

PENINGKATAN NILAI KUAT TARIK BELAH BETON DENGAN CAMPURAN LIMBAH BOTOL PLASTIK *POLYETHYLENE TEREPHTHALATE (PET)*

oleh:

Rocky Armidion

Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jakarta

Email: Rockyarmi@gmail.com

Tanjung Rahayu

Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jakarta

Email : tanjungrahayu@yahoo.com

Abstrak : Beton merupakan bahan pembentuk struktur bangunan yang terdiri dari agregat, air, dan semen. Kelebihan beton sebagai bahan struktur bangunan adalah memiliki kuat tekan yang tinggi, sedangkan kelemahannya adalah kuat tarik yang rendah. Seiring dengan meningkatnya penggunaan beton di dalam pembangunan maka semakin banyak pula usaha yang dilakukan untuk meningkatkan mutu beton atau mengurangi kelemahannya. Banyak inovasi yang telah dilakukan, seperti dengan penambahan serat dan salah satunya dari limbah botol plastik. Dalam penelitian ini, beton ditambahkan cacahan limbah botol plastik jenis *Polyethylene Terephthalate (PET)* dengan persentase campuran 0%, 0,5%, 0,6%, 0,7% terhadap volume silinder beton dengan masing-masing 3 sampel per variasi beton. Campuran cacahan botol plastik ini akan menjadi beton serat yang akan meningkatkan kekuatan tarik belah beton. Hasil kuat tarik belah beton rata-rata pada persentase 0% yaitu 2,233 Mpa, pada persentase 0,5% yaitu 2,413 Mpa, pada persentase 0,6% yaitu 2,753 Mpa, dan pada persentase 0,7 % yaitu 2,56 Mpa. Hasil uji kuat tarik belah beton ini meningkat sebesar 23,29 % dari beton normal pada persentase PET optimum yaitu 0,6 %.

Kata kunci : beton, beton serat (*fiber*), *Polyethylene Terephthalate (PET)*, kuat tarik belah beton

Abstract : Concrete is a building material that consists of aggregates, water, and cement. The advantage of concrete as building structure material is have a high compressive strength, while the weaknes is low tensile strength. Along with the increasing uses of concrete in development, more efforts have been made to improve the quality of concrete or reduces the weakness. Many innovations have been made, such as by adding fiber and one of them from plastic bottle waste. In this research, concrete was added with a count of *Polyethylene Terephthalate (PET)* type plastic bottle waste with a percentage mixture of 0%, 0.5%, 0.6%, 0.7% to the volume of concrete cylinders with 3 samples of varying concrete. This mixture of plastic bottles will become fiber concrete which will increase the tensile strength of the concrete. The results of the split tensile strength of the concrete were at the percentage of 0%, 2,233 Mpa, at the percentage of 0,5%, 2,413 Mpa, at the percentage of 0,6%, 2,753 Mpa, and at the percentage of 0,7%, 2,56 Mpa. The results of the split tensile strength test of the concrete increased by 23.29% from normal concrete at the optimum PET percentage of 0.6%.

Keywords : concrete, fiber concrete, polyethylene terephthalate (PET), concrete split, tensile strength

Pendahuluan

Beton merupakan bahan pembentuk struktur bangunan yang terdiri dari campuran agregat kasar dan halus (alam atau buatan), semen (umumnya *portland cement*), dan air. Kelebihan beton sebagai bahan struktur bangunan adalah memiliki kuat tekan yang tinggi, sedangkan kelemahannya adalah kuat tarik yang rendah. Seiring dengan meningkatnya pemakaian beton di dalam pembangunan maka semakin banyak pula usaha untuk meningkatkan kemampuan beton atau mengurangi kelemahannya. Banyak inovasi yang telah dilakukan, seperti dengan penambahan bahan aditif dan salah satunya dari limbah botol plastik. Hingga saat ini plastik menjadi barang yang pemakaiannya sangat luas dan dapat dikatakan tidak dapat dilepaskan dari kehidupan manusia sehari-hari. Botol plastik tergolong barang sekali pakai sehingga memperbanyak sampah. Penggunaannya sebagai bahan tambah beton merupakan salah satu alternatif untuk menanggulangi limbah atau sampah plastik yang ada. Pemanfaatan limbah botol plastik bekas atau *Polyethylene Terephthalate* (PET) dalam teknologi beton di samping dapat menambah kekuatan pada beton juga mengurangi limbah atau sampah plastik. Dalam penelitian ini *Polyethylene Terephthalate* (PET) akan digunakan sebagai bahan campuran (*additive*) terhadap kuat tarik belah beton normal pada mutu beton normal.

