

Pengaruh Penambahan Serat Kabel Tembaga Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah

Augustinus Latuheru ^{*1a}, Herman Parung ^{*2}, Irwan Lie Keng Wong ^{*3}

Submit:

22 Juni 2024

Review:

25 Juni 2024

Revised:

31 Juli 2024

Published :

12 Agustus 2024

^{*1} Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, Latuheruaugustinues@gmail.com

^{*2} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia hermanparung@gmail.com

^{*3} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, irwanliekengwong@gmail.com

^aCorresponding Author: Latuheruaugustinues@gmail.com

Abstrak

Beton merupakan salah satu bahan pokok yang biasanya dipakai dalam dunia konstruksi, karena sifatnya yang bermacam sesuai dengan perubahan campuran penyusunnya seperti air, semen *portland* komposit, agregat kasar dan halus serta bahan tambahan lainnya jika diperlukan. Dalam penelitian ini digunakan serat kabel tembaga sebagai bahan tambah dalam campuran beton. Penelitian ini, Karakteristik agregat halus dan agregat kasar dari sungai jeneberang menunjukkan hasil yang memenuhi spesifikasi. Agar diketahui karakteristik beton, dilaksanakan uji kuat tekan dan kuat tarik belah. Menurut pengujian tersebut, didapatkan rata-rata Nilai Kuat tekan pada variasi beton normal sebesar 21,966 Mpa, pada variasi 1,75% sebesar 21,118 Mpa dan pada variasi 2% sebesar 20,741 Mpa. Untuk data uji kuat tarik belah dihasilkan angka rata-rata untuk variasi 0% sebesar 3,300 Mpa, untuk variasi 1,75% sebesar 2,875% dan untuk variasi 2% sebesar 3,017 Mpa.

Kata kunci : Serat Kabel Tembaga, Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, Beton.

Abstract

One of the materials that is main materials usually used in construction, because its properties vary according to changes in the constituent mixture such as water, composite portland cement, coarse and fine aggregates and other additional materials if necessary. In this research, copper cable fiber was used as a component that is added to the concrete mixture. This study's features, the qualities of excellent aggregate and coarse aggregate from the Jeneberang River, shows results that meet specifications. In order to know the characteristics of concrete, Tests for split tensile strength and compressive strength are conducted. According to this test, the average compressive strength value obtained for the normal concrete variation was 21.966Mpa, for the 1.75% variance it was 21.118Mpa and for the 2% variance it was 20.741Mpa. For results from the split tensile strength test, the average figure for the 0% variation was 3,300Mpa, for the 1.75% variance it was 2.875% and for the 2% variations it was 3.017Mpa.

Keywords : Copper Cable Fiber, Compressive Strength, Split Tensile Strength, Concrete

PENDAHULUAN

Bahan bangunan saat ini menjadi semakin diperlukan untuk dunia sipil untuk pembangunan gedung perkantoran, perumahan, ruko, pemerintahan, dan bangunan lainnya. Salah satu material utama yang sering digunakan dalam bangunan adalah beton, yang kualitasnya bervariasi tergantung perubahan campuran penyusunnya. Selain udara, semen portland komposit, agregat kasar dan halus, dan bahan tambahan lainnya apabila diharuskan. Beton tahan api, mudah dibentuk, mempunyai kuat tekan yang tinggi, dan tidak memerlukan metode pembangunan khusus. Beton memiliki kekurangan yang dapat membatasi kegunaannya. Misalnya, tidak efektif bila diterapkan pada material yang tahan terhadap gaya tarik karena tidak dapat mentolerir gaya tarik. Beton memiliki kekuatan tarik hanya sekitar 20% kekuatan tekanannya. Dengan kemajuan teknologi beton sekarang ini, sudah banyak usaha dikeluarkan untuk memberikan peningkatan kualitas beton yang tidak memadai. Perbaikan ini mencakup penambahan serat ke dalam adukan beton. Dalam penelitian ini, serat kabel tembaga ditambahkan ke campuran beton.

