

UJI MEKANIK BETON POLIMER BERBAHAN BATU APUNG DAN SERBUK CANGKANG KELAPA SAWIT

Fhamela Jousroh Natama Siagian^{1,*}, Masthura², Miftahul Husnah³

^{1,2,3}Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Jl. Lapangan Golf No.120

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 24 Oktober 2023
Direvisi: 10 November 2023
Diterima: 11 Desember 2023

Kata kunci:

Beton Polimer
Batu Apung
Cangkang Kelapa Sawit
Resin Epoksi

Keywords:

Polymer Concrete
Pumice Stone
Palm Oil Shell
Epoxy Resin

Penulis Korespondensi:

Fhamela Jousroh Natama Siagian
Email: flamela3@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian uji mekanik beton polimer untuk mengetahui campuran terbaik dalam beton polimer menggunakan bahan batu apung dan serbuk cangkang kelapa sawit sebagai variabel bebas dengan variasi komposisi 20%:0%, 16%:4%, dan 14%:6%. Kemudian variabel tetap yaitu komposisi pasir 60% dan epoksi sebagai perekat 20%. Sampel dibentuk dalam cetakan yang terbuat dari baja berbentuk balok (10x2x1 cm) kemudian ditekan dengan *hotpress* pada suhu 90°C selama 20 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi komposisi yang optimum adalah batu apung dan serbuk cangkang kelapa sawit dengan perbandingan 20%:0%, pasir 60%, dan epoksi sebagai perekat 20% dengan kuat tekan 14,44 MPa, kuat tarik 0,85 MPa, dan kuat lentur 7,35 MPa.

A research on polymer concrete mechanics tests has been carried out to find out the best mix in polymer concrete using pumice and palm oil shell powder as independent variables with composition variations of 20%:0%, 16%:4%, and 14%:6%. Then the fixed variable is the composition of 60% sand and 20% epoxy as an adhesive. The sample was formed in a mold made of steel in the form of a beam (10 x 2 x 1 cm) and then pressed using a hot press at 90°C for 20 minutes. The results showed that the optimum composition variations were pumice stone and palm kernel shell powder with a ratio of 20%:0%, 60% sand, and 20% epoxy as adhesive with a compressive strength of 14.44 MPa, a tensile strength of 0.85 MPa, and flexural strength of 7.35 MPa.

Copyright © 2024 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Beton polimer atau disebut beton resin merupakan material komposit yang terdiri atas polimer sintetis organik dengan matriks polimer seperti polimer *thermoset* yang salah satunya adalah epoksi. Epoksi adalah jenis resin yang didapat dari reaksi polimerisasi epoksida. Epoksi terdiri dari resin dan *hardener*. Resin adalah bahan dasar yang memberikan kekuatan dan kekakuan, sementara *hardener* membantu mengerasakan campuran resin. Setelah tercampur, resin dan *hardener* akan berubah dari cair menjadi padat dan sangat kuat, mampu bertahan terhadap suhu tinggi tertentu hingga sekitar 120-150°C (250-300° F), dan ketahanan kimia yang dimiliki tinggi. Penelitian tentang beton polimer telah banyak dilakukan demi mendapatkan kualitas beton polimer yang bagus, seperti melakukan pembuatan beton polimer dengan campuran agregat batu apung dengan resin epoksi (Sitorus, 2018), dan memanfaatkan limbah dari industri cangkang kelapa sawit pada pembuatan beton polimer (Sembiring, 2019)

Pada dasarnya beton ialah materi bangunan dari perpaduan bahan yang terdiri atas semen, agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah (*admixture* atau *additive*) (Hidayatullah dkk., 2017). Beton yang menggunakan perekat bahan semen secara umum memiliki kelemahan antara lain: relatif berat, proses pengerasan yang cukup lama (maksimal 28 hari), serta cepat rapuh akibat tidak tahan terhadap lumut atau tidak tahan dengan kelembaban tinggi. Supaya waktu pengerasan pada beton lebih cepat dan rongga-rongga pada beton dapat tertutup lebih rapat sehingga tahan terhadap kelembaban tinggi maka digunakan material polimer untuk menggantikan pemakaian semen pada beton.