Rumusan masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Berapa persen penambahan campuran cacahan limbah botol plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) yang

menghasilkan kuat tarik belah beton tertinggi?

- b. Berapa persen peningkatan kuat tarik belah beton dengan bahan campuran limbah botol plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET)?

Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Mutu beton yang ditargetkan pada umur 28 hari adalah $f'c$ 20 Mpa.
- b. Nilai *slump* 10 ± 2 cm.
- c. Semen yang digunakan adalah semen Portland Tiga Roda tipe I.
- d. Bahan *additive* yang digunakan adalah cacahan limbah botol plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) dengan variasi campuran 0 %, 0,5 %, 0,6 %, 0,7 % terhadap volume silinder beton.
- e. Air yang digunakan adalah air PDAM yang ada di lingkungan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- f. Agregat halus menggunakan pasir Bangka, ukuran butiran $< \varnothing 5$ mm.
- g. Agregat kasar/batu pecah yang digunakan adalah batu pecah dari Lotus Purwakarta, dengan ukuran butiran $\varnothing 5$ mm – 40 mm
- h. Perhitungan *mix design* menggunakan ketentuan SK-SNI 03-2834-2000.
- i. Penelitian pengujian bahan dilakukan di Laboratorium Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- j. Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan Laboratorium Institut Sains dan Teknologi Nasional.
- k. Tidak membahas kandungan kimia yang ada di botol plastik *Polyethylene Terephthalate*.
- l. Bahan tambahan botol plastik *Polyethylene Terephthalate* akan dicacah

dengan ukuran 1 – 3 mm dan panjang 5 cm.

- m. Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada umur 28 hari, masing-masing 3 buah untuk setiap variasi beton, dengan benda uji beton berbentuk silinder 15 cm x 30 cm.
- n. Perawatan beton dengan cara perendaman dalam air.
- o. Beton yang akan diuji adalah beton mutu sedang (20 – 35 Mpa).

Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Untuk mengetahui berapa penambahan campuran cacahan limbah botol plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) yang menghasilkan kuat tarik belah beton tertinggi.
- b. Untuk mengetahui berapa persen peningkatan kuat tarik belah beton dengan campuran cacahan limbah botol plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) dibandingkan dengan beton normal.

Beton

Beton merupakan campuran antara semen portland atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat (SNI-03-2847-2002). Beton normal memiliki massa jenis 2200 kg/m³ sampai 2500 kg/m³ sedangkan beton ringan memiliki massa jenis tidak lebih dari 1900 kg/m³. Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana (f_c) pada usia 28 hari.

Polyethylene Terephthalate (PET)

Polyethylene terephthalate (PET) merupakan polyster termoplastik yang

diproduksi secara komersial melalui produk kondensasi yang dikarakterisasi dengan banyaknya ikatan ester yang didistribusikan sepanjang rantai utama polimer. *Polyethylene Terephthalate* (PET) merupakan bahan dasar dari botol minuman plastik. Botol plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) adalah suatu polimer plastik yang diproduksi secara komersial melalui suatu produk yang karakteristiknya banyak ikatan ester untuk sepanjang rantai utama polimer. Polimer yang ada di botol plastik *Polyethylene Terephthalate* ini memiliki sifat termal, kelenturan, ketahanan terhadap mikroorganisme, ringan, tahan terhadap korosi sehingga memungkinkan dapat meningkatkan kuat tarik belah beton. Pencampuran PET terhadap beton ini bisa disebut juga dengan beton serat (*fiber*).



Gambar 1. Botol plastik jenis PET



Gambar 2. Botol plastik PET yang sudah dicacah ukuran 1-3 mm dan panjang 5 cm

Mix design

Mix design adalah merencanakan komposisi campuran beton sesuai dengan jenis material yang digunakan dan mutu beton yang direncanakan. *Mix design* yang akan digunakan adalah SNI 03 – 2834 – 2000.

