

Optimasi Parameter Proses *Squeeze Casting* Mineral Stone Berpenguat CNTs dan *Fly Ash* Terhadap Sifat Mekanis, Absorpsi dan Porositas dengan Metode Taguchi

Sutarno¹, Warso², Trio Nur Wibowo³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Mesin

Sekolah Tinggi Teknik Wiworotomo

Jln. Semingkir No. 1 Purwokerto 53132 INDONESIA

email: sutarno69@gmail.com

Abstrak

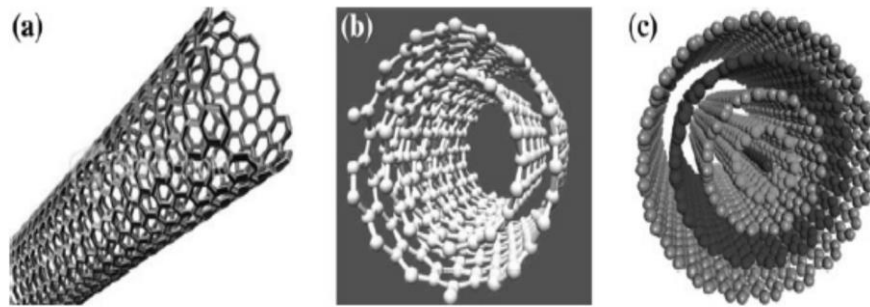
Pemanfaatan *polimer concrete* untuk substitusi logam *casting*, dengan seleksi bahan baku yang mempunyai keunggulan tinggi berbasis sumberdaya lokal, dengan karakterisasi dan penetapan parameter yang tepat, hasil pengecoran tekan yang dilanjutkan sintering akan mampu meningkatkan sifat mekanis dan rigiditas sesuai persyaratan teknis struktur mesin industri dengan biaya rendah. specimen terbaik pada pengujian kekerasan adalah percobaan 3 spesimen 1 dengan kriteria CNTs (0,2), rasio agregat (50:25:25), agregat: epoxy (80:20), dan *fly ash* 5%, sedangkan terbaik pada pengujian absorpsi dengan percobaan 9 spesimen 3 dengan kriteria CNTs (0,6), rasio agregat (60:25:25), agregat : epoxy (75:25), dan *fly ash* 10%. Kombinasi faktor optimal yang didapat pada pengujian kekerasan A1, dengan CNTs 0.2% B1 Rasio Agregat 50:25:25, C2 Rasio Agregat ; Epoxy 75 (a) : 30 (ep), D1 dengan Fly Ash 5%. Kombinasi faktor optimal yang didapat pada pengujian absorpsi adalah A1 dengan CNTs 0,2% ,B3 Rasio Agregat 60:25:15, C2 Rasio Agregat ; epoxy 75 (a) : 25 (ep), dan D2 dengan Fly Ash 7,5%.

Kata Kunci : *Squeeze Casting*, Mineral Stone, CNTs, *Fly Ash*, Metode Taguchi

1. Pendahuluan

Seiring dengan kemajuan teknologi material, ramah lingkungan, penggunaan logam untuk struktur disubstitusi dengan menggunakan mineral casting. Penggunaan material alam pasir vulkanik untuk struktur mesin, kekakuan struktur mesin granit lebih tinggi 0.5–1.3, dibanding casting logam, tetapi memiliki modulus young rendah dan massa jenis yang tinggi, Kandidat lain yang sedang dikembangkan adalah polimer concrete, dengan bahan tambah carbon nanotubes (CNTs), kekuatan mekanis carbon nanotubes (15- 20) kali lebih kuat dari baja tetapi lebih ringan (hanya 20% dari baja), mampu membentuk ikatan tertinggi (cementious) pada dimensi dibawah 100 nanometer, [1], [2]. Penggunaan carbon nanotubes (CNTs) pada concrete sebesar 1% dapat meningkatkan kekuatan tarik, [3], meningkatkan stiffness sebesar 40%, kekuatan tarik 25%, [4], Mereduksi tahapan produksi sebesar 30%, [5].

Penambahan unsur carbon nanotubes pada polimer concrete mampu meningkatkan sifat mekanik dan rigiditas, tetapi masih perlu ditingkatkan untuk mencapai kondisi standar industri. Bahan baku polimer concrete, MWCNT, fly ash, cement portland, dan pasir halus vulkanik merapi, secara umum mudah didapatkan dengan indeks ke-ekonomian rendah. Pembentukan polymer komposit diatur dengan rasio dan dimensi *aggregate* sesuai tujuan pembentukan struktur, untuk memperkuat ikatan molekul digunakan coupling agent dan penguat. Salah satu penguat yang digunakan adalah CNTs, secara bentuk atom CNTs terbagi menjadi tiga tipe yaitu, *Single Walled Nanotubes* (SWNT), *Double-Walled Carbon Nanotubes* (DWNT), *Multi Walled Nanotubes* (MWNT), sebagaimana dilihat pada gambar 1.



(a), Single Walled Nanotubes (SWNT), (b). Double-Walled Carbon Nanotubes (DWNT),
(c) Multi Walled Nanotubes (MWNT).

Gambar 1. Struktur dan tipe carbon nanotubes CNTs, [6].

Pada penelitian yang akan dilakukan untuk menghasilkan struktur dengan kekuatan dan rigiditas tinggi, perlu dilakukan seleksi material berdasarkan sifat unggulnya, diantaranya; tipe carbon nanotubes yang digunakan (MWCNT); Fly ash diambil dari abu ringan pembakaran batu bara dengan kadar karbon diatas 2%, dimensi (20 μm -50) μm . Sejalan dengan pengembangan listrik 35.000 MW, dengan 60% PLTU, potensinya mencapai 17,75 juta ton fly ash/tahun, [7]. Pasir yang akan digunakan adalah pasir vulkanik merapi dengan kandungan, Al (1,8-5,9%), Mg (1-2,4%), Si (2,6-28%), Fe (1,4-9,3%), kandungan pasir vulkanik merapi dalam keadaan runcing, akan meningkatkan ikatan concrete, pada dimensi (0.125mm/0.50mm), [8]. untuk memperkuat ikatan komposit menggunakan vinylsilane, dengan konsentrasi 0.1–2.0%, untuk menyatukan CNTs dengan bahan lainnya. Proses casting untuk menghasilkan ikatan yang tinggi dan bentuk presisi dengan metode pengecoran Squeeze casting, [9].

