

PENGARUH PENGGUNAAN SERBUK CANGKANG TELUR SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL SEMEN TERHADAP NILAI KUAT TARIK LANGSUNG BETON

Priskah Familia Sorisi

Steenie E. Wallah, Ronny Pandaleke

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi

Email : familia.sorisi@gmail.com

ABSTRAK

Dalam penelitian ini, cangkang telur ayam dimanfaatkan untuk mengganti sebagian semen pada campuran beton. Gas emisi karbondioksida (CO_2) dihasilkan saat proses pembuatan semen portland yang menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan. Untuk mengurangi pemakaian semen tersebut cangkang telur ayam salah satu contoh limbah rumah tangga yang dapat digunakan sebagai alternatif pengganti semen. Karena senyawa cangkang telur ayam memiliki kesamaan pada senyawa bahan pembuat semen yaitu kalsium karbonat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan serbuk cangkang telur terhadap kuat tekan dan kuat tarik langsung beton. Pengujian kuat tekan beton dengan benda uji berbentuk silinder berdiameter 100 mm dan tinggi 200 mm, sedangkan benda uji kuat tarik digunakan balok I. Dalam penelitian ada variasi serbuk cangkang telur ayam yang digunakan sebesar 0%; 2.5%; 5%; 7.5%; dan 10%.

Hasil Penelitian beton dengan substitusi parsial semen dengan menggunakan serbuk cangkang telur bahwa kuat tekan terbesar terdapat pada presentase SCT 2.5%, yaitu sebesar 22.28 MPa dan kuat tarik langsung terbesar terdapat pada presentase SCT 2.5%, yaitu sebesar 1.80 MPa.

Kata Kunci: Beton, Kuat Tarik Langsung, Serbuk Cangkang Telur

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sampah yang tidak bisa terhindar adalah sampah yang berasal dari pabrik dan rumah tangga hal tersebut terjadi karena adanya peningkatan kebutuhan salah satunya adalah telur. Di Indonesia produksi telur terus meningkat, dan limbah yang dihasilkan telur adalah cangkangnya.

Menurut data yang diperoleh dari Direktorat Jendral Peternakan, produksi telur Indonesia pada tahun 2018 sebesar 2.561.481 ton atau setara 213.457 per bulannya produksi cangkang telur tersebut akan terus melimpah selama telur diproduksi dibidang peternakan.

Beton adalah salah satu unsur dalam pembangunan. Bahan dasar dari beton adalah campuran dari semen, air, agregat halus, dan agregat kasar. Beton yang memakai baja disebut beton bertulang. Beton juga dapat menggunakan bahan tambahan sesuai dengan permintaan konsumen.

Dalam penelitian ini, cangkang telur dimanfaatkan untuk mengganti sebagian semen pada campuran beton. Limbah cangkang telur

dihancurkan menjadi serbuk. Lewat penelitian ini, beton akan diamati karakteristiknya dengan menggunakan cangkang telur sebagai substitusi dari semen dengan komposisi yang yang tepat diharapkan dapat menghasilkan karakteristik yang sama atau lebih baik dari pada beton normal. Sehingga dapat diterapkan pada konstruksi yang akan dibangun dan juga dapat mengurangi penggunaan semen.

Uji tarik adalah cara pengujian bahan yang paling mendasar. Pengujian ini mudah dibuat, murah dan sudah memiliki pedoman standard di seluruh dunia. Dengan menarik suatu bahan kita bias dengan cepat tahu bagaimana bahan tersebut akan bereaksi terhadap kekuatan tarikan dan mendapati sampai dimana bahan itu bertambah panjang.

Alat eksperimen untuk uji tarik ini harus memiliki genggam (grip) yang kuat dan kekakuan yang tinggi (highly stiff). Kuat tarik adalah sifat utama yang mempengaruhi takaran beton dan seberapa besar retak yang terjadi. Pengujian kuat tarik beton bisa dibuat dengan uji tarik langsung dimana sebuah batang beton diberi gaya aksial tarik sampai batang beton runtuh.

Rumusan Masalah

Dari latar belakang, rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu: Bagaimana pengaruh serbuk cangkang telur sebagai substitusi parsial semen terhadap kuat tekan dan kuat tarik langsung beton?

Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini:

1. Penggunaan limbah serbuk cangkang telur sebagai bahan tambah pada beton dengan presentase 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10% dari berat semen.
2. Semen yang digunakan dalam penelitian adalah semen Portland merk tiga roda.
3. Agregat halus menggunakan material dari daerah Girian
4. Agregat kasar menggunakan material dari daerah Lansot Kemah
5. Air yang digunakan berasal dari laboratorium Rekayasa Material dan Struktural Fakultas Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi
6. Mutu beton yang direncanakan $f'c = 25$ MPa

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh serbuk cangkang telur sebagai substitusi semen terhadap kuat tarik langsung beton.
2. Mengetahui perbandingan kuat tarik langsung beton normal dengan kuat tarik langsung beton yang telah di campur serbuk cangkang telur.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memanfaatkan serbuk cangkang telur sebagai penambahan pembuatan campuran pada beton.
2. Untuk memperoleh cara pemanfaatan limbah serbuk cangkang telur menjadi produk yang memiliki nilai jual.
3. Untuk menerapkan beton ramah lingkungan dengan memanfaatkan limbah rumah tangga yaitu cangkang telur.

LANDASAN TEORI

Beton

Beton didefinisikan sebagai campuran dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik (*portland cement*), agregat kasar,

agregat halus, dan air dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah (*admixture* atau *additive*). DPU-LPMB memberikan definisi tentang beton sebagai campuran antara semen portland atau semen hidrolik yang lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan yang membentuk massa padat (SNI 03-2847-2002).

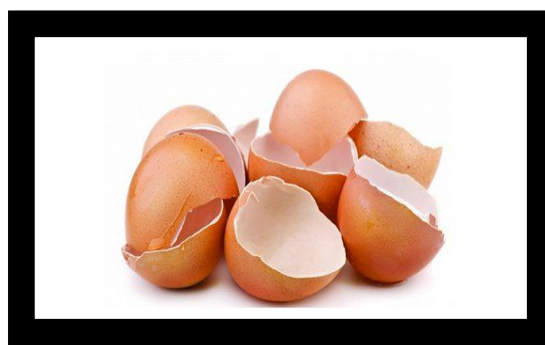
Cangkang Telur Ayam Ras

Cangkang telur kering mengandung sekitar 95% kalsium karbonat ($CaCO_3$) dengan berat 5,5 gram (Butcher dan Miles, 1990). Hunton (2005) melaporkan bahwa cangkang telur terdiri atas 97% kalsium karbonat. Sementara itu, rata-rata dari cangkang telur mengandung 3% fosfor dan 3% terdiri atas magnesium, kalium, natrium, seng, mangan, besi dan tembaga. Serbuk cangkang telur/ *eggshell powder* (ESP) merupakan limbah unggas dengan komposisi kimia hampir sama dengan batu kapur, cangkang telur mempunyai senyawa kimia berupa zat kapur (CaO) sehingga berpotensi untuk digunakan sebagai campuran untuk mengurangi komposisi semen Portland.

Tabel 1. Kandungan Telur

Mineral	% dari berat total	g/berat total
Kalsium (Ca)	37,30	2,30
Magnesium (Mg)	0,38	0,02
Fosfor (P)	0,35	0,02
Karbonat (CO_3)	58,00	3,50
Mangan (Mn)	7	ppm

Sumber : Yuwanta (2010)



Gambar 1. Cangkang Telur Ayam

Karakteristik Beton

Berat Volume Beton

Berat volume beton adalah perbandingan antara berat beton terhadap volumenya. Berat

volume beton dipengaruhi oleh bentuk agregat, gradasi agregat, berat jenis agregat, ukuran maksimum agregat, karena berat volume beton tergantung pada berat volume agregat. Berat volume beton ini semuanya berada dalam keadaan kering udara.

$$\gamma_c = \frac{w}{v} \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (1)$$

Dimana:

- γ_c = Berat Volume Beton (kg/m³)
- W = Berat Benda Uji (kg)
- V = Volume Beton (m³)

Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan beton hancur.

