

## PENGUJIAN KUAT TARIK LENTUR BETON DENGAN TRAS SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL AGREGAT HALUS

Verian Vernando Salassa

Banu Dwi Handono , Reky Stenly Windah

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: [rian.vernando.s@gmail.com](mailto:rian.vernando.s@gmail.com)

### ABSTRAK

*Beton adalah salah satu bahan konstruksi yang sering dijumpai pada struktur bangunan. Beton mempunyai kelemahan yaitu mempunyai kuat tarik yang rendah dan bersifat getas. Beberapa peneliti telah melakukan eksperimen dengan menambahkan bahan tambah yang bersifat kimiawi ataupun fisikal pada adukan beton. Salah satu alternatif bahan tambah yang digunakan untuk penelitian ini yang bersifat kimiawi adalah tras sebagai substitusi parsial agregat halus. Tras merupakan material terpilih karena disamping mempunyai faktor penguat beton, Tras juga merupakan bahan yang ekonomis dan mudah diperoleh. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan tras dengan variasi presentase yang berbeda terhadap kuat tekan dan kuat tarik lentur. Persentase penambahan tras kedalam campuran beton adalah 0 %, 0,5%, 10%, 15% dan 20% terhadap agregat halus pada campuran beton. Dari hasil penelitian, nilai kuat tekan beton terbesar didapat pada persentase 20% sebesar 26,81 Mpa dan kuat Tarik lentur pada presentase 20% sebesar 5,83 Mpa.*

**Kata Kunci:** *Bahan Tambah, Tras , Kuat Tekan, Kuat Tarik Lentur*

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Pembangunan struktur bangunan sipil terus mengalami kemajuan yang sangat pesat, yang berlangsung di berbagai bidang, misalnya gedung-gedung, jembatan, tower dan sebagainya. Dengan meningkatnya pembangunan saat ini, maka bahan bangunan yang diperlukan pun semakin meningkat.

Hampir dalam setiap pembangunan menggunakan beton sebagai bahan utama konstruksi karena beton juga merupakan salah satu bahan yang paling dominan suatu struktur bangunan.

Beton mempunyai beberapa kelebihan dalam pengerjaannya salah satunya adalah mampu memikul beban tekan yang berat dan juga biaya pemeliharaan yang rendah/kecil. Beton dipakai karena bahannya mudah untuk diperoleh dan. Beton yang dihasilkan diharapkan mempunyai kualitas tinggi meliputi kekuatan dan daya tahan tanpa mengabaikan nilai ekonomis.

Pada umumnya bahan pengisi (*filler*) beton terbuat dari bahan-bahan yang mudah diperoleh, mudah diolah (*workability*) dan mempunyai keawetan (*durability*) serta kekuatan (*strength*) yang sangat diperlukan dalam suatu konstruksi. Banyaknya penelitian dan percobaan di bidang

beton dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas beton.

Tras atau yang biasa disebut sebagai posolan merupakan batuan lunak atau lapisan tanah yang berasal dari abu gunung berapi yang terbentuk dari batuan vulkanik yang banyak mengandung *feldspar* dan silica seperti andesit dan granit yang telah mengalami pelapukan lanjut yang dimana apabila akibat proses pelapukan *feldspar* akan berubah menjadi mineral lempung/kaolin dan senyawa silica amorf.

Tras yang dapat digunakan sebagai bahan pengikat pada adukan yang apabila dicampur dengan dapat mempunyai sifat seperti semen. Telah banyak penelitian yang menggunakan tras sebagai bahan substitusi pada semen dalam proses pembuatan beton tetapi dalam penelitian ini penulis akan melakukan pengujian pada tras sebagai substitusi parsial sebagai agregat halus pada beton.

Pada pengujian ini penulis akan melakukan pengujian kuat Tarik lentur Beton, peneliti akan menggunakan tras sebagai bahan substitusi parsial pada agregat halus dalam pembuatan beton normal untuk menguji apakah tras dapat menjadi suatu bahan yang dapat menambah kekuatan pada beton jika digunakan sebagai substitusi parsial pada agregat halus.

