

# PEMERIKSAAN KUAT TARIK LANGSUNG BETON SERAT KAWAT BENDRAT DENGAN VARIASI SUDUT TEKUK

Ferhen Anggreini Kuhu

Servie O. Dapas, Mielke R. I. A. J. Mondoringin

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

email: [ferhen\\_kuhu@gmail.com](mailto:ferhen_kuhu@gmail.com)

## ABSTRAK

Beton adalah bahan bangunan yang banyak dipakai di industri konstruksi. Oleh karena itu teknologi beton berkembang dengan pesat, terutama penambahan bahan kimia ataupun bahan-bahan tambah, substitusi pada semen maupun agregat, dan sebagainya untuk mendapatkan beton yang sesuai dengan kebutuhan. Salah satu kekurangan beton adalah kekuatan tariknya yang lebih kecil dari kekuatan tekannya, oleh karena itu banyak pengembangan yang dilakukan untuk meningkatkan kuat tariknya antara lain dengan penggunaan beton serat.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan variasi terbaik campuran yang memberikan besar kekuatan tarik beton optimal dengan tambahan serat kawat bendrat yang ditebuk pada kedua ujungnya melalui pengujian kuat tarik langsung. Tekukan sudut bendrat adalah  $0^\circ, 45^\circ$ , dan  $90^\circ$ , dengan persentase bahan tambah bendrat pada campuran beton 0.25%, 0.5%, 0.75%, 1%. Benda uji berbentuk jam pasir, dengan mutu beton rencana ( $f'c$ ) 20 MPa. Slump ditetapkan ialah 75-150 mm.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa beton dengan penambahan bendrat dengan sudut tekuk  $45^\circ$  merupakan bentuk terbaik pada persentase maksimum 0,75%.

**Kata Kunci:** Beton, bahan tambah, kawat bendrat, kuat tarik langsung.

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Beton adalah salah satu bahan bangunan yang pada saat ini banyak dipakai di Indonesia dalam pembangunan fisik. Beton juga merupakan campuran dari agregat halus dan agregat kasar (pasir, kerikil, batu pecah atau jenis agregat lain) dengan semen, yang dipersatukan oleh air dalam perbandingan tertentu. Penelitian beton sudah banyak mengalami perkembangan, mulai dari pemakaian bahan kimia ataupun bahan-bahan tambah, substitusi dll.

Kosakoy dkk, (2017) meneliti tentang perbandingan nilai kuat tarik langsung dan tidak langsung pada beton yang menggunakan fly ash; Prijantoro dkk (2018) meneliti tentang perilaku mekanis beton serat dengan kombinasi kawat bendrat dan dramix 3D; Kawulusan dkk (2019) melakukan pemeriksaan kuat tarik belah beton serat kawat bendrat yang ditebuk pada kedua ujungnya; serta banyak lagi penelitian yang telah dilakukan.

### Tujuan Penelitian

Untuk mendapatkan variasi bentuk tekukan dan prosentase penambahan bendrat terbaik pada campuran yang memberikan besar kekuatan tarik

beton optimal melalui pengujian kuat tarik langsung.

### Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi perkembangan teknologi beton, dan akan menjadi sumber informasi tentang kekuatan tarik beton dengan melakukan uji tarik langsung dengan menggunakan bahan tambahan serat kawat bendrat dengan variasi sudut tekuk.

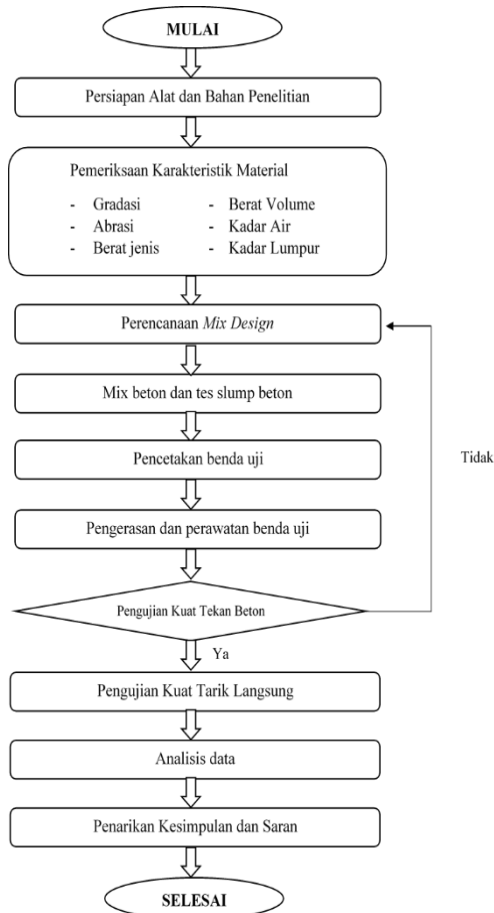
## LANDASAN TEORI

### Pengertian 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 seper-delapan belas kuat desak pada waktu umurnya masih muda, dan berkisar seper-duapuluh 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 (Murdock dkk, 1999).