Perhitungan nilai kuat tekan beton didasarkan pada SNI 1974:2011 dengan rumus:

$$f'_c = \frac{P}{A} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (2)$$

Dimana:

- f'_c = Kuat Tekan Beton (N/mm²)
- P = Beban Maksimum (N)
- A = Luas Penampang yang Menerima Beban (mm²)

Kuat Tarik Langsung (*Direct Tensile*)

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 tulang anjing (*Dog Bone Specimen*), nilai kuat tarik yang diperoleh dihitung dari besar beban tarik maksimum (N) dibagi dengan luas penampang yang terkecil (mm²).

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

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

$$f_{ct} = \frac{P}{A} \quad (3)$$

Dimana :

- f_{ct} : Kuat Tarik beton (MPa)
- P : beban tekan (N)
- A : luas bidang tekan (mm²)

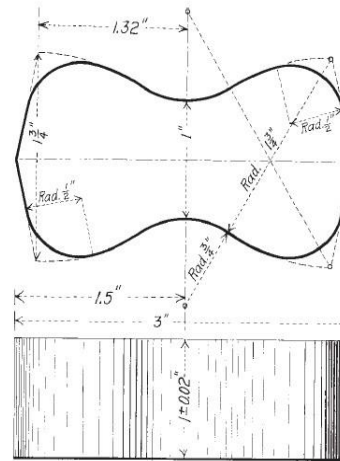


FIG. 2 Briquet Specimens for Tensile Strength Test

Gambar 2. Dimensi Penampang benda uji tarik langsung

METODOLOGI PENELITIAN

Umum

Dalam 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.

Pembuatan Benda Uji

Jumlah Benda Uji

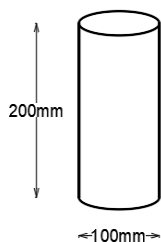
Pada penelitian ini jumlah benda uji sample beton:

- Kadar Serbuk Cangkang Telur 0%: 6 buah
- Kadar Serbuk Cangkang Telur 2.5%: 6 buah
- Kadar Serbuk Cangkang Telur 5%: 6 buah
- Kadar Serbuk Cangkang Telur 7.5%: 6 buah
- Kadar Serbuk Cangkang Telur 10%: 6 buah

Sehingga, total keseluruhan jumlah benda uji sample beton adalah 30 buah

Dimensi Benda Uji Kuat Tekan

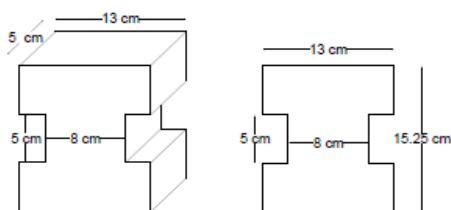
Dimensi benda uji yang digunakan untuk pengujian kuat tekan berbentuk silinder dengan tinggi 200mm dan diameter 100 mm



Gambar 3. Dimensi Benda Uji Kuat Tekan

Dimensi Benda Uji Kuat Tarik Langsung

Pengujian kuat tarik langsung, bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik suatu benda uji pada perbandingan sesuai rencana, pengujian. Adapun mesin yang digunakan adalah mesin uji kuat tekan dan menggunakan alat yang terbuat dari baja 1 pasang yang sudah di modifikasi untuk tempat benda uji kuat tarik langsung, yang ada di Laboratorium Struktur dan Material, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi.