### **Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang ada, penulis ingin melakukan penelitian tentang pemanfaatan tras sebagai substitusi parsial agregat halus dalam pembuatan beton dan penulis tertarik untuk mengetahui kekuatan kuat tarik lentur beton.

### **Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah yang diambil dalam penyusunan penelitian ini untuk membatasi permasalahan yang ada agar tidak terjadi perluasan dalam pembahasan penelitian ini, sebagai berikut:

1. Air yang digunakan adalah air dari Laboratorium Rekayasa Material dan Struktur Universitas Sam Ratulangi Manado
2. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen, air, agregat kasar, agregat halus, dan tras
3. Semen yang digunakan merupakan semen Portland type I merek Tiga Roda, Agregat kasar dari Kema, Agregat halus dari Girian
4. Air yang digunakan adalah air yang tersedia di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado.
5. Kuat tekan rencana ( $f'c$ ) adalah 25 MPa.
6. Pengujian beton segar dilakukan dengan pengujian Slump.
7. Cetakan beton yang digunakan adalah silinder berukuran diameter 10 cm dan tinggi 20 cm dan cetakan berbentuk balok berukuran panjang 40 cm, lebar 10 cm dan tinggi 10 cm.
8. Pengujian kuat tekan dan kuat tarik lentur dilakukan pada umur 28 hari.
9. Pengaruh suhu, udara dan faktor lain diabaikan

### **Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kuat tekan dan kuat tarik lentur dari yang dihasilkan dengan penambahan pada umur 28 hari.

### **Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini Memberikan informasi kekuatan beton dengan penambahan tras sebagai substitusi parsial agregat halus pada beton dalam pelaksanaan/pembuatan suatu struktur konstruksi, serta diharapkan penelitian ini dapat menambah wawasan dalam pelaksanaan/pembuatan beton dengan penambahan tras sebagai substitusi agregat halus pada beton dengan presentase persen yang berbeda.

## **LANDASAN TEORI**

### **Definisi Beton**

Beton merupakan suatu material yang terdiri dari campuran semen, air, agregat kasar, agregat halus, dengan atau tanpa bahan tambahan. Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang sering digunakan di bidang Teknik Sipil seperti pada bangunan gedung, jembatan, jalan, dan lain-lain. Secara umum, pertumbuhan atau perkembangan industri konstruksi di Indonesia cukup pesat. Hampir 60% material yang digunakan dalam pekerjaan konstruksi adalah beton (concrete), yang pada umumnya dipadukan dengan baja (composite) atau jenis lainnya. Pada konstruksi jalan raya khususnya untuk perkerasan kaku (Rigid Pavement) telah banyak aplikasi beton yang digunakan orang, yang saat ini di kenal dengan nama beton RCC (Roller Compacted Concrete). Beton RCC ini memiliki kekentalan yang cukup untuk dihamparkan menggunakan alat penghampar aspal (asphalt finisher) dan dipadatkan dengan roller.

### **Tras**

Tras adalah batuan gunung api yang telah mengalami perubahan komposisi kimia syang disebabkan oleh pelapukan dan pengaruh kondisi air bawah tanah. Bahan tambahan ini dapat membuat beton lebih tahan terhadap garam, sulfat, dan air asam. Tras mengandung unsur silikat dan aluminat apabila unsur tersebut bereaksi dengan kapur bebas yang merupakan hasil sampingan proses hirdasi antara semen dan air menjadi kalsium silikat hidrat (*Torbemorite*).

