

PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI BETON POLIMER DENGAN MENGGUNAKAN CAMPURAN BATU APUNG DAN AGREGAT PASIR SERTA TEPUNG KETAN DENGAN PEREKAT POLIESTER

Arifah Hidayah Pulungan, Fauzi*, Kurnia Sembiring*
Dep. Fisika, Fak. MIPA, UNIVERSITAS SUMATERA UTARA, Medan
arifahhidayah588@gmail.com

INTISARI

Telah dilakukan penelitian untuk pembuatan beton polimer yang dibuat dengan pemanfaatan batu apung, tepung ketan dan pasir. Penelitian dilakukan untuk mengetahui campuran terbaik dari pasir dan batu apung sebagai variabel bebas dengan variasi komposisi 30:60 g, 40:50 g, 50:40 g, 60:30 g, 70:20 g, 80:10 g, 90:0 g. Kemudian variabel tetap yaitu komposisi tepung ketan 10 g, poliester 20 gr sebagai perekat campuran dan *thinner* 10 g sebagai pengencer poliester. Kemudian ditekan dengan Hot Compressor selama 30 menit pada suhu 70 °C. Sifat-sifat beton polimer dianalisis yang meliputi daya serap air, porositas serta sifat mekaniknya meliputi uji dampak dan uji lentur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran yang bagus sesuai dengan percobaan adalah berupa campuran pasir dan batu apung dengan perbandingan 60:30 g serta penambahan 10 g tepung ketan, sebagai pengikat 20 g poliester dan 10 g *thinner*.

Kata Kunci : Batu apung, pasir, poliester, beton polimer, uji dampak dan uji lentur

Abstrack

Research of polymer concrete had been made by using pumice, glutinous rice and sands. Research had been done in order to get the best combination of sands and pumice as independent variable with composition of variations to 30:60 g, 40:50 g, 50:40 g, 60:30 g, 70:20 g, 80:10 g, 90:0 g. Then, constant variable with composition 10 g glutinous rice, polyester 20 g as a glue in combination and *thinner* 10 g. Then, it was pressed by using Hot Compressor for 30 minutes at temperature of 70 °C. The properties of polymer concrete has been analyzed that is physical properties such as water absorption, porosity, mechanical properties, impact test and bending strength test. The result of research showed that the best combination based on test was the combination of sands and pumice with ratio of 60:30 g and additional 10 g of as glutinous rice, as binding 20 g of polyester and 10 g of *thinner*.

Keyword : pumice, sands, polyester, polymer concrete, impact test and bending strength test.

1. PENDAHULUAN

Makin meningkatnya kebutuhan perumahan saat ini menyebabkan akan keperluan bahan bangunan untuk bangunan terdiri dari bahan-bahan atap, dinding dan lantai. Saat ini bahan-bahan bangunan yang terbuat dari semen seperti genteng beton, conblock dan paving block sudah banyak digunakan oleh masyarakat luas.

Bahan-bahan polimer semakin banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Polimer mencakupi plastik, karet, serat sampai perekat. Yang oleh orang awam disebut plastik sebenarnya ialah resin sintetik. Dari resin sintetik dapat dibuat plastik pembungkus, barang plastik, pelapis, lem sampai

cat. Resin sintetik kini amat maju, berkembang pesat dan diterapkan dalam berbagai bidang, menjadi aneka produk dan barang dirumahtangga, kantor dan industri. [5]

Telah banyak peneliti yang melakukan penelitian guna mendapatkan beton polimer yang amat bagus yang bisa diaplikasikan pada konstruksi bangunan. Misalnya hasil penelitian [7] yang membuat beton polimer dengan campuran agregat batu apung dan *epoxy resin*. Serta yang membuat beton semen polimer dengan pemanfaatan limbah padat (*sludge*) industri kertas sebagai agregat dan penggunaan *lateks* sebagai perekat.

Secara umum kekuatan beton menggunakan perekat bahan semen memiliki kelemahan antara lain : berat, proses pengerasannya cukup lama (maksimal 28 hari) tidak tahan terhadap lumut atau kelembaban tinggi yang menyebabkan beton cepat rapuh. Untuk mempercepat waktu pengerasan beton dan sekaligus mampu menutup lebih rapat rongga-rongga pada beton agar tahan kelembaban tinggi maka perlu menggantikan pemakaian semen dengan material polimer. Polimer memiliki beberapa keunggulan dibandingkan semen, yaitu : cepat pengerasannya, kekuatan tariknya lebih tinggi dan memiliki daya lentur yang lebih baik. Melihat masing-masing keunggulan tersebut maka perlu dilakukan perekayasaan material yaitu membuat material beton yang kuat, ringan dan proses pengerasan yang cepat. Material beton yang memiliki kualifikasi seperti tersebut dibuat melalui penggunaan bahan perekat berupa campuran polimer dengan agregat berupa batu apung (pumice). Jenis bahan polimer yang digunakan adalah berupa *polyester*. Tujuan penelitian yang akan dilakukan adalah untuk mengetahui pengaruh komposisi batu apung dan komposisi perekat polimer terhadap karakteristiknya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton dengan Polimer (*Polymers Concrete*)

