

## ANALISIS PENGARUH METODE PERAWATAN TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON

Erwin Widiyanto<sup>1</sup>, Anis Rakhmawati<sup>2</sup>, Ali Murtopo<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar

Email : <sup>1</sup>[erwinwidiyanto11@gmail.com](mailto:erwinwidiyanto11@gmail.com), <sup>2</sup>[a.m@untidar.ac.id](mailto:a.m@untidar.ac.id), <sup>3</sup>[anisrakhmawati@untidar.ac.id](mailto:anisrakhmawati@untidar.ac.id)

### ABSTRAK

Perawatan beton penting dilakukan guna memaksimalkan kekuatan beton. Terdapat beberapa metode perawatan beton yang dapat diterapkan. Untuk mengetahui metode yang tepat guna, dilakukan penelitian dengan membuat beton dan dilakukan perawatan dengan metode yang berbeda. Spesimen berupa beton berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Campuran beton direncanakan berdasarkan SNI 7656:2012. Jenis perawatan yang diterapkan meliputi perawatan dengan direndam dalam air dan perawatan dengan dibungkus membran selama 7 hari. Pengujian beton dilaksanakan pada saat beton berumur 28 hari meliputi uji kuat tekan mengacu pada SNI 1974:2011, dan uji kuat tarik belah mengacu pada SNI 2491:2014. Pembuatan, perawatan, dan pengujian spesimen dilakukan di Laboratorium Struktur, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar. Hasil uji menunjukkan rata-rata kuat tekan beton dengan perawatan rendam sebesar 16,76 MPa, lebih tinggi 11,3% dibanding dengan perawatan membran yang nilainya sebesar 14,86 MPa. Rata-rata kuat tarik belah beton dengan perawatan rendam sebesar 1,72 MPa, sedangkan dengan perawatan membran sebesar 1,73 MPa. Hasil penelitian menunjukkan metode perawatan yang diterapkan berpengaruh terhadap nilai kuat tekan, tetapi tidak berpengaruh signifikan terhadap nilai kuat tarik belah.

**Kata kunci:** kuat tarik belah, kuat tekan, metode perawatan beton

### ABSTRACT

*Concrete treatment is essential to do to maximize the strength of concrete. Several concrete treatment methods can be applied. The research was done by making concrete and treated with different methods to find the appropriate method. The test object is a cylindrical concrete with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm. Concrete mix planning based on SNI 7656:2012. The type of treatment applied includes treatment by soaking in water and treatment by wrapping a membrane for 7 days. Concrete testing was carried out at the age of 28 days including compressive strength testing based on SNI 1974:2011, and split tensile strength testing based on SNI 2491:2014. The manufacture, treatment, and testing of specimens were carried out at the Structural Laboratory, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Tidar University. The test results show that the average compressive strength of concrete with immersion treatment is 16.76 MPa, 11.3% higher than that of membrane treatment which is 14.86 MPa. The average split tensile strength of concrete with soak treatment is 1.72 MPa, while with membrane treatment, it is 1.73 MPa. The results showed that the treatment method used affected the compressive strength value but did not significantly affect the split tensile strength value.*

**Key words:** compressive strength, concrete treatment method, split tensile strength

### PENDAHULUAN

Pembangunan prasarana di Indonesia semakin gencar dilakukan. Berbagai macam infrastruktur terus dibangun di Indonesia. Struktur beton lebih dominan digunakan dalam bidang konstruksi [1]. Banyaknya penggunaan beton dalam konstruksi disebabkan beton memiliki banyak keunggulan antara lain, bentuknya yang

fleksibel dapat disesuaikan dengan kebutuhan konstruksi, tahan terhadap suhu tinggi, mampu menahan beban yang berat, serta biaya perawatan yang relatif rendah [2]. Beton berkualitas baik akan memberikan kontribusi besar terhadap keamanan struktur karena beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang dominan digunakan [3]. Beton yang baik yaitu apabila setiap partikel agregat, baik agregat kasar maupun halus,

terisi penuh dengan pasta semen, dan seluruh rongga antar partikel agregat terisi penuh dengan pasta semen.

