

Pengaruh Penggunaan Air Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton

Hartini

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Dayanu Ikhsanuddin, Indonesia
hartini@unidayan.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya nilai kuat tekan pada umur 3, 7, dan 28 hari yang dihasilkan akibat substitusi air kelapa tua. Penelitian ini menggunakan 4 variasi komposisi yaitu, beton normal tanpa substitusi air kelapa dan substitusi air kelapa tua 5%, 10%, dan 15% terhadap berat air. Pengujian meliputi uji karakteristik dan kuat tekan beton dilakukan pada umur 3, 7 dan 28 hari. Digunakan benda uji silinder dimensi 15 cm x 30 cm, dengan total keseluruhan 36 sampel. Hasil dari nilai uji kuat tekan normal umur 3 hari 80,80 kg/cm², umur 7 hari 131,39 kg/cm², dan umur 28 hari 202,00 kg/cm². Persentase 5% hasil uji kuat tekan umur 3 hari 55,79 kg/cm², umur 7 hari 90,61 kg/cm², dan umur 28 hari 139,47 kg/cm². Adapun persentase 10% hasil uji kuat tekan umur 3 hari sebesar 64,25 kg/cm², umur 7 hari 104,46 kg/cm², dan umur 28 hari 160,64 kg/cm², serta persentase 15% hasil uji kuat tekan umur 3 hari 80,41 kg/cm², umur 7 hari 130,63 kg/cm², dan umur 28 hari 201,04 kg/cm². Dari hasil rata-rata uji kuat tekan umur 28 hari persentase 5%, 10%, dan 15% mengalami penurunan berkisar 30,96% - 0,48% terhadap nilai kuat tekan beton normal.

Kata kunci : Beton, Air Kelapa Tua, Kuat Tekan..

Pendahuluan

Menurut (Tjokrodimulyo, 1996) beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari medium campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air serta bahan tambah. Karena beton merupakan komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuknya.

Air merupakan faktor penting dalam pembuatan beton. Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membahasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pengerjaan (*workability*). (Tri Mulyono, 2005).

Substitusi atau pengganti adalah suatu bahan berupa bubuk atau cairan, yang ditambahkan kedalam campuran adukan beton selama pengadukan, dengan tujuan untuk mengubah sifat adukan atau betonnya. (Spesifikasi bahan substitusi untuk beton, SK SNI S-18-1990-03). Penggunaan substitusi dalam sebuah campuran beton harus memperhatikan standar yang berlaku seperti SNI (Standar Nasional Indonesia), ASTM (*American Society for Testing and Materials*) atau ACI (*American Concrete Institute*).

Kapontori merupakan salah satu kecamatan yang terdapat di Kabupaten Buton yang terdiri dari 17 desa dan 2 kelurahan. Mata pencaharian di Kecamatan Kapontori yang

menjadi penyokong penghasilan masyarakat cukup beragam diantaranya nelayan, peternakan, pertanian, perkebunan, wirausaha, dan lain-lain. Pemanfaatan penghasilan di bidang perkebunan adalah dengan memanfaatkan tanaman kelapa. Salah satu desa penghasil buah kelapa terbanyak untuk di wilayah Kecamatan Kapontori terdapat di desa Watuoge. Warga di desa tersebut memanfaatkan buah kelapa sebagai pembuatan kopra yang memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi.

Umumnya air yang digunakan dalam pembuatan beton adalah air yang dapat diminum/air tawar. Namun, dewasa ini, dinegara-negara maju ketersediaan air tawar semakin berkurang yang kemudian lambat laun akan berpengaruh pada penggunaannya dalam produksi beton terutama dalam jumlah besar.

Hal ini kemudian menjadi tantangan tersendiri dalam dunia teknik sipil untuk dapat membuat beton dengan kualitas dan ketahanan tinggi (durabilitas) dengan menggunakan material penyusun yang ada. Misalnya dengan penggunaan air kelapa sebagai salah satu material penyusun beton.

