

Perbandingan Campuran Beton Dengan Menggunakan Agregat Halus Ex. Tenggarong Ex. Palu Dan Agregat Kasar Ex. Palu Dengan Cara Perendaman Dan Tidak Di Rendam

Haidir Rizkina¹, Habir², Musrifah Tohir³

^{1,2,3} Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

Email: ¹haidirrizkina@gmail.com, ²habirhabiri@gmail.com, ³musrifah.tohir76@gmail.com

Artikel Informasi

Riwayat Artikel

Diterima, 12 September 2023

Direvisi, 3 Oktober 2023

Disetujui, 30 Oktober 2023

Kata Kunci:

Campuran Beton,
Agregat Halus Dan Agregat Kasar,
Kuat Tekan

Keywords:

Concrete Mixture,
Fine Aggregate and Coarse Aggregate,
Compressive Strength

ABSTRAK

Penelitian tentang perbandingan campuran beton dengan cara perendaman dan tidak di rendam, dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental yang dilakukan di laboratorium teknik sipil Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda. Metode ini menggabungkan bahan material agregat halus ex. Tenggarong, ex. Palu dan agregat kasar ex. Palu untuk pembuatan sampel beton pada umur 3, 7, 14, 21 dan 28 hari melalui cara perhitungan mix design dan perhitungan faktor koreksi. Kuat tekan beton rencana $f_c = 20.75$ Mpa pada bahan material agregat halus ex. Tenggarong, ex. Palu dan agregat kasar ex. Palu dengan perawatan direndam didapat hasil kuat tekan pada umur 3 hari f_c 28.82 Mpa, 7 hari f_c 26.11 Mpa, 14 hari f_c 23.91 Mpa, 21 hari f_c 23.58 Mpa dan 28 hari f_c 24.43 Mpa. Untuk yang tidak direndam didapat hasil kuat tekan pada umur 3 hari f_c 25.41 Mpa, 7 hari f_c 21.93 Mpa, 14 hari f_c 19.29 Mpa, 21 hari f_c 16.44 Mpa dan 28 hari f_c 16.97 Mpa. Dari hasil analisa tersebut dapat diketahui bahwa beton yang dirawat dengan perendaman dapat mencapai kuat tekan rencana sedangkan yang tidak direndam tidak dapat mencapai kuat tekan rencana.

ABSTRACT

The research on the comparison of concrete mixtures with and without soaking was conducted using an experimental method in the Civil Engineering Laboratory of Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda. This method combined fine aggregate materials from Tenggarong and Palu, and coarse aggregates from Palu, to create concrete samples aged 3, 7, 14, 21, and 28 days, based on mix design calculations and correction factor calculations. The planned compressive strength of the concrete was $f_c = 20.75$ MPa. For samples treated with soaking, the compressive strength results were as follows: at 3 days $f_c = 28.82$ MPa, at 7 days $f_c = 26.11$ MPa, at 14 days $f_c = 23.91$ MPa, at 21 days $f_c = 23.58$ MPa, and at 28 days $f_c = 24.43$ MPa. For samples without soaking, the compressive strength results were: at 3 days $f_c = 25.41$ MPa, at 7 days $f_c = 21.93$ MPa, at 14 days $f_c = 19.29$ MPa, at 21 days $f_c = 16.44$ MPa, and at 28 days $f_c = 16.97$ MPa. Based on this analysis, it can be concluded that concrete treated with soaking can achieve the planned compressive strength, while concrete without soaking cannot reach the planned compressive strength.



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Penulis Korespondensi:

Haidir Rizkina
Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda
Email: haidirrizkina@gmail.com

PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan konstruksi yang sangat penting. Contohnya seperti banyak digunakan hampir diseluruh lini pembangunan seperti bangunan, jembatan, perkerasan jalan, bendungan, trowongan, dan sebagainya. Lokasi pengambilan material agregat kasar dan agregat halus adalah Ex. Palu. Kota Palu Provinsi Sulawesi Tengah memiliki luas wilayah 395,06 Km² dan letak geografis Kota Palu yaitu 0,35 – 1,20 LU dan 120 – 122,90 BT. Batu pecah merupakan agregat kasar yang diperoleh dari batu alam yang dipecah dan Pasir material yang sangat penting dalam campuran beton karena sifatnya pengikat, umumnya ukuran pasir antara 0,0625 – 2 mm dan dalam penelitian ini juga menggunakan pasir Ex. Tenggarong. Kota Tenggarong memiliki luas mencapai 398,10 km² dan letak geografis Kota Tenggarong yaitu 116°47' - 117°04' BT dan 0°21' - 0°34' LS.

Untuk mencapai tujuan tersebut dapat dilakukan sebuah pengujian dengan cara perendaman dan tidak direndam, sehingga dapat mengetahui perbandingan yang dihasilkan sesuai dengan metode yang digunakan. Penelitian dengan agregat kasar batu Ex. Palu dan agregat halus pasir Ex. Tenggarong Ex. Palu sebagai campuran beton dihitung dan di analisa menggunakan metode perhitungan yaitu dengan metode SNI 03-2847-2013. Berdasarkan uraian diatas maka penulis melakukan penelitian tentang “Analisa Perbandingan Campuran Beton Dengan Menggunakan Agregat Halus Ex. Tenggarong Ex. Palu dan Agregat Kasar Ex. Palu Dengan Cara Perendaman dan Tidak Direndam”

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui dan membandingkan kuat tekan beton yang dibuat dengan cara perendaman dan tidak direndam menggunakan metode SNI 03-2847-2013, adapun perumusan masalah yang akan dibahas dalam penyelesaian tugas akhir ini yaitu berapakah kuat tekan beton yang dihasilkan dari perancangan mutu beton dengan cara perendaman dan tidak direndam. Manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah dapat dijadikan sebagai referensi untuk mencari perbandingan nilai kuat tekan beton dengan cara perendaman dan tidak direndam.