Proses perawatan beton memiliki peran sangat penting dalam memaksimalkan kekuatan beton. Selama proses pengerasan beton dari umur 1 hari hingga beton berumur 28 hari dibutuhkan perawatan terhadap beton tersebut sehingga kekuatan maksimal beton dapat tercapai [4]. *Curing* dapat digambarkan sebagai proses mempertahankan kadar air dan suhu pada saat beton selesai dibuat, sehingga hidrasi dapat dikendalikan sampai sehingga dapat memenuhi kekuatan beton yang direncanakan. Secara umum, ada beberapa metode perawatan beton, seperti metode perawatan dengan pembasahan, perawatan dengan membran, perawatan dengan pemanasan, serta dengan cara melapisi beton dengan kalsium klorida [5]. Pemilihan metode perawatan harus memperhatikan kondisi yang terjadi saat pengeraan beton sehingga metode yang digunakan sesuai dengan kebutuhan.

Penelitian ini merupakan upaya untuk menganalisa pengaruh dan perbandingan metode perawatan rendam dan membran terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Selain itu, penelitian ini berupaya menganalisa metode perawatan yang lebih efektif dan efisien pada perawatan beton ditinjau dari nilai kuat tekan dan kuat tarik belah. Penelitian yang dilakukan berbeda dengan penelitian terdahulu oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Perbedaan tersebut yaitu pada kombinasi metode perawatan, dan tinjauan pengujian yang dilakukan.

## METODE

Permasalahan yang ditinjau pada penelitian ini difokuskan pada metode perawatan beton yang diterapkan yang dapat mempengaruhi hasil kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Pengambilan data dengan percobaan terhadap 20 spesimen benda uji dengan 4

variasi benda uji yaitu perawatan rendam uji kuat tekan (RT), perawatan membrane uji kuat tekan (MT), perawatan rendam uji kuat tarik belah (RTB), dan perawatan membrane uji kuat tarik belah (MTB). Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Struktur, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar. Penelitian meliputi pembuatan beton normal dari mulai menguji kelayakan bahan, menentukan komposisi campuran, melakukan perawatan dengan metode berbeda, dan pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah. Urutan pelaksanaan penelitian digambarkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian.

## Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Compression Testing Machine* berkapasitas 2000 KN dengan merek JTM Technology
2. *Concrete mixer* berkapasitas 120 kg dengan merek Tatonas

3. Timbangan berkapasitas 35 kg dengan merek Defender
4. Ayakan berkapasitas 10 saringan dengan merek JTM Technology
5. *Sieve shaker* bermerek JTM Technology
6. Oven suhu maksimal 229°C dengan merek Vision.
7. Kerucut abrams
8. Alat bantu pembuatan beton.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Semen *portland* merek Tiga Roda
2. Air sesuai syarat SNI 03-6861-2002
3. Agregat kasar yaitu kerikil pecah berukuran maksimal 20mm
4. Agregat halus berupa pasir yang berasal dari Muntilan
5. Membran lembaran polyethene dengan tebal 120 mikron

#### Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan dengan tahapan sebagai berikut.

1. Menguji dan memeriksa bahan campuran beton meliputi
  - a. Menganalisis berat jenis dan penyerapan air agregat berdasarkan SNI 1969-2008 dan SNI 1970-2008
  - b. Menganalisis gradasi saringan agregat berdasarkan SNI 03-1968-1990
  - c. Menganalisis berat isi agregat berdasarkan SNI 03-4808-1998
  - d. Menganalisis kadar air agregat berdasarkan SNI 03-1971-1990
  - e. Menganalisis kadar lumpur agregat berdasarkan SNI 03-4142-1996
2. Merencanakan campuran beton Rencana spesifikasi dan jumlah benda uji ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Rencana Spesifikasi Uji dan Jumlah Benda Uji