Air Kelapa Tua Sebagai Bahan Substitusi

Kelapa (*Cocos nucifera*) adalah anggota tunggal dalam marga Cocos dari suku aren-arenan atau *Areceae*. Tanaman kelapa merupakan tanaman serbaguna karena seluruh bagian tanaman ini

bermanfaat bagi kehidupan manusia. Tanaman kelapa juga memiliki nilai budaya dan ekonomi yang cukup tinggi dalam kehidupan masyarakat (Luntungan, 2008).

Di Indonesia produksi buah kelapa rata-rata 15,5 milyar butir/tahun atau setara dengan 3,02 juta ton kopra, 3,75 juta ton air kelapa. (Nur, Kardiyono, Umar dan Aris 2003).

Selama ini pemanfaatan buah kelapa sebagian besar adalah daging buahnya. Buah kelapa banyak dimanfaatkan pada bagian dagingnya, sedangkan air kelapa pemanfaatannya masih kurang. (Helmi, 2003).

Menurut (Ismail Maskromo, Jeanette Kumaunang dan Steivie Karouw Balai Penelitian Tanaman Kelapa dan Palma Lain, 2021) Senyawa yang terdapat pada air kelapa tua dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Komposisi Air Kelapa

Komposisi	Jumlah
Kalori	17,4 kkal
Kadar air	95,5 %
Kadar lemak	<0.1 %
Kadar protein	0,1 %
Kadar abu	0,4 %
Kadar kabohidrat	4,0 %
Kadar gula total	5,6 %
Kadar mineral	
1. Nitrogen (N)	432 mg/l
2. Fosfor (P)	186 mg/l
3. Kalium, (K)	7300 mg/l
4. Kalsium (Ca)	994 mg/l
5. Magnesium (Mg)	262 mg/l
6. Chlorida (Cl)	1830 mg/l
7. Sulfur	35,40 mg/l
8. Besi (Fe)	11,54 mg/l
9. Mangan (Mn)	49 mg/l
10. Tembaga (Cu)	18 mg/l
11. Seng (Zn)	0,80 mg/l
12. Vitamin C	2,2 – 3,4 mg/100 ml

Air kelapa tua dengan substitusi 5%, 10%, dan 15% dari berat air, diharapkan dapat meningkatkan kuat tekan pada umur 28 hari.

Adapun tujuan penelitian ini adalah: Untuk mengetahui besarnya nilai kuat tekan pada umur 3, 7, dan 28 hari yang dihasilkan akibat substitusi air kelapa tua dengan perbandingan 5%, 10%, dan 15% pada beton.

Metodologi Penelitian

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah semen, agregat halus, agregat kasar, air dan substitusi air kelapa.

Semen yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis semen yang digunakan untuk konstruksi beton dan banyak tersedia di pasaran yaitu jenis semen *portland* tipe I (PCC), sesuai dengan SNI 15-0302-2004.

Agregat halus terdiri dari butiran sebesar 0,14 - 5 mm, didapat dari hasil disintegrasi batuan alam (*natural sand*) atau dapat juga dengan memecahnya (*artificial sand*). Agregat halus yang digunakan yaitu dari Bandar Batauga, Kelurahan Busowa, Kecamatan Batauga, Kabupaten Buton Selatan.

Agregat kasar yang dimaksud adalah agregat dengan besar butiran lebih dari 5 mm. Agregat kasar yang digunakan adalah asal Kelurahan Masiri, Kecamatan Batauga, Kabupaten Buton Selatan.

Air yang dipakai pada penelitian ini adalah air PDAM yang diperoleh di Laboratorium Pengujian.

Air kelapa tua dengan substitusi 5%, 10%, dan 15% dari berat air adalah air kelapa yang berasal dari desa Watouge, Kecamatan Kapontori, Kabupaten Buton.

