

Pengaruh Resin Epoksi Terhadap Mortar Polimer Ditinjau dari Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, Daya Serap Air dan Scanning Electron Microscope

Joksan Arif¹⁾
Hasti Riakara Husni²⁾
Surya Sebayang³⁾

Abstract

Polymer mortar is a material formed through the process of building a composite concrete and building polymers. Polymer mortar development efforts have been conducted in developed countries. Until now the development of polymer mortar is still underway to reduce the use of the semen, in order to anticipate the global warming. One of them is by using a polymer adhesive cement replacement material so produced a powerful mortal in a shorter time.

On research was created mortal polymers without cement, fine aggregate and epoxy resin as the binder of concrete. The composition of the raw materials of polymer mortar made with a comparison between aggregate and epoxy resins, with her blend of 20%, 25% ,30%, 35%, 40% (% of the total weight of the aggregate). Mortar has been mold then dried in an oven at a temperature of 600 C for 24 hours. Parameters measured include: water absorption, compression strength, tensile strength, and microstructure analysis using a Scanning Electron Microscope (SEM). The observations suggest that the optimum condition of polymer mortar obtained on composition: 65% of the aggregate (aggregate) and 35% epoxy resin (% of weight of fine aggregate). In this state of polymer mortar characteristics obtained as follows: water absorption = 3,57%, compression strength = 6.80 MPa, and tensile strength = 1.75 Mpa. The microstructure of the polymer concrete analyzed using SEM. Result showed that pore size distribution was uneven, and wisps of epoxy resin $\leq 30 \mu\text{m}$.

Keywords: compression strength, tensile strength, water absorption, Scanning Electron Microscopy (SEM), polymer mortal.

Abstrak

Mortar Polimer adalah material bangunan yang dibentuk melalui proses rekayasa komposit beton klasik dan polimer. Usaha pengembangan mortar polimer telah dilakukan di negara maju. Sampai sekarang pengembangan mortar polimer masih berlangsung untuk mengurangi penggunaan semen, dalam rangka mengantisipasi pemanasan global. Salah satu diantaranya adalah dengan memanfaatkan polimer sebagai bahan perekat pengganti semen sehingga dihasilkan mortar yang kuat dalam waktu yang lebih singkat.

Pada penelitian ini dibuat mortar polimer tanpa semen, agregat halus dan resin epoksi sebagai bahan perekat beton. Komposisi bahan baku mortar polimer dibuat dengan perbandingan antara agregat halus dan resin epoksi, dengan komposisi campuran sebesar 20%, 25% ,30%, 35%, 40% (% berat dari total agregat). Mortar yang sudah dicetak kemudian dikeringkan di dalam oven pada suhu 60^o C selama 24 jam. Parameter yang diukur antara lain: penyerapan air, kuat tekan, kuat tarik belah, dan analisa mikro struktur dengan menggunakan Scanning Elektron Microscope (SEM). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kondisi optimum mortar polimer diperoleh pada komposisi: 65% agregat (agregat halus) dan 35% resin epoksi (% berat dari agregat halus). Pada kondisi ini diperoleh karakteristik mortar polimer sebagai berikut: penyerapan air = 3,57%, kuat tekan = 6,80 MPa, dan kuat tarik belah = 1.75 Mpa. Mikro struktur beton polimer dianalisa menggunakan SEM. Hasilnya menunjukkan bahwa distribusi ukuran pori merata, dan gumpalan resin epoksi $\leq 30 \mu\text{m}$.

Kata kunci: kuat tekan, kuat tarik belah, daya serap air, Scanning Elektron Microscope (SEM), mortar polimer

¹⁾ Mahasiswa pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.

²⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

³⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung.

1. PENDAHULUAN

Mortar (sering disebut juga mortel atau spesi) adalah campuran yang terdiri dari pasir, bahan perekat serta air, dan diaduk sampai homogen. Mortar mempunyai fungsi yang penting dalam suatu bangunan seperti pada pekerjaan pemasangan pondasi, pasangan batu bata ataupun pada pekerjaan dinding. Khusus untuk pekerjaan dinding, sekarang banyak dijumpai pekerjaan dinding yang retak pada plesterannya dan tidak kedap air, akibat dari retaknya plesteran yang ada pada pasangan dinding akan mengakibatkan pada pasangan dinding ini selalu terlihat basah akibatnya rembesan air dari bagian luar dinding yang dapat menyebabkan rusaknya cat dan timbulnya jamur pada dinding tersebut. Untuk saat ini campuran mortar yang banyak dipakai untuk plesteran dinding menggunakan perbandingan semen dan pasir adalah 1 : 2, hingga 1 : 6, tetapi dengan campuran yang ada ini masih terdapat banyak kelemahannya