Penelitian oleh Nurmilam, Hasil penelitian menunjukkan bahwa agregat pasir Sungai Kikim memiliki kuat tekan 21,28MPa, pasir Sungai Selangis 24,83MPa, dan pasir Sungai Ogan menciptakan kekuatan tekan tertinggi 25,66MPa, yang menunjukkan bahwa agregat pasir Sungai Ogan memiliki kualitas terbaik untuk campuran beton Fc'24. [1]. Variasi Pencampuran beton kekuatan besar bisa menciptakan kuat tekanan rata-rata beton yang besar. Kuat tekan rata-rata beton pencampuran pasir dan batu pecahan gamping, untuk FAS 0,20 menciptakan angka kekuatan tekan rata-rata sebanyak f'c:55,13MPa. Pada FAS 0,25 menciptakan angka f'c:45,67MPa dan FAS 0,30 didapatkan 45,27MPa.[2] Dari uji kuat tekan yang sudah dilaksanakan ketika sampe mencapai usia pada hari ke-28 menyatakan angka rata-rata 23.86MPa, dibanding data uji kekuatan tekan beton ketika sampai pada 28 hari yang menggunakan cangkang sawit pada variasi 25% hingga 100% menunjukkan nilai kuat tekan tertinggi 14,9MPa, yang menunjukkan bahwa cangkang sawit masih bisa dipakai dalam pencampuran dibeton non-struktural. [3]. Didapatkan data uji yaitu angka kekuatan lentur beton tertinggi ada divariasi 0,5% sebanyak 3,173MPa. Untuk uji Modulus didapatkan angka tertinggi divariasi 0,5%, sebanyak 24098,216Mpa. [4]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan dari seluruh komposisi pencampuran masing-masing mencapai 10.26MPa, 10.153MPa, 10.03MPa, 9.92MPa, dan 9.80MPa, masing-masing dengan penurunan kuat tekan sebanyak 1,1%. Menurut nilai-nilai ini, kesimpulannya jika memakai agregat ex paving block sebagai material peracik beton dapat memberikan penurunan kekuatan beton.[5]. Penelitian menunjukkan bahwa abu terbang (fly ash) kelas F tidak dapat digunakan dalam menggantikan semen dipencampuran beton dengan mutu 30MPa; kuat tekan beton umur 28 hari diadukan beton tanpa variasi adalah 30,36MPa, 13,20MPa, 12,54 MPa, dan 11,31 MPa.[6]. Sementara Kuat tekan beton dapat diturunkan dengan mengganti bahan AB, dan mineral kalsium karbonat dapat terakumulasi di dalam pori-pori beton. Selain itu, telah ditunjukkan bahwa jumlah bakteri yang hidup di beton terus meningkat, Ini membantu meningkatkan kepadatan beton.[7]. Data uji menampilkan jika beton dengan sebagian pasir besi 10% dapat sampai pada kekuatan maksimum 30,90Mpa selama 7 hari, yang mengikuti aturan SNI. Selain itu, kekuatan lentur yang diciptakan lewat dari batas Fs 45 yang diantisipasi, yaitu 45. Oleh karena itu, beton yang digunakan di Sungai Luk Ulo dan pesisir selatan Kebumen dianggap berkualitas sedang. Pemanfaatan bahan alternatif contohnya pasir besi bisa menghemat SDA dan berkurangnya pengaruh negatif beton, yang pada gilirannya terjadi peningkatan keuntungan.[8]. Data uji kekuatan tekan sepanjang 21 hari memperlihatkan kekuatan tekan terbesar sebanyak 15,134MPa.[9]. Beton yang menambah limbah keramik dengan variasi 10% mengalami kehilangan kuat tekan 13,67% dari rencana, dan beton dengan variasi 15% mengalami kehilangan kuat tekan 6,60% dari rencana. Beton uji yang terbuat dari campuran limbah keramik memiliki tingkat retakan yang lebih tinggi dari beton biasa. Pola retak geser ini disebut "retak geser". [10].