Alat – Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah Alat pengujian karakteristik agregat, Alat perancangan beton dan Alat uji tekan beton.

Alat pengujian karakteristik agregat, terdiri dari : a) Satu set ayakan yang terdiri dari : 1/2”1, 3/4”, 1/2”, 3/8”, No.4, No.8, No. 16, No.30, No.50, No.100, No.200. b) Timbangan digital kapasitas 75kg x 5gr. c) Gelas ukur kapasitas 100 ml. d) Alat pengering (oven) suhu dapat diatur konstan (110 ± 5) °C. e) Timbangan ketelitian 0,01% berat contoh. f) Talam. g) Piknometer kapasitas 500 ml. h) Tongkat pemadat Ø 15 mm, panjang 60 Cm dengan ujung bulat. i) Mistar perata (*straight edge*). j) Wadah baja yang cukup kaku berbentuk silinder dengan alat pemegang. k) Cawan. l) Alat uji abrasi (*Los Angeles Machine*). m) Kerucut terpancang (*come*) diameter atas (40 ± 3) mm, diameter bawah (90 ± 3) mm dan tinggi (75 ± 3) mm terbuat dari logam dengan tebal minimum 0,8 mm. n) Batang penumbuk dengan bidang permukaan rata, berat (340 ± 15) gr, diameter permukaan penumbuk (25 ± 3) mm.

Alat Perancangan Beton terdiri dari :
 a) Ember plastik/aluminium. b) Sekop dan sendok besi. c) *Slump test*. d) Cetakan berupa silinder 15 x 30 Cm. e) *Concrete mixer*/mesin pencampur beton.

Metode Penelitian

Metode yang di gunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental di laboratorium dengan tahapan dimulai dari persiapan alat dan bahan yang akan digunakan, menentukan nilai kuat tekan beton yang direncanakan yakni 20 MPa, uji karakteristik material, pembuatan benda uji, perawatan benda uji, dan uji kuat tekan beton.

Pemeriksaan Karakteristik Agregat

Pelaksanaan penelitian ini diawali dengan pemeriksaan karakteristik fisik terhadap sampel agregat halus dan agregat kasar. Secara umum pemeriksaan agregat yang dilakukan meliputi meliputi : a) Pemeriksaan analisa saringan agregat halus, agregat kasar dan bahan substitusi. b) Pemeriksaan kadar air agregat halus, agregat kasar dan bahan substitusi. c) Pemeriksaan lewat saringan No.200 (kadar lumpur) agregat halus agregat kasar dan bahan substitusi. d) Pemeriksaan berat isi agregat halus dan agregat kasar. e) Pemeriksaan uji abrasi agregat kasar menggunakan (*Los Angeles Machine*).

Dari hasil pemeriksaan diatas kemudian disesuaikan dengan kebutuhan data-data yang diperlukan untuk perancangan campuran beton yang akan dibuat dengan menggunakan metode Standar Nasional Indonesia SNI.03-2834-2000, Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran beton Normal.

Perancangan Campuran Beton

Perencanaan campuran beton dilakukan dengan cara langsung dengan menentukan proporsi perbandingan antara agregat kasar dan agregat halus serta pemakaian nilai Faktor Air Semen (FAS) tertentu. Dari nilai tersebut selanjutnya dapat ditentukan berat dari masing-masing material penyusun beton yaitu berapa jumlah pemakaian air dalam liter, pemakaian agregat kasar, agregat halus, semen dan air kelapa tua dalam kilogram.

Bahan substitusi air kelapa tua pada pencampuran beton dilakukan dengan melarutkan air kelapa tua sesuai perbandingan dengan berat air pencampuran beton.