Slump

Sebelum pengecoran dimulai, harus dilakukan pengujian adukan beton, yaitu pengujian *slump* beton. Pengujian ini menunjukkan konsistensi (kekentalan) adukan beton dengan cara memeriksa tinggi *slump*. Penurunan adukan beton yang diukur ini ditetapkan sebagai ukuran apakah memenuhi syarat kemudahan pekerjaan (*workability*) atau tidak.

Kuat Tarik Belah

Kekuatan tarik belah digunakan dalam mendesain elemen struktur beton untuk mengevaluasi ketahanan geser beton dan untuk menentukan panjang penyaluran dari tulangan (SNI 2491 : 2014). Kekuatan tarik belah pada umumnya lebih besar dari kekuatan tarik langsung dan lebih rendah dari kekuatan lentur (*modulus of rupture*). Metode pengujian ini mencakup cara penentuan kuat tarik belah benda uji yang dicetak berbentuk silinder.

Kuat tarik belah adalah salah satu parameter penting kekuatan beton. Nilai kuat tarik belah diperoleh melalui pengujian tekan di laboratorium dengan membebani setiap benda uji silinder secara lateral sampai pada kekuatan maksimumnya.

Beton merupakan material yang lemah terhadap tegangan tarik. Kekuatan tarik beton relatif rendah, kira-kira 10%-15% dari kekuatan tekan beton. Kekuatan ini lebih sukar untuk diukur dan hasilnya berbeda-beda dari satu bahan percobaan ke bahan percobaan yang lain dibandingkan

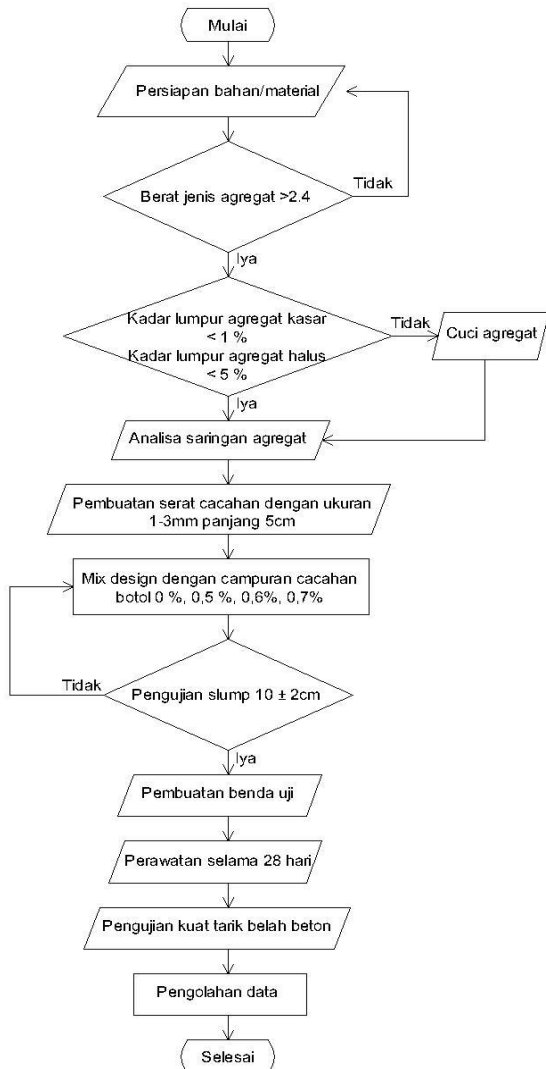
untuk silinder-silinder tekan (Ferguson, 1986:11).

Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini merupakan suatu eksperimen (percobaan) di laboratorium yang dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah campuran bahan additivie dari cacahan limbah botol plastik jenis PET (*Polyethylene Terephthalate*) dapat meningkatkan kuat tarik belah beton yang diuji pada saat beton berumur 28 hari.

