

Analisa Pengaruh Penambahan Limbah Kertas Sebagai Substitusi Parsial Semen Dengan Bahan Tambah Epoxy Resin Terhadap Kuat Tekan Beton

Abdi Kesuma

¹Program Studi Teknik Sipil, ²Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan
Jl. Mughtar Basri No. 3, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara

Email: abdikesuma@gmail.com

Abstrak

Beton telah menjadi salah satu bahan konstruksi yang telah umum digunakan untuk bangunan gedung, jembatan, jalan, dan lain-lain. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pebandingan kuat tekan beton normal dengan beton limbah kertas sebagai substitusi parsial semen sebanyak 2% dan 4% dengan bahan tambah Epoxy resin sebanyak 5%. kuat tekan rata-rata beton normal umur 7 hari sebesar 19,14 MPa sedangkan untuk kuat tekan rata-rata beton dengan campuran limbah kertas 2% sebagai substitusi parsial semen dan 5% Epoxy resin yaitu sebesar 18,96 MPa, dapat dilihat terjadi penurunan sebesar 0,18 MPa, begitu juga dengan kuat tekan rata-rata beton dengan campuran limbah kertas 4% dan epoxy resin 5% yaitu 18,20 MPa, terjadi penurunan sebesar 0,94 MPa dari beton normal. Untuk beton 28 hari kuat tekan rata-rata beton normal adalah sebesar 27,54 MPa, dan kuat tekan rata-rata beton dengan campuran limbah kertas 2% adalah sebesar 27,26 MPa, terjadi penurunan kuat tekan sebesar 0,28 MPa sedangkan untuk kuat tekan rata-rata beton dengan campuran limbah kertas 4% adalah sebesar 26,97 MPa, terjadi penurunan sebesar 0,57 MPa dari beton normal.

Kata kunci: Beton, Limbah kertas, Epoxy Resin, Kuat tekan.

1. PENDAHULUAN

Beton telah menjadi salah satu bahan konstruksi yang telah umum digunakan untuk bangunan gedung, jembatan, jalan, dan lain-lain. Beton banyak digunakan sebagai bahan bangunan karena harganya relatif murah, kuat tekannya tinggi, dapat dibuat sesuai dengan bentuk dan ukuran yang diinginkan, dapat dikombinasikan dengan baja tulangan, dan masih banyak lagi kelebihan-kelebihan yang lain (Ginting, 2019).

Kertas merupakan salah satu komoditi yang sangat dibutuhkan oleh hampir seluruh umat manusia di dunia. Kehidupan modern sehari-hari kini tidak bisa lepas dari kertas yang bahan bakunya sebagian besar kayu hasil tebangan pohon dari hutan. Dengan demikian, makin boros masyarakat memakai kertas, makin banyak pohon yang harus ditebang untuk dijadikan bubur calon kertas. (Jalan et al., 2018).

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat pada benda uji kubus sampai hancur. Untuk standar pengujian kuat tekan digunakan SNI 1974-2001.

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Dimana σ merupakan kuat tekan benda uji (N/mm²) dan P merupakan besar beban maksimum (N) dan A merupakan luas penampang benda uji mm² (Bruno, 2019).

2. METODE PENELITIAN

Teknik Pengumpulan Data dilaksanakan dengan metode eksperimen terhadap beberapa benda uji dari berbagai kondisi perlakuan yang diuji di laboratorium. Untuk beberapa hal pada pengumpulan data, digunakan data sekunder. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (literatur), konsultasi langsung dengan Dosen Pembimbing dan Asisten Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3. HASIL

Pelaksanaan penelitian ini berupapemeriksaan material, perencanaan adukanbeton, pengadukan material campuran beton, pengujian *slump*, pencetakan benda uji, perawatan benda uji, dan pengujian kuat tekan.