Pembuatan campuran beton dilakukan di area laboratorium Fakultas Teknik Program Studi Sipil Universitas Dayanu Ikhsanuddin Baubau, diatas pelat kedap air pada suhu yang normal. Penyediaan material untuk campuran dengan mengambil kebutuhan berdasarkan proporsi berat untuk 36 benda uji berbentuk Silinder dengan ukuran diameter 15 cm x tinggi 30 cm untuk masing-masing penggunaan proporsi dengan presentasi campuran yang sama namun berbeda komposisi.

Pemeriksaan *slump* beton yang menentukan kekentalan adukan beton segar. Pemeriksaan ini dilakukan dengan menggunakan kerucut Abram (kerucut terpancung) dengan diameter bagian bawah 20 cm, bagian atas 10 cm, dan tinggi 30 cm. Bagian atas dan bagian bawah cetakan terbuka. Cetakan di isi adukan beton segar dalam tiga lapis dimana tiap lapisan ditusuk-tusuk dengan batang pemadat secara merata sebanyak 25 kali, kemudian cetakan di angkat. Selisih antara tinggi awal dan tinggi akhir itu adalah nilai *slump*.

Setelah pembuatan benda uji, maka dilakukan perawatan pada beton (beton direndam dalam air) sampai masa pengujian kuat tekan pada umur 3 hari, 7 hari dan 28 hari.

Matriks Benda Uji

Jumlah benda uji dalam penelitian ini berjumlah 36 buah. Masing masing sampel benda uji berjumlah 9 buah dengan 4 variasi yaitu, beton normal(tanpa air kelapa), penambahan bahan substitusi 5%, 10%, dan 15% dengan menggunakan faktor air semen 0,57. Dapat dilihat pada Tabel 2, berikut ini :

Tabel 2. Matriks Benda Uji

No.	Umur Beton	FAS	Sampel	
	(Hari)	(Faktor Air Semen)	Variasi Campuran Terhadap Semen (%)	Jumlah Sampel
1	3	0,57	Normal 0%	3
	7		(Tanpa Air Kelapa)	3
	28			3
2	3		Substitusi Air Kelapa (5%)	3
	7			3
	28			3
3	3		Substitusi Air Kelapa (10 %)	3
	7			3
	28			3
4	3	Substitusi Air Kelapa (15 %)	3	
	7		3	
	28		3	
Jumlah				36

Hasil Penelitian

Karakteristik Material

Agregat Halus

Karakteristik agregat halus pasir Kelurahan Bandar Batauga Kecamatan Batauga dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini :

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa pemeriksaan fisik agregat halus memenuhi spesifikasi SNI sehingga memenuhi syarat sebagai campuran adukan beton. Adapun analisa saringan agregat halus asal Bandar Batauga Kecamatan Batauga diperlihatkan pada Tabel 4 berikut ini :

Tabel 3. Karakteristik Pasir Bandar Batauga.

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Spesifikasi	Satuan
1	Berat Jenis :			
	- Berat Jenis Bulk	2,65	1,6 – 3,3	--
	- Berat Jenis SSD	2,58	1,6 – 3,3	--
	- Berat Jenis Semu	2,61	1,6 – 3,3	--
	- Penyerapan	1,09	Max 2 %	%
2	Berat Isi Lepas	1,39	1,4-1,9	gr/cm ³
3	Berat Isi Padat	1,61	1,4-1,9	gr/cm ³
4	Kadar Lumpur	3,89	Max 5 %	%
5	Kadar Air	1,70	2 % - 5 %	%

Tabel 4. Hasil Analisa Saringan Pasir

No	Lubang Ayakan	Material 1000 Gram			
		Berat Tertahan Rata-rata (gr)	% Tertahan	% Komulatif Tertahan	% Komulatif Lolos
1	1"	0,00	0,00	0,00	100,00
2	¾"	0,00	0,00	0,00	100,00
3	½"	0,00	0,00	0,00	100,00
4	3/8"	0,00	0,05	0,00	100,00
5	No. 4	0,00	0,00	0,00	100,00
6	No. 8	240,20	24,02	24,02	75,98
7	No. 16	230,80	23,08	47,10	52,90
8	No. 30	250,50	25,05	72,15	27,85
9	No. 50	120,40	12,04	84,19	15,81
10	No. 100	80,40	8,04	92,23	7,77
11	Pan	77,70	7,77	100	0,00

Selanjutnya hasil pemeriksaan gradasi pasir Kelurahan Bandar Batauga Kecamatan Batauga diperoleh berdasarkan tabel hasil analisa saringan pasir pada Tabel 4 diatas. hasil pemeriksaan gradasi ini dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini.