Kekuatan tarik (*tensile strength, ultimate tensile strength*) adalah tegangan maksimum yang bisa ditahan oleh sebuah bahan ketika





Gambar 2. Diagram alir Penelitian

**Variasi Tekuk Serat Kawat Bendrat**

Variasi tekukan serat bendrat adalah sebagai berikut:

- Tanpa tekukan

Gambar 3. Serat Kawat Bendrat tanpa tekukan/ ditekuk 0°

- Di tekuk 45° pada ujung kiri dan kanan kawat sepanjang 10 mm



Gambar 4. Serat Kawat Bendrat yang ditekuk 45°

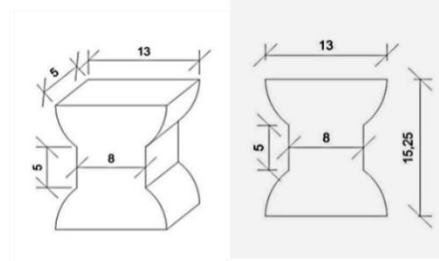
- Di tekuk 90° pada ujung kiri dan kanan kawat sepanjang 10 mm



Gambar 5. Serat Kawat Bendrat yang ditekuk 90°

**Dimensi Benda Uji**

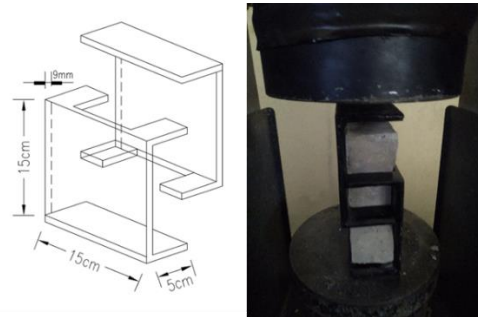
Pengujian kuat tarik langsung, bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik suatu benda uji pada perbandingan sesuai rencana, pengujian dilakukan menurut ASTM C-307-03.



Gambar 6. Dimensi Penampang Benda Uji Tarik Langsung.

**Dimensi Alat Uji**

Alat uji yang digunakan adalah alat modifikasi berbentuk huruf C yang di uji pada alat uji tekan.



Gambar 7. Dimensi alat uji tarik langsung

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam melaksanakan penelitian ini didapat hasil dari hubungan kuat tekan dan kuat tarik langsung beton kawat serat bendrat. Dalam hal ini pengujian dilakukan setelah umur beton mencapai 28 hari. Dari hasil tersebut akan dibahas dan dibandingkan dengan hasil perhitungan analitis.

**Pemeriksaan Nilai Slump**

Nilai slump merupakan nilai perbedaan tinggi dari adukan dalam suatu cetakan berbentuk kerucut terpancung dengan tinggi adukan setelah cetakan diambil. Salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui *workability* campuran beton adalah dengan cara pemeriksaan nilai slump. Nilai slump di ukur pada setiap

pengecoran. Nilai slump yang direncanakan dalam penelitian ini ialah slump 75-150 mm.

Tabel 2. Nilai Slump silinder 100x 200(mm) dan Benda Uji Berbentuk Jam Pasir 150x130x50 (mm).

Pengecoran	Beton	Variasi		Nilai Slump
	Beton Normal	-	0%	82mm
Beton Serat kawat bendrat	0°	0,25%	75mm	
		0,50%	79mm	
		0,75%	78mm	
		1%	80mm	
		45°	0,25%	80mm
			0,50%	76mm
	0,75%		82mm	
	90°	0,25%	88mm	
		0,50%	78mm	
		0,75%	85mm	
	1%	100mm		

Dari tabel 2, nilai slump dapat dilihat bahwa nilai slump yang di dapat dalam penelitian bervariasi antara 75mm - 100mm, nilai slump ini masuk dalam standart yang direncanakan yaitu 75mm -150mm. Nilai rata-rata slump yang diperoleh dalam penelitian adalah 80,61 mm.