Pengujian beton dilakukan sebanyak 12 kali, yang masing-masing setiap persen tambahan dari cacahan limbah botol plastik jenis PET (*Polyethylene Terephthalate*) terdiri dari 3 sampel beton. persentase campuran dari cacahan limbah botol plastik jenis PET (*Polyethylene Terephthalate*) sebagai berikut:

1. Campuran cacahan limbah botol plastik jenis PET (*Polyethylene Terephthalate*) sebanyak 0 % (beton normal).
2. Campuran cacahan limbah botol plastik jenis PET (*Polyethylene Terephthalate*) sebanyak 0,5 % terhadap volume silinder beton.
3. Campuran cacahan limbah botol plastik jenis PET (*Polyethylene Terephthalate*) sebanyak 0,6 % terhadap volume silinder beton.
4. Campuran cacahan limbah botol plastik jenis PET (*Polyethylene Terephthalate*) sebanyak 0,7 % terhadap volume silinder beton.



Gambar 3. Alur penelitian

Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat tarik belah dilakukan sesuai SNI 2491:2014 tentang metode uji kekuatan tarik belah spesimen beton silinder. Untuk mesin pengujiannya yang dipakai adalah compression machine. Berikut ini adalah prosedur pengujian kuat tarik belah beton menurut SNI 2491:2014.

1. Mengambil benda uji dari bak perendaman, kemudian keringkan selama ± 24 jam.
2. Menimbang berat benda uji.
3. Memberikan penandaan pada benda uji. Dengan cara menarik garis tengah pada setiap sisi ujung benda uji dengan menggunakan alat bantu yang sesuai,

sehingga dapat memastikan bahwa kedua garis tengah tadi berada dalam bidang aksial yang sama.

4. Meletakkan sebuah pelat atau batang penekan tambahan di atas meja tekan bagian bawah mesin uji tekan secara simetris.
5. Meletakkan benda uji secara mendatar (horisontal) pada pelat.
6. Atur posisi pengujian hingga tercapai kondisi. Proyeksi dari bidang yang ditandai oleh garis tengah pada kedua ujung benda uji tepat berpotongan dengan titik tengah meja penekan bagian atas dari mesin uji. Bila digunakan pelat atau batang penekan tambahan pada titik tengahnya dan titik tengah benda uji harus berada tepat di bawah titik tengah meja penekan bagian atas dari mesin uji.
7. Melakukan pembebanan sampai benda uji terbelah.
8. Mencatat beban maksimum yang terjadi selama pengujian benda uji.
9. Menghitung kuat tarik belah beton.

Setelah hasil dari mesin uji didapatkan maka nilai kuat tarik belah beton dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.



Gambar 4. Pengujian kuat tarik belah beton

$$T = 2P/\pi LD$$

Keterangan :

T = kekuatan tarik belah (Mpa)

P = beban maksimum yang ditunjukkan oleh mesin uji (N)

L = panjang (mm)

D = diameter (mm)

Pengujian Kadar Air Agregat

Tabel 1. Kadar air agregat

No.	Pemeriksaan	Satuan	Agregat halus	Agregat kasar
1	Massa talam (M1)	Gr	196	236
2	Massa talam + contoh basah (M2)	Gr	1196	1236
3	Massa talam + contoh kering	Gr	1170	1180
4	Massa air	Gr	26	56
5	Massa contoh basah (M3 = M2 - M1)	Gr	1000	1000
6	Massa contoh kering (M4 = M3 - M1)	Gr	974	944
7	Kadar air ((M3-M5) / M5)	%	2,67	5,93

Sumber: Hasil penelitian

Menurut ASTM C-556 dan ASTM C-566, standar untuk kadar air agregat kasar adalah 0 – 3 % dan untuk kadar air agregat halus adalah 0 – 1 %. Dari Hasil tabel 1 diatas tidak memenuhi standar yang ada. Oleh karena itu perlu pengawasan penting dalam pengendalian mutu dan *slump* beton, karena mengakibatkan pengurangan atau penambahan air terhadap campuran *mix design* beton sehingga rencana faktor air semen juga mengalami perubahan.