Berdasarkan kriteria diatas, maka hasil analisa saringan Agregat Halus (Pasir) Kelurahan Bandar Batauga masuk dalam daerah Gradasi I atau Pasir halus. Persentase kehalusan butiran pasir kemudian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini:

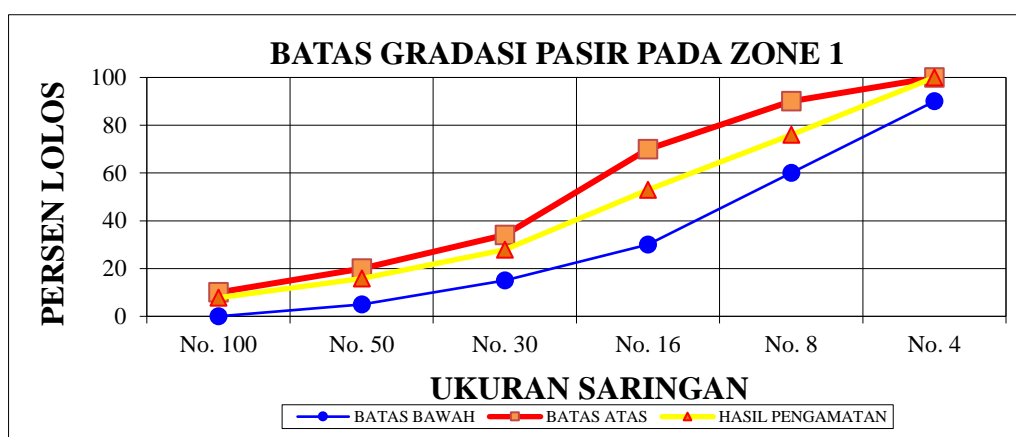
Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Gradasi Pasir

Lubang Ayakan	Persentase Berat Butir yang Lewat Ayakan				Agregat Yang Digunakan	
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV	Pasir Bandar Batauga	Ket
3/8"	100	100	100	100	100	I
No. 4	90-100	90-100	90-100	95-100	100	I
No. 8	60-95	75-100	85-100	95-100	75,12	I
No. 16	30-70	55-90	75-100	90-100	53,05	I
No. 30	15-34	35-59	60-79	80-100	27,37	I
No. 50	5-20	8-30	12-40	15-50	16,10	I
No. 100	0-10	0-10	0-10	0-15	7,96	I

Keterangan :

- Daerah Gradasi I = Pasir Kasar
- Daerah Gradasi II = Pasir Agak Kasar
- Daerah Gradasi III = Pasir Agak Halus
- Daerah Gradasi IV = Pasir Halus

Hubungan ukuran saringan dengan Persen Lolos Agregat Halus berdasarkan Tabel 5 diatas dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Grafik Hubungan Ukuran Saringan dengan Persen Lolos Agregat Halus

Agregat Kasar

Hasil pemeriksaan agregat kasar Kelurahan Masiri Kecamatan Batauga dapat dilihat pada Tabel 6 dari hasil analisa data, sebagai berikut :