Sebagai bahan bangunan, tras mempunyai sifat-sifat khas, yaitu apabila dicampur dengan kapur padam atau kapur tohor dan air akan mempunyai sifat seperti semen yang akan mengeras pada suhu kamar serta membentuk massa yang padat yang sukar larut dalam air. Sifat ini disebabkan oleh reaksi silika ( $SiO_2$ ) yang amorf dan oksida alumina ( $Al_2O_3$ ) di dalam tras yang menjadi bersifat asam. Beton dengan campuran tras akan lebih unggul dibandingkan dengan beton tanpa tras. Keunggulannya antara lain beton menjadi lebih tahan terhadap serangan air dan kekuatan tekannya yang menggunakan semen dicampur tras pada usia 28 hari keatas relative lebih besar dari pada beton yang hanya menggunakan semen Portland. Pada waktu proses pengerasan semen yang kontak dengan air, terjadi pembebasan sejumlah kelebihan kapur ( $Ca(OH)_2$ ). Senyawa kapur ini akan diikat secara kimiawi oleh tras menjadi senyawa kalsium

silikat hidrat atau disebut dengan tubermorit. Dengan adanya reaksi ini tidak lagi atau sedikit sekali kapur yang masih bebas, sehingga beton akan makin tahan dan kuat terhadap air.

**Kuat Tekan**

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan (SNI 03-1974-1990).

Kuat tekan beton merupakan sifat terpenting dalam kualitas beton dibanding dengan sifat-sifat lain. Kekuatan tekan beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar dan halus, air dan berbagai jenis campuran.

Perbandingan dari air semen merupakan faktor utama dalam menentukan kekuatan beton. Semakin rendah perbandingan air semen, semakin tinggi kekuatan tekannya. Suatu jumlah tertentu air diperlukan untuk memberikan aksi kimiawi dalam pengerasan beton, kelebihan air meningkatkan kemampuan pekerjaan akan tetapi menurunkan kekuatan

Persamaan yang digunakan untuk menentukan nilai kuat tekan beton adalah:

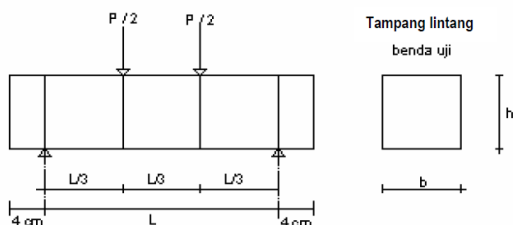
$$f^c = \frac{P}{A}$$

Dimana:

- $f^c$  = kuat tekan beton (MPa)
- A = luas bidang desak benda uji (mm<sup>2</sup>)
- P = beban tekan (N)

**Kuat Tarik Lentur**

Kuat tarik lentur adalah kemampuan balok yang diletakan pada kedua perletakan untuk menahan gaya tegak lurus sumbu benda uji sampai benda uji patah dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya per satuan luas (SNI 4431:2011).



Gambar 1. Perletakan balok dengan dua titik pembebanan

Sumber: SNI 4431:2011

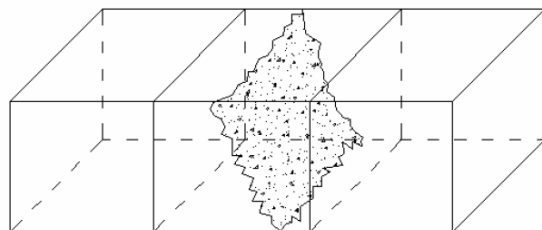
Berdasarkan SNI 4431:2011, berikut rumus perhitungan untuk menghitung nilai kuat tarik lentur berdasarkan letak patahan yang terjadi pada benda uji:

1. Untuk pengujian dimana bidang patah terletak di daerah pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), dapat dilihat pada Gambar 2, maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan berikut.

$$\sigma_1 = \frac{P.L}{b.h^2}$$

Dimana:

- $\sigma_1$  = Kuat Lentur (MPa)
- P = Beban Maksimum (N)
- L = Panjang bentang pengujian (mm)
- b = lebar benda uji (mm)
- h = tinggi benda uji (mm)

