

## Pemanfaatan Tulang Ikan sebagai Pengganti Agregat pada Kuat Tarik Belah Beton

Amir Mukhlis<sup>\*1</sup>, Tety Sriana<sup>2</sup>

<sup>1</sup>) Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Iskandarmuda, Jl. Kampus Unida No. 15 Gp. Surien, Kota Banda Aceh,

<sup>2</sup>) Fakultas teknik Universitas abulyatama  
Jl. Blang bintang lama km 8.5 Lampoh Keude Aceh Besar,

\*Email Korespondensi: amirmukhlis@hotmail.com

**Abstract:** *This study was aims to find the use of fish bones to tensile pull strength of the concrete. The use of fish bones are made based on three variants use a mixture of concrete, that is variation 0,2%, variation 0,4% and variation 0,6%. Concrete that has been casted is tested the sides tensile strength at 14, 28, and 45 days. In the concrete aged 14 days, there was an increase exceeding the split tensile strength of normal concrete. The average split tensile strength of normal concrete achieved is 18,16 kg/cm<sup>2</sup>. The highest average compressive strength value is concrete with a percentage of 0.2% with an average split tensile strength of 26,42 kg/cm<sup>2</sup>. For concrete aged 28 and 45 days, the increase in split tensile strength did not exceed the normal concrete value. The lowest average split tensile strength value obtained was in the 45 days old concrete with a percentage of 0,2% whose value reached 20,76 kg/cm<sup>2</sup>. Based on the calculation results of data selection, the implementation quality with the smallest standard deviation value is 5,89, the characteristic compressive strength is 172,002%, and the sample variance coefficient (Cv) is 5,73%. Based on this study, it was found that fish bones can affect the split tensile strength of concrete.*

**Keywords :** *Tensile pull strength, fish bone*

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gambaran penggunaan tulang ikan lele terhadap kuat tarik belah beton. Penggunaan tulang ikan lele dibuat berdasarkan tiga variasi penggunaan dengan campuran beton, yaitu variasi 0,2%, variasi 0,4% dan variasi 0,6%. Beton yang telah dicetak diuji kuat tarik belahnya pada umur 14, 28, dan 45 hari. Pada beton umur 14 hari, terjadi kenaikan melebihi kuat tarik belah beton normal. Kuat tarik belah rata-rata beton normal yang dicapai adalah 18,16 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai kuat tekan rata-rata tertinggi adalah beton dengan persentase 0,2% dengan kuat tarik belah rata-rata 26,42 kg/cm<sup>2</sup>. Pada beton umur 28 dan 45 hari, kenaikan kuat tarik belah tidak melampaui nilai beton normal. Nilai kuat tarik belah rata-rata terendah yang diperoleh adalah pada beton umur 45 hari dengan persentase 0,2% yang nilainya mencapai 20,76 kg/cm<sup>2</sup>. Berdasarkan hasil perhitungan seleksi data, mutu pelaksanaan yang nilai standar deviasi terkecil adalah 5,89, kuat tekan karakteristiknya 172,002%, dan koefisien ragam sampel (C<sub>v</sub>) adalah 5,73%. Berdasarkan kajian ini diperoleh hasil bahwa tulang ikan dapat mempengaruhi kuat tarik belah beton.

**Kata kunci :** *Kuat tarik belah, tulang ikan.*

Material struktur direncanakan untuk menerima muatan yang bekerja namun tidak mengalami tegangan, selain itu juga tidak terjadi deformasi (Giovani dan Mukhlis, 2019). Bila

beban yang bekerja pada struktur melampaui kapasitasnya, maka akan menyebabkan struktur mengalami kegagalan (Mukhlis, 2016). Saat ini penggunaan beton menjadi salah satu material yang banyak digunakan sebagai bahan bangunan. Selain dari segi ekonomis, beton menjadi material prima yang digunakan pada sebuah struktur dikarenakan memiliki keunggulan kuat tekannya yang cukup tinggi. Dengan adanya bahan pembentuk beton memiliki sejumlah properti material beton yang salah satunya mengandung bahan kalsium. Bahan kalsium ini juga ditemukan pada material tulang. Tulang merupakan salah satu material yang memiliki kandungan kalsium dan memiliki kuat tekan yang cukup tinggi seperti beton.

Hingga saat ini, pemanfaatan tulang untuk menjadi bahan yang baru masih belum begitu tinggi digunakan sebagai salah satu pembentuk beton. Material ini dapat digunakan sebagai agregat pada pembentukan beton (Mukhlis, 2021). Untuk itu, perlu dibuat sebuah kajian, salah satunya adalah mengenai kekuatan tarik belah beton. Dalam kajian ini akan digunakan material tulang yang seragam sebagai bahan tambahan pembuatan beton, yaitu tulang ikan.