Tabel 2. Hasil Uji Material

No	Jenis Pengujian	Agregat Halus	Agregat Kasar
1	Berat Jenis	2,56	2,4 3
2	Kadar Air (%)	2,145%	0,604%
3	Kadar Lumpur (%)	5,3%	0,9%
4	Berat Isi (kg/dm ³)	1,67	1,77
5	Analisa Saringan	2,83	6,64

4.1. Proporsi Campuran Beton

- Umur beton 7 hari

Semen	486,5 kg	1
Air	178,310 Liter	0,37
Agregat kasar	1241,42 kg	2,55
Agregat halus	518,78 kg	1,1

- Umur beton 28 hari

Semen	360 kg	1
Air	177,797 Liter	0,5
Agregat kasar	606,42 kg	1,7
Agregat halus	1297,82 kg	3,6

4.2. Hasil Pemeriksaan *Slump*

Pengujian *slump* dilakukan dengan kerucut *abrams* dengan cara mengisi kerucut *abrams* dengan beton segar sebanyak 3 lapis, tiap lapis kira-kira 1/3 dari isi kerucut pada tiap lapisan dilakukan penusukan sebanyak 25 kali, tongkat penusuk harus masuk sampai bagian bawah tiap-tiap lapisan setelah pengisian selesai ratakan permukaan kerucut lalu angkat cetakan dengan jarak 300 mm dalam waktu 5 ± 2 detik tanpa gerakan *lateral* atau *torsional*.

Tabel 4.16: Hasil *Slump Test* beton umur 7 hari.

Variasi Beton	Tinggi <i>Slump</i>			Rata-rata (cm)
	1	2	3	
Beton Normal	11	10,6	11,2	10,9
BP - 2% Limbah Kertas + 5% <i>Epoxy Resin</i>	11,9	12,3	12	12,1
BP - 4% Limbah Kertas + 5 <i>Epoxy Resin</i>	10,7	11	11,4	11

Tabel 4.17: Hasil *Slump Test* beton umur 28 hari.

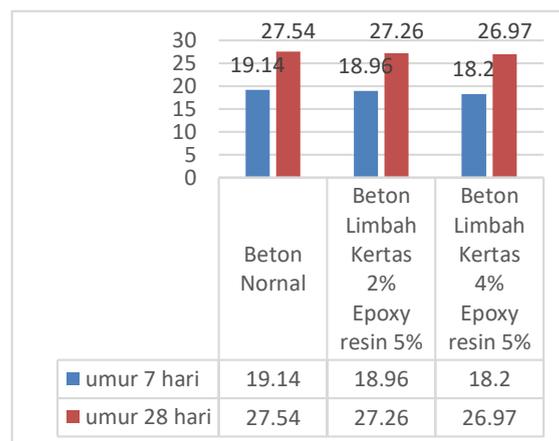
Variasi Beton	Tinggi <i>Slump</i>			Rata-rata (cm)
	1	2	3	
Beton Normal	11,5	11,6	11,9	11,7
BP - 2% Limbah Kertas + 5% <i>Epoxy Resin</i>	12	12,8	12,4	12,4
BP - 4% Limbah Kertas + 5 <i>Epoxy Resin</i>	12,7	11,6	12	12,1

4.2. Hasil Pemeriksaan Kuat Tekan Beton

Setelah melakukan pengujian kuat tekan beton normal, maka didapat hasil beton normal tanpa penambahan limbah kertas dan *epoxy resin* mengalami kenaikan sampai dengan umur 28 hari, kuat tekan rata-rata beton normal umur 7 hari yaitu sebesar 19,14 MPa sedangkan beton normal umur 28 hari sebesar 27,54 MPa. Kuat tekan yang paling maksimum terjadi pada beton normal dengan perendaman selama 28 hari.

penambahan materi limbah kertas kedalam adukan beton memiliki kekurangan yaitu akan mengurangi kekuatan tekan dari beton tersebut. Kuat tekan maksimum pada beton yaitu sebesar 27,26 MPa pada variasi limbah kertas 2% dan pemanambahan *epoxy resin* 5% pada umur beton 28 hari, kuat tekan rata-rata beton mengalami penurunan dibandingkan beton normal yaitu sebesar 0,28 MPa. Sedangkan untuk umur beton 7 hari kuat tekan rata-rata yaitu sebesar 18,96 MPa.