Gambar 4. Dimensi Penampang benda Uji Tarik Langsung setelah dimodifikasi

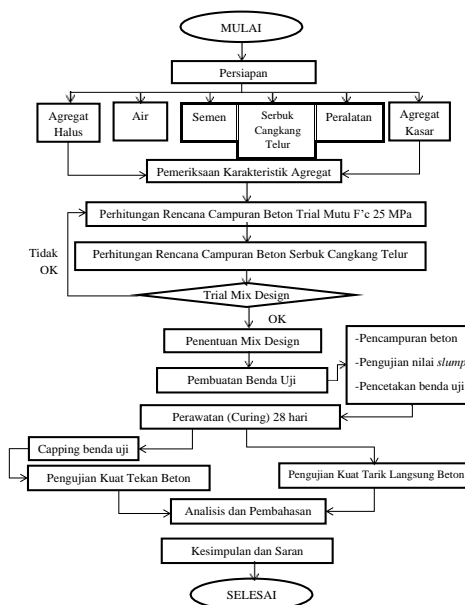
Langkah-Langkah Penelitian

- Adapun langkah-langkah penelitian, yaitu:
1. Tahapan penelitian yang pertama dilakukan yaitu persiapan peralatan dan persiapan material agregat kasar, agregat halus, semen, dan Serbuk cangkang telur. Selanjutnya pada tahap kedua agregat kasar dan agregat halus dilakukan pemeriksaan sesuai dengan aturan ASTM dan SNI.
 2. Perhitungan perencanaan campuran beton *trial* dengan metode perencanaan ACI 211.1-91.
 3. Setelah didapatkan komposisi campuran beton normal dari hasil *trial mix* selanjutnya dilakukan perhitungan persentase penggunaan serbuk cangkang telur terhadap berat total benda uji silinder (persentase 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10%).

4. Pencampuran beton dilakukan dengan memasukkan kerikil, pasir, semen secara bertahap kedalam molen.
5. Setelah poin 4 telah tercampur rata, masukan serbuk cangkang telur ke dalam mixer secara perlahan agar serbuk cangkang telur tercampur secara merata.
6. Selanjutnya air dimasukkan kedalam molen dan biarkan molen terus mencampur sekitar 4-5 menit dan lakukan slump test. Setelah memenuhi syarat slump, campuran beton dimasukkan kedalam cetakan silinder dan balok I yang telah diberi oli
7. Beton segar lalu dituangkan kedalam cetakan lalu dirojok dengan menggunakan batangan besi hingga penuh.
8. Setelah cetakan dibiarkan selama 24 jam, dilepas lalu ditimbang untuk mengetahui berat volume beton.
9. Benda uji dicuring selama 28 hari.
10. Setelah 28 hari, benda uji diangkat, dikeringkan dan dilakukan capping pada benda uji kuat tekan pada permukaan beton yang tidak rata.
11. Dilakukan pengujian Kuat tekan dan kuat tarik langsung.
12. Analisa dan Pembahasan
13. Kesimpulan dan saran

Diagram Alir

Penelitian secara skematis Digambar-kan dalam diagram alir penelitian seperti ditunjukkan pada Gambar 5



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Campuran Beton

Berdasarkan nilai-nilai yang didapat dari pemeriksaan material maka menurut ACI 211.1 – 91 untuk mencapai mutu beton 25 MPa dibutuhkan komposisi campuran beton sebagai berikut:

Tabel 2. Komposisi Campuran Per m³

Campuran Beton	Komposisi Campuran				
	0%	2.5%	5%	7.5%	10%
	kg	kg	Kg	kg	kg
Semen	372.727	363.409	344.773	316.818	279.545
Air	224.790	224.790	224.790	224.790	224.790
Agregat Kasar	846.300	846.300	846.300	846.300	846.300
Agregat Halus	729.184	729.184	729.184	729.184	729.184
SCT	0	9.318	18.636	27.955	37.273

Sumber : Hasil Penelitian
Ket SCT: Serbuk Cangkang Telur

Pemeriksaan Nilai Slump



Gambar 6. Contoh Sampel Pengukuran Nilai Slump
(Sumber: Dokumentasi Penelitian)

Tabel 3. Nilai Slump

Persentase SCT (%)	Nilai Slump (mm)
	82
2.5	85
5	97
7.5	80
10	90

Sumber : Hasil Penelitian

Berdasarkan tabel 3 nilai *slump* yang didapatkan dengan dan tanpa tambahan serbuk sesuai nilai *slump* 75-100 mm. Campuran beton dengan serbuk cangkang telur dianggap bisa diterapkan karena memiliki *workability* yang baik.