Beton polimer atau PC (*Polymer Concrete*) terdiri dari suatu polimer yang bahan perekatnya berupa thermosetting polimer dan bahan pengisinya berupa agregat (kumpulan pasir atau kerikil) [7]. Beton polimer memiliki sifat tahan terhadap penyerapan air, tidak terpengaruh sinar ultra violet, daya tahan korosi lebih baik, tahan terhadap larutan agresif seperti bahan kimia serta kelebihan lainnya. Yang lebih istimewa lagi, beton polimer bisa mengeras di dalam air sehingga bisa digunakan untuk memperbaiki bangunan-bangunan di dalam air.

2.2 Batu apung (*Pumice*)

Batu apung (*pumice*) adalah batuan alam yang merupakan hasil dari aktivitas gunung api efusif yang mengandung buih yang terbuat dari gelembung ber dinding gelas, dan biasanya disebut juga sebagai batuan gelas vulkanik silikat. Berwarna abu-abu terang hingga putih, mempunyai struktur pori-pori dan ringan. Yang dimaksud dengan limbah batu apung adalah hasil dari proses pengayakan batu apung yang sudah tidak terpakai lagi karena ukurannya kurang dari syarat pengepakan untuk dipasarkan (ukuran agregat limbah batu apung kurang dari 10 mm).

Jenis pengikat	Densitas Kg/dm ³	Daya serap air %	Kuat tekan MPa	Kuat regangan MPa	Kuat lentur MPa	Modulus of elasticity GPa	Poisson Ratio	Koefisien ekspansi termal 10 ⁶ C ⁻¹
Poly (methylmethacrylate)	2.0-2.4	0.05-0.6	70-210	9-11	30-35	35-40	0.22-0.33	10-19
Polyester	2.0-2.4	0.30-1.0	50-150	8-25	15-45	20-40	0.16-0.30	10-30
Epoxy	2.0-2.4	0.02-1.0	50-150	8-25	15-50	20-40	0.30	10-35
Furan polymer	1.6-1.7	0.20	48-64	7-8	.	.	.	38-61
Concrete	1.9-2.5	5-8	13-35	1.5-3.5	2-8	20-30	0.15-0.20	10-12

Tabel 2.1. Karakterisasi Polymer Concrete (PC) dan Konvensional Beton (Blaga, CBD-242, 1985).

Adapun bahan-bahan bangunan yang bisa dibuat dari bahan baku limbah batu apung adalah sebagai berikut

- Batako batu apung
- Genteng batu apung
- Paving block batu apung
- Panel dinding batu apung

2.3 Agregat Pasir

2.3.1 Pengambilan dari Sungai

Pasir sungai biasa digunakan dan paling sesuai karena kurang dari kotoran kimia. Pasir terkilang (pasir dari pecahan batu kerikil besar) boleh digunakan sebagai bahan ganti. Untuk menjamin mutu konkrit yang dihasilkan, pasir sungai atau terkilang ini mesti memenuhi syarat-syarat pengagregatan.

2.3.2 Pengolahan Agregat

Proses pengolahan agregat terdiri dari :

Proses Dasar : Mengayak, mencuci dan klasifikasi agregat. Tujuannya adalah untuk mendapatkan gradasi dan kebersihan yang sesuai.

2.3.3 Agregat Halus

Agregat halus merupakan pengisi yang berupa pasir. Agregat halus atau pasir adalah material yang dapat lolos dari saringan nomor 4, yaitu saringan yang setiap 1 inci panjang mempunyai 4 lubang. Material yang kasar dari ukuran ini

digolongkan sebagai agregat yang kasar atau koral.

Ukurannya bervariasi antara ukuran No. 4 dan No. 100 saringan Standar Amerika. Agregat halus yang baik harus bebas organik, lempung, partikel, yang lebih kecil dari saringan No.100, atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton. Variasi ukuran dalam suatu campuran harus mempunyai gradasi yang baik, yang sesuai dengan standar analisis saringan dari ASTM (American Society of Testing and Materials).

