

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

T. Regula (2011) meneliti *Effect of Applied pressure on the quality of squeeze cast parts made from AlSi9Mg Alloy*. Penelitian ini menggunakan metode *squeeze casting*. Logam mencair pada suhu 720°C dan suhu cetakan dijaga pada suhu 160°C . Penekanan dilakukan selama 60 detik. Tekanan yang diberikan sebesar 0.1 (atmosfer), 75 MPa, 150 MPa. Dari penelitian yang dilakukan didapatkan bahwa dengan tekanan 150 MPa hasil coran yang dihasilkan memiliki kekuatan tarik dan kekerasan yang paling tinggi dibandingkan tekanan 0,1 (atmosfer) dan 75MPa. Jadi semakin tinggi tekanan yang diberikan maka semakin tinggi pula kekuatan tarik dan kekerasannya.

Li Run-xia (2009) meneliti *Effect of Specific Pressure on Microstructure and Mechanical Properties of Squeeze Casting ZA27 Alloy*. Penelitian ini menggunakan metode *direct squeeze casting*. Temperatur penuangan pada suhu 630°C serta cetakan dipanaskan pada suhu 170°C . Tekanan yang diberikan sebesar 0 MPa, 500 MPa, 750 MPa dan 1000 MPa dengan lama penekanan selama 45 detik. Dari penelitian ini diperoleh bahwa ketika tekanan 1000 MPa menghasilkan struktur mikro yang baik, homogen serta terdistribusi merata.

Avinash L. (2013) meneliti *The Effect of Ceramic Reinforcement on the Microstructure, Mechanical Properties and Dry Sliding Wear Behavior of Hypoeutectic Al-Si-Mg Alloy*. Penelitian ini menggunakan aluminium paduan A356 yang diperkuat dengan alumina yang berbentuk cair yang diperoleh dari keramik. Dari penelitian ini diperoleh bahwa penguatan keramik dapat meningkatkan kualitas sifat mekanik serta ketahanan aus dari aluminium tersebut.

Berdasarkan penelitan – penelitian yang telah dilakukan tersebut, peneliti ingin melakukan penelitian mengenai pengaruh dari tekanan *plunger* serta serbuk keramik yang diberikan terhadap kekuatan tarik dan mikrostruktur pada pengecoran Al-Cu hasil dari produk *squeeze casting*. Pada penelitian ini peneliti menggunakan metode *squeeze casting*. Cetakan dipanaskan pada suhu 150°C . Tekanan *plunger* yang diberikan sebesar 20, 40, 60 dan 80 MPa serta serbuk keramik yang ditambahkan antara lain 3%, 6%, dan 9%fraksi berat. Dari penelitian ini, diharapkan menemukan tekanan *plunger* serta penambahan serbuk keramik yang tepat agar dihasilkan produk coran yang memiliki kekuatan tarik yang tinggi serta struktur mikro yang baik.

2.2 Pengecoran Logam

Prinsip dasar pengecoran logam adalah mencairkan sebuah logam dalam dapur kemudian menuangkan logam cair tersebut pada sebuah cetakan hingga membeku. Secara umum proses pengecoran dikelompokkan menjadi dua berdasarkan cetaknya, yaitu *expandable mold casting* dan *permanent mold casting*. Proses Pengecoran dapat dibagi berdasarkan metode pengecorannya, yaitu :

1. *Pressure Die Casting*

Proses pengecoran *pressure die castings* sangat cocok untuk produksi massal. Proses ini dibagi menjadi dua jenis yaitu :

a. *High Pressure Diecasting*

Proses pengecoran ini dilakukan dengan cara menuangkan logam cair ke dalam cetakan dengan tekanan dibawah tekanan atmosfer.

b. *Low Pressure Diecasting*

Pada proses pengecoran ini logam cair dimasukkan ke dalam cetakan pada tekanan mencapai 170 kPa. Proses ini biasanya digunakan untuk pembuatan plat tipis.

2. *Permanent Mould Casting*

Permanent Mould Casting merupakan suatu proses pengecoran yang cetaknya terbuat dari logam sehingga dapat digunakan berkali – kali. Cetakan dari logam akan mempercepat pembekuan logam cair tersebut.

3. *Sand Casting*

Sand Casting merupakan suatu proses pengecoran yang cetaknya dibuat dari pasir dengan cara memadatkan pasir di atas pola.