Pemanfaatan *polimer concrete* untuk substitusi logam *casting*, dengan seleksi bahan baku yang mempunyai keunggulan tinggi berbasis sumberdaya lokal, dengan karaktrisasi dan penetapan parameter yang tepat, hasil pengecoran tekan yang dilanjutkan sintering akan mampu meningkatkan sifat mekanis dan rigiditas sesuai persyaratan teknis struktur mesin industri dengan biaya rendah.

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan di atas maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah; Bagaimana *mineral casting* logam berpengaruh pada kehidupan sehari-hari. Dan sejauh mana *mineral casting* logam tahan terhadap kekutan bahan dan mineral. Untuk mengetahui hal ini tentu harus dilakukan penelitian dan pengujian, Bagaimana karakteristik bahan baku dari proses pengaruh resin epoksi pada proses *mineral casting* dari pasir merapi, silika dan *fly ash* terhadap uji kekerasan, absorsi, dan uji *scanning electron microscope*, Bagaimana menghasilkan spesimen dengan pengaruh resin epoksi pada proses *mineral casting* dari pasir merapi, silika dan *fly ash* untuk bahan di dunia industri.

2. Tinjauan Pustaka

2.6 Pengecoran Squeeze

Pengecoran *squeeze* sering digambarkan sebagai suatu proses dimana logam cair dibekukan di bawah tekanan eksternal yang relatif tinggi. Proses ini pada dasarnya mengkombinasikan keuntungan-keuntungan pada proses *forging* dan *casting*. Pengecoran *squeeze* sering disebut juga penempaan logam cair (*liquid metal forging*). Proses pemadatan logam cair dilaksanakan di dalam cetakan yang ditekan dengan tenaga hidrolis. Penekanan logam cair oleh permukaan cetakan akan menghasilkan perpindahan panas yang cepat dan menghasilkan penurunan porositas seperti sering terjadi pada produk cor besi tempa (*wrought iron*).

ITEKS

Intuisi Teknologi Dan Seni

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

2.1.1 Klasifikasi Pengecoran Squeeze

Berdasarkan mekanisme pengisian logam cair ke dalam *die*, pengecoran *squeeze* dikategorikan menjadi 2 jenis, yaitu: *direct squeeze casting* dan *indirect squeeze casting*. *Direct Squeeze Casting* (DSC) DSC merupakan istilah yang diberikan untuk proses pengecoran melalui pemberian tekanan secara langsung yang diharapkan mampu mencegah munculnya porositas gas dan penyusutan. Sifat mekanik hasil coran dengan komposisi yang sama, bisa sebaik atau bahkan lebih baik dibandingkan produk coran dengan teknik yang lain melalui rekayasa perilaku isotropik, untuk itu “*casting factor*” bahan tersebut harus dianggap satu kesatuan, [10].

3. Metode Penelitian

Desain penelitian yang di gunakan adalah eksperimental, dalam penelitian ini adalah pasir merapi, fly ash dan CNTS serta matriks resin polyester sebagai pembentuk material komposit atau matriknya. Proses pembuatan spesimen komposit di lakukan di laboratorium Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknik Wiworotomo Purwokerto. Jl. Sumingkir No.01 Purwokerto. Proses pendataan hasil proses uji fisis dan mekanis di lakukan di laboratorium bahan Teknik Universitas Diponegoro Semarang.

3.1. Alat dan bahan

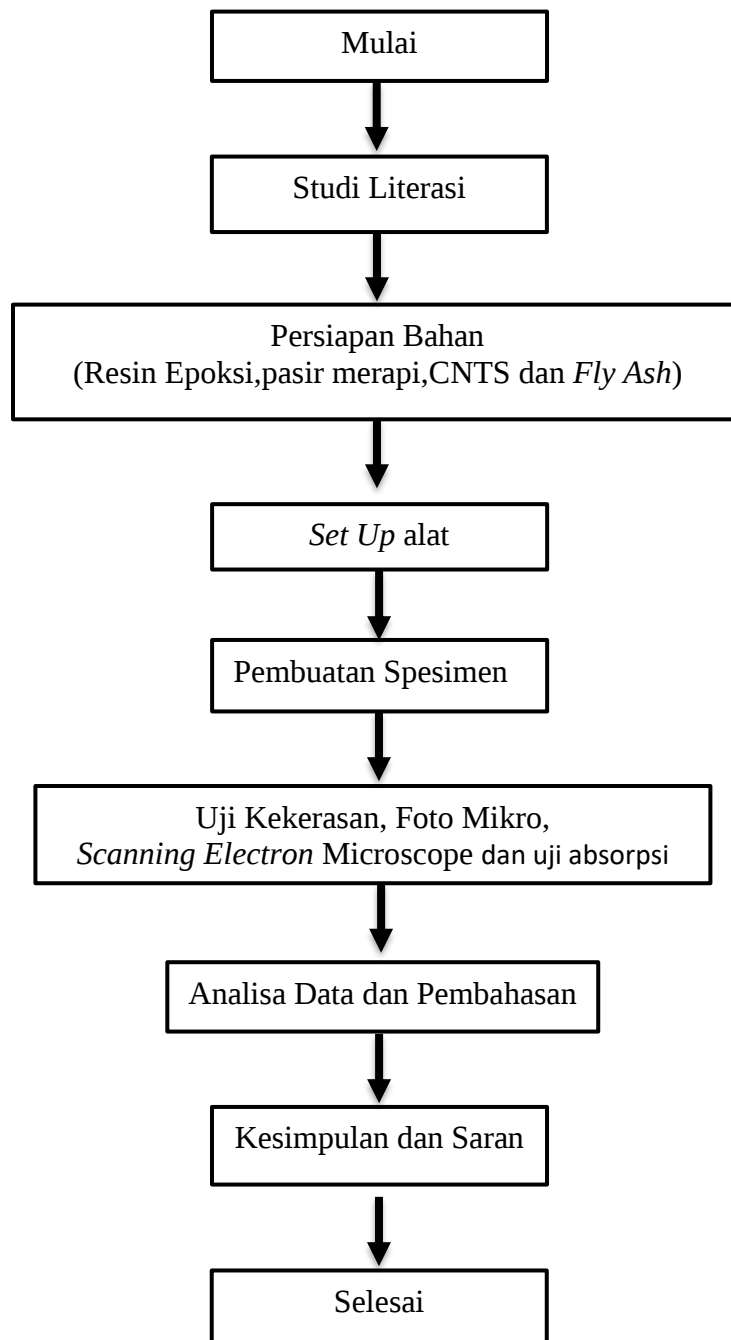
- Pasir merapi (aggregate), penguat *Fly ash*, dan CNTs tipe MWNT dimensi (30 μ m)
- Resin, Resin yang digunakan yaitu jenis Unsaturated Polyester Resin (UPR) yang berupa resin cair dengan viskositas yang relatif rendah, mengeras pada suhu kamar.
- Katalis; Katalis yang digunakan adalah katalis MEKPO (*Methyl Ethyl Ketone Peroxide*). Proses curing dengan MEKPO membutuhkan waktu 4 – 5 jam.
- Vaselin/lilin ; ini di oleskan ke cetakan agar material komposit hasil cetakan tidak lengket dengan cetakan sesuai ASTM, [11].