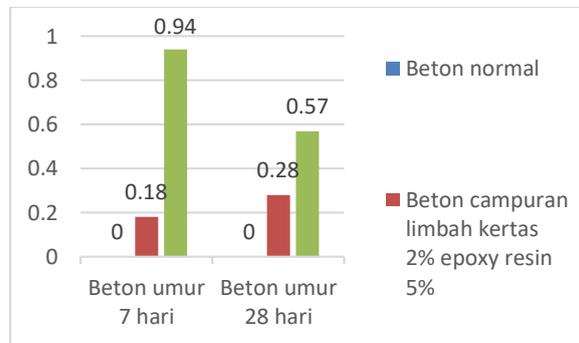
Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, beton dengan atau tanpa penambahan limbah kertas mengalami kenaikan kuat tekan sampai dengan umur 28 hari. Pergantian limbah kertas sebagai substitusi parsial semen dapat mereduksi kuat tekan beton hingga mencapai 0,57 MPa pada variasi limbah kertas 4% dan *epoxy resin* 5% dengan kuat tekan rata-rata 26,97 MPa untuk umur beton 28 hari. Sedangkan untuk umur beton 7 hari terjadi penurunan sebesar 0,94 MPa dengan kuat tekan rata-rata 18,20 MPa.



Gambar 4.1. Grafik Pengujian kuat tekan beton

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa kuat tekan rata-rata beton mengalami penurunan pada setiap variasi, kuat tekan maksimum pada beton normal umur 28 hari yaitu sebesar 27,54 MPa dan kuat tekan minimum pada beton variasi limbah kertas 4% dengan bahan tambah *epoxy resin* sebanyak 5% yaitu sebesar 18,2 MPa. Menurut Neville (1999) substitusi limbah kertas 30%-40% dapat dikategorikan sebagai beton ringan struktur, yaitu struktur dengan berat jenis antara 1350 kg/m³ sampai 1900 kg/m³ dan kuat tekan lebih dari 14 MPa yang dapat digunakan sebagai beton normal.

Berdasarkan SK SNI 03-3449-2002 beton kertas dengan proporsi limbah kertas sebesar 30% dapat dikategorikan beton ringan structural dan dapat diaplikasikan pada bangunan sederhana (*non engineering building*). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa limbah kertas dapat digunakan sebagai bahan pengganti semen dalam produksi beton pada bangunan sederhana dengan persentasi subsitusi limbah kertas sebesar 1% sampai 4%.



Gambar 4.2. Grafik perbandingan kuat tekan beton

Menurut Tandipayuk (2017) dalam penelitiannya menyatakan bahwa beton dengan atau tanpa penambahan limbah kertas mengalami kenaikan kuat tekan sampai dengan umur 28 hari, pergantian limbah kertas sebagai agregat halus dapat mereduksi berat isi beton hingga mencapai 3,87% atau 88,98 kg/m³ pada variasi P50-0. Penambahan limbah kertas pada campuran beton menurunkan kuat tekan beton sebesar 6,79%, demikian juga modulus elastisitas beton meningkat sebesar 19,90% pada beton P25-0 dibandingkan dengan beton normal.