4. *Shell Mould Casting*

Shell Mould Casting merupakan suatu proses pengecoran yang cetaknya dibuat dari campuran resin dengan pasir dengan ketebalan 10-20 mm.

5. *Plaster Casting*

Plaster Casting merupakan suatu proses pengecoran yang cetaknya dibuat dari gips. Adonan gips dituang di sekitar pola, dibakar dan kemudian pola diambil dari cetakan.

6. *Investment Casting*

Pada proses *Investment Casting* digunakan cetakan dengan bahan refraktori yang dibentuk pada pola dari lilin atau bahan *thermoplastic*.

7. Centrifugal Casting

Pengecoran sentrifugal merupakan suatu metode pengecoran logam yang dilakukan dengan cara menuangkan logam cair ke dalam cetakan yang berputar.

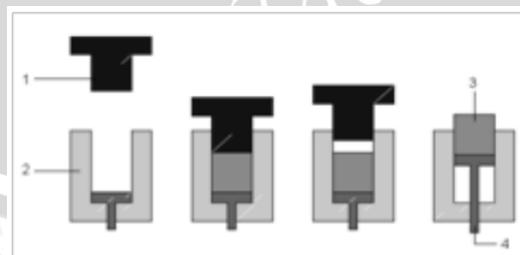
2.3 Squeeze Casting

Squeeze casting sering disebut sebagai *liquid metal forging* atau penempaan yang dilakukan terhadap logam cair. Proses pembekuan logam cair dilakukan pada suatu cetakan yang kemudian diberi tekanan oleh *plunger* secara hidrolis. Penekanan yang dilakukan oleh *plunger* pada logam cair akan membantu proses perpindahan panas dari logam cair serta dapat menurunkan porositas seperti yang sering terjadi pada produk cor besi tempa (*wrought iron*). Hasil dari proses penekanan logam cair yang dilakukan merupakan produk dengan kualitas yang baik serta mendekati ukuran standar (*near-net shape*). Produk hasil pengecoran *squeeze casting* memiliki struktur mikro yang lebih padat dibandingkan produk hasil pengecoran dengan cara gravitasi. Hal ini dikarenakan terjadinya kontak antara logam cair dengan permukaan *die* atau cetakan yang mengakibatkan terjadi perpindahan panas yang cukup cepat. Sehingga struktur mikro yang dihasilkan homogen dan memiliki sifat mekanik yang baik.

Berdasarkan cara pengisian logam cair ke dalam *die*, *squeeze casting* dibagi menjadi 2 jenis yaitu *direct squeeze casting* dan *indirect squeeze casting*.

1. DSC (*direct Squeeze Casting*)

Direct squeeze casting merupakan bagian dari *squeeze casting* yang dimana logam cair didinginkan melalui tekanan yang diberikan sehingga dapat mencegah munculnya porositas gas dan penyusutan.

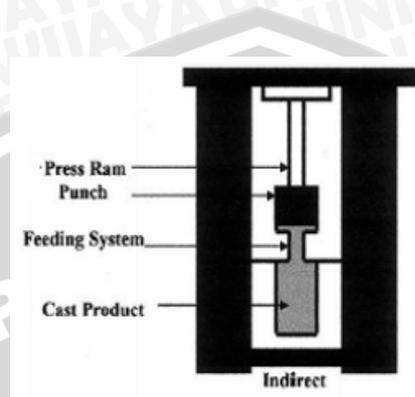


Gambar 2.1 *Direct mechanisms Squeeze Casting*

Sumber : Taufikurrahman, 2013 : 2

2. ISC (*Indirect Squeeze Casting*)

Indirect squeeze casting merupakan proses pengecoran *squeeze casting* dimana logam cair di injeksikan ke dalam rongga cetakan dengan bantuan piston berdiameter kecil dan penekanan yang diberikan dipertahankan sampai logam cair membeku.



Gambar 2.2 *Mechanisms of indirect squeeze casting*

Sumber : Taufikurrahman, 2013 : 2

2.3.1 Aplikasi Produk *Squeeze Casting*

Proses *squeeze casting* sering digunakan untuk menghasilkan berbagai macam jenis produk dengan bermacam – macam jenis logam dan paduan. Hal ini dimaksudkan untuk memperoleh tingkat kekuatan yang tinggi. Contoh produk hasil dari *squeeze casting* seperti *shaft*, *bevel gear*, *gearbox*, *piston* dan *automotive wheels*.