Persyaratan yang penting untuk agregat adalah :

1. Gradasi (ukuran butir),
2. Abrasi (kekerasan),
3. Absorpsi (Penyerapan). [10]

2.4 Tepung Ketan

Tepung ketan putih saat ini sangat mudah untuk mendapatkannya karena banyak dijual dipasaran dalam bentuktepung yang halus dan kering.

Tepung ketan putih memiliki amilopektin. Amilopektin ini menyebabkan sifat lengket. Amilopektin inilah yang menyebabkan tepung ketan putih baik dibandingkan tepung jagung, kentang, gandum, terigu, dan lainnya. Tepung ketan putih digunakan sebagai pengisi dalam pembuatan beton polimer.

2.5 Polyester

Polyester adalah suatu kategori polimer, salah satu hasil yang diperoleh secara sintetik sama halnya dengan nilon. Bahan-bahan mentah yang dimaksud diperoleh dari industri minyak bumi. Setelah melalui banyak perombakan kimia diperoleh *polyester* dalam bentuk butir-butir dan cair.

2.6 Syarat Mutu Beton Menurut Standar Nasional Indonesia

Berdasarkan SNI 03-0691-1996 klasifikasi *paving Block* (bata beton)dibedakan menurut kelas penggunaannya sebagai berikut :

1. Bata beton mutu A : digunakan untuk jalan
2. Bata beton mutu B : digunakan untuk pelataran parkir
3. Bata beton mutu C : digunakan untuk pejalan kaki
4. Bata beton mutu D : digunakan untuk taman dan pengguna lain

Persyaratan mutu untuk masing-masing jenis dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2. Persyaratan Mutu Setiap Jenis Bata Beton Menurut SNI 03-0691-1996

Jenis	Kuat Tekan (Mpa)		Penyerapan air
	Rata-rata	Minimum	Rata-rata maks
A	40	35	3
B	20	17	6
C	15	12,5	8
D	10	8,5	10

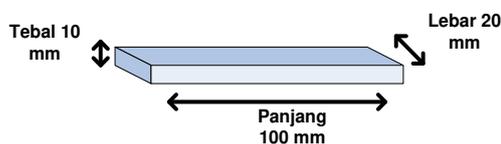
(Sumber : SNI 03-0691-1996)

Sifat tampak bata beton harus mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retak dan cacat lain yang mempengaruhi sifat pemakaiannya. [1]

3. METODOLOGI

Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan beton polimer : pasir, batu apung, tepung ketan dan menggunakan perekat *polyester*, penambahan *thinner* berfungsi sebagai bahan pengencer *polyester*. Batu apung (pumice) yang digunakan pada pembuatan beton polimer adalah bongkahan berwarna putih, dikeringkan agar lebih mudah dihancurkan kemudian digiling sehingga menghasilkan butiran halus lalu diayak. Bahan baku tersebut di timbang sesuai dengan komposisi : Sampel I, II, III, IV, V, VI, VII, seperti pada Tabel 3.1.

Setelah bahan baku ditimbang, kemudian dicampur (mixer) dan diaduk dalam wadah (beaker glass) hingga merata ± 3 menit. Selanjutnya adonan (*slurry*) tersebut dituangkan ke dalam cetakan yang terbuat dari baja berbentuk balok (10 x 2 x 1 cm). Proses pengeringan atau pengerasan dilakukan di dalam Hot Compressor dengan suhu 70 °C. Lama penekanan untuk satu sampel pada saat dipanaskan adalah 30 menit.



Gambar 1. Ukuran Sampel

Pengujian yang dilakukan meliputi :Daya serap air (water absorption), porositas, kuat lentur dan kuat impak.

Pengujian Daya serap air (water absorption), porositas, mengacu [8], kuat lentur mengacu [3] , kuat impak mengacu [2].

Tabel 3.1. Komposisi campuran bahan baku pada pembuatan beton polimer

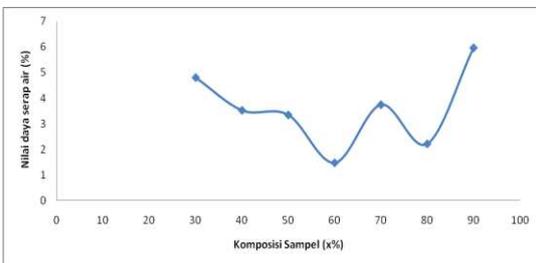
Kode Sampel	Komposisi bahantotalcampuran100(g)				
	Pasir	Batu Apung	Tepung Ketan Putih	Polyester (g)	Thinner (g)
I	30	60	10	20	10
II	40	50	10	20	10
III	50	40	10	20	10
IV	60	30	10	20	10
V	70	20	10	20	10
VI	80	10	10	20	10
VII	90	0	10	20	10