3.2. Faktor dan Level

Tabel. 1 Faktor dan level

Parameter/Faktor	Level		
	I	II	III
CNTs (% Weight)	1%	1,5%	2%
Rasio Agregat (%)	50:25:25	50:30:20	45:35:20
Rasio Agregat ; Epoxy (%)	20%	25%	30%
Fly Ash (Fine) (%)	50:25:25	50:30:20	45:35:20

Flow Chart Penelitian dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 2. *Flowchart* Penelitian

Tabel 2. Desain Ekperimen dengan Orthogonal array L₉ (3⁴)

Percobaan \ Kondisi				
	A	B	C	D
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

3.4 Teknik Analisa Data

Penarikan kesimpulan data yang dihasilkan menggunakan metode TAGUCHI yaitu dengan melalui eksperimen. Eksperimen adalah metode penelitian yang bertujuan untuk menjelaskan hubungan sebab akibat antara satu variabel dengan variabel lainnya. Untuk menjelaskan hubungan ini peneliti harus melakukan kontrol dan pengukuran yang sangat cermat terhadap variabel – variabel penelitiannya. Data yang ditampilkan berupa tabel dan grafik.

4.1. Data penelitian dan Pembahasan

4.1 Data Pengukuran Kekerasan

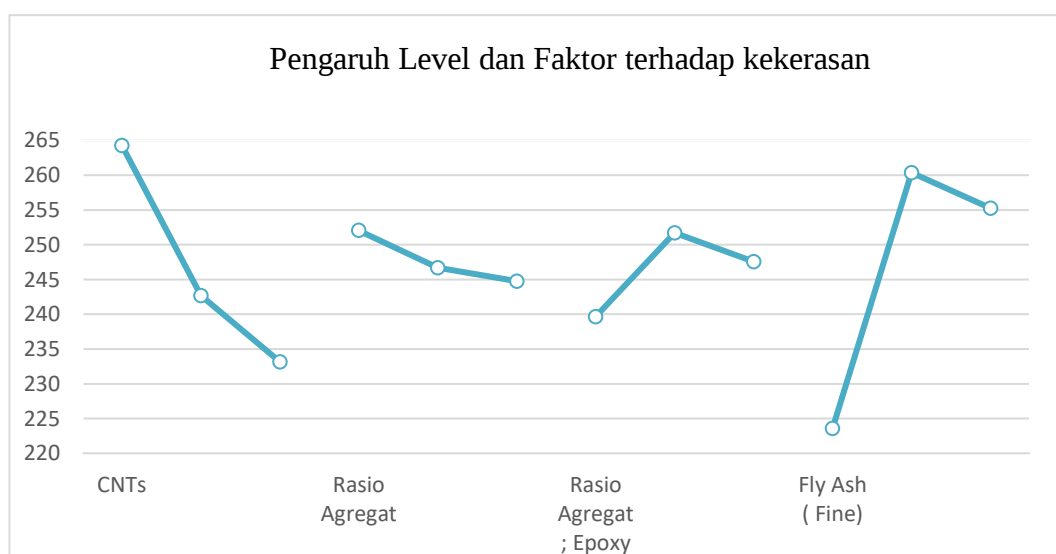
Berikut ini adalah data hasil pengukuran kekasaran permukaan daerah hasil proses Nilai rata-rata kekasaran permukaan daerah hasil proses *milling* diukur pada posisi satu jalur permesinan yang nantinya dari tiap 3 percobaan akan di bagi 3 untuk menjadikan hasil dari setiap percobaan. Dari table 4.1 nilai rata-rata kekerasan permukaan yang terbaik pada material dengan nilai terkecil 156,33 HV pada percobaan 5 specimen 1 dengan *CNTs*, (0,4), *Rasio Agregat* (60:20:20) (70:30), dan *Fly Ash* (5%) , dan yang terbesar dengan nilai 310,33 HV pada percobaan 3 specimen 1 dengan *CNTs*, (0,2), *Rasio Agregat* (50:25:25) (80:20) dan *Fly Ash* (5%). Nilai rata – rata dan SNR kemudian dianalisis lebih lanjut menggunakan analisis of mean dan analisis of signal to noise ratio untuk mencari setting level optimal, yaitu kondisi dengan nilai target dan variasi yang rendah. Nilai rata-rata kekasaran benda kerja bisa ditunjukkan pada table di bawah ini