## **KAJIAN PUSTAKA**

### **Beton**

Beton merupakan material yang terdiri dari bahan semen hidrolik, agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (Mukhlis, 2020). Campuran ini digunakan secara bersama sebagai agregat kasar dan halus Untuk meningkatkan mutu beton dapat ditambahkan *aditive* atau *admixture*.

### **Rancangan Campuran Beton**

Perencanaan komposisi campuran beton (*mix design*) direncanakan berdasarkan metode American Concrete Institute (ACI) 211.4R-93 yang dikombinasikan dengan SNI. Penentuan jumlah air yang dibutuhkan untuk 1 m<sup>3</sup> beton didasarkan pada *slump* rencana dan diameter maksimum agregat. Untuk mendapatkan proporsi agregat halus dapat dihitung dengan persamaan *fineness modulus* yang diusulkan Dobokugakkai yang dikutip oleh rahman (1993) seperti yang diperlihatkan pada persamaan 2.1. Harga *fineness modulus* campuran agregat halus (*fine sand* dan *coarse sand*) berdasarkan Anonim (1991) dalam batasan 2,4 sampai dengan 3.

$$FM(fs)X + FM(cs)(1-X) = FM(fa) \quad (1)$$

Di mana :

FM(fs)	= <i>fineness modulus</i> pasir halus ( <i>fine sand</i> );
FM(cs)	= <i>fineness modulus</i> pasir kasar ( <i>coarse sand</i> );
FM(fa)	= <i>fineness modulus</i> agregat halus ( <i>fine agregat</i> );
X	= bagian pasir halus;
1-X	= bagian pasir kasar.

### Kuat Tekan dan Sifat-sifat Umum Tegangan-Regangan Beton

Selain faktor air semen dan tingkat pematatannya, faktor-faktor lain yang mempengaruhi kuat tekan beton meliputi jenis semen dan kualitasnya, jenis dan lekuk-lekuk bidang permukaan agregat, efisiensi perawatan, suhu dan umur perawatan.

Sifat tegangan-regangan beton tergantung dari kuat tekan, umur pada saat pembebanan, kecepatan pembebanan, sifat agregat, jenis semen dan ukuran benda uji.

Hubungan tegangan-regangan diperoleh dari data dan pengujian kuat tekan. (Anonim, 1990), tegangan yang timbul dihitung dengan persamaan :

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (2)$$

Di mana :

$\sigma$	= tegangan benda uji (kg/cm <sup>2</sup> );
P	= beban yang diterima benda uji (kg);
A	= Luas penampang benda uji (cm <sup>2</sup> )

### Tulang Ikan

Pada tulang ikan, bahan kalsium memiliki kandungan yang tinggi, sebagai salah satunya adalah pada tulang ikan lele (*Clarias*). Umumnya tulang memiliki kandungan senyawa hidroksiapatit sebagai properti utamanya secara mekanis. Senyawa hidroksiapatit adalah senyawa jenis apatit, yaitu mineral anorganik utama yang menjadi bahan pembentuk pada tulang dan gigi (Mukhlis, 2020). Senyawa ini dapat dihasilkan dari sintesis tulang dalam bentuk serbuk (Fadhliah, dkk., 2016)

### METODE PENELITIAN

Pada kajian ini, sampel beton yang digunakan menggunakan beberapa variasi penggunaan tulang ikan. Adapun variasi yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Variasi beton dengan tulang ikan 0%.
2. Variasi beton dengan tulang ikan 0,2%.
3. Variasi beton dengan tulang ikan 0,4%.

#### 4. Variasi beton dengan tulang ikan 0,6%.

Bahan pembentukan beton yang digunakan terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar, tulang ikan, dan air. Untuk semen yang digunakan adalah semen portland, agregat halus dan agregat kasar diperoleh dari kawasan Kabupaten Aceh Besar. Tulang ikan yang digunakan adalah tulang ikan lele (*clarias*).

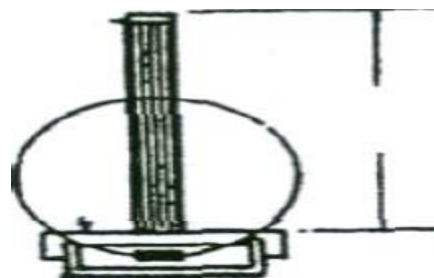
Dalam pelaksanaan kajian ini, dilaksanakan persiapan material, pemeriksaan agregat, perencanaan campuran, pembuatan benda uji beserta pencetakannya, perawatan benda uji, pengujian benda uji, analisis data, dan pengolahan data.

