

ANALISA DISTRIBUSI PENYEBARAN PARTIKEL PENGUAT SiC PADA SPESIMEN KOMPOSIT LOGAM MENGGUNAKAN SOFTWARE DEGIMIZER

I Komang Astana Widi

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang
Kampus 2 Jl. Karanglo Km.2 Malang
aswidi@yahoo.com

ABSTRAKSI

Berdasarkan hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh beberapa peneliti menunjukkan hasil sifat mekanis yang kontroversi. Beberapa penelitian komposit Al-SiC yang telah dilakukan [1 s/d 3] menunjukkan komposisi untuk bahan komposit SiC-Al yang optimal masih belum dapat ditentukan secara pasti. Hal ini disebabkan karena selain komposisi, struktur juga sangat berpengaruh yaitu diantaranya tingkat distribusi partikel. Untuk menghasilkan struktur yang optimal ini sangat dipengaruhi oleh teknologi atau metode pemrosesan bahan komposit tersebut. Teknik atau metode yang digunakan dalam menghitung penyebaran partikel terutama berupa penguat pada material komposit menggunakan suatu program software masih belum digunakan perhitungan penyebaran partikel ini telah dilakukan oleh W. Zhou, Z.M. Xu menggunakan suatu alat ukur. Dan keterbatasan dari alat ukur ini adalah hanya mampu menganalisa pada daerah yang terukur sehingga data yang dihasilkan tidak dapat mewakili jumlah penyebaran partikel secara keseluruhan.

Pada penelitian ini, penulis mencoba memanfaatkan software digimzer karena software ini merupakan software asik untuk menghitung data statistic yaitu data yang dihasilka dapat mewakili seluruh komponen tanpa melakukan pengukuran pada seluruh komponennya. Adapun sample uji pada penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisa terhadap penyebaran partikel penguat SiC didalam matrik logam aluminium. Halini sangat penting dan perlu untuk dilakukan penelitian karena dengan mengetahui tingkat penyebaran partikel maka analisa terhadap nilai sifat mekanis bahan komposit akan lebih mudah diamati.

Penggunaan software Digimzer yang digunakan untuk mengukur tingkat distribusi partikel menunjukkan hasil yang memadai artinya dapat diandalkan, yaitu dengan software ini dapat diprediksi jumlah partikelnya didalam sebuah komponen atau produk meskipun ada persyaratan tertentu terhadap image/hasil foto struktur mikro spesimen yang layak untuk diuji dengan software ini. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada spesimen dengan jmlah partikel besar/banyak belum tentu menunjukkan distribusi partikel yang baik. Hal tersebut ditunjukan bahwa spesimen 1 dengan jumlah partikel terbesar yaitu 908,724 memiliki mear rata-rata 37,966 dan ada spesimen 2 dengan jumlah partikel 869,325 memiliki mean rata-rata 32,053 sedangkan pada spesien 3 dengan jumlah partikel 683,375 memiliki mean rata-rata 35,201. Dan disarankan untuk mendapatkan hasil perhitungan yang lebih akurat perlu menambahkan bantuan media lain terhadap image dari struktur mikronya.

Kata Kunci : SiC, Komposit Logam, Software Digimizer, distribusi Partikel

I. PENDAHULUAN

Pengembangan material teknik yang berkualitas adalah material yang mempunyai keunggulan – keunggulan pada sifat fisik dan sifat mekanis, namun sifat-sifat ini sangat dipengaruhi oleh

komposisi dan penyusun dari bahan itu sendiri. Disamping komposisi, kualitas bahan juga ditentukan oleh struktur didalam bahan itu sendiri.

Berbagai metode telah diterapkan untuk menghasilkan material komposit yang berkualitas yaitu dengan sifat-sifat yang optimal. Salah satu metode yang banyak digunakan adalah stir casting.

Partikel SiC dengan meningkatnya waktu pengadukan akan terdistribusi lebih merata dalam matrik Al. Kurangnya waktu pengadukan akan menimbulkan gumpalan-gumpalan SiC_p sehingga pada antarmuka akan memiliki konsentrasi tegangan yang cukup besar sehingga merupakan awal terjadinya retak (initiation crack). Besarnya tegangan pada daerah antar muka menyebabkan daya lekat semakin berkurang dan cenderung membentuk lubang pori bahkan retak. Dengan makin tersebar partikel SiC dapat mempercepat terbentuknya inti-inti nukleasi dan pembekuan yang lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan butirnya sehingga diperoleh struktur dengan panjang lengan dendrit yang lebih pendek atau struktur mikronya dengan ukuran butir yang lebih kecil. Akibat kecepatan pembekuan yang terlalu besar tersebut membuat material komposit akan semakin getas yang ditunjukkan dengan bentuk patahan hasil pengujian tarik. Hal ini diperkuat dengan hukum Rault dimana laju pembekuan akan dipercepat dengan adanya unsur-unsur asing (impurities) dalam logam cair.