Polimer mempunyai beberapa keunggulan daripada semen, yaitu: pengerasannya yang cepat, kuat tarik yang lebih tinggi, dan daya lentur yang lebih baik. Dengan keunggulan-keunggulan tersebut maka dilakukan perekayasaan material dengan mewujudkan material beton yang kuat dan ringan dengan proses pengerasan yang cepat. Material beton yang memiliki kualifikasi tersebut dibuat dengan menggunakan bahan perekat campuran polimer epoksi dan agregat batu apung dengan menambahkan bahan pengisi (*filler*) menggunakan cangkang kelapa sawit. Batu apung (*pumice*) adalah batuan vulkanik yang mempunyai warna cerah dan tidak terlalu lembek untuk menghasilkan beton dengan berat jenis 700 – 1400 kg/m³ yang merupakan jenis beton ringan (Pulungan, 2012). Sedangkan cangkang kelapa sawit adalah salah satu limbah hasil pengolahan minyak kelapa sawit yang belum dimanfaatkan secara optimal akibat produksi kelapa sawit yang semakin bertambah dari tahun ke tahun. Cangkang kelapa sawit memiliki senyawa selulosa dan hemiselulosa yang tinggi sehingga dapat terserap pada permukaan mineral/partikel beton (Haryanti dkk., 2014). Pembuatan beton polimer dengan menggunakan agregat batu apung dan bahan tambah berupa filler dari limbah cangkang kelapa sawit bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari komposisi bahan tersebut terhadap karakterisasi mekanik beton polimer.

II. METODE

2.1 Alat dan Bahan

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah ayakan 100 mesh, neraca digital, cetakan sampel berukuran 10 cm x 2 cm x 1 cm, plat besi, mangkuk, sendok, spatula, kuas, aluminium foil, lumpang, blender, *beaker glass*, *hot press*, alat uji mekanik UTM (*Universal Tensile Machine*). Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir, batu apung, serbuk cangkang kelapa sawit, resin epoksi, dan *wax*.

2.2 Pembuatan Sampel Beton Polimer

Bahan baku berupa pasir, batu apung, serbuk cangkang kelapa sawit, dan resin epoksi ditimbang menjadi sesuai dengan komposisi: 60%:20%:0%:20% (A), 60%:16%:4%:20% (B), dan 60%:14%:6%:20% (C) dengan massa total sampel 100%. Setelah bahan baku ditimbang, kemudian dicampur ke dalam *beaker glass*, dan diaduk secara merata. Selanjutnya adonan tersebut dituangkan ke dalam cetakan yang terbuat dari baja berbentuk balok (10x2x1 cm) dan dituangkan di atas cetakan yang telah dilapisi aluminium foil dan diolesi dengan menggunakan *wax*. Proses pengeringan atau pengerasan dilakukan di dalam *hotpress* dengan suhu 90°C. Lama penekanan untuk satu sampel pada saat dipanaskan adalah 20 menit.

2.3 Pengujian Sampel

2.3.1 Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah perbandingan antara beban maksimum yang ditahan dengan luas penampang yang menghadapi suatu gaya. Nilai kuat tekan pada beton polimer dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 1 sebagai berikut:

$$\text{KuatTekan}(\sigma) = \frac{P}{A} \quad (1)$$

dengan σ adalah tekanan (Pa), P adalah beban maksimum (kg), A adalah luas penampang (cm^2).

2.3.2 Kuat Tarik

Kuat tarik merupakan kuat beton yang disebabkan suatu gaya yang mengarah untuk membelah separuh beton akibat tarikan. Nilai kuat tarik dihitung dari besar beban tarik maksimum (N) dibagi dengan luas penampang (mm^2). Besarnya nilai kuat tarik beton polimer dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 2 sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2)$$

dengan σ adalah tegangan tarik (N/mm^2), F adalah gaya (N), A adalah luas penampang (mm^2).