METODOLOGI

A. Lokasi Mendapatkan Bahan Penelitian

Untuk agregat kasar dan agregat halus yang dipakai diambil dari Sungai Jeneberang. Untuk serat kabel tembaga yang digunakan diambil dari toko listrik Kota Makassar.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Agregat



Gambar 3. Serat Kabel

B. Trial Mix

Agar diketahui apakah perhitungan komposisi campuran yang telah dihitung bisa mencapai nilai kuat tekan rencana maka dilakukan *trial mix* dengan menggunakan 7 hari sebagai faktor umur pengujian. Berikut data uji *Trial mix*:

Tabel 1. Hasil Uji *Trial Mix*

No Benda Uji	Umur (Hari)	Luas Penampang	P (kN)	Kuat Tekan Aktual (MPa)	Kuat Tekan Konversi 28 hari (MPa)	Rata-Rata
1	7	17671,459	300	16,970	26,107	25,527
2			300	16,970	26,107	
3			280	15,838	24,367	

C. Mix Design

Merancang atau memilih bahan untuk digunakan dalam pembuatan beton dengan mempertimbangkan kualitas dan kuantitas material dikenal sebagai *mix design*. Tujuan dari desain campuran adalah agar ditentukan proporsi material yang akan dipakai dalam menyusun beton, sehingga hasilnya sesuai dengan kualitas yang diharapkan. Metode Mix Design Metode SNI-03-2834-2000 yang dipakai saat melaksanakan studi ini.

D. Proses Pembuatan Benda Uji

Dalam membuat sampel akan diproses jika daya yang didapatkan dari proses uji coba yang dilakukan sudah mencapai mutu beton perencanaan. Benda uji dicetak sejumlah 24 sampel yang mana terdiri dari 18 sampel untuk uji kekuatan tekan dan 6 sampel untuk uji kekuatan tarik belah.

E. Karakteristik Material

Sebelum dilakukan penelitian, bahan yang akan dicampurkan seperti agregat kasar dan agregat halus harus diperiksa karakteristiknya, agar diketahui kandungan apa yang ada pada material yang digunakan dan agar terjamin kualitas mutunya.

Tabel 2. Spesifikasi sifat agregat kasar

AGREGAT KASAR				
No.	Karakteristik	Hasil	Interval ASTM	Keterangan
1	Kadar Air	1,175	0.5% - 2.0%	Memenuhi
2	Kadar Lumpur	0,807	0.2% - 1.0%	Memenuhi
3	Berat Jenis SSD	2,759	1.60 - 3.20	Memenuhi
4	Absorpsi (Penyerapan)	0,685	0.20% - 2.00%	Memenuhi
5	Berat Volume Padat	1569,643	1400 - 1900 kg/m ³	Memenuhi
6	Berat Volume Gembur	1449,643	1400 - 1900 kg/m ³	Memenuhi
7	Modulus Kehalusan	7,125	5,50 - 8,50	Memenuhi

Tabel 3. Spesifikasi Karakteristik Agregat Halus

AGREGAT HALUS				
No.	Karakteristik	Hasil	Interval ASTM	Keterangan
1	Kadar Air	3,202	3.0% - 5.0%	Memenuhi
2	Kadar Lumpur	2,988	0.2% - 6.0%	Memenuhi
3	Berat Jenis SSD	2,423	1.60 - 3.20	Memenuhi
4	Absorpsi (Penyerapan)	1,216	0.20% - 2.00%	Memenuhi
5	Berat Volume Padat	1476,786	1400 - 1900 kg/m ³	Memenuhi
6	Berat Volume Gembur	1407,857	1400 - 1900 kg/m ³	Memenuhi
7	Modulus Kehalusan	2,689	< 3,10	Memenuhi

F. Perawatan Bahan Uji

Menurut SNI 1974:2011, bahan uji yang sudah dipisah dari pencetaknya dan diberi tanda kemudian dilakukan perawatan dengan perendaman pada bak air atau *curing* dengan interval waktu perendaman yaitu 7, 21 dan 28 hari.



Gambar 3. Benda Uji

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kuat Tekan

Pemeriksaan kekuatan tekan pada beton diawali ketika sampel uji berusia hari ke-7, ke-21, dan ke-28. Hal ini dilakukan dengan memanfaatkan alat uji kuat tekan agar mencari kekuatan tekan tertinggi beton dengan beban tekan (P) yang dinyatakan dengan satuan kN. Kemudian perincian perhitungan kekuatan tekan sampel.