#### **Pembuatan dan Perawatan Benda Uji**

Sebelum membuat benda uji, semua material yang digunakan dipastikan sudah bersih. Untuk tulang ikan, terlebih dahulu tulang ikan dipotong dengan ukuran yang lolos saringan agregat kasar hingga 25,4 mm. Proporsi campuran yang digunakan ditentukan sesuai dengan *mix design* yang telah dihitung sebelumnya. Material yang telah dibuat, diuji *slump* dengan menggunakan kerucut Abrams (BSN, 2008) dan dimasukkan ke dalam cetakan benda uji silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Setelah 1 hari pengecoran, cetakan benda uji dibongkar dan dilakukan perawatan dengan merendam benda uji ke dalam bak air secara penuh. Benda uji dikeluarkan dari rendaman bila telah mencapai umur 14, 28 dan 45 hari untuk dilakukan uji tekan.

#### **Pengujian Kuat Tarik Belah Beton**

Setelah benda uji telah memasuki umur rencana (14, 28, dan 45 hari), selanjutnya beton digunakan untuk uji tarik belah. Untuk setiap variasi menggunakan 3 benda uji dengan menggunakan mesin uji tekan. Sebelum diuji, sampel diukur berat beserta dimensi yang sudah tercetak. Setelah itu, benda diberikan pengujian mesin uji tekan sampai beton mengalami kehancuran. Selanjutnya hasil pengujian dicatat untuk dianalisis dan diolah. Sketsa pengujian dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1. Sketsa Pengujian tarik belah beton**

Sumber: Anonim, 2002 (1)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pemeriksaan Sifat-sifat fisis agregat

*Specific gravity* atau berat jenis agregat kasar yang digunakan pada kajian ini adalah 2,64. Nilai ini berada pada rentang nilai menurut Troxell (1968) untuk agregat kasar, yaitu 2,5-2,8. Untuk agregat halus, nilai berat jenis yang didapatkan adalah sebesar 2,24. Nilai berat jenis agregat kecil ini pada rentang nilai menurut Troxell (1968) untuk agregat halus, yaitu 2,0-2,6.

Untuk persentase penyerapan agregat kasar didapat hasil sebesar 0,55%. Nilai ini telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh Orchard (1979) bahwa persentase penyerapannya adalah 0,4-1,9. Untuk persentase penyerapan agregat halus tidak memenuhi namun tetap digunakan sebagai material pembuatan beton.

Hasil gradasi susunan butiran agregat masuk ke dalam tingkat baik sebagai bahan pembentuk beton. Untuk pemeriksaan modulus kehalusan, hasilnya memperlihatkan bahwa agregatnya tidak memenuhi syarat, tapi tetap digunakan sebagai bahan pembentuk beton.

### Perencanaan campuran beton (*mix design*)

Perencanaan campuran beton atau *mix design* yang digunakan pada kajian ini dilaksanakan berdasarkan SNI 03-2834-2000. Hasil perencanaan dihitung untuk campuran 1 m<sup>3</sup> beton normal yang akan digunakan untuk pembuatan benda uji silinder yang dimensi diameter 15 cm dengan tinggi benda uji 30 cm. Setelah itu, direncanakan beton dengan variasi tulang ikan yang digunakan, hasil ini dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1 . Hasil perencanaan campuran beton**

No.	Bahan	Nama Benda Uji			
		S0	S1	S2	S3
1.	Semen	18,56	18,53	18,49	18,56
2.	Air	10,65	10,63	10,61	10,65
3.	Kerikil ( <i>coarse aggregate</i> )	40,19	40,12	40,05	40,19
4.	Pasir ( <i>fine aggregate</i> )	41,98	41,91	41,83	41,98
5.	Potongan tulang ikan lele	0,223	0,446	0,670	0,223

Keterangan : S0 = Beton normal.

S1 = Beton dengan persentase tulang ikan 0,2%.

S2 = Beton dengan persentase tulang ikan 0,4%.

S3 = Beton dengan persentase tulang ikan 0,6%.

