

# UJI KUAT TEKAN DAN ABSORPSI PADA BETON RINGAN DENGAN PENAMBAHAN LIMBAH BATA RINGAN DAN BUBUK TALEK

Krisna Dwi Kurniawan\*<sup>1</sup>, Ahmad Ridwan <sup>2</sup>, Yosef Cahyo S.P. <sup>3</sup>.

<sup>1,2,3</sup>Fakultas Teknik, Universitas Kediri.

e-mail: \*<sup>1</sup> [krisnad215@gmail.com](mailto:krisnad215@gmail.com), <sup>2</sup> [ahmad\\_ridwan@unik-kediri.ac.id](mailto:ahmad_ridwan@unik-kediri.ac.id),  
<sup>3</sup> [yosef.cs@unik-kediri.ac.id](mailto:yosef.cs@unik-kediri.ac.id).

## Abstract

*Concrete is one of the construction components used in buildings, bridges, or roads. In this study, The authors learned to create concrete that is lighter than standard concrete, that is by using light cement with a weight of 0%, 10% 20%, 30%, 40% of the volume of sand and talc powder weighing 8% of the volume of cement. The strength targeted in this study is k-225. Meanwhile, this study's results are the value of concrete compressive strength, which is increased by the target set k-225 to be k-400 in one of the normal concrete samples and has an average of k-360. 10% 20%, 30%, 40% and 8% talc powder increase with each average yield of k-294, k271, k-251, and k-225. To check the absorption of concrete samples, check the average increase in immersion 1 hour 0.0016%, 4 hours 0.0027%, and 24 hours 0.0047%. For the results of testing the type of weight, from each variation of test specimens 1 - 5, the resolution decreases 2.26, 2.24, 2.23, 2.16, and 2.028. The one with the lowest specific gravity is variation five concrete, with a variation of the average specific gravity 2,028.*

*Keywords : Lightweight Brick, Lightweight Concrete, Talc Powder, Compressive Strength.*

## Abstrak

Beton merupakan salah satu komponen konstruksi yang pada umumnya digunakan pada bangunan gedung, jembatan maupun jalan. Pada penelitian ini Penulis bertujuan untuk menciptakan Beton yang lebih ringan dari pada Beton normal yaitu menggunakan tambahan limbah bata ringan dengan bobot 0% , 10% 20%, 30%, 40% dari volume pasir dan bubuk talek dengan bobot 8% dari volume semen. Kekuatan yang ditargetkan pada penelitian ini adalah k-225. Adapun hasil dari penelitian ini adalah nilai kuat tekan Beton mengalami peningkatan target yaitu yang awalnya k-225 menjadi k-400 pada salah satu sampel Beton normal dan memiliki rata- rata k-360. Kemudian hasil nilai kuat tekan Beton dengan penambahan limbah bata ringan 10% 20%, 30%, 40% dan bubuk talek 8% mengalami penurunan yaitu dengan masing-masing hasil rata- rata k-294, k271,k-251, dan k-225. Untuk pemeriksaan arbsorpsi Beton sampel mengalami kenaikan rata-rata yaitu pada perendaman 1 Jam 0,0016%, 4 Jam 0,0027% dan 24 Jam 0,0047%. Untuk hasil pemeriksaan berat jenis, dari setiap benda uji dari variasi 1 – 5 mengalami penurunan masing masing 2,26, 2,24, 2,23, 2,16 dan 2,028 maka yang memiliki berat jenis paling rendah adalah Beton variasi 5 yaitu dengan rata rata berat jenis 2,028.

Kata Kunci : Bata Ringan, Beton Ringan, Bubuk Talek, Kuat Tekan

## 1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman pada era globalisasi ini, manusia dituntut untuk mengeluarkan ide inovatifnya dalam mengembangkan teknologi yang telah tercipta. Salah satu perkembangan teknologi dibidang konstruksi adalah teknologi Beton[1]. Dalam rangka untuk meningkatkan mutu Beton, penambahan campuran proporsi Beton normal dan bahan tambahan dapat dilakukan (*Admixture*), [2]. Di dalam ilmu teknik khususnya teknik sipil, inovasi sangat dibutuhkan untuk memecahkan permasalahan yang ada. Sebagai contoh, pada permasalahan dampak lingkungan yang ditimbulkan dari eksploitasi material alam secara besar – besaran dan terus menerus [3].