2.4 Sifat Logam cair

2.4.1 Fluiditas

Fluiditas aliran atau sifat mampu alir pada logam cair adalah kemampuan dari logam cair untuk mengalir dan mengisi rongga cetakan sebelum logam cair tersebut membeku. Hal ini berkaitan dengan kekentalan logam cair tersebut. Semakin tinggi kekentalan logam cair tersebut maka fluiditasnya akan semakin menurun.

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi fluiditas selain kekentalan logam cair tersebut, antara lain adalah perpindahan panas yang terjadi pada dinding cetakan, temperatur penuangan dan komposisi dari logam tersebut. Semakin tingginya temperatur penuangan dari titik cair logam tersebut saat penuangan akan meningkatkan fluiditas logam cair tersebut. Komposisi dari logam cair tersebut juga dapat mempengaruhi fluiditas terutama dalam hal mekanisme pembekuan (solidifikasi) logam

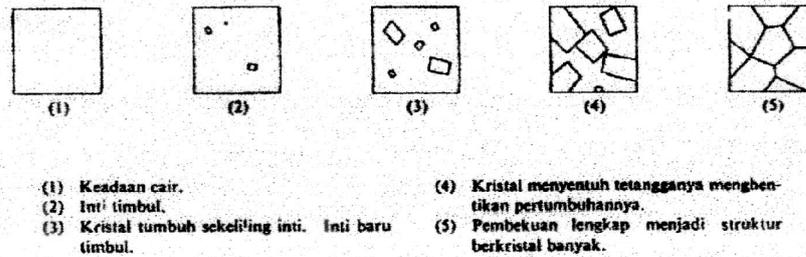
cair. Fluiditas yang baik terdapat pada logam cair yang membeku pada temperatur konstan, contohnya pada logam mulia. Saat solidifikasi terjadi pada range temperatur tertentu terutama pada logam paduan dapat terjadi solidifikasi sebagian sehingga menurunkan fluiditasnya. Selain itu komposisi dari logam cair tersebut menentukan kalor laten (*heat of fusion*) yaitu panas yang dibutuhkan logam untuk mencair seluruhnya. Tingginya kalor laten ini berakibat dapat meningkatkan fluiditas logam cair tersebut.

2.5 Pembekuan Logam

2.5.1 Proses Pembekuan Logam

Semua logam pada proses pembekuan membentuk kristal – kristal, yaitu susunan teratur atom – atom yang berulang dalam suatu ruang. Pada proses pengecoran, solidifikasi terjadi ketika logam cair mulai menyentuh dinding permukaan cetakan dimana terjadi perbedaan temperatur pada bagian luar dengan bagian dalam dari logam cair. Hal ini mengakibatkan inti kristal mulai terbentuk. Terbentuknya inti kristal dimulai dari bagian logam cair yang bersentuhan dengan cetakan kemudian berkembang ke bagian dalam logam cair tersebut. Inti kristal terbentuk dari butiran kecil yang kemudian membesar hingga akhirnya menjadi padat seluruhnya.

Dalam proses pengintian akan timbul banyak inti sehingga muncul *dendrit* yang memiliki arah orientasi yang berbeda – beda. *Dendrit* – *dendrit* tersebut akan terus berkembang sehingga akan saling menyinggung satu sama lain. Permukaan batas singgung ini disebut batas butir (*grain boundary*). Sedangkan kristal yang dibatasi oleh batas butir disebut butir. Jika energi yang dimiliki satu butir cukup besar, maka butir tersebut akan terus berkembang melewati batas butir. Sehingga atom – atom dari butir yang lain akan mengikuti orientasi butir tersebut. Akibatnya hanya akan ada satu butir saja. Jika logam cair didinginkan dengan lambat, maka *dendrit* punya banyak waktu untuk tumbuh sehingga akan terbentuk butir butir yang besar. Namun jika pendinginan logam dilakukan secara cepat maka butir – butir yang terbentuk kecil. Dengan perbedaan ukuran butir maka sifat mekanik yang dimiliki juga akan berbeda.