Masyarakat masih sering menggunakan semen portland sebagai bahan pengikat utama dalam pembuatan mortar. Penggunaan bahan pengikat lain terkadang ditambahkan di dalam pembuatan mortar. Salah satunya adalah dengan penambahan kapur yang berfungsi sebagai bahan ikat mortar yang mengurangi jumlah semen dan menaikkan kuat tekan mortar. Oleh karena itu perlu dicoba bahan tambah lain yang fungsinya hampir sama dengan kapur dan semen portland yang berfungsi sebagai bahan pengikat yang mengurangi penggunaan semen portland.

Berdasarkan uraian diatas, peneliti akan mengadakan penelitian mengenai penggunaan *epoxy* sebagai bahan matrik pengganti semen pada pembuatan mortar. Resin epoksi banyak digunakan untuk bahan komposit di beberapa bagian struktur, resin ini juga dipakai sebagai bahan campuran pembuatan kemasan, bahan cetakan (*moulding compound*) dan perekat. Resin epoksi sangat baik digunakan sebagai matriks pada komposit dengan penguat serat gelas. Pada beton penggunaan resin epoksi dapat mempercepat proses pengerasan, karena resin epoksi menimbulkan panas sehingga membantu percepatan pengerasan. Penelitian ini diharapkan didapat campuran yang menghasilkan kuat tekan optimum dan serapan airnya juga kecil dengan bahan ikat yang berbeda.

2. METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dilakukan secara eksperimental, yang dilakukan di Laboratorium Struktur Bahan, Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik dan Laboratorium Biomasa Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Obyek dalam penelitian ini adalah mortar polimer yang menggunakan epoksi sebagai pengganti semen dan air dengan varian campuran 20 %, 25 %, 30 %, 35 %, dan 40 % dari berat total (volume selinder + berat jenis pasir).

1) Pengadukan mortar

Memasukkan epoksi 80% dari hasil yang dibutuhkan, ke dalam mesin pengaduk kemudian baru dimasukkan pasir . Sambil mesin pengaduk diputar sisa epoksi dimasukkan sedikit demi sedikit sampai epoksinya habis dalam waktu tidak kurang dari tiga menit. Pengadukan dilakukan sampai diperkirakan homogen. Adukan dimasukan ke dalam cetakan dengan menggunakan cetok. Adukan ditusuk-tusuk dengan tongkat pematik. Pematik dilakukan 3 lapisan, adukan mortar polimer dilakukan sebanyak 25 kali tumbukan untuk setiap lapisan, agar mortar polimer yang dihasilkan tidak keropos. Setelah dianggap cukup, adukan diratakan dengan tongkat

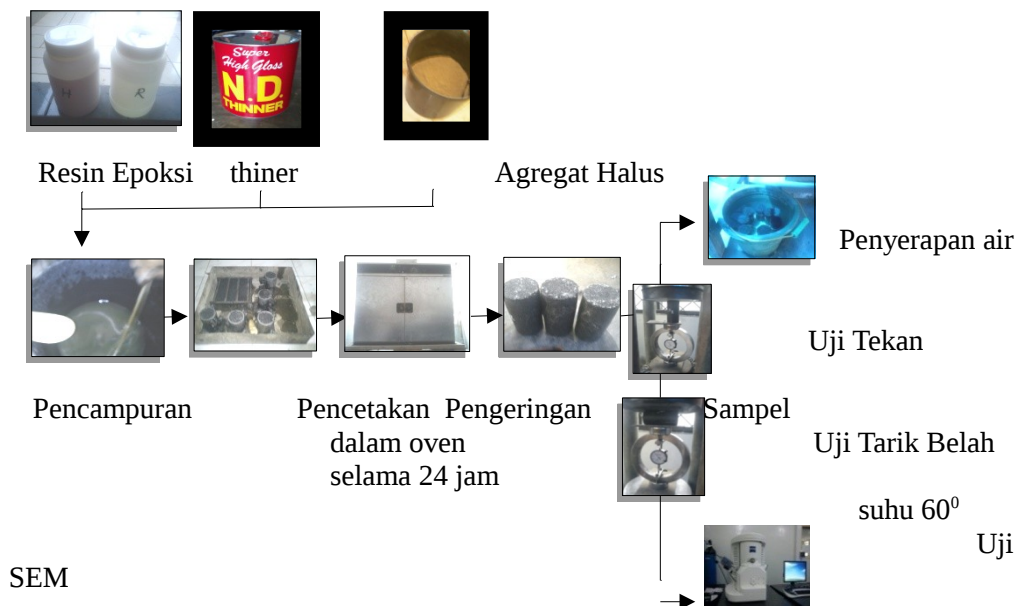
perata sehingga permukaan atas adukan mortar polimer rata dengan bagian atas cetakan serta dilakukan penekanan.