Permasalahannya adalah pada metode stir casting untuk meningkatkan penyebaran partikel SiC pada matrik Al perlu meningkatkan kecepatan dan waktu pengadukan, dimana untuk pada proses

peleburan dilakukan pengadukan menggunakan kipas. Beberapa permasalahan dari metode ini diantaranya dengan semakin banyaknya pengadukan maka udara yang terperangkap didalam proses pengadukan juga semakin banyak sehingga akan menimbulkan oksidasi dan porositas (cacat ruang pada bahan komposit), bahan kipas yang digunakan saat pengadukan didalam tungku peleburan cepat rusak bahkan lumer/cair sehingga akan bercampur didalam bahan komposit, pada saat proses pengadukan membutuhkan perhitungan waktu yang tepat untuk penuangan, banyaknya material lebur yang terpelanting atau muncrat keluar dapur sehingga membutuhkan operator yang ahli dan berpengalaman.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Proses Compocasting

Compocasting atau dikenal sebagai rheocasting (Stirrcasting) merupakan proses pembuatan komposit dengan cara penuangan yang sebelumnya mengalami proses pengadukan pada kondisi penahanan temperature konstan diatas temperature cair. Proses ini di dasarkan atas penggabungan bahan berupa partikel penguat yang dimasukan ke dalam cair. Setelah dilakukan penambahan dispersoid, leburan ini di aduk untuk beberapa saat yang bertujuan untuk memperoleh suatu Lumpur yang seragam, yang kemudian dituang kedalam suatu cetakan, keuntungan proses ini mampu untuk menggabungkan

partikel penguat yang tidak dapat dibatasi oleh logam cair. Bahan yang tidak dapat dibatasi tersebut, dapat terdispersi oleh adanya gaya pengadukan secara mekanik yang menyebabkan partikel padatan terperangkat kedalam logam cair.

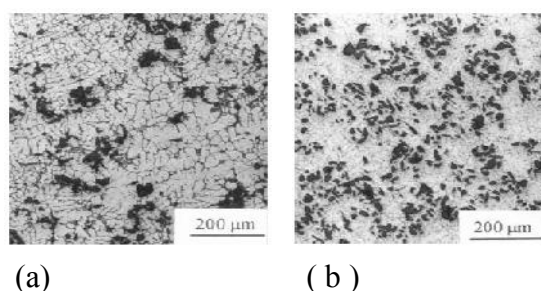
Parameter proses pada metode compocasting

Masalah kesulitan yang dihadapi didalam pembuatan komposit dengan cara teknik metalurgi cair khususnya pada proses stirrcasting, terletak dalam kurangnya penyusupan fasa logam cair yang di hubungkan dengan kemampuan basah (wett ability) dari penguat partikel. Umumnya partikel penguat memiliki kemampuan basah yang kurang baik terhadap logam cair. Hal ini disebabkan bahwa penguat partikel tersebut masih memiliki energi permukaan relative rendah, sehingga tidak memberikan basahan yang sempurna terhadap logam cair.

Energi permukaan adalah : energi yang memiliki suatu material yang dibatasi antara dua fasa yang berdekatan sebagai daerah yang tidak homogen. Magnesium digunakan dalam tingkat tertentu untuk memberikan pengaktifan permukaan partikel menjadi basah, karena dengan penambahan magnesium mengakibatkan temperature cair logam meningkat dan tegangan permukaan logam cair berkurang. Sehingga terbentuknya sudut kontak relative kecil yang merupakan indikasi bertambahnya sifat mampu basah partikel semakin mudah partikel mengendap.

2.2 Penyebaran Partikel Penguat

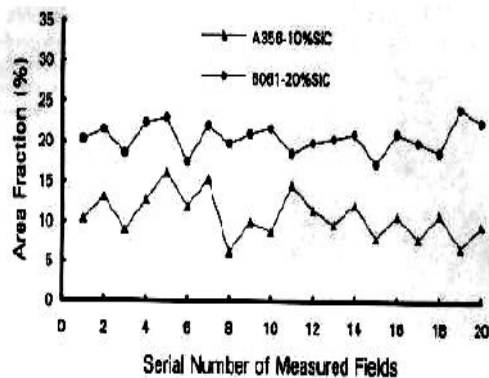
Penyebaran partikel pada komposit dapat dilihat jika partikel cenderung terlihat jelas untuk diakumulasikan, dalam kelompok partikel yang telah membeku pada umumnya terkandung fasa eutectic. Partikel SiC dapat diamati dengan mengakomodasi pada batas – batas butiran. Karakteristik nilai penyebaran partikel SiC dari daerah fraksi secara kuantitatif dapat dihitung dengan memilih 20 bidang secara acak untuk masing – masing komposit yang telah direncanakan di hubungkan dengan bidang angka pengukur, bisa juga dilihat dari figur penyebaran dengan mengukur nilai dari area fraksi yang pada umumnya kecil yang mengindikasikan kelayakan homogenitas penyebaran dari partikel SiC dalam komposit. Evaluasi yang kuantitatif ini diperlukan konsistensi penilaian visual.