Tabel 4. Hasil Uji Kuat Tekan variasi 0%

Variasi	Umur (hari)	P (Kn)	Kuat Tekan Aktual Mpa	Rata-rata Kuat Tekan Aktual (Mpa)
0 %	7	280	15,838	16,310
		295	16,687	
		290	16,404	
	21	420	23,758	23,946
		430	24,323	
		420	23,758	
	28	450	25,455	25,643
		460	26,020	
		450	25,455	

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Tekan Variasi 1,75%

Variasi	Umur (hari)	P (Kn)	Kuat Tekan Aktual Mpa	Rata-rata Kuat Tekan Aktual (Mpa)
1,75 %	7	270	15,273	15,650
		270	15,273	
		290	16,404	
	21	410	23,192	23,003
		400	22,626	
		410	23,192	
	28	440	24,889	24,700
		420	23,758	
		450	25,455	

Tabel 6. Hasil Pengujian Kuat Tekan Variasi 2%

Variasi	Umur (hari)	P (Kn)	Kuat Tekan Aktual Mpa	Rata-rata Kuat Tekan Aktual (Mpa)
2 %	7	260	14,707	15,273
		280	15,838	
		270	15,273	
	21	400	22,626	22,438
		390	22,061	
		400	22,626	
	28	430	24,323	24,512
		430	24,323	
		440	24,889	

B. Kuat Tarik Belah

Pemeriksaan ini dilaksanakan saat sampel mencapai hari ke-28 dengan memakai alat mesin penekan agar diketahui gaya tarik belah maksimum beton di bawah beban (P) serta dinyatakan dalam kN.

Tabel 7. Hasil Uji Kuat Tarik Belah

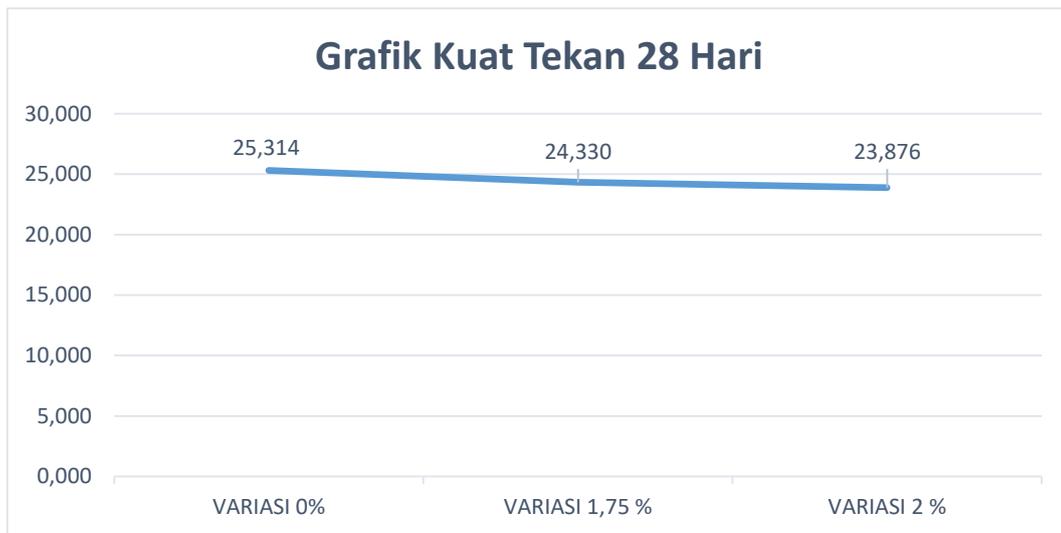
Variasi Serat	L	D	P	Kuat Tarik Belah (ft)	Rata-rata Kuat Tarik Belah
	mm	mm	(N)	(Mpa)	(Mpa)
0%	300	150	220000	3,111	3,300
	300	150	230000	3,253	
	300	150	250000	3,535	
1,75 %	300	150	210000	2,970	2,875
	300	150	200000	2,828	
	300	150	200000	2,828	
2 %	300	150	210000	2,970	3,017
	300	150	220000	3,111	
	300	150	210000	2,970	

PEMBAHASAN

Pengujian yang dilakukan dalam studi ini yakni uji kekuatan tekan dan kekuatan tarik belah pada beton normal dan beton yang menggunakan penambahan serat kabel tembaga. Adapun metode yang dipakai ialah menggunakan metode SNI yaitu pada pengujian kekuatan tekan (Berdasarkan SNI 1974:2011) dan pengujian kuat tarik belah (Menurut SNI 2491:2014).