2) Tahap perawatan benda uji

Proses pengeringan tidak pada kondisi *room temperature* atau pengeringan konvensional tetapi pada suhu dan waktu tertentu yang telah di kondisikan. Hal tersebut dilakukan dengan pertimbangan agar dapat mempercepat proses pengeringan dan menghemat biaya. Selain itu, agar selama proses pengeringan mortar tidak mengalami *shock hydratation* yang mengakibatkan muncul retak-retak di permukaan atau di dalam mortar (Siregar, 2009), maka ditetapkan waktu pengeringan selama 24 jam pada temperatur 60 °C. Penentu waktu pengeringan mengacu pada Efendy (2009).

Tabel 1. Komposisi campuran bahan baku pada pembuatan mortar polimer.

Kode Sampel	Agregat Halus (gram)	Epoksi resin (gram)		Epoksi resin (gram) 2:1		Thinner 0,5 (gram)
		(%)	(AH*%)	epoksi 2/3	hardener 1/3	
MP 1	532,6814	20	106,5363	71,0242	35,5121	53,2681
MP 2	532,6814	25	133,1703	88,7802	44,3901	66,5852
MP 3	532,6814	30	159,8044	106,5363	53,2681	79,9022
MP 4	532,6814	35	186,4385	124,2923	62,1462	93,2192
MP 5	532,6814	40	213,0726	142,0484	71,0242	106,5363



Gambar 1. Diagram alir proses preparasi sampel uji mortar polimer dan karakterisasinya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Uji Material

Pemeriksaan material dasar campuran mortar polimer dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat fisik, kimia, dan mekanik material-material pembentuk mortar. Data yang diperoleh dari hasil pemeriksaan material digunakan sebagai acuan dasar dalam mendisain campuran mortar. Pemeriksaan material yang telah dilakukan adalah pengujian terhadap agregat halus didasarkan pada spesifikasi SK SNI 2561 (2002).

Pemeriksaan terhadap agregat halus antara lain meliputi pemeriksaan-pemeriksaan modulus kehalusan, kadar air, berat volume, berat jenis, persentase penyerapan, kadar lumpur, dan kandungan zat organik pada agregat halus. Hasil pemeriksaan agregat halus dapat dilihat pada Lampiran A dan juga diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Pengujian Bahan Penyusun Mortar Polimer.

No	Jenis Pemeriksaan	Material yang digunakan	Hasil	Spesifikasi ASTM
1.	Modulus kehalusan	Agregat halus	3,068	2,3 - 3,1
2.	Kadar air (%)	Agregat halus	0,4 %	0 - 1
3.	Berat jenis kondisi SSD	Agregat halus	2,5473	2,5 - 2,7
4.	Persentase penyerapan (%)	Agregat halus	1,2 %	1 - 3
5.	Kadar lumpur (%)	Agregat halus	0,4 %	< 5
6.	Kandungan zat organik (warna)	Agregat halus	Sama dengan warna standar	Lebih muda atau sama
7.	Berat volume padat	Agregat halus	1,62 gr/cm ³	1200

Dari hasil pemeriksaan agregat halus menunjukkan bahwa modulus kehalusan, kadar air, berat jenis, persentase penyerapan, kadar lumpur, dan kandungan zat organik, sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan.