Gambar 1

Penyebaran partikel SiC 20 % pada alumunim 6061 (a) dan SiC 10 % pada alumunim A356 (b)

(W. Zhou, Z.M. Xu / *Journal of Materials Processing Technology* 63 (1997) 358-363



Gambar 2

Gambar grafik pengukuran penyebaran partikel dengan menggunakan alat ukur. Pada penyebaran partikel SiC dalam matriks Alloy A356 dan 6061
(W. Zhou, Z.M. Xu / *Journal of Materials Processing Technology* 63 (1997) 358-363)

Dalam gambar 2 menunjukkan gambar penyebaran partikel Al 6061 (a) SiC 20 % dan Al A356 SiC10 % dimana terlihat partikel dalam Al 6061 lebih besar dibandingkan dengan penyebaran partikel dalam Al A356 yang disebabkan oleh perbedaan persentase SiC

Pengetahuan perubahan penguat matrik memiliki peran yang sangat penting dalam sifat mekanik dari komposit. Pengamatan secara seksama pada hasil foto mikroskop pada A356-10% SiC yang telah dipoles memperlihatkan bahwa partikel – partikel SiC yang muncul berfungsi sebagai pelapis (substrates). Butiran crystal yang terdapat dalam butiran merupakan lapisan eutektik (α – Al) .

2.3 Batas Butir.

Batas antara butir – butir dalam agregat polikristalin merupakan daerah kisi yang terganggu dengan lebar hanya

beberapa garis tengah atom. Dalam hal umum, orientasi kristalografis berubah dengan tiba-tiba melintasi perbatasan butir dari satu butir ke butir berikutnya. Selama perbedaan dalam orientasi antara butir dikiri-kanan perbatasan berkurang, keadaan tertib diperbatasan meningkat. Struktur batas butir mengandung dislokasi batas butir. Dislokasi mengelompok di daerah perbatasan dan membentuk tangga atau sisi tajam. Batas butir. Makin besar sudut salah – orientasi batas butir, makin besar pula rapat sisi tajam. Sisi tajam batas butir (grain boundary ledge) merupakan sumber dislokasi yang efektif. Dan dikarenakan lebih banyak sistem slip bekerja di dekat batas butir, kekerasan dekat batas biasanya lebih tinggi dari pada tengah – tengah butir. Jadi pengetasan rengangan logam berbutir halus akan lebih besar dari pada dalam agregat polikristalin berbutir kasar.

Karena adanya penambahan partikel karbon (impurities) maka batas butir semakin banyak dan kecil dan mengecil sehingga membentuk suatu cabang – cabang dendrite dan merupakan suatu awal pergerakan butir dan batas butir semakin rapat sehingga menahan pergerakan dari butir. Pada batas butir tenggangan yang ditimbulkan tinggi sehingga kekerasan meningkat dan karena rapatnya batas butir maka hal ini menyebabkan suatu awal \ inti retak juga penjalaran retak sehingga kekuatan tarik material ini turun, karena inilah maka material menjadi getas.

III. METODOLOGI

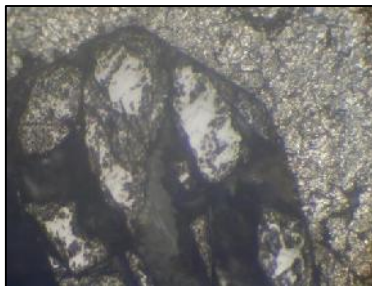
Metode penelitian menggunakan software Digimizer yang berfungsi untuk mengkalkulasikan seluruh data statistik dari hasil uji pengaruh kekasaran permukaan terhadap penyebaran partikel komposit.

Berikut adalah langkah – langkah penggunaan software :

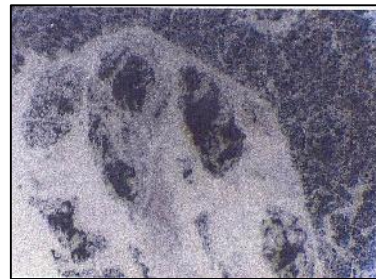
1. Memasukan image kedalam program.

