

Z-komposit (dgn pak Qomarul)

By Darmawi

PENGARUH FRAKSI PENGUAT PASIR TERHADAP SIFAT MEKANIK POLIMER Matrik KOMPOSIT

Qomarul Hadi, Darmawi, Jamal Abdillah
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, Palembang
Email : Jamal.abdillah69@yahoo.com

ABSTRAK

10 Material komposit merupakan gabungan dari dua atau lebih material yang berbeda, baik logam maupun non logam, sehingga perpaduan dari material tersebut membentuk material baru yang memiliki sifat-sifat yang khusus. Partikel resin *polyester* merupakan salah satu dari material komposit, dimana resin *polyester* berfungsi sebagai matrik, sedangkan partikel pasir alami berfungsi sebagai penguat, material komposit yang dihasilkan dari kombinasi antara resin *polyester* dan partikel ini diharapkan memiliki sifat ringan, kekuatan tekan, kekuatan impact yang tinggi, dan ketahanan terhadap absorpsi besar. Peningkatan sifat mekanis telah dibuktikan melalui penelitian yang dilakukan dan akan membuat penggunaan material komposit partikel pasir resin *polyester* menjadi lebih luas, karena sifat-sifat seperti yang dimiliki material komposit

Kata Kunci : Komposit, resin *polyester*, penguat pasir, uji tarik, uji impact.

PENDAHULUAN

Kemajuan ilmu pengetahuan yang dicapai oleh manusia telah memungkinkan manusia untuk menciptakan teknologi yang baru dan bermanfaat. Seiring dengan perkembangan teknologi yang sangat pesat, maka dibutuhkan material sebagai unsur penunjangnya. Kebutuhan material ini didasarkan kebutuhan akan sifat-sifat material yang sangat baik tapi di lain pihak juga memiliki keunggulan lain seperti murah harganya dan mudah untuk diproduksi. Hal ini terutama bermanfaat untuk aplikasi pada bidang yang melibatkan banyak manusia seperti bidang industri, transportasi, dan sebagainya.

Material yang biasa digunakan dalam kehidupan sehari-hari biasanya dibagi menjadi material logam dan non logam. Material logam yang sering dipakai ialah besi, baja, aluminium, tembaga dan banyak lainnya, sedangkan material non logam antara lain kayu, karet, plastik, keramik dan lain-lain. Material logam mempunyai sifat kuat, tahan temperatur tinggi, daya hantar listrik yang baik dan berat sedang, sebaliknya material non logam mempunyai sifat yaitu tidak tahan temperatur tinggi kecuali keramik, tahan terhadap korosi, ringan dan mudah dibentuk. Penggabungan dari berbagai macam material untuk menghasilkan suatu produk yang memiliki kualitas yang lebih baik seperti tahan temperatur tinggi, kuat, ringan dan mudah dibentuk yang dinamakan material komposit.

9 Material komposit adalah material yang merupakan gabungan dari dua atau lebih material yang berbeda, baik logam maupun non logam, sehingga perpaduan dari material tersebut membentuk material baru yang memiliki sifat-sifat yang khusus,

Adapun sifat-sifat khusus tersebut adalah : lebih ringan, ketahanan terhadap korosi yang baik (*high resistance of corrosion*), ketahanan terhadap kerusakan akibat kelelahan (*high resistance to fatigue damage*), mampu menyesuaikan terhadap kekuatan atau kekakuan yang diperlukan, pemeliharaan yang mudah dengan biaya yang relatif murah, Jones, (1975)

Tujuan dan Manfaat Penelitian

1. Untuk mengetahui karakteristik Material Composite.
2. Mengetahui Fraksi berat penguat pasir pada komposit terhadap kekuatan tarik, dan kekuatan impact.
3. Memberikan pengetahuan tambahan kepada mahasiswa, khususnya tentang sifat mekanik polimer matrik komposit.
4. Sebagai salah satu bahan bacaan atau referensi bagi penelitian yang relevan.

