

## PERBANDINGAN NILAI KUAT TARIK LANGSUNG DAN TIDAK LANGSUNG PADA BETON YANG MENGGUNAKAN FLY ASH

Merry N. M. Kosakoy

Steenie E. Wallah, Ronny Pandaleke

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: [merrykosakoy@rocketmail.com](mailto:merrykosakoy@rocketmail.com)

### ABSTRAK

*Beton dapat didefinisikan sebagai bahan bangunan dan konstruksi yang sifat-sifatnya dapat ditentukan terlebih dahulu dengan mengadakan perencanaan dan pengawasan yang teliti terhadap bahan-bahan yang dipilih. Kuat tarik beton bervariasi antara 9% sampai 15% dari kuat tekannya, Kuat tarik merupakan sifat penting yang mempengaruhi ukuran beton dan seberapa besar retak yang terjadi. Selain itu, kuat tarik dari batang beton diketahui selalu akan mengurangi jumlah lendutan.*

*Pengujian kuat tarik beton dapat dilakukan dengan tiga cara, pertama uji tarik langsung dimana sebuah batang beton diberi gaya aksial tarik sampai batang beton runtuh, cara yang kedua dikenal dengan istilah tarik Brazilien, yaitu pembelahan silinder oleh suatu desakan kearah diameternya untuk mendapatkan apa yang disebut kuat tarik belah, cara yang ketiga ialah melalui percobaan lentur yang paling sering digunakan dalam menentukan kekuatan tarik beton dimana beban diterapkan yang selanjutnya dapat dihitung dengan rumus balok biasa. Komposisi campuran ditambahkan Abu terbang (Fly Ash) sebesar 15% dari berat semen.*

*Dari hasil penelitian dihasilkan beton dengan berat volume  $2517 \text{ kg/m}^3$  dan dapat diklasifikasikan dalam jenis beton normal, dari penelitian didapat kuat tekan beton 41.28 MPa, dengan kuat tarik langsung 3.15 MPa, kuat tarik belah 3.67 MPa, dan kuat tarik lentur 7.30 MPa.*

**Kata kunci : tarik langsung, tarik tidak langsung, Fly Ash.**

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Beton merupakan salah satu bahan bangunan yang pada saat ini banyak dipakai di Indonesia dalam pembangunan fisik. Penggunaan beton merupakan pilihan utama karena beton merupakan bahan dasar yang mudah dibentuk dengan harga yang relatif murah dibandingkan dengan bahan konstruksi lainnya.

Beton juga dapat didefinisikan sebagai bahan bangunan dan konstruksi yang sifat-sifatnya dapat ditentukan terlebih dahulu dengan mengadakan perencanaan dan pengawasan yang teliti terhadap bahan-bahan yang dipilih. Beton adalah campuran dari agregat halus dan agregat kasar (pasir, kerikil, batu pecah atau jenis agregat lain) dengan semen, yang dipersatukan oleh air dalam perbandingan tertentu. Bahan yang terbentuk ini mempunyai kekuatan tekan yang tinggi, dan ketahanan terhadap tarik rendah.

Uji tarik adalah cara pengujian bahan yang paling mendasar. Pengujian ini sangat sederhana, tidak mahal dan sudah mengalami standarisasi di seluruh dunia. Dengan menarik suatu bahan kita akan segera mengetahui

bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang. Alat eksperimen untuk uji tarik ini harus memiliki cengkeraman (grip) yang kuat dan kekakuan yang tinggi (highly stiff).

Kuat tarik beton bervariasi antara 9% sampai 15% dari kuat tekannya. Alasan utama dari kuat tarik yang kecil ini adalah kenyataan bahwa beton dipenuhi oleh retak-retak halus. Retak-retak ini tidak berpengaruh besar bila beton menerima beban tekan karena beban tekan menyebabkan retak menutup sehingga memungkinkan terjadinya penyaluran tekanan.

Kuat tarik merupakan sifat penting yang mempengaruhi ukuran beton dan seberapa besar retak yang terjadi. Selain itu, kuat tarik dari batang beton diketahui selalu akan mengurangi jumlah lendutan. (karena kuat tarik beton tidak besar, hanya sedikit usaha yang dilakukan untuk menghitung modulus elastisitas tarik beton. Diperkirakan bahwa nilai modulus elastisitas tarik beton sama dengan modulus elastisitas tekannya.)

Pengujian kuat tarik beton dapat dilakukan dengan tiga cara, pertama uji tarik langsung dimana sebuah batang beton diberi

gaya aksial tarik sampai batang beton runtuh, cara yang kedua dikenal dengan istilah tarik Brazilien, yaitu pembelahan silinder oleh suatu desakan kearah diameternya untuk mendapatkan apa yang disebut kuat tarik belah, cara yang ketiga ialah melalui percobaan lentur yang paling sering digunakan dalam menentukan kekuatan tarik beton dimana beban diterapkan yang selanjutnya dapat dihitung dengan rumus balok biasa.

Penelitian yang akan dilakukan menggunakan metode tarik langsung, tarik lentur dan tarik belah yang akan memberikan gambaran mengenai pengaruh dimensi benda uji terhadap tegangan tarik.

### Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah maka dapat dirumuskan permasalahan, yaitu berapa besar perbandingan antara nilai uji tarik langsung dengan nilai uji tarik tidak langsung pada beton dengan menggunakan tambahan abu terbang (fly ash).

### Pembatasan Masalah

Agar penelitian sesuai dengan tujuan penelitian, maka dalam penelitian ini diperlukan adanya batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Bahan pembentuk beton sebagai berikut :
  - a. Semen Portland Tiga roda.
  - b. Agregat halus yang dipakai yaitu pasir dari Girian.
  - c. Agregat kasar yang dipakai yaitu kerikil dari Lansot.
2. Air yang digunakan berasal dari sumur bor laboratorium Rekayasa Material, Fakultas Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi.
3. Benda uji yang dipakai adalah silinder (100 x 200) mm, balok (100 x 100 x 500) mm, dan benda uji yang memiliki bentuk menyerupai jam pasir untuk uji tarik langsung .
4. Abu terbang (*Fly Ash*) yang digunakan berasal dari PLTU Amurang.
5. Abu terbang (*Fly Ash*) yang digunakan hanya 15% dari banyaknya semen.
6. Mutu beton yang direncanakan 40 MPa.
7. Pengaruh suhu, udara, dan faktor lain diabaikan.
8. Pengujian dilakukan saat beton berumur 28 hari
9. Penelitian ini dilakukan hanya untuk mengetahui perbandingan nilai kuat tarik langsung dan tidak langsung pada beton .

10. Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Struktur dan Material, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi.

### Tujuan Penulisan.

Untuk mengetahui seberapa besar nilai uji tarik langsung serta perbandingan antara nilai uji tarik langsung tersebut dengan uji tarik tidak langsung pada beton dengan menggunakan tambahan abu terbang (fly ash).

### Manfaat Penulisan

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi perkembangan teknologi beton, yaitu:

- Hasil penelitian ini akan menjadi sumber informasi tentang perbandingan nilai uji tarik langsung dengan uji tarik tidak langsung pada beton dengan tambahan abu terbang (fly ash)

## TINJAUAN PUSTAKA

### Pengertian Umum Beton

Beton adalah salah satu bahan bangunan yang telah umum digunakan untuk bangunan gedung, jembatan, jalan dan lain-lain. Bahan pembentuk beton terdiri dari campuran agregat halus dan kasar dengan semen dan air sebagai pengikatnya. Jika diperlukan, bahan tambah (*admixture*) dapat ditambahkan untuk mengubah sifat-sifat tertentu dari beton yang bersangkutan (Mulyono, 2005).

### Kuat Tarik Beton

Kuat tarik adalah ukuran kuat beton yang diakibatkan oleh suatu gaya yang cenderung untuk memisahkan sebagian beton akibat tarikan. Kuat tarik beton berkisar seperdelapan belas kuat desak pada waktu umurnya masih muda, dan berkisar seperduapuluh sesudahnya.

Kuat tarik juga merupakan bagian penting didalam menahan retak-retak akibat perubahan kadar air dan suhu. Pengujian kuat tarik biasanya diadakan untuk pembuatan konstruksi jalan raya dan lapangan terbang (L.J.Murdock dan K.M.Brook, 1991).

Kekuatan tarik (*tensile strength, ultimate tensile strength*) adalah tegangan maksimum yang bisa ditahan oleh sebuah bahan ketika diregangkan atau ditarik, sebelum bahan tersebut

patah. Kekuatan tarik adalah kebalikan dari kekuatan tekan, dan nilainya bisa berbeda.

Beberapa bahan dapat patah begitu saja tanpa mengalami deformasi, yang berarti benda tersebut bersifat rapuh atau getas (*brittle*). Bahan lainnya akan meregang dan mengalami deformasi sebelum patah, yang disebut dengan benda elastis (*ductile*).

Kekuatan tarik umumnya digunakan dalam mendesain bagian dari suatu struktur yang bersifat *ductile* dan *brittle* yang bersifat tidak statis, dalam arti selalu menerima gaya dalam jumlah besar, meski benda tersebut tidak bergerak.

**Kuat tarik langsung**

Kuat tarik adalah ukuran kuat beton yang diakibatkan oleh suatu gaya yang cenderung untuk memisahkan sebagian beton akibat tarikan. Uji kuat tarik langsung dilakukan dengan membuat benda uji dalam bentuk seperti jam pasir, nilai kuat tarik yang diperoleh dihitung dari besar beban tarik maksimum (N) dibagi dengan luas penampang yang terkecil (mm<sup>2</sup>).

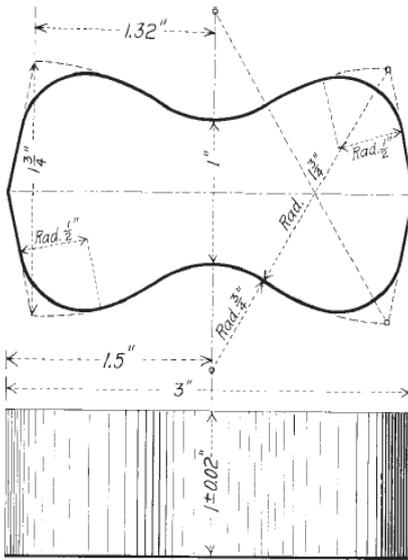


FIG. 2 Briquet Specimens for Tensile Strength Test

Gambar 1 Dimensi Penampang benda uji tarik langsung

Nilai kuat tarik langsung beton dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