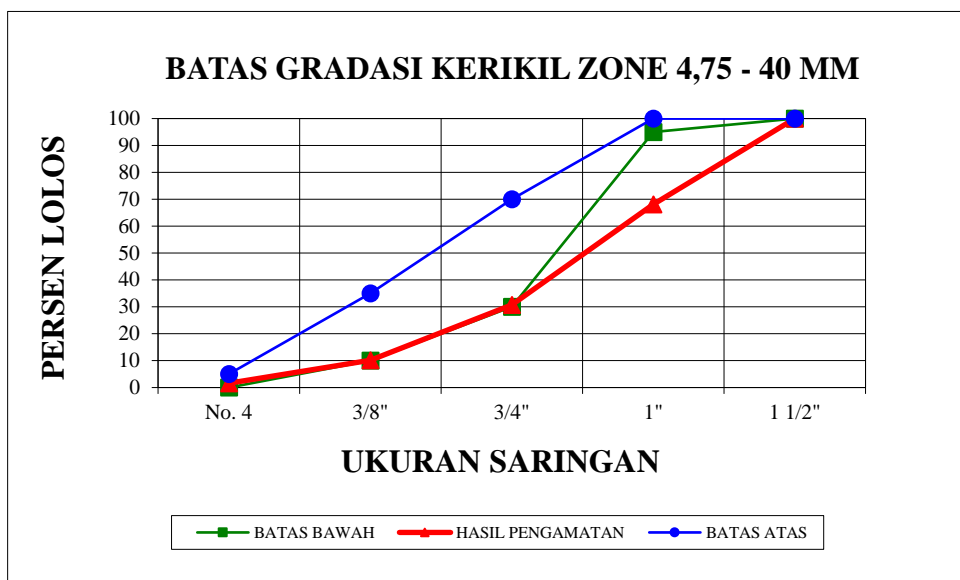
Tabel 6. Karakteristik

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Spesifikasi	Satuan
1	Berat Jenis :			
-	Berat Jenis Bulk	2,26	1,6 – 3,3	--
-	Berat Jenis SSD	2,24	1,6 – 3,3	--
-	Berat Jenis Semu	2,25	1,6 – 3,3	--
-	Penyerapan	0,45	Max 2 %	%
2	Berat Isi Lepas	1,33	1,6-1,9	gr/cm ³
3	Berat Isi Padat	1,48	1,6-1,9	gr/cm ³
4	Keausan	28,80	Max 40 %	%
5	Kadar Air	4,11	Max 5 %	%
6	Kadar lumpur	1	2 % - 5 %	%

Hasil pemeriksaan karakteristik agregat kasar Kelurahan Masiri Kecamatan Batauga untuk berat isi tidak memenuhi spesifikasi SNI, namun untuk pengujian yang lain telah sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan. Secara umum Hasil pemeriksaan karakteristik agregat kasar menunjukkan hasil yang baik, dan dapat digunakan sebagai campuran adukan beton.

Ketahanan aus dengan mesin Los Angeles sangat baik yaitu tidak lebih dari 40% maka agregat kasar Kelurahan Masiri Kecamatan Batauga sangat layak digunakan.

Selanjutnya hasil pemeriksaan gradasi Agregat Kasar Kelurahan Masiri berdasarkan hasil analisa saringan dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Grafik Hubungan Ukuran Saringan dan Persen Lolos Agregat Kasar.

Dari Gambar 2 diatas dapat dilihat bahwa Agregat Kasar Kelurahan Masiri masuk dalam daerah Gradasi Standar Agregat dengan butiran maksimum 40mm.

Komposisi perancangan campuran beton

Komposisi perancangan campuran beton normal tanpa substitusi air kelapa tua dengan faktor air semen (FAS) 0,57 dapat dilihat pada Tabel 7 sebagai berikut :

Tabel 7. Komposisi *Mix Design*

Bahan Beton	Berat/M ³ Beton (Kg)	Rasio Terhadap Jml. Semen	Berat 1 Sampel (Kg)	Berat 9 Sampel (Kg)
Air	173,79	0,52	0,921	8,29
Semen	336,36	1,00	1,78	16,05
Pasir	642,40	1,91	3,41	30,65
Kerikil	1072,45	3,19	5,69	51,17

