

PENGARUH SERAT LIMBAH KALENG ALUMINIUM PADA CAMPURAN BETON TERHADAP KARAKTERISTIK MEKANIS BETON

Nadya Rachma Aprilia¹, Mohammad Erfan², Sudirman Indra³
^{1,2,3} Jurusan Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang
Email: nadyarachmaaprilia@gmail.com¹

ABSTRACT

Garbage is solid waste that has the potential to be reprocessed, so it has economic value. Waste with a high concentration and quantity will certainly have a negative impact on the surrounding environment, especially on human health, so it is necessary to handle this solid waste. Utilization of waste as a construction material is one of the green building innovations and a solution to reduce the negative impacts caused by waste. One of the wastes that can be utilized is used aluminum-based beverage cans. These cans are recycled by making them resemble fibers/fiber and mixing them into the concrete mix. Where concrete is generally composed of aggregate, water and cement and admixture can also be given if needed. The use of aluminum cans as fiber in concrete mixtures is because aluminum has corrosion or rust resistance properties. The purpose of this study was to determine the effect of adding aluminum can fiber on the mechanical characteristics of concrete in the form of compressive strength, split tensile strength, and flexural tensile strength. In this study used cans were cut into rectangular shapes with dimensions of 2 x 35mm. The fiber is then added to the concrete mix with varying percentages of 0%, 0.05%, 0.075%, 0.1%, and 0.125% of the total volume of the specimens in the form of cylinders and blocks, then testing the compressive strength, split tensile strength, and flexural tensile strength at 28 days of age. From the results of the compressive strength test showed an increase in the percentage variation of 0.05% with an average compressive strength value of 20.72 MPa. The split tensile strength also shows an increase in the percentage variation of 0.05% with an average value of split tensile strength of 2.37 MPa. The highest increase in flexural tensile strength also occurred in concrete with a percentage variation of 0.05%, with an average flexural tensile strength of 6.45 MPa. The results of the regression analysis showed that the optimum percentage value for the use of aluminum can fiber in concrete mixtures aged 28 days for compressive strength was 0.041% for split tensile strength was 0.061% and for optimum percentage for flexural tensile strength was 0.060%. The results of the hypothesis test prove that there is an influence from the use of aluminum can fiber on the mechanical characteristics of concrete.

Keyword: fiber concrete, aluminum cans, split tensile strength, flexural tensile strength, compressive strength.

ABSTRAK

Sampah merupakan limbah padat yang memiliki potensi untuk dapat diolah kembali, sehingga memiliki nilai ekonomis. Sampah dengan konsentrasi dan kuantitas yang tinggi tentunya akan membawa dampak negatif bagi lingkungan sekitar terutama pada kesehatan manusia, sehingga perlu dilakukan penanganan terhadap limbah padat tersebut. Pemanfaatan limbah sebagai bahan material konstruksi merupakan salah satu inovasi bersifat green building dan solusi untuk mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan oleh limbah. Salah satu limbah yang dapat dimanfaatkan adalah kaleng minuman bekas berbahan dasar aluminium. Kaleng ini didaur ulang dengan cara menjadikannya menyerupai serat/fiber dan dicampurkan ke dalam adonan beton. Dimana beton yang secara umum tersusun dari agregat, air dan semen serta dapat pula diberikan admixture jika dibutuhkan. Pemanfaatan kaleng aluminium menjadi serat pada campuran beton dikarenakan aluminium memiliki sifat tahan terhadap korosi atau karat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan serat kaleng aluminium terhadap karakteristik mekanis beton berupa kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat tarik lentur. Pada penelitian ini kaleng bekas dipotong hingga berbentuk persegi panjang dengan dimensi 2 x 35mm. Serat tersebut kemudian ditambahkan ke dalam adonan beton dengan variasi persentase 0%, 0,05%, 0,075%, 0,1%, dan 0,125% dari volume total benda uji berupa silinder dan balok, kemudian dilakukan pengujian pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat tarik lentur pada umur 28 hari. Dari hasil pengujian kuat tekan menunjukkan adanya peningkatan pada variasi persentase 0,05% dengan nilai rata – rata kuat tekan sebesar 20,72 MPa. Pada kuat tarik belah juga menunjukkan adanya peningkatan pada variasi persentase 0,05% dengan nilai rata – rata kuat tarik belah sebesar 2,37 MPa. Peningkatan kuat tarik lentur tertinggi juga terjadi pada beton dengan variasi persentase 0,05% yaitu dengan rata – rata kuat tarik lentur sebesar 6,45 MPa. Dari hasil analisis regresi menunjukkan nilai persentase optimum penggunaan serat kaleng aluminium pada campuran beton umur 28 hari untuk kuat tekan yaitu 0,041%, pada kuat tarik belah sebesar 0,061%, dan persentase optimum pada kuat tarik lentur sebesar 0,060%. Dari hasil uji hipotesis membuktikan bahwa terdapat pengaruh dari penggunaan serat kaleng aluminium terhadap karakteristik mekanis beton.

