

PENGARUH PENGGUNAAN RESIN EPOXY TERHADAP KUAT TEKAN BETON NORMAL

Vivian Nur Adhasari¹⁾, Sulistia²⁾

^{1,2)}Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu, Jl. Kampus Ronggolawe Blok B No. 1 Mentul Cepu.

Email: yivianadhasari06@gmail.com, sulistia@yahoo.co.id

Abstrak

Beton merupakan material utama yang banyak digunakan dalam berbagai jenis konstruksi, seperti gedung, jembatan, bendungan, dan struktur lainnya. Beton pada hakikatnya merupakan campuran agregat kasar dan halus yang dicampur dengan air dan semen sebagai bahan pengikat dan pengisi antar agregat, dengan atau tanpa bahan tambahan lain, dalam proporsi tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan resin epoksi terhadap kuat tekan normal beton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan resin epoksi memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kuat tekan beton. Pada variasi 0% dan 3%, beton masih memenuhi mutu desain f_c 25 MPa, dengan kuat tekan rata-rata sebesar 27,33 MPa dan 26,04 MPa. Sebaliknya, pada variasi 6% dan 9%, kuat tekan menurun masing-masing menjadi 23,47 MPa dan 21,38 MPa, yang mana lebih kecil dari mutu desain. Penurunan ini terjadi karena semakin tinggi kandungan resin, semakin rendah kemampuan kerja beton akibat berkurangnya ketersediaan air untuk proses hidrasi semen. Hal ini mengakibatkan reaksi pengikatan semen yang kurang optimal, sehingga mengurangi kekuatan beton.

Kata Kunci: Beton, Resin Epoksi, Kuat Tekan

Abstract

Concrete is a major material widely used in various types of construction, such as buildings, bridges, dams, and other structures. Concrete is essentially a mixture of coarse and fine aggregates mixed with water and cement as a binder and filler between the aggregates, with or without other admixtures, in certain proportions. This study aims to determine the effect of adding epoxy resin on the normal compressive strength of concrete. The results show that the addition of epoxy resin has a significant effect on the compressive strength of concrete. At 0% and 3% variations, the concrete still meets the design quality f_c 25 MPa, with an average compressive strength of 27.33 MPa and 26.04 MPa. Conversely, at 6% and 9% variations, the compressive strength decreases to 23.47 MPa and 21.38 MPa, respectively, which are less than the design quality. This decrease occurs because the higher the resin content, the less workable the concrete is due to the reduced water available for the cement hydration process. This results in a less optimal cement bonding reaction, thus reducing the strength of concrete.

Keywords: Concrete, Epoxy Resin, Compressive Strength

1. PENDAHULUAN

Seiring berjalannya waktu, kebutuhan akan material bangunan untuk keperluan konstruksi semakin meningkat. Perkembangan teknologi konstruksi, terutama di bidang beton, juga mengalami kemajuan yang cukup pesat. Beton merupakan salah satu material utama yang paling banyak digunakan pada berbagai jenis struktur, seperti gedung, jembatan, bendungan, dan struktur lainnya. Dalam proses pembuatannya, beton harus memenuhi beberapa aspek penting, seperti kemudahan pengerjaan (workability), kekuatan (strength), daya tahan (durability), dan efektivitas biaya (cost-effectiveness). Resin epoksi merupakan salah satu jenis material polimer yang termasuk dalam golongan termoset. Material ini umumnya berbentuk cair dan mengeras setelah mengalami reaksi kimia yang disebut polimerisasi silang (cross-polymerization). Pada campuran beton, penggunaan resin epoksi dapat

mempercepat proses pengerasan karena sifatnya yang dapat menghasilkan panas, sehingga membantu mempercepat proses pengerasan. Dalam aplikasinya, resin epoksi merupakan bahan pengikat yang dapat mempercepat proses pengerasan dan memberikan daya tahan serta perlindungan struktural dari faktor eksternal seperti kerusakan akibat bahan kimia, gesekan, atau keausan mekanis. Penggunaan epoxy sebagai bahan tambahan pada beton normal dinilai memiliki potensi untuk mempercepat proses pengerasan, meskipun penggunaannya masih jarang dipelajari di bidang beton. Berdasarkan pemahaman masalah yang akan dibahas, yaitu: Bagaimana pengaruh penambahan resin epoxy pada beton dengan variasi 0%, 3%, 6%, dan 9% terhadap kuat tekan beton? dan Apakah sejauh mana variasi persentase resin epoxy mempengaruhi kuat tekan beton pada umur 28 hari?. Tujuannya adalah: untuk menganalisis pengaruh penambahan resin epoxy terhadap kuat tekan beton,

dan untuk mengevaluasi potensi Resin Epoxy sebagai bahan tambahan atau substitusi sebagian air. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memperjelas potensi Resin Epoxy untuk mempercepat proses pengerasan beton, serta untuk mendorong inovasi konstruksi yang lebih efisien dan tahan lama, dan untuk mengetahui pengaruh variasi resin epoxy terhadap kuat tekan beton dengan mutu f'_c 25MPa