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan gambaran mengenai jalannya pelaksanaan dari penelitian secara terstruktur serta penjelasan mengenai jalannya penelitian berdasarkan jadwal kegiatan yang akan dilakukan. Penelitian di laboratorium akan didasarkan pada hasil karakteristik beton yang telah didesain dengan menggunakan semen PCC. Karakteristik yang dilihat yaitu kuat tekan dari benda uji berbentuk silinder.

Tempat Penelitian

Data yang diambil dalam penulisan Tugas Akhir ini berupa hasil dari pengujian di Laboratorium Sipil. Dalam pengujian tersebut memerlukan sarana yang menunjang dalam hal ini seperti material, alat dan tenaga teknis yang memadai, sehingga pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah dan Ilmu ukur Tanah Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.

Populasi dan Sampel

Jumlah Benda Uji dalam penelitian ini adalah 60 buah dengan perincian sebagai berikut :

- 1) Untuk Kuat Tekan beton umur 3 hari total benda uji yang digunakan sebanyak 12 buah dimana masing-masing menggunakan 6 buah benda uji untuk direndam dan tidak direndam.
- 2) Untuk Kuat Tekan beton umur 7 hari total benda uji yang digunakan sebanyak 12 buah dimana masing-masing menggunakan 6 buah benda uji untuk direndam dan tidak direndam.

- 3) Untuk Kuat Tekan beton umur 14 hari total benda uji yang digunakan sebanyak 12 buah dimana masing-masing menggunakan 6 buah benda uji untuk direndam dan tidak direndam.
- 4) Untuk Kuat Tekan beton umur 21 hari total benda uji yang digunakan sebanyak 12 buah dimana masing-masing menggunakan 6 buah benda uji untuk direndam dan tidak direndam.
- 5) Untuk Kuat Tekan beton umur 28 hari total benda uji yang digunakan sebanyak 12 buah dimana masing-masing menggunakan 6 buah benda uji untuk direndam dan tidak direndam.

Desain Penelitian

Secara garis besar penelitian ini melingkupi menyiapkan material beton seperti semen, agregat, dan air, kemudian memeriksa proporsi dari material-material tersebut, setelah itu merencanakan komposisi material dalam campuran beton, pemeriksaan Slump Beton, menggunakan silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, melakukan proses perawatan (*curing*) direndam dalam air, melakukan uji kuat tekan pada benda uji pada umur 3,7, 14, 21 dan 28 hari, mengolah dan menganalisis data hasil percobaan dan mengambil kesimpulan dari hasil percobaan tersebut.

Metode Pengambilan Data

Pengambilan data didapat dari pengujian langsung melalui percobaan di Laboratorium Mekanika Tanah dan Ilmu ukur Tanah Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda. Material dan bahan yang akan digunakan diambil langsung dari lokasi pembuatan.

Batu Pecah Palu dan Pasir Palu

Dalam penelitian ini menggunakan batu pecah palu sebagai agregat kasar dan pasir palu sebagai agregat halus yang diambil langsung dari PT. Borneo Prima Material yang beralamatkan di Jl. Untung Suropati RT. 40 Karang Asam Ulu Kecamatan Sungai Kunjang, Samarinda yang mana batu tersebut dijadikan sumber pemasukan keuangan perusahaan tersebut dan material tersebut dibawa ke Laboratorium Mekanika Tanah dan Ilmu ukur Tanah Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda untuk dilakukan pengujian.

Pasir Tenggarong

Pasir Tenggarong sebagai agregat halus diambil dari Sungai Mahakam daerah Tenggarong, Kutai Kartanegara dan dibawa ke Laboratorium Mekanika Tanah dan Ilmu ukur Tanah Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda untuk dilakukan pengujian.

Metode Analisa Data

Penelitian Beton yang dilakukan menggunakan Metode SNI 03-2847-2013 dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menentukan nilai slump yang akan digunakan.
2. Mencari faktor air semen.
3. Menentukan jumlah air yang diperlukan.
4. Menentukan jumlah semen yang diperlukan.
5. Penetapan besar butir agregat maksimum.
6. Menentukan kebutuhan berat agregat campuran.
7. Menentukan kebutuhan agregat halus.
8. Menentukan berat agregat kasar per satuan volume beton.
9. Menentukan proporsi berat agregat halus terhadap agregat campuran.
10. Menentukan berat jenis agregat campuran.
11. Menentukan berat beton.
12. Rancangan beton

Prosedur Penelitian

1. Analisa Saringan Agregat Kasar Dan Halus (SNI 03 – 1968 - 1990)
2. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar. (SNI 03-1970-1990)
3. Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar (SNI 03-2847-2002)
4. Pengujian Kadar Air Agregat Kasar (SNI 03-2847-2002)
5. Pemeriksaan Berat Isi Agregat. (SNI 03-1969-1990)
6. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus (SNI 03-2847-2002)
7. Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus (SNI 03-2847-2002)
8. Pengujian Kadar Air Agregat Halus (SNI 03-2847-2002)
9. Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus (SNI 03-2847-2002)
10. Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar Dengan Menggunakan Mesin Los Angeles
11. Pemeriksaan Slump Beton. (SNI 03 – 1972 – 1990).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Umum

Bab ini berisi tentang hasil dan pembahasan pengolahan data yang dilakukan di laboratorium Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda. Secara umum, tahapan penelitian yang dilakukan serta direncanakan pada penelitian telah selesai dilaksanakan. Mulai dari persiapan bahan material, pengujian bahan material (agregat kasar ex. Palu dan agregat halus ex. Tenggarong dan ex. Palu), perancangan campuran beton, pembuatan benda uji, dan sampai pengujian kuat tekan dapat dilaksanakan dengan baik.

