifat-sifatnya, antara lain seperti tahan terhadap panas, tahan cuaca yang buruk dan tahan terhadap guncangan yang biasanya menjadi pertimbangan dalam pemilihan material matrik. Juga kemampuan bertambahnya elongasi saat patah yang lebih besar dibandingkan dengan penguat. Selain itu juga perlu diperhatikan berat jenis, viskositas, kemampuan membasahi penguat, tekanan dan suhu *curing*, penyusutan

2.6 Pengujian Puntir

Pengujian puntir atau biasa dikenal dengan uji puntir merupakan salah satu jenis pengujian material dengan sifat merusak (*destructive test*). Uji puntir dilakukan untuk mengetahui sifat geseran pada material. Walaupun karakteristik material sudah dapat diketahui dari hasil uji Tarik, pengujian puntir mampu memberikan informasi penting tambahan mengenai modulus elastisitas dalam arah geser, kekuatan puntir dan modulus pemuluran. Uji puntir biasanya diperlukan untuk komponen yang beban utamanya adalah beban puntir seperti poros, as roda dan sebagainya.

Bentuk spesimen uji puntir ini tidak jauh berbeda dengan bentuk spesimen uji tarik. Benda uji puntir umumnya memiliki penampang lintang yang silinder, karena bentuk ini mewakili geometri yang paling sederhana dalam perhitungan tegangan yang terjadi pada material. Dalam batas elastisitas tegangan geser bervariasi secara linier dari nol di bagian pusat lingkaran hingga mencapai maksimum pada permukaan terluar benda uji.



Gambar 2.3 Pengujian Puntir Pada Benda Silinder Pejal

Sumber : Dieter (1988)

Untuk mencari nilai momen torsi biasa digunakan teori sebagai berikut :

$$M_T = F \cdot L \quad (2-1)$$

Keterangan :

M_T = Momen torsi (Nm)

F = Gaya (N)

L = Panjang lengan (m)

Momen luar yang ditimbulkan pada ujung benda uji mendapat tahanan dari tegangan geser material . tegangan tersebut bernilai nol pada pusat benda uji dan meningkat secara linier dengan penambahan jarak terhadap titik pusat. Kondisi kesetimbangan Antara momen pemuntir luar dan momen reaksi dari material menghasilkan :

$$M_T = \int_{r=0}^{r=a} \tau r dA = \frac{\tau}{r} \int r^2 dA \quad (2-2)$$

Dengan $r^2 dA$ adalah momen inersia polar dari benda uji dan biasanya dinotasikan dengan J , sehingga :

$$M_T = \frac{\tau J}{r} \quad \text{dan} \quad \tau = \frac{M_T r}{J} \quad (2-3)$$

Dengan τ adalah tegangan geser (N/mm^2), M_T momen Torsi (N-mm), r jarak radial dari pusat (mm), dan J momen inersia polar yang tergantung geometris benda (mm^4). Untuk benda pejal :

$$J = \frac{\pi D^4}{32} \quad (2-4)$$

Maka tegangan maksimum yang terjadi pada permukaan adalah :

$$\tau = \frac{16M_T D/2}{\pi D^4/32} = \frac{16M_T}{\pi D^3} \quad (2-5)$$

Besarnya regangan geser γ ditentukan oleh sudut puntir θ dalam satuan (mm)

$$\gamma = \tan \phi = \frac{r\theta}{L} \quad (2-6)$$

Dengan L = panjang benda uji (mm).

Peralatan uji puntir terdiri atas kepala puntir yang dilengkapi cekam untuk mencekeram benda uji dan untuk memberikan momen puntir pada benda uji serta kepala bobot yakni dengan cara mencekeram salah satu ujung benda uji dan mengukur besarnya momen puntir atau torsi. Deformasi yang terjadi dari benda uji diukur dengan alat pengukur sudut puntir yang dinamakan troptometer. Penentuan dilakukan dengan menggunakan perpindahan sudut suatu titik di dekat salah satu ujung benda uji dibandingkan terhadap suatu titik pada elemen memanjang yang sama pada arah yang berlawanan.

2.8 Hipotesis

Semakin bertambahnya besar tekanan dan lama waktu penekanan maka nilai kekuatan puntir akan semakin meningkat. Hal tersebut dikarenakan dengan semakin bertambahnya besar tekanan dan lama waktu penekanan maka *plunger* akan memberikan gaya dorong yang lebih besar pada permukaan logam cair untuk memperkecil volume udara yang masih terjebak didalam hasil coran, sehingga porositas semakin rendah dan hasil coran akan menjadi lebih padat yang berpengaruh pada struktur butirannya. Dengan demikian maka nilai kekuatan puntir akan semakin meningkat.