2. LANDASAN TEORI

2.1 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental untuk menyelidiki pengaruh penambahan resin epoksi terhadap kuat tekan beton. Beton yang digunakan memiliki mutu desain K-300, sesuai dengan SNI 7656:2012 tentang tata cara pencampuran beton normal. Variasi campuran dilakukan dengan menambahkan resin epoksi dan pengeras sebagai substitusi parsial berat semen, dengan persentase 0% (kontrol), 3%, 6%, dan 9%. Untuk setiap variasi, tiga benda uji silinder disiapkan dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

2.2 Metode Analisa Data

Metodologi adalah pendekatan yang digunakan untuk menemukan solusi atas permasalahan melalui pengumpulan, pencatatan, peninjauan, dan evaluasi. Dalam penyusunan tugas akhir ini, salah satu data yang digunakan adalah data primer. Data yang diambil langsung dari hasil penelitian laboratorium meliputi: analisis gradasi agregat, uji berat jenis dan penyerapan agregat, pengukuran berat jenis agregat, pemeriksaan kadar air agregat, perancangan campuran beton, uji slump beton segar, dan uji kuat tekan beton.

2.3 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Laboratorium Beton Budi Mulya dengan tahapan-tahapan meliputi pemeriksaan material, perancangan campuran, pembuatan atau pengecoran benda uji silinder, pengujian slump, perawatan beton dengan metode perendaman air, pengujian penimbangan benda uji sebelum pengujian, dan pengujian kuat tekan beton.

2.4 Pengujian Agregat

2.4.1 Analisa Saringan

Perhitungan analisis saringan agregat mengacu pada SNI 03-1968-1990, dengan rumus sebagai berikut:

$$MBH = \frac{\Sigma \% \text{ tertinggal kumulatif tiap ayakan}}{100} \quad (1)$$

2.4.2 Berat Jenis Dan Penyerapan Air

Pengujian dilakukan sesuai SNI 1970:2008, dengan ketentuan untuk agregat kasar sesuai SNI 1970:2008b dan agregat halus sesuai SNI 1970:2008a. Berat jenis dan nilai penyerapan agregat dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

$$\text{Berat jenis (bulk)} = \frac{B_k}{(B_j - B_a)} \quad (2)$$

$$\text{Berat Jenis SSD} = \frac{B_j}{(B_j - B_a)} \quad (3)$$

$$\text{Berat Jenis Semu (apparent)} = \frac{B_k}{(B_k - B_a)} \quad (4)$$

$$\text{Penyerapan (absorption)} = \frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan :

lustrasi:

B_k = massa sampel uji keringkan oven (gram)

B_j = massa sampel uji permukaan jenuh (gram)

B_a = massa sampel uji ditimbang dalam air (gram)

2.4.3 Berat Isi Agregat

Perhitungan berat satuan menurut (SNI 03-1973-2008) dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$B_{sat} = \frac{w_i - w_k}{v_t} \quad (6)$$

Keterangan :

B_{sat} = berat satuan (kg/cm³),

w_i = berat tabung benda uji (gr)

w_k = berat tabung dalam keadaan kosong (gr)

v_t = volume total bejana (m³)

2.4.4 Kadar Air Agregat

Perhitungan kadar air dapat dilakukan menggunakan rumus yang tercantum dalam SNI 03-1965-1990 sebagai berikut:

$$KA = \frac{w_1 - w_2}{w_2 - w_3} \times 100\% \quad (7)$$

Keterangan:

k_a = kadar air (%)

w_1 = berat basah (gram)

w_2 = berat kering oven (gram)

2.4.5 Kadar Lumpur

Uji kebersihan agregat terhadap lumpur mengacu pada SNI 03-4141-1996, dengan perhitungan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$KL = \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100\% \quad (8)$$

Keterangan :