Yaitu dengan cara menekan menu file kemudian mencari sub menu open image dan setelah itu kita dapat mencari direktori file yang kita simpan, dan setelah menemukan file tersebut langkah berikutnya klik open maka image langsung masuk kedalam program.

2. Menaganalisa penyebaran partikel dari hasil foto mikro, Langkah – langkah dalam menganalisa image dilakukan dengan beberapa tahap yaitu pertama menggunakan menu untuk memudahkan dalam menganalisa gambar pada saat proses binaryzation dan selanjutnya untuk mengatur resolusi warna biner yang akan dipakai.



Sebelum



Sesudah

Gambar 3. Image subelam dan sesudah diberi menu negativ

3. Setelah penyetingan kolom measurement report maka langkah berikutnya adalah menentukan satuan yang digunakan dalam pengukuran luasan partikel yang terdapat didalam image.
4. Tahap berikutnya adalah kliklah sub menu analyze objects pada menu biner sehingga proses analisa obyek bisa terlaksana.
5. Setelah proses analyze objects telah terlaksana maka hasil analisa obyek dapat dilihat dalam measurement report dan statistic report.

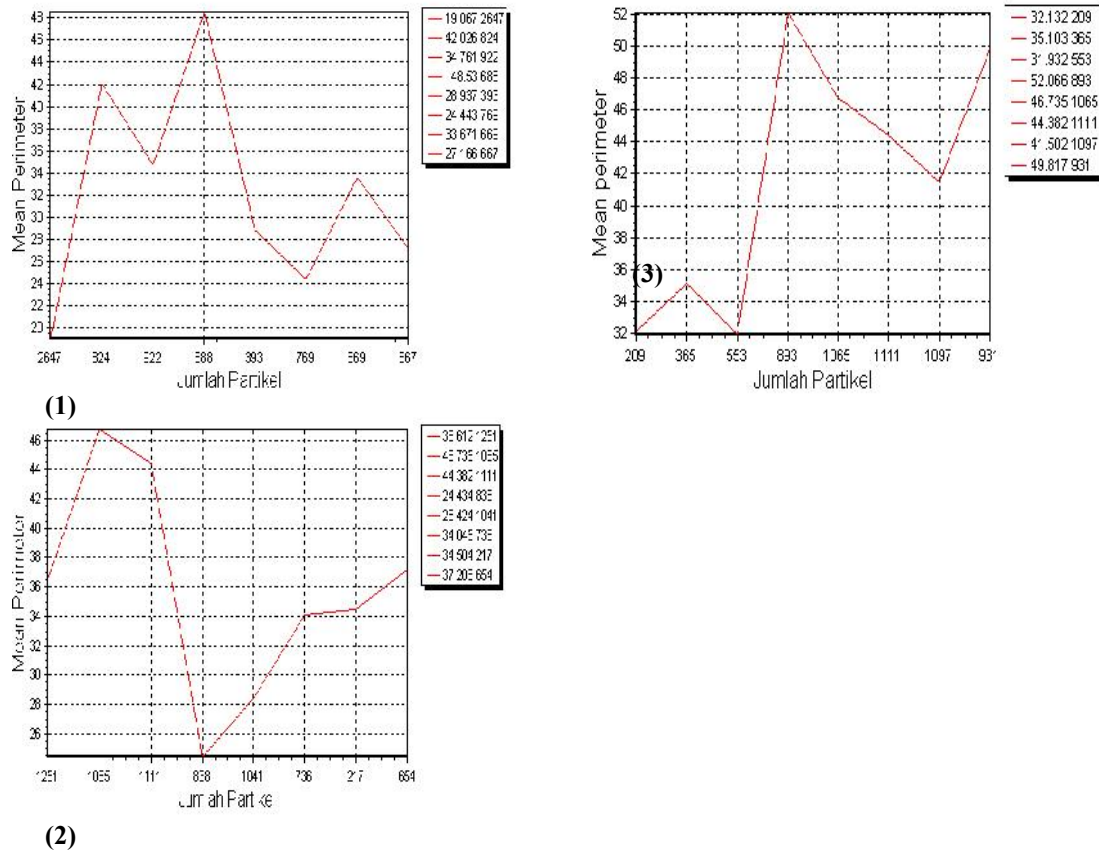
IV. PEMBAHASAN

Hasil Uji Distribusi Partikel.

Pengujian distribusi partikel menggunakan Degimizer software, software ini digunakan untuk lebih memudahkan menganalisa distribusi partikel pada spesimen 1, 2 dan 3.