**Beton Tanpa Serat Kawat Bendrat (Beton Normal)**

Beton tanpa serat kawat bendrat (Beton normal) digunakan sebagai acuan untuk membandingkan dengan beton serat dengan bahan tambah kawat bendrat.

Tabel 3. Hasil Uji Kuat Tekan dan Kuat Tarik Langsung Pada Beton Normal.

Beton	Persentase Kawat (%)	Kode		Hasil Uji			Rata-rata		
		Kuat Tekan	Kuat Tarik Langsung	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tarik Langsung (MPa)	Kuat Tarik Langsung (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tarik Langsung (MPa)	Kuat Tarik Langsung (kN)
TANPA SERAT (Beton normal)	0%	BN KT 0.1	BN KTL 0.1	27,21	3,18	12,7	27,487	3,063	12,23
		BN KT 0.2	BN KTL 0.2	27,53	3,1	12,4			
		BN KT 0.3	BN KTL 0.3	27,72	2,91	11,6			

Pada tabel 3, hasil uji kuat tekan yang didapat pada beton normal adalah 27,487 MPa atau 215,880 kN, dan pada uji kuat tarik langsung pada beton normal di dapat hasil 3,063 MPa atau 12,23 kN.

**Pengujian Kuat Tarik Langsung Beton Serat Kawat Bendrat dengan Variasi Sudut 0°.**

Beton serat adalah beton yang diberikan bahan tambahan. Bahan tambahan yang digunakan yaitu kawat bendrat dengan variasi 0° dengan persentase tambahan 0.25%, 0.5%, 0.75% dan 1%.

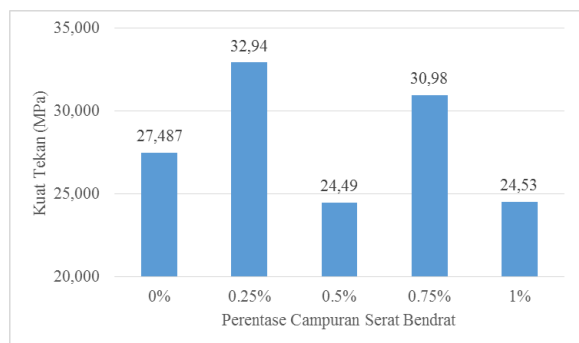
Tabel 4. Hasil beton serat kawat bendrat 0° dengan persentase 0.25%, 0.5%, 0.75% dan 1%.

Beton	Persentase Kawat (%)	Kode		Hasil Uji		Rata-rata	
		Kuat Tekan	Kuat Tarik Langsung	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tarik Langsung (MPa)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tarik Langsung (MPa)
KAWAT BENDRAT BK (0°)	0,25%	BK.KT 0.25% <sup>0°</sup> <sub>1</sub>	BK.KTL 0.25% <sup>0°</sup> <sub>1</sub>	32,35	2,12	32,94	2,560
		BK.KT 0.25% <sup>0°</sup> <sub>2</sub>	BK.KTL 0.25% <sup>0°</sup> <sub>2</sub>	33,19	2,56		
		BK.KT 0.25% <sup>0°</sup> <sub>3</sub>	BK.KTL 0.25% <sup>0°</sup> <sub>3</sub>	33,28	3		
	0,5%	BK.KT 0.5% <sup>0°</sup> <sub>1</sub>	BK.KTL 0.5% <sup>0°</sup> <sub>1</sub>	22,96	2,5	24,49	2,33
		BK.KT 0.5% <sup>0°</sup> <sub>2</sub>	BK.KTL 0.5% <sup>0°</sup> <sub>2</sub>	22,62	2,46		
		BK.KT 0.5% <sup>0°</sup> <sub>3</sub>	BK.KTL 0.5% <sup>0°</sup> <sub>3</sub>	27,89	2,03		
	0,75%	BK.KT 0.75% <sup>0°</sup> <sub>1</sub>	BK.KTL 0.75% <sup>0°</sup> <sub>1</sub>	32,27	2,37	30,983	2,030
		BK.KT 0.75% <sup>0°</sup> <sub>2</sub>	BK.KTL 0.75% <sup>0°</sup> <sub>2</sub>	29,12	1,79		
		BK.KT 0.75% <sup>0°</sup> <sub>3</sub>	BK.KTL 0.75% <sup>0°</sup> <sub>3</sub>	31,56	1,93		
	1,0%	BK.KT 1% <sup>0°</sup> <sub>1</sub>	BK.KTL 1% <sup>0°</sup> <sub>1</sub>	25,02	2,31	24,53	2,267
		BK.KT 1% <sup>0°</sup> <sub>2</sub>	BK.KTL 1% <sup>0°</sup> <sub>2</sub>	24,52	2,51		
		BK.KT 1% <sup>0°</sup> <sub>3</sub>	BK.KTL 1% <sup>0°</sup> <sub>3</sub>	24,05	1,98		