Kata kunci : beton serat, kaleng aluminium, kuat tarik belah, kuat tarik lentur, kuat tekan.

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan teknologi dalam bidang konstruksi di Indonesia yang terus mengalami peningkatan, hal ini tidak lepas dari tuntutan dan kebutuhan masyarakat terhadap

fasilitas infrastruktur yang mengarah kepada digunakannya beton yang dapat mencakup kekuatan, ketahanan (keawetan), masa layan, dan efisiensi. Berdasarkan permasalahan tersebut, muncul berbagai macam inovasi yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas dan mutu dari beton. Salah satunya dengan memanfaatkan limbah

sebagai bahan tambah dalam campuran beton.

Beton merupakan material yang paling umum digunakan dalam dunia konstruksi. Beton merupakan bahan pembentuk struktur bangunan yang terdiri dari bahan semen hidrolik (*portland cement*), air, agregat kasar, agregat halus (alam atau buatan), dan bahan tambahan (*admixture* atau *additive*). Beton dikenal sebagai material yang mampu menerima kuat tekan dengan baik, dapat dibentuk sesuai kebutuhan yang dikehendaki, mudah diproduksi baik di pabrik (*precast*) maupun langsung di tempat proyek berlangsung, dan mudah dalam melakukan perawatan. Disamping mempunyai kelebihan, beton juga mempunyai kelemahan dalam penggunaannya, yaitu beton memiliki sifat yang getas sehingga tidak mampu menahan tegangan tarik, dimana nilai kuat tarik beton berkisar 9%-15% dari kuat desaknya.

Minuman kaleng merupakan salah satu limbah anorganik yang sulit terurai. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan secara optimal limbah kaleng bekas sebagai material konstruksi. Pemanfaatan material limbah tidak hanya dapat mengatasi dampak negatif dari limbah, tetapi juga untuk menghasilkan material konstruksi yang kuat dan bersifat *green building*.

2. KAJIAN PUSTAKA

Beton Serat

Beton serat merupakan beton dengan campuran seperti beton pada umumnya tetapi pada campurannya ditambahkan fiber/serat. Bahan-bahan serat yang dapat digunakan untuk perbaikan sifat beton pada beton serat antara lain baja, plastik, kaca, karbon serta serat dari bahan alami seperti ijuk, rami maupun serat dari tumbuhan lain (ACI 544.4R-18-2018, hal. 30)

Serat Aluminium

Serat aluminium bisa didapatkan dari kaleng bekas yang sudah tidak terpakai. Aluminium merupakan logam yang memiliki beberapa keunggulan yaitu lebih ringan daripada baja, mudah dibentuk, tidak berasa, tidak berbau, tidak beracun, dapat menahan masuknya gas, mempunyai konduktivitas panas yang baik dan dapat didaur ulang. (Mulyadi dkk., 2015, hal. 183).