Grafik 1

Grafik hubungan mean perimeter dengan jumlah partikel pada spesimen 1, 2 dan 3



Hasil perhitungan statistik

Spesimen 1, memiliki nilai kekasaran permukaan 2.69 μm dari hasil penelitian diperoleh hasil sebagai berikut

Tabel 1
Deskriptif statistik pada spesimen 1

Descriptive Statistics							
Variable	N	Mean	Median	TrMean	Std.Dev.	SEMean	Min
Mean Perimeter	40.00000	37.99667	38.43150	37.72053	9.00462	1.42376	19.06700
Jumlah partikel	40.00000	908.72498	907.50000	881.39471	395.63574	62.55550	209.00000
	2647.00000						
Variable	Q1	Q3	IQR	Kurtosis	Skewness		
Mean Perimeter	32.22050	43.93375	11.71325	1.76094	0.62681		
Jumlah partikel	688.75000	1096.75000	408.00000	8.82232	1.91305		

Dari tabel Deskriptif diatas dapat disimpulkan sebagai berikut.

- Jumlah data yang valid (sah untuk diproses) untuk Jumlah partikel adalah 40 sampel.
- Mean atau nilai rata – rata dari jumlah partikel adalah 908.72498
- Jumlah partikel minimum adalah 209 dan maksimal adalah 2647 .
- Median atau nilai nilai tengah pada jumlah partikel adalah 907,5.
- SE mean atau nilai nilai kesalahan standar dari spesimen adalah 62,5555.
- Standar deviasi atau perbandingan rata – rata pada jumlah partikel dari tiap spesimen adalah 395,63574.
- Kurtosis atau tinggi distribusi data pada jumlah partikel adalah 8.82232.
- Skewness atau nilai penyimpangan distribusi data pada jumlah partikel adalah 1.91305.
- Jumlah data yang valid (sah untuk diproses) untuk mean perimeter adalah 40 sampel.
- Mean atau nilai rata – rata dari mean perimeter adalah $37.99667 \mu\text{m}^2$
- Mean permeter minimum adalah $19,067 \mu\text{m}^2$ dan maksimal adalah $67,42 \mu\text{m}^2$.
- Median atau nilai nilai tengah pada mean perimeter adalah 38,43150.
- SE mean atau nilai nilai kesalahan standar dari sampel adalah 9,00462.
- Standar deviasi atau perbandingan rata – rata pada mean perimeter dari tiap sampel adalah 9,00462.
- Kurtosis atau tinggi distribusi data pada mean perimeter adalah 1.7609.
- Skewness atau nilai penyimpangan distribusi data pada mean perimeter adalah 0.62681

Spesimen 2, memiliki nilai kekasaran permukaan $4,94 \mu\text{m}$ dari hasil penelitian diperoleh hasil sebagai berikut

Tabel 2
Hasil penelitian spesimen pada spesimen 2

Descriptive Statistics							
Variable	N	Mean	Median	TrMean	Std.Dev.	SEMean	Min Max
Mean Perimeter	40.00000	32.05330	32.86800	32.03234	9.44069	1.49270	14.50700
Jumlah partikel	40.00000	869.32501	808.50000	841.92108	475.48676	75.18106	71.00000
	2709.00000						
Variable	Q1	Q3	IQR	Kurtosis	Skewness		
Mean Perimeter	23.19650	38.91150	15.71500	-0.86468	-0.07787		
Jumlah partikel	570.25000	1085.00000	514.75000	6.22642	2.00105		

Dari tabel Deskriptif diatas dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Jumlah data yang valid (sah untuk diproses) untuk Jumlah partikel adalah 40 sampel.
- Mean atau nilai rata – rata dari jumlah partikel adalah 869,325
- Jumlah partikel minimum adalah 71 dan maksimal adalah 2709.
- Median atau nilai nilai tengah pada jumlah partikel adalah 808,5.
- SE mean atau nilai nilai kesalahan standar dari spesimen adalah 75,181.
- Standar deviasi atau perbandingan rata – rata pada jumlah partikel dari tiap spesimen adalah 475,486.
- Kurtosis atau tinggi distribusi data pada jumlah partikel adalah 6,226.

- Skewness atau nilai penyimpangan distribusi data pada jumlah partikel adalah 2,001
- Jumlah data yang valid (sah untuk diproses) untuk mean perimeter adalah 40 sampel.
- Mean atau nilai rata – rata dari mean perimeter adalah $32,053 \mu\text{m}^2$
- Mean permeter minimum adalah $14,507 \mu\text{m}^2$ dan maksimal adalah $50,396 \mu\text{m}^2$.
- Median atau nilai nilai tengah pada mean perimeter adalah 32,868.
- SE mean atau nilai nilai kesalahan standar dari sampel adalah 1,4927.
- Standar deviasi atau perbandingan rata – rata pada mean perimeter dari tiap sampel adalah 9.441.
- Kurtosis atau tinggi distribusi data pada mean perimeter adalah 0,864.
- Skewness atau nilai penyimpangan distribusi data pada mean perimeter adalah 0,077.