3.2. Penyerapan Air

Hasil Pengukuran penyerapan air mortar polimer berbasis campuran agregat halus dan resin epoksi, yang kemudian dikeringkan selama 24 jam pada suhu 60°C. Adapun data-data yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.2. Tabel 4.2 menunjukkan nilai penyerapan air rata-rata mortar polimer mengalami peningkatan dari variasi MP1 sampai MP5, Penyerapan terbesar terjadi pada variasi MP5, hal ini disebabkan karena pada komposisi ini 40% campuran epoksi, yang berakibat terbentuknya rongga-rongga sehingga air dapat masuk ke dalam permukaan mortar. Penyerapan minimum terjadi pada variasi MP1, hal ini terjadi karena komposisi antara agregat halus dan epoksi membentuk kesatuan yang homogen sehingga meminimalisir terbentuknya rongga-rongga pada mortar sehingga air tidak dapat masuk ke dalam permukaan mortar dengan maksimal. Nilai penyerapan air rata-rata dapat dilihat pada Tabel 3.

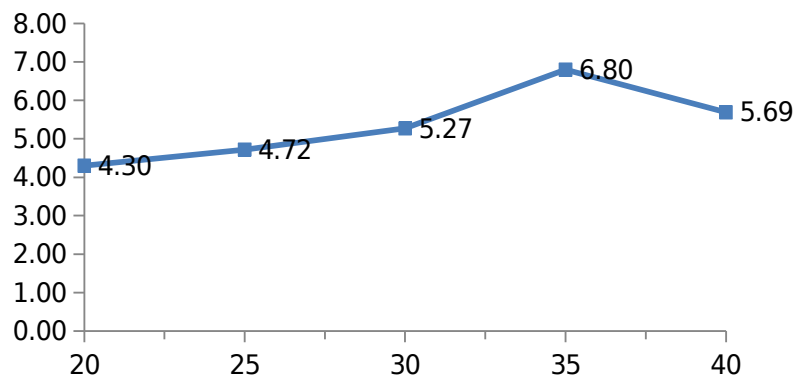
Sifat komposit polimer *concrete* dan *potland cement concrete* Blaga (1985) menyatakan bahwa *polymer impregnated concret* dan *portland cement concrete* masing-masing mempunyai penyerapan air sebesar 0,6 dan 5,5 %. Penyerapan air (Annual Book of

ASTM Standards, 2000) untuk beton polimer maksimum sebesar 0,2 % dan *portland cement concrete* sekitar 5 %.

Dari variasi MP1 sampai MP5 penyerapan air mengalami peningkatan, hal ini disebabkan karena pada komposisi epoksi terus meningkat yang berakibat terbentuknya rongga-rongga sehingga air dapat masuk ke dalam permukaan beton. Dalam penelitian mortar polimer ini masuk dalam kategori *portland cement concrete* karna penyerapan air masih mengalami peningkatan.

Tabel 3. Hasil pengujian penyerapan air.

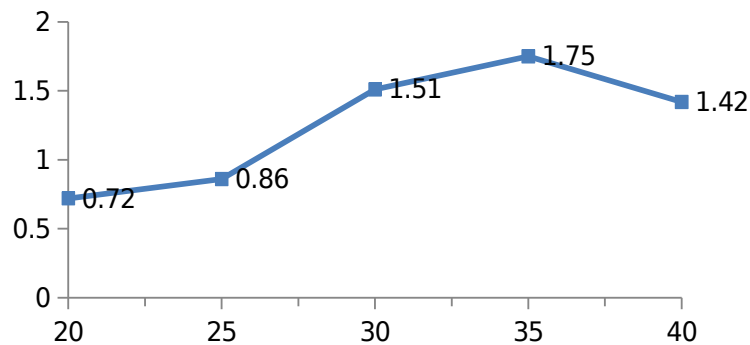
Variasi	kode sampel	massa kering (gram)	Massa jenuh (gram)	Penyerapan air (%)	Penyerapan air rata-rata (%)
MP1	MP1.A1	336	345	2,61	2,62
	MP1.A2	331	341	2,93	
	MP1.A3	338	346	2,31	
MP2	MP2.A1	341	349	2,29	2,91
	MP2.A2	346	355	2,54	
	MP2.A3	345	359	3,90	
MP3	MP3.A1	359	370	2,97	3,55
	MP3.A2	362	375	3,47	
	MP3.A3	363	379	4,22	
MP4	MP4.A1	358	369	2,98	3,57
	MP4.A2	359	371	3,23	
	MP4.A3	360	377	4,51	
MP5	MP5.A1	344	359	4,18	4,16
	MP5.A2	346	361	4,16	
	MP5.A3	348	363	4,13	



Gambar 2. Grafik hubungan antara penyerapan air terhadap penambahan epoksi (% agregat halus).