Beton (*concrete*) adalah bahan bangunan yang diperoleh dari hasil pencampuran antara semen, air, agregat halus, agregat kasar dengan perbandingan tertentu dan kadang-kadang ditambah bahan campuran, [4]. Menurut Chu-Kia Wang & Charles G. Salmon, Beton polos didapat dengan mencampurkan semen, agregat halus, agregat kasar, air dan kadang-kadang campuran lain [5].

Ada salah satu kelemahan Beton yaitu berat jenis yang dimiliki cukup tinggi sehingga mengakibatkan semakin besar beban mati pada suatu struktur, [6][7]. Oleh karena itu, untuk menjawab tantangan akan kebutuhan, diantaranya menciptakan Beton yang bersifat ramah lingkungan dan memiliki berat jenis yang rendah (Beton ringan), maka manusia di tuntut untuk menciptakan inovasi baru terkait Beton ringan. Salah satu penentu kuat tekan Beton adalah kekuatan agregat dan kekuatan *matrix* pengikatnya[8]. Untuk menambah mutu dan kekuatan Beton bisa dengan cara melakukan Penambahan mineral *additive* kedalam campuran Beton. Mineral *additive* merupakan bahan-bahan tambahan yang mudah didapatkan disekitar kita[9]. Beberapa contoh bahan mineral *additive* antara lain serbuk kaca, serbuk biji besi, serbuk granit, batu kapur, dll. Pada penelitian kali ini akan digunakan bahan tambahan berupa bubuk talek dan limbah bata ringan.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Lokasi Penelitian.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kadiri, pada awal bulan maret dan selesai pada bulan juni dengan menggunakan metode Eksperimen.

### 2.2 Material Penyusun.

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat”, [10][11]. Menurut Asroni (2010), secara sederhana Beton dibentuk oleh pengerasan campuran

antara semen, air, agregat halus (pasir), dan agregat kasar (batu pecah atau kerikil), [12]. Kadang-kadang ditambahkan pula campuran bahan lain (*admixture*) untuk memperbaiki kualitas Beton”, [13].

Material penyusun merupakan material bahan yang dibutuhkan pada pembuatan Beton dan pada penelitian ini bahan material yang akan digunakan diantaranya adalah sebagai berikut :

#### A. Semen.

Semen Portland (PC) adalah semen hidraulis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidraulis dengan gips sebagai bahan tambahan”, [4][14].

#### B. Air.

Air merupakan material penyusun pada Beton. Karena hanya dengan air material semen bisa bereaksi. Bukan hanya semen, tetapi material lain pun juga membutuhkan air sebagai pelumas antar agregat agregat Beton”. ”proses hidrasi dalam Beton segar membutuhkan air kurang lebih 25% dari berat semen yang digunakan”, [15].

#### C. Agregat / Kerikil.

Menurut Tjokrodinuljo(1996) ”Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisidalam campuran mortar atau Beton, [16]. Agregat ini kira – kira menempati sebanyak 70% dari volume mortar atau Beton” [17]. “Ukuran aregat dalam prakteknya secara umum digolongkan ke dalam 4 kelompok yaitu :

1. Batu, jika ukuran butiran lebih dari 40 mm.
2. Kerikil, jika ukuran butiran antara 5 mm sampai 40 mm.
3. Pasir, jika ukuran butiran antara 0,15 mm sampai 5 mm.
4. Butiran yang lebih kecil dari 0,15 mm dinamakan “silt” atau tanah, [15].

#### D. Bahan Tambahan (Subtitusi).

##### 1. Bata Ringan

Bata ringan dikenal ada 2 (dua) jenis, yaitu *Autoclaved Aerated Concrete (AAC)* dan *Cellular Lightweight Concrete (CLC)*. Keduanya memiliki gagasan yang sama yaitu agar dapat menambahkan gelembung udara ke dalam mortar sehingga bisa mengurangi berat Beton yang dihasilkan secara drastis, [18].

##### 2. Bubuk Talek.

Talek merupakan mineral *metamorf* yang berasal dari mineral magnesium contohnya seperti piroksen, amfibol, olivin, dan mineral lain yang memiliki karakteristik sama yaitu karbon dioksida dan air.