Tabel 3. Pengukuran Kekerasan

Percobaan	Spesimen	Depan	Tengah	Blakang	Kekerasan Rata-Rata	Kekerasan	S/N
1	Spesimen 1	276	268	239	261,00	238,2222	16,9990
	Spesimen 2	181	218	228	209,00		
	Spesimen 3	212	263	259	244,67		
2	Spesimen 1	265	313	273	283,67	283,8889	17,8661

ITEKS
Intuisi Teknologi Dan Seni

	Spesimen 2	288	275	307	290,00		
	Spesimen 3	256	296	282	278,00		
	Spesimen 1	314	342	275	310,33		
3	Spesimen 2	255	226	265	248,67	270,1111	17,6599
	Spesimen 3	263	231	260	251,33		
	Spesimen 1	238	282	208	242,67		
4	Spesimen 2	278	258	207	247,67	260,2222	17,3018
	Spesimen 3	276	299	296	290,33		
	Spesimen 1	174	155	140	156,33		
5	Spesimen 2	271	268	302	280,33	221,1111	16,4076
	Spesimen 3	155	261	264	226,67		
	Spesimen 1	248	263	237	249,33		
6	Spesimen 2	299	303	207	269,67	245,5556	17,3281
	Spesimen 3	183	205	265	217,67		
	Spesimen 1	232	199	170	200,33		
7	Spesimen 2	283	242	260	261,67	251,4444	17,0099
	Spesimen 3	318	289	270	292,33		
	Spesimen 1	274	223	233	243,33		
8	Spesimen 2	238	184	228	216,67	235,1111	16,9535
	Spesimen 3	216	369	151	245,33		
	Spesimen 1	213	230	254	232,33		
9	Spesimen 2	257	180	167	201,33	211,1111	16,5993
	Spesimen 3	218	156	225	199,67		
					Y	2216,7778	154,1252
					$\bar{y}$	246,3086	17,1250



Grafik 3. Pengaruh Level dan Faktor terhadap kekerasan

ITEKS
Intuisi Teknologi Dan Seni

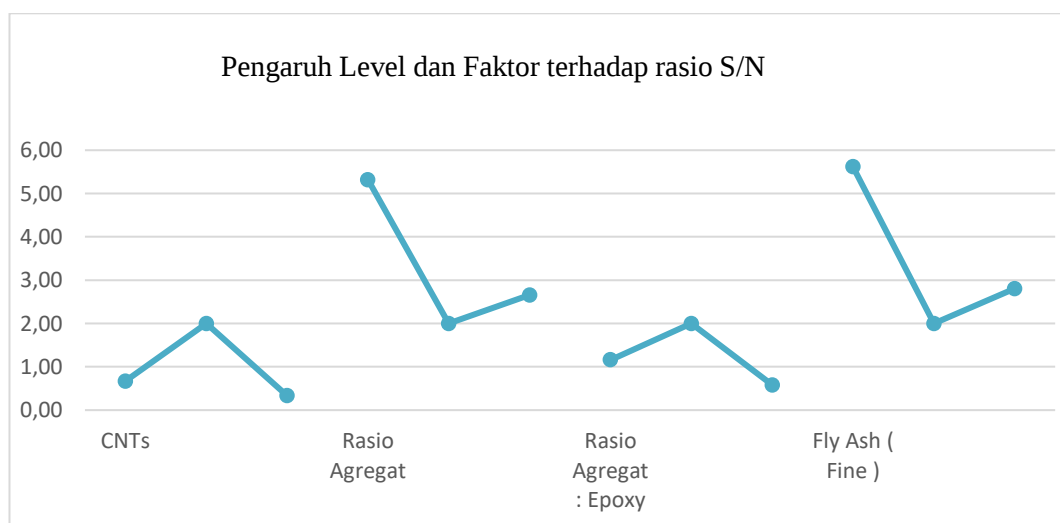
Tabel 4. Pengaruh Level rata-rata faktor terhadap kekerasan

Faktor	Level			Selisih (maks - min)	Ranking
	1	2	3		
CNTs (% Weight)	264,07	242,30	232,56	31,52	2
Rasio Agregat (%)	249,96	246,70	242,26	7,70	4
Rasio Agregat ; Epoxy (%)	239,63	251,74	247,56	12,11	3
Fly Ash (Fine) (%)	223,48	260,30	255,15	36,81	1

Dari tabel 4.2 Pengaruh Level rata-rata faktor terhadap kekerasan yang terbaik adalah yang menempati rangking 1 dengan selisih 36,81 (HV) sedangkan yang mempunyai selisih 7,70 (HV) menempati rangking 4. Dapat disimpulkan bahwa peringkat pertama *Fly Ash* untuk respon kekerasan, ini berarti bahwa *Fly Ash* memiliki pengaruh paling besar terhadap hasil kekerasan permukaan hasil proses *Mineral Casting* . Pada grafik kekerasan 4.3 menunjukan bahwa , nilai kondisi material yang menghasilkan kekerasan paling rendah pada CNTs 0,6 gr, *Rasio Agregat* 60:25:15 *Rasio agregat ; Epoxy* 80(a) : 20 (ep) dan *Fly Ash* 5%. Sedangkan nilai kekerasan paling tinggi dihasilkan pada CNTs 0,2 gr, *Rasio Agregat* 50:25:25 , *Rasio Agregat ; Epoxy* 75 (a) : 25 (ep) dan *Fly Ash* 7,5%.