Mutu (MPa)	Uji	Curing	Jumlah	Total
30	Kuat Tekan	Rendam	5	10

30	Kuat Tekan	Membran	5	
30	Kuat Tarik Belah	Rendam	5	10
30	Kuat Tarik Belah	Membran	5	
Total				20

Penelitian ini menggunakan benda uji berupa beton berbentuk silinder dengan mutu rencana  $f'c$  30 MPa berdasarkan perbandingan bahan menurut SNI 7656:2012 [5]. Hasil perhitungan menghasilkan kebutuhan material pada Tabel 1 berikut.

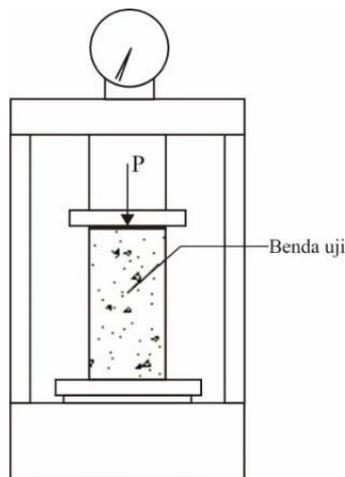
Tabel 1. Kebutuhan Material

Jenis Bahan	Berat Bahan Tiap Benda Uji (kg)	Berat Bahan 20 Benda Uji (kg)
Air	1,16	23,2
Semen	2,16	43,2
Kerikil	5,54	110,8
Pasir	3,06	61,2

3. Membuat benda uji dengan tahapan berikut.
  - a. Mempersiapkan bahan-bahan material sesuai proporsi rencana campuran.
  - b. Mencampur bahan menggunakan *concrete mixer* sehingga tercampur secara merata.
  - c. Mengambil sebagian adukan untuk uji *slump*.
  - d. Menuangkan adukan kedalam cetakan silinder.
  - e. Melepas cetakan setelah 24 jam.
4. Merawat benda uji  
Setelah membuka beton dari cetakan lalu merawat beton dengan metode rendam dan membran. Sebelum merawat beton, terlebih dahulu memberi tanda kode sampel pada masing-masing benda uji. Perawatan dilakukan hingga beton berusia 7 hari. Perawatan ini bertujuan untuk menghindari penguapan air pada benda uji sehingga menjadikan proses hidrasi berlangsung dengan baik [7].

### Skema Pengujian

Pengujian benda uji meliputi uji kuat tekan dan uji kuat tarik belah. Uji kuat tekan mengacu pada SNI 1974:2011 [8]. Pengujian dilakukan dengan meletakkan beton silinder secara vertikal pada alas tempat uji lalu memberi beban aksial atau gaya tekan oleh *compression testing machine* hingga benda uji hancur. Dimensi benda uji dan skema pembebanan digambarkan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Skema Uji Kuat Tekan.

Nilai kuat tekan ( $f'_c$ ) diperoleh dari hasil uji berupa gaya ( $P$ ) yang terjadi pada saat benda uji hancur. Selanjutnya menghitung nilai kuat tekan berdasarkan nilai gaya maksimal ( $P$ ) dan luas penampang ( $A$ ) benda uji sebagaimana rumus berikut:

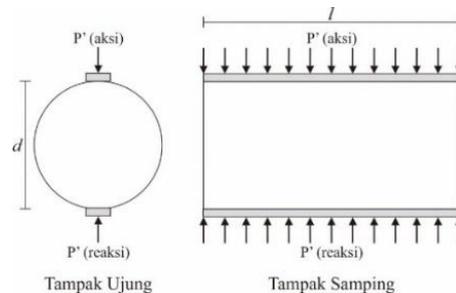
$$f'_c = \frac{P}{A}$$

Keterangan:

- $f'_c$  = kuat tekan beton (MPa)
- $P$  = gaya tekan aksial (N)
- $A$  = luas penampang melintang benda uji silinder beton ( $\text{mm}^2$ )

Uji kuat tarik belah beton mengacu pada SNI-2491-2014 [9]. Pengujian dilakukan dengan cara merebahkan benda uji beton silinder, kemudian memberi gaya tekan

aksial searah vertikal sehingga terjadi tegangan tarik pada sisi horizontal. Dimensi benda uji dan skema uji kuat tarik belah dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Skema Uji Kuat Tarik Belah.