Menurut (ACI 544.4R-18-2018) aspek rasio adalah rasio dari Panjang fiber terhadap diameternya. Kisaran normal aspek rasio untuk beton berserat adalah antara 20 sampai 100. Aspek rasio yang nilainya lebih besar dari 100 tidak direkomendasikan karena akan menyebabkan *workability* yang tidak memadai dan penyebaran serat yang tidak merata

Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton secara keseluruhan menerima beban aksial tekan maksimum yang ditransferkan ke daerah penampang beton (benda uji). Besaran dari kuat tekan beton didapat dari beban aksial tekan

maksimum persatuan luas penampang yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan (*Compression Testing Machine*). (SNI 1974-2011b)

$$f_c' = \frac{P}{A}$$

Dimana:

f_c' = kuat tekan beton (N/mm²)

P = beton aksial tekan maksimal (N)

A = luas penampang benda uji (mm²)

Kuat Tarik Belah

Kuat tarik belah beton adalah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton. berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji ditekan (SNI 03- 2491-2002). Benda uji yang umumnya digunakan dalam pengujian kuat tarik belah adalah benda uji berupa silinder.

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi.L.D}$$

Dimana:

f_{ct} = kuat tarik belah (N/mm²)

P = beban uji maksimum (N)

L = tinggi benda uji silinder (mm)

D = diameter benda uji silinder (mm)

Kuat Tarik Lentur

Kuat tarik lentur adalah kemampuan balokbeton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji yang diberikan padanya, sampai benda uji patah yang dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan luas. Nilai kuat tarik lentur beton dihasilkan dari pengujian benda ujiberupa balok beton (tinggi 15 cm, lebar 15 cm, dan panjang 53 cm). (SNI 03-4431 2011a).

Untuk pengujian dimana bidang patah terletak di daerah pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah).

$$f_s = \frac{P.L}{b.h^2}$$

Untuk pengujian dimana patahnya benda uji ada di luar pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah).

$$f_s = \frac{3P.a}{b.h^2}$$

Dimana:

f_s = kuat tarik lentur benda uji (MPa)

P = beban tertinggi yang terbaca pada mesin uji (kN)

L = jarak (bentang) antara tumpuan yang satu dengan yang lain (mm)

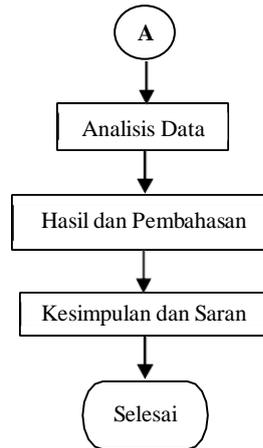
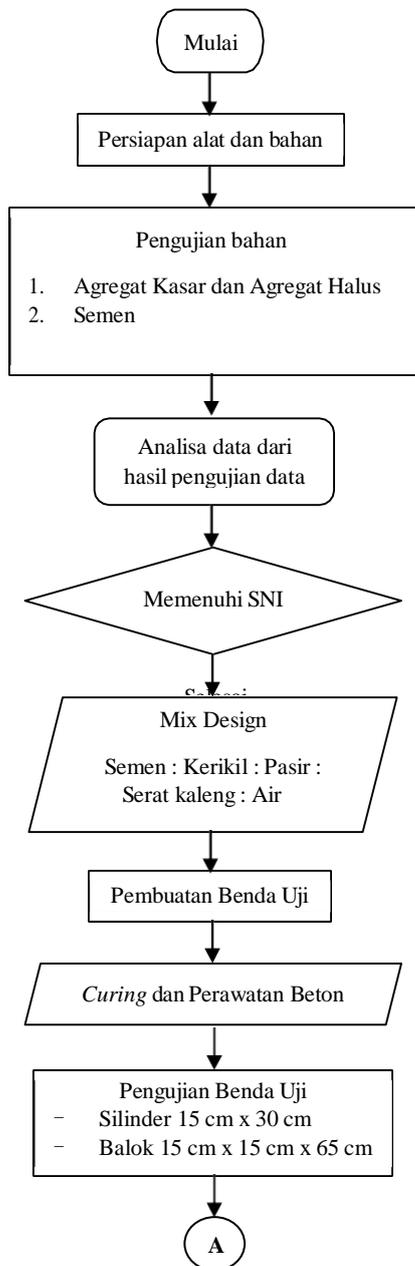
b = lebar penampang lintang patah arah horizontal (mm)

h = tinggi penampang lintang patah arah vertikal (mm)