Pengujian Kadar Lumpur

Tabel 2. Kadar lumpur agregat kasar

No.	Pemeriksaan	Satuan	Benda Uji		
			1	2	
1	Massa wadah	M ₁	Gr	205	205
2	Massa wadah + <i>Split</i>	M ₂	Gr	705	705
3	Massa <i>Split</i>	A = M ₂ - M ₁	Gr	500	500
4	Massa wadah + <i>Split</i> setelah dicuci	M ₃	Gr	820,6	818,1
5	Massa wadah + <i>Split</i> kering oven	M ₄	Gr	337,7	326
6	Massa <i>Split</i> kering oven	B = M ₃ - M ₄	Gr	482,9	492,1
7	Kadar lumpur <i>Split</i>	$\frac{A - B}{A} \times 100 \%$	%	3,42	1,58
8	Kadar lumpur pasir rata – rata		%	2,5	

Sumber: Hasil penelitian

Tabel 3. Kadar lumpur agregat halus

No.	Pemeriksaan	Satuan	Benda Uji		
			1	2	
1	Massa wadah	M ₁	Gr	162	162
2	Massa wadah + pasir	M ₂	Gr	362	362
3	Massa pasir	A = M ₂ - M ₁	Gr	200	200
4	Massa wadah + pasir setelah dicuci	M ₃	Gr	476,7	474,2
5	Massa wadah + pasir kering oven	M ₄	Gr	291,7	287,2
6	Massa pasir kering oven	B = M ₃ - M ₄	Gr	185	187
7	Kadar lumpur pasir	$\frac{A - B}{A} \times 100 \%$	%	7,5	6,5
8	Kadar lumpur pasir rata – rata		%	7	

Sumber: Hasil penelitian

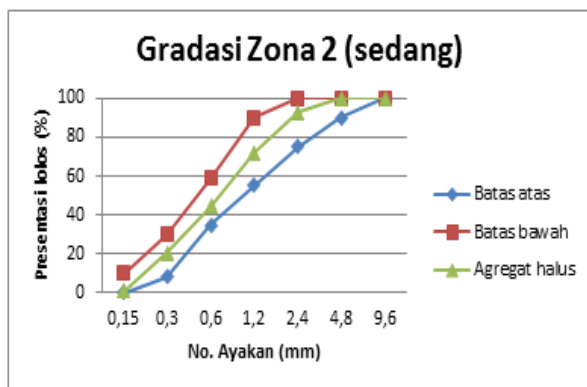
Dari tabel 2 dan tabel 3 di atas, menurut SK SNI S – 04 – 1989 – F agregat kasar dan halus mengandung kadar lumpur lebih besar dari 1 % dan 5 %, maka agregat kasar dan halus perlu dicuci dahulu sebelum digunakan untuk campuran *mix design*.

Analisa Saringan

Tabel 4. Analisa saringan agregat halus

No. Saringan	Diameter Saringan (mm)	Massa Saringan (gr)	Massa Saringan + Contoh Tertahan (gr)	Massa Contoh Tertahan (gr)	Jumlah Persen (%)	
					Tertahan	Lewat
1 ½	38	504	504	0	0	100
¾	19	502	502	0	0	100
3/8	9,6 / 10	434	434	0	0	100
4	4,8	332	332	0	0	100
8	2,4	388	460	72	7,2	92,8
16	1,2	382	592	210	21	71,8
30	0,6	376	652	276	27,6	44,2
50	0,3	380	620	240	24	20,2
100	0,15	360	552	192	19,2	1
PAN		352	362	10	1	0
JUMLAH				1000		

Sumber: Hasil penelitian



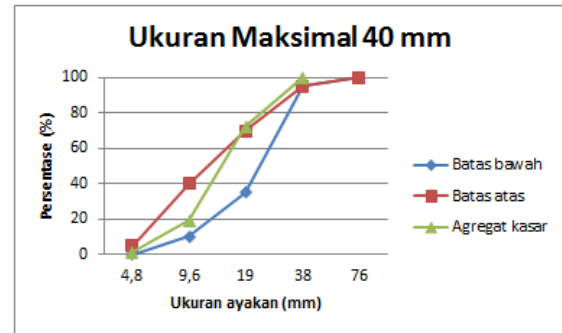
Gambar 5. Grafik gradasi zona 2

Dari tabel dan gambar di atas, menurut SNI 03 – 2834 – 2000 *mix design*, dapat disimpulkan bahwa gradasi pasir Bangka masuk dalam gradasi zona 2 (sedang).