Tabel 5. Pengaruh Level dan Faktor terhadap rasio S/N

Faktor	Level			Selisih (maks - min)	Ranking
	1	2	3		
CNTs (%) Weight	17,51	17,01	16,85	0,65	2
Rasio Agregat (%)	17,10	17,08	17,20	0,12	4
Rasio Agregat ; Epoxy (%)	17,09	17,26	17,03	0,23	3
Fly Ash (Fine) (%)	16,67	17,40	17,31	0,73	1



Grafik 4. Pengaruh Level dan Faktor terhadap level rasio S/N

ITEKS**Intuisi Teknologi Dan Seni**

Dari tabel 5 dan grafik 4, diketahui pengaruh Level rata-rata faktor level terhadap rasio S/N yang terbaik adalah yang menempati rangking 1 dengan selisih 0,73 sedangkan yang mempunyai selisih 0,12 menempati rangking 4. Dapat disimpulkan bahwa peringkat pertama *Fly Ash* untuk respon level rasio S/N, ini berarti bahwa *Fly Ash* memiliki pengaruh paling besar terhadap hasil kekerasan permukaan hasil proses *Mineral Casting*, data menunjukkan bahwa, nilai kondisi material yang menghasilkan level rasio S/N paling rendah pada CNTs 0,6 gr, *Rasio Agregat* 60:20:20 *Rasio agregat*; *Epoxy* 70(a) : 30 (ep) dan *Fly Ash* 7,5%. Sedangkan nilai kekerasan paling tinggi dihasilkan pada CNTs 0,4 gr, *Rasio Agregat* 50:25:25, *Rasio Agregat*; *Epoxy* 75 (a) : 25 (ep) dan *Fly Ash* 5%.

Tabel 6. Data Pengujian Absorpsi

Percobaan	Spesimen	Sebelum Direndam	Sesudah Direndam	% Absorpsi	Absorpsi Rata-Rata	S/N
1	Spesimen 1	205	206	0,0049	0,0120	-27,1377
	Spesimen 2	194	197	0,0155		
	Spesimen 3	192	195	0,0156		
2	Spesimen 1	201	204	0,0149	0,0316	-22,8618
	Spesimen 2	186	198	0,0645		
	Spesimen 3	197	200	0,0152		
3	Spesimen 1	180	180,6	0,0033	0,0114	-28,9083
	Spesimen 2	192	197	0,0260		
	Spesimen 3	209	210	0,0048		
4	Spesimen 1	191	191,2	0,0010	0,0067	-33,4202
	Spesimen 2	195	195,8	0,0041		
	Spesimen 3	199	202	0,0151		
5	Spesimen 1	186	186,3	0,0016	0,0055	-31,8184
	Spesimen 2	214	215	0,0047		
	Spesimen 3	198	200	0,0101		
6	Spesimen 1	187	188	0,0053	0,0115	-27,1272
	Spesimen 2	179	183	0,0223		
	Spesimen 3	146	147	0,0068		
7	Spesimen 1	205	206	0,0049	0,0060	-29,7243
	Spesimen 2	187	187,4	0,0021		
	Spesimen 3	183	185	0,0109		
8	Spesimen 1	202	204	0,0099	0,0055	-31,0346
	Spesimen 2	189	189,2	0,0011		
	Spesimen 3	183	184	0,0055		
9	Spesimen 1	161	164	0,0186	0,0237	-24,7796
	Spesimen 2	179	180	0,0056		
	Spesimen 3	171	179	0,0468		
		y			0,11	-256,81
		$\bar{y}$			0,01	-28,53

Dari table 6, didapatkan bahwa nilai rata-rata kekerasan permukaan yang terbaik pada material dengan nilai terkecil 0,0010 gram pada percobaan 4 spesimen 1 dengan CNTs, (0,4), Rasio Agregat (50:25:25) (75:25), dan Fly Ash (10%), dan yang terbesar dengan nilai

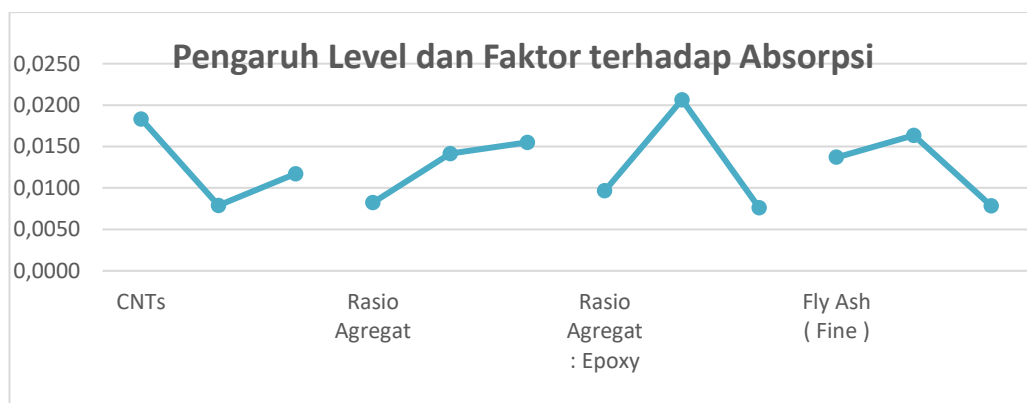
ITEKS**Intuisi Teknologi Dan Seni**

0,0468 gram pada percobaan 9 specimen 3 dengan CNTs,(0.6),Rasio Agregat (60:25:15) (75:25) dan Fly Ash (5%), Nilai rata – rata dan SNR kemudian dianalisis lebih lanjut menggunakan analisis of mean dan analisis of signal to noise ratio untuk mencari setting level optimal,yaitu kondisi dengan nilai target dan variasi yang rendah.

Tabel 7. Pengujian Absorpsi

Pengaruh Level dan Faktor terhadap Absorpsi					
Faktor	Level			Selisih (maks - min)	Ranking
	1	2	3		
CNTs	0,0183	0,0079	0,0117	0,0104	2
Rasio Agregat	0,0082	0,0142	0,0155	0,0059	3
Rasio Agregat ; Epoxy	0,0097	0,0207	0,0076	0,0110	1
Fly Ash	0,0137	0,0164	0,0079	0,0085	4

Dari tabel 7 Pengaruh level terhadap Absorpsi yang terbaik adalah yang menempati rangking 1 dengan selisih 0,110, sedangkan yang mempunyai selisih 0,0085 menempati rangking 4. Dapat disimpulkan bahwa peringkat pertama *Rasio Agregat ; Epoxy* untuk pengaruh level dan faktor terhadap absorpsi ,ini berarti bahwa *Absorpsi* memiliki pengaruh paling besar terhadap hasil proses *Mineral Casting*.