KL = Kadar Lumpur

w_1 = Berat benda uji kering oven sebelum dicuci (gr)

w_2 = Berat benda uji kering oven sesudah dicuci (gr)

2.5 Pengujian Slump

Uji slump dilakukan menggunakan kerucut Abrams untuk menentukan kemampuan kerja campuran beton segar. Sebelum digunakan, bagian dalam kerucut Abrams dibasahi dengan air, lalu diletakkan di atas pelat baja. Beton segar dituangkan ke dalam kerucut dalam tiga tahap, dengan setiap 1/3 volume dipadatkan dengan pemadatan 25 kali menggunakan penumbuk baja hingga kerucut terisi penuh. Setelah pengisian, permukaan beton diratakan dan dibiarkan selama 5 menit. Selanjutnya, cetakan kerucut diangkat perlahan secara vertikal tanpa gaya horizontal, lalu dimiringkan. Nilai slump diukur dari selisih tinggi antara dasar beton segar dengan puncak kerucut Abrams.

2.6 Perawatan Beton

Perawatan beton adalah tahap akhir dari proses pengecoran, yang melibatkan menjaga permukaan beton tetap lembap sejak beton dicor hingga reaksi hidrasi selesai, sekitar 14 hari. Retensi kelembapan ini penting untuk mencegah hilangnya air secara cepat dari beton. Tujuannya adalah untuk memastikan hidrasi semen yang optimal (reaksi antara semen dan air). Jika perawatan tidak dilakukan, terutama saat cuaca panas, air di permukaan beton akan menguap, menyebabkan air keluar dari beton. Kekurangan air untuk hidrasi ini dapat menyebabkan retakan pada permukaan beton.

2.7 Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji runtuh ketika diberi tekanan tertentu oleh mesin uji tekan. Dalam penelitian ini, uji kuat tekan dilakukan saat beton berumur 14 hari sesuai dengan prosedur yang ditentukan dalam SNI 03-1974 (2011)

$$F_c' = \frac{P}{A} \quad (1)$$

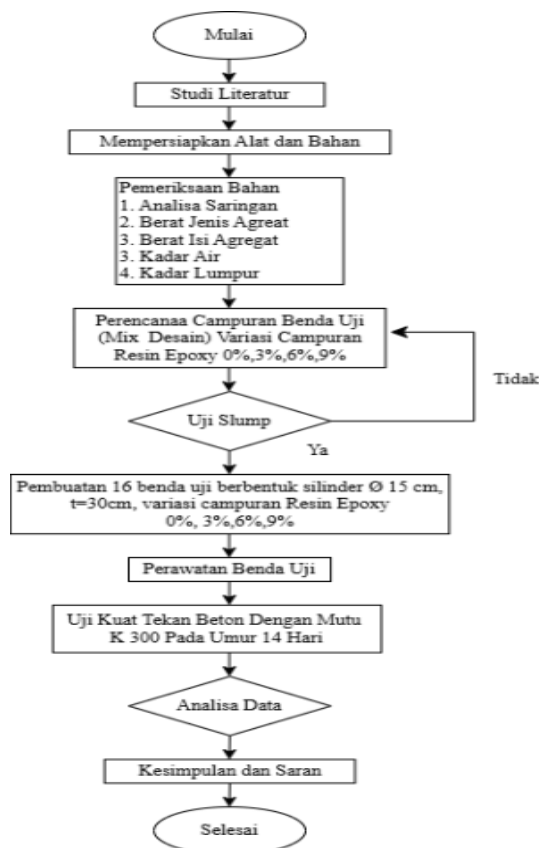
Keterangan :

F_c' = Nilai kuat tekan beton (MPa)

P = Besar beban yang diterima (kN)

A = Luas permukaan penampang (cm^2)

2.8 Diagram Alir



Gambar Diagram Alir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Material

a. Analisa Pemeriksaan Agregat Halus

Berdasarkan hasil uji analisis saringan dan mengacu pada agregat halus SNI 03-1968-1990 dengan berat total sampel 1550 gram, diperoleh bahwa distribusi ukuran butir secara umum berada dalam rentang yang ditetapkan oleh standar. Persentase butir yang lolos saringan semuanya sesuai dengan spesifikasi yang berlaku. Meskipun nilai lolos pada saringan 0,15 mm hanya mencapai 0,96%, sedikit di bawah batas minimum 2%, kondisi ini masih dapat diterima dalam batas toleransi. Nilai modulus kehalusan (FM) sebesar 3,12 menunjukkan bahwa pasir tersebut tergolong jenis agak kasar dan termasuk dalam Zona 2, yang sangat sesuai untuk campuran beton karena dapat memberikan keseimbangan antara kemudahan pengerjaan, kepadatan, dan kuat tekan.

