

PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK SEBAGAI PENGUAT BETON RESIN FLY ASH

Muhammad Haqqi Musthafa Kamil^{1*}, Taufiq Rochman², Wahiddin³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang³
m.haqqi50@gmail.com^{1*}, taufiq.rochman@polinema.ac.id², wahiddin@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Penggunaan semen pada beton berkontribusi dalam penambahan karbon dioksida di dunia yang dapat mencemari lingkungan. Selain karbon dioksida plastik juga merupakan salah satu pencemar lingkungan karena sifatnya yang tidak mudah terurai oleh tanah. Karenanya para peneliti mencari alternatif lain dengan menggunakan beton resin sebagai pengganti beton semen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perilaku beton resin terhadap kuat tekan, tarik, lentur dan juga penggunaannya dalam dunia konstruksi. Hasil penelitian ini didapat bahwa beton resin dengan lebih banyak limbah plastik dapat digunakan sebagai bahan bangunan non struktural seperti dinding, kusen, meja, dan sejenisnya. Sementara beton resin dengan lebih sedikit limbah plastik dapat digunakan dalam bahan bangunan struktural seperti pipa, culvert, dan sejenisnya.

Kata kunci : beton resin, sifat mekanis, limbah plastik

ABSTRACT

The use of cement in concrete contributes to the increase of carbon dioxide in the world, which can pollute the environment. In addition to carbon dioxide, plastic is also one of the environmental pollutants due to its non-biodegradable nature. Therefore, researchers are looking for alternative options by using resin concrete as a substitute for cement concrete. This study aims to determine the behavior of resin concrete in terms of compressive, tensile, and flexural strength, as well as its application in the construction industry. The results of this study indicate that resin concrete with a higher amount of plastic waste can be used as non-structural building materials such as walls, frames, tables, and the like. Meanwhile, resin concrete with a lower amount of plastic waste can be used in structural building materials such as pipes, culverts, and similar components.

Keywords : concrete resin, mechanical properties, plastic waste

1. PENDAHULUAN

Umumnya material beton terdiri atas semen, pasir, kerikil dan air. Fungsi semen dalam campuran beton ataupun mortar sebagai pengikat material yang terjadi akibat proses pencampuran semen dengan air, hal ini disetujui pada [1] yang mengungkapkan bahwa semen adalah zat anorganik yang memiliki sifat pengikat hidrolis. Dimana proses mixing antara semen dengan air akan membentuk pasta, dan mengeras karena formasi hidrasi. Setelah semen mengeras, semen akan mempertahankan kekuatannya.

Pada saat produksi material semen dihasilkan banyak unsur karbon dioksida (CO₂) sehingga dapat berpengaruh pada lingkungan, ini didukung pada [2] yang menyatakan bahwa emisi karbon hasil produksi semen menyumbang

sekitar 5% dari jumlah emisi karbon dunia pada tahun 1994. Selain itu berat struktur beton juga cukup tinggi, dimana beton memiliki berat jenis sebesar 2400 kg/m³ [2].

Banyak upaya rekayasa yang telah dilakukan untuk mengurangi penggunaan semen agar lebih ramah lingkungan, tahan terhadap bahan kimia, dan juga mendapatkan struktur yang lebih ringan, namun tidak kalah dari segi kekuatan. Salah satu upaya yang dilakukan yaitu dengan menggunakan beton berbahan polimer. Beton resin merupakan material komposit dengan sifat yang lebih unggul dibanding beton semen biasa pada kekuatan mekanik dan juga tahan terhadap bahan kimia [3]. Cara kerja beton resin sendiri adalah mengganti pengikat hidrat semen dengan pengikat polimer [4].

Polimer ada dua macam, yaitu polimer thermoset dan thermoplastik. Dimana polimer thermoplastik akan mengalami leleh pada suhu tinggi dan berubah menjadi padat pada saat proses pendinginan [5]. Sedangkan pada polimer thermoset, sifat mekaniknya tidak bergantung pada suhu. Polimer thermoset tidak berubah kembali ke bentuk semula walaupun diberi suhu yang tinggi.

Limbah plastik dipilih sebagai pengganti agregat dalam pembuatan beton resin. Ini dilakukan untuk mengurangi jumlah limbah plastik yang ada di dunia. Konsumsi plastik pada tahun 2015 hingga 2016 mengalami peningkatan sebesar 5,2% dari angka 4,5 juta ton menjadi 4,8 juta ton [6]. Penumpukan limbah plastik dapat mencemari lingkungan dikarenakan tidak dapat terurai oleh tanah [7].

2. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan pembuatan spesimen tekan kubus sesuai dengan SNI 6835-2002 [8], spesimen tarik sesuai ASTM D3039 [9], dan spesimen lentur ASTM D7264 [10]. Pembuatan spesimen ini direncanakan dengan komposisi berturut-turut RESIN : KATALIS : Co : FLY ASH : LIMBAH PLASTIK sebagai berikut. RUN 1 2:0,35:0,15:2,3:5,2; RUN 2 2:0,35:0,15:2,5:5; RUN 3 2:0,35:0,15:2,7:4,8; RUN 4 2,3:0,35:0,15:2,6:4,6; RUN 5 2,5:0,35:0,15:2,6:4,4; RUN 6 2,5:0,35:0,15:2,8:4,2; RUN 7 2,5:0,35:0,15:3:4; RUN 8 2,5:0,35:0,15:3,2:3,8; RUN 9 2,8:0,35:0,15:3,1:3,6; RUN 10 2,8:0,35:0,15:3,3:3,4; RUN 11 3:0,35:0,15:3,3:3,4; RUN 12 3:0,35:0,15:3,5:3; RUN 13 3,35:0,35:0,15:3,35:2,8; RUN 14 3,5:0,35:0,15:3,4:2,6; RUN 15 3,7:0,35:0,15:3,4:2,4; RUN 16 3,7:0,35:0,15:3,8:2. Nantinya didapat komposisi yang ideal berdasarkan kuat tekan, kuat tarik, kuat lentur terhadap sumbu kuat dan sumbu lemah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan skema yang dibahas sesuai metode, maka didapatkan hasil sebagai berikut.

Hasil Pengujian Tekan

Pengujian tekan kubus dilakukan dengan bantuan mesin uji tekan. Pemberian beban dilakukan hingga benda uji tekan tidak memberikan perlawanan atau saat pembacaan beban sudah tidak bertambah lagi. Hasil pengujian tekan dapat dilihat pada pada **Tabel 1** berikut ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian Tekan

RUN	σ (Mpa)	BJ (kg/m ³)	ϵ
1	4.98	746.85	0.02461
2	9.01	828.24	0.01981
3	14.58	1062.89	0.01434
4	20.79	1111.98	0.02033
5	12.67	1005.58	0.01923

Tabel 1. Hasil Pengujian Tekan (Lanjutan)

RUN	σ (Mpa)	BJ (kg/m ³)	ϵ
6	14.38	1038.02	0.02055
7	20.32	1090.55	0.01760
8	22.89	1131.41	0.03005
9	34.58	1212.08	0.02848
10	41.55	1292.69	0.01549
11	15.71	975.82	0.02205
12	22.46	1045.45	0.03751
13	22.47	1053.26	0.03608
14	14.06	906.29	0.02873
15	35.86	1137.74	0.02077
16	84.03	1426.75	0.01412

Sumber: Hasil pengujian



Gambar 1. Pengujian Tekan

Hasil Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan dengan bantuan mesin UTM. Pemberian beban dilakukan hingga benda uji putus. Hasil pengujian tarik dapat dilihat pada **Tabel 2** berikut.

Tabel 2. Hasil Pengujian Tarik

RUN	σ (MPa)	Regangan
T5	3.80	0.0163
T8	7.46	0.0219
T10	6.48	0.0172
T12	6.74	0.0202
T14	3.43	0.0170
T15	3.70	0.0272
T16	10.96	0.0251

Sumber: Hasil pengujian

Berdasarkan **Tabel 2** diatas didapat bahwa kuat tarik tertinggi berada pada T16 dengan nilai 10,96 Mpa. Sedangkan nilai kuat tarik terendah ada pada T14 dengan nilai 3,43 MPa. Pada **Gambar 2** berikut merupakan proses pengujian benda uji tarik.



Gambar 2. Proses pengujian tarik

Hasil Pengujian Lentur Berdiri

Pengujian lentur berdiri dilakukan dengan bantuan pendekatan dengan mesin CBR. Pemberian beban pada benda uji dilakukan hingga benda uji patah. Pengujian ini dilakukan sesuai dengan ASTM D7264 dengan sistem *three point bending*. Hasil dari pengujian lentur berdiri dapat dilihat pada **Tabel 3** berikut ini.

Tabel 3. Hasil pengujian lentur berdiri

RUN	σ (Mpa)	ϵ	E (MPa)
LB5	4.79	0.0265	180.69
LB8	7.05	0.0157	446.50
LB10	11.36	0.0149	767.83
LB12	11.88	0.0154	774.93
LB14	7.45	0.0263	282.92
LB15	7.78	0.0183	436.12
LB16	10.85	0.0173	627.43

Sumber: Hasil pengujian

Berdasarkan **Tabel 3** didapat bahwa nilai tegangan lentur berdiri tertinggi ada pada LB 12 dengan nilai 11,88 MPa dan modulus lentur sebesar 774,93 MPa. Sedangkan nilai tegangan lentur berdiri terkecil berada pada LB 5 dengan nilai 4,79 MPa dan modulus lentur sebesar 180,69 MPa.

Hasil Pengujian Lentur Tidur

Pengujian lentur tidur dilakukan dengan bantuan mesin CBR. Pemberian beban pada benda uji dilakukan hingga benda uji patah. Pengujian ini dilakukan sesuai dengan ASTM D7264 dengan sistem *three point bending*. Hasil dari

pengujian lentur berdiri dapat dilihat pada **Tabel 4** berikut ini.