3.3. Kuat Tekan

Hasil pengujian kuat tekan mortar polimer berbasis campuran agregat halus dan resin epoksi, yang kemudian dikeringkan selama 24 jam pada suhu 60°C. Adapun data-data yang diperoleh menunjukkan nilai kuat tekan rata-rata mortar polimer mengalami kenaikan pada variasi MP1 sampai dengan variasi MP4, kemudian mengalami penurunan pada variasi MP5 (epoksi 40%). Pada variasi MP4 kuat tekan rata-rata mortar polimer merupakan kuat tekan yang maksimal, hal ini diakibatkan gabungan antara agregat halus dan resin epoksi sebagai perekat tercampur secara merata sehingga membentuk suatu kesatuan yang kuat. Nilai kuat tekan rata-rata dapat dilihat pada Gambar 3.2 di bawah ini.



Gambar 3. Grafik hubungan antara kuat tekan terhadap penambahan epoksi (% agregat halus).

Pada Gambar 3. terlihat bahwa kuat tekan dari mortar polimer yang dibuat dengan variasi komposisi antara agregat halus dengan epoksi sebesar 20%, 25%, 30%, 35%, 40% dari berat agregat halus. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan alat *Compressing Testing Machine* (CTM) dengan bantuan proving ring, sehingga didapatkan kuat tekan mortar polimer berkisar antara 4,30 – 6,8 MPa. Nilai kuat tekan maksimum didapat pada komposisi 65:35 % antara berat agregat halus dengan epoksi yaitu sebesar 6,80 MPa.

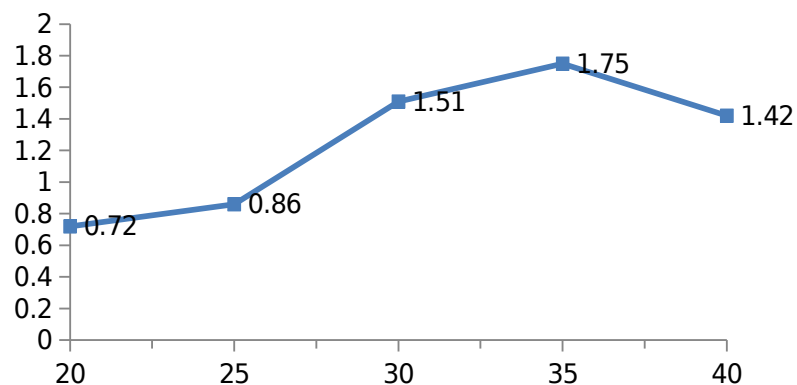


Gambar 4. Uji Tekan menggunakan alat CTM dengan Proving Ring.

Pada Gambar 4 terlihat bahwa kuat tekan dari mortar polimer yang dibuat dengan variasi komposisi antara agregat halus dengan epoksi sebesar 20%, 25%, 30%, 35%, 40% dari berat agregat halus. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan alat *Compressing Testing Mechine* (CTM) dengan bantuan proving ring, sehingga didapatkan kuat tekan mortar polimer berkisar antara 4,30 – 6,8 MPa. Nilai kuat tekan maksimum didapat pada komposisi 65:35 % antara berat agregat halus dengan epoksi yaitu sebesar 6,80 MPa.

3.4. Kuat Tarik Belah

Hasil pengujian kuat tarik belah mortar polimer berbasis campuran agregat halus dan resin epoksi, yang kemudian dikeringkan selama 24 jam pada suhu 60°C. Adapun data-data yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 5. Grafik hubungan antara kuat tarik belah terhadap penambahan epoksi (% agregat halus).

Pada Gambar 5 terlihat bahwa kuat tarik belah dari mortar polimer yang dibuat dengan variasi komposisi antara agregat halus dengan epoksi sebesar 20%, 25%, 30%, 35%, 40% dari berat total agregat halus. Pengujian kuat tarik belah dilakukan dengan alat *Compressing Testing Mechine* (CTM) dengan bantuan proving ring, sehingga didapatkan kuat tarik belah mortar polimer berkisar antara 0,72 – 1,75 MPa.