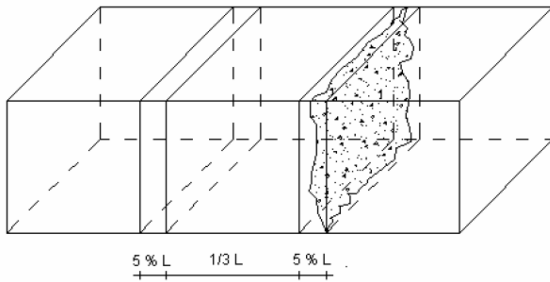


Gambar 2. Patahan terletak di daerah pusat  
Sumber: SNI 4431:2011

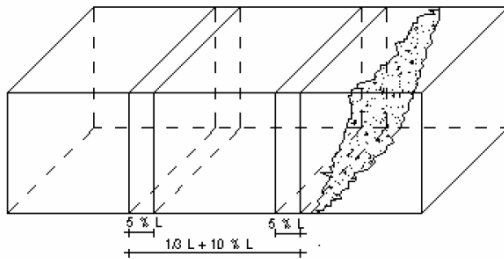
2. Untuk pengujian dimana patahnya benda uji ada diluar pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), dapat dilihat di Gambar 3 dan Gambar 4, dan jarak antara titik patah kurang dari 5% dari jarak antara titik perletakan maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan berikut.

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

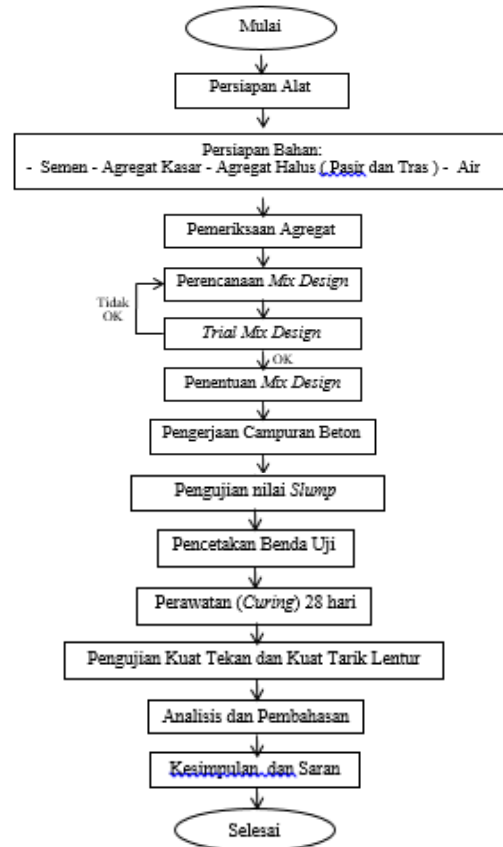
dimana: a adalah jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat (mm)



Gambar 3. Patah diluar 1/3 bentang tengah dan garis patah pada < 5% dari bentang  
Sumber: SNI 4431:2011



Gambar 4. Patah diluar 1/3 bentang tengah dan garis patah pada > 5% dari bentang  
Sumber: SNI 4431:2011



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

Dalam SNI 03-2847-2002, dijelaskan bahwa untuk beton dengan beban normal yang tidak menggunakan tulangan, nilai modulus keruntuhan dapat diperoleh dari rumus sebagai berikut

$$f_r = 0.7 \sqrt{f_c}$$

Dimana:

$f_r$  = Modulus Keruntuhan/kuat lentur batas (MPa)

$f_c$  = Kuat Tekan Beton (MPa)

### Diagram Alir Penelitian

Berikut langkah-langkah penelitian dalam bentuk diagram alir sebagai berikut:

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pemeriksaan material

Pemeriksaan material harus dilakukan untuk mengetahui karakteristik material yang akan digunakan. Berdasarkan hasil pemeriksaan material di Laboratorium Struktur dan Material Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado, maka diperoleh data pemeriksaan material yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Agregat Halus Pasir