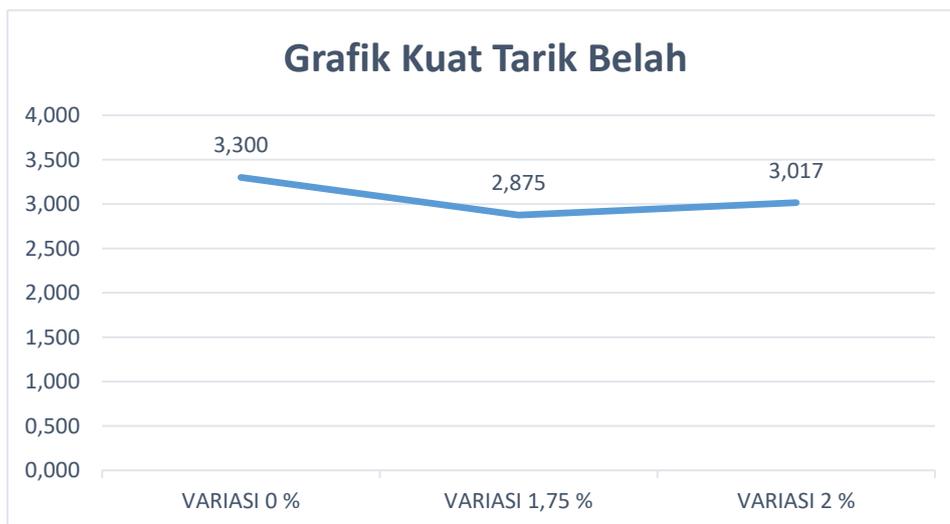
1. Kekuatan Tekan

Dengan penambahan serat pada beton yang dipakai, menciptakan turunnya angka kuat tekan beton. Ketika sampai dihari ke-28 untuk variasi penambahan 0%, 1,75% dan 2 % adalah 25,314 MPa, 24.330 MPa, dan 23.876 MPa, dari mutu rencana yaitu 25MPa.



Gambar 4. Grafik data pengujian kuat tekan beton

2. Kuat Tarik Belah



Gambar 5. Grafik hasil uji kuat tarik belah beton

Menurut grafik, menyatakan jika tingginya beban maksimum (P) sejalan dengan tingginya angka kekuatan tarikan belah pada beton (f_t). Data uji diperoleh angka rata-rata kuat tarikan belah beton (f_t) divariasi 1.75 % dan 2 % adalah 3.300MPa, 2.875MPa, dan 3.017MPa.

3. Hubungan Antara kuat Tekan Beton dan Kuat Tarik Belah Beton

Perhitungan proporsi kuat tarikan belah (f_t) kepada kuat tekanan beton (f'_c), diteliti hubungan antara kekuatan tekan beton (f'_c) dengan kuat tarikan belah beton (f_t). Menurut data uji kuat tekanan beton (f'_c) ketika berusia 28 hari pada variasi penambahan 1,75% dan 2 % serat kabel tembaga di dapatkan sebesar 25,314 MPa, 24.330 MPa, dan 23.876 MPa dari mutu rencana yaitu 25MPa, dan data pengujian kuat tarikan belah beton (f_t) di umur 28 hari divariasi 1,75 % dan 2 % dapatkan nilai rata-rata sebanyak 3.300MPa, 2.875MPa dan 3.017Mpa.

Tabel 8. Hubungan antara kuat tekan beton ($f'c$) dan kuat tarik belah beton (ft)

Variasi Serat	Rata-rata (Mpa)		Persentase (%)
	Kuat Tekan	Kuat Tarik Belah	
0%	25,314	3,300	13,035
1,75 %	24,330	2,875	11,818
2 %	23,876	3,017	12,636

Dari tabel di atas, dihasilkan angka presentase korelasi antara kekuatan tekan ($f'c$) dengan kekuatan tarikan belah (ft) divariasi 1.75% dan 2 % adalah 11.818 % dan 12.636 %.