### 2.3 Pengujian Material dan Pengujian Beton.

Pada penelitian ini ada beberapa pengujian yang dilakukan diantaranya adalah Berat Jenis, Berat Satuan, Berat Volume, Kuat Tekan, Absorpsi, Kadar Air dan Lumpur.

### 2.4 Alat yang digunakan.

Alat – alat yang digunakan dan dapat menunjang pada penelitian ini adalah Cetok (Spatula) / Sendok Adonan Beton, Timbangan Terakurasi 0,001, Saringan, *Shear Shaker*, Wadah Agregat, *Mixer*, Penggorengan / Oven, Cetakan Kubus Berdimensi 15 X 15, *Slump Test*, Mesin Abrasi (*Los Angeles*), Mesin Penggetar / *Vibrator Machine* Dan Mesin Kuat Tekan Beton.

### 2.5 Tahapan Penelitian.

Adapun alur dan tahapan pada penelitian ini secara garis besar adalah Persiapan, Pengujian Material Penyusun, Perancangan Campuran (*Mix Design*), Pembuatan Sampel, Perawatan Sampel (*Curing*), Pengujian Sampel, Analisa dan Pembahasan serta Kesimpulan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Formula Jobmix

*Formula job mix* yang digunakan oleh penulis adalah *mix design* metode *Development Of Environment (DOE)* [19] untuk Beton normal, sedangkan untuk Beton variasi menggunakan bahan Limbah Bata Ringan dan Bubuk Talek, maka penambahan sesuai dengan ketentuan. Adapun tabel *formula job mix* dapat disajikan pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** *Job Mix* Variasi 1 (Beton Normal).

Perencanaan Formula Job Mix Normal (Variasi 1)						
No	Formula Job Mix K-225	Berat	Satuan	Persentase		Sat
				Berat keseluruhan	Volume variasi	
1	Semen	1,25	Kg	15,90	9,41	%
2	Air	0,73	Kg	9,29	17,31	%
3	Batu Belah	3,53	Kg	44,91	33,48	%
4	Pasir	2,35	Kg	29,90	39,80	%
Total		7,86	Kg	100	100	%

Sumber : Analisa Rencana Jobmix Beton Normal K-225 SNI.

Pada *Job Mix* Variasi 1 komposisi bahan ditentukan sesuai dengan ketentuan *mix design* metode *DOE* bertujuan sebagai Beton pembanding dengan Beton variasi lainnya.

**Tabel 2.** *Job Mix* Beton variasi 2.

Perencanaan Formula Job Mix Variasi 2						
No	Formula Job Mix Variasi 2	Berat	Satuan	Persentase		Sat
				Berat keseluruhan	Volume variasi	
1	Semen	1,15	Kg	15,57	8,66	%
2	Air	0,73	Kg	9,47	17,31	%
3	Batu Belah	3,53	Kg	45,79	33,48	%
4	Pasir	2,12	Kg	27,44	35,82	%
5	Bubuk Talek	0,09	Kg	0,65	0,75	%
6	Bata Ringan	0,08	Kg	1,09	3,98	%
Total		7,77	Kg	100	100	%

Sumber : Analisa Rencana Jobmix Beton Variasi K-225.

Pada Job Mix variasi 2 dilakukan penggantian Pasir dengan Bata ringan sebesar 10 % dan Semen dengan Bubuk Talek sebesar 5%.

**Tabel 3.** *Job Mix* Beton variasi 3.

Perencanaan Formula Job Mix Variasi 3						
No	Formula Job Mix variasi 3	Berat	Satuan	Persentase		Sat
				Berat Keseluruhan	Volume variasi	
1	Semen	1,15	Kg	15,22	8,66	%
2	Air	0,73	Kg	9,66	17,31	%
3	Batu Belah	3,53	Kg	46,71	33,48	%
4	Pasir	1,88	Kg	24,87	31,84	%
5	Bubuk Talek	0,09	Kg	1,32	0,75	%
6	Bata Ringan	0,17	Kg	2,22	7,96	%
Total		7,55	Kg	100	100	%

Sumber : Analisa Rencana Jobmix Beton Variasi K-225.

Pada Job Mix variasi 3 dilakukan penggantian Pasir dengan Bata ringan sebesar 20 % dan Semen dengan Bubuk Talek sebesar 5%.