- Asal : Desa Girian
- Ukuran Maksimum : 4.75 mm
- *Apparent specific gravity* : 2.70
- *Bulk specific gravity (dry)* : 2.36
- *Bulk specific gravity (SSD)* : 2.15
- Absorpsi : 10.67 %
- Kadar Air : 11.85
- Berat Volum (gembur) : 1.19 gr/cm<sup>3</sup>
- Berat Volum (padat) : 1.53 gr/cm<sup>3</sup>
- Modulus Kehalusan : 2.8841
- Kadar Lumpur : 0.97 %
- Persentase Endapan lumpur : 1.54 %

**Agreat Halus Tras**

- Asal : Winangun
- Ukuran Maksimum : 4.75 mm
- *Apparent specific gravity* : 2.44
- *Bulk specific gravity* (dry) : 1.80
- *Bulk specific gravity* (SSD) : 2.06
- Absorpsi : 14.72 %
- Kadar Air : 11.31
- Berat Volum (gembur) : 0.91 gr/cm<sup>3</sup>
- Berat Volum (padat) : 1.06 gr/cm<sup>3</sup>
- Modulus Kehalusan : 1.9921
- Kadar Lumpur : 7.85 %
- Persentase Endapan lumpur : 1.54 %

**2. Agregat Kasar (Batu Pecah)**

- Asal : Lansot, Kema
- Ukuran Maksimum : 19 mm
- *Apparent specific gravity* : 2.67
- *Bulk specific gravity* (dry) : 2.56
- *Bulk specific gravity* (SSD) : 2.60
- Absorpsi : 1.53 %
- Kadar Air : 1.67 %
- Berat Volum(gembur) : 1.42 gr/cm<sup>3</sup>
- Berat Volum (padat) : 1.57 gr/cm<sup>3</sup>
- Modulus Kehalusan : 2.44773
- Keausan : 19.38 %

**3. Semen**

- Merek :Tonasa
- Tipe Standar : I  
(*Ordinary Portland Cement*)
- Berat Jenis : 3.150 gr/cm<sup>3</sup>

- 4. Air Sumber** : Sumur bor  
Fakultas Teknik UNSRAT

**Komposisi Campuran**

Berdasarkan hasil *trial* yang telah dilakukan, maka dipakai komposisi campuran tersebut. Komposisi campuran tersebut adalah sebagai berikut.

1. Mutu Beton rencana adalah 25 MPa
2. Nilai w/c (FAS) = 0.55  
Nilai FAS ditentukan dari hasil beberapa kali *trial*
3. Nilai Slump (Ditetapkan) = 75 - 150 mm

Pengecoran dilakukan sebanyak 5 kali, dimana jumlah benda uji setiap kali pengecoran adalah 4 benda uji silinder dan 3 benda uji balok. Komposisi campuran beton tiap 1 kali pengecoran dengan tambahan 10% faktor keamanan adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Komposisi campuran pada persentase beton 0%

Campuran Beton	kg/m <sup>3</sup>	kg
Semen	372.72	7.50
Air	195.96	3.94
Agregat Kasar	878.08	17.66
Agregat Halus	749.81	15.08

Sumber: Hasil Penelitian

Air yang digunakan adalah 100% tanpa pengurangan dikarenakan pada persentase beton mix 0% beton yang dihasilkan adalah beton normal.

Tabel 2. Komposisi campuran pada persentase beton 5%

Campuran Beton	kg/m <sup>3</sup>	Kg
Semen	372.72	7.50
Air	195.96	3.94
Agregat Kasar	878.08	17.66
Agregat Halus	749.81	14.33
Tras	5%	0.75

Sumber: Hasil Penelitian

Tabel 3. Komposisi campuran pada persentase beton 10%

Campuran Beton	kg/m <sup>3</sup>	Kg
Semen	372.72	7.50
Air	195.96	3.94
Agregat Kasar	878.08	17.66
Agregat Halus	749.81	13.57
Tras	10%	1.51

Sumber: Hasil Penelitian

Tabel 4. Komposisi campuran pada persentase beton 15%

Campuran Beton	kg/m <sup>3</sup>	Kg
Semen	372.72	7.50
Air	195.96	3.94
Agregat Kasar	878.08	17.66
Agregat Halus	749.81	12.82
Tras	15%	2.26