Hasil Pemeriksaan Dan Pengujian Agregat Kasar

Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air (SNI 03 – 1970 – 1990)

Tujuan pengujian adalah untuk memperoleh angka berat jenis tersebut dan angka penyerapan.

Tabel 1. Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar

Uraian			Penyerapan		Berat jenis (Gs)	
Berat sampel kering	=	B gr	456	611		
Berat sampel SSD	=	A gr	461	618	461	618
Berat gelas + air + sampel	=	C gr			1787	1894
Berat gelas + air	=	D gr			1503	1503
Penyerapan (Absorption)	=	$(A-B) : B \times 100 \%$	1.096	1.146		
Specific Gravity SSD)	=	$A : (D+A-C)$			2.605	2.772
Rata-rata			1.121		2.663	

Penyerapan agregat kasar terhadap air dapat dilihat pada Tabel 4.1, dari hasil pengujian yang dilakukan untuk agregat batu ex. Palu ini hasilnya memenuhi spesifikasi dalam persyaratan yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia yaitu dibawah 3%. Dan berat jenis untuk agregat kasar batu pecah ex. Palu sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan Standar Nasional Indonesia yaitu > 2,5.

Pemeriksaan Berat Isi Agregat (SNI 03 – 1969 – 1990)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat isi agregat halus, agregat kasar atau agregat campuran. Berat isi adalah perbandingan berat dan isi.

Tabel 2. Hasil pemeriksaan berat isi agregat kasar ex. Palu

Uraian			Lepas	
			I	II
<i>Split Palu</i>				
Berat silinder + sampel	=	A gram	754	760
Berat silinder + air	=	B gram	574	574
Berat silinder kosong	=	C gram	49	49
Berat isi rata-rata	=	$(A-C) / (B-C)$ gr/cm ³	1.4	1.35
Berat isi rata-rata			1.35	

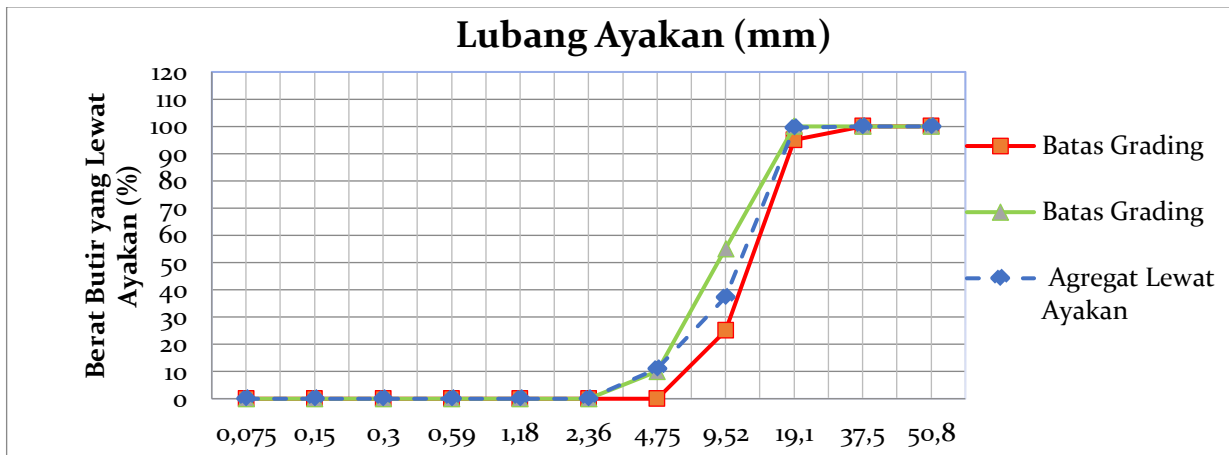
Dari data diatas dapat dilihat bahwa perbandingan antara berat dan isi Split Palu yaitu 1.35 gr/cm².

Analisa Saringan Agregat Kasar (SNI-03-1968-1990)

Metode ini digunakan untuk menentukan pembagian butir (*gradasi*) agregat kasar dengan menggunakan saringan, tujuannya untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran. Analisis saringan agregat ialah penentuan persentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan kemudian angka-angka prosentase digambarkan pada grafik pembagian butir.

Tabel 3. Hasil analisa saringan agregat kasar dan menggunakan ukuran maksimal 20 mm Berat bahan kering: 2154 gr

Saringan	Jumlah		Jumlah persen		Spesifikasi
	Berat	Berat	Tertahan	Lewat	
	Tertahan	Tertahan			SNI. 03-1968-1990
	(gr)	(gr)	(%)	(%)	
50.8 (2")	0.00	0.00	0.00	100.00	100
37,5 (1 1/2")	0.00	0.00	0.00	100.00	100
19,1 (3/4")	11.00	11.00	0.51	99.49	95 - 100
9,52 (3/8")	1339.00	1350.00	62.67	37.33	25 - 55
No. 4 (4,75 mm)	568.00	1918.00	89.04	10.96	0 - 10
No. 8 (2,36 mm)	163.00	2081.00	96.61	3.39	
No. 16 (1,18 mm)	24.00	2105.00	97.73	2.27	
No. 30 (0,60 mm)	14.00	2119.00	98.38	1.62	
No. 50 (0,30 mm)	11.00	2130.00	98.89	1.11	
No. 100 (0,15 mm)	18.00	2148.00	99.72	0.28	
No. 200 (0,075 mm)	6.00	2154.00	100.00	0.00	
P a n	0.00	2154.00	100.00	0.00	



Gambar 1. Kurva gradasi butir agregat kasar batu ex. Palu dengan ukuran agregat maksimal 20 mm lewat ayakan.