Besarnya kuat tarik belah benda uji diperhitungkan dengan rumus sebagai berikut:

$$T = \frac{(2 \cdot P')}{(\pi \cdot L \cdot D)}$$

Keterangan:

- $T$  = Kuat tarik belah (MPa)
- $P'$  = Beban uji maksimum (beban belah/hancur) (N)
- $L$  = Panjang benda uji (mm)
- $D$  = diameter benda uji (mm)

Data yang diperoleh dari hasil perhitungan kuat tekan dan kuat tarik belah selanjutnya diolah menggunakan analisis statistik. Data statistik dianalisis menggunakan cara *analysis of variance (ANOVA)*. ANOVA adalah sebuah metode untuk menganalisis keterkaitan antara dua atau lebih kumpulan data. ANOVA merupakan metode analisis yang digunakan untuk menguji hipotesis perbandingan *mean* sampel. Metode ANOVA diyakini sebagai metode analisis dengan tingkat akurasi tinggi sehingga sering digunakan dalam analisa statistik hasil eksperimen. Metode ini dapat meyakini atau menolak hipotesis secara hitungan matematis (Gani & Amalia, 2014). Pengambilan kesimpulan pada ANOVA menggunakan  $F_{hitung}$  dan  $F_{tabel}$ , yaitu sebagai berikut:

1. Bila  $F_{hitung} < F_{tabel}$ , maka  $H_0$  diterima, yang berarti rata-rata kedua perlakuan tidak berbeda secara signifikan.

2. Bila  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima, yang berarti rata-rata kedua perlakuan berbeda secara signifikan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Uji Agregat

Pengujian terhadap agregat pada penelitian ini meliputi berat jenis, penyerapan air,

gradasi, berat isi, kadar air, dan kadar lumpur. Uji agregat dilakukan guna mengetahui kualitas agregat kasar dan agregat halus yang digunakan, sehingga menjadi acuan dalam merencanakan komposisi campuran beton. Hasil uji agregat dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Uji Agregat

Jenis Pengujian	Jenis Agregat	Hasil Uji	Syarat	Memenuhi Syarat
Berat Jenis	Agregat Halus	2,36	2,5 – 2,7	Tidak
	Agregat Kasar	2,27	2,5 – 2,7	Tidak
Penyerapan Air	Agregat Halus	9,39 %	5 %	Tidak
	Agregat Kasar	7,14 %	3 %	Tidak
Modulus Halus Butir	Agregat Halus	2,71	1,50 – 3,80	Ya
	Agregat Kasar	6,67	5,0 – 8,0	Ya
Berat Isi	Agregat Halus	1,71 gr/cm <sup>3</sup>	1-2 gr/cm <sup>3</sup>	Ya
	Agregat Kasar	1,62 gr/cm <sup>3</sup>	1-2 gr/cm <sup>3</sup>	Ya
Kadar Lumpur	Agregat Halus	3,18 %	5 %	Ya
	Agregat Kasar	1,97 %	1 %	Tidak

### Hasil Uji Kuat Tekan

Ketika umur beton mencapai 28 hari, maka pengujian kuat tekan beton dilakukan berdasarkan SNI-1974-2011. Uji kuat tekan dilakukan dengan menempatkan silinder beton secara vertikal di atas lantai area