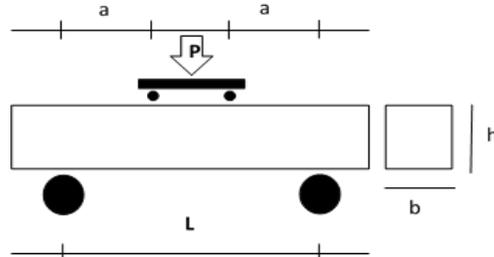
$$f_{ct} = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

- $F_{ct}$  = kuat tarik beton (MPa)
- $P$  = beban tekan (N)
- $A$  = luas bidang tekan (mm<sup>2</sup>)

**Kuat Lentur Beton (*Modulus Of Rupture*)**

Pengujian kuat lentur menggunakan benda uji balok tanpa tulangan pada umur beton 28 hari. Menurut SNI 4431-2011 Pembebanan dilakukan 1/3 bentang untuk mendapatkan lentur murni.



Gambar 2 Kondisi Pembebanan Tes Tarik Belah

Untuk pengujian dimana bidang patah terletak di daerah pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), maka kuat lentur beton dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\sigma_1 = \frac{Pl}{bd^2} \dots \dots \dots (2)$$

Untuk pengujian dimana patahnya benda uji ada diluar pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), dan jarak antara titik patah kurang dari 5% dari jarak antara titik perletakan maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan berikut:

$$\sigma_1 = \frac{P.a}{b.h^2} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

- $\sigma_1$  = Kuat lentur (MPa)
- $P$  = Beban maksimum (N)
- $l$  = Panjang bentang pengujian (mm)
- $b$  = Lebar benda uji (mm)
- $d$  = Tinggi benda uji (mm)
- $a$  = Jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat (mm)

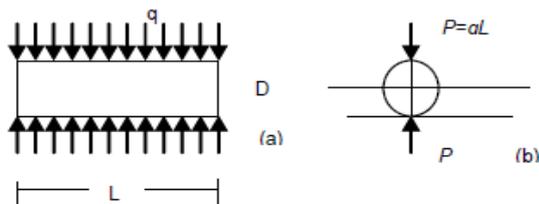
Peraturan SNI 03-2847-2002 menetapkan nilai modulus keruntuhan lentur untuk beton normal (tanpa tulangan) yaitu :

$$f_r = 0.7 \sqrt{f'_c} \dots \dots \dots (4)$$

**Kuat Tarik Belah**

Beton merupakan material yang lemah terhadap tegangan tarik. Kekuatan tarik beton relative rendah, kira-kira 10%-15% dari kekuatan tekan beton, kadang-kadang 20%. 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).

Kekuatan tarik dalam penelitian ini ditentukan dengan menggunakan percobaan belah silinder ( the split cylinder) dimana silinder ukuran diameter 100 mm dan tinggi 200 mm diberikan beban tegak lurus terhadap sumbu longitudinalnya dengan silinder ditempatkan secara horizontal diatas pelat mesin percobaan, benda uji terbelah dua pada saat dicapainya kekuatan tarik.



Gambar 3 Kondisi Pembebanan Tes Tarik Belah

Sebelum keruntuhan, timbul tegangan tekan biaxial. Pada daerah dibawah beban, yang mempunyai ketahanan terhadap keruntuhan yang besar karena berada dalam kondisi terbungkus (confined state). Untuk sebagian besar daerah sumbu beban, timbul tegangan tarik yang cukup merata dan bila kekuatan tarik beton dilampaui maka akan terjadi keruntuhan benda uji silinder, yang dapat membelah silinder menjadi dua bagian, dengan permukaan belah yang cukup merata, karena bidang belah akan memotong baik agregat kasar maupun mortar.

Kuat tarik beton dihitung dengan rumus :

$$f_t = \frac{2P}{\pi LD} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

- $f_t$  = kuat tarik belah (MPa)
- $P$  = beban pada waktu belah (N)
- $L$  = panjang benda uji (mm)
- $D$  = diameter benda uji (mm)
- $\pi$  = Phi

Retak rambut yang mungkin terjadi akibat kering permukaan (surface drying), terjadi pada daerah permukaan silinder yang berada dalam daerah tekan, dan tidak akan mempengaruhi sifat beton pada daerah tarik yang berada pada daerah sumbu beban didalam silinder. Dengan demikian kekuatan tarik belah dipengaruhi oleh kondisi kering permukaan dan dapat dianggap sebagai nilai kekuatan tarik beton yang representatif.

**Kekuatan Tekan Beton (Compressive Strength)**

Kekuatan tekan beton didefinisikan sebagai tegangan yang terjadi dalam benda uji pada pemberian beban hingga benda uji tersebut hancur. Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan beton hancur. Pengukuran kuat tekan beton didasarkan pada SK SNI M 14 -1989 F (SNI 03-1974-1990). Kekuatan tekan beton dapat dicapai sampai 1000 kg/cm<sup>2</sup> atau lebih, tergantung pada jenis campuran, sifat-sifat agregat, serta kualitas perawatan.

Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Kekuatan tekan beton dinotasikan sebagai berikut:

- $f'_c$  = Kekuatan tekan beton yang disyaratkan (MPa).
- $f_{ck}$  = Kekuatan tekan beton yang didapatkan dari hasil uji (MPa).
- $F_c$  = Kekuatan tarik dari hasil uji belah silinder beton (MPa).
- $f_c$  = Kekuatan tekan beton rata-rata yang dibutuhkan, sebagai dasar pemilihan perancangan campuran beton (MPa).
- $S$  = Deviasi standar (s) (MPa).

Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tekan beton adalah:

$$f'_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana :

- $f'_c$  = kuat tekan beton (kg/cm<sup>2</sup>)
- $P$  = beban (kg)
- $A$  = luas penampang (cm<sup>2</sup>)

Kuat tekan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain (Tjokrodimulyo, 1995):

1. Pengaruh mutu semen portland.
2. Pengaruh dari perbandingan adukan beton.
3. Pengaruh air untuk membuat adukan

4. Pengaruh umur beton.
5. Pengaruh waktu pencampuran.
6. Pengaruh perawatan.
7. Pengaruh bahan campuran tambahan

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan pekerjaan. Dimulai dari persiapan bahan, pemeriksaan bahan, perencanaan campuran dilanjutkan dengan pembuatan benda uji dan pengujian benda uji. Semua pekerjaan dilakukan berpedoman pada peraturan/standar yang berlaku dengan penyesuaian terhadap kondisi dan fasilitas laboratorium yang ada. Pemeriksaan material dibatasi hanya pada material tertentu yang penting dalam perhitungan campuran.

### Penelitian Bahan Agregat

Hal-hal yang perlu diteliti dari suatu agregat untuk digunakan pada perencanaan campuran beton dengan metode SNI antara lain adalah sebagai berikut.

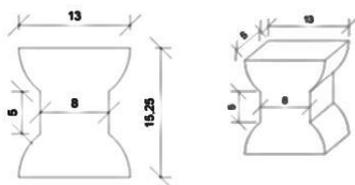
- Pemeriksaan Gradasi Agregat
- Pemeriksaan Berat Jenis dan Absorpsi Agregat
- Pemeriksaan Kadar Air Agregat
- Pemeriksaan Keausan ( Abrasi ) Agregat Kasar
- Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

### Dimensi benda uji

#### Dimensi benda uji kuat tarik langsung

Pengujian kuat tarik langsung, bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik suatu benda uji pada perbandingan sesuai rencana, pengujian dilakukan menurut ASTM C-307-03 .

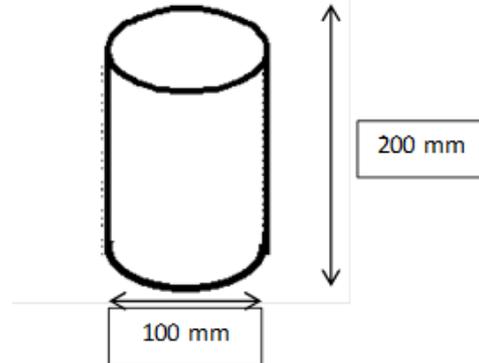
Adapun mesin yang digunakan adalah mesin uji tarik *Universal Testing Machine* yang ada di Laboratorium Struktur dan Material, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi.



Gambar 4 Dimensi Penampang benda Uji Tarik Langsung setelah dimodifikasi

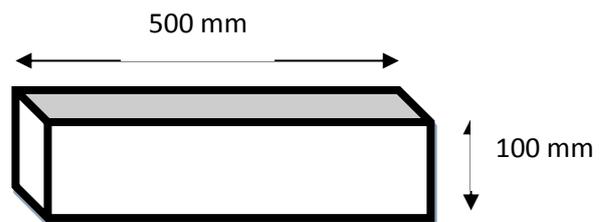
Bentuk benda uji yang terlihat pada gambar 3 merupakan hasil modifikasi dari pengujian kuat tarik langsung seperti terlihat pada gambar 1. Pemodifikasian ini disebabkan oleh keterbatasan alat.

#### Dimensi benda uji kuat tarik belah



Gambar 5 Dimensi Penampang Silinder 100mm x 200mm

#### Dimensi benda uji kuat tarik lentur



Gambar 6 Dimensi Penampang Balok 100mm x 100mm x 500mm

### Langkah-langkah penelitian

Adapun langkah-langkah penelitian,yaitu;