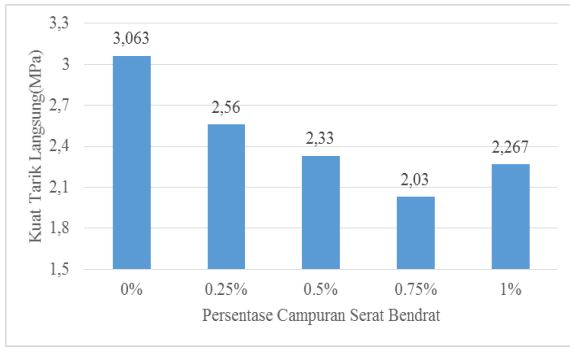
Pada tabel 4 dan gambar 8, hasil pengujian kuat tekan dan kuat tarik langsung beton dengan tambahan kawat bendrat dengan variasi 0° pada persentase 0,25% dengan nilai rata-rata kuat tekan (f'c) sebesar 32.94 MPa lebih besar dari rata-rata f'c beton normal dan untuk nilai kuat tarik langsung sebesar 2.560 MPa lebih kecil dari kuat tarik langsung beton normal 3.063 MPa.

Pada persentase 0.5% didapatkan nilai rata-rata f'c = 24,49 MPa nilai f'c persentase 0.5% lebih kecil dari nilai f'c persentasi 0.25% dan untuk kuat tarik langsung diperoleh hasil sebesar 2,33 MPa hasil yang diperoleh lebih kecil dari hasil persentase 0.25% hal ini disebabkan karna nilai f'c 0.25 lebih besar dari persentasi 0.5%.

Untuk persentase 0.75% nilai rata-rata kuat tekan 30.983 MPa nilai f'c ini lebih besar dari persentase 0.5% tetapi memiliki kuat tarik langsung yang lebih kecil dari persentasi 0.5% yaitu sebesar 2.03 MPa. Sedangkan untuk persentase 1% didapat hasil rata-rata kuat tekan 24.53 MPa untuk persentasi 1% kuat tekannya lebih kecil dari persentase 0.75% dengan nilai rata-rata f'c = 24.53, sedang kuat tarik langsungnya lebih besar dari pada persentase 0.75% sebesar 2.267 MPa.



Gambar 8. Diagram nilai rata-rata hasil perbandingan pengujian kuat tekan (f'c) beton normal dan beton serat kawat bendrat dengan variasi sudut 0°.



Gambar 9. Diagram nilai rata-rata hasil Perbandingan pengujian Kuat Tarik Langsung beton normal dan beton serat kawat bendrat dengan variasi sudut 0°

**Pengujian Kuat Tarik Langsung Beton Serat Kawat Bendrat dengan variasi sudut 45°.**

Beton serat adalah beton yang diberikan bahan tambahan. Bahan tambahan yang digunakan yaitu kawat bendrat dengan variasi 45° dengan persentase tambahan 0.25%, 0.5%, 0.75% dan 1%.

Tabel 5. Hasil beton serat kawat bendrat 45° dengan persentase 0.25%, 0.5%, 0.75% dan 1%.