Sumber: Hasil Penelitian

Tabel 5. Komposisi campuran pada persentase beton 20%

Campuran Beton	kg/m <sup>3</sup>	Kg
Semen	372.72	7.50
Air	195.96	3.94
Agregat Kasar	878.08	17.66
Agregat Halus	749.81	12.06
Tras	20%	3.02

Sumber: Hasil Penelitian

**Pemeriksaan Nilai Slump**

Slump test dilakukan untuk mengetahui tingkat kelecakan adukan beton (*workability*). Dalam penelitian ini nilai slump yang diperoleh harus memenuhi syarat yaitu 7.5 - 15 cm. (Tabel 6)

Tabel 6. Hasil pemeriksaan nilai slump

Persentase Beton Mix (%)	Nilai Slump (cm)	Keterangan
	Slump Test	
0	7,0	OK
5 %	7,0	OK
10 %	7,6	OK
15%	8,0	OK
20 %	8,0	OK

Sumber: Hasil Penelitian

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa untuk persentase beton mix 0% nilai slump yang didapat adalah 7 cm dan memenuhi syarat slump untuk beton normal. Sedangkan persentase beton 5%, 10%, 15%, dan 20% dengan nilai slump masing-masing 7 cm, 7,6 cm, 8 cm, dan 8 cm, semuanya memenuhi syarat.

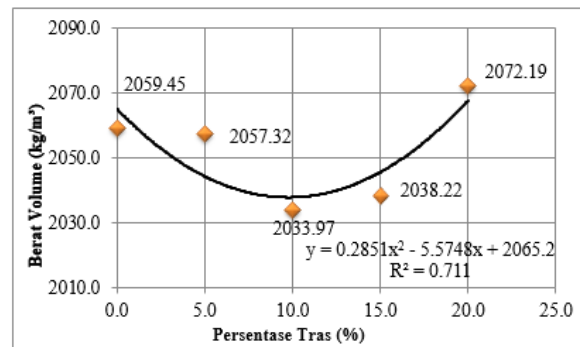
**Pemeriksaan Berat Volume**

Berat volume adalah perbandingan antara berat beton (berat benda uji) dengan volume beton (volume benda uji). Berat volume beton didapat dari berat beton pada umur 1 hari yang dibagi dengan luas penampang beton. Hasil perhitungan berat volume silinder dan balok yang didapatkan tiap benda uji dapat dilihat pada Tabel 7..

Tabel 7. Berat volume rata-rata untuk benda uji silinder

Persentase Beton (%)	Berat Volume (kg/m <sup>3</sup> )
0.00	2059.45
5.00	2057.32
10.00	2033.97
15.00	2038.22
20.00	2072.19

Sumber: Hasil Penelitian



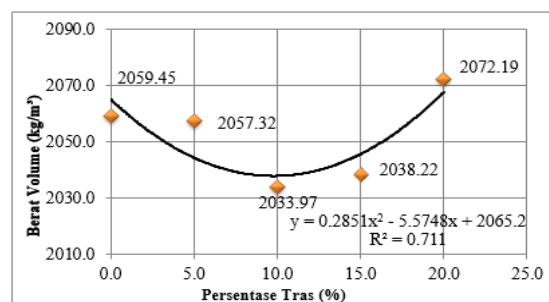
Gambar 6. Grafik Berat volume rata-rata untuk benda uji silinder

Berdasarkan tabel dan grafik diatas, berat volume rata-rata terbesar pada benda uji silinder terdapat pada presentase beton 20% yaitu sebesar 2072.17 kg/m<sup>3</sup>.