Gambar 2.3 Ilustrasi skematis dari pembentukan logam

Sumber : Surdia, 1980 : 14

Ada 3 daerah yang dapat ditemui pada pembekuan suatu logam coran. Daerah – daerah tersebut antara lain :

a. Daerah Pembekuan Cepat (*Chill Zone*)

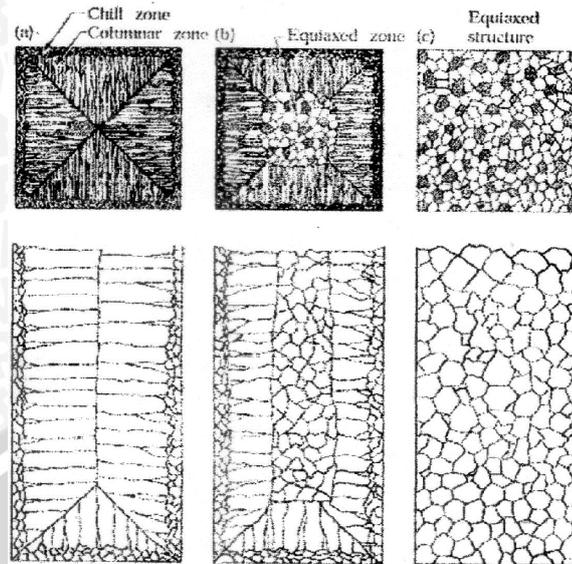
Daerah pembekuan cepat merupakan daerah yang berada paling luar. Struktur ini terbentuk pada kontak pertama antara dinding cetakan dengan logam cair saat logam cair tersebut dituangkan. Dibawah suhu lebur beberapa inti terbentuk dan tumbuh sampai ke dalam cairan. Meningkatnya suhu cetakan memungkinkan kristal yang membeku menyebar meninggalkan dinding karena pengaruh aliran cairan. Namun apabila suhu penuangan cukup tinggi dimana cairan yang berada di tengah – tengah coran tetap diatas temperatur leburnya maka akan menyebabkan kristal yang dekat dengan daerah tersebut akan mencair lagi meninggalkan dinding cetakan. Sehingga hanya kristal yang berada pada dinding cetakan yang tumbuh menjadi *chill zone*.

b. *Columnar Zone*

Columnar zone adalah struktur yang tumbuh setelah gradien suhu pada dinding cetakan turun dan kristal pada *chill zone* tumbuh secara dendritik dengan arah yang tegak lurus dengan dinding cetakan. Batas permukaan antara struktur kolumnar dengan cairan dapat berbentuk selular maupun selular dendritik.

c. *Equiaxed Zone*

Struktur ini terdiri dari butiran yang bersumbu sama yang arahnya acak. Butiran ini berasal dari mencairnya kembali lengan *dendrit*. Cabang *dendrit* akan terlepas dari induknya dan tumbuh menjadi *dendrit* yang baru jika suhu disekitarnya masih tinggi.



Gambar 2.4 Struktur chill, columnar, dan equiaxed zone

Sumber : Kalpakjian, 1990 : 279

2.6 Aluminium

2.6.1 Sifat – Sifat Aluminium

Aluminium memiliki beberapa sifat fisik. Berikut ini pada tabel 2.1 merupakan beberapa sifat fisik tersebut :

Tabel 2.1 Sifat – sifat fisik aluminium

Sifat-sifat	Kemurnian Al (%)	
	99,99	>99,99
Massa jenis (Kg / dm ³) (20 ^o C)	2,6989	2,71
Titik cair (^o C)	660,2	653 – 657
Panas jenis (Cal/g. ^o C) (100 ^o C)	0,2226	0,2297
Hantaran listrik (%)	64,91	59 (dianil)
Tahanan listrik koefisien temperatur (^o C)	0,00429	0,0115
Koefisien pemuaian (M / ^o C) (20-100 ^o C)	23,86 × 10 ⁻⁶	23,5 × 10 ⁻⁶
Jenis kristal, Konstanta kisi	Fcc, $\alpha = 4,013 \text{ kX}$	Fcc, $\alpha = 4,04 \text{ kX}$

Sumber : Surdia dan Saito, 1999 : 134

2.6.2 Pengaruh Unsur – Unsur Paduan

Dalam pengecoran aluminium sering digunakan aluminium paduan. Penambahan unsur paduan pada aluminium bertujuan untuk memperbaiki sifat dari

aluminium sesuai dengan yang diinginkan. Sifat dari unsur paduan ini dapat mempengaruhi kualitas dari aluminium tersebut. Berikut ini merupakan pengaruh penambahan unsur paduan pada aluminium.