**Grafik 6.** Pengaruh Level dan Faktor terhadap Absorpsi

Berdasarkan grafik 6, menunjukkan bahwa , nilai kondisi material yang menghasilkan level terhadap Absorpsi paling rendah pada CNTs 0,4 gr, *Rasio Agregat* 50:25:25 *Rasio agregat ; Epoxy* 70(a) : 30 (ep) dan *Fly Ash* 10%. Sedangkan nilai kekerasan paling tinggi dihasilkan pada CNTs 0,2 gr, *Rasio Agregat* 60:25:15 , *Rasio Agregat ; Epoxy* 75 (a) : 25 (ep) dan *Fly Ash* 7,5%.

Tabel 8. Pengaruh Level dan Faktor terhadap Rasio S/N

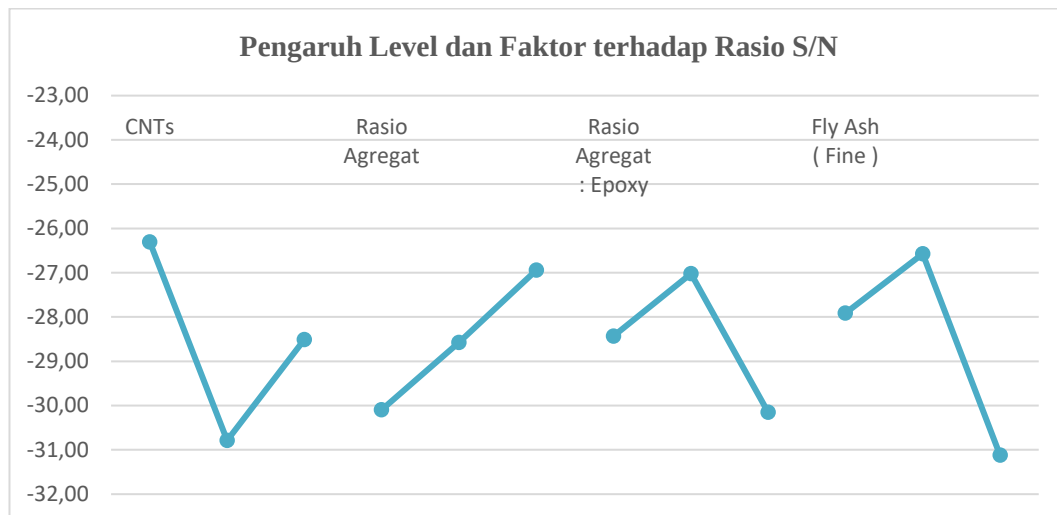
Faktor	Level			Selisih (maks - min)	Ranking
	1	2	3		
CNTs (%) Weight	-26,3026	-30,7886	-28,5129	4,49	1
Rasio Agregat (%)	-30,0941	-28,5716	-26,9384	3,16	3
Rasio Agregat ; Epoxy (%)	-28,4332	-27,0206	-30,1504	3,13	4
Fly Ash (Fine) (%)	-27,9119	-26,5711	-31,1210	4,55	2

Dari tabel 4.7 Pengaruh Level rata-rata faktor level terhadap rasio S/N yang terbaik adalah yang menempati rangking 1 dengan selisih 4,49 sedangkan yang mempunyai selisih 3,13

ITEKS

Intuisi Teknologi Dan Seni

menempati rangking 4. Dapat disimpulkan bahwa peringkat pertama *CNTs* untuk respon level rasio S/N, ini berarti bahwa *CNTs* memiliki pengaruh paling besar terhadap hasil proses *Mineral Casting*