Tabel 4. Hasil pengujian lentur tidur

RUN	σ (Mpa)	ϵ	E (MPa)
LT5	4.82	0.0134	360.15
LT8	6.23	0.0087	716.47
LT10	10.54	0.0123	860.17
LT12	12.05	0.0103	1175.84
LT14	6.49	0.0105	616.32
LT15	7.86	0.0095	830.62
LT16	11.76	0.0102	1155.35

Sumber: Hasil pengujian

Berdasarkan **Tabel 4** didapat bahwa nilai tegangan lentur tidur tertinggi berada pada LT 12 dengan nilai 12,05 MPa dan modulus lentur sebesar 1175,84 MPa. Sedangkan nilai tegangan lentur tidur terendah ada pada LT 5 dengan nilai 4,82 MPa dan modulus lentur sebesar 360,15 MPa.

Hasil Pengujian Lentur Berdiri dan Tidur Rerata

Tabel 5. Rekapitulasi tegangan lentur

RUN	σ (Mpa)	ϵ	E (MPa)
L5	4.82	0.01995	240.70
L8	6.23	0.01220	544.71
L10	10.54	0.01359	806.14
L12	12.05	0.01283	932.58
L14	6.49	0.01844	377.90
L15	7.86	0.01392	562.07
L16	11.76	0.01375	822.29

Sumber: Hasil perhitungan

Pemilihan Run Optimal

RUN optimal yang dipilih adalah RUN 16. Campuran pada RUN ini dipilih berdasarkan dari pengujian sebelumnya. Kuat tekan pada RUN 16 ini juga memiliki nilai tertinggi yaitu sebesar 84,03 MPa, dan juga memiliki kuat tarik tertinggi dengan nilai 10,96 MPa. Karenanya RUN 16 ini dipilih sebagai RUN optimal.

4. KESIMPULAN

Komposisi campuran yang optimum ada pada resin 37%, limbah plastik 20%, fly ash 38%, cobalt 1,5%, dan katalis 3,5% dengan nilai kuat tekan maksimum 84,03 MPa, kuat tarik maksimum 10,96 MPa, dan kuat lentur sebesar 11,30 MPa. Berat jenis dari komposisi ini berada pada angka 1426,75 kg/m³. Selain dari campuran optimum, terdapat campuran teringan dengan berat jenis 746.85 kg/m³ yang ada pada komposisi resin 20%, limbah plastik 52%, fly ash 23%,

cobalt 1,5%, dan katalis 3,5% namun memiliki kuat tekan terlemah dengan nilai kuat tekan sebesar 4,98 MPa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Worrell, E., Price, L., Martin, N., Hendriks, C., & Meida, L. O. (2001). *Carbon dioxide emissions from the global cement industry*. Annual Review of Energy and the Environment, 26, 303–329. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.26.1.303>
- [2] SNI 2847:2019. (2019). *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Dan Penjelasan Sebagai Revisi Dari Standar Nasional Indonesia 2847:2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*.
- [3] Barbuta, M., Rujanu, M., & Nicuta, A. (2016). *Characterization of Polymer Concrete with Different Wastes Additions*. Procedia Technology, 22, 407–412. <https://doi.org/10.1016/J.PROTCY.2016.01.069>
- [4] Mindess, S. (2019). *Developments in the Formulation and Reinforcement of Concrete*. Woodhead Publishing. https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=YGGdDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Developments+In+The+Formulation+and+Reinforcement+of+Concrete&ots=1d-AJwd6oy&sig=vC8pTPAGRzP2HTE_glBoM-ZqPaY&redir_esc=y#v=onepage&q=Developments%20In%20The%20Formulation%20and%20Reinforcement%20of%20Concrete&f=false
- [5] Massy, J. (2017). *A Little Book about BIG Chemistry*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-54831-9>
- [6] Auliyah, N., Moonti, R. M., Ernikawati, E., Nuna, M., Puspaningrum, D., Hatta, H., Nabu, S. Y., Moses, A. A., Dawa, W. O., Habie, V., & Demanto, C. (2023). *Pemanfaatan Limbah Gelas Plastik Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Paving Block Di Desa Mootilango*. Insan Cita : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat, 5(1). <https://jurnal.unigo.ac.id/index.php/insancita/article/view/2173>
- [7] Supratikno, & Ratnanik. (2019). *Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Pengganti Agregat Kasar pada Adukan Beton*. Jurnal Teknik Sipil, 6. <https://garuda.kemdikbud.go.id/documents/detail/917327>
- [8] SNI-03-6825-2002. (2002). *Metode pengujian kekuatan tekan mortar semen Portland untuk pekerjaan sipil*.
- [9] ASTM D3039. (1995). *Standart Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials*.
- [10] ASTM D7264. (2020). *Standard Test Method for Flexural Properties of Polymer Matrix Composite Materials*. <http://www.ansi.org>.