a = jarak rata – rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar luar yang terdekak, diukur pada 4 tempat pada sisi titik dari bentang (mm).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini bersifat eksperimental dan dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang. Benda uji berupa silinder (15 cm x 30 cm) dan balok (15 cm x 15 cm x 65 cm) yang dicampur dengan serat kaleng bekas aluminium berdimensi 2 x 35 mm dengan variasi persentase 0%; 0,05%; 0,075%, 0,1% dan 0,125%. Pembuatan benda uji direncanakan sebanyak 35 buah silinder dan 10 buah balok. Pengujian benda uji akan dilakukan pada umur 28 hari. Tahapan pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada flowchart berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL PENELITIAN

Pada penelitian ini digunakan perancangan campuran (mix design) berdasarkan (SNI 03-2834-2000) Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal, standar ini juga mengacu pada metode mix design ACI dan DOE atau yang biasa disebut metode british 1968. Perancangan Campuran Beton Mutu $f'c = 20$ MPa.

Data Perencanaan

- $f'c$ = 20 MPa
- slump rencana (mm) = 120 ± 20
- agregat kasar maksimum = 25mm
- agregat = Zone II
- volume beton = $< 1000 \text{ m}^3$
- jenis semen = Gresik Tipe I
- jenis agregat kasar = Dipecah
- BJ agregat halus (SSD) = 2,73
- BJ agregat Kasar (SSD) = 2,75

Berdasarkan data perencanaan diketahui volume pekerjaan $< 1000 \text{ m}^3$, oleh karena itu standar deviasi yang dapat digunakan adalah baik $5,5 < S < 6,5$. Jadi standar deviasi dipakai 6 MPa.

$$f'_{cr} = f'c + 1,34 \times S$$

$$= 20 + 1,34 \times 6$$

$$= 28,04 \text{ MPa}$$

$$f'_{cr} = f'c + 2,33 \times S - 3,5$$

$$= 20 + 2,33 \times 6 - 3,5$$

$$= 30,48 \text{ MPa}$$

Dimana:

- $f'c$ = kuat tekan rencana
- 1,64 = ketetapan statistic yang nilainya tergantung pada persentase kegagalan hasil uji sebesar maksimum 5%.
- S = nilai deviasi

Perhitungan f'_{cr} di atas diambil yang terbesar yaitu 30,48 MPa.

Hasil Pengujian

Tabel 1. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Pada Umur 28 Hari

No.	Kode	Tanggal Buat	Tanggal Test	Mutu	Berat (kg)	Tekanan hancur (KN)	Tekan hancur 28 hari (MPa)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)
1	NP 0%	16/06/2023	14/07/2023	f _c 20	12,92	371	21,00	20,08
2	NP 0%	16/06/2023	14/07/2023	f _c 20	12,89	322	18,23	
3	NP 0%	16/06/2023	14/07/2023	f _c 20	12,89	371	21,00	
1	NP 0,050%	05/06/2023	03/07/2023	f _c 20	12,92	359	20,33	20,72
2	NP 0,050%	05/06/2023	03/07/2023	f _c 20	12,91	371	21,00	
3	NP 0,050%	05/06/2023	03/07/2023	f _c 20	12,91	368	20,84	
1	NP 0,075%	06/06/2023	04/07/2023	f _c 20	12,98	357	20,21	20,19
2	NP 0,075%	06/06/2023	04/07/2023	f _c 20	13,10	350	19,82	
3	NP 0,075%	06/06/2023	04/07/2023	f _c 20	13,10	363	20,55	
1	NP 0,100%	06/06/2023	04/07/2023	f _c 20	12,97	339	19,19	19,51
2	NP 0,100%	06/06/2023	04/07/2023	f _c 20	12,88	347	19,65	
3	NP 0,100%	06/06/2023	04/07/2023	f _c 20	12,88	348	19,70	
1	NP 0,125%	07/06/2023	05/07/2023	f _c 20	12,73	333	18,85	18,00
2	NP 0,125%	07/06/2023	05/07/2023	f _c 20	12,93	292	16,53	
3	NP 0,125%	07/06/2023	05/07/2023	f _c 20	12,93	329	18,63	