**Tabel 4.** *Job Mix* Beton variasi 4.

Perencanaan Formula Job Mix Variasi 4						
No	Formula Job Mix variasi 4	Berat	Satuan	Persentase		Sat
				Berat Keseluruhan	Volume variasi	
1	Semen	1,15	Kg	14,85	8,66	%
2	Air	0,73	Kg	9,85	17,31	%
3	Batu Belah	3,53	Kg	47,64	33,48	%
4	Pasir	1,65	Kg	22,23	27,86	%
5	Bubuk Talek	0,09	Kg	2,02	0,75	%
6	Bata Ringan	0,25	Kg	3,40	11,94	%
Total		7,40	Kg	100	100	%

Sumber : Analisa Rencana Jobmix Beton Variasi K-225.

Pada Job Mix variasi 4 dilakukan penggantian Pasir dengan Bata ringan sebesar 30 % dan Semen dengan Bubuk Talek sebesar 5%.

**Tabel 5.** *Job Mix* Beton variasi 5.

Perencanaan Formula Job Mix Variasi 5						
No	Formula Job Mix Variasi 5	Berat	Satuan	Persentase		Sat
				Berat Keseluruhan	Volume variasi	
1	Semen	1,15	Kg	14,64	8,66	%
2	Air	0,73	Kg	10,06	17,31	%
3	Batu Belah	3,53	Kg	48,65	33,48	%
4	Pasir	1,41	Kg	19,43	23,88	%
5	Bubuk Talek	0,09	Kg	2,58	0,75	%
6	Bata Ringan	0,34	Kg	4,63	15,92	%
Total		7,24	Kg	100	100	%

Sumber : Analisa Rencana Job mix Beton Variasi K-225.

Pada *Job Mix* variasi 5 dilakukan penggantian Pasir dengan Bata ringan sebesar 40 % dan Semen dengan Bubuk Talek sebesar 5%.

### 3.2 Hasil Pemeriksaan Berat Satuan Beton.

Pada pemeriksaan berat satuan Beton dilakukan setelah berumur 28 hari, [20]. Adapun hasil dari perhitungan satuan Beton dapat dilihat pada **Tabel 6**.

**Tabel 6.** Perhitungan Satuan Beton.

No	Variasi Beton	Berat Sampel 1 (Kg)	Berat Sampel 2 (Kg)	Berat Sampel 3 (Kg)	Berat Rata - Rata (Kg)
1	Variasi 1	8,060	8,015	7,990	8,021
2	Variasi 2	7,960	7,970	7,955	7,961
3	Variasi 3	7,895	7,900	7,875	7,890
4	Variasi 4	7,855	7,825	7,830	7,836
5	Variasi 5	7,800	7,805	7,815	7,806

Sumber : Analisa Perhitungan Satuan Beton.

Dari **Tabel 6**. diatas dapat disimpulkan bahwa berat satuan Beton mengalami penurunan seiring dengan pembahan Limbah Bata Ringan dan Bubuk Talek. Berat paling ringan adalah Beton variasi 5 yaitu 7,8 Kg dan paling berat adalah Beton variasi 1.

### 3.3 Hasil Pemeriksaan Kuat Tekan Beton.

Pengujian Kuat Tekan Beton dilakukan dengan menggunakan mesin kuat tekan hidrolis yang memiliki kuat tekan mencapai 500 Ton. Benda uji yang dipakai memiliki dimensi 15 x 15 x 15 Cm dan telah berumur 28 Hari sejak dilakukannya proses Job Mix, [21].

**Tabel 7.** Perhitungan Kuat Tekan Beton.

No	Variasi	Angka Dial (Newton)	Angka Dial (Kg)	Luas Penampang (15x15 Cm)	Hasil tes (K) Kuat Tekan (Kg/Cm)	Rata-rata Kuat tekan (Kg/Cm)	Angka Penurunan Nilai kuat tekan (%)
1	Beton	74,6	746000	225	331,556	369,778	0
2	Variasi 0% (normal)	95	950000	225	422,222		
3		80	800000	225	355,556		
4	Limbah bata ringan 10% & Bubuk talek 8%	70	700000	225	311,111	294,667	20,31
5		63,9	639000	225	284		
6		65	650000	225	288,889		
7	Limbah bata ringan 20% & Bubuk talek 8%	60,5	605000	225	268,889	271,852	7,74
8		63	630000	225	280		
9		60	600000	225	266,667		
10	Limbah bata ringan 30% & Bubuk talek 8%	55	550000	225	244,444	251,111	7,62
11		58,5	585000	225	260		
12		56	560000	225	248,889		
13	Limbah bata ringan 40% & Bubuk talek 8%	51,7	517000	225	229,778	225,481	10,20
14		47,5	475000	225	211,111		
15		53	530000	225	235,556		

Sumber : Analisa Perhitungan Kuat Tekan Beton.