a. Tembaga (Cu)

Tembaga merupakan suatu unsur kimia yang ber lambang Cu dan nomor atom 29 pada tabel periodik. Tembaga memiliki bahasa latin yaitu *cuprum*. Tembaga sering digunakan sebagai bahan paduan dari aluminium yang biasa disebut *duralumin*. Penambahan unsur Cu dapat meningkatkan kekuatan dan ketahanan korosinya serta kekerasannya.

b. Magnesium (Mg)

Magnesium merupakan unsur kimia yang ber lambang Mg serta memiliki nomor atom 12 pada tabel periodik. Magnesium sering digunakan dalam paduan aluminium yang disebut dengan *magnalium*. Penambahan unsur magnesium pada aluminium paduan adalah untuk meningkatkan daya tahan aluminium dan meningkatkan sifat mampu bentuk serta mampu mesin aluminium tanpa menurunkan kekuatannya.

c. Mangan (Mn)

Mangan adalah unsur kimia yang memiliki lambang Mn dan memiliki nomor atom 25 pada tabel periodik. Mangan ditambahkan pada aluminium untuk meningkatkan ketahanan karat aluminium dan apabila dipadukan dengan Mg akan memperbaiki kekuatannya.

d. Besi(Fe)

Besi atau *Ferrous* adalah unsur kimia yang memiliki lambang Fe dan memiliki nomor atom 26 pada tabel periodik. Besi ditambahkan untuk mengurangi penyusutan. Akan tetapi, jika kandungan besi terlalu besar akan mengakibatkan struktur butiran produk menjadi kasar. Hal ini dapat diperbaiki dengan menambahkan unsur Mn dalam prosentase yang kecil.

e. Zinc (Zn)

Zinc atau yang biasa dikenal dengan nama seng merupakan suatu unsur kimia yang memiliki lambang Zn dan nomor atomnya 30 pada tabel periodik. Seng sering dijumpai dalam aluminium paduan. Pada umumnya ditambahkan dengan tembaga dengan prosentase kecil untuk meningkatkan sifat mekanis tanpa perlakuan panas serta memperbaiki sifat mampu mesin.

f. Silikon (Si)

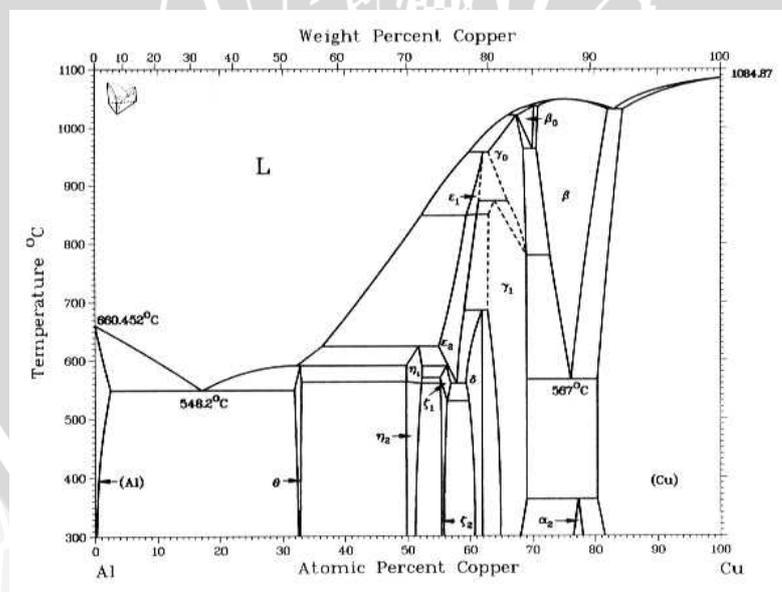
Silikon adalah unsur kimia yang memiliki lambang Si dan memiliki nomor atom 14 pada tabel periodik. Silikon sering ditambahkan pada aluminium paduan dengan tujuan untuk meningkatkan ketahanan korosi, ketahanan alir atau fluiditasnya, serta mengurangi penyerapan gas dalam pengecoran. Akan tetapi, silikon memiliki pengaruh buruk yaitu dapat menurunkan sifat mampu mesinnya.