5 PENDAHULUAN PUSTAKA

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material sehingga dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Komponen penyusun berfungsi sebagai penguat (*reinforcement*) dan pengikat (*matrix*).

Menurut Penelitian Kamarkar (2006) pengertian komposit sebagai sesuatu yang terbuat dari berbagai jenis *parts* dan elemen. Berdasarkan hal tersebut didapat pengertian berdasarkan tingkatan – tingkatan, yaitu :

1. Tingkat Dasar

Pada tingkat ini, molekul tunggal dan sel crystal dan semua material yang terdiri dari dua atau berbagai atom akan dianggap sebagai komposit. Kumpulan itu meliputi paduan logam, polimer dan keramik. Hanya unsur murni yang tidak termasuk di dalam kategori ini.

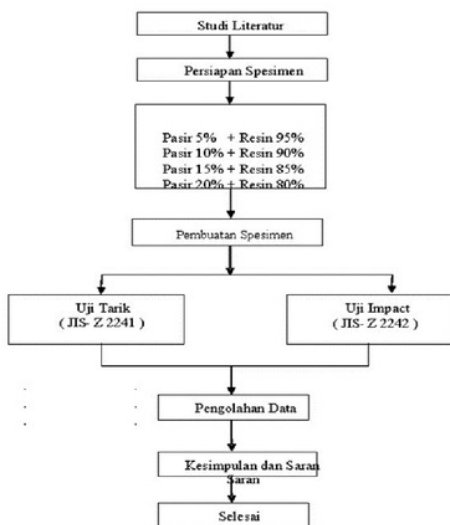
2. Tingkat Struktur Mikro

Pada tingkat ini, material yang dipadukan dengan material yang lain akan dianggap sebagai komposit. Berdasarkan definisi ini banyak material monolitik atau homogen akan diklasifikasikan sebagai komposit, dari semua material logam, hanya paduan tunggal yang tidak termasuk pada definisi ini. Baja, yang terdiri dari besi dan karbon akan disebut komposit.

3. Tingkat Struktur Makro

Pada tingkat ini akan lebih terfokus dengan bentuk struktur, misalnya matriks, serat dan partikel dan bayangan komposit sebagai sistem material yang dibentuk dari penyusun makro yang berbeda.

METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

8

Tahap pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan studi literatur mengenai hal-hal yang berkaitan dengan proses pengujian komposit dan aplikasi cetakan serta pasir. Hal ini bertujuan agar nantinya dapat digunakan sebagai panduan pada saat melakukan penelitian. Studi literatur tersebut penulis dapatkan dari beberapa sumber seperti: jurnal, modul praktikum, buku dan lain-lain.

Pengujian Tarik

Pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat mekanik dari suatu material yaitu tegangan dan regangan teknis, Tegangan dan regangan sebenarnya, keuletan dan reduksi penampang. Mesin uji tarik yang dipergunakan adalah *Universal Testing Machine* type.

Pada saat pengujian tarik perlu dilakukan beberapa tahap:

a. Pembebanan

Dimana spesimen yang dibuat dan dipasang di alat uji tarik dari kertas grafiknya juga disiapkan untuk menganalisa pengujian tersebut kemudian spesimen diberi beban sebesar enam tonforce.

b. Pelepasan beban

Setelah spesimen diberi beban sampai melampaui batas tegangan luluh (*yielding*) maka beban ditiadakan sehingga grafiknya menunjukkan nol. Pengujian tarik dilakukan dengan menggunakan mesin *Hydraulic Universal Material Tester*. Bahan komposit yang diuji dibuat sampel dengan bentuk dan ukuran mengacu pada standar uji.

Langkah-langkah uji tarik pada bahan komposit adalah sebagai berikut :

- Sampel uji dipasang pada mesin uji tarik.
- Dijepit dengan pengecam pada ujung-ujungnya.
- Ditarik ke arah memanjang secara perlahan.
- Selama penarikan setiap saat tercatat dengan grafik yang tersedia pada mesin sampai sampel putus.
- Amati dan catat gaya pada saat titik luluhnya dan titik ultimatnya juga pertambahan panjang dari sampel uji setelah putus.
- Hasil uji tarik berupa grafik beban yang diberikan terhadap pertambahan panjang komposit.