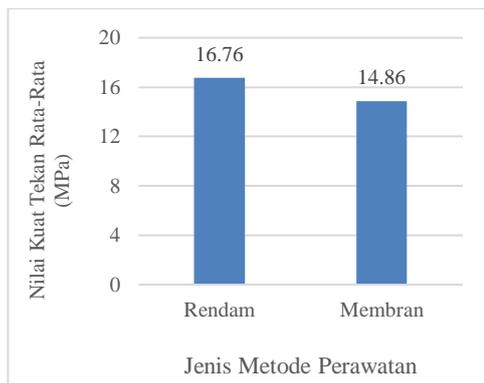
pengujian lalu menerapkan beban aksial atau gaya tekan oleh *compression testing machine* hingga benda uji hancur. Hasil pengujian kuat tekan dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil Uji Kuat Tekan

Kode	Diameter (mm)	Luas Penampang (mm <sup>2</sup> )	Gaya Tekan (N)	Kuat Tekan (MPa)	Rata-Rata (MPa)
RT1	152	18.145,84	313.440,15	17,27	16,76
RT2	150	17.671,46	254.629,67	14,41	
RT3	151	17.907,86	290.335,68	16,21	
RT4	150	17.671,46	324.345,14	18,35	
RT5	151	17.907,86	314.715,01	17,57	
MT1	153	18.385,39	233.408,08	12,69	14,76
MT2	151	17.907,86	279.175,71	15,59	
MT3	153	18.385,39	252.560,46	13,74	
MT4	152	18.145,84	256.443,90	14,13	
MT5	150	17.671,46	320.814,75	18,15	

Hasil pengujian menunjukkan nilai rata-rata kuat tekan beton dengan metode perawatan rendam yaitu 16,76 MPa. Sedangkan nilai

rata-rata kuat tekan beton dengan metode perawatan membran sebesar 14,86 MPa.

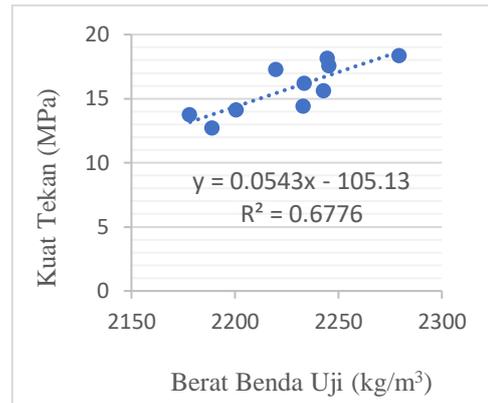


Gambar 4. Hasil Uji Kuat Tekan.



Gambar 5. Uji Kuat Tekan

Hasil uji menunjukkan adanya korelasi antara berat isi benda uji dan nilai kuat tekan, semakin berat benda uji maka semakin tinggi kuat tekannya. Korelasi berat benda uji dan kuat tekan digambarkan dengan analisis regresi linier sederhana, sumbu X sebagai berat benda uji dan sumbu Y sebagai nilai kuat tekan. Analisis regresi linier menghasilkan persamaan garis  $y = 0,0543X - 105,13$ . Nilai koefisien determinasi  $R^2 = 0,6776$ , artinya berat benda uji mempengaruhi kuat tekan beton sebesar 67,76% dan sisanya dipengaruhi oleh variabel lain. Korelasi tersebut membentuk *trendline* seperti Gambar 6 berikut.

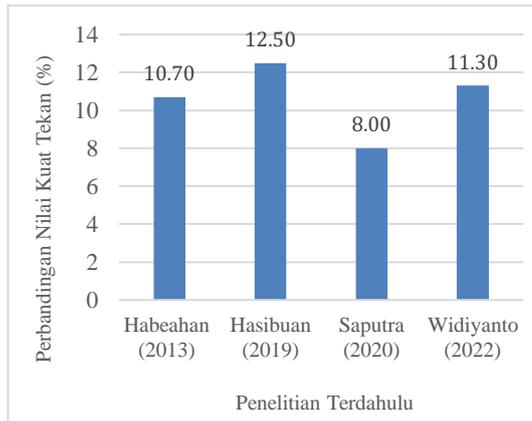


Gambar 6. Regresi Linier Berat Benda Uji dan Kuat Tekan.