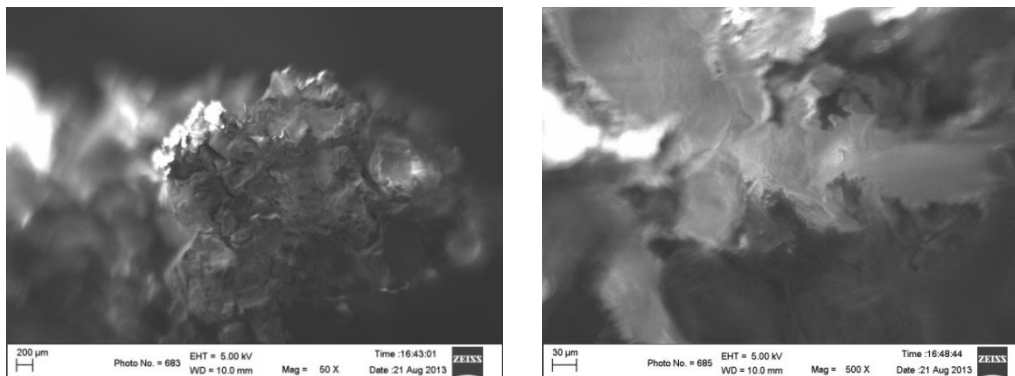
Gambar 6. Uji Tarik Belah menggunakan alat CTM dengan Proving Ring.

Sedangkan sifat umum dari *polymer concrete* dengan menggunakan binder: *polymethyl methacrylate*, *polyester*, *epoxy* dan *Furan polymer* masing-masing menghasilkan kuat tarik langsung sekitar: 9 – 11, 8 – 25, 8 – 25 dan 7 - 8 MPa, sedangkan *portland cement*

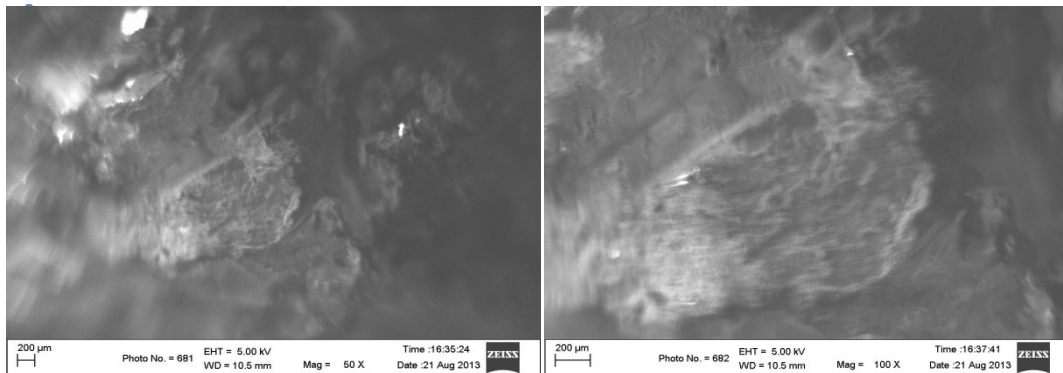
concrete adalah sekitar 1,5 – 3,5 MPa. Untuk beton normal mempunyai kuat tarik sekitar 2 - 5 MPa (Blaga, 1985). Nilai kuat tarik belah maksimum didapat pada komposisi 65:35 % antara berat agregat halus dengan epoksi yaitu sebesar 1,75 MPa dengan katagori *portland cement concrete* dikarenakan adanya perpanjangan tinggi sampel akibat pengovenan sehingga terpengaruh terhadap nilai kuat tarik belah

3.5. Scanning Electron Microscope (SEM)

Hasil pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM) mortar polimer berbasis campuran agregat halus dan resin epoksi, yang kemudian dikeringkan selama 24 jam pada suhu 60°C. Adapun data-data yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 4.6 dan gambar 4.7. Teknik pengamatan dengan menggunakan SEM sangat membantu dalam mengidentifikasi struktur secara mikro mortar polimer, Prinsip kerja alat *Scanning Eletron Microscope* (SEM) yaitu sampel beton yang sudah diambil serpihan kecil sebesar kacang kemudian dimasukkan ke dalam alat lalu diberi pancaran elekton. Elekton yang dipancarkan ke sampel kemudian dipantulkan kembali sehingga dapat terlihat permukaan beton dengan pembesaran 500 X. Terlihat pada Gambar 4.6.A penampang dari kuat tekan minimum mortar polimer dan Gambar 4.6.B pembungkusan agregat halus oleh *binder* polimer, pada mortar polimer MP1 A2 80% agregat halus dan 20% resin epoksi dan pada gambar 4.7.A penampang dari kuat tekan maksimum mortar polimer dan gambar 4.7.B pembungkusan agregat halus oleh *binder* polimer, pada mortar polimer MP4 A2 65% agregat halus dan 35% resin epoksi.