## Hasil pengujian kuat tarik belah

Hasil pengujian kuat tarik belah untuk beton umur 14 hari dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Hasil pengujian kuat tarik belah beton umur 14 Hari**

Jenis Beton	Nama Benda Uji	Berat (Kg)	Kuat Tarik (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tarik Rata-rata (Kg/cm <sup>2</sup> )
Beton Normal	PN01	12,0	12,03	18,16
	PN02	12,4	25,48	
	PN03	12,4	16,99	
Persentase 0,2%	PS101	12,3	24,06	26,42
	PS102	12,3	28,31	
	PS103	12,3	26,89	
Persentase 0,4%	PS201	12,1	25,48	24,53
	PS202	12,1	22,65	
	PS203	12,2	25,48	
Persentase 0,6%	PS301	11,9	25,48	21,70
	PS302	12,1	18,40	
	PS302	12,1	21,23	

Berdasarkan hasil pada Tabel 2, diperoleh bahwa potongan tulang ikan dapat mempengaruhi perubahan kuat tarik belah beton umur 14 hari. Pada variasi 0,2%, telah diperoleh hasil kenaikan kuat tarik belah di atas nilai beton normal. Kuat tarik belah rata-rata beton normal adalah 18,16 kg/cm<sup>2</sup>, kuat tarik belah rata-rata beton variasi 0,2% adalah 26,42 kg/cm<sup>2</sup>, kuat tarik belah rata-rata beton variasi 0,4% adalah 24,53 kg/cm<sup>2</sup>, dan kuat tarik belah rata-rata beton variasi 0,6% adalah 21,70 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabel 3. Hasil pengujian kuat tarik belah beton umur 28 Hari**

Jenis Beton	Nama Benda Uji	Berat (Kg)	Kuat Tarik (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tarik Rata-rata (Kg/cm <sup>2</sup> )
Beton Normal	PN04	29,72	12,0	31,61
	PN05	31,14	12,4	
	PN06	33,97	12,4	
Persentase 0,2%	PS104	24,35	12,3	27,93
	PS105	32,55	12,3	
	PS106	26,89	12,3	
Persentase 0,4%	PS204	21,94	12,1	26,42
	PS205	29,02	12,1	
	PS206	28,31	12,2	
Persentase 0,6%	PS304	26,89	11,9	23,64
	PS305	20,45	12,1	
	PS306	23,59	12,0	

Berdasarkan hasil pada Tabel 3, diperoleh bahwa potongan tulang ikan telah

menurunkan kuat tarik belah beton umur 28 hari. Kuat tarik belah rata-rata beton normal adalah 31,61 kg/cm<sup>2</sup>, kuat tarik belah rata-rata beton variasi 0,2% adalah 27,93 kg/cm<sup>2</sup>, kuat tarik belah rata-rata beton variasi 0,4% adalah 26,42 kg/cm<sup>2</sup>, dan kuat tarik belah rata-rata beton variasi 0,6% adalah 23,64 kg/cm<sup>2</sup>

**Tabel 4. Hasil pengujian kuat tarik belah beton umur 45 Hari**

Jenis Beton	Nama Benda Uji	Berat (Kg)	Kuat Tarik (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tarik Rata-rata (Kg/cm <sup>2</sup> )
Beton Normal	PN07	33.26	12,0	30.43
	PN08	28.31	12,4	
	PN09	29.72	12,4	
Persentase 0,2%	PS107	18.40	12,3	20.76
	PS108	19.82	12,3	
	PS109	24.06	12,3	
Persentase 0,4%	PS207	22.65	12,1	22.65
	PS208	24.06	12,1	
	PS209	21.23	12,2	
Persentase 0,6%	PS307	24.17	11,9	20.59
	PS308	17.46	12,1	
	PS309	33.26	12,0	

Berdasarkan hasil pada Tabel 4, diperoleh bahwa potongan tulang ikan telah menurunkan kuat tarik belah beton umur 45 hari. Kuat tarik belah rata-rata beton normal adalah 30,43 kg/cm<sup>2</sup>, kuat tarik belah rata-rata beton variasi 0,2% adalah 20,76 kg/cm<sup>2</sup>, kuat tarik belah rata-rata beton variasi 0,4% adalah 22,65 kg/cm<sup>2</sup>, dan kuat tarik belah rata-rata beton variasi 0,6% adalah 20,59 kg/cm<sup>2</sup>

### Seleksi data

Hasil perhitungan seleksi data pada tabel 5, menunjukkan bahwa koefisien ragam sampel ( $C_v$ ) untuk beton merupakan data dengan hasil yang bervariasi. Pada beton normal, mutu yang diperoleh berada pada kategori sedang, untuk persentase 0,2% mutu yang diperoleh berada pada kategori baik. Untuk beton dengan persentase 0,4% dan 0,6%, didapat bahwa mutunya telah mengalami penurunan.