4. KESIMPULAN

- Perbandingan kuat tekan beton umur 7 hari untuk tiap-tiap variasi adalah:
 - Beton normal = 19,14 MPa
 - Beton campuran limbah kertas 2% dan *epoxy resin* 5% = 18,96 Mpa
 - Beton campuran limbah kertas 2% dan *epoxy resin* 5% = 18,20 MPaPerbandingan kuat tekan beton umur 28 hari untuk tiap-tiap variasi adalah:
 - Beton normal = 27,54 MPa
 - Beton campuran limbah kertas 2% dan *epoxy resin* 5% = 27,26 Mpa
 - Beton campuran limbah kertas 2% dan *epoxy resin* 5% = 26,97 MPa
- Perbandingan kuat tekan rata-rata beton umur 7 hari dan beton umur 28 hari, dimana kuat tekan rata-rata beton umur 28 hari mendapatkan hasil yang lebih besar dari beton umur 7 hari, ini disebabkan waktu perendaman yang berbeda sehingga kekuatan beton mengalami penurunan dan kenaikan, semakin lama waktu perendaman maka semakin besar juga kuat tekan yang dihasilkan.
- Berdasarkan pengujian yang telah dilaksanakan, maka bisa disimpulkan bahwa semen yang digantikan dengan limbah kertas sebanyak 2% dan 4%, dan ditambah

dengan zat kimia *epoxy resin* sebanyak 5% berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Semakin banyak semen yang digantikan kuat tekan juga semakin menurun, namun setiap penurunan yang terjadi tidak begitu besar atau kecil. Dalam hal ini limbah kertas sebagai substitusi parsial semen 2% dan 4% hanya berpengaruh kecil terhadap kuat tekan beton, hasil tersebut tentunya bisa menguntungkan untuk pembuatan beton dalam volume yang besar, namun tetap sesuai standart mutu beton yang di syaratkan. Dengan demikian penelitian ini bisa menjadi referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya, dengan persentasi penggantian semen yang berbeda.

5. REFERENSI

- Asfiati, S., Dewi, I., Prafanti, S., & Siregar, Z. (2023, August). Asphalt concrete mix analysis using volcanic ash filler. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1228, No. 1, p. 012032). IOP Publishing.
- Efrida, R. (2010). Analisis Struktur dengan Metode Kekakuan yang Dimodifikasi Untuk Gedung Beton Bertulang Bertantai Banyak Pada Stadium Retak (Doctoral dissertation, Universitas Mercu Buana).
- Efrida, R., & Utami, C. (2019). Evaluasi Kinerja Dinding Pengisi Bata Merah Dengan Openings Pada Struktur Beton Bertulang Akibat Beban Gempa Kuat. Portal: Jurnal Teknik Sipil, 11(2), 24-29.
- Faisal, A., Majid, T. A., & Hatzigeorgiou, G. D. (2013). Investigation of story ductility demands of inelastic concrete frames subjected to repeated earthquakes. Soil dynamics and earthquake engineering, 44, 42-53.
- Fathi, S., Tanjung, I., Ibrahim, I. B. M., Fonna, S., & Huzni, S. (2023). Pengaruh Jumlah Data Potensial Terhadap Kemampuan BEIA Dalam Mendeteksi Korosi Pada Beton Bertulang. Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi dan Teknologi, 9(1), 300-309.
- Sri Frapanti, S. T., & Fahrizal Zulkarnain, S. T. (2021). Dasar-Dasar Desain dan Analisa Beton Prategang. umsu press.
- Tanjung, I., Affandi, A., Huzni, S., & Fonna, S. (2020). Investigasi pengaruh jumlah elemen anoda terhadap distribusi potensial korosi pada beton bertulang menggunakan BEM 3D. Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi, 3(1), 57-64.
- Waqar, A., Qureshi, A. H., Almujiabah, H. R., Tanjung, L. E., & Utami, C. (2023). Evaluation of success factors of utilizing AI in digital transformation of health and safety management systems in modern construction projects. Ain Shams engineering journal, 14(11), 102551.
- Yaro, N. S. A., Sutanto, M. H., Habib, N. Z., Usman, A., Tanjung, L. E., Aliyu, I., & Jagaba, A. H. (2023). Optimizing biochar-based geopolymer composites for enhanced water resistance in asphalt mixes: an experimental, microstructural, and multi-objective analysis. Journal of Engineering and Applied Science, 70(1), 151.