Pengujian Jumlah Kadar Lumpur Dan Lempung

Metode pengujian ini untuk memperoleh presentase kadar lumpur dengan cara pencucian.

Kadar lumpur untuk agregat kasar di dapat hasil 1,336 % tidak berada dalam batas spesifikasi yaitu < 1 %, karena agregat kasar ini merupakan batuan alami yang dipecah sehingga menyebabkan kadar lumpur yang terkandung didalamnya tidak terlalu tinggi.

Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar

Metode pengujian ini untuk memperoleh presentase kadar air yang terdapat pada agregat kasar dengan cara di oven.

Kadar air untuk agregat kasar di dapat hasil 1.218 % tidak berada dalam batas spesifikasi yaitu < 1 %, karena agregat kasar ini merupakan batuan alami yang dipecah sehingga menyebabkan kadar air yang terkandung didalamnya tidak tinggi.

Pemeriksaan Abrasi

Metode ini untuk menentukan ketahanan agregat kasar dari keausan dengan mempergunakan mesin Los Angeles.

Keausan agregat kasar ex. Palu :

Berat sampel semula (A) = 5000 gram

Berat sampel tertahan saringan No.12 (B)= 3978 gram

Perhitungan keausan :

$$A - B = 5000 - 3978 = 1022 \text{ gram}$$

$$\frac{A - B}{A} \times 100 \% = 20.44 \%$$

A

Hasil Pemeriksaan Dan Pengujian Agregat Halus

Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air (SNI 03 - 1970 - 1990)

Tujuan pengujian adalah untuk memperoleh angka berat jenis tersebut dan angka penyerapan.

Tabel 4. Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus ex. Palu

Uraian			Penyerapan		Berat jenis(Gs)	
Berat sampel kering	=	B gram	561	490		
Berat sampel SSD	=	A gram	567	497	567	497
Berat gelas + air + sampel	=	C gram			1844	1808
Berat gelas + air	=	D gram			1503	1503
Penyerapan (Absorption)	=	$(A-B) : B \times 100 \%$	10.070	1.429		
Specific Gravity SSD)	=	$A : (D+A-C)$			2.509	2.589
Rata-rata			1.249		2.549	

Penyerapan agregat halus terhadap air dapat dilihat pada tabel 4.7, dari hasil pengujian yang dilakukan untuk agregat halus ex. Palu ini hasilnya memenuhi spesifikasi dalam persyaratan yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia yaitu dibawah 3 %. Dan berat jenis untuk agregat halus ex. Palu pun sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan Standar Nasional Indonesia yaitu $\geq 2,5$.

Pemeriksaan Berat Isi Agregat (SNI 03 – 1969 – 1990)

Tabel 5. Hasil pemeriksaan berat isi agregat halus ex. Palu

Uraian Pasir Ex. Palu			Lepas	
			I	II
<i>Pasir Palu</i>				
Berat silinder + sampel	=	A gram	919.00	914.00
Berat silinder + air	=	B gram	574.00	574.00
Berat silinder kosong	=	C gram	49.00	49.00
Berat isi	=	$(A-C) : (B-C) \text{ gr/cm}^3$	1.66	1.65
Berat isi rata-rata			1.65 gr/cm ²	

Tabel 6. Hasil pemeriksaan berat isi agregat halus ex. Tenggarong

Uraian Pasir Ex. Tenggarong			Lepas	
			I	II
<i>Pasir Palu</i>				
Berat silinder + sampel	=	A gram	752.00	748.00
Berat silinder + air	=	B gram	574.00	574.00
Berat silinder kosong	=	C gram	49.00	49.00
Berat isi	=	$(A-C) : (B-C) \text{ gr/cm}^3$	1.34	1.33
Berat isi rata-rata			1.34 gr/cm ²	

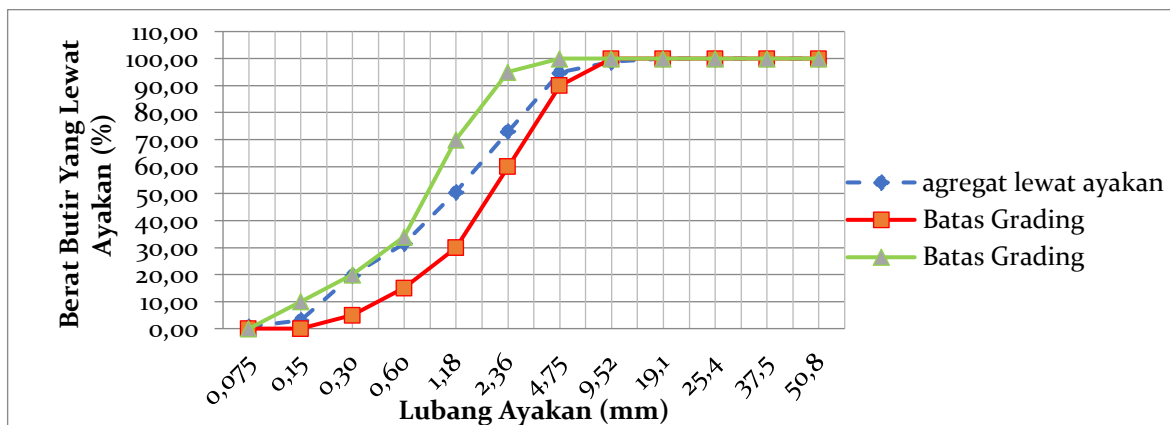
Dari tabel 5 diatas dapat dilihat bahwa perbandingan antara berat dan isi agregat halus ex. Palu yaitu 1,65 gr/cm² dan dari tabel 6 dapat dilihat bahwa Perbandingan antara berat dan isi agregat halus ex. Tenggarong yaitu 1,34 gr/cm².