Nilai kuat tekan yang dihasilkan Beton normal (variasi 1) pada sampel uji 2 mencapai K-400 dan memiliki nilai rata-rata k-350 dari ketiga sampel. Adapun hasil dari sampel Beton lainnya, nilai kuat tekan mengalami penurunan seiring dilakukannya penambahan pada formula Beton. Terlihat pada **Tabel 7.** yaitu, Beton variasi 2 menghasilkan nilai kuat tekan rata – rata 294,667, Beton variasi 3 nilai kuat tekan rata – rata 271,852, Beton variasi 4 nilai kuat tekan rata – rata 251,111, Beton variasi 5 menghasilkan nilai kuat tekan rata-rata 225,481. Dan yang memiliki rata-rata penurunan nilai kuat tekan paling banyak yaitu sebesar 20,31% pada Beton variasi 2 terhadap kuat tekan Beton normal, kemudian 10,20% pada Beton variasi 5 terhadap kuat tekan Beton variasi 4, dan disusul 7,62% pada Beton variasi 4 terhadap kuat tekan Beton variasi 3, dan penurunan paling rendah yaitu 7,74% pada Beton variasi 3 terhadap kuat tekan Beton variasi 2.

### 3.1 Hasil Pemeriksaan Absorpsi Beton.

Pengujian *Absorpsi* Beton dilakukan pada saat umur Beton mencapai 28 hari, kemudian diangkat dari proses curing dan didiamkan sampai benar benar mencapai keadaan kering sempurna, [22]. Setelah itu baru dilakukan tes *Absorpsi* dengan pengambilan data berat Beton sebelum direndam, setelah direndam 1 Jam, setelah direndam 4 Jam, dan setelah direndam 24 Jam.

Adapun rekapitulasi nilai dari pengujian *Absorpsi* dapat disajikan pada **Tabel 8.** berikut.

**Tabel 8.** Perhitungan Kuat Tekan Beton.

Data <i>Absorpsi</i> Beton								
No	Variasi Benda Uji	Berat Kering (Ws)	Waktu Perendaman			Hasil <i>Absorpsi</i>		
			1 Jam	4 Jam	24 Jam	1 Jam	4 Jam	24 Jam
1	Beton variasi 1	8,060	8,070	8,080	8,090	0,0012	0,0025	0,0037
2	Beton variasi 2	7,960	7,970	7,980	7,995	0,0013	0,0025	0,0044
3	Beton variasi 3	7,895	7,910	7,920	7,940	0,0019	0,0032	0,0057
4	Beton variasi 4	7,855	7,870	7,875	7,890	0,0019	0,0025	0,0045
5	Beton variasi 5	7,800	7,815	7,820	7,840	0,0019	0,0027	0,0047
Rata – Rata						0,0016	0,0027	0,0047

Sumber : Analisa Perhitungan Nilai *Absorpsi* Beton.