- g. Grafik tersebut diubah menjadi grafik stress – strain.
- h. Dari grafik stress – strain akan diperoleh data kekuatan luluh komposit yang selanjutnya digunakan untuk menghitung modulus elastisitas. Adapun modulus elastisitas berbanding lurus dengan beban yang diberikan dan berbanding terbalik terhadap elongasi yang jadi pada bahan komposit
- i. Bila pada grafik stress – strain perubahan daerah elastic ke daerah plastis tidak dapat diamati dengan jelas, maka untuk titik yield strength pada kurva ditentukan dengan metode offset.
- j. Dari data pengujian yang telah diperoleh dilakukan perhitungan, yaitu menghitung besarnya stress (σ)

Pengujian Impact

Suatu material ulet dapat mengalami patah getas yang di sebabkan oleh beberapa hal sebagai berikut :

1. Adanya takikan
2. Kecepatan pembebanan yang tinggi menyebabkan regangan yang tinggi
3. Temperature yang rendah, dan Beban tiba-tiba (kejut)

Pengujian impact pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan mesin *Charpy Impact Testing Machine*. Bahan komposit pengujian impact dibuat dengan ukuran mengacu pada standar uji JIS Z2202.

Adapun langkah – langkah pengujian impact tipe *charpy* ini adalah sebagai berikut :

- a. Meletakkan benda uji di tempat benda uji pada mesin uji *impact*. Penempatan benda uji harus benar benar berada pada posisi tengah dimana pisau pada pendulum berada sejajar dengan tarikan benda tersebut.
- b. Kemudian menyetel posisi jarum penunjuk pada 0°.
- c. Lalu mengangkat pendulum sampai membentuk sudut 90° dengan cara memutar berlawanan arah jarum jam secara perlahan – lahan.
- d. Setelah itu melepaskan pendulum untuk mengayun dan mematahkan benda uji sehingga terjadi deformasi.
- e. Setelah patah, hasil data yang ditunjukkan oleh jarum penunjuk pada busur derajat dicatat.

- f. Dari data pengujian yang telah diperoleh dilakukan perhitungan, yaitu menghitung besarnya usaha (E)

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Pembuatan material komposit dengan matrik resin epoxi yang diperkuat dengan pasir alam dengan mencampurkan kedua bahan tersebut kemudian diaduk hingga rata. Sampel yang sudah siap kemudian dilakukakan pengujian, seperti ; pengujian tarik, dan pengujian impact. Pengujian dilakukan pada masing-masing sampel yang berbeda variasi fraksi volume, yaitu:

1. 5 % = Matriks 95 % dengan penguat 95 % sebanyak 3 spesimen
2. 10 % = Matriks 90 % dengan penguat 10 % sebanyak 3 spesimen
3. 15% = Matriks 85 % dengan penguat 15 % sebanyak 3 spesimen
4. 20 % = Matriks 80 % dengan penguat 20 % sebanyak 3 spesimen

Hasil Pengujian Impact

Pengujian *impact* dilakukan untuk mengetahui besarnya energi yang diserap suatu bahan (spesimen) yang akan diuji dengan cara pembebanan secara tiba-tiba terhadap benda yang akan diuji secara statik. Specimen pengujian ini menggunakan standar dan memiliki ukuran uji JIS Z 2202 dengan mesin *Charpy Impact Testing Machine* dimana P = Berat palu (25,68 kg), D = Jarak dan pusat sumbu palu ke pusat gravitasi (0,6490 m), A_0 = Luas penampang dibawah takikan 34 mm², α = Sudut angka palu (45°), dan β = Sudut ayun setelah palu mengenai spesimen.