b. Analisa Pemeriksaan Agregat Kasar

Hasil uji ayakan pada agregat kasar seberat 2216 gram menunjukkan bahwa distribusi butiran berada dalam batas yang ditetapkan dan mengacu pada SNI 03-1968-1990, dengan persentase lolos setiap ayakan memenuhi standar yang berlaku. Dengan demikian, agregat kasar ini dinyatakan layak untuk digunakan dalam campuran beton.

c. Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus

Dari hasil pengujian pada dua sampel agregat halus, diperoleh rata-rata berat jenis kering sebesar 2,64, berat jenis SSD sebesar 2,66, dan berat jenis semu sebesar 2,71, semuanya berada dalam rentang standar menurut SNI 1970, 2008. Sementara itu, nilai penyerapan air rata-rata sebesar 1,02% memiliki daya serap air yang relatif rendah yaitu 1,02% (2%), sehingga tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kebutuhan air dalam campuran beton.

d. Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Berdasarkan hasil pengujian, agregat kasar memiliki berat jenis kering rata-rata 2,41, berat jenis SSD 2,41, dan berat jenis semu 2,43, yang semuanya masih dalam batas yang ditetapkan oleh standar SNI 1970, 2008. Rata-rata penyerapan air sebesar 0,33% menunjukkan bahwa agregat tersebut memiliki tingkat porositas yang rendah, sehingga kualitasnya baik. Oleh karena itu, agregat kasar ini dinilai layak dan memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan campuran beton.

e. Pengujian Kadar Air Agregat Halus

Hasil pengujian pada dua sampel agregat halus menunjukkan kadar air sebesar 1,2% dan 1%, dengan rata-rata 1,1%. Angka-angka ini menunjukkan bahwa kadar air agregat tersebut masih dalam kisaran normal untuk digunakan dalam campuran beton. Meskipun relatif rendah, kadar air ini tetap perlu diperhitungkan saat menghitung kebutuhan air total untuk menjaga kualitas beton. Oleh karena itu, agregat halus ini dapat dianggap layak untuk digunakan dalam produksi beton.

f. Pengujian Kadar Air Agregat Kasar

Hasil uji kadar air kedua sampel agregat kasar menunjukkan nilai yang sama, yaitu 1,4%, dengan rata-rata 1,4%. Nilai ini masih dalam kisaran yang dapat digunakan untuk campuran beton. Meskipun rendah, kadar air ini tetap perlu dipertimbangkan saat menyesuaikan jumlah air pencampur untuk menjaga proporsi pencampuran yang seimbang dan kualitas beton yang optimal. Oleh karena itu, agregat kasar ini dianggap layak untuk digunakan dalam produksi beton.

g. Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Berdasarkan hasil uji kadar lumpur pada dua sampel agregat halus, diperoleh nilai 2,5% dan 3%, dengan rata-rata 2,75%. Angka ini masih di bawah batas maksimum 5% sebagaimana tercantum dalam SNI 03-4141-1996 untuk agregat halus. Kadar lumpur yang rendah menunjukkan bahwa pasir relatif bersih dan tidak akan menghambat ikatan antara semen dan agregat dalam campuran beton. Dengan demikian, agregat halus dinyatakan memenuhi persyaratan dan layak digunakan sebagai material dalam produksi beton.

h. Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar

Hasil uji dua sampel agregat kasar menunjukkan kadar lumpur sebesar 2,5% dan 3,0%, dengan rata-rata 2,75%. Berdasarkan SNI 03-4141-1996, kadar lumpur agregat kasar tidak melebihi 3%, sehingga nilai yang diperoleh masih dalam batas yang diizinkan. Oleh karena itu, agregat kasar tersebut dinyatakan memenuhi standar dan layak digunakan sebagai bahan tambah beton.

i. Pengujian berat isi agregat Halus

Hasil uji pada dua sampel agregat halus menunjukkan berat jenis rata-rata 1,46 g/cm³, setara dengan 1460 kg/m³. Nilai ini masih dalam kisaran yang umum ditemukan untuk agregat halus menurut SNI 03-1973-2008, yang menjadi dasar perancangan proporsi campuran beton. Dengan demikian, agregat yang baik memiliki karakteristik kepadatan yang sesuai dan dapat digunakan sebagai komponen beton.