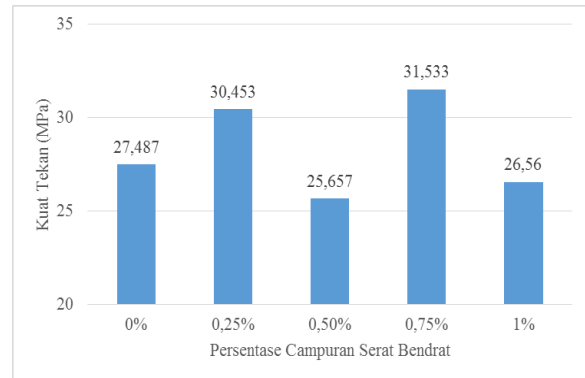
Beton	Persentase Kawat (%)	Kode		Hasil Uji		Rata-rata	
		Kuat Tekan	Kuat Tarik Langsung	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tarik Langsung (MPa)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tarik Langsung (MPa)
KAWAT BENDRAT BK (45°)	0.25%	BK KT 0.25% 45° 1	BK KTL 0.25% 45° 1	30,54	2,06	30,453	2,153
		BK KT 0.25% 45° 2	BK KTL 0.25% 45° 2	30	2,21		
		BK KT 0.25% 45° 3	BK KTL 0.25% 45° 3	30,82	2,19		
	0.5%	BK KT 0.5% 45° 1	BK KTL 0.5% 45° 1	26,83	2,26	25,657	2,390
		BK KT 0.5% 45° 2	BK KTL 0.5% 45° 2	24,49	2,3		
		BK KT 0.5% 45° 3	BK KTL 0.5% 45° 3	25,65	2,61		
	0.75%	BK KT 0.75% 45° 1	BK KTL 0.75% 45° 1	31,78	3,86	31,533	3,083
		BK KT 0.75% 45° 2	BK KTL 0.75% 45° 2	31,53	2,94		
		BK KT 0.75% 45° 3	BK KTL 0.75% 45° 3	31,29	2,45		
	1,0%	BK KT 1% 45° 1	BK KTL 1% 45° 1	27,49	2,58	26,56	2,65
		BK KT 1% 45° 2	BK KTL 1% 45° 2	25,55	2,28		
		BK KT 1% 45° 3	BK KTL 1% 45° 3	26,64	3,09		

Pada pengujian kuat tekan dan kuat tarik langsung beton dengan tambahan kawat bendrat dengan variasi 45° pada persentase 0.25% dengan nilai rata-rata kuat tekan (f'c) sebesar 30.453 Mpa lebih kecil dari nilai rata-rata f'c beton serat kawat bendrat dengan variasi sudut 0° yaitu sebesar 32.94 MPa dan untuk nilai kuat tarik langsung yang diperoleh sebesar 2.153 MPa lebih kecil dari kuat tarik langsung beton serat kawat bendrat dengan variasi sudut 0° sebesar 2.560 MPa.

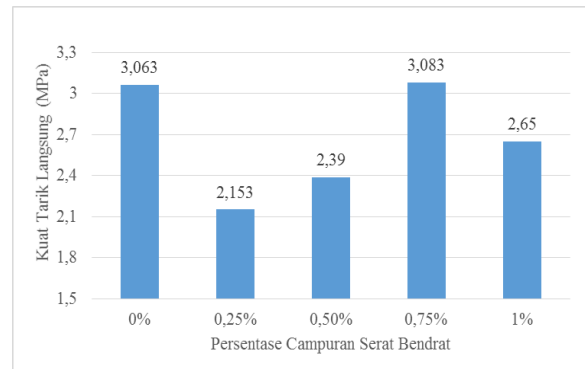
Pada persentase 0.5% didapatkan nilai rata-rata (f'c) = 25.657 MPa nilai f'c persentase 0.5% lebih kecil dari nilai f'c persentase 0.25% tetapi memiliki nilai kuat tarik langsung yang lebih

besar dari pada hasil persentase 0.25% diperoleh hasil sebesar 2,390 MPa. Sedangkan pada persentase 0.75% diperoleh hasil (f'c) = 31,533 MPa nilai f'c lebih besar dari pada persentase 0,5% dan juga memperoleh hasil kuat tarik langsung yang lebih besar dari persentase 0.25%, 0.5% dan 1% diperoleh hasil 3.083.

Untuk nilai persentase 1% didapatkan nilai rata-rata (f'c) = 26.56 MPa, nilai f'c untuk persentase 1% lebih kecil dari pada nilai f'c 0.75% dan untuk nilai rata-rata untuk kuat tarik langsung lebih kecil dari pada nilai rata-rata kuat tarik langsung persentase 1% yaitu sebesar 2,65 MPa.



Gambar 10. Diagram nilai rata-rata hasil perbandingan pengujian Kuat Tekan beton normal dan beton serat kawat bendrat dengan variasi sudut 45°.



Gambar 11. Diagram nilai rata-rata hasil perbandingan pengujian Kuat Tarik Langsung beton normal dan beton serat kawat bendrat dengan variasi sudut 45°.