Dari data pengujian impact dapat dihitung besar energi yang diperlukan untuk mematahkan masing-masing fraksi paduan pada spesimen uji impact. Perhitungan dan uji impact adalah sebagai berikut:

Perbandingan variasi volume matrik dan campuran 95 : 5 (%) dan 80 : 20 (%)

$$\begin{aligned}
 E_1 &= P (D - D \cos 45^\circ) \\
 &= 44,5 (0,6490 - 0,6490 \cos 45^\circ) \\
 &= 44,5 (0,6490 - 0,7071) \\
 &= -2,5854 \text{ Kg m.}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_2 &= P(D - D \cos \alpha) \\
 &= 44,5 (0,6490 - \cos 44,5) \\
 &= 44,5 (0,6490 - 0,713) \\
 &= -2,848 \text{ Kg m.} \\
 E &= E_1 - E_2 \\
 &= -2,5854 - (-2,848) \\
 &= 0,262 \text{ Joule}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dihitung menggunakan rumus yang sama dengan diatas, sehingga didapatkan nilai rata-rata energi impact (E) adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Nilai Rata - Rata Energi Impact

No.	Persentase Berat Penguat	E ₁ (kgm)	E ₂ (kgm)	E (E ₁ - E ₂) (Joule)	E Rata - rata (J/mm)
1.	5 %	2,585	2,848	0,263	0,229
		2,585	2,748	0,163	
		2,585	2,848	0,263	
2.	10 %	2,585	1,663	0,992	0,866
		2,585	1,849	0,736	
		2,585	1,714	0,871	
3.	15 %	2,585	1,226	0,359	1,003
		2,585	1,525	0,06	
		2,585	1,995	0,59	
4.	20 %	2,585	1,636	0,949	1,137
		2,585	1,636	0,949	
		2,585	1,072	1,513	

Hasil Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui rata tegangan maksimum dan regangan dan setiap spesimen yang diuji. Dengan menggunakan spesimen berbentuk dan memiliki ukuran mengacu pada standar uji ASTM D638-10

memakai mesin Hydraulic Universal Material

Tester. Data hasil pengujian tarik dapat dilihat pada Tabel 4.1, sedangkan grafik hubungan variasi fraksi volume dengan tegangan maksimum dan grafik bubungan variasi fraksi volume dengan tegangan maksimum.

Tegangan (σ)

Perbandingan variasi volume matnik dan serat 95 : 5 (%)

$$\begin{aligned}
 1. \sigma &= \frac{F \max}{A_0} \\
 &= \frac{1,34}{70,85} \\
 &= 18,9 \text{ N/mm}^2 \\
 2. \sigma &= \frac{F \max}{A_0} \\
 &= \frac{1,24}{70,85} \\
 &= 17,5 \text{ N/mm}^2 \\
 3. \sigma &= \frac{F \max}{A_0} \\
 &= \frac{1,19}{70,85} \\
 &= 16,8 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

Perbandingan variasi volume matnik dan serat 80 : 20 (%)

$$\begin{aligned}
 1. \sigma &= \frac{F \max}{A_0} \\
 &= \frac{2,16}{70,85} \\
 &= 30,5 \text{ N/mm}^2 \\
 2. \sigma &= \frac{F \max}{A_0} \\
 &= \frac{1,86}{70,85} \\
 &= 26,2 \text{ N/mm}^2 \\
 3. \sigma &= \frac{F \max}{A_0} \\
 &= \frac{2,01}{70,85} \\
 &= 28,3 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

Tabel 4.2 Nilai Rata - Rata Tegangan (σ) Tarik

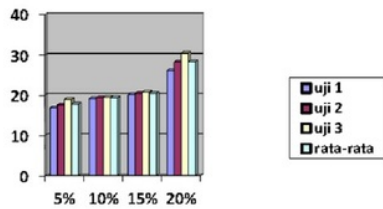
No.	Persentase Berat Penguat pasir	Tegangan(σ) (N/mm ²)	Tegangan (σ) Rata - rata
-----	--------------------------------	----------------------------------	--------------------------