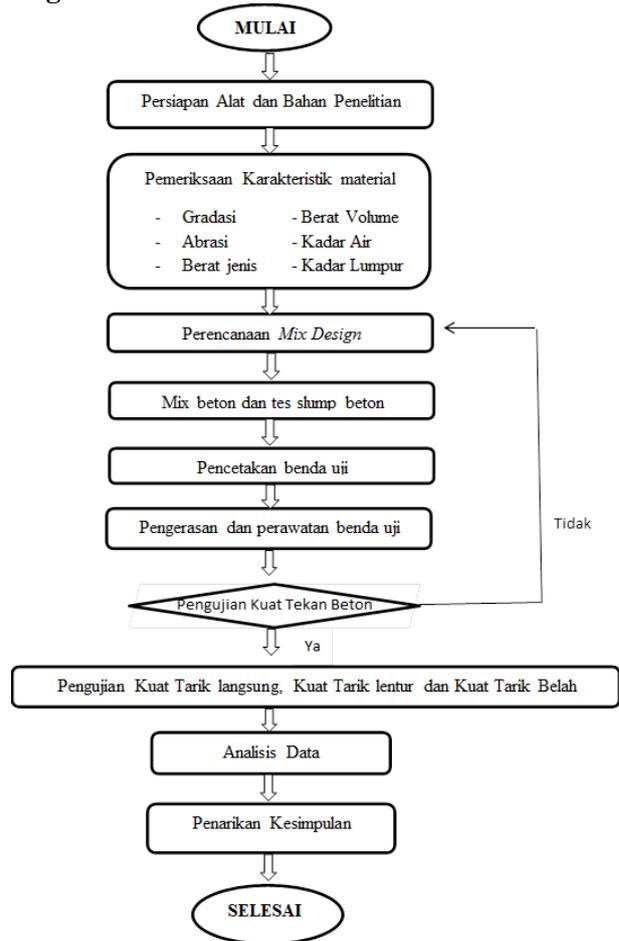
- Langkah I  
Pada tahap ini dilakukan persiapan baik bahan maupun peralatan yang akan digunakan dalam pembuatan benda uji beton.
  - Persiapan Bahan:  
Agregat halus (pasir) dan agregat kasar(kerikil) yang disiapkan di ayak menggunakan saringan lolos 1/2" dan tertahan 4". Selanjutnya disimpan didalam karung dalam kondisi SSD (*saturated surface Dry*/kering jenuh permukaan)
- Langkah II  
Pada tahap ini dilakukan pembuatan benda uji. Adapun pembuatan benda uji adalah sebagai berikut :
  - Pembuatan campuran beton (*mixing*)

Mix desain beton direncanakan sesuai dengan SNI Beton 03-2834-2000,

- Pemeriksaan nilai *slump*  
Nilai Slump yang direncanakan adalah 75-150 mm.
- Pembuatan benda uji, silinder, balok dan berbentuk seperti jam pasir  
Setelah setiap *mold*/cetakan telah disiapkan, kemudian campuran beton yang telah diukur nilai slumpnya dimasukkan di mal, lalu dengan menggunakan tongkat besi campuran beton ditusuk-tusuk didalam mal sehingga beton menjadi padat dan tidak memiliki rongga dan untuk hasil yang lebih sempurna kemudian ditaruk dimeja vibrator (*external vibrator*).

- Langkah III  
Pada tahap ini benda uji dilakukan perawatan selama 28 hari, dengan cara dimasukan didalam air, tetapi sebelum dimasukan didalam air benda uji terlebih dahulu di timbang.
- Langkah IV  
Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap benda uji, pengujian dilakukan pada saat benda uji selesai mengalami perawatan selama 28 hari, benda uji yang diuji yaitu benda uji yang berbentuk menyerupai jam pasir, silinder 100 mm x 200 mm, dan Balok 100 mm x 100 mm x 500 mm. Sebelum melakukan pengujian benda uji ditimbang terlebih dahulu.
- Langkah V  
Pada tahap ini dilakukan analisis data. Data yang diperoleh dari hasil pengujian sehingga dapat diperoleh hubungan antara variabel-variabel yang ada dalam penelitian ini
- Langkah VI  
Pada tahap ini diambil kesimpulan dari data-data pengujian yang telah dianalisis sebelumnya yang merupakan inti dari tujuan penelitian ini.

### Bagan Alir



### ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### Komposisi Campuran Beton

Berdasarkan nilai-nilai yang didapat dari pemeriksaan material maka menurut SNI 03-2834-2000. Untuk mencapai mutu beton 40 Mpa dibutuhkan komposisi campuran beton sebagai berikut :

Tabel 1 Komposisi Akhir Campuran Beton

f'c Rencana (Mpa)	f.a.s	semen (kg)	air (kg)	ag.halus (kg)	ag.kasar (kg)
40	0.32	696.594	225.000	494.534	806.871

#### Berat Volume Beton

Berat volume beton adalah perbandingan antara berat beton (berat benda uji) dengan volume beton (volume benda uji). Benda uji ditimbang pada saat permukaan benda uji mengering dari rendaman air. Hasil perhitungan berat volume rata-rata tiap benda uji pada umur 28 hari adalah sebagai berikut :

Contoh perhitungan :

Pada benda uji silinder (1)

Berat benda uji = 3.52 kg

Volume benda uji =  $\pi \times 0.05^2 \times 0.2$   
 = 0.00157 m<sup>3</sup>

Berat Volume Beton =  $\frac{3.52}{0.00157} = 2242 \text{ kg/m}^3$

Tabel 2 Berat Volume Beton Rata-Rata Umur 28 Hari

fc	Uji Kuat Tekan				Uji Kuat Tarik										
	Bencana	Berat Benda Uji (kg)	Berat Volume Beton (kg/m <sup>3</sup> )	Rata-rata (kg/m <sup>3</sup> )	Langsung		Belah		Rata-rata		Lentur		Rata-rata		
					Berat Benda Uji (kg)	Berat Volume (kg/m <sup>3</sup> )	Berat Benda Uji (kg)	Berat Volume (kg/m <sup>3</sup> )	Rata-rata (kg/m <sup>3</sup> )	Berat Benda Uji (kg)	Berat Volume (kg/m <sup>3</sup> )	Berat Benda Uji (kg)	Berat Volume (kg/m <sup>3</sup> )		
40	352	0.00157	2242		213	0.00086	2497		354	0.00157	2255	1134	0.00157	2308	
40	355	0.00157	2261	2138	218	0.00086	2525	2517	356	0.00157	2268	2537	1140	0.00157	2320
40	347	0.00157	2210		221	0.00086	2580		353	0.00157	2248	1140	0.00157	2288	

Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa, berat volume beton pada umur 28 hari berada pada interval 2238 - 2517 kg/m<sup>3</sup>. Berdasarkan Tabel 2. jenis beton dalam penelitian ini termasuk dalam jenis beton normal karena berat massa volume beton tersebut berada pada interval 2000-3000 kg/m<sup>3</sup>.

**Tes Kuat Tekan Beton**

Dalam penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk silinder 100 x 200 mm. Nilai yang didapat dari hasil pengujian selanjutnya dihitung dengan menggunakan perhitungan kuat tekan beton sesuai dengan SNI 03-1974-1990, yang selanjutnya didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 3 Kuat Tekan Beton Rata-Rata

f'c rencana (MPa)	No. Benda Uji	Berat (kg)	P (Kn)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan (MPa) rata-rata
40	M1	3.52	352.9	44.93	41.28333333
	M3	3.55	331.6	42.22	
	M6	3.47	288.2	36.7	

**KUAT TARIK LANGSUNG BETON**

Setelah melakukan pengujian tarik langsung pada benda uji beton yang berumur 28 hari maka diperoleh data beban tarik yang terjadi dan berdasarkan Persamaan 3 dapat dihitung nilai uji tarik langsung seperti pada Tabel 4. .

Tegangan Tarik terbagi rata diseluruh luasan efektifnya, sehingga resultannya harus sama dengan intensitas  $\sigma$  dikalikan dengan luasan efektif penampang (A) (Abdul Latief, 2010).

Dengan demikian untuk menyatakan tegangan digunakan persamaan:  $fct = \frac{P}{A}$  , Luasan efektif benda uji tarik adalah luasan persegi panjang yaitu 80 mm x 50 mm = 4000 mm<sup>2</sup> .

Contoh perhitungan :

Sampel : Benda uji tarik langsung beton M1

Data : A = 4000 mm<sup>2</sup>  
 P = 16380 N

Hitung  $\sigma$  ?

$$fct = \frac{P}{A}$$

$$fct = \frac{16380}{4000}$$

$$fct = 3.34 \text{ MPa}$$

Tabel 4 Kuat Tarik Langsung

SAMPEL	P (N)	fct (MPa)
1	13360	3.34
2	12890	3.2225
3	16380	2.8775
<b>Rata-Rata</b>	<b>14210</b>	<b>3.15</b>

Pengujian kuat tarik langsung dilakukan menurut ASTM C-307-03

Tabel 5 Perbandingan kuat tarik langsung dan kuat tarik lentur

Jenis Bahan	kuat tarik langsung [Mpa] (fct)	kuat tarik lentur [Mpa] (ft)	fct/ft [%]
Beton normal	3.15	7.30	43.17
Mortar	0.74	1.75	42.29

Dari penelitian ini didapatkan nilai kuat tarik langsung beton adalah 43.17% dari kuat tarik lenturnya, sedangkan pada mortar berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Abdul Latief (2010) didapatkan nilai kuat tarik langsung sebesar 42.29% dari kuat tarik lenturnya.

Tabel 6 Perbandingan kuat tarik langsung beton normal

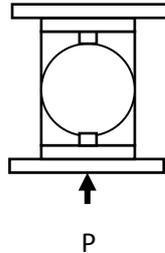
Umur pengujian	Kuat tarik langsung [MPa] (fct)		[%] [MPa]
	Beton Normal [penelitian Lado et.al,2004]	Beton Normal [Penelitian saat ini]	
28 hari	2.5	3.15	79.37

Dari tabel diatas diketahui bahwa pada beton normal hasil penelitian Lado et.al (2004) didapatkan nilai kuat tarik langsung sebesar

79.37 % dari kuat tarik langsung yang didapat pada penelitian saat ini.

**Kuat Tarik Belah Beton**

Dari hasil pengujian kuat tarik belah beton, pada benda uji silinder 100x200 mm seperti pada gambar berikut :



Gambar 7 Pengujian Kuat Tarik Belah

maka didapatkan hasil sebagai berikut :

Contoh perhitungan :

Data :  $d = 100 \text{ mm}^2$   
 $L = 200 \text{ mm}^2$   
 $P = 143200 \text{ N}$

Hitung  $f_t$  ?

$$f_t = \frac{2P}{\pi LD}$$

$$f_t = \frac{2 \cdot 143200}{\pi \cdot 100 \cdot 200} = 4.56 \text{ MPa}$$

Tabel 7 Kuat Tarik Belah

SAMPEL	P (N)	$f_t$ (MPa)
1	88600	2.82
2	143200	4.56
3	114400	3.64
<b>Rata-Rata</b>	<b>115400</b>	<b>3.67</b>

Tabel 8 Perbandingan Kuat Tarik Belah Terhadap Kuat Tekan Beton

Peneliti	kuat tarik Belah [Mpa] ( $f_t$ )	kuat tekan [Mpa] ( $f'_c$ )	$f_t/f'_c$ [%]
Merry	3.67	41.28	8.89
Brian Tumiwa	4.19	41.79	10.03

Dari penelitian ini didapatkan nilai kuat tarik belah beton adalah 8.89 % dari kuat tekannya, sedangkan berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Brian Tumiwa (2016) didapatkan nilai kuat tarik belah sebesar 10.03 % dari kuat tekannya.