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 2. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Pada Umur 28 Hari

No.	Kode	Tanggal Buat	Tanggal Test	Mutu	Berat (kg)	Beban maks (KN)	Kuat Tarik Belah (MPa)	Kuat Tarik Rata-Rata (MPa)
1	NP 0%	16/06/2023	14/07/2023	f _c 20	12,92	111,00	1,570	1,674
2	NP 0%	16/06/2023	14/07/2023	f _c 20	12,89	119,00	1,684	
3	NP 0%	16/06/2023	14/07/2023	f _c 20	12,89	125,00	1,768	
1	NP 0,050%	05/06/2023	03/07/2023	f _c 20	12,92	165,00	2,334	2,372
2	NP 0,050%	05/06/2023	03/07/2023	f _c 20	12,91	176,00	2,490	
3	NP 0,050%	05/06/2023	03/07/2023	f _c 20	12,91	162,00	2,292	
1	NP 0,075%	06/06/2023	04/07/2023	f _c 20	12,98	161,00	2,278	2,306
2	NP 0,075%	06/06/2023	04/07/2023	f _c 20	13,1	177,00	2,504	
3	NP 0,075%	06/06/2023	04/07/2023	f _c 20	13,1	151,00	2,136	
1	NP 0,100%	06/06/2023	04/07/2023	f _c 20	12,97	140,00	1,981	2,056
2	NP 0,100%	06/06/2023	04/07/2023	f _c 20	12,88	160,00	2,264	
3	NP 0,100%	06/06/2023	04/07/2023	f _c 20	12,88	136,00	1,924	
1	NP 0,125%	07/06/2023	05/07/2023	f _c 20	12,73	120,00	1,698	1,650
2	NP 0,125%	07/06/2023	05/07/2023	f _c 20	12,93	119,00	1,684	
3	NP 0,125%	07/06/2023	05/07/2023	f _c 20	12,93	111,00	1,570	

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Pada Umur 28 Hari

No.	Kode	Tanggal Buat	Tanggal Test	Mutu	Berat (kg)	Beban maks (KN)	Kuat Lentur (MPa)	Kuat Lentur Rata-Rata (MPa)
1	NP 0%	16/06/2023	14/07/2023	f _c 20	36,59	28,50	5,489	5,441
2	NP 0%	16/06/2023	14/07/2023	f _c 20	36,14	28,00	5,393	
1	NP 0,050%	05/06/2023	03/07/2023	f _c 20	36,12	33,00	6,356	6,452
2	NP 0,050%	05/06/2023	03/07/2023	f _c 20	35,03	34,00	6,548	
1	NP 0,075%	06/06/2023	04/07/2023	f _c 20	36,70	33,50	6,452	6,307
2	NP 0,075%	06/06/2023	04/07/2023	f _c 20	35,17	32,00	6,163	
1	NP 0,100%	06/06/2023	04/07/2023	f _c 20	36,42	32,50	6,259	5,970
2	NP 0,100%	06/06/2023	04/07/2023	f _c 20	36,38	29,50	5,681	
1	NP 0,125%	07/06/2023	05/07/2023	f _c 20	36,78	27,00	5,200	5,296
2	NP 0,125%	07/06/2023	05/07/2023	f _c 20	34,47	28,00	5,393	

Sumber: Hasil Perhitungan

PEMBAHASAN

Perbandingan Kuat Tekan Dan Kuat Tarik

Perbandingan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton (%)

Tabel 4. Perbandingan Kuat Tarik Belah Terhadap Kuat Tekan

No	Rata- Rata Kuat Tekan f _c (MPa)	Rata- Rata Kuat Tarik Belah ft (MPa)	Persentase (%)
1	20,080	1,674	11,995
2	20,722	2,372	8,736
3	20,193	2,306	8,757
4	19,514	2,056	9,491
5	18,004	1,650	10,908

Sumber : Hasil Perhitungan

Perbandingan Kuat Tekan terhadap Kuat Tarik Lentur Beton (%)