			(N/mm ²)
1.	5 %	16,8	17,73
		17,5	
		18,9	
2.	10 %	19,1	19,29
		19,3	
		19,4	
3.	15 %	20,1	20,41
		20,4	
		20,7	
4.	20 %	26,2	28,37
		28,3	
		30,5	

variasi fraksi volume matriks 85 % dengan penguat 15 % yaitu sebesar 20,41 N/mm², untuk variasi fraksi volume matriks 80 % dengan penguat 20 % yaitu sebesar 28,37 N/mm², dan tegangan rata - rata untuk variasi fraksi volume matriks 80 % dengan penguat 20 % yaitu sebesar 28,37 N/mm². Nilai tegangan rata - rata tertinggi diperoleh dan variasi fraksi volume matriks 20 % dengan penguat 80 % yaitu sebesar 28,37 N/mm², sedangkan nilai tegangan rata - rata terendah diperoleh dan variasi fraksi volume matriks 95 % dengan penguat 5 % yaitu sebesar 17,73 N/mm².

Hasil pengujian tarik seperti yang tercantum pada Gambar 4.1 menunjukkan bahwa penambahan % berat penguat akan berpengaruh terhadap Tegangan tarik maksimum. akan naik dan 5 % sampai ke 20 % berat penguat. Grafik menjelaskan bahwa seiring dengan bertambahnya resin pada material komposit bermatriks pasir, maka tegangan tarik juga semakin besar. Pada Gambar 4.1 juga menunjukkan bahwa pemakaian resin pada matrik pasir mampu memberikan pengaruh terhadap kekuatan tarik yang baik pada komposit, hal ini terlihat dan hasil matriks resin berpenguat pasir yang memiliki nilai tegangan tarik jauh lebih tinggi.

Hubungan antara tegangan rata - rata dengan perbandingan variasi fraksi volume komposit dengan matrik resin jenis *polyester* yang diperkuat pasir alami dapat dilihat pada grafik dibawah ini:



Gambar 4.1 Grafik hubungan antara tegangan () dengan perbandingan variasi fraksi volume penguat (pasir)

Berdasarkan hasil pengujian dan pengolahan data uji tarik material komposit dengan matrik resin yang diperkuat pasir diperoleh tegangan rata - rata pada Tabel 4.2 untuk variasi fraksi volume matriks 95 % dengan penguat 5 % yaitu sebesar 17,73 N/mm², untuk variasi fraksi volume matriks 90 % dengan penguat 10 % yaitu sebesar 19,29 N/mm², untuk

Hasil penelitian ini menunjukkan kejadian pengaruh yang sama antara tegangan tarik dengan persentase berat penguat bila dilihat dengan hasil penelitian. Kamarkar (2006) yang menggunakan resin sebagai matrik dan pasir sebagai penguat, dimana tegangan tarik rata-rata meningkat secara linear seiring dengan bertambahnya persentase penguat 5 % sampai ke 20 %. Hasil Penelitian yang menunjukkan tegangan tarik yang meningkat berbanding searah dengan penambahan persentase penguat pasir menunjukkan bahwa pasir dapat bertindak sebagai bahan penguat pada komposit. Terjadi peningkatan kekuatan tarik pada komposit disebabkan pengaruh banyaknya fraksi penguat, sedangkan nilai tegangan rata - rata terendah diperoleh dan variasi fraksi volume matriks 95 % dengan penguat 5 % yaitu sebesar 17,73N/mm².

