

Analisis Kelayakan Kualitas Material Batu Pecah Dan Pasir Asal Kelurahan Wandoka Kecamatan Wangi-Wangi Kabupaten Wakatobi Sebagai Bahan Konstruksi Gedung

Muhammad Muhsar^{1)*}, Sufrianto²⁾, Hakimian³⁾ Hado⁴⁾

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara

³Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara

⁴Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara

*Corresponding author. m.muhsyan16@gmail.com

ARTICLE INFO

Keywords:

Concrete compressive strength, Coarse Aggregate, Fine Aggregate, Cost.

How to cite:

Muhammad Muhsar, Sufrianto (2024). Analisis Kelayakan Kualitas Material Batu Pecah Dan Pasir Asal Kelurahan Wandoka Kecamatan Wangi-Wangi Kabupaten Wakatobi Sebagai Bahan Konstruksi Gedung



ABSTRACT

Concrete is a construction material consisting of cement, fine aggregate, coarse aggregate which is mixed and added with sufficient water to form a dough which then hardens into hard concrete. This study aims to determine technical feasibility, the cost and the difference to the unit price based on the 2021 Regent's Regulation and to analyze the unit cost of construction of local Wakatobi materials and materials outside Wakatobi based on Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP). The method used in this study to determine the compressive strength of concrete refers to SNI 1974; 2011 and carried out observations and measurements in the laboratory with 60 specimens in the form of a cylinder with a diameter of 10 cm and a height of 20 cm with a concrete age of 28 days for each mixture variation. The results of the study obtained the compressive strength of aggregate variations on 100% Moramo coarse aggregate on crushed stone and sand with several variations. Comparison of the unit price of the Wakatobi local fine aggregate material with the outer Wakatobi fine aggregate material is 32.40% higher, the Wakatobi local coarse aggregate material unit price and the outer Wakatobi coarse aggregate material unit price is 52.17% higher. The construction unit cost for making 1 m³ of concrete using local Wakatobi materials is Rp. 1,916,756, and the construction unit cost for making 1 m³ of concrete using non-wakatobi materials is Rp. 2,678,889. With a large construction unit, making 1 m³ of concrete using external Wakatobi materials is 28.45% higher.

1. Pendahuluan

Kabupaten Wakatobi merupakan salah satu kabupaten di Sulawesi Tenggara yang terdiri dari beberapa gugus pulau yang terpisahkan oleh laut. Tahun 1996 Pemerintah Pusat menetapkan Wakatobi sebagai Kawasan Taman Nasional, dan pada tahun 2016 Kabupaten Wakatobi masuk dalam daftar 10 destinasi wisata prioritas. Sejak di undang kan dan di tetapkan sebagai Kabupaten baru di tahun 2013, Kabupaten Wakatobi giat membangun infrastruktur fisik baik gedung maupun sarana prasarana jalan untuk meningkatkan fungsi pemerintahan dan layanan kepada masyarakat.

Kegiatan pembangunan baik milik pemerintah swasta maupun milik masyarakat mengandalkan material pasir laut dan batu gunung atau batu yang didatangkan dari luar Wakatobi. Penggunaan pasir pantai yang masif mengancam ekosistem dan keberlangsungan wisata laut. Tahun 2014 Pemerintah Kabupaten Wakatobi menerbitkan surat edaran Bupati No 549/89 yang memuat beberapa poin yakni 1. Pembangunan milik Pemerintah yang menggunkan pasir sebagai bahan bangunan wajib menggunakan pasir yang didatangkan dari luar daerah. 2. Bagi masyarakat dan swasta untuk sementara dapat menggunakan pasir lokal dengan tidak mengambil langsung di pantai tetapi diarahkan untuk menambang pada lokasi yang tidak menimbulkan dampak kerusakan lingkungan. Kemudian Undang- Undang No. 1 tahun 2014 tentang Pengelolaan dari Wilayah Pesisir dan Pulau-pulau, pada pasal 35 poin i, dinyatakan bahwa semua orang yang menambang pasir secara langsung dan tidak langsung di himbau untuk tidak menambang pasir di wilayah yang jika secara teknis, ekologis, sosial, dan/atau budaya menghasilkan kerusakan lingkungan dan/atau pencemaran lingkungan dan/atau merugikan masyarakat sekitarnya.