**Pengujian Kuat Tarik Langsung Beton Serat Kawat Bendrat dengan variasi sudut 90°.**

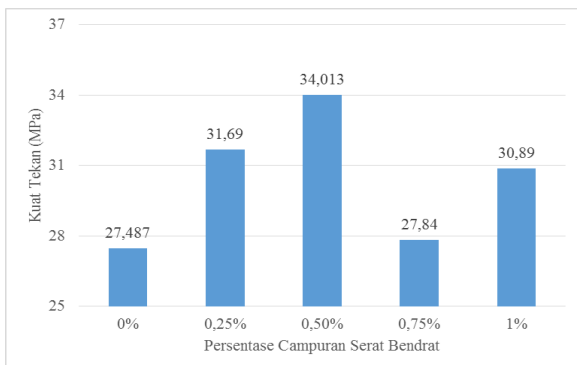
Untuk Pengujian Kuat Tarik Langsung pada beton serat bendrat dengan variasi sudut 90° juga dilakukan di Laboratorium Rekayasa Material Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado.



Tabel 6. Hasil beton serat kawat bendrat 90° dengan presentasi 0.25%, 0.5%, 0.75% dan 1%.

Beton	Persentase Kawat (%)	Kode		Hasil Uji		Rata-rata	
		Kuat Tekan	Kuat Tarik Langsung	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tarik Langsung (MPa)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tarik Langsung (MPa)
KAWAT BENDRAT BK (90°)	0,25%	BK.KT 0,25% 90° 1	BK.KTL 0,25% 90° 1	31,7	2,18	31,69	2,157
		BK.KT 0,25% 90° 2	BK.KTL 0,25% 90° 2	32,15	2,13		
		BK.KT 0,25% 90° 3	BK.KTL 0,25% 90° 3	31,22	2,16		
	0,5%	BK.KT 0,5% 90° 1	BK.KTL 0,5% 90° 1	33,26	2,35	34,013	2,593
		BK.KT 0,5% 90° 2	BK.KTL 0,5% 90° 2	34	2,35		
		BK.KT 0,5% 90° 3	BK.KTL 0,5% 90° 3	34,78	3,08		
	0,75%	BK.KT 0,75% 90° 1	BK.KTL 0,75% 90° 1	27,55	1,77	27,84	1,90
		BK.KT 0,75% 90° 2	BK.KTL 0,75% 90° 2	27,74	1,89		
		BK.KT 0,75% 90° 3	BK.KTL 0,75% 90° 3	28,23	2,05		
	1,0%	BK.KT 1% 90° 1	BK.KTL 1% 90° 1	32,19	2,8	30,89	2,643
		BK.KT 1% 90° 2	BK.KTL 1% 90° 2	29,96	3,08		
		BK.KT 1% 90° 3	BK.KTL 1% 90° 3	30,52	2,05		

Pada pengujian kuat tekan dan kuat tarik langsung beton dengan tambahan kawat bendrat dengan variasi 90° pada persentase 0,25% dengan nilai rata-rata kuat tekan ( $f^c$ ) sebesar 31.69 MPa lebih besar dari nilai rata-rata  $f^c$  beton serat kawat bendrat dengan variasi sudut 45° pada persentase 0.25% yaitu sebesar 30.453 MPa dan memperoleh nilai rata-rata Kuat Tarik Langsung sebesar 2.157 MPa, sama dengan hasil nilai rata-rata kuat tarik langsung beton serat kawat bendrat dengan variasi 45° pada persentase 0,25%.

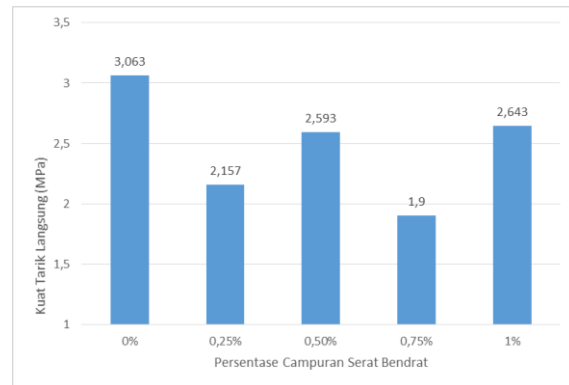


Gambar 12. Diagram nilai rata-rata hasil perbandingan pengujian Kuat Tekan beton normal dan beton serat kawat bendrat dengan variasi sudut 90°.