Regangan (l)

Perbandingan variasi volume matrik dan penguat 95 : 5 (%)

$$\begin{aligned}
 1. \quad \epsilon &= \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \\
 &= \frac{2,14}{47,5} \times 100\% \\
 &= 4,51\%
 \end{aligned}$$

Perbandingan variasi volume matrik dan penguat 80 : 20 (%)

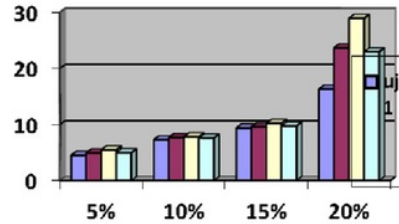
$$\begin{aligned}
 1. \quad \epsilon &= \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \\
 &= \frac{7,74}{47,5} \times 100\% \\
 &= 16,29\%
 \end{aligned}$$

Tabel 4.3 Nilai Rata - Rata Regangan (ϵ) Tarik

No.	Persentase Berat Penguat pasir	Tegangan (σ) (N/mm ²)	Tegangan (σ) Rata - rata (N/mm ²)
1.	5 %	4,51	4,96
		4,92	
		5,45	
2.	10 %	7,26	7,57
		7,66	
		7,79	
3.	15 %	9,37	9,71
		9,56	
		10,21	
4.	20 %	16,29	22,94
		23,64	
		28,91	

Hubungan antara regangan rata - rata dengan perbandingan variasi fraksi volume

komposit dengan matrik resin yang diperkuat pasir dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 4.2 Grafik hubungan antara regangan (ϵ) dengan perbandingan variasi fraksi volume penguat pasir.

Dan Tabel 4.3 nilai regangan komposit dengan matrik resin yang diperkuat pasir, didapatkan nilai regangan rata rata untuk variasi fraksi volume matriks 95 % dengan penguat 5 % yaitu sebesar 4,96 N/mm² , untuk variasi fraksi volume matriks 90 % dengan penguat 10 % yaitu sebesar 7,57 N/mm² , untuk variasi fraksi volume matriks 85 % dengan penguat 15 % yaitu sebesar 9,71 N/mm² , untuk variasi fraksi volume matriks 80 % dengan penguat 20 % yaitu sebesar 22,94 N/mm² , dan regangan rata - rata untuk variasi fraksi volume matriks 80 % dengan penguat 20 % yaitu sebesar 22,94 N/mm² Nilai regangan rata - rata tertinggi diperoleh dan variasi fraksi volume matriks 80 % dengan penguat 20 % yaitu sebesar 22,94 N/mm² sedangkan nilai terendah diperoleh dan variasi fraksi volume matriks 95 % dengan penguat 5 % yaitu sebesar 4,96 N/mm²

a. **Modulus Elastisitas (E) Rata - rata**

Modulus elastisitas (E) rata - rata adalah tegangan (σ) rata - rata dibagi dengan regangan (ϵ) rata - rata, yaitu sebagai berikut:

- Untuk Perbandingan variasi volume matrik dan penguat 95 : 5 (%)

$$E_0 = \frac{\sigma_{rata-rata}}{\epsilon_{rata-rata}} = \frac{17,73}{4,96} = 3,574 \text{ N/mm}^2$$
- Untuk Perbandingan variasi volume matrik dan penguat 90 : 10 (%)

$$E_0 = \frac{\sigma_{rata-rata}}{\epsilon_{rata-rata}} = \frac{19,29}{7,57} = 2,548 \text{ N/mm}^2$$

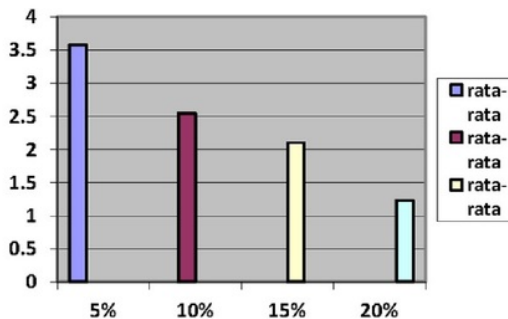
3. Untuk Perbandingan variasi volume matrik dan penguat 85 : 15 (%)

$$E_0 = \frac{\sigma_{rata-rata}}{\epsilon_{rata-rata}} = \frac{20,41}{9,71} = 2,102 \text{ N/mm}^2$$