Pemeriksaan Volume Beton

Berat volume beton adalah perbandingan antara berat beton (berat benda uji) dengan volume beton (volume benda uji). Hasil perhitungan berat volume rata-rata tiap benda uji pada umur 1 hari dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Contoh perhitungan:

- Pada benda uji silinder
Berat benda uji = 3.4 kg
Volume benda uji = 0.00157 m³
Berat Volume Beton = 2216.56 kg/m³
- Pada benda uji Balok I
Berat benda uji = 2.02 kg
Volume benda uji = 0.00087 m³
Berat Volume Beton = 2321.8 kg/m³

Tabel 4. Rata-rata Berat Volume Beton Kuat Tekan

Persentase (%)	Berat Benda Uji (kg)	Volume Beton (m ³)	Berat Volume (kg/m ³)
0	3.48	0.00157	2214.4
2.5	3.46		2201.7
5	3.37		2148.6
7.5	3.31		2110.4
10	3.30		2101.9

Sumber : Hasil Penelitian

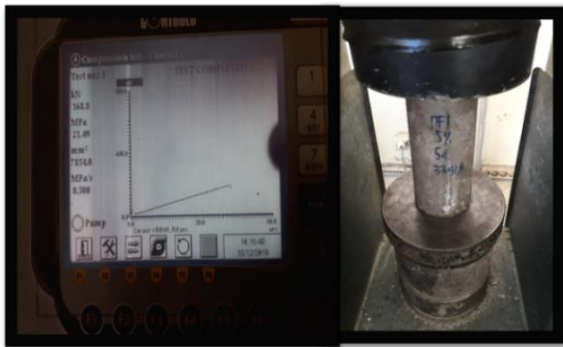
Tabel 5. Rata-rata Berat Volume Beton Kuat Tarik Langsung

Persentase (%)	Berat Benda Uji (kg)	Volume Beton (m ³)	Berat Volume (kg/m ³)
0	2.06	0.00087	2371.7
2.5	2.03		2333.3
5	2.04		2344.8
7.5	2.01		2314.2
10	2.02		2325.7

Sumber : Dokumentasi Penelitian

Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa, rata-rata berat volume beton kuat tekan dengan persentase 0%, 2.5%, 5%, 7.5% dan 10% termasuk dalam jenis beton normal. Dan rata-rata berat volume kuat tarik langsung termasuk dalam beton normal. Pada tabel rata-rata berat volume beton kuat tarik langsung mengalami nilai yang naik turun diakibatkan campuran beton agak sulit untuk dipadatkan pada cetakan tapi masih bisa digunakan karena

masih sesuai dengan bentuk dan ukuran yang dipakai. Berat massa volume beton normal berada pada interval 2110-2550 kg/m³.



Gambar 7. Benda uji yang ditimbang
Sumber : Hasil Penelitian

Pemeriksaan Kuat Tekan Beton

Hasil dari pengujian kuat tekan beton dengan SCT sebagai substitusi parsial semen dengan umur pengujian 28 hari yang dilakukan dengan menggunakan mesin uji kuat tekan *Compression Testing Machine* (Seperti pada Gambar 8. Contoh Sampel Pemeriksaan Kuat Tekan Beton) ditunjukkan pada Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Rata-rata Kuat Tekan Beton Serbuk Cangkang Telur sebagai Substitusi Parsial Semen Umur 28 hari.



Gambar 8. Contoh Sampel Pemeriksaan Kuat Tekan Beton
Sumber : Hasil Penelitian

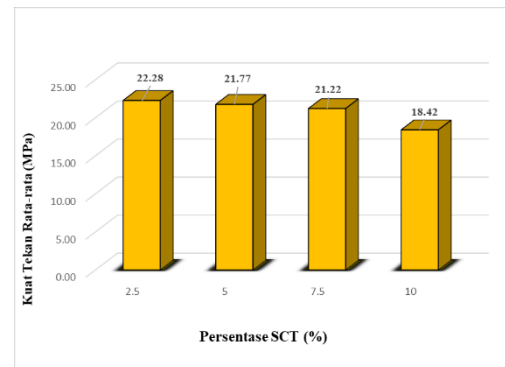
Dari hasil pemeriksaan rata-rata kuat tekan beton, persentase 0% ke persentase 2,5% mengalami penurunan yaitu 22,28 MPa dan begitu juga pada persentase 5%, 7,5% dan 10% mengalami penurunan masing-masing yaitu 21,77 MPa, 21,22 MPa, dan 18,42 MPa.

Semakin banyak serbuk cangkang telur yang dicampurkan maka semakin menurun pula nilai kuat tekan yang didapat.