Tabel 4. Perbandingan Kuat Tarik Lentur Terhadap Kuat Tekan

No	Rata- Rata Kuat Tekan f _c (MPa)	Rata- Rata Kuat Tarik Lentur fs (MPa)	Persentase (%)
1	20,080	5,441	3,691
2	20,722	6,452	3,212
3	20,193	6,307	3,202
4	19,514	5,970	3,268
5	18,004	5,296	3,399

Sumber : Hasil Perhitungan

Pola Retak Benda Uji

Kuat Tekan



Gambar 2 Pola Retak Beton Pada Pengujian Kuat Tekan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola retak untuk pengujian kuat tekan yang terjadi hampir sama, pola retak sejajar dengan arah beban sehingga dikategorikan pola retak kolumnar (ASTM C39/C39M-2001, hal. 5)

Kuat Tarik Belah



Gambar 3 Pola Retak Beton Pada Pengujian Kuat Tarik Belah

Secara umum pola retak yang terjadi saat pengujian kuat tarik belah cenderung memiliki keretakan dengan arah vertikal dan terbelah pada bagian tengah blok beton.

Kuat Tarik Lentur



Gambar 4 Benda Uji Mengalami Patah Tengah Berdasarkan pada pengujian balok dapat diamati bahwa pola retak yang terjadi pada balok beton dengan penambahan serat aluminium menghasilkan pola retak lentur. Pola retak yang terbentuk berada pada bentang tengah balok.

Nilai Optimum Penambahan Serat Aluminium Pada Campuran Beton

Kuat Tekan

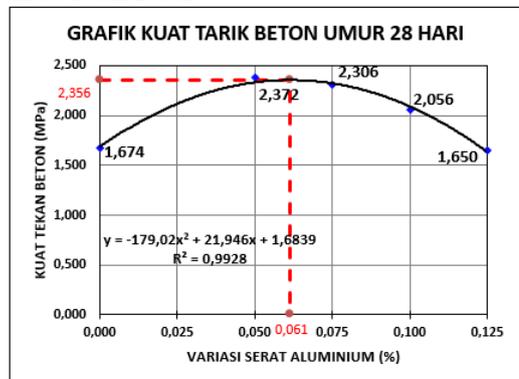


Grafik 1. Grafik Hubungan Penambahan Serat Aluminium Dengan Kuat Tekan Beton

Terjadi peningkatan nilai kuat tekan beton pada variasi persentase 0,05% dan adanya penurunan nilai kuat tekan beton seiring dengan bertambahnya persentase serat aluminium

Berdasarkan Analisa regresi didapatkan persamaan $\hat{Y} = -382,272 x^2 + 31,503x - 20,078$ dengan koefisien determinasi $R^2 = 0,995$ maka dapat dikatakan bahwa sebanyak 99,5% nilai kuat tekan yang dihasilkan dipengaruhi oleh persentase penambahan serat aluminium.

Kuat Tarik Belah

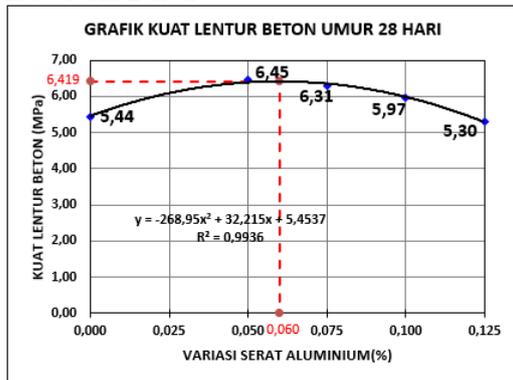


Grafik 2. Grafik Hubungan Penambahan Serat Aluminium Dengan Kuat Tarik Belah Beton

Terjadi peningkatan nilai kuat tarik belah beton pada variasi persentase 0,05% dan adanya penurunan nilai kuat tarik belah beton seiring dengan bertambahnya persentase serat aluminium

Berdasarkan Analisa regresi didapatkan persamaan $\hat{Y} = -179,022x^2 + 21,946x - 1,684$ dengan koefisien determinasi $R^2 = 0,993$ maka dapat dikatakan bahwa sebanyak 99,3% nilai kuat tarik belah yang dihasilkan dipengaruhi oleh persentase penambahan serat aluminium.