Pemerintah kabupaten Wakatobi pada tahun 2021 menetapkan harga satuan pasir dan batu pecah sebesar Rp. 1.357.905 per m³ dan Rp. 1.150.000 per m³. Tetapan harga satuan pasir dan kerikil tersebut menyebabkan biaya konstruksi meningkat sampai 2 kali lipat nya dari harga harga satuan pasir dan batu pecah sebesar Rp. 918.000 per m³ dan Rp. 550.000 per m³ yang di akibatkan oleh rantai pasok yang panjang dan biaya mobilisasi material yang tinggi. Untuk menekan biaya konstruksi yang tinggi, beberapa opsi yang bisa ditempuh adalah dengan memanfaatkan material lokal baik sebagai material utama maupun sebagai material substitusi. Material yang akan digunakan berasal dari batu gunung yang lokasi pengambilannya mengacu pada UU nomor 1 tahun 2014. Batu gunung dipecah menjadi material agregat kasar dan agregat halus atau pasir kemudian di uji kelayakan teknis nya sebagai bahan konstruksi gedung.

2. Tinjauan Pustaka

Beton adalah bahan konstruksi yang sering digunakan seiring dengan perkembangan teknologi beton dalam hal ini konstruksi bangunan gedung sering juga digunakan sebagai bahan dari struktur dan juga sering digunakan untuk hal lainnya. Beton diartikan sebagai bahan yang di peroleh dengan cara mencampurkan agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil atau batu pecah), semen, air, dan bahan tambahan lainnya (admixture) bila diperlukan dan apabila beton telah mengeras, bila campuran pada beton belum mengeras (plastis) bahan tersebut dapat disebut sebagai spesi beton (Revisdah, 2015).

1. Penyusun Pada Beton

a. Semen

Semen merupakan bahan campuran beton dan memiliki sifat adhesif dan kohesif yang menjadi tempat melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat. Semen adalah bahan yang jadi dan dapat mengeras dengan adanya tambahan air yang dinamakan semen hidraulis (Revisdah, 2015).

b. Pengertian Agregat

Agregat adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar (aduk) dan beton. Agregat aduk dalam beton dapat juga didefinisikan sebagai bahan yang dipakai sebagai pengisi atau pengkurus, dipakai bersama dengan bahan perekat, dan membentuk suatu massa yang keras, padat bersatu yang disebut adukan beton. (Rini, 2018).

c. Penggunaan Air

Air adalah merupakan bahan pada campuran beton yang penting yang menyebabkan terjadinya reaksi kimia dengan semen. Pada dasarnya penggunaan air yang layak diminum, boleh dipakai untuk campuran beton. Akan tetapi dalam pelaksanaan banyak air yang di gunakan pada campuran beton tidak layak untuk diminum memuaskan dipakai untuk campuran beton. Apabila terjadi keraguan terhadap kualitas dari air untuk campuran pada beton sebaiknya dilakukan pengujian kualitas air diadakan trial mix untuk campuran dengan menggunakan air tersebut.

2. Kebutuhan Campuran Beton

Metode yang di gunakan pada pengujian ini yaitu menggunakan metode 'The British Mix Design Method' atau lebih di kenal di Indonesia dengan cara DOE (Departemen Design Of Environment). Langkah-langkahnya sebagai berikut ;