Adapun komposisi perancangan campuran beton dengan air kelapa tua sebagai substitusi dari air dapat dilihat pada Tabel 8 dari hasil analisa data, sebagai berikut :

Tabel 8. Substitusi Air Kelapa Tua Terhadap Air

Bahan Substitusi Beton (%)	Berat untuk 1 Sampel (Kg)	Berat untuk 9 Sampel (Kg)
5%	0,10	0,84
10%	0,19	1,69
15%	0,28	2,53

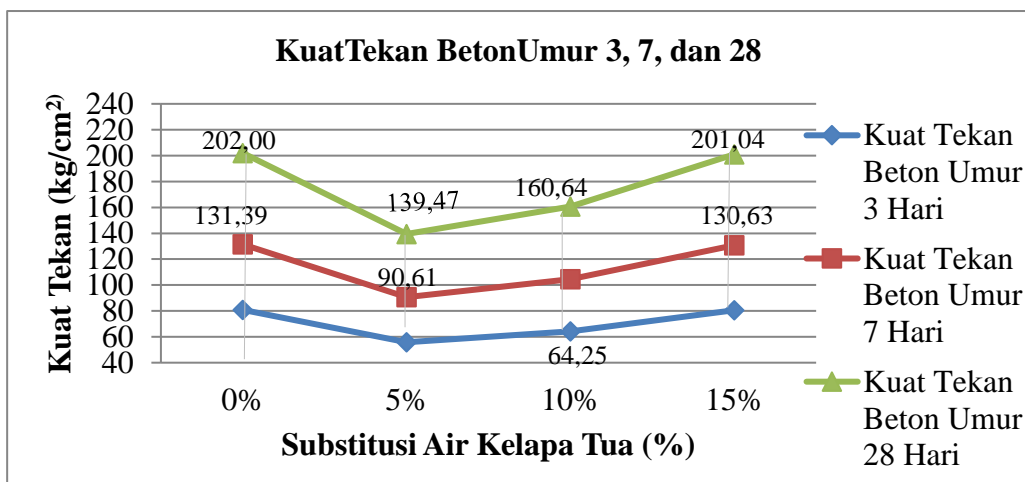
Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan bertujuan untuk mengetahui kekuatan beton (*compressive strength*) yang direndam (*curing*) di Laboratorium pada umur 3 hari, 7 hari, dan 28 hari. Pengujian dilakukan dengan FAS 0,57 dengan substitusi air kelapa tua terhadap air sebesar 5%, 10%, 15% yang tiap variasinya terdiri dari 3 benda uji.

Hasil yang diperoleh dari pengujian kuat tekan adalah nilai rata-rata kuat tekan dari tiga benda uji pada tiap-tiap umur pengujian berdasarkan substitusi air kelapa tua terhadap semen dengan persentase 5%, 10%, dan 15% dapat dilihat pada Tabel 9 dari hasil analisa data, dan disajikan dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 9. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Rata-Rata Dengan Substitusi Air Kelapa Tua Terhadap Berat Air Dengan FAS 0,57

No	Uraian	Kuat Tekan (Kg/cm ²)			
		Normal (tanpa air kelapa)	Substitusi Air Kelapa Tua		
			5%	10 %	15 %
1	Umur 3 hari	80,80	55,79	64,25	80,41
2	Umur 7 hari	131,39	90,61	104,46	130,63
3	Umur 28 hari	202,00	139,47	160,64	201,04



Gambar 3. Grafik Kuat Tekan beton menggunakan substitusi air kelapa tua 5%, 10%, 15% dan Beton Normal pada umur 3, 7 dan 28 hari.