2.6.3 Aluminium Paduan

Berikut adalah beberapa logam aluminium yang dipadukan dengan mudah dengan unsur logam lain untuk memperoleh sifat fisik yang diperlukan :

1. Paduan Al-Cu

Al-Cu adalah jenis paduan aluminium yang dapat diperlakukan panas. Tembaga adalah salah satu unsur paduan penting yang digunakan pada Al untuk meningkatkan kekuatan dengan *heat treatment* yang sesuai. Dengan melalui penyepuhan sifat mekanis paduan ini dapat menyamai sifat dari baja lunak tetapi daya tahan korosinya lebih rendah bila dibandingkan dengan jenis paduan lainnya (R.W. Heine, 1976:294)



Gambar 2.5 Diagram Fasa Al-Cu

Sumber : ASM Handbook Volume 8, 2000

2. Paduan Al-Mg

Paduan Al-Mg biasanya disebut *hidronalium*. Al-Mg mempunyai ketahanan korosi yang sangat baik serta sifat mampu las yang baik

3. Paduan Al-Mg-Si

Paduan Al-Mg-Si merupakan jenis paduan yang mempunyai sifat mampu las, mampu potong dan tahan korosi yang baik.

4. Paduan Al-Mn

Mn merupakan unsur yang dapat memperkuat aluminium tanpa mengurangi ketahanan korosinya dan dipakai untuk membuat paduan yang tahan korosi.

5. Paduan Al-Zn

Paduan Al-Zn merupakan paduan yang dapat diberikan perlakuan panas dan daya tahan korosinya baik apabila ditambah dengan unsur paduan lainnya.

2.7 Keramik

Definisi keramik yaitu semua bahan non-logam yang berbentuk padat serta anorganik. Keramik memiliki sifat rapuh, keras dan kaku. Pada umumnya keramik memiliki kekuatan tekan lebih baik daripada kekuatan tariknya. Keramik diklasifikasikan menjadi 2 yaitu :

1. Keramik tradisional yaitu keramik yang berasal dari bahan alam seperti kuarsa, kaolin dll. Komposisi keramik pada umumnya terdiri dari 3 yaitu tanah liat (*clay*) (Al_2O_3 , SiO_2 , H_2O), Kwarsa (*flint*) (SiO_2), *Feldspar* (K_2O , Al_2O_3 , 6SiO_2)
2. Keramik teknik yaitu keramik yang berasal dari oksida-oksida logam atau logam seperti oksida logam (Al_2O_3 , ZrO_2 , MgO , dll)

Berikut adalah komposisi kimia dari keramik yang digunakan oleh peneliti

Tabel 2.2 Komposisi Keramik

27-Aug-2014 10:55:35

Sample results - Averages

Page

Sample ident						
Keramik						
		Application Sequence		<Standardless>		
		Average of 3				
		Measurement period - start		27-Aug-2014 10:34:44		
		Measurement period - end		27-Aug-2014 10:48:55		
		Position		2		
Compound	Al	Si	K	Ca	Ti	V
Conc	2.4 +/- 0.07	15.8 +/- 0.02	3.01 +/- 0.02	15.4 +/- 0.1	0.15 +/- 0.008	0.01 +/- 0.003
Unit	%	%	%	%	%	%
Compound	Cr	Mn	Fe	Ni	Zn	As
Conc	0.037 +/- 0.0006	0.03 +/- 0.0007	0.320 +/- 0.001	0.681 +/- 0.008	0.441 +/- 0.002	0.007 +/- 0.002
Unit	%	%	%	%	%	%
Compound	Rb	Zr	Eu	Ba	Hf	Pb
Conc	0.12 +/- 0.005	60.9 +/- 0.07	0.03 +/- 0.006	0.05 +/- 0.02	0.61 +/- 0.02	0.04 +/- 0.006
Unit	%	%	%	%	%	%

2.8 Komposit

Komposit merupakan suatu material yang dibentuk dari dua atau lebih material sehingga diperoleh material komposit yang memiliki sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda beda dari material pembentuknya (Inggiganes, 2010). Komposit dibuat untuk memperbaiki sifat mekanik serta sifat spesifik tertentu. Material komposit memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihannya antara lain memiliki massa jenis yang rendah. Material komposit lebih kuat, ulet, tidak getas serta ringan. Material ini juga memiliki koefisien pemuaian yang rendah serta tahan terhadap korosi. Namun dari beberapa kelebihan tersebut material komposit jugamemiliki kekurangan. Kekurangannya antara lain kurang elastis, lebih sulit dibentuk secara plastis serta tidak tahan terhadap beban kejut (*impact*). Komposit pada umumnya terdiri dari campuran 2 fasa, yaitu :

a. Matriks

Matriks merupakan fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar (dominan). Matriks pada komposit memiliki beberapa fungsi sebagai berikut :