Kuat Tarik Lentur



Grafik 3. Grafik Hubungan Penambahan Serat Aluminium Dengan Kuat Tarik Lentur Beton

Terjadi peningkatan nilai kuat tarik lentur beton pada variasi persentase 0,05% dan adanya penurunan nilai kuat tarik lentur beton seiring dengan bertambahnya persentase serat aluminium

Berdasarkan Analisa regresi didapatkan persamaan $\hat{Y} = -268,949x^2 + 32,215x - 5,454$ dengan koefisien determinasi $R^2 = 0,994$ maka dapat dikatakan bahwa sebanyak 99,4% nilai kuat tarik lentur yang dihasilkan dipengaruhi oleh persentase penambahan serat aluminium.

Uji Hipotesis

Pengujian hipotesis dilakukan dengan menggunakan uji studi pendistribusian (uji t). Tujuan dari pengujian nilai t adalah untuk membuktikan apakah variabel independen (X) memiliki pengaruh yang signifikan kepada variabel dependen (Y). Pada kasus ini, variabel terikat (Y) adalah kekuatan tekan beton, sedangkan variabel bebas (X) adalah persentase serat aluminium. Berikut ini adalah contoh langkah-langkah yang digunakan untuk menguji hipotesis pada beton umur 28 hari:

- Asumsi hipotesis
 Asumsi H_0 = tidak terdapat pengaruh dari penggunaan serat aluminium terhadap kuat tekan beton
 H_α = terdapat pengaruh dari penggunaan serat aluminium terhadap kuat tekan beton
- Menghitung t tabel uji dua arah dengan taraf signifikansi 5%. Oleh karena itu, nilai $\alpha/2 = 0,05/2 = 0,025$, sehingga t tabel = $\alpha/2$; n - k ataupun t tabel = 0,025; 3 = 3,182 (tabel nilai t terdapat pada lampiran).

- Mendapatkan t hitung

$$= R \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}$$

$$= 0,997 \sqrt{\frac{5-2}{1-0,997^2}}$$

$$= 22,310$$

- Penentuan kesimpulan
 - Jika t hitung > t tabel sehingga Hipotesis nol ditolak
 - Jika t hitung < t tabel sehingga Hipotesis nol diterima

Dari hasil perhitungan didapat nilai t hitung lebih besar dari nilai t tabel, yaitu $22,310 > 3,182$, maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh penambahan serat aluminium pada campuran beton terhadap kekuatan tekan beton dengan tingkat kepercayaan sebesar 95%.

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian, pengujian, dan perhitungan yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan yang sehubungan dengan pengaruh yang terjadi akibat penambahan serat aluminium pada beton yang sesuai dengan rumusan masalah, yakni:

1. Adanya perbedaan secara signifikan antara beton normal dan beton serat aluminium. Hal ini dibuktikan pada pengujian hipotesis dan analisa regresi, bahwa $t_{hitung} = 22,310$ lebih besar dari $t_{tabel} = 3,182$. Nilai koefisien determinasi (R^2) dan nilai koefisien korelasi (R) untuk kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur beton yang diperoleh dapat ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 6. Nilai koefisien (R^2) dan Nilai Koefisien Korelasi (R) Kuat Tekan, Kuat Tarik, Kuat Tarik Belah

	Kuat Tekan	Kuat Tarik	Kuat Lentur
R^2	99,46%	99,28%	99,36%
R	0,997	0,996	0,997

Sumber: Hasil Analisa

Berdasarkan tabel di atas hipotesis alternatif (H_α) dapat diterima, sedangkan hipotesis nol (H_0) tidak dapat diterima. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh dari penambahan serat aluminium pada beton

2. Hasil **uji kuat tekan** terhadap beton serat aluminium menunjukkan bahwa beton dengan persentase serat sebesar 0,050% menghasilkan rata - rata nilai kuat tekan maksimum, yaitu sebesar 20,72 MPa. Sedangkan nilai rata - rata kuat tekan beton serat dengan persentase 0,075%, 0,100% dan 0,125% berturut - turut adalah sebesar 20,19 MPa, 19,51 MPa, dan 18,00 MPa.