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Uji Daya Serap Air

Uji daya serap air dapat dihitung dengan menggunakan persamaan [8]:

$$\text{Daya serap air (\%)} = \frac{M_b - M_k}{M_k} \times 100\% \dots (1)$$



Grafik 1. Hubungan antara nilai pengujian daya serap air dan komposisi sampel [x% pasir + (90 - x) %] Batu apung

Dari Grafik dapat dilihat bahwa nilai penyerapan air maksimum dengan penambahan pasir pada komposisi 90:0 dan 30:60 yakni 5,96% dan 4,8% namun nilai penyerapan air minimum sebanding dengan penambahan pasir dan batu apung pada komposisi yakni 50:40, 60:30, 80:10. Nilai penyerapan air terkecil berada pada komposisi 60:30 yaitu sebesar 1,47%.

Berdasarkan standar SNI 03-0691-1996 hasil penelitian ini sesuai dengan standar, dimana batas maksimum daya serap air yang diperbolehkan sebesar 10%. Rendahnya daya serap air dihasilkan dikarenakan pada komposisi bahan pada sampel menyebar merata (homogen)

di dalam campuran bahannya sehingga mengakibatkan sampel yang dihasilkan cenderung memiliki kerapatan molekuler yang lebih baik.

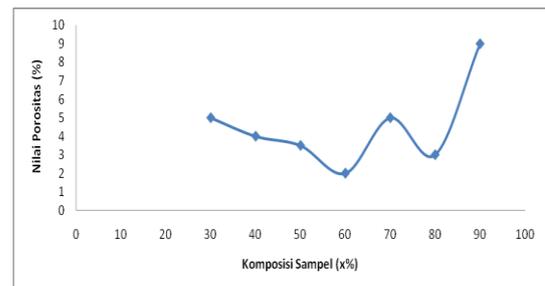
4.2 Analisis Uji Porositas

Porositas suatu bahan pada umumnya dinyatakan sebagai porositas terbuka dengan rumus [8] :

$$\text{porositas} = \frac{M_b - M_k}{V_b} \times \frac{1}{\rho_{air}} \times 100 \% \dots (2)$$

Nilai porositas minimum pada komposisi pasir, batu apung dan tepung ketan (60:30:10), dikarenakan komposisi campuran bahan menyebar merata (homogen) di dalam campuran tersebut sehingga menghalangi sebagian air untuk masuk, sehingga semakin sedikit pori-pori maka kerapatan juga akan semakin rendah.

Hal ini terlihat pada Grafik 2 uji porositas terhadap campuran pasir, batu apung dan tepung ketan sebagai berikut :



Grafik 2. Hubungan antara nilai pengujian porositas dan komposisi sampel [x% pasir + (90 - x) %] Batu apung

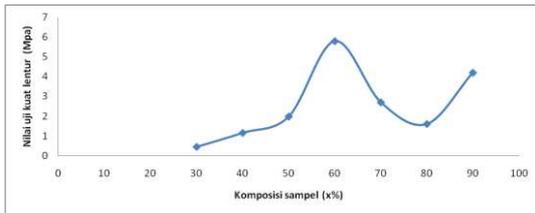
4.3 Analisis Uji Kuat Lentur

Persamaan yang digunakan untuk memperoleh kekuatan lentur yaitu [3]:

$$UFS = \frac{3PL}{2bd^2} \dots \dots \dots (3)$$

Nilai kuat lentur yang rendah dikarenakan tidak terjadi homogenitas pada campuran, yang mana nilai kuat lentur yang dihasilkan dari masing-masing sampel berbeda dan berubah-ubah kedudukannya dipengaruhi oleh kandungan ataupun proporsi dari bahan yang ada.