Untuk persentase 0.5% didapatkan nilai rata-rata ( $f^c$ ) = 34.013 MPa, lebih besar dari nilai persentase 0.25% dan memperoleh nilai kuat tarik langsung yang lebih besar juga dari pada persentase 0.25% yaitu sebesar 2.593 MPa, sedangkan pada persentase 0.75% didapatkan nilai rata-rata ( $f^c$ ) = 27.84 MPa lebih kecil dari pada  $f^c$  persentase 0.5% dan juga memperoleh nilai kuat tarik langsung sebesar 1.90 MPa, yang lebih kecil dari pada kuat tarik langsung pada persentase 0.5%.

Pada persentase 1% didapatkan nilai rata-rata ( $f^c$ ) = 30.89 MPa yang lebih besar dari nilai

rata-rata  $f^c$  pada persentase 0.75%, dan memperoleh nilai rata-rata untuk kuat tarik langsung sebesar 2,643 MPa, yang juga lebih besar dari hasil nilai rata-rata untuk kuat tarik langsung pada persentase 0.75% .



Gambar 13. Diagram nilai rata-rata hasil pengujian Kuat Tarik Langsung beton normal dan beton serat kawat bendrat dengan variasi sudut 90°.

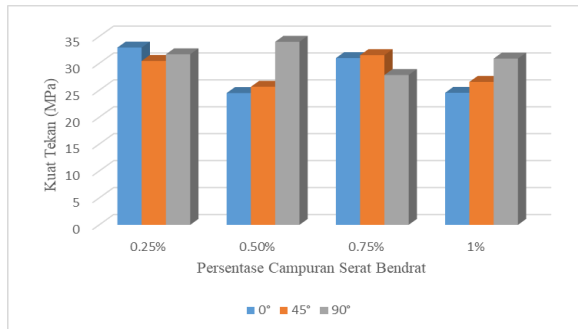
### Hasil perbandingan beton serat kawat bendrat 0°, 45° dan 90°.

Tabel 7. Hasil perbandingan antara beton serat kawat bendrat dengan persentasi 0°, 45° dan 90°.

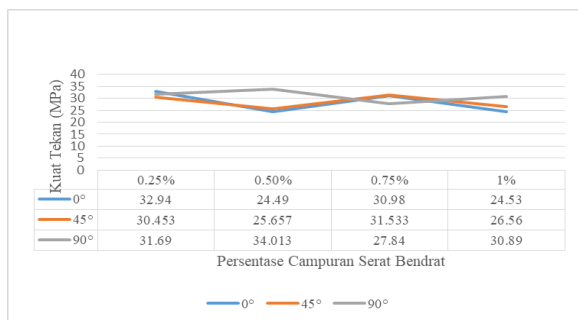
Persentase Kawat (%)	Hasil Uji Rata-rata					
	0°		45°		90°	
	Hasil Kuat Tekan (MPa)	Hasil Kuat Tarik Langsung (MPa)	Hasil Kuat Tekan (MPa)	Hasil Kuat Tarik Langsung (MPa)	Hasil Kuat Tekan (MPa)	Hasil Kuat Tarik Langsung (MPa)
0,25%	32,94	2,56	30,453	2,153	31,690	2,157
0,5%	24,49	2,33	25,657	2,39	34,013	2,593
0,75%	30,983	2,03	31,533	3,083	27,84	1,90
1,0%	24,53	2,267	26,560	2,650	30,89	2,643

Dari hasil perhitungan pada tabel 7. di atas nilai kuat tekan terbesar pada persentase 0.25% ada pada variasi sudut 0° kuat tekan yang diperoleh = 32.94 MPa dan untuk kuat tarik langsung juga ada pada variasi sudut 0° yaitu 2,56 MPa. Sedangkan hasil kuat tekan pada persentase 0.5% nilai terbesar yang di dapat pada variasi sudut 90° kuat tekan yang diperoleh = 34.013 MPa, dan nilai terbesar dari hasil kuat tarik langsung yang didapat ada pada persentase 90° juga yaitu sebesar 2,593 MPa. Kemudian hasil dari pada persentase 0,75% untuk nilai kuat tekan terbesar didapat pada variasi sudut 45° yaitu dengan hasil nilai 31.533 MPa , dan untuk hasil terbesar yang diperoleh pada uji kuat tarik

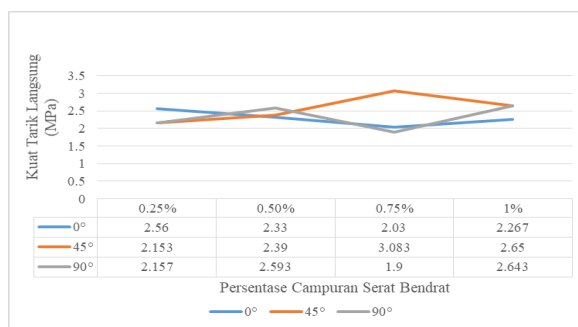
langsung didapat pada variasi sudut 45° yaitu sebesar 3.083 MPa . Dan untuk hasil kuat tekan terbesar pada persentase 1% di dapat pada variasi sudut 90° yaitu sebesar 30.89 MPa , dan untuk hasil nilai terbesar pada pengujian kuat tarik langsung di dapat pada variasi sudut 90° yaitu sebesar 2,643 MPa.