**Kuat Tarik Lentur Beton**

Dari hasil pengujian kuat tarik lentur beton pada benda uji balok 100x100x500 mm seperti pada Gambar 2 dilakukan perhitungan

dengan menggunakan persamaan 2 dengan ketentuan jika bidang patah pada benda uji terletak di daerah pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), dan persamaan 2.5 jika patahnya benda uji ada diluar pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah).

Pada penelitian ini untuk sampel 2 dan 3 memiliki bidang patah pada benda uji terletak di daerah pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), sehingga menggunakan persamaan 2 Sedangkan pada sampel 1 patahnya benda uji ada diluar pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah) sehingga menggunakan persamaan 3

Berikut adalah contoh perhitungan dari kuat tarik lentur :

Contoh Perhitungan Untuk Persamaan 2:

Sampel : 3

Data :  $L = 500 \text{ mm}$   
 $b = 100 \text{ mm}$   
 $d = 100 \text{ mm}$   
 $P = 17 \text{ kN} = 17000 \text{ N}$

Hitung  $\sigma_1$  ?

$$\sigma_1 = \frac{P \cdot l}{b d^2}$$

$$\sigma_1 = \frac{17000 \cdot 500}{100 \cdot 100^2} = 8.5 \text{ MPa}$$

Contoh Perhitungan Untuk persamaan 3 :

Sampel : 1

Data :  $a = 142 \text{ mm}$   
 $b = 100 \text{ mm}$   
 $h = 100 \text{ mm}$   
 $P = 15 \text{ kN} = 15000 \text{ N}$

Hitung  $\sigma_1$  ?

$$\sigma_1 = \frac{P \cdot a}{b \cdot h^2}$$

$$\sigma_1 = \frac{15000 \cdot 142}{100 \cdot 100^2} = 6.39 \text{ Mpa}$$

Tabel 9 Kuat Tarik Lentur

SAMPEL	P (N)	$f_r$ (MPa)
1	15000	6.39
2	14000	7
3	17000	8.5
<b>Rata-Rata</b>	<b>15333.33</b>	<b>7.30</b>

Peraturan SNI 03-2847-2002 menetapkan nilai modulus keruntuhan lentur untuk beton normal (tanpa tulangan) yaitu :

$$f_r = 0.7 \sqrt{f'_c}$$

Dari nilai tersebut dapat dibuat suatu hubungan antara kuat tekan dan kuat lentur beton seperti pada tabel berikut ini :

Tabel 10 Perbandingan kuat Tekan dan Kuat Tarik lentur Beton

$f'_{cr}$ [MPa]	$f_r$ [MPa]	$\sqrt{f'_{cr}}$ [MPa]	$\frac{f_r}{\sqrt{f'_{cr}}}$
41.28	7.30	6.42	1.13

Hasil ini menunjukkan perbandingan kuat tekan dan kuat lentur beton sebesar  $1.13 \sqrt{f'_{cr}}$ .

**Perbandingan Kuat Tarik Langsung dan Kuat Tarik Belah Beton**

Tabel 11 Perbandingan kuat tarik langsung dan kuat tarik belah beton

Benda uji	Kuat tarik langsung [MPa] (fct)		Benda uji	Kuat tarik belah [MPa] (ft)		fct/ft [%]
	individual	rata		individual	rata	
C1	3.34	3.15	B1	2.82	3.68	85.61
C2	3.22		B2	4.56		
C3	2.88		B3	3.64		

Dari tabel 11 diatas dapat dilihat bahwa nilai kuat tarik langsung lebih kecil dari kuat tarik belah, dan rasio kuat tarik langsung terhadap kuat tarik belah diperoleh nilai sebesar 85.62%.

**Perbandingan Kuat Tarik Langsung dan Kuat Tarik Lentur Beton**

Tabel 12 Perbandingan kuat tarik langsung dan kuat tarik lentur beton

Benda uji	Kuat tarik langsung [MPa] (fct)		Benda uji	Kuat tarik lentur [MPa] (fr)		fct/fr [%]
	individual	rata		individual	rata	
C1	3.34	3.15	A1	6.39	7.30	43.12
C2	3.22		A2	7.00		
C3	2.88		A3	8.50		

Dari Tabel 12 menunjukkan bahwa nilai kuat tarik langsung lebih kecil dari kuat tarik lentur (Modulus of Rupture ) dan rasio kuat tarik langsung terhadap kuat tarik lentur beton diperoleh nilai sebesar 41.04 %.