Dari grafik pada Gambar 9 dapat dilihat terjadi penurunan kuat tekan beton dengan substitusi air kelapa tua 5%, 10% dan 15%. Kuat tekan sampel beton dengan substitusi air kelapa tua terhadap berat air 0%, 5%, 10%, 15% dengan FAS 0,55 pada umur 3 hari sebesar 80,80 Kg/Cm², 55,79 Kg/Cm², 64,25 Kg/Cm², dan 80,41 Kg/Cm², umur 7 hari sebesar 131,39 Kg/Cm², 90,61 Kg/Cm, 104,46 Kg/Cm², dan 130,63 Kg/Cm². Pada umur 28 hari sebesar 202,00 Kg/Cm², 139,47 Kg/Cm², 160,64 Kg/Cm², 201,04 Kg/Cm².

Dari hasil uji kuat tekan umur 3, 7 dan 28 hari dengan persentase air kelapa tua 5% mengalami penurunan terhadap kuat tekan beton normal kemudian pada persentase 10% dan 15% mengalami peningkatan mendekati kuat tekan beton normal.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa :

Penggunaan air kelapa tua sebagai substitusi pada campuran beton, dapat mempengaruhi besarnya nilai kuat tekan pada beton. Hal ini dapat dilihat pada hasil uji kuat tekan normal umur 28 hari sebesar 202,00 kg/cm², pada persentase 5% sebesar 139,47 kg/cm², pada persentase 10% sebesar 160,64 kg/cm² dan pada persentase 15% hasil uji kuat tekan umur 28 hari sebesar 201,04 kg/cm².

Hasil uji kuat tekan umur 3, 7 dan 28 hari dengan persentase air kelapa tua 5% mengalami penurunan terhadap kuat tekan beton normal kemudian pada persentase 10% dan 15% mengalami peningkatan mendekati beton normal.

Daftar Pustaka

- Annual Book of ASTM Standars, (2002). ASTM C 31. *Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field*. ASTM Internasional, West Conshohocken, PA.
- Armeyn, (2015). Pengaruh Air Limbah Pada Adukan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *Jurnal SIMETRIS*, 2(1),25-33.
- Bragmann, C.P and Goncalves, M.R.F, (2006). *Thermal Insulators Made With Rice Husk Ashes: Production and Correlation Between Properties and Microstructure*. Department of materials. Brasil : School of Engineering, Federal University of Rio Grande do Sul.
- Cotton.F.A. and Walkinson, G.1, (1989). *Kimia Anorganik*. Jakarta : Universitas Indonesia Press.
- Departemen Pekerjaan Umum. LPMB. (1991) *Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Normal*. SK SNI T-15-1990-03. Cetakan Pertama, Bandung : DPU-Yayasan LPMB
- Departemen Pekerjaan Umum. LPMB. (1989). *Metode Pengujian Slump Beton*. SK SNI M-12-1989-F. Bandung : DPU- Yayasan LPMB,.
- Departemen Pekerjaan Umum. LPMB. (1989) *Spesifikasi Agregat Sebagai Bahan Bangunan*. SK SNI S-04-1989-F. Bandung: DPU- Yayasan LPMB
- Departemen Pekerjaan Umum. LPMB. *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. SK SNI-03-1974-1990, Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum,:
- Departemen Pekerjaan Umum, (1971). *Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI 1971)*, Bandung: Departemen Pekerjaan Umum,:
- Mulyono, Tri, 2004. *Teknologi Beton*, Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Roy Candra Kusuma, (2017). Pengaruh Pemakaian Air Limbah Bekas Celupan Batik Untuk Pembuatan dan Perawatan Beton Terhadap Kuat Tarik dan Kuat Tekan Beton. *Jurnal SIMETRIS*, 9(1), 211-218.
- Tjokrodinuljo, K., (1996), *Teknologi Beton*, Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada,
- SNI 2417-2008. *Cara Uji Keausan Agregat dengan mesin Abrasi Los Angles*. Pustran-Balitbang Pekerjaan Umum.
- SNI 03-1970-1990. *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. Pustran-Balitbang Pekerjaan Umum.