Perencanaan campuran beton menargetkan mutu sebesar 30 MPa, namun pada hasil pengujian kuat tekan beton, mutu yang tercapai antara 13,74 MPa sampai dengan 18,35 MPa. Hal tersebut diduga dipengaruhi oleh sejumlah aspek, diantaranya, agregat yang digunakan tidak memenuhi sebagian persyaratan tertentu. dan kurang cermat dalam menyesuaikan banyaknya air pencampur.

Berdasarkan data hasil uji kuat tekan beton, perhitungan *analysis of variance* menghasilkan  $F_{hitung} = 2,67$  dan  $F_{tabel} = 5,32$ , artinya  $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ , maka  $H_0$  diterima. Kesimpulan dari analisis tersebut adalah tidak ada perbedaan signifikan pada nilai kuat tekan antara beton dengan metode perawatan rendam dan beton dengan perawatan membran.

Hasil penelitian menunjukkan beton dengan jenis perawatan rendam menghasilkan kuat tekan 11,3 % lebih tinggi dari beton dengan perawatan rendam. Selanjutnya hasil penelitian dibandingkan dengan penelitian serupa yaitu penelitian [5], [10], [11] yang sudah dilakukan sebelumnya, sehingga dapat menunjukkan relevansi penelitian. Perbandingan presentase perbedaan nilai kuat tekan dengan penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Gambar 7 berikut.



Gambar 7. Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

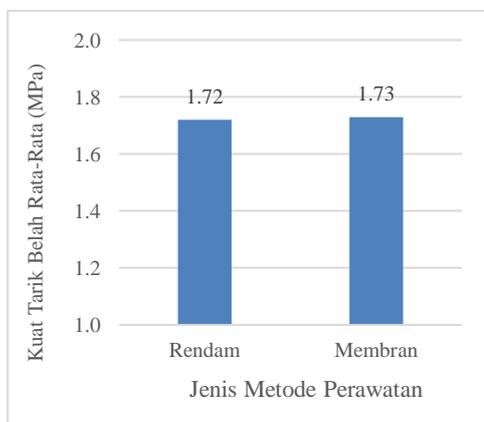
#### Hasil Uji Kuat Tarik Belah

Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada saat umur beton mencapai 28 hari sesuai prosedur pada SNI-2491-2014. Pengujian dilakukan dengan cara merebahkan benda uji beton silinder, kemudian memberi gaya tekan aksial searah vertikal sehingga terjadi tegangan tarik pada sisi horizontal beton. Hasil pengujian kuat tarik belah dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil Uji Kuat Tekan

Kode	Diameter (mm)	Panjang (mm)	Beban Maksimal (N)	Kuat Tarik Belah (MPa)	Rata-Rata (MPa)
RTB1	151	300	110.373,85	1,55	
RTB2	152	300	114.845,68	1,60	
RTB3	150,5	300	128.908,41	1,82	1,72
RTB4	151	299	121.661,30	1,72	
RTB5	151	302	137.901,11	1,93	
MTB1	150	299	136.724,31	1,94	
MTB 2	151	302	110.383,65	1,54	
MTB 3	152	304	122.465,45	1,69	1,73
MTB 4	152	303	132.968,37	1,84	
MTB 5	151	300	115.718,47	1,63	

Hasil tes uji menunjukkan nilai rata-rata kuat tarik belah beton dengan metode perawatan rendam yaitu 1,72 MPa. Sedangkan nilai rata-rata kuat tarik belah beton dengan metode perawatan membran sebesar 1,73 MPa.