Tabel 5. Analisa saringan agregat kasar

No. Saringan	Diameter Saringan (mm)	Massa Saringan (gr)	Massa Saringan + Contoh Tertahan (gr)	Massa Contoh Tertahan (gr)	Jumlah Persen (%)	
					Tertahan	Lewat
1 ½	38	504	513	0	0	100
¾	19	502	834	278	27,8	72,2
3/8	9,6 / 10	434	976	532	53,2	19
4	4,8	332	508	176	17,6	1,4
8	2,4	388	392	4	0,4	1
16	1,2	382	383	1	0,1	0,9
30	0,6	378	378	2	0,2	0,7
50	0,3	380	381	1	0,1	0,6
100	0,15	360	362	2	0,2	0,4
200	0,075	364	366	2	0,2	0,2
PAN		352	354	2	0,2	0
JUMLAH				1000		

Sumber: Hasil penelitian



Gambar 6. Grafik gradasi ukuran maksimal 40 mm

Dari tabel dan gambar di atas, menurut SNI 03 – 2834 – 2000 *mix design*, dapat disimpulkan bahwa gradasi pasir Bangka masuk dalam gradasi ukuran maksimal 40 mm (sedang).

Pengujian Berat Jenis Agregat Dan Penyerapan Agregat

Tabel 6. Berat jenis dan penyerapan agregat kasar

No.	Pemeriksaan	A	B	Rata-Rata
1	Massa benda uji kering permukaan jenuh (SSD)	250	gr	250
2	Massa benda uji kering oven	B_k	gr	248
3	Massa piknometer diisi air (25°C)	B	gr	346
4	Massa piknometer + benda uji + air (25°C)	B_t	gr	502
5	Berat jenis (<i>bulk</i>)	$\frac{B_k}{B + 250 - B_t}$		2,638
6	Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD)	$\frac{250}{B + 250 - B_t}$		2,66
7	Berat jenis semu (<i>apparent</i>)	$\frac{B_k}{B + B_k - B_t}$		2,696
8	Penyerapan (<i>absorption</i>)	$\frac{(250 - B_k) \times 100\%}{B_k}$	%	0,806

Tabel 7. Berat jenis dan penyerapan agregat halus

No.	Pemeriksaan	Satuan	A	B	Rata-rata	
1	Massa benda uji kering oven	M_k	gr	1844	1840	1842
2	Massa benda uji kering permukaan jenuh	M_j	gr	1862	1859	1861
3	Massa benda uji di dalam air	M_a	gr	1132	1139	1136
4	Berat jenis (<i>bulk</i>)	$\frac{M_k}{M_j - M_a}$		2,526	2,556	2,541
5	Berat jenis kering permukaan jenuh	$\frac{M_j}{M_j - M_a}$		2,551	2,582	2,566
6	Berat jenis semu (<i>apparent</i>)	$\frac{M_k}{M_k - M_a}$		2,590	2,625	2,607
7	Penyerapan (<i>absorption</i>)	$\frac{M_j - M_k}{M_k} \cdot 100\%$		0,976	1,033	1,004

Sumber: Hasil penelitian

Dari hasil pengujian berat jenis dan penyerapan di atas, agregat halus dan agregat kasar memiliki berat jenis sebesar 2,664 dan 2,566. Menurut SK-SNI 1970-2008 berat jenis agregat halus dan agregat kasar sesuai dengan kriteria standar berat jenis sebesar 2,4 – 2,7.