Tabel 8. Berat volume rata-rata untuk benda uji balok

Persentase Beton (%)	Berat Volume (kg/m <sup>3</sup> )
0%	2080
5%	2073.33
10%	2045.83
15%	2020.00
20%	2071.67

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 7. Grafik Berat volume rata-rata untuk benda uji balok

Berdasarkan tabel dan grafik diatas, berat volume rata-rata terbesar untuk benda uji balok terdapat pada presentase beton 5% yaitu sebesar 2073.33 kg/m<sup>3</sup>.

Berdasarkan hasil keseluruhan pemerik-saan berat volume yang didapat, untuk benda uji silinder berat volume berkisar 2020.00 – 2080.00 kg/m<sup>3</sup> dan untuk benda uji silinder didapat berkisar 2033.97 – 2072.19 kg/m<sup>3</sup>. Dalam penelitian ini, berat volume yang didapat dari perhitungan yang ada, berat volume dapat dikategorikan sebagai beton normal.

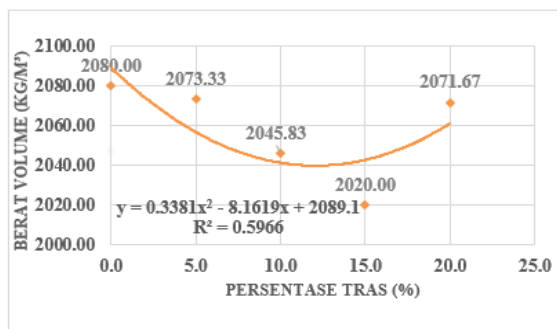
**Pemeriksaan Kuat Tekan Beton**

Hasil pemeriksaan nilai kuat tekan pada umur 28 hari dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 9. Nilai kuat tekan rata-rata

Beton Persentase Tras (%)	Kuat Tekan rata-rata (Mpa)
0%	25.75
5%	25.83
10%	21.06
15%	18.10
20%	26.81

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 8. Grafik Hasil Pemeriksaan Rata-rata Kuat Tekan Beton

Dari hasil pemeriksaan nilai kuat tekan beton terbesar terdapat pada persentase beton 20% yaitu sebesar 26,81 MPa.

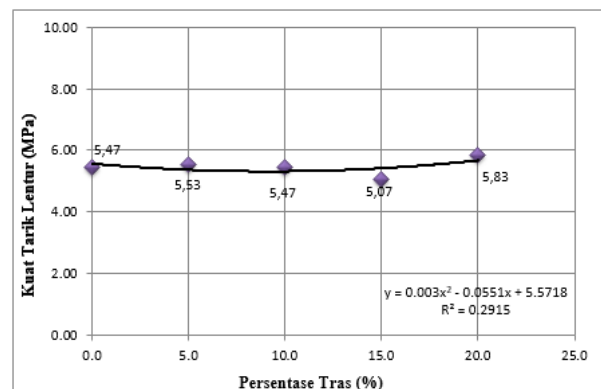
**Pemeriksaan Kuat Tarik Lentur Beton**

Berikut ini adalah hasil pemeriksaan kuat tarik lentur pada umur 28 hari.

Tabel 10. Nilai kuat tarik lentur rata-rata

Persentase Beton (%)	Kuat Tarik Lentur rata-rata (Mpa)
0.0	5.47
5.0	5.53
10.0	5.47
15.0	5.07
20.0	5.83

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 9. Grafik Hasil Pemeriksaan Tarik Lentur Beton

Dari hasil pemeriksaan nilai kuat tarik lentur mengalami kenaikan. Nilai kuat tarik lentur terbesar terdapat pada persentase beton 20% dengan nilai 5,83 MPa.