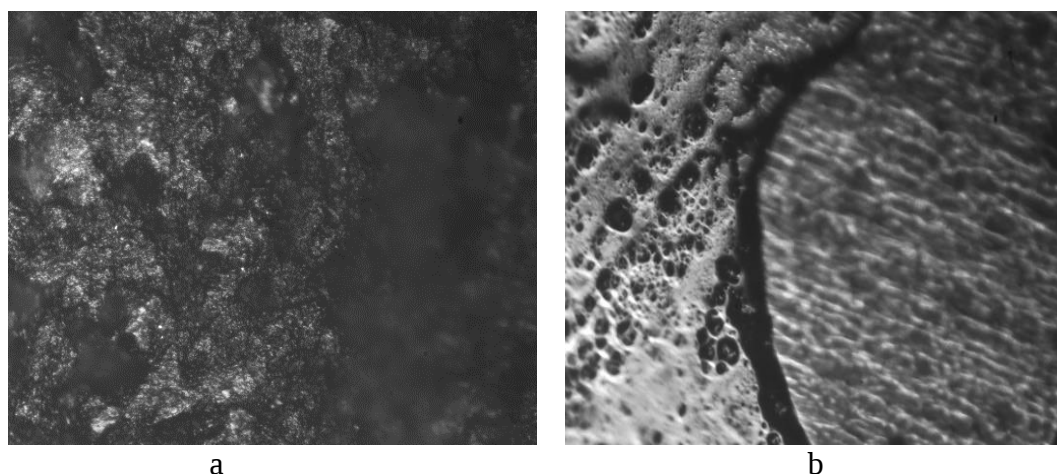


Grafik 7. Pengaruh Level dan Faktor terhadap level Rasio S/N

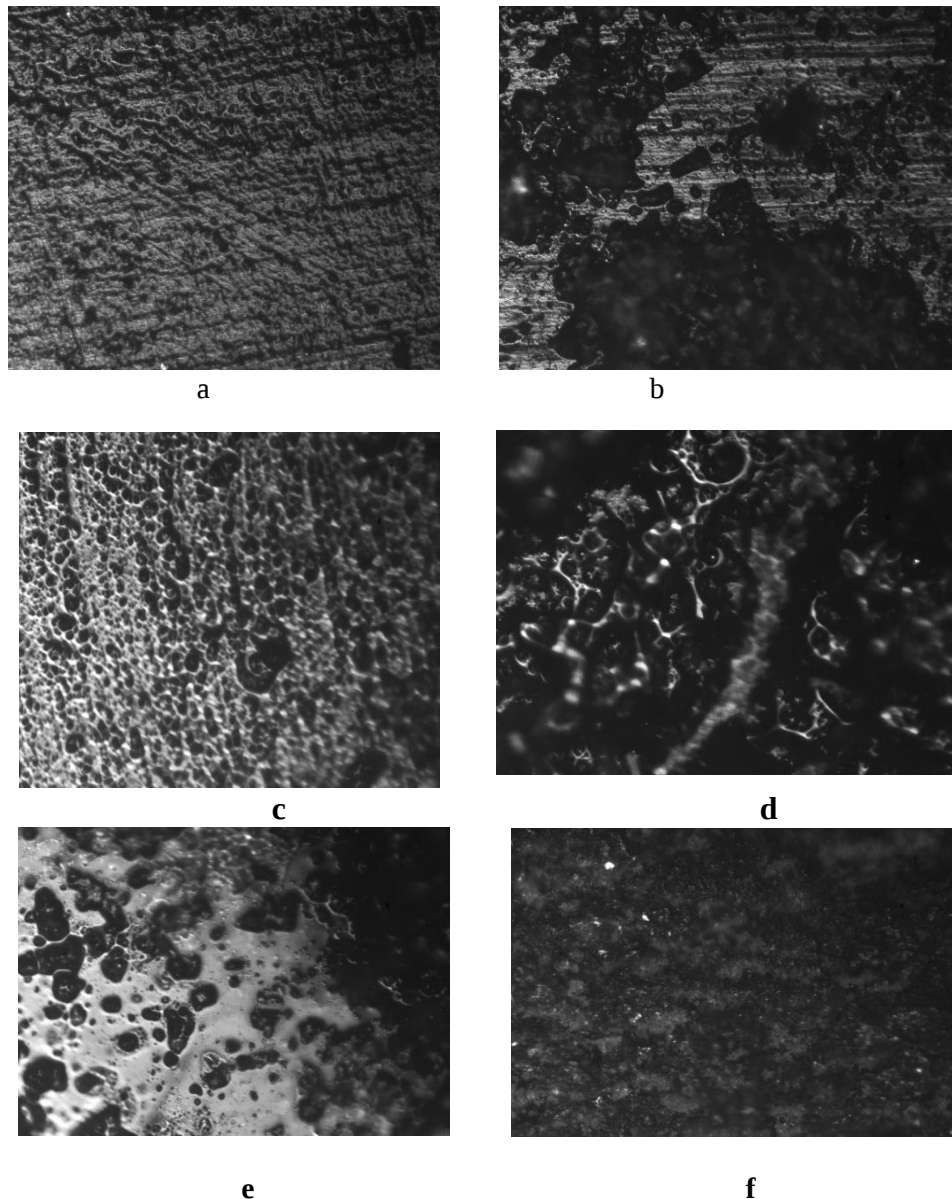
Menunjukkan bahwa, nilai kondisi material yang menghasilkan level terendah terhadap level Rasio S/N paling rendah pada *CNTs* 0,4 gr, *Rasio Agregat* 50:25:25 *Rasio agregat ; Epoxy* 70 (a) : 30 (ep) dan *Fly Ash* 10%. Sedangkan nilai kekerasan paling tinggi dihasilkan pada *CNTs* 0,2 gr, *Rasio Agregat* 60:25:15, *Rasio Agregat ; Epoxy* 75 (a) : 25 (ep) dan *Fly Ash* 7,5%.

4.1.1 Hasil Pengujian Foto Makro

Pengujian foto makro diambil berdasarkan data pengujian kekerasan terbaik dari setiap percobaan. Pengujian struktur makro pada pengujian ini, bertujuan untuk mengamati persebaran rasio pasir merapi dengan resin. Spesimen diamati menggunakan mikroskop yang dilengkapi dengan kamera optilab yang terhubung kekomputer. Pengamatan mikrostruktur menggunakan lensa pembesaran sebesar 200 kali. Pada layar monitor akan terlihat butiran – butiran struktur makro dari spesimen uji Pengambilan gambar struktur makro dilakukan pada ujung area. Dengan perbedaan bentuk struktur makro itulah dapat di analisa seberapa pengaruh persebaran pasir merapi



Gambar 8. Beda specimen dengan kerapatan tinggi (a) dan porositas (b)



Gambar 9. tampilan mikrofografi makro sampel dengan kondisi rapat (a,b), Porositas (c,d), dan tampilan mediaum (edan f)

4.2 Analisa Data Dan Pembahasan

Hasil penelitian dan mineral casting untuk semua proses dalam tabel diatas menghasilkan kekerasanyang sangat baik dengan nilai terbesar 310,33 HV dan yang terkecil 156,33 HV . Faktor yang paling berpengaruh terhadap rata-rata kekerasan *Fly Ash* denganselisih pengaruh level dari faktor yaitu 36,81 HV sementara selisih pengaruh level dari faktor terhadap rasio SN sejumlah 0,73 HV Berikut struktur makro dengan nilai HV tertinggi pada percobaan 3 spesimen 1. Rata-rata absorpsi paling rendah dihasilkan pada *Carbon Nanotubes* dengan selisih 0,0010 mgr sementara rata-rata pada pengaruh level dari faktor terhadap rasio S/N yaitu pada faktor *agregat rasio* ; *epoxy* dengan selisih 0,0152. Berikut struktur makro dengan nilai HV tertinggi sama dengan absorpsi tertinggi yaitu pada percobaan 3 spesimen 1. Dari pengamatan struktur makro spesimen dengan *CNTs* 0,2 gr rasio agregat 60:25:15 rasio agregat ; epoxy 70 (a) : 30 (ep) dengan *Fly Ash* 10 % seperti pada gambar urutan spesimen 3. Struktur komposit tampak jelas kerapatan rasio agregat dikarenakan rasio