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Rata-rata Kuat Tekan Beton Serbuk Cangkang Telur sebagai Substitusi Parsial Semen Umur 28 hari

Persentase SCT (%)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
0	27.17
2.5	22.28
5	21.60
7.5	20.23
10	18.42

Sumber : Hasil Penelitian



Gambar 9. Grafik Hasil Pemeriksaan Rata-rata Kuat Tekan Beton Serbuk Cangkang Telur sebagai Substitusi Parsial Semen

Pemeriksaan Kuat Tarik Langsung Beton

Setelah melakukan pengujian tarik langsung pada benda uji beton diperoleh data beban tarik yang terjadi dan berdasarkan *Persamaan 2* dapat dihitung nilai uji tarik langsung seperti pada *Tabel 7*.

Tegangan Tarik terbagi rata diseluruh luasan efektifnya, sehingga resultanya harus sama dengan intensitas dikalikan dengan luasan efektif penampang. (Abdul Latief, 2010). Dengan demikian untuk menyatakan tegangan digunakan persamaan:

$f_{ct} = \frac{P}{A}$, Luasan efektif benda uji tarik adalah luasan persegi panjang yaitu 80 mm x 50 mm = 4000 mm².

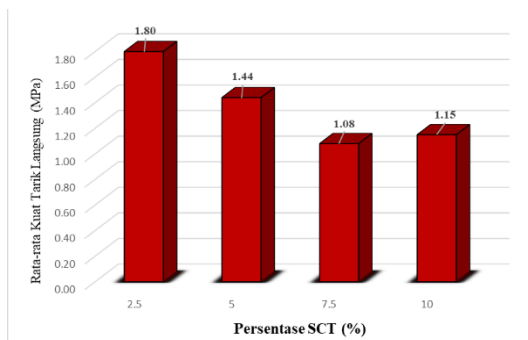
Sampel : SCT 0% Sampel 1
Data : A = 4000 mm²
: P = 8200 N

Hitung f_{ct} ? $f_{ct} = \frac{P}{A}$
 $= \frac{8200}{4000} = 2.05 \text{ MPa}$

Tabel 7. Hasil Kuat Tarik Langsung Beton dengan Serbuk Cangkang Telur

Persentase SCT (%)	P (N)	f_{ct} (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
0	8200	2.05	2.10
	7400	1.85	
	9600	2.4	
2.5	6700	1.675	1.80
	7800	1.95	
	7100	1.775	
5	6100	1.525	1.44
	5500	1.375	
	5700	1.425	
7.5	4900	1.225	1.08
	3600	0.9	
	4400	1.1	
10	4300	1.075	1.15
	4600	1.15	
	4900	1.225	

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 10. Grafik Hasil Pemeriksaan Rata-rata Kuat Tarik Langsung Beton dengan Serbuk Cangkang Telur
 Sumber : Hasil Penelitian

Dari hasil pemeriksaan rata-rata kuat tarik langsung beton, persentase terbesar terdapat pada 0% yaitu 2.10 Mpa. Dan pada persentase 2.5%, 5%, dan 7.5% mengalami penurunan masing-masing 1.80 Mpa, 1.44 Mpa, 1.08 Mpa. Dan pada persentase 10% mengalami sedikit peningkatan dibandingkan persentase 7.5% yaitu 1.15 MPa.



Gambar 11. Contoh Sampel Pemeriksaan Kuat Tarik Langsung Beton
 Sumber: Hasil Penelitian

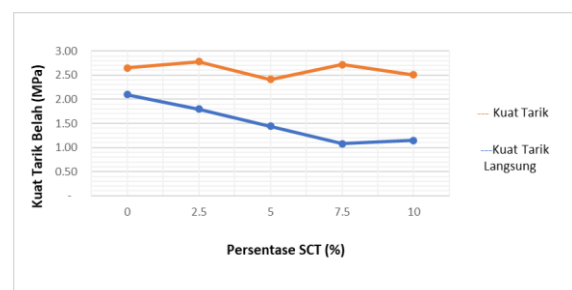
Hasil Perbandingan Beton Dengan Campuran Serbuk Cangkang Telur Antara Kuat Tarik Langsung dan Kuat Tarik Belah