4. Untuk Perbandingan variasi volume matrik dan penguat 80 : 20 (%)

$$E_0 = \frac{\sigma_{rata-rata}}{\epsilon_{rata-rata}} = \frac{28,37}{22,94} = 1,237 \text{ N/mm}^2$$

Dan hasil perhitungan nilai rata-rata modulus elastisitas (E) pada Tabel 4.4, menunjukkan nilai modulus elastisitas meningkat dan setiap fraksi volume seratnya. Mulai dari fraksi volume penguat 5 %, 10 %, 15 %, sampai 20% terhadap matriks jenis resin modulus elastisitas terus mengalami kenaikan, dan hubungan antara Modulus elastisitas (E) rata-rata dengan perbandingan variasi fraksi volume penguat komposit dengan matrik resin yang diperkuat pasir dapat dilihat pada grafik dibawah ini:



Gambar 4.3 Grafik hubungan antara Modulus elastisitas (E) dengan perbandingan variasi fraksi volume penguat pasir matriks 80 % dengan penguat 20 % yaitu sebesar 1,89 N/mm², sedangkan nilai modulus elastisitas rata-rata terendah diperoleh dari variasi fraksi volume matriks 95 % dengan penguat 5 % yaitu sebesar 1,237 N/mm².

6

Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian ini, ada beberapa kesimpulan yang dapat diambil, yaitu :

1. Material komposit ini yaitu campuran pasir alam dan resin + katalis sebagai matriks dan pasir sebagai partikel penguat dengan volume yang berbeda.
2. Pengujian yang dilakukan pada sampel adalah pengujian Tarik dan pengujian Impact. Semakin besar fraksi volume resin dan penguat yang terdapat dalam suatu matrik komposit tegangan maksimum yang terjadi akan semakin besar.

Semakin besar ukuran / diameter komposit yang terdapat dalam suatu matrik komposit maka tegangan maksimum yang terjadi akan semakin kecil.

Semakin besar jumlah fraksi volume penguat dan diameter komposit maka konsentrasi tegangan akan semakin

DAFTAR PUSTAKA

- Fontana, greene," Material Science And Engieneering Series" Second edition, Mc Graw Hill Book Company,1978.
- Gibson,1994, "Composite Technology" <http://etd.eprints.ums.ac.id/3646/2/D200970186.pdf>.
- Jones Edward Shingley, Larry D. Mitchell, 1975, Perencanaan Tehnik Mesin, Penerbit erlangga.
- Tata Surdia, Kenji Chijiwa, 1991, Tehnik Pengecoran Logam, Penerbit Pradnya Paramitha.
- Hannah J, Miller MJ, " Mechanical Engineering Science 2nd Edition"
- NY,Collins, "Failure On Material In Mechanical Design"1981.
- Boresi,Arthur P, Schimd, Richard J," Advanced Mechanics Of Material 5thedition
- Hertzberg, Richard W, Deformation And Fracture Mechanics On Engineering Material 3rdedition"1976.
- Siagian, 2009"Perencanaan Teknik Mesin "jilid 1
- Sudira, 1985 "Jenis polimer"

Z-komposit (dgn pak Qomarul)

ORIGINALITY REPORT

13%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	jurnal.ft.uns.ac.id Internet	148 words — 5%
2	eprints.unsri.ac.id Internet	59 words — 2%
3	www.coursehero.com Internet	43 words — 1%
4	muhammadfuad234.blogspot.com Internet	34 words — 1%
5	eprints.polsri.ac.id Internet	29 words — 1%
6	www.akademik.unsri.ac.id Internet	26 words — 1%
7	es.scribd.com Internet	18 words — 1%
8	fportfolio.petra.ac.id Internet	11 words — < 1%
9	ejournal.unesa.ac.id Internet	11 words — < 1%
10	rumpautlautindonesia.blogspot.com Internet	11 words — < 1%

EXCLUDE QUOTES ON

EXCLUDE MATCHES < 10 WORDS

EXCLUDE BIBLIOGRAPHY ON