Hasil pengujian dapat dilihat pada Grafik 3 sebagai berikut :



Grafik 3. Hubungan antara nilai pengujian kuat lentur dan komposisi sampel [x% pasir + (90 - x) %] Batu apung

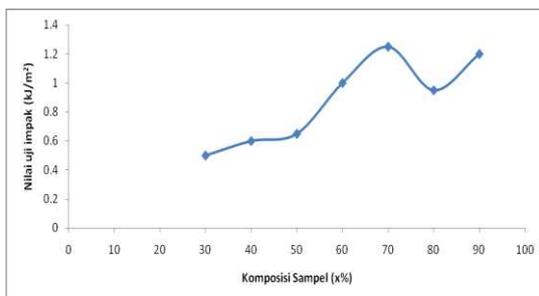
Kuat lentur maksimum diperoleh ketika 60% pasir dan 30% batu apung ditambahkan pada beton. Ini merupakan komposisi optimum. Pada komposisi ini beton lebih rapat karena pasir dapat mengisi ruang (rongga) yang ada secara optimum. Apabila jumlah pasir terus ditambah maka kuat lentur menurun, ini dikarenakan terjadinya kembali poros yang lebih banyak pada beton. Komposisi 60% pasir dapat diaplikasikan untuk beton ringan (jika kelenturan menjadi syarat utama).

4.4 Analisis UJI kuat Impak

Untuk mengetahui seberapa besar kekuatan impact yang dimiliki oleh sampel maka digunakan persamaan [2]:

$$I_s = \frac{E_s}{A} \dots \dots \dots (4)$$

Dibawah ini ditunjukkan Grafik nilai pengujian impact



Grafik 4. Hubungan antara nilai pengujian kuat impact dan komposisi sampel [x% pasir + (90 - x) %] Batu apung

Berdasarkan Grafik diatas dapat dilihat bahwa kuat impact maksimum yang baik yakni pada komposisi pasir : batu apung dan tepung ketan 60:30:10, 70:20:10 dan 90:0:10 dengan energi yang diserap oleh bahan ($E_s = 0.20 \text{ J}$) yakni $I_s = 1 \text{ kJ/m}^2$, $1,25 \text{ kJ/m}^2$ dan $1,2 \text{ kJ/m}^2$. Sedangkan nilai kuat impact minimum terdapat pada komposisi pasir : batu apung dan tepung ketan 30:60:10, nilai kuat impact minimum dikarenakan keadaan

pada saat pencetakan dilakukan yang terutama dipengaruhi suhu dan dipengaruhi kemampuan perekat dimana kemampuan perekat tidak berperan secara optimal.

Bentuk grafik yang tidak linear menunjukkan bahwa masing-masing komposisi memiliki kekuatan impact yang berbeda ketika variasinya berbeda. Pengaruh proporsi bahan penyusun dan kehomogenan dari campuran bahan juga menjadi alasan hasil uji impact pada beton polimer yang dihasilkan.

Pada komposisi pasir 70% dan batu apung 20% memberikan nilai impact maksimum. Ini dikarenakan pasir dan batu apung berperan maksimum dalam meneruskan pembebanan dinamis yang diberikan pada beton. Untuk aplikasi ketangguhan lenturan maka komposisi ini merupakan komposisi yang tepat(misalnya untuk bendungan).

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai pemanfaatan batu apung, pasir, tepung ketan, poliester dan thinner dalam pembuatan beton polimer, maka dapat diambil kesimpulan, yaitu : Berdasarkan porositas, beton yang dihasilkan sesuai dengan standard SNI 03-0691-1996 (porositas $\leq 10\%$). Dan Perbandingan optimum untuk beton polimer yakni pada komposisi pasir, batu apung dan tepung ketan 60:30:10 dengan nilai sebagai berikut : Daya serap air 1,47%, porositas 2%, kekuatan lentur 5,8 MPa, kekuatan impact 1 kJ/m^2 .

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Fauzi, Kurnia Sembiring dan Syahrul Humaidi dan Timbangan Sembiring yang telah membantu penulis.

7. DAFTAR PUSTAKA

[1] Anonim.2012.SNI 03-0691-1996. *Klasifikasi Paving Block (Bata Beton)*.Badan Standar Nasional,Jakarta.
 [2] ASTM D 256. *Standards Tests Method for Impact Strength of Materials*
 [3] ASTM D – 790.*Standard Tests Method for Flexural Strength of Materials*
 [4] Hartomo,A.J, 1992. *Memahami Polimer dan Perekat*. Andi Offset, Yogyakarta .
 [5] Hartomo,A.J.1995. *Penuntun Analisis Polimer Aktual*.Andi Offset,Yogyakarta.
 [6] Juwairiah.2009.*Efek Komposisi Agregat Batu Apung dan Epoxy Resin dalam Pembuatan Polymer Concrete Terhadap Karakteristiknya*, Medan. Program Pasca Sarjana USU.

- [7] Lawrence H. Van Vlack. 1989. *Elements of Materials Science and Engineering*.
- [8] Nugraha, Paul. 2007. *Teknologi Beton dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*. Penerbit Andi, Jakarta