ITEKS

Intuisi Teknologi Dan Seni

pasir merapi dengan jenis yang halus memadatkan diseluruh bagian spesimen, tidak lupa dengan Fly Ash 10% jenis fine bisa memasuki ke rongga – rongga spesimen sehingga merata dalam persebaran agregat, namun masih ada void pada spesimen sehingga resin terjebak pada void tersebut. dari kondisi diatas maka faktor yang paling dominan pada *Mineral Casting* pasir merapi adalah *Fly Ash* menempati peringkat pertama untuk respon kekerasan, ini berarti bahwa *Fly Ash* memiliki pengaruh paling besar terhadap hasil kekerasan untuk respon Absorpsi adalah rasio agregat sementara pada rasio S/N adalah rasio agregat ; Epoxy peringkat pertama untuk respon absorpsi, ini berarti rasio agregat sangat berpengaruh dalam hasil absorpsi.

5. Kesimpulan Dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data dan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada pembahasan sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa :

- Faktor – faktor yang berpengaruh signifikan terhadap pengaruh dimensi dan variasi rasio pasir vulkanik pada proses mineral casting dengan *epoxy* resin berpenguat *CNTs* meliputi fraksi *fly ash* dan *CNTs*
- Dari berbagai *specimen* didapatkan dengan *specimen* terbaik pada pengujian kekerasan adalah percobaan 3 spesimen 1 dengan kriteria *CNTs* (0,2), rasio agregat (50:25:25), agregat: epoxy (80:20), dan *fly ash* 5%, sedangkan terbaik pada pengujian absorpsi dengan percobaan 9 spesimen 3 dengan kriteria *CNTs* (0,6), rasio agregat (60:25:25), agregat : epoxy (75:25), dan *fly ash* 10%.
- Kombinasi faktor optimal yang didapat pada pengujian kekerasan A1, dengan *CNTs* 0.2% B1 Rasio Agregat 50:25:25, C2 Rasio Agregat ; Epoxy 75 (a) : 30 (ep), D1 dengan *Fly Ash* 5%
- Kombinasi faktor optimal yang didapat pada pengujian *absorpsi* adalah A1 dengan *CNTs* 0,2% , B3 Rasio Agregat 60:25:15, C2 Rasio Agregat ; epoxy 75 (a) : 25 (ep), dan D2 dengan *Fly Ash* 7,5%.

5.2 Saran

- Perlu percobaan yang semulanya pengadukan bahan yang secara manual dibandingkan dengan secara mixer agar bisa mengetahui hasil yang maksimal, bagus dengan secara manual auto mixer tingkat kepadatan nya
- Peralatannya lebih dikembangkan lagi agar pembuatan spesimen nya lebih cepat dan efisien dan juga hasil setelah di cetak lebih maksimal dan juga tingkat kepadatan spesimen tersebut.
- Perlu dilakukan penelitian untuk pengembangan dan penelitian lebih lanjut untuk pengujian bending sehingga mengetahui pengaruh dimensi dan rasio pasir vulkanik pada proses mineral casting dengan *epoxy* resin berpenguat *CNTs* terhadap kekuatan bending.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Juschkus, Ute, [2010], *Nanotechnologie und Ultra Performance Concrete (UHPC)*, RKW-Fachinfo – Nanotechnologie am Bau (1), 4-6)
- [2]. B.K. Kaushik and M.K. Majumder, [2015], *Carbon Nanotube: Properties and Applications, Springer Briefs in Applied Sciences and Technology*, DOI 10.1007/978-81-322-2047-3.
- [3]. A.K. Mukhopadhyay, K. Gopalakrishnan, B. Birgisson, P. Tylor, N. A-Okhine, [2011], *Next-generation nano-based concrete construction products*, (p 207-223, ISBN 978-3-642-16656-3)
- [4]. Dong Qian, Gregory J Wagner, and Wing Kam Liu, Min-Feng Yu, Rodney S Ruoff [2002], *Mechanics of carbon nanotubes*, Appl Mech Rev vol 55, no 6, November 2002,
- [5]. Vivek A, Vijaya Holla, M.S.Krupashankara [2016], *Polymer Concretes for Machine Tool Structures – A Review*, International Journal of Innovative Research in Science,

ITEKS**Intuisi Teknologi Dan Seni**

- Engineering and Technology, Vol. 5, Issue 10, IJIRSET DOI:10.15680/IJIRSET.2016.0510038 17764.
- [6]. Junkai Wang, Xiangong Deng, et.al, [2017], *Synthesis Of Carbon Nanotubes Via Fe-Catalyzed Pyrolysis Of Phenolic Resin*, Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures, Volume 86, Pages 24–35, Elsevier.
- [7]. APBI, [2017], Rekapitulasi kapasitas PLTU di Indonesia, ACI 226.3R-3 dan ASTM C 618, Standar spesifikasi *fly ash* pada *portland cement concrete*,
- [8]. Sudaryo, Sutjipto [2009], Identifikasi dan Penentuan Logam pada Tanah Vulkanik di Daerah Cangkring Kabupaten Sleman Dengan Metode Analisis Aktivasi Neutron Cepat, Seminar Nasional V SDM Teknologi Nuklir Yogyakarta, 5 November, ISSN 1978-0176.
- [9]. Shoujiang QU., y, Lin Geng dan Jiecai Han., [2007], Composites Fabricated by Modified Squeeze Casting Technique., J. Mater. Sci. Technol., Vol.23 No.5.
- [10]. Hu, B.H., et al, “*Squeeze Casting of Al-Si-CuFe-Mn-Mg Alloy*”, Journal of Processing and Fabrication of Advanced Materials VI, Vol. 1, 1998.
- [11]. ASM Handbook, Vol. 9, [2004], *Metallography and Microstructures*,