Nilai kuat tarik langsung beton dengan SCT dari nilai kuat tarik belah beton yang sama seperti dilaporkan oleh Dewi (2020). Perbandingan kuat tarik langsung dan kuat tarik belah tersebut ditampilkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Perbandingan antara kuat tarik langsung dan kuat tarik belah beton

Persentase SCT (%)	Kuat Tarik Langsung (Mpa)	Kuat Tarik Belah (Mpa) (*)	f_{ct}/f_t (%)
0	2.1	2.65	79.25
2.5	1.8	2.78	64.75
5	1.44	2.41	59.75
7.5	1.08	2.72	39.71
10	1.15	2.51	45.82

(*) Hasil Penelitian Y.Dewi 2020



Gambar 12. Grafik Perbandingan Kuat Tarik Langsung Beton Terhadap Kuat Tarik Belah Beton
 Sumber: Hasil Penelitian

Pada tabel 8. menunjukkan bahwa nilai dari kuat tarik langsung lebih kecil dari pada penelitian nilai kuat tarik belah yang dilakukan oleh Dewi (2020). Untuk campuran serbuk cangkang telur 0% didapat 79.25%, campuran serbuk cangkang telur 2.5% didapat 64.75%, campuran serbuk cangkang telur 5% didapat 59.75%, campuran serbuk cangkang telur 7.5% didapat 39.71%, campuran serbuk cangkang telur 10% didapat 45.82%. Perbandingan nilai kuat tarik langsung terhadap kuat tekan beton terbesar terdapat pada campuran serbuk cangkang telur 0% yaitu 79.25 %.

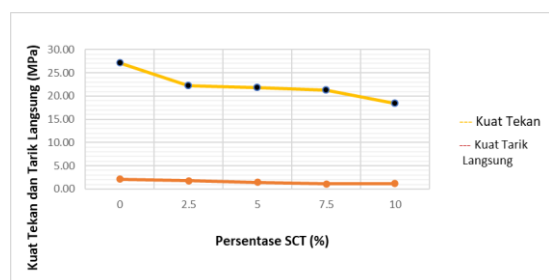
Perbandingan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Langsung Beton

Perbandingan kuat tekan dan kuat tarik langsung pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 9. Perbandingan Kuat Tekan Beton dan Kuat Tarik Langsung Beton

Persentase SCT (%)	Kuat Tarik Langsung (Mpa)		Kuat Tekan (Mpa)		fct/ft (%)
	Fct	Rata-rata	ft	Rata-rata	
0	2.05	2.1	27.55	27.17	7.73
	1.85		26.99		
	2.4		26.96		
2.5	1.675	1.8	22.31	22.28	8.08
	1.95		22.44		
	1.775		22.08		
5	1.525	1.44	21.49	21.60	6.61
	1.375		22.32		
	1.425		20.98		
7.5	1.225	1.08	21.37	20.23	5.09
	0.9		18.5		
	1.1		20.83		
10	1.075	1.15	20.98	18.42	6.24
	1.15		17.33		
	1.225		16.95		

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 13. Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton dan Kuat Tarik Langsung Beton
Sumber: Hasil Penelitian

Berdasarkan data-data di atas, nilai perbandingan nilai kuat tarik langsung terhadap kuat tekan beton memiliki perbandingan yang naik turun. Untuk campuran serbuk cangkang

telur 0% didapat 7.73%, campuran serbuk cangkang telur 2.5% didapat 8.08%, campuran serbuk cangkang telur 5% didapat 6.61%, campuran serbuk cangkang telur 7.5% didapat 5.09%, campuran serbuk cangkang telur 10% didapat 6.24%. Perbandingan nilai kuat tarik langsung terhadap kuat tekan beton terbesar terdapat pada campuran serbuk cangkang telur 2.5% yaitu 8.08 %.

Nilai perbandingan kuat tarik langsung terhadap kuat tekan yang didapat dari penelitian ini masih lebih rendah dari yang dilaporkan oleh Mongisidi (2019) untuk beton dengan tras sebagai substitusi parsial agregat halus. Mongisidi mendapatkan perbandingan kuat tarik langsung dan kuat tekan pada kisaran 7.67%-10.62% dengan nilai terbesar terdapat pada campuran tras 10% yaitu 10.62%. Sedangkan pada penelitian ini perbandingan kuat tarik langsung terhadap kuat tekan beton dengan SCT Sebagai substitusi pasrsial semen berada pada kisaran 5.09%-8.08% dengan nilai terbesar terdapat pada campuran cangkang telur 2.5% yaitu 8.08%. Untuk perbandingan antara kuat tekan dan kuat tarik langsung yang dilakukan oleh Monginsidi dapat dilihat pada table 10.