2.3.3 Kuat lentur

Uji kuat lentur adalah kekuatan beton polimer atas pembebanan pada tiga titik lentur. Pengujian ini juga dimaksudkan untuk mengetahui keelastisan suatu bahan. Besarnya nilai kuat lentur beton polimer dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3 sebagai berikut:

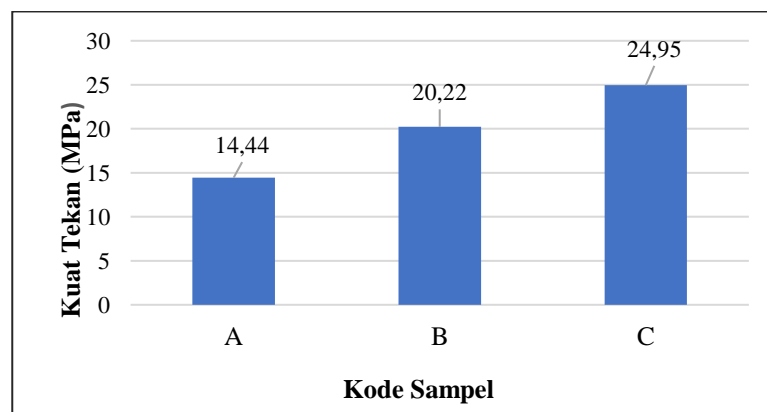
$$\sigma_p = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (3)$$

dengan σ_p adalah kuat lentur (kPa), P adalah gaya penekan (kN), L adalah jarak antara dua penumpu (m), b adalah lebar sampel (m), d adalah tebal sampel (m).

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Kuat Tekan

Pengaruh penambahan batu apung dan serbuk cangkang kelapa sawit terhadap kuat tekan beton dapat dilihat pada Gambar 1. Kuat tekan tertinggi terdapat pada sampel C pada persentase 14%: 6% yaitu 24,95 MPa. Kuat tekan terendah terdapat pada sampel A pada persentase 20%: 0% yaitu 14,44 MPa.



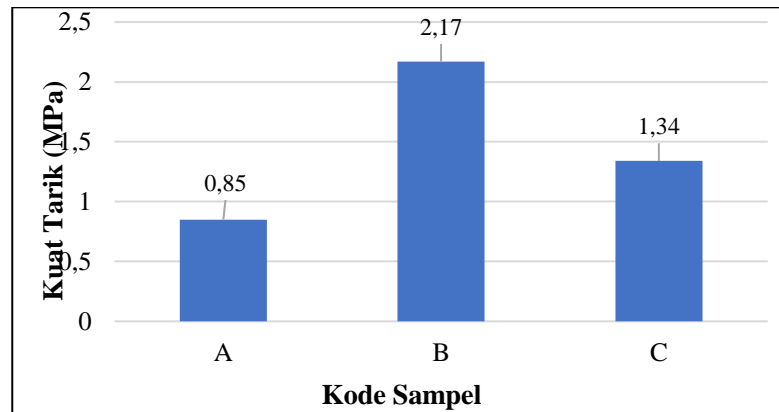
Gambar 1 Grafik hubungan antara kuat tekan dengan komposisi

Nilai ini memenuhi nilai standar (SNI 03-0691-1996) dimana nilai kuat tekan yang diisyaratkan sebesar 10-40 MPa. Pada sampel dengan penambahan batu apung dan serbuk cangkang kelapa sawit terjadi peningkatan nilai kuat tekan beton. Peristiwa ini sesuai dengan analisis (Miswar, 2020) yang

mengatakan bahwa batu apung menyebabkan terjadinya perubahan nilai kuat tekan beton, dimana semakin besar persentase batu apung maka nilai kuat tekannya menurun dan sebaliknya apabila persentase batu apung dikurangi maka nilai kuat tekan pada beton menjadi meningkat. Berdasarkan studi pemanfaatan batu apung dengan komposisi 100% dan faktor air semen (Fas) sebesar 0,35 mendapatkan kuat tekan sebesar 17,84 MPa. Beton ini masuk dalam syarat beton ringan struktural (Alfansuri, 2017).