KESIMPULAN

Penambahan 1,75% dan 2 % serat kabel tembaga akan menurunkan kuat tekan seiring bertambahnya kadar serat yang ditambahkan, akan tetapi meningkatkan kuat tarik belah seiring dengan peningkatan kadar serat kabel tembaga yang ditambahkan ke beton. Hubungan antara kekuatan tekan dengan kekuatan tarikan belah menunjukkan peningkatan hubungan dari batas-batas beton normal.

REFERENSI

- [1] N. Oemiati, M. Arivai, and Efriansyah, "Analisa Agregat Pasir Sungai Selangis, Sungai Kikim dan Sungai Ogan terhadap Kuat Tekan Beton $F_c'24$," *JTSITP*, vol. 9, no. 1, p. 2, Feb. 2022, doi: 10.21063/jts.2022.V901.02.
- [2] J. Jabair, "Pemanfaatan Batu Gamping Enrekang Dalam Campuran Beton Kekuatan Tinggi," *JACEE*, vol. 2, no. 1, p. 8, Apr. 2022, doi: 10.31963/jacee.v2i1.3362.
- [3] I. Indrayani, I. Sulianti, W. Wahyudi, and B. A. J. Herbi, "Pemanfaatan Limbng Cangkang Kelapa Sawit pada Campuran Beton Ringan" *FROPIL (Forum Profesional Teknik Sipil)*, vol. 11, no. 2, pp. 69–76, Dec. 2023, doi: 10.33019/fropil.v11i2.3753.
- [4] F. S. Restu, J. Tanijaya, and S. R. Tonapa, "Pengaruh Penggunaan Gumuk Pasir Sumalu Sebagai Agregat Halus Pada Campuran Beton Menggunakan Superplasticizer," *pcej*, vol. 5, no. 3, pp. 403–409, Sep. 2023, doi: 10.52722/pcej.v5i3.703.
- [5] A. N. Majid, R. Roestaman, and S. Permana, "Penggunaan Agregat Halus Ex Paving Block untuk Campuran Beton," *Jurnal Konstruksi*, vol. 19, no. 2, pp. 340–350, May 2022, doi: 10.33364/konstruksi/v.19-2.924.
- [6] E. Anggarini and D. P. Hardiani, "Pengaruh Penambahan Abu Terbang (Fly Ash) Sebagai Substitusi Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Normal 30 Mpa," *JK*, vol. 6, no. 1, p. 51, Jul. 2023, doi: 10.31602/jk.v6i1.11559.
- [7] I. Junaidi, J. J. Ekaputri, S. Purnomo, Ign. H. Sumartono, W. Agustin, and Widi Astuti, "Aplikasi Mikroba Dalam Agregat Buatan Untuk Meningkatkan Kuat Tarik Belah Beton Mengandung Fly Ash," *JTS*, vol. 16, no. 4, pp. 289–301, May 2022, doi: 10.24002/jts.v16i4.5677.
- [8] M. S. Budi and D. W. Astin, "Beton Percepatan Menggunakan Sebagian Agregat Halus Pasir Besi Pesisir Pantai Selatan Kebumen," *ED*, vol. 11, no. 2, pp. 355–360, May 2023, doi: 10.37081/ed.v11i2.5017.
- [9] E. Suhelmidawati, "Pemanfaatan Pasir/Kerikil Sisa Penambangan Batu Kapur Pada Campuran Paving Block," *JIPR. jurnal. ilm. polirekayasa*, vol. 17, no. 1, p. 17, Feb. 2022, doi: 10.30630/jipr.17.1.211.
- [10] E. Purnamasari, "Pengaruh Variasi Penambahan Limbah Pecahan Keramik Terhadap Kuat Tekan Beton," *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, vol. 11, no. 1, pp. 88–94, Apr. 2023, doi: 10.32487/jtt.v11i1.1646.