Gambar 7. Foto *Scanning Eletron Microscope* (SEM) mortar polimer untuk kuat tekan minimum kode MP1 A2 yaitu 80% agregat halus dan 20% resin epoksi. Gambar A pembesaran 50 X dan Gambar B pembesaran 500 X.



Gambar 8. Foto *Scanning Eletron Microscope* (SEM) mortar polimer untuk kuat tekan maksimum kode MP4 A2 yaitu 65% agregat halus dan 35% resin epoksi Gambar A pembesaran 50 X dan Gambar B pembesaran 100 X.

Dari Gambar 7 dan Gambar 8 dapat dilihat adanya perbedaan dikarenakan perubahan komposisi pada mortar polimer, pada Gambar 7 komposisi yaitu 80% agregat halus dan 20% resin epoksi, sedangkan pada Gambar 8 komposisinya 65% agregat halus dan 35% resin epoksi. Semakin banyak resin epoksi maka semakin Rongga-rongga di dalam mortar terdistribusi dengan merata.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Penyerapan air minimum pada mortar polimer didapat pada komposisi 80:20 % (antara berat agregat halus dan epoksi) yaitu sebesar 2,62 % dan penyerapan air maksimum sebesar 4,16 % pada komposisi 60:40 %. Penyerapan air [6] untuk beton polimer maksimum sebesar 0,2 % dan *portland cement concrete* sekitar 5 %. Untuk penyerapan air *portland cement concrete* sekitar 5 % Sehingga penyerapan air pada mortar polimer termasuk kategori *portland cement concrete*.
2. Kuat tekan maksimum pada mortar polimer didapat pada komposisi 65:35 % (antara berat agregat halus dan epoksi) yaitu sebesar 6,80 MPa. Mortar polimer yang dibuat adalah termasuk dalam kategori digunakan sebagai dinding pemisah atau dinding isolasi.
3. Kuat tarik belah terbesar pada mortar polimer didapat pada komposisi 65:35 % yaitu sebesar 1,75 MPa sehingga termasuk katagori *portland cement concrete* dikarenakan adanya perpanjangan tinggi sampel akibat pengovenan sehingga berpengaruh terhadap nilai kuat tarik belah.
4. Analisis struktur mikro dengan (SEM) menunjukkan bahwa rongga-rongga di dalam beton terdistribusi secara merata.
5. Pemilihan polimer sebagai bahan pengganti semen mempunyai keuntungan dalam proses pengerjaan dimana waktu yang dibutuhkan sedikit dan mempunyai kekuatan yang besar.

B. Saran

Untuk penyempurnaan hasil penelitian serta untuk mengembangkan penelitian lebih lanjut disarankan untuk melakukan penelitian dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

1. Perlunya dilakukan penelitian lanjutan mengenai karakteristik beton polimer seperti modulus elastisitas, ketahanan terhadap asam sulfat, konduktivitas termal, penyusutan, dan ketahanan api.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dalam pembuatan mortar polimer dengan menambah *filler* sebagai pengganti semen.
3. Dalam pembuatan mortar diperlukan material campuran yang berkualitas. Bahan yang digunakan harus teruji dengan hasil yang baik.
4. Di samping itu ketelitian dan perencanaan campuran (*mix design*) serta ketelitian dalam penimbangan bahan sangat menentukan kualitas mortar yang dihasilkan.
5. Perlu diperhatikan suhu saat pengovenan benda uji dan waktu saat benda uji di oven.

DAFTAR PUSTAKA

- Siregar, S. M., 2009. *Pemanfaatan Kulit Kerang dan Resin Epoksi Terhadap Karakteristik Beton Polimer*, Tesis, Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Efendy, Hady, 2009, *Studi Strukturmikro Pengikatan Resin Epoksi Pada Beton*, Jurnal *Orbith* Vol. 12, No. 2. Makasar.
- SK SNI 2461, 2002, *Spesifikasi Agregat Ringan untuk Beton Ringan Struktural*.
- Blaga, J. J. Beaudoin, 1985, *Polymer Concrete*, Journal CBD-242, Conceil National de Recherches Canada, Canada.
- Annual Book of ASTM Standards, 2000, Standard Test Methods for Apparent Porosity, Water Absorption, Apparent Specific Gravity and Bulk Density of Burned Refractory Brick and Shapes by Boiling Water