Analisa Saringan Agregat Halus Ex. Palu dan Ex. Tenggarong

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan pembagian butir (*gradasi*) agrerat halus.

Tabel 7. Hasil pengujian analisa saringan agregat halus ex. Palu Berat Bahan Kering : 1447 gr

Saringan	Jumlah		Jumlah persen		Spesifikasi
	Berat Tertahan	Berat Tertahan	Tertahan	Lewat	
	(gr)	(gr)	(%)	(%)	SNI 03 - 1968 - 1990
50.8 (2")	0.00	0.00	0.00	100.00	
37,5 (1 1/2")	0.00	0.00	0.00	100.00	
25.4 (1")	0.00	0.00	0.00	100.00	
19,1 (3/4")	0.00	0.00	0.00	100.00	
9,52 (3/8")	18.00	18.00	1.24	98.76	100
No. 4 (4,75 mm)	57.00	75.00	5.18	94.82	90 - 100
No. 8 (2,36 mm)	315.00	390.00	26.95	73.05	60 - 95
No. 16 (1,18 mm)	325.00	715.00	49.41	50.59	30 - 70
No. 30 (0,60 mm)	276.00	991.00	68.49	31.51	15 - 34
No. 50 (0,30 mm)	170.00	1161.00	80.23	19.77	5 - 20
No. 100 (0,15 mm)	241.00	1402.00	96.89	3.11	0 - 10
No. 200 (0,075 mm)	34.00	1436.00	99.24	0.76	
P a n	11.00	1447.00	100.00	0.00	

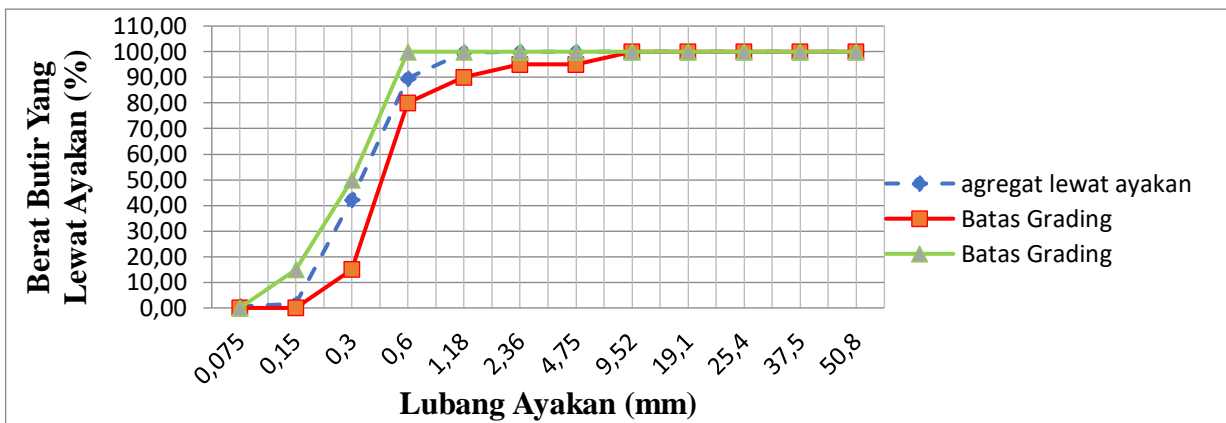


Gambar 2. Kurva gradasi butir agregat halus ex. Palu.

Tabel 8. Hasil pengujian analisa saringan agregat halus ex. Tenggara Berat Bahan Kering : 1105 gr.

Saringan	Jumlah		Jumlah persen		Spesifikasi
	Berat Tertahan	Berat Tertahan	Tertahan	Lewat	
	(gr)	(gr)	(%)	(%)	SNI 03 - 1968 - 1990
50.8 (2")	0.00	0.00	0.00	100.00	
37,5 (1 1/2")	0.00	0.00	0.00	100.00	
25.4 (1")	0.00	0.00	0.00	100.00	
19,1 (3/4")	0.00	0.00	0.00	100.00	

9,52 (3/8")	0.00	0.00	0.00	100.00	100
No. 4 (4,75 mm)	0.00	0.00	0.00	100.00	95 – 100
No. 8 (2,36 mm)	0.00	0.00	0.00	100.00	95 – 100
No. 16 (1,18 mm)	3.00	3.00	0.27	99.73	90 – 100
No. 30 (0,60 mm)	112.00	115.00	10.41	89.59	80 – 100
No. 50 (0,30 mm)	522.00	637.00	57.65	42.35	15 – 50
No. 100 (0,15 mm)	451.00	1088.00	98.46	1.54	0 – 15
No. 200 (0,075 mm)	10.00	1098.00	99.37	0.63	
P a n	7.00	1105.00	100.00	0.00	



Gambar 3. Kurva gradasi butir agregat halus ex. Tenggara.

Pengujian Jumlah Kadar Lumpur dan Lempung.

Metode pengujian ini untuk memperoleh prosentase jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan No. 200 (0,075 mm) dengan cara pencucian. Kadar lumpur dari agregat halus ex. Palu yang telah diuji di laboratorium yaitu sebesar 1.888 % dan kadar lumpur dari agregat halus yang telah diuji di laboratorium yaitu sebesar 2.137 %.

Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus Ex. Palu dan Ex. Tenggara

Metode pengujian ini untuk memperoleh presentase kadar air yang terdapat pada agregat halus dengan cara di oven. Kadar air dari agregat halus ex. Palu yang telah diuji di laboratorium yaitu sebesar 1,706% dan kadar air dari agregat halus ex. Tenggara yang telah diuji di laboratorium yaitu sebesar 2,669%.