**Tabel 5. Hasil Perhitungan Seleksi Data**

No.	Jenis Benda Uji	Standar Deviasi (S)	Kuat Tekan Karakteristik (kg/cm <sup>2</sup> )	Koefisien Ragam Sampel ( $C_v$ ) (%)
1.	Beton Normal	11,32	193,409	7,41
2.	Persentase 0,2%	5,89	172,002	5,73
3.	Persentase 0,4%	11,32	111,43	15,38
4.	Persentase 0,6%	9,10	123,409	11,62

Dengan dilaksanakannya kajian ini, maka campuran tulang ikan memiliki pengaruh terhadap kuat tarik belah beton. Untuk hasil pada beton yang berumur 14 hari, menunjukkan terjadi kenaikan kuat tarik belah beton, yang melampaui nilai kuat tarik belah beton normal. Untuk beton umur 28 hari, terjadi penurunan kuat tarik belah beton dengan ditambahkan bahan tulang untuk semua variasi, mulai dari yang paling kecil hingga yang paling besar. Penurunan terbesar pada hasil kajian adalah pada beton umur 45 hari dengan persentase sebesar 0,6 menjadi 20,59 kg/cm<sup>2</sup>. Untuk seleksi data, didapat bahwa koefisien ragam sampel yang terkecil adalah pada beton persentase 0,2% dengan nilai standar deviasi 5,89, kuat tekan karakteristik 172,002 dan koefisien ragam sampel (C<sub>v</sub>) adalah sebesar 5,73%.

## **SIMPULAN DAN SARAN**

### **Simpulan**

Dari kajian ini diambil simpulan sebagai berikut:

1. Dengan ditambahkan agregat tulang ikan, maka kuat tarik belah mengalami perubahan nilainya.
2. Kuat tarik belah mengalami peningkatan dibandingkan dengan beton normal untuk beton yang menggunakan tambahan agregat tulang ikan 0,2%.

Esensi hasil penelitian dan pembahasan, harus relevan dengan temuan, disampaikan dalam bentuk butir-butir atau paragraf-paragraf pendek.

### **Saran**

Untuk saran yang diberikan untuk kajian ini adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan agregat tulang dari spesies lainnya.
2. Selanjutnya, dibuat penelitian dengan variasi ukuran atau bentuk tulang yang lain.

## **DAFTAR KEPUSTAKAAN**

- Giovani dan Mukhlis, A. (2019). Analisis Struktur Pengaruh Beban Aksial Terhadap Balok. Jurnal Geuthèè: Penelitian Multidisiplin Vol. 02, No. 01, (Mei, 2019).
- Mukhlis, A. (2016). Perbandingan Perencanaan Portal Baja dengan SAP2000 dan ETABS. Jurnal Teknik Sipil dan Teknologi Konstruksi. Vol. 2 No. 2 Oktober 2016.
- Mukhlis, A., dkk. (2021). Analisis kapasitas tarik belah beton dengan menggunakan agregat tulang sapi. JITU (Jurnal Ilmiah Teknik Unida) Vol. 2 No. 1, 1 Juni 2021.
- Syarif, A., Setyawan, C. & Farida, I., (2016), Analisa Uji Kuat Tekan Beton dengan Bahan Tambah



- Batu Bata Merah. Jurnal Konstruksi Sekolah Tinggi Teknologi Garut, Vol. 14 No. 1. 2016.
- Badan Standarisasi Nasional (1990). *Metode pengujian kuat tekan beton (SNI 03-1974-1990)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Fadhliah, N., dkk. (2016). Sintesis Hidroksipalatit yang Berasal dari Tulang Sapi Aceh. Journal of Aceh Physics Society (JAcPS), Vol. 5, No. 2 pp.19-21, 2016.
- Mukhlis, A. dan Bunyamin (2020). Pengaruh Penggunaan Agregat Tulang Sapi Terhadap Kuat Tekan Beton. *PORTAL Jurnal Teknik Sipil*. Vol. 12, No. 1, April 2020. Pp. 40-47.
- Murdock, L.J. & K.M., Brook (1999), *Bahan dan Praktek Beton, terjemahan Stephanus Hendarko*. Jakarta: Erlangga. (2)
- Badan Standarisasi Nasional (2002). *Metode pengujian kuat tarik belah beton (SNI 03-2491-2002)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional (2008). *Tata cara uji slump beton (SNI 1972:2008)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.