j. Pengujian berat isi agregat Kasar

Berdasarkan hasil uji dua sampel agregat kasar, rata-rata berat jenis lepas adalah 1,26 gr/cm³ atau 1260 kg/m³. Nilai ini berada dalam kisaran umum untuk agregat kasar dalam kondisi lepas menurut SNI 03-1973-2008, yang digunakan sebagai dasar perhitungan campuran beton. Dengan demikian, agregat kasar tersebut

memiliki berat jenis yang sesuai dan dapat dikatakan layak digunakan sebagai komponen beton.

3.2 Perhitungan Kebutuhan Campuran Beton

Dalam penelitian ini, perencanaan campuran beton mengacu pada SNI 7394:2008, dengan komposisi per 1 m³ beton normal yaitu 413 kg semen, 681 kg pasir, 1021 kg kerikil, dan 215 liter air. Selanjutnya, dilakukan pencampuran beton dengan 4 variasi campuran.

Tabel 3. 1 Perhitungan Kebutuhan Campuran Beton

		Satuan	Indeks
Bahan	PC	kg	413
	PB	m3	681
	KR	m3	1021
	Air	Liter	215

Tabel 3. 2 Komposisi Bahan Untuk 1 Silinder

Variasi	Semen (kg)	Pasir (kg)	Split (kg)	Air (kg)	Epoxy (kg)	Hardener (kg)	Total Berat (kg)
0%	2,19	3,61	5,41	1,14	0,00	0,00	12,35
3%	2,19	3,61	5,41	1,11	0,02	0,01	12,35
6%	2,19	3,61	5,41	1,07	0,05	0,02	12,35
9%	2,19	3,61	5,41	1,04	0,07	0,03	12,35

Tabel 3. 3 komposisi bahan untuk 4 silinder

Variasi	Semen (kg)	Pasir (kg)	Split (kg)	Air (kg)	Epoxy (kg)	Hardener (kg)	Total Berat (kg)
0%	87,56	144,37	216,45	45,58	0,00	0,00	493,96
3%	87,56	144,37	216,45	44,21	0,09	0,05	493,96
6%	87,56	144,37	216,45	42,84	0,18	0,09	493,96
9%	87,56	144,37	216,45	41,48	0,27	0,14	493,96

3.3 Hasil Uji Slump Test

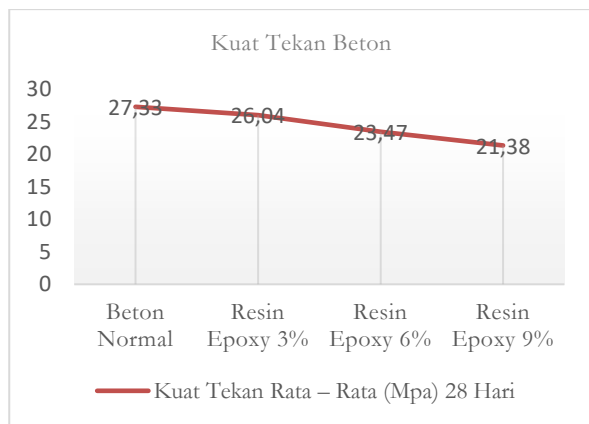
Tabel 3. 4 Hasil uji slump test

Tanggal Test Slump	Type Beton	FAS	Nilai Slump (cm)	Jumlah Sampel
11/06/2025	Normal	0,52	12	4
11/06/2025	Resin 3%	0,505	12	4
13/06/2025	Resin 6%	0,489	11	4
13/06/2025	Resin 9%	0,474	10	4