- Mentransfer tegangan ke *Filler* atau seratnya..
- Melindungi serat.
- Memisahkan serat

b. *Reinforcement* atau *Filler*

Salah satu bagian terpenting pada komposit yaitu *reinforcement* (penguat). *Reinforcement* pada material komposit berfungsi sebagai penanggung beban utama pada komposit.

Secara struktur mikro material komposit tidak merubah material pembentuknya. Akan tetapi pada material komposit memiliki perbedaan dengan material pembentuknya karena terjadi ikatan antara permukaan matriks dan *filler*. Agar terbentuk material komposit harus terdapat ikatan permukaan antara matriks dan *filler*. Ikatan antar permukaan ini terjadi karena adanya gaya adhesi dan kohesi. Dalam material komposit gaya adhesi-kohesi terjadi melalui 3 cara utama:

- Interlocking antar permukaan → ikatan yang terjadi karena kekasaran bentuk permukaan partikel.
- Gaya elektrostatis → ikatan yang terjadi karena adanya gaya tarik-menarik antara atom yang bermuatan (ion).
- Gaya vanderwalls → ikatan yang terjadi karena adanya pengutupan antar partikel.

Kualitas ikatan antara matriks dan filler dipengaruhi oleh beberapa variabel antara lain:

- Ukuran partikel
- Rapat jenis bahan yang digunakan
- Fraksi volume material
- Komposisi material
- Bentuk partikel
- Kecepatan dan waktu pencampuran
- Penekanan (kompaksi)
- Pemanasan (sintering)

Perbedaan antara komposit dan alloy adalah dalam hal sistem proses pemuadannya:

- Komposit bila ditinjau secara mikroskopi masih menampilkan adanya komponen matrik dan komponen filler, sedangkan alloy telah terjadi perpaduan yang homogen antara matrik dan filler.
- Pada material komposit, dapat leluasa merencanakan kekuatan material yang diinginkan dengan mengatur komposisi dari matrik dan filler, sifat material yang menyatu dapat dievaluasi dan diuji secara terpisah.

2.9 Pengujian Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik adalah kemampuan suatu material untuk menerima gaya sejajar sumbunya dengan arah gaya yang berlawanan tanpa mengalami kerusakan serta dinyatakan dengan tegangan maksimum sebelum mengalami patahan. Besarnya kekuatan tarik tergantung dari gaya yang diberikan tiap satuan luas. Sehingga dirumuskan dengan :

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Dimana : σ = Tegangan tarik (N/mm²)

F = Gaya tarik (N)

A = Luas penampang spesimen (mm²)

Sedangkan untuk regangan dirumuskan dengan :

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{L_0}$$

Dimana : ε = Regangan

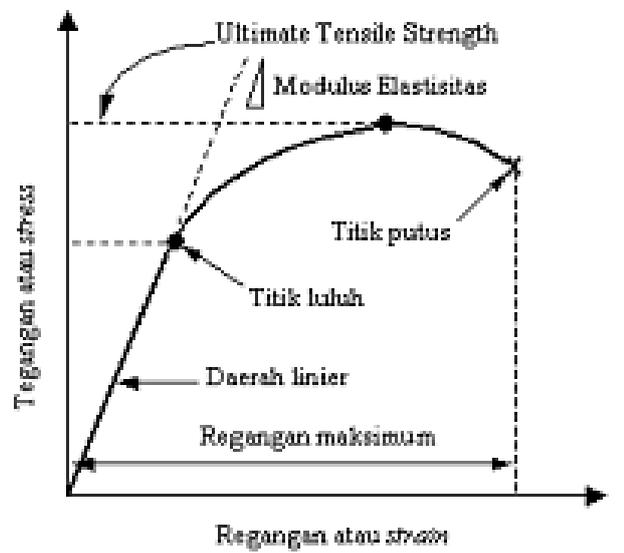
Δl = Pertambahan panjang (mm)

L_0 = Panjang awal (mm)