Spesimen 3, memiliki nilai kekasaran permukaan $7.017 \mu\text{m}$ dari hasil penelitian diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 3
Hasil penelitian spesimen pada cetakan 3

Descriptive Statistics							
Variable	N	Mean	Median	TrMean	Std.Dev.	SEMean	Min Max
Mean Perimeter	40.00000	35.20173	34.34000	34.69026	10.54944	1.66801	17.10200
	72.73700						
Jumlah partikel	40.00000	683.37500	694.50000	681.65790	268.43149	42.44275	163.00000
	1269.00000						
Variable	Q1	Q3	IQR	Kurtosis	Skewness		
Mean Perimeter	26.77550	41.07725	14.30175	2.93691	1.17901		
Jumlah partikel	458.75000	884.25000	425.50000	-0.38327	0.05227		

Dari tabel Deskriptif diatas dapat disimpulkan sebagai berikut.

- Jumlah data yang valid (sah untuk diproses) untuk Jumlah partikel adalah 40 sampel.
- Mean atau nilai rata – rata dari jumlah partikel adalah 683,375
- Jumlah partikel minimum adalah 163 dan maksimal adalah 1269.
- Median atau nilai nilai tengah pada jumlah partikel adalah 694,5.
- SE mean atau nilai nilai kesalahan standar dari spesimen adalah 42,443.
- Standar deviasi atau perbandingan rata – rata pada jumlah partikel dari tiap spesimen adalah 268,432.
- Kurtosis atau tinggi distribusi data pada jumlah partikel adalah 0,383.
- Skewness atau nilai penyimpangan distribusi data pada jumlah partikel adalah 0,052

- Jumlah data yang valid (sah untuk diproses) untuk mean perimeter adalah 40 sampel.
- Mean atau nilai rata – rata dari mean perimeter adalah $35,202 \mu\text{m}^2$
- Mean permeter minimum adalah $17,102 \mu\text{m}^2$ dan maksimal adalah $72,737 \mu\text{m}^2$.
- Median atau nilai nilai tengah pada mean perimeter adalah 34,34.
- SE mean atau nilai nilai kesalahan standar dari sampel adalah 1,668.
- Standar deviasi atau perbandingan rata – rata pada mean perimeter dari tiap sampel adalah 10,549.
- Kurtosis atau tinggi distribusi data pada mean perimeter adalah 2,937.
- Skewness atau nilai penyimpangan distribusi data pada mean perimeter adalah 1,179.

HASIL PENELITIAN

Dari analisa distribusi partikel 30 % Si-C pada matrial alumunium dari tiap cetakan dapat kita lihat pada tabel dan grafik dibawah ini

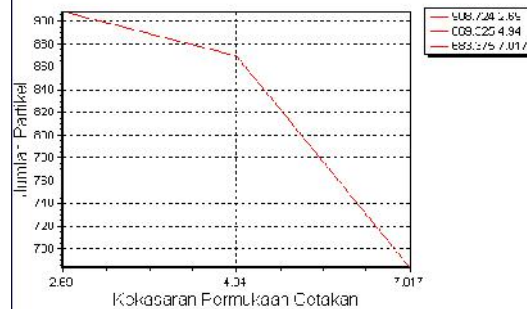
Tabel 4

Tabel hasil analisa distribusi partikel pada tiap cetakan

Cetakan	Kekasaran Permukaan Cetakan (μm)	Jumlah Partikel	Mean Perimeter (μm^2)
1	2,69	908,724	37,966
2	4,94	869,325	32,053
3	7,017	683,375	35,201

Grafik 2

Grafik hubungan antara distribusi partikel dan kekasaran permukaan pada cetakan 1,2, dan 3.



Pengaruh kekasaran permukaan terhadap distribusi partikel

Pada hasil yang telah diperoleh pada penelitian dapat disimpulkan bahwa jika kekasaran permukaan cetakan makin kecil maka jumlah partikel akan semakin banyak sedangkan pada permukaan cetakan yang lebih kasar jumlah partikelnya lebih sedikit, maka dari hasil penelitian diatas penulis ingin membahas penyebab – penyebab hasil penelitian yang telah dilakukan.

Interaksi antara partikel dan pembekuan permukaan.

Yang utama dari fitur mikrostruktural komposit adalah format dendrit. Selama perkembangan dendrite dengan pembatasan kosong partikel SiC yang meleleh bisa bergabung dengan permukaan dendrite atau mendorong dari permukaan, tergantung pada pertumbuhan percepatan permukaan dan kompotabilitas geometri pada jarak antar dendrite dan ukuran partikel. Model entrapment secara umum diaplikasikan pada pendinginan permukaan specimen dari system pasa single, sedangkan campuran logam yang digunakan dalam

partikel selalu mendapat pendinginan permukaan dendrite dengan berbagai fasa.