3.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari Dan 28 Hari

Tabel 3. 5 rekapitulasi pengujian kuat tekan

Jenis Sampel	Tanggal Pembuatan	Tanggal Uji	Berat benda uji (kg)	Luas Penampang (mm ²)	Gaya Tekan (kN)	Kuat Tekan 14 hari (Mpa)	Konversi	Kuat tekan 28 hari (MPa)	Kuat Tekan Rata – Rata (Mpa) 28 Hari
Beton Normal	11/06/2025	25/06/2025	12,55	17,662	430	24,34	0,88	27,65	27,33
	11/06/2025	25/06/2025	12,55	17,662	420	23,77	0,88	27,01	
	11/06/2025	25/06/2025	12,55	17,662	430	24.34.00	0,88	27,01	
	11/06/2025	25/06/2025	12,55	17,662	420	23,77	0,88	27,65	
RESIN EPOXY 3%	11/06/2025	25/06/2025	12,4	17,662	400	22,64	0,88	25,72	26,04
	11/06/2025	25/06/2025	12,4	17,662	410	23,21	0,88	26,37	
	11/06/2025	25/06/2025	12,4	17,662	410	23,21	0,88	26,37	
	11/06/2025	25/06/2025	12,4	17,662	400	22,64	0,88	25,72	
RESIN EPOXY 6%	13/06/2025	27/06/2025	12,2	17,662	370	20,94	0,88	23,79	23,47
	13/06/2025	27/06/2025	12,2	17,662	360	20,38	0,88	23,15	
	13/06/2025	27/06/2025	12,2	17,662	370	20,94	0,88	23,79	
	13/06/2025	27/06/2025	12,2	17,662	360	20,38	0,88	23,15	
RESIN EPOXY 9%	13/06/2025	27/06/2025	12,15	17,662	330	18,68	0,88	21,22	21,38
	13/06/2025	27/06/2025	12,15	17,662	340	19,24	0,88	21,87	
	13/06/2025	27/06/2025	12,15	17,662	330	18,68	0,88	21,22	
	13/06/2025	27/06/2025	12,15	17,662	330	18,68	0,88	21,22	



Gambar 1 Grafik Kuat Tekan Beton umur 28 hari

Gambar 1 menunjukkan grafik kuat tekan rata-rata beton pada umur 28 hari. Terlihat bahwa beton normal memiliki kuat tekan tertinggi dibandingkan beton yang ditambahkan Resin Epoksi. Penurunan kuat tekan terjadi seiring dengan peningkatan kandungan Resin Epoksi dalam campuran beton. Benda uji dengan variasi 0% mencapai kuat tekan rata-rata 27,33 MPa, variasi 3% turun menjadi 26,04 MPa, variasi 6% turun lagi menjadi 23,47 MPa, dan variasi 9% turun lagi menjadi 21,38 MPa.

4. KESIMPULAN

Hasil uji kuat tekan beton umur 28 hari menunjukkan bahwa variasi 0% menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 27,33 MPa, variasi 3% sebesar 26,04 MPa, variasi 6% sebesar 23,47 MPa, dan variasi 9% sebesar

21,38 MPa. Dari hasil tersebut, kuat tekan beton memenuhi mutu desain dengan variasi 0% dan 3%, sedangkan pada variasi 6% dan 9% nilainya lebih rendah dari mutu desain. Penurunan kuat tekan seiring dengan peningkatan kadar resin diduga dipengaruhi oleh penurunan *workability* akibat penurunan kadar air, sehingga campuran menjadi kaku dan sulit dipadatkan.

5. REKOMENDASI

1. Penelitian lebih lanjut disarankan menggunakan rentang konsentrasi resin epoksi yang lebih luas, dengan persentase yang lebih rendah dan lebih tinggi, untuk mendapatkan data yang lebih komprehensif tentang pengaruhnya terhadap kuat tekan beton.
2. Analisis perbandingan biaya diperlukan antara beton normal dan beton dengan resin epoksi untuk menilai kelayakan penggunaan material ini dalam konstruksi di dunia nyata.
3. Analisis komposisi kimia resin epoksi diperlukan untuk menentukan pengaruhnya terhadap reaksi kimia yang terjadi ketika resin dicampur dengan komponen beton.
4. Penggunaan aditif *superplasticizer* (pengencer kimia) memungkinkan pengurangan kadar air tanpa mengurangi kemampuan kerja.

6. DAFTAR PUSTAKA

- SNI. (2012). Sni 7656:2012. *Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat Dan Beton Massa*.
- SNI 03-1968. (1990). Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar. SNI 03-1968-1990. *Bandung: Badan Standardisasi Indonesia*, 1–17.
- SNI 1970, 2008. (2008b). SNI 1969:2008 Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar. 1970
- SNI 1973:2008, S. (2008). SNI 1973:2008 Cara uji berat isi, volume produksi campuran dan kadar udara beton. *SNI 03 1973:2008*, 1–13.
- SNI 03-1965-1990. (1990). *Kadar Air Tanah Sni 03-1965-1990*. 1990.
- SNI 03-1974. (2011). Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder. *SNI -1974*. <https://www.academia.edu/download/57886647/SNI-1974-2011-.pdf>