Tabel 10. Perbandingan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Langsung Beton dengan Tras Sebagai Substitusi Agregat Halus.

Variasi Tras (%)	Kuat Tekan rata-rata (Mpa)	Tarik Langsung rata-rata (Mpa)	Perbandingan Tarik Langsung Terhadap Kuat Tekan
0	25.55	2.36	9.25%
5	24.94	2.41	9.66%
10	26.93	2.86	10.62%
15	25.57	2.11	8.25%
20	23.25	1.78	7.67%
25	21.91	1.74	7.92%

*) Sumber Monginsidi 2019

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Kuat Tekan dan Kuat tarik langsung beton menurun pada substitusi serbuk cangkang telur dari 2.5%-10%. Penurunan nilai kuat tekan dan kuat tarik langsung juga diakibatkan dari pengurangan semen
- Penggunaan serbuk cangkang telur pada penelitian ini tidak berpengaruh pada kuat tarik langsung, dikarenakan nilai dari beton normal lebih besar jika dibandingkan

dengan nilai yang dicampurkan dari serbuk cangkang telur.

Saran

Berdasarkan penelitian dan analisis data yang telah dilakukan, maka dapat diberikan saran, yaitu:

- a. Serbuk cangkang telur harus sangat kering agar lebih banyak lagi serbuk cangkang

telur yang halus dan dapat menyatu dengan campuran beton

- b. Ukuran benda uji dari kuat tarik langsung sangat berpengaruh pada saat pengujian, sebaiknya ukuran dibagian tengah benda uji di kecilkan atau jika memungkinkan ditambahkan tulangan pada bagian grip.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI 211.1-91. 2002. *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete*. Amerika.
- Abdul Latief, 2010, *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
- ASTM C33 / C33M – 18. *Standard Specification for Concrete Aggregates*. United States.
- ASTM C 192. *Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory*. United States.
- ASTM C 307-03. 1953. *Standard Test Method for Tensile Strength of Chemical- Resistant Mortar, Grouts, and Monolithic Surfacing*s. United States.
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SNI 03-2847-2002)*. Jakarta, Indonesia.
- Badan Standardisasi Nasional, SNI 03-1974-1990. *Metode Pengujian Kuat Tekan*. Jakarta, Indonesia.
- Butcher, GD, Miles, R. 1990. *Concepts of Eggshell Quality*,
http://poultryinfo.co.za/articles/Old/egg_shell_quality.pdf.23/08/2016.21.30
- Dewi, Y. F. Z., Manalip, H., Windah, R. S. 2020. *Pengaruh Penggunaan Serbuk Cangkang Telur Sebagai Substitusi Parsial Semen Terhadap Nilai Kuat Tarik Langsung Beton*. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, 2018. *Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan 2018*. Jakarta.
- Hibur, Berkhemans, Yohanes, 2017, *Pengaruh Serbuk Cangkang Telur Substitusi Semen Terhadap Karakteristik Beton*, Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil Universitas Atma Jaya
- Hunton, P., 2005, *Research On Eggshell Structure and Quality: An Historical Overview*. Brazilian Journal of Poultry Science, <http://www.scielo.br.pdf> 23/08/2016. 22.05.
- Mongisidi, E. D., Dapas, S. O., Mondoringin, M. R. 2020. *Pemeriksaan Kuat Tarik Langsung Beton dengan Tras Sebagai Substitusi Parsial Agregat Halus*. Jurnal Sipil Statik Vol 8 No 1. Universitas Sam Ratulangi Manado
- Mulyono, T., 2006. *Teknologi Beton*. Penerbit Andi. Yogyakarta.

PUBI. 1982. *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan PU. Bandung.

Taylor. 1997. *Cement Chemistry*. London: Thomas telford.

Tjokrodimuljo, Kardiyono., 1996. *Teknologi Beton*, Nafiri, Yogyakarta.