Analisa Pengujian Kuat Tarik Belah

Tabel 8. Data hasil pengujian kuat tarik belah

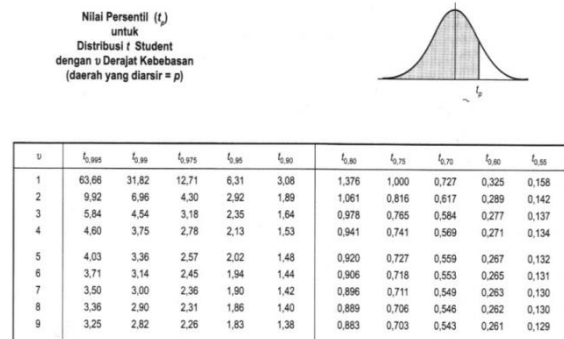
Cacahan Botol Plastik PET (%)	No	Kuat Tarik Belah (Mpa)
0	1	2,27
	2	2,23
	3	2,2
	Rata-rata	2,233
0,5	1	2,7
	2	2,3
	3	2,24
	Rata-rata	2,413
0,6	1	2,77
	2	2,7
	3	2,79
	Rata-rata	2,753
0,7	1	2,47
	2	2,77
	3	2,44
	Rata-rata	2,56

Sumber: Hasil penelitian

Analisa Student-T

Pengujian *student-T* dilakukan untuk mengukur tingkat signifikansi data, yang kemudian diambil rata-rata dari data yang akan diterima.

Tabel 9. Distribusi ambang batas nilai T tabel



Penolakan dan penerimaan suatu sampel pengujian ditentukan oleh pemilihan angka dari Nilai T tabel sesuai dengan jumlah sampel yang diuji. Nilai T tabel akan semakin teliti datanya apabila nilai T tabel semakin mendekati nilai nol. Nilai T hitung dapat diterima apabila nilai datanya berada di antara dari nilai T tabel yang sudah ditetapkan. Jika sebaliknya, apabila nilai datanya kurang atau lebih dari nilai T tabel yang sudah ditetapkan, maka nilai T hitung ditolak.

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}} \quad T = \frac{(x_i - \bar{x}) \cdot \sqrt{n}}{S}$$

Dimana :

- Σ = Jumlah
- S = Standar deviasi
- \bar{x} = Nilai rata-rata sampel
- T = Nilai T hitung
- x_i = Nilai sampel
- n = Banyak sampel

Tabel 10. Analisa kuat tarik belah dengan uji student T

Cacahan botol plastik PET (%)	No.	Kuat Belah (Mpa)	$\bar{x}_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	
0	1	2,27	0,037	0,001	
	2	2,23	-0,003	0,000	
	3	2,2	-0,033	0,001	
	$\sum x$	6,7	$\sum x_i - \bar{x}$	0,000	$\sum (x_i - \bar{x})^2$
	\bar{x}	2,233			0,002
0,5	1	2,7	0,287	0,082	
	2	2,3	-0,113	0,013	
	3	2,24	-0,173	0,030	
	$\sum x$	7,24	$\sum x_i - \bar{x}$	0,000	$\sum (x_i - \bar{x})^2$
	\bar{x}	2,413			0,125
0,6	1	2,77	0,017	0,000	
	2	2,7	-0,053	0,003	
	3	2,79	0,037	0,001	
	$\sum x$	8,26	$\sum x_i - \bar{x}$	0,000	$\sum (x_i - \bar{x})^2$
	\bar{x}	2,753			0,004
0,7	1	2,47	-0,09	0,008	
	2	2,77	0,21	0,044	
	3	2,44	-0,12	0,014	
	$\sum x$	7,68	$\sum x_i - \bar{x}$	0,000	$\sum (x_i - \bar{x})^2$
	\bar{x}	2,56			0,067

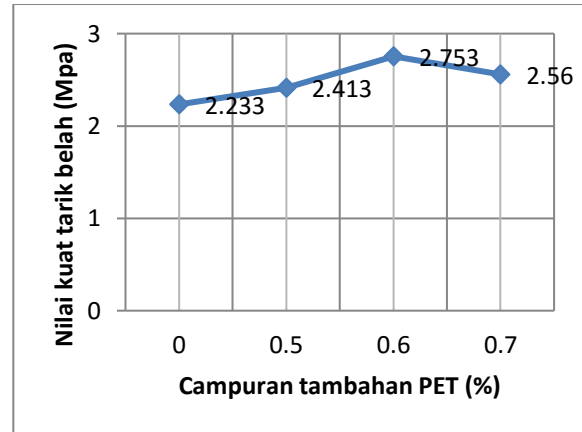
Sumber: Hasil penelitian

Tabel 11. Hasil analisa kuat tarik belah dengan uji student T

Cacahan Botol Plastik PET (%)	No	S	T (0,95)	T	Hasil
0	1	0,032	-2,92	2,92	1,985 Diterima
	2				-0,180 Diterima
	3				-1,804 Diterima
0,5	1	0,25			1,986 Diterima
	2				-0,785 Diterima
	3				-1,201 Diterima
0,6	1	0,045	0,642 Diterima		
	2		-2,053 Diterima		
	3		1,411 Diterima		
0,7	1	0,183	-0,852 Diterima		
	2		1,988 Diterima		
	3		-1,136 Diterima		