Dari **Tabel 8.** diatas dapat dilihat pada setiap variasi Beton yang diuji mempunyai hasil *Absorpsi* yang berbeda, diantaranya adalah Beton dengan variasi normal memiliki resapan air pada durasi 1 Jam senilai 0,0012 Kg, kemudian durasi 4 Jam senilai 0,0025 Kg, dan pada perendaman durasi 24 Jam senilai 0,0037 Kg dari berat kering. Beton dengan variasi 2 mempunyai resapan air 0,0013 Kg pada durasi 1 Jam pertama, kemudian 0,0044 Kg pada 4 Jam berikutnya, dan 0,0044 Kg setelah perendaman 24 Jam dari berat kering. Beton variasi 3 mempunyai resapan air sebesar 0,0019 Kg pada 1 Jam pertama, dan 0,0032 Kg pada 4 Jam berikutnya, kemudian setelah 24 Jam perendaman menghasilkan resapan air sebanyak 0,0057 Kg dari berat kering. Beton dengan variasi 4 pada perendaman 1 Jam memiliki hasil resapan air sebanyak 0,0019 Kg, dan pada 4 Jam sebanyak 0,0025 Kg, kemudian pada 24 Jam mempunyai hasil resapan air sebanyak 0,0045 Kg dari berat kering. Beton dengan variasi 5 mempunyai hasil resapan air durasi 1 Jam senilai 0,0019, 4 Jam senilai 0,0027 Kg dan 24 Jam senilai 0,0047 Kg dari berat kering. Kesimpulannya bahwa dengan penambahan atau tanpa penambahan Bubuk Talek dan Bata Ringan memiliki nilai *Absorpsi* yang tidak beda jauh. Adapun nilai rata-rata *Absorpsi* pada durasi perendaman 1 Jam menghasilkan nilai 0,0016 Kg dan 4 Jam senilai 0,0027 Kg kemudian nilai dari durasi 24 Jam adalah 0,0047 Kg.



#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang didapat dapat ditarik kesimpulan yang dapat disajikan dengan sebagai berikut :

1. Hasil nilai kuat tekan yang dihasilkan dari pengujian Beton normal (variasi 1) memiliki nilai rata-rata nilai karakteristik 350 Kg/Cm. Beton variasi 2 menghasilkan nilai kuat tekan rata – rata 294,667 Kg/Cm, Nilai rata – rata Beton variasi 3 adalah 271,852 Kg/Cm, Beton variasi 4 nilai kuat tekan rata – rata 251,111 Kg/Cm dan Beton variasi 5 menghasilkan nilai kuat tekan rata-rata 225,481 Kg/Cm.
2. Nilai optimum yang didapat pada penelitian berikut adalah Beton variasi 1 dengan sampel nomor 2. Nilai kuat tekan yang didapat adalah 422,222 Kg/Cm, selanjutnya Beton normal sampel 3 senilai 355,556 Kg/Cm, dan Beton normal sampel 1 senilai 331,556 Kg/Cm dengan rata-rata 369,778 Kg/Cm.
3. Pada pengujian *Absorpsi* mendapatkan kesimpulan bahwa dengan penambahan atau tanpa penambahan Bubuk Talek dan Bata Ringan memiliki nilai *Absorpsi* yang tidak beda jauh. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai efektivitas Beton mengalami penurunan seiring dilakukannya modifikasi campuran.