2.9.1 Hubungan Tegangan dan Regangan

Hubungan antara tegangan dan regangan dapat dilihat pada grafik yang didapatkan dari pengujian tarik, dimana gaya yang diberikan sejajar dengan sumbu yang kemudian di tarik dengan gaya yang berlawanan arah dan beban bertambah secara kontinu sehingga terjadi pertambahan panjang. Ketika suatu material diberi beban dan ditambah secara perlahan maka penambahan beban tersebut akan membuat material mengalami regangan sampai pada batas elastisnya yaitu pada titik proporsional. Jika beban terus ditambah akan terjadi pertambahan panjang tanpa adanya penambahan tegangan (*yield strength*). Setelah itu material tersebut akan memasuki daerah plastis dimana material tidak akan kembali ke bentuk semula. Jika beban terus ditambah maka material akan melewati titik dimana terjadinya tegangan tertinggi yang dapat dicapai (*ultimate strength*) dan mengalami pengecilan penampang (*necking*) dengan diikuti

penurunan regangan. Namun panjangnya tetap bertambah sampai akhirnya putus (*fracture*). Berikut adalah grafik tegangan regangan :



Gambar 2.6 Kurva Tegangan dan Regangan

Sumber : Arief Murtiono, 2012 : 5

2.10 Pengujian Mikrostruktur

Sruktur mikro atau mikrostruktur merupakan struktur terkecil darisuatu bahan. Pengujian mikrostruktur dilakukan untuk mengetahui hubungan antara sifat sifat yang dimiliki bahan tersebut dengan struktur penyusunnya serta cacat pada bahan tersebut. Dalam pengujian ini hal yang diamati meliputi ukuran butiran, bentuk butiran dan larutan padat yang terbentuk. Semakin kecil dan halus butiran maka kekuatan mekanisnya akan semakin baik. Jika larutan padat tersebar merata maka kekuatan tariknya akan semakin baik. Untuk melakukan pengujian mikrostruktur dapat dilakukan dengan beberapa alat antara lain mikroskop cahaya, mikroskop elektron, mikroskop sinar X dan lain lain. Dari hasil pengujian yang diperoleh maka dapat diketahui persebaran butir, bentuk fase serta sifat-sifat dari bahan tersebut. Hasil foto pengujian mikrostruktur dapat digunakan untuk menghitung banyak butir dan diameter butir. Pengukuran dan perhitungan besar butir dilakukan dengan metode planimetri (Jeffris method) yaitu menghitung besar butir persatuan luas pada lingkaran berdiameter 79,8 mm (luas lingkaran 5000 mm²). Berikut rumus planimetri :

$$N_A = f \cdot \left(n_1 + \frac{1}{2} n_2 \right) \quad f = \frac{M^2}{5000}$$

$$\bar{A} = N_A^{-1} \cdot 10^6$$

$$d = \left(\bar{A} \right)^{\frac{1}{2}} = \left(N_A \right)^{-1/2} \cdot 10^3$$

$$G = 3,32 \cdot \log N_A - 2,92$$

Keterangan:

N_A = banyaknya butir tiap satuan luas (pcs/mm²)

F = bilangan Jeffris

M = perbesaran (x)

A = luas rata-rata butir (μm²)

d = diameter butir rata-rata (μm)

G = nomor besar butir (ASTM)

2.10 Hipotesa

Pada Penelitian ini, pemberian variasi besar tekanan *plunger* dan variasi prosentase penambahan serbuk keramik dapat mempengaruhi sifat mekanik dari produk hasil coran dari segi kekuatan tarik dan mikrostruktur. Tekanan *plunger* dan penambahan serbuk keramik dapat mengisi celah – celah yang terbentuk pada coran tersebut dan menekan udara yang terjebak dalam produk coran untuk keluar yang mengakibatkan produk hasil coran semakin padat.

Dari uraian diatas, maka penambahan tekanan *plunger* dan prosentase serbuk keramik yang diberikan dapat meningkatkan kualitas produk coran yang berpengaruh terhadap semakin tinggi nilai kekuatan tarik dan struktur mikro yang baik. Sehingga dari variasi tekanan *plunger* dan prosentase serbuk keramik yang diberikan pada penelitian ini dapat diperoleh tekanan *plunger* dan penambahan serbuk keramik yang optimum untuk menghasilkan produk coran yang berkualitas tinggi.