Hasil uji **kuat tarik belah** terhadap beton serat aluminium menunjukkan bahwa beton dengan persentase serat sebesar 0,050% menghasilkan rata - rata nilai kuat tarik maksimum, yaitu

sebesar 2,37 MPa. Sedangkan nilai rata – rata kuat tekan beton serat dengan persentase 0,075%, 0,100% dan 0,125% berturut – turut adalah sebesar 2,31 MPa, 2,06 MPa, dan 1,65 MPa.

Hasil **uji kuat tarik lentur** terhadap beton serat aluminium menunjukkan bahwa beton dengan persentase serat sebesar 0,050% menghasilkan rata - rata nilai kuat lentur maksimum, yaitu sebesar 6,45 MPa. Sedangkan nilai rata – rata kuat tekan beton serat dengan persentase 0,075%, 0,100% dan 0,125% berturut – turut adalah sebesar 6,31 MPa, 5,97 MPa, dan 5,30 MPa.

3. Untuk persentase optimum penggunaan serat aluminium pada campuran beton, didapat hasil pengujian analisis regresi menunjukkan nilai persentase optimal penggunaan serat aluminium pada campuran beton untuk kuat tekan sebesar 0,041%, kuat tarik sebesar 0,061%, dan kuat lentur sebesar 0,60%.

6. SARAN

Berdasarkan kesimpulan yang ditarik dari hasil penelitian ini, maka penulis memberikan beberapa saran yang bisa digunakan untuk penelitian selanjutnya guna memperbaiki kekurangan dari penelitian ini, antara lain adalah :

1. Pastikan untuk memilih jenis agregat dengan cermat dan hati-hati dikarenakan agregat yang digunakan harus memiliki kualitas yang baik dan memiliki kekuatan tekan beton yang sesuai dengan perencanaan.
2. Agregat kasar dan halus merupakan material yang sangat sensitif terhadap perubahan suhu yang nantinya akan mempengaruhi setiap parameternya, yaitu kemudahan perubahan (kadar air, berat isi, berat jenis) dan terakhir perhitungan rancangan campuran beton (mix design) yang tidak sesuai untuk kondisi lapangan. Dengan demikian, penelitian selanjutnya perlu dilakukan secara lebih menyeluruh dan komprehensif.
3. Dalam penelitian ini belum dilakukan pengujian terhadap kuat tarik serat aluminium, ketahanan bakar, daya hantar panas, dan peredaman suara. Sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan serat aluminium pada campuran beton.
4. Supaya serat potongan kaleng aluminium mempunyai dimensi yang seragam, maka pemotongan sebaiknya dilakukan secara mekanis, sehingga perlu dibuat suatu alat atau mesin untuk memproduksi serat kaleng aluminium
5. Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengujian modulus elastisitas, dikarenakan pada pengujian modulus elastisitas tidak bisa digunakan rumus pendekatan sesuai SNI 2847-2019.
6. Diharapkan Laboratorium Bahan Konstruksi ITN Malang dapat memperbanyak cetakan benda uji, agar dapat memperbanyak sampel penelitian

7. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (1984). ACI 544.1R-96 *Report on Fiber Reinforced*. American Concrete International, 6(12), 15–27.
- Anonim. (2000). SNI 01-2834-2000 *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- Anonim. (2001). ASTM C39/C39M *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*. American Society for Testing and Materials, 04(March), 1–5.
- Anonim. (2002). SNI 03-2491-2002 *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*. In Badan Standar Nasional Indonesia (hal. 14).
- Anonim. (2011a). SNI 03-4431-2011 *Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal Cara Dengan Dua Titik Pembebanan*. Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- Anonim. (2011b). SNI 1974-2011 *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*. Badan Standardisasi Nasional Indonesia, 20.
- Anonim. (2018). ACI 544.4R-18 *Guide to Design with Fiber-Reinforced Concrete*. American Concrete International, 44.
- Mulyadi, S., Basa, D., & Halawa, F. (2015).). Prosiding Seminar Nasional Fisika, IV, 183–186.