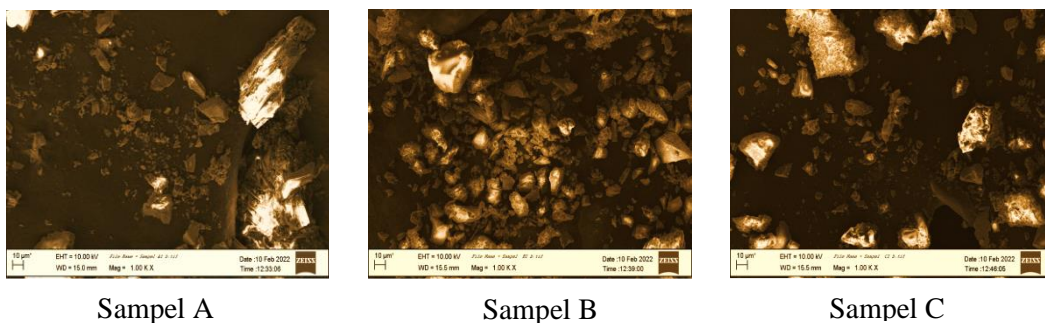
3.2 Kuat Tarik

Pengaruh penambahan batu apung dan serbuk cangkang kelapa sawit terhadap kuat tarik beton dapat dilihat pada Gambar 2. Kuat tarik tertinggi terdapat pada sampel B pada persentase 16%: 4% yaitu 2,17 MPa. Kuat tarik terendah terdapat pada sampel A pada persentase 20%: 0% yaitu 0,85 MPa.



Gambar 2 Grafik hubungan antara kuat tarik dengan komposisi

Pengaruh batu apung dan serbuk cangkang kelapa sawit terhadap kuat tarik beton menunjukkan peningkatan namun pada sampel C mengalami penurunan. Terjadinya penurunan nilai kuat tarik pada beton polimer karena adanya penggumpalan pada campuran beton pada proses pembuatan sehingga menyebabkan resin tidak dapat mengikat komposisi secara merata atau homogen. Hal ini dapat dilihat dari hasil uji *Scanning Electron Microscope* (SEM) yang dilakukan seperti pada Gambar 3. Tekstur beton polimer yang semakin keras dan komposisi yang tidak tercampur merata akibat resin epoksi yang tidak mampu mengikat komposisi menyebabkan terjadinya penurunan nilai kuat tarik pada beton polimer (Sitorus 2018).



Gambar 3 Hasil uji SEM perbesaran 1000X pada sampel A, B, dan C.

Pada sampel A beton polimer dengan komposisi (60 %, 20 %, 0%, dan 20%), terlihat bahwa resin epoksi yang menutupi campuran komposisi berwarna putih cerah. Resin epoksi kurang menutupi campuran pasir, batu apung, dan cangkang kelapa sawit secara merata sehingga terjadi penggumpalan atau aglomerasi pada sampel beton polimer. Hal ini disebabkan bahan yang tidak terdistribusi merata selama proses pencampuran dan pengadukan sehingga terdapat gumpalan dan pori-pori pada permukaan sampel beton polimer.

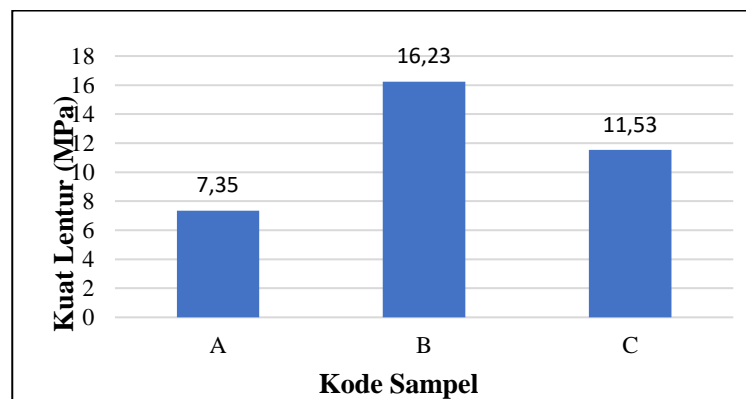
Pada sampel B beton polimer dengan komposisi (60%, 16%, 4%, dan 20%), dapat dilihat bahwa masih terjadi penggumpalan atau aglomerasi pada permukaan sampel beton polimer, namun komposisi campuran sudah tampak merata (homogen). Hal ini karena adanya perubahan komposisi pada massa

batu apung dan massa serbuk cangkang kelapa sawit sehingga resin epoksi putih cerah dapat menutupi dan mengikat dengan baik campuran pasir, apung dan serbuk cangkang kelapa sawit.