Untuk pendinginan dendrite, tingkat pendinginan dapat dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$\lambda = KR^n$$

Dimana:

λ = jarak sekunder rata – rata dendrite dalam μm ,

R = tingkat pembekuan dalam $^{\circ}\text{C}/\text{S}$,

K = nilai konstan (tergantung pada temperatur gradient) dan kisaran eksponen 0.3 s/d 0.4.

Analisa di atas boleh menjadi pertimbangan lain untuk mengakumulasi. Pergerakan partikel selama terjadi pembekuan yang dipengaruhi oleh keterhantaran termal unsur butir partikel yang interdendritic. Sedangkan untuk mengetahui konduktifitas termal (λ_{SiC} and λ_{Al}) dan pertumbuhan panas (K SiC and KAl) dalam SiC, dapat digunakan persamaan perbandingan aluminium berikut ini

$$\lambda_{\text{SiC}} = 0.2 \text{ Jcm}^{-1} \text{ S}^{-1} \text{ K}^{-1} < \lambda_{\text{Al}} = 0.96 \text{ Jcm}^{-1} \text{ S}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$K_{\text{SiC}} = 0.84 \text{ Jcm}^{-2} \text{ K}^{-1} \text{ S}^{-1/2} < K_{\text{Al}} = 2.42 \text{ Jcm}^{-2} \text{ K}^{-1} \text{ S}^{-1/2}$$

Unsur partikel SiC mempunyai suatu keterhantaran termal lebih rendah dari pada pertumbuhan panas yang dibandingkan dengan pelelehan aluminium. Oleh karena itu partikel SiC yang mengalami pendinginan cepat pada pelelehan. Partikel yang dipengaruhi oleh panas pada lingkungan tersebut

dengan sendirinya akan menunda pembekuan yang meliputi paduan cairan aluminium, pengintian $\alpha\text{-Al}$ fasa yang dimulai dari campuran logam yang berbeda pergerakan partikel nya pada temperature yang lebih rendah

Ukuran butir tergantung pada laju pengintian dan pertumbuhan inti. Apabila laju pertumbuhan lebih besar dari laju pengintian, maka didapat struktur butir yang besar (*coarse grains*) dan kalau laju pengintian lebih besar dari laju pertumbuhan, maka didapat struktur butir yang halus (*fine grains*). Secara umum struktur butir halus menghasilkan sifat mekanik yang lebih baik dari struktur butir

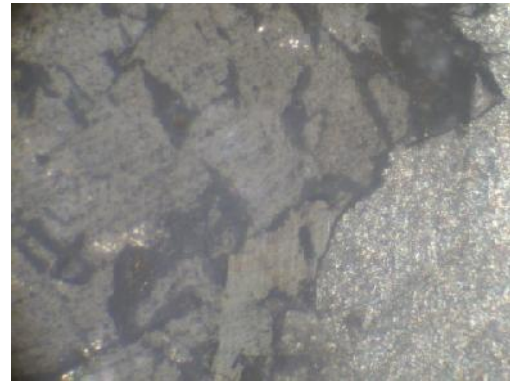
Kasar.

Dari pernyataan tadi maka pada cetakan yang memiliki kekasaran permukaan yang lebih besar akan menyebabkan laju pertumbuhan inti lebih besar dari pada laju pengintian sehingga menyebabkan jumlah partikel dan ukuran butir pun lebih kecil, dibandingkan dengan cetakan yang memiliki permukaan cetakan yang lebih halus itu disebabkan oleh karena pada permukaan cetakan yang lebih halus laju pengintian lebih besar dari laju pertumbuhan sehingga menyebabkan jumlah butir yang lebih sedikit dan ukuran butir lebih besar.

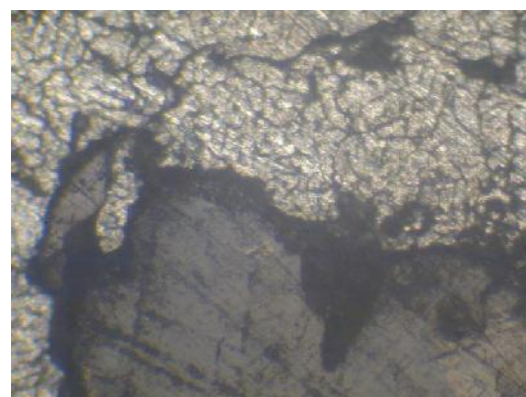
Secara umum penampakan struktur mikro pada bagian penampang melintang untuk tiap cetakan memiliki bentuk butir *equiaxed*, halus (*finegrains*) seperti pada. Bagian diameterluar merupakan bagian yang bersentuhan langsung dengan