**Perbandingan Kuat Tarik Belah dan Kuat Tarik Lentur Beton**

Tabel 13 Perbandingan kuat tarik belah dan kuat tarik lentur beton

Benda uji	Kuat tarik belah [MPa] (ft)		Benda uji	Kuat tarik lentur [MPa] (fr)		ft/fr [%]
	Individual	rata		individual	rata	
B1	2.82	3.68	A1	6.39	7.30	43.12
B2	4.56		A2	7.00		
B3	3.64		A3	8.50		

Dari Tabel 13 dapat dilihat bahwa nilai kuat tarik lentur (Modulus of Repture) lebih besar dari kuat tarik belah beton dengan rasio sebesar 47.94 % .

**Perbandingan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Langsung Beton**

Tabel 14 Perbandingan kuat tekan dan kuat tarik langsung beton

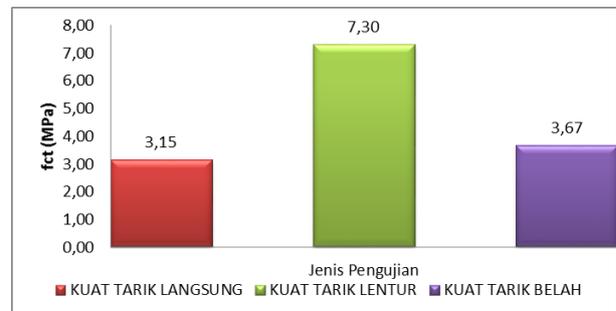
Benda uji	kuat tekan [MPa] (F'c)		Benda uji	Kuat tarik langsung [MPa] (fct)		fct/F'c [%]
	Individual	rata		individual	rata	
M1	44.93	41.28	B1	3.34	3.15	7.62
M2	42.22		B2	3.22		
M3	36.70		B3	2.88		

Berdasarkan Tabel 14 diatas dapat dilihat bahwa nilai dari kuat tarik langsung beton sebesar 7.62 % dari kekuatan tekan beton.

**Perbandingan Nilai Kuat Tarik Langsung dan Tiadk Langsung Pada Beton**

Tabel 15 Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, Kuat Tarik Lentur, Kuat Tarik Langsung

No	f <sub>c</sub> (MPa)	kuat tekan rata-rata (MPa)	kuat tarik belah rata-rata (MPa)	kuat tarik lentur rata-rata (MPa)	kuat tarik langsung rata-rata (MPa)
1	40	41.28	3.67	7.30	3.15



Gambar 8 Grafik Perbandingan Kuat Tarik Langsung, Kuat Tarik Lentur, Kuat Tarik Belah

Dari Tabel 15 dan Gambar 8 dapat diketahui bahwa ketiga macam tes tarik menghasilkan tiga nilai kekuatan yang berbeda, masing-masing dengan nilai karakteristiknya sendiri. Kuat tarik langsung didapat nilai 3.15 MPa, kuat tarik lentur didapat 7.30 MPa, dan kuat tarik belah didapat nilai 3.67 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa secara signifikan nilai kuat tarik langsung dan kuat tarik belah lebih kecil dari kuat tarik lentur .

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan analisis data yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan, yaitu :

1. Berat volume beton yang didapat rata-rata antara 2238 - 2517 kg/m<sup>3</sup> yang bisa digolongkan sebagai beton normal.
2. Kuat tekan direncanakan yaitu sebesar 40 MPa didapat hasil kuat tekan rata-rata 41.28 MPa
3. Hasil pengujian kuat tarik langsung didapat nilai 3.15 MPa, kuat tarik belah 3.67 MPa,

dan kuat tarik lentur 7.30 MPa, dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa nilai kuat tarik langsung cenderung lebih kecil dari nilai kuat tarik tidak langsung.

4. Nilai kuat tarik langsung adalah 85.62% dari nilai kuat tarik belah dan 43.12% dari nilai kuat tarik lentur.

### Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya diperlukan variasi mutu untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.
2. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui penyebab letak titik patah pada pengujian kuat tarik lentur.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Latief, 2011, *Kuat Tarik langsung, kuat tarik lentur, susut dan density mortar campuran semen, abu sekam padi, dan precious slag ball dengan persentase 30%;30%;40%*. Universitas Indonesia, Jakarta.
- American Society for Testing Material (ASTM) C 307-03, 1953, “ *Standard Test Method for Tensile Strength of Chemical- Resistant Mortar, Grouts, and Monolithic Surfacing* “.
- Badan Standardisasi Nasional, SNI 03-2834-2000 tentang “*Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*.”
- Badan Standardisasi Nasional, SNI 03-1974-1990 tentang “*Metode Pengujian Kuat Tekan*”.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-2491-2002 tentang “*Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*”.
- Badan Standarisasi National, SNI 4431-2011 tentang “*Metode Pengujian Kuat Tarik Lentur*”.
- Badan Standardisasi Nasional, SNI 03-1974-1990 tentang “*Metode Pengujian Kuat Tekan*”.
- Ferguseon, 1986, *Kuat Tarik Belah beton*.
- L.J. Murdock dan K.M.Brook, 1991, *Kuat Tarik Beton*.
- Lado et.al, 2004, *Percobaan Tarik Langsung Pada Beton Konvensional*.
- Mulyono, Tri, 2003, *Teknologi Beton*, Andi, Jakarta.
- Tumiwa Brian, 2016, *Pemeriksaan tegangan lekat antara baja dan beton dengan variasi kuat tekan beton*.
- Tjokrodimulyo Kardiyono, 1992, *Teknologi Beton*, Biro Penerbit, Yogyakarta.