Modulus Halus Butir (MHB)

Modulus halus butir (*fineness modulus*) ialah suatu indek yang dipakai untuk ukuran kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat makin besar nilai modulus halus menunjukkan bahwa makin besar ukuran butir agregatnya. Modulus halus butir ini untuk mengukur kehalusan atau kekasaran butir – butir agregat. Makin besar MHB suatu agregat maka semakin besar butiran agregatnya. Umumnya agregat halus mempunyai MHB sekitar 1.5 – 3.8 dan agregat kasar mempunyai MHB 5 – 8. Dari nilai ini dapat juga dipakai sebagai dasar untuk mencari perbandingan dari campuran agregat. Untuk agregat agregat campuran nilai MHB yang biasa dipakai berkisar 5.0 – 8.0.

1. Modulus halus butir agregat kasar ex. Palu diperoleh yaitu sebesar 6.44
2. Modulus halus butir agregat halus ex. Palu diperoleh yaitu sebesar 3.28
3. Modulus halus butir agregat halus ex. Tenggarong diperoleh yaitu sebesar 1.67

Perhitungan Campuran Agregat Kasar Dan Halus

Dalam penelitian ini untuk menentukan persentase agregat campuran menggunakan rumus MHB (Modulus Halus Butir) dengan menggunakan rumus :

Rumus MHB

$$W_h : W_k = (m_k - m_c) : (m_c - m_h)$$

Dimana :

W_h = Berat agregat halus

W_k = Berat agregat kasar

M_k = Modulus halus butir agregat kasar

M_h = Modulus halus butir agregat halus

M_c = Modulus halus butir agregat campuran

$$W_h : W_k = (m_k - m_c) : (m_c - m_h)$$

$$W_h : W_k = (6.44 - 5.9) : (5.9 - 4.95)$$

$$W_h : W_k = 0.5 : 0.9$$

$$W_h : W_k = 36 \% : 64 \%$$

Agregat Halus dipecah menjadi 20 % Palu dan 16 %

Tenggarong

Pembahasan Perancangan Campuran (*Mix Design*)

Setelah diketahui hasil dari pengujian agregat kasar split ex. Palu dan agregat halus ex. Tenggarong dan ex. Palu, dapat dihitung pula perancangan campuran dengan mutu beton 20.75 Mpa dengan menggunakan metode SNI 03-2847-2013.

1	Deviasi standar (s)	5	Mpa
2	Nilai tambah (m)	8.2	Mpa
3	Kuat tekan beton yang disyaratkan, pada umur 28 hari	20.75	Mpa
4	Kuat tekan rata-rata perlu ($f'_{cr} = f'_c + m$)	28.95	Mpa
5	Jenis semen	pcc	
6	Jenis agregat		
	a. Jenis agregat halus (pilih : alami/pecahan)	pecah	
	b. Jenis agregat kasar (pilih : alami/pecahan)	pecah	
7	Faktor air semen	0.54	
8	Nilai Slump	8 - 12	Cm
9	Ukuran Maksimum butir agregat	20	Mm
10	Kebutuhan air per meter kubik beton	225	Liter
11	Kebutuhan semen Portland per meter kubik beton	416.67	Kg
12	Jenis agregat halus		
13	Proporsi berat agregat halus terhadap campuran		
	a Agregat halus ex. Tenggarong	16%	

	b. Agregat halus ex. Palu	20%	
14	Berat jenis agregat campuran	2.6	
15	Perkiraan berat beton per meter kubik	2320	Kg
16	Kebutuhan agregat campuran per meter kubik beton	1678	Kg
17	Kebutuhan agregat halus per meter kubik beton		
	a Agregat halus ex. Tenggarong	268.533	Kg
	b. Agregat halus ex. Palu	335.667	Kg
18	Kebutuhan agregat kasar per meter kubik beton	1074.133	Kg

Perhitungan Kekuatan Tekan (f_{cr}), Standar Deviasi (S), dan (f_c)

Perhitungan Kekuatan Tekan (f_{cr})

Beton Yang Diredam (*Curing*)

$$f_{cr} = \frac{tb^1 + tb^2 + tb^3 + \dots}{N}$$

dimana : f_{cr} = Kekuatan tekan rata-rata yang hendak dicapai.

tb = Kekuatan tekan beton yang diperoleh dari hasil pemeriksaan masing-masing benda uji dalam kg/cm².

N = Jumlah seluruh benda uji (30 benda uji)

Kuat tekan rata – rata (f_{cr}) :

$$f_{cr} = \frac{347.23 + 347.23 + 347.23 + 326.68 + 326.68 + 326.68 + \dots}{30} = 297.827 \text{ kg/cm}^2 = 24.720 \text{ Mpa}$$

Beton Yang Tidak Diredam (*Curing*)

$$f_{cr} = \frac{tb^1 + tb^2 + tb^3 + \dots}{N}$$

dimana : f_{cr} = Kekuatan tekan rata-rata yang hendak dicapai.

tb = Kekuatan tekan beton yang diperoleh dari hasil pemeriksaan masing-masing benda uji dalam kg/cm².

N = Jumlah seluruh benda uji (30 benda uji).

Kuat tekan rata – rata (f_{cr}) :

$$f_{cr} = \frac{199.38 + 190.67 + 199.38 + 190.67 + 190.67 + 190.67 + \dots}{30} = 193.537 \text{ kg/cm}^2 = 16.067 \text{ Mpa}$$

Standar Deviasi Umur 28 Hari (S)

Beton Yang Diredam (*Curing*)

$$S = \frac{\sqrt{(tb - f'_{cr1})^2 + (tb - f'_{cr2})^2 + (tb - f'_{cr3})^2 + \dots}}{N-1}$$

Dimana: S = Standar Deviasi.

tb = Kekuatan tekan beton yang diperoleh dari hasil pemeriksaan masing-masing benda uji dalam kg/cm².

f_{cr} = Kekuatan tekan rata-rata yang hendak dicapai.