Gambar 14. Hasil Perbandingan Kuat Tekan Beton Serat Kawat Bendrat 0°, 45° dan 90°.



Gambar 15. Hasil Perbandingan Kuat Tekan Beton Serat Kawat Bendrat 0°, 45° dan 90°.



Gambar 16. Hasil Perbandingan Kuat Tarik Langsung Beton Serat Kawat Bendrat 0°, 45° dan 90°.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Berat volume beton yang didapat berada pada interval 2594-2702 kg/m<sup>3</sup> yang bisa digolongkan sebagai beton normal.
2. Untuk persentase 0.25% nilai terbesar di dapat pada variasi sudut 0° dengan nilai kuat tekan sebesar 32.94 MPa, dan nilai kuat tarik langsung sebesar 2,56 MPa.
3. Batas maksimum untuk tambahan serat kawat bendrat pada beton terdapat pada persentase 0.75% dengan variasi sudut 45° sebesar 31.533 MPa. Dan nilai kuat tarik langsung sebesar 3.083 MPa.
4. Karena pada variasi sudut 45° dengan persentase 0.75% merupakan batas maksimum kuat tarik langsung sehingga pada persentase 1% kuat tarik langsung beton menurun.
5. Variasi sudut terbaik untuk kuat tarik langsung berbahan tambah kawat bendrat pada beton yaitu dengan variasi sudut 45° dengan batas persentasi 0.75%.
6. Untuk variasi sudut terlemah yaitu terdapat pada variasi sudut 90°.

### Saran

1. Penelitian ini akan lebih bagus jika persentase yang ditinjau lebih banyak sehingga dapat memperoleh hasil yang lebih detail.
2. Untuk melakukan penelitian kuat tarik langsung sebaiknya agar lebih teliti saat memasukkan campuran mix design pada cetakkan.
3. Ukuran benda uji sangat berpengaruh saat melakukan pengujian, sebaiknya dibuat benda uji berbentuk balok I.
4. Saat dilakukan pengujian kuat tarik langsung ada baiknya kecepatan pembebanan di atur perlambat.

## DAFTAR PUSTAKA

American Society for Testing Material (ASTM) C 307-03, 1953, *Standard Test Method for Tensile Strength of Chemical- Resistant Mortar, Grouts, and Monolithic Surfacing*.

ASTM C 125-1995., Annual Book of ASTM Standards 1995. Vol.04.02, Concrete and Aggregate, Philadelphia.

- Balaguru, P. N., S. P. Shah., 1992. *Fiber-reinforced Cement Composites*, McGraw-Hill. USA
- Kawulusan, J. A., H. Manalip, Servie O. Dapas., 2019. *Pemeriksaan Kuat Tarik Belah Beton Serat Kawat Bendrat yang Ditekuk pada Kedua Ujungnya*. Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.5 Mei 2019 (513-526) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi Manado
- Kosakoy, Merry N. M., Steenie E. Wallah, Ronny Pandaleke., 2017. *Perbandingan Nilai Kuat Tarik Langsung dan Tidak Langsung pada Beton yang Menggunakan Fly Ash*, Jurnal Sipil Statik Vol.5 No.7 September 2017 (383-392) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi Manado
- Murdock, L. J., Brook K. M., Stephanus Hindarko.,1999, *Bahan dan Praktek Beton* (4th edition), Erlangga, Jakarta.
- Prijantoro, Johannes P.E., Steenie E. Wallah, Servie O. Dapas, 2018. *Perilaku Mekanis Beton Serat dengan Kombinasi Kawat Bendrat dan Dramix 3D*, Jurnal Sipil Statik Vol.6 No.12 Desember 2018 (1129-1136) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Suhendro, B., 2000. *Pengaruh Fiber Kawat Lokal pada Sifat-Sifat Beton*, Lembaga Penelitian UGM, Yogyakarta.