**Hubungan antara Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah**

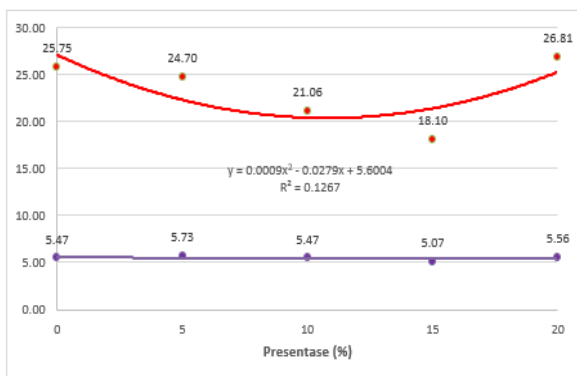
Hubungan kuat tekan dan kuat tarik lentur pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 11. Hubungan kuat tekan dan kuat tarik lentur

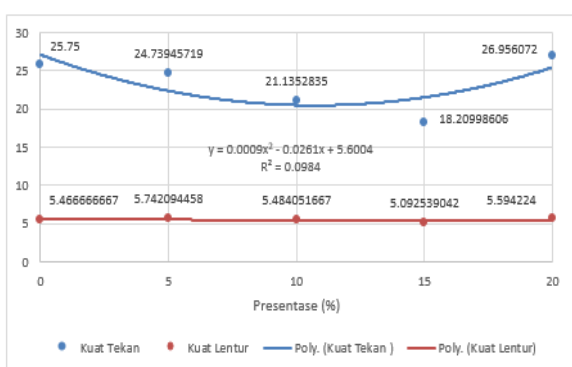
Presentase (%)	f <sub>c</sub>	f <sub>r</sub>	Perbandingan	
			f <sub>c</sub> persamaan	f <sub>r</sub> persamaan
0	25.75	5.47	25.75	5.466666667
5	24.70	5.73	24.73945719	5.742094458
10	21.06	5.47	21.1352835	5.484051667
15	18.10	5.07	18.20998606	5.092539042
20	26.81	5.56	26.956072	5.594224

Sumber: Hasil Penelitian





Gambar 10. Grafik hubungan kuat tekan dan kuat Tarik lentur hasil pengujian di lapangan.



Gambar 11. Grafik hubungan kuat tekan dan kuat Tarik lentur menggunakan persamaan.

Berdasarkan tabel dan gambar diatas, nilai kuat tekan dan nilai kuat tarik lentur terbesar terdapat pada beton persentase tras yang sama dimana nilai kuat tekan terbesar pada persentase beton 20%. Dan nilai kuat tarik lentur terbesar adalah pada beton persentase tras 20%.

## PENUTUP

### Kesimpulan

- Pada beton persentase 5% tras mutu beton yang dihasilkan tidak terjadi perubahan yang signifikan dari mutu beton pada persentase 0%.
- Pada beton persentase 10% tras dan 15% mutu beton yang di hasil menurun dan tidak bagus di karenakan substitusinya tidak/masih belum optimal dan juga dikarenakan proses proses pencampuran salah satu bahan (air) yang kurang konsisten.
- Pada beton persentase tras 20% mutu beton yang di dihasilkan meningkat dan campuran tras pada beton menjadi lebih optimal dikarenakan butiran-butiran pada tras telah mengisi rongga-rongga yang kosong pada campuran beton sehingga kondisi tersebut memperbaiki gradasi yang ada yang menjadikan beton semakin lebih kuat.

### Saran

- Saat pemeriksaan gradasi agregat halus harus dilakukan pemeriksaan terhadap campuran tras ditambah pasir sesuai dengan presentase yang di tetapkan.
- Material yang digunakan sebaiknya disimpan di tempat yang kering dan terhindar dari hujan.
- Dalam pencampuran perhatikan komposisi air agar tidak kurang maupun lebih.
- Saat proses pencampuran air yang dicampur harus kosisten sehingga mutu beton yang di hasilkan dapat naik secara konsisten.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-2495-1991. *Spesifikasi Bahan Tambahan untuk Beton*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 15-2049-2004. *Semen Portland*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 1974:2011. *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 4431:2011. *Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal dengan Dua Titik Pembebanan*. Jakarta.
- Sumajouw M. D. J., S. O. Dapas., 2013. *Elemen Struktur Beton Bertulang Geopolymer*. Andi, Yogyakarta.
- Tjokrodimuljo, K., 1996. *Teknologi beton*. Nafiri, Yogyakarta.