N = Jumlah seluruh benda uji (30 benda uji).
1 = Konstanta.

Standar Deviasi (S) :

$$= \sqrt{\frac{(347.23 - 297.827)^2 + (347.23 - 297.827)^2 + (347.23 - 297.827)^2 + (326.68 - 297.827)^2 + (326.68 - 297.827)^2 + (326.68 - 297.827)^2 + \dots}{30 - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{2440.753 + 2440.753 + 2440.753 + 832.771 + 832.771 + 832.771 + \dots}{29}}$$

$$= \sqrt{559.1343}$$

$$S = 23.646 \text{ kg/cm}^2 = 1.963 \text{ Mpa}$$

Beton Yang Tidak Direndam (Curing)

$$S = \frac{\sqrt{(\tau b - f'_{cr1})^2 + (\tau b - f'_{cr2})^2 + (\tau b - f'_{cr3})^2 + \dots}}{N-1}$$

Dimana : S = Standar Deviasi.
 τb = Kekuatan tekan beton yang diperoleh dari hasil pemeriksaan masing - masing benda uji dalam kg/cm².
 f'_{cr} = Kekuatan tekan rata-rata yang hendak dicapai.
 N = Jumlah seluruh benda uji (30 benda uji).
 1 = Konstanta.

Standar Deviasi (S) :

$$= \sqrt{\frac{(306.14 - 230.635)^2 + (306.14 - 230.635)^2 + (306.14 - 230.635)^2 + (285.59 - 230.635)^2 + (285.59 - 230.635)^2 + (285.59 - 230.635)^2 + \dots}{30 - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{5700.83 + 5700.831 + 5700.831 + 3020.342 + 3020.342 + 3020.342 + \dots}{29}}$$

$$= \sqrt{1643.3734}$$

$$S = 40.539 \text{ kg/cm}^2 = 3.365 \text{ Mpa}$$

Kuat Tekan Rencana (f'_c)

Beton Yang Direndam (Curing)

$$f'_c = f'_{cr} - (S \times k)$$

dimana : f'_c = Kekuatan tekan rencana.
 f'_{cr} = Kekuatan tekan rata-rata yang hendak dicapai.
 S = Standar deviasi.
 K = Koreksi jumlah benda uji 30 buah.

$$\begin{aligned} \text{Kuat tekan rencana } (f'_c) &= 297.83 - (23.646 \times 1.85) \\ &= 254.082 \text{ kg/cm}^2 = 21.089 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Beton Yang Tidak Direndam (*Curing*)

$$f_c = f_{cr} - (S \times k)$$

dimana : f_c = Kekuatan tekan rencana.
 f_{cr} = Kekuatan tekan rata-rata yang hendak dicapai.
 S = Standar deviasi.
 k = Koreksi jumlah benda uji 30 buah.

$$\begin{aligned} \text{Kuat tekan rencana } (f_c) &= 230.63 - (40.539 \times 1.85) \\ &= 155.638 \text{ kg/cm}^2 &= 12.918 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

KESIMPULAN

Kesimpulan

Dari hasil analisa penelitian perbandingan campuran beton untuk komposisi agregat halus ex. Tenggarong ex. Palu dan agregat kasar ex. Palu didapat hasil kuat tekan beton dan proporsi rancangan campuran beton yang dapat saya simpulkan sebagai berikut :

1. Hasil kuat tekan beton rencana $f_c = 20.75$ Mpa pada campuran agregat kasar ex. Palu dan agregat halus ex. Tenggarong dengan cara perendaman didapatkan hasil kuat tekan pada setiap umur 3, 7, 14, 21 dan 28 hari yaitu :
 - a. Umur 3 hari didapat kuat tekan tertinggi yaitu $f_c = 28.82$ Mpa dan dengan rata – rata kuat tekan dari 6 sampel yaitu $f_{cr} = 27.97$ Mpa.
 - b. Umur 7 hari didapat kuat tekan tertinggi yaitu $f_c = 26.11$ Mpa dan dengan rata – rata kuat tekan dari 6 sampel yaitu $f_{cr} = 25.41$ Mpa.
 - c. Umur 14 hari didapat kuat tekan tertinggi yaitu $f_c = 23.91$ Mpa dan dengan rata – rata kuat tekan dari 6 sampel yaitu $f_{cr} = 23.14$ Mpa.
 - d. Umur 21 hari didapat kuat tekan tertinggi yaitu $f_c = 23.58$ Mpa dan dengan rata – rata kuat tekan dari 6 sampel yaitu $f_{cr} = 22.98$ Mpa.
 - e. Umur 28 hari didapat kuat tekan tertinggi yaitu $f_c = 24.43$ Mpa dan dengan rata – rata kuat tekan dari 6 sampel yaitu $f_{cr} = 24.10$ Mpa.

Dari hasil kuat tekan beton pada campuran agregat kasar ex. Palu dan agregat halus ex. Tenggarong dengan cara perawatan direndam tersebut dapat memenuhi syarat untuk kuat tekan beton 20.75 Mpa.