#### 5. SARAN

Pada penelitian yang berjudul Uji Kuat Tekan Dan Absorpsi Pada Beton Ringan Dengan Penambahan Limbah Bata Ringan Dan Bubuk Talek berikut memiliki hasil nilai efektivitas Beton yang mengalami penurunan seiring dilakukannya modifikasi campuran. Untuk itu saran yang dapat penulis sampaikan adalah perlu dilakukan pertimbangan lebih lanjut dalam melakukan rencanakan *Mix Design* modifikasi campuran Beton, khususnya dengan bahan modifikasi Limbah Bata Ringan dan Bubuk Talek.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam penyusunan artikel ini, penulis ucapkan terimakasih kepada dosen pembimbing dan Universitas Kadiri. Penulis berharap agar artikel ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. I. Candra, H. Wahyudiono, S. Anam, and D. Aprillia, “KUAT TEKAN BETON  $F_c$  ' 21 , 7 MPa MENGGUNAKAN WATER REDUCING AND HIGH RANGE ADMIXTURES,” vol. 5, no. 1, 2020.
- [2] Zulkifly, N. H. Aswad, and R. Talanipa, “Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton pada Beton Normal,” *Stabilita*, vol. 1, no. 2, pp. 121–128, 2013.
- [3] S. Handayani, “Analisis Pengujian Struktur Balok Laminasi Kayu Sengon Dan Kayu Kelapa,” *J. Tek. Sipil dan Perenc.*, vol. 18, no. 1, pp. 39–46, 2016, doi: 10.15294/jtsp.v18i1.6693.
- [4] H. Suseno, *Bahan Bangunan Untuk Teknik Sipil*. Malang: Bargie Media, 2010.
- [5] C.-K. Wang and C. G. Salmon, *Disain Beton Bertulang*. Jakarta: Erlangga, 1986.
- [6] R. B. Anugraha and S. Mustaza, “Beton Ringan dari Campuran Styrofoam dan Serbuk Gergaji dengan Semen Portland 250, 300 dan 350 kg/m<sup>3</sup>,” *J. Apl. Tek. Sipil*, vol. 8, no. 2, p. 57, 2010, doi: 10.12962/j12345678.v8i2.2722.
- [7] A. I. Candra, E. Gardjito, Y. Cahyo, and G. A. Prasetyo, “Pemanfaatan Limbah Puntung Rokok Filter Sebagai Bahan Campuran Beton Ringan Berpori,” *UKARsT*, vol. 3, no. 1, p. 82, 2019, doi: 10.30737/ukarst.v3i1.365.
- [8] F. octaviani Lomboan, ellen j. Kummat, and R. S. Windah, “Pengujian Kuat Tekan Mortar Dan Beton Ringan Dengan Menggunakan Agregat Ringan Batu Apung Dan Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Parsial Semen,” *J. Sipil Statik*, vol. 4, no. 4, pp. 271–278, 2016.
- [9] A. Syarif, C. Setyawan, and I. Farida, “Analisa Uji Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambahan Batu Bata Merah,” *J. STT-Garut*, vol. 14, no. 1, pp. 46–56, 2016.
- [10] Badan Standarisasi Nasional, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional, 2002.
- [11] A. D. Krisna, S. Winarto, and A. Ridwan, “MEMANFAATKAN LIMBAH AMPAS TEBU DAN ZAT ADDITIF SIKACIM BONDING ADHESIVE,” *Jurmateks*, vol. 2, no. 1, pp. 1–15, 2019.
- [12] A. Asroni, *Balok dan Pelat Beton Bertulang*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
- [13] PBI 1971 N.I. - 2, “Peraturan Beton Bertulang indonesia 1971 N.I. - 2,” *Jakarta*

- Direktorat Penyelid. Masal. Bangunan*, vol. 7, p. 130, 1971.
- [14] M. A. Anshori, A. Ridwan, and Y. C. SP, “PENELITIAN UJI KUAT TEKAN BETON DENGAN MEMANFAATKAN AIR LIMBAH TETES TEBU DAN ZAT ADDITIVE CONCRETE,” *Jurmateks*, vol. 2, no. 1, pp. 16–28, 2019.
- [15] Tjokrodijuljo, “Material Penyusun Beton,” *J. Swidodo Tek. Sipil Univ. Negeri Yogyakarta*, pp. 1–23, 1996.
- [16] E. Gardjito, A. I. Candra, and Y. Cahyo, “Pengaruh Penambahan Batu Karang Sebagai Substitusi Agregat Halus Dalam Pembuatan Paving Block,” *UKaRsT*, vol. 2, no. 1, p. 35, 2018, doi: 10.30737/ukarst.v2i1.374.
- [17] K. Tjokrodijuljo, “Teknologi Beton,” *Biro Penerbit Tek. Sipil Univ. Gajah Mada*, 2009.
- [18] Z. Zainuri, G. Yanti, and S. W. Megasari, “Optimasi Metode Pemisahan Serat Pelepah Kelapa Sawit Terhadap Kuat Tekan Bata Ringan,” *SIKLUS J. Tek. Sipil*, vol. 4, no. 2, pp. 80–90, 2018, doi: 10.31849/siklus.v4i2.1186.
- [19] E. Doe, “Perencanaan Kombinasi Beton dengan Metode Departement of Environment (DoE),” vol. 4, no. November, pp. 602–612, 2019.
- [20] S. Winarto, “Pemanfaatan Serat Ijuk Sebagai Material Campuran Dalam Beton Untuk Meningkatkan Kemampuan Beton Menahan Beban Tekan Studi Kasus: Pembangunan Homestay Singonegaran Kediri,” *UKaRsT*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2017.
- [21] M. Sumajouw, S. Dapas, and R. Windah, “Pengujian Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi,” *J. Ilm. Media Eng.*, vol. 4, no. 4, p. 97267, 2014.
- [22] E. Siswanto and A. Gunarto, “PENAMBAHAN FLY ASH DAN SERAT SERABUT KELAPA SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN BETON,” *UKaRsT*, vol. 3, no. 1, pp. 56–65, 2019.