Sumber: Hasil penelitian

Dalam perhitungan analisa nilai kuat tekan beton student-T, Tidak ada hasil yang ditolak berdasarkan tabel student-T yang sudah ditetapkan yang berdasarkan nilai T tabel = T_{0,95} (2,92) dengan masing-masing persentase tambahan cacahan botol plastik PET.



Gambar 7. Grafik hasil pengujian kuat tarik belah beton

Tabel 12. Perbandingan kuat tarik variasi rata-rata dengan beton normal

Cacahan botol plastik PET (%)	Kuat tarik rata-rata (Mpa)	Selisih variasi kuat tarik dari beton normal rata-rata (%)
0	2,233	0
0,5	2,413	8,06
0,6	2,753	23,29
0,7	2,56	14,64

Sumber: Hasil penelitian

Dari grafik hasil pengujian di atas, dapat disimpulkan bahwa hasil kuat tarik belah beton mengalami peningkatan yang optimum pada persentase 0,6 %. Pada persentase 0,6 % kekuatan tarik belah beton meningkat sebesar 23,29 % dari beton normal dengan nilai 2,753 Mpa karena

jumlah cacahan serat botol plastik PET yang mengandung sifat polimer meningkatkan kuat tarik belah beton. Hasil kuat tarik belah pada persentase 0,7 % menurun dari persentase 0,6 % karena terlalu banyaknya campuran serat cacahan botol plastik yang mengakibatkan berkurangnya volume beton sehingga fungsi dari bahan-bahan beton menjadi berkurang.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang dilakukan maka dapat beberapa kesimpulan yaitu :

1. Kuat tarik belah beton dengan campuran cacahan PET menghasilkan nilai yang optimum yaitu pada persentase 0,6% dengan nilai rata-rata 2,753 Mpa.
2. Kuat tarik belah beton dengan campuran cacahan PET sebanyak 0,6% meningkat sebesar 23,29 % dari beton normal.

Daftar Pustaka

American Standard Testing and Material Chapter 556. Standard Test for Water Vapor Transmission of Materias.

Hidayatullah, Syarif. Kurniawan, Alex. Ermiyati. 2017. *Pemanfaatan Limbah Botol Plastik Sebagai Bahan Serat Pada Beton.* Riau: Fakultas Teknik Sipil Univesitas Riau.

Pratikto. 2011. *Beton beragregat limbah botol plastik jenis PET (Poly ethylene Terephthalate).* Jakarta: Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Kampus Baru – UI Depok.

Standar Nasional Indonesia 03-1968-1990. *Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar.* Badan Standarisasi Nasional.

Standar Nasional Indonesia 03-1971-1990. *Metode Pengujian Kadar Air Agregat.* Badan Standarisasi Nasional.

Standar Nasional Indonesia 03-2834-2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal.* Badan Standarisasi Nasional.

Standar Nasional Indonesia 03-4428-1997. *Metode Pengujian Agregat Halus atau Pasir Yang Mengandung Bahan Pasir Dengan Cara Setara Pasir.* Badan Standarisasi Nasional.

Standar Nasional Indonesia 1969-2008. *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.* Badan Standarisasi Nasional.

Standar Nasional Indonesia 1970-2008. *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.* Badan Standarisasi Nasional.

Standar Nasional Indonesia 2491:2014. *Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Spesimen Beton Silinder.* Badan Standarisasi Nasional.

Standar Nasional Indonesia S-04-1989-F. *Metode Pengujian Agregat Kasar atau Kerikil Yang Mengandung Bahan Kerikil Dengan Cara Setara Kerikil.* Badan Standarisasi Nasional.