2. Hasil kuat tekan beton 20.75 Mpa pada campuran agregat kasar ex. Palu dan agregat halus ex. Tenggarong dengan cara tidak direndam didapatkan hasil kuat tekan pada setiap umur 3, 7, 14, 21 dan 28 hari yaitu :
 - a. Umur 3 hari didapat kuat tekan tertinggi yaitu $f_c = 25.41$ Mpa dan dengan rata – rata kuat tekan dari 6 sampel yaitu $f_{cr} = 24.57$ Mpa.
 - b. Umur 7 hari didapat kuat tekan tertinggi yaitu $f_c = 21.93$ Mpa dan dengan rata – rata kuat tekan dari 6 sampel yaitu $f_{cr} = 20.88$ Mpa.
 - c. Umur 14 hari didapat kuat tekan tertinggi yaitu $f_c = 19.29$ Mpa dan dengan rata – rata kuat tekan dari 6 sampel yaitu $f_{cr} = 18.26$ Mpa.
 - d. Umur 21 hari didapat kuat tekan tertinggi yaitu $f_c = 16.44$ Mpa dan dengan rata – rata kuat tekan dari 6 sampel yaitu $f_{cr} = 15.84$ Mpa.
 - e. Umur 28 hari didapat kuat tekan tertinggi yaitu $f_c = 16.97$ Mpa dan dengan rata – rata kuat tekan dari 6 sampel yaitu $f_{cr} = 16.18$ Mpa.

Dari hasil kuat tekan beton pada campuran agregat kasar ex. Palu dan agregat halus ex. Tenggarong dengan perawatan tidak direndam tersebut tidak dapat memenuhi syarat kuat tekan beton pada umur 14 hari, 21 hari dan 28 hari untuk kuat tekan beton 20.75 Mpa.

3. Proporsi campuran beton dengan agregat halus ex. Tenggarong ex. Palu dan agregat kasar ex. Palu didapat hasil berdasarkan perhitungan pada mix design dan berdasarkan hasil perhitungan faktor koreksi yaitu :
 - a. Proporsi campuran beton berdasarkan hasil perhitungan mix design menggunakan Semen sebanyak 416.67 kg/m³, Air sebanyak 225 liter/m³, agregat halus ex. Palu sebanyak 335.667 kg/m³, agregat halus ex. Tenggarong sebanyak 268.533 kg/m³, dan agregat kasar ex. Palu sebanyak 1074.133 kg/m³.
 - b. Proporsi campuran beton berdasarkan hasil perhitungan faktor koreksi menggunakan Semen sebanyak 416.67 kg/m³, Air sebanyak 221 liter/m³, agregat halus ex. Palu sebanyak 337 kg/m³, agregat halus ex. Tenggarong sebanyak 270 kg/m³, dan agregat kasar ex. Palu sebanyak 1075 kg/m³.

Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan dan mengacu pada hasil penelitian yang diperoleh, maka ada beberapa saran yang dikemukakan oleh penulis diantaranya yaitu:

- a. Pemeriksaan parameter pengujian material harus lebih teliti, bila hasil yang didapat dalam pengujian dapat dilakukan pengujian ulang.
- b. Ketelitian dalam penelitian sangat diperlukan mulai dari persiapan, analisa, pembuatan, perawatan hingga pengujian sampelnya.
- c. Penimbangan proporsi masing – masing bahan dalam proses pembuatan mix design haruslah diperhitungkan agar tidak mengalami kekurangan ataupun kelebihan dalam memenuhi kebutuhan cetakan sampel.
- d. Air yang digunakan dalam proses pembuatan adukan diusahakan air yang bersih tidak mengandung bahan organik yang dapat menurunkan mutu beton.
- e. Air yang digunakan dalam proses pengadukan diusahakan jangan semuanya langsung dituang karena untuk menghindari kelebihan air dalam uji slump serta untuk memudahkan proses pencampuran bahan.
- f. Agregat yang kotor atau banyak lumpur yang melekat pada agregat sebelum digunakan dalam penelitian haruslah dicuci terlebih dahulu.
- g. Didalam proses pembuatan sampel usahakan buat terlebih dahulu sampel yang untuk umur yang paling tua, supaya waktu yang digunakan dalam perendaman sampel tidak terlalu lama.
- h. Beton yang sudah jadi harus dilakukan perawatan (curing) agar tidak kehilangan kelembaban pada beton yang dapat mengurangi mutu beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Petunjuk Praktikum Beton, Laboratorium Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.
- Purwanto, A., & Sutanto, H. (2019). Pengaruh jenis dan asal agregat terhadap kinerja campuran beton. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa*, 5(2), 87–94.
- Santoso, B., & Wahyudi, H. (2021). Studi perbandingan agregat halus lokal pada campuran beton mutu tinggi. *Jurnal Teknik Material*, 9(1), 101–109.
- Sagel. R. Ing, Kole. P. Ing, Ir. Gideon Kusuma M.Eng, Pedoman Pengerjaan Beton. Jakarta. 1993.
- Sasmoko Adi, Ari, Teknologi Beton, Diktat Kuliah Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda, 2014.
- Standar Nasional Indonesia 03-2834-1993, Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal.

- Standar Nasional Indonesia 03-2847-2002, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung, Bandung 2002.
- Standar Nasional Indonesia 03-2847-2013, Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung, BSN 2013.
- Standar Nasional Indonesia 1969:2008, Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar.
- Standar Nasional Indonesia 2493:2011, Tata Cara Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji Beton DiLaboratorium, BSN 2011.
- Tjokrodinuljo, Kardiyono., Teknologi Beton, Yogyakarta, 2007.
- Trimulyono Ir, MT, Teknologi Beton, Yogyakarta, 2004.
- Utami.,S. Teknologi Beton. Semarang, 2006.
- Widodo, T., & Ardiansyah, R. (2020). Analisis kuat tekan beton dengan agregat lokal Palu dan Tenggarong. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Lingkungan*, 12(1), 35-43.
- Zuhri, M., & Ramdhan, I. (2022). Pengaruh metode curing pada beton dengan agregat lokal Kalimantan Timur. *Jurnal Ilmu Teknik Sipil*, 15(4), 123-130.