Gambar 8. Hasil Uji Kuat Tarik Belah.



Gambar 9. Uji Kuat Tarik Belah

Berdasarkan data hasil uji kuat tarik belah. Perhitungan *analysis of variance* menghasilkan  $F_{hitung} = 0,16$  dan  $F_{tabel} = 5,32$ , artinya  $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ , maka  $H_0$  diterima. Nilai tersebut menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nilai kuat tarik belah antara beton perawatan rendam dan beton perawatan membran.

Gambar 10 menunjukkan kerusakan pada beton setelah uji kuat tarik belah. Ditinjau dari kerusakan yang ada, terlihat bahwa pada umumnya kegagalan kuat tarik belah bukan terjadi akibat kurang kuatnya mortar mengikat agregat, melainkan pada faktor terbelahnya agregat. Hal ini terlihat dari pola retak dan belah yang melalui tengah agregat.



Gambar 10. Kerusakan Beton Setelah Uji Kuat Tarik Belah.

## SIMPULAN

Hasil penelitian menyimpulkan beberapa hal berikut:

1. Nilai rata-rata kuat tekan beton dengan metode perawatan rendam yaitu 16,76 MPa. Nilai rata-rata kuat tekan beton dengan metode perawatan membran yaitu sebesar 14,86 MPa. Nilai rata-rata kuat tarik belah beton dengan metode perawatan rendam yaitu 1,72 MPa. Nilai rata-rata kuat traik belah beton dengan metode perawatan membran yaitu sebesar 1,73 MPa.
2. Beton dengan metode perawatan rendam menghasilkan nilai kuat tekan 11,3 % lebih tinggi dari beton dengan perawatan rendam. Sedangkan dari segi kuat tarik belah, dua jenis metode perawatan yang digunakan nilainya tidak berbeda signifikan yaitu 0,57%.
3. Metode perawatan rendam menghasilkan kekuatan lebih baik dari metode perawatan membrane. Beton dengan metode perawatan rendam menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan perawatan rendam. Sedangkan pada uji tes kuat tarik belah, antara metode

perawatan rendam dan membran nilainya tidak berbeda signifikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yurmansyah, I., (2001), *Pentingnya Perawatan Beton untuk Mencapai Nilai Kekuatan*. JURNAL R & B, 2.
- [2] Hono, S., (2020), *Cara Pembuatan Beton Menggunakan Serat Pisang Batu*. Focus Teknik Sipil Upmi, 2.
- [3] Fauzi, D. A., 2013, *Analisis Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton dengan Perawatan dalam Lumpur dan Air Laut*, Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- [4] Sutandar, E., (2013), *Pengaruh Pemeliharaan (Curing) pada Kuat Tekan Beton Normal*. Vokasi, 89-99.
- [5] Habeahan, (2013), *Pengaruh Perawatan (Curing) Pada Beton dengan Limbah Abu Boiler Pabrik Kelapa Sawit (Pks) sebagai Substitusi Semen terhadap Kuat Tekan Beton*. Tugas Akhir, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- [6] *Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat, dan Beton Massa*, (2012), SNI 7656:2012, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- [7] Meilani, S., (2017)., *Kuat Tekan Beton Normal dan Beton Mutu Tinggi pada Perawatan Elevated Temperature dan Perendaman*. Tugaas Akhir, Universitas Mataram, Mataram.
- [8] *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*, (2011), SNI 1974:2011, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- [9] *Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Spesimen Beton Silinder*, (2014), SNI 2491:2014, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- [10] Hasibuan, M. H., 2019, Pengaruh Cara dan Lama Perawatan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton, *Buletin Utama Teknik*, Vol.14 No.2.
- [11] Saputra, R. D., & Hepiyanto, R., 2017, Pengaruh Air PDAM, Laut, Comberan pada Proses Curing Terhadap Kuat Tekan Beton Fc 14,53 MPa, *Jurnal CIVILLA*, Vol.2 No.2