Pada sampel C beton polimer dengan komposisi (60 %, 16 %, 6%, dan 20%), menunjukkan bahwa sampel ini lebih unggul dari sampel sebelumnya. Resin epoksi menutupi campuran pasir, batu apung dan serbuk cangkang kelapa sawit secara merata (homogen) dimana penggumpalan atau aglomerasi pada permukaan sampel semakin sedikit. Hal ini karena komposisi pada massa serbuk cangkang sawit bertambah dan massa batu apung berkurang sehingga ukuran butir beton polimer memadat dan gumpalan menjadi lebih sedikit.

3.3 Kuat Lentur

Pengaruh penambahan batu apung dan serbuk cangkang kelapa sawit terhadap kuat lentur beton dapat dilihat pada Gambar 4. Kuat lentur tertinggi terdapat pada sampel C pada persentase 14%: 6% yaitu 11,53 MPa. Kuat lentur terendah terdapat pada sampel A pada persentase 20%: 0% yaitu 7,35 MPa.



Gambar 4 Grafik hubungan antara kuat lentur dengan komposisi

Pada sampel penambahan batu apung dan serbuk cangkang kelapa sawit terjadi peningkatan nilai kuat lentur, namun pada sampel C terjadi penurunan. Nilai kuat lentur mengalami penurunan dikarenakan adanya perubahan massa antara batu apung dan serbuk cangkang kelapa sawit sehingga menyebabkan ikatan antar partikel tidak stabil dan membuat lubang-lubang kecil yang mengakibatkan menurunnya nilai kuat lentur pada beton polimer. Hal ini dapat dilihat dari hasil uji SEM pada Gambar 3. Pada beton polimer, ikatan antar butir partikel yang tidak baik akan menyebabkan ketidakstabilan sehingga nilai kelenturan mengalami penurunan (Eriza, 2018).

IV. KESIMPULAN

Batu apung dan serbuk cangkang kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan beton polimer dengan karakteristik sesuai dengan SNI 03-0691-1996. Batu apung dan serbuk cangkang kelapa sawit yang digunakan merupakan bahan yang sudah kering. Penambahan batu apung dan serbuk cangkang kelapa sawit pada beton polimer pada variasi 60%:20%:0%:20% (A), 60%:16%:4%:20% (B), dan 60%:14%:6%:20% (C) menghasilkan nilai kuat tekan sebesar 14,44 MPa, nilai kuat tarik sebesar 0,85 MPa dan nilai kuat lentur 11,53 MPa. Penambahan batu apung dan serbuk cangkang kelapa sawit dapat mempengaruhi sifat mekanik pada beton polimer dan memenuhi persyaratan beton mutu B dengan kekuatan tekan rata-rata 20 MPa yang dapat digunakan pada lahan parkir.

DAFTAR PUSTAKA

- Eriza, D. (2018). Pembuatan Dan Karakterisasi Beton Polimer Dari Batu Apung Dan Serat Kulit Waru (*Hibiscus Tiliaceus*) Dengan Resin Epoksi. *Universitas Sumatera Utara*.
- Haryanti, A., Norsamsi, N., Fanny Sholiha, P. S., & Putri, N. P. (2014). Studi Pemanfaatan Limbah Padat Kelapa Sawit. *Konversi*, 3(2), 20. <https://doi.org/10.20527/k.v3i2.161>
- Hidayatullah, S., Kurniawandy, A., & Ermiyati. (2017). Pemanfaatan Limbah Botol Plastik Sebagai Bahan Serat Pada Beton. *Jom FTEKNIK*.

- Miswar, K. (2020). Pemanfaatan Batu Apung Sebagai Material Beton Ringan. *Teknik Sipil*.
- Pulungan, A. H. (2012). Pembuatan Dan Karakterisasi Beton Polimer Dengan Menggunakan Campuran Batu Apung Dan Agregat Pasir Serta Tepung Ketan Dengan Perak Poliester. *Universitas Sumatera Utara*.
- Sembiring, B. E. (2019). Pembuatan Dan Karakterisasi Beton Polimer Berbasis Cangkang Kelapa Sawit Dan Fiberglass Dengan Resin Epoksi. Universitas Sumatera Utara.
- Sitorus, P. M. S. (2018). Pembuatan Dan Karakterisasi Beton Polimer Dengan Agregat Batu Apung Serta Serat Cangkang Kulit Kopi Sebagai Filler. *Universitas Sumatera Utara*.