cetakan logam. Penampakan butir *equiaxed* disebabkan oleh karena pendinginan yang cepat akibat kontak dengan dinding cetakan, sehingga terbentuk sebuah lapisan tipis (*skin solidification*) dari cairan logam sesaat sesudah proses penuangan. Hal ini menyebabkan butir menjadi lebih halus karena tidak sempat berkembang, *equiaxed* dan tidak berorientasi. Jadi dapat dikatakan dengan meningkatnya laju pembekuan, pertumbuhan butir secara signifikan selama pendinginan, pertumbuhan butir pada bagian tengah diameter berlawanan arah terhadap perpindahan panas. Pertumbuhan butir ini dikenal sebagai pertumbuhan dendrit. Butir-butir sebagai hasil dari pertumbuhan dendrit, mempunyai orientasi paralel dengan aliran perpindahan panas dan tidak bergantung pada variasi putaran. Butir-butir yang terbentuk cenderung kasar dan berbentuk *columnar*. Struktur butir berbentuk *columnar* ini hampir dijumpai pada seluruh variasi putaran. Struktur ini dapat muncul dengan jelas apabila gradien temperatur yang besar terjadi pada logam coran saat proses pembekuan. Pada saat laju perpindahan panas berkurang, butir pada bagian tengah menjadi relatif lebih kasar (*coarse grains*). Penampakan struktur mikro bagian diameter dalam pada tiap variasi cetakan secara umum dijumpai struktur butir berbentuk *columnar*. Berbeda dengan butir *columnar* pada bagian tengah. Hal ini mungkin disebabkan perbedaan kekasaran cetakan tidak signifikan. Semakin tinggi kekasaran permukaan

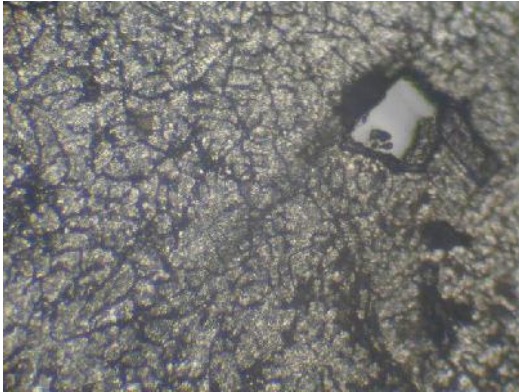
cetakan berarti semakin lambat kecepatan pendinginan. Kecepatan pendinginan mempengaruhi perkembangan butir. Apabila kecepatan pendinginan lambat maka dihasilkan struktur dendrit yang kasar dengan jarak antar lengan dendrit panjang. Sebaliknya pendinginan cepat maka strukturnya lebih halus dengan jarak antar lengan dendrit pendek.



Gambar 4.
Struktur mikro pada salah satu specimen pari cetakan I dengan kekasaran cetakan 2,69 μm



Gambar 5
Struktur mikro pada salah satu specimen pada cetakan II dengan kekasaran cetakan 4,94 μm



Gambar 6
Struktur mikro pada salah satu specimen
pada cetakan III dengan kekasaran cetakan
7,017 μm

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penggunaan software Digimzer yang digunakan untuk mengukur tingkat distribusi partikel menunjukkan hasil yang memadai artinya dapat diandalkan, yaitu dengan software ini dapat diprediksi jumlah partikelnya didalam sebuah komponen atau produk meskipun ada persyaratan tertentu terhadap image/hasil foto struktur mikro spesimen yang layak untuk diuji dengan software ini. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada spesimen dengan jumlah partikel besar/banyak belum tentu menunjukkan distribusi partikel yang baik. Hal tersebut ditunjukkan bahwa spesimen 1 dengan jumlah partikel terbesar yaitu 908,724 memiliki mean rata-rata 37,966 dan ada spesimen 2 dengan jumlah partikel 869,325 memiliki mean rata-rata 32,053 sedangkan pada spesimen 3 dengan jumlah partikel 683,375 memiliki mean rata-rata 35,201.

Saran

Keakuratan hasil pengujian dengan software Digimzer sangat tergantung pada hasil etsa struktur mikronya, karena dengan pewarnaan yang memiliki resolusi tertentu sangat sulit diamati dengan permainan cahaya sekalipun. Disamping itu, sampel uji yang digunakan diharapkan bebas dari cacat karena adanya cacat akan juga terdeteksi oleh software sehingga akan dianggap sebagai unsur penguat SiC yang menjadi target perhitungan nantinya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sriati Djaprie, Metalurgi mekanik, penerbit Erlangga, Jakarta 1988, hal.274.
2. Gere dan Timoshenko, Mekanika Bahan, Penerbit Erlangga, hal. 10
3. www.digimizer.com