- a. Menetapkan nilai kuat tekan yang di syatkan pada 28 hari (f_c' / K)
- b. Menetapkan nilai standar deviasi (Sd)
- c. Menghitung nilai tambah Margin (M)
- d. Menetapkan jenis dari semen
- e. Menetapkan jenis agregat
- f. Menetapkan faktor air semen
- g. Menentukan Besar nilai slump
- h. Menentukan jumlah kebutuhan air
- i. Menentukan jumlah semen yang di perlukan
- j. Penetapan jenis agregat halus
- k. Penentuan B J agregat campuran
- l. Perkiraan pada berat beton
- m. Banyaknya jumlah agregat campuran
- n. Banyaknya agregat halus yang dibutuhkan
- o. Banyaknya agregat kasar yang dibutuhkan

3. Kuat Tekan Beton

Sifat yang paling penting dalam beton adalah kuat tekan beton. Kuat tekan beton biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lain, maksudnya apabila kuat tekan beton tinggi, sifat-sifat lainnya juga baik. Kardiono Tjokrodimulyo (1995) dalam Fajrul (2016). Kuat tekan beton dapat di peroleh sampai dengan 1000 kg/cm^2 atau lebih, tergantung pada penggunaan dari jenis campuran, sifat-sifat agregat, serta kualitas perawatan dari beton. Kuat tekan beton yang paling sering digunakan adalah sekitar 200 kg/cm^2 sampai 500 kg/cm^2 . Nilai kuat tekan beton di dapatkan melalui metode pengujian yang standar, menggunakan mesin uji tekan dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban yang tertentu dengan benda uji berupa kubus dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 150 mm. Selanjutnya benda uji ditekan dengan mesin uji tekan sampai hancur atau keadaan dari sampel beton pecah dan. Pada beban tekan maksimum pada saat benda uji pecah dan hancur dibagi luas penampang benda uji adalah nilai dari kuat tekan beton dengan menggunakan satuan MPa atau kg/cm^2 .

Nilai kuat tekan beton dapat di hitung dengan rumus :

$$F = \frac{P}{A}$$

Keterangan :

P = Kuat tekan

F = Gaya dari mesin tekan

A = Luas penampang benda uji

4. Analisis kelayakan

a. Beton

Umumnya beton terdiri atas celah atau rongga udara sekitar 1 % - 2 %, pasta semen (semen dan air) berkisar antara 25 % - 40%, dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60 % - 75 % (Mulyono 2004). Bila dibutuhkan dalam rencana campuran, bahan yang di tambahkan atau additive yang bisa ditambahkan untuk merubah sifat-sifat tertentu pada beton yang telah di rencanakan. Agar memperoleh hasil yang lebih tinggi, sifat dan karakteristik dari setiap material penyusun dari pengujian yang akan digunakan harus di pahami terlebih dahulu.

b. Semen

Merupakan pengikat hidrolis yang artinya bahwa senyawa penyusun yang ada di dalam kandungan semen bisa bereaksi terhadap air dan membentuk zat baru yang sifatnya sebagai pengikat/perekat terhadap material. Semen adalah hasil dari produksi pabrikan industri yang begitu kompleks, dengan campuran dari penyusunnya berbeda. Semen juga dapat di bedakan menjadi 2 kelompok yaitu : 1). Semen non-hidrolik dan 2). Semen hidrolik. Semen hidrolik memiliki kemampuan untuk dapat mengikat dan mengeras apabila di dalam air. Contoh semen hidrolik antara lain semen portland, semen pozzolan, semen alumina, semen terak, semen alam dan lainnya. Berbeda dengan semen hidrolik, semen non hidrolik tidak bisa mengikat dan mengeras didalam air, akan tetapi dapat mengeras bila berada di udara. Contoh utama dari semen non hidrolik adalah kapur (Mulyono, 2003)

c. Agregat

Air dibutuhkan dalam pembuatan campuran yang dapat memicu proses penyusun senyawa kimia pada semen, dengan memberi tambahan air pada material dan dapat memudahkan pada pekerjaan campuran beton yang telah di rencanakan. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai bahan campuran pada beton. Air yang digunakan pada pembuatan campuran beton harus bersih, dan tidak boleh mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar oleh garam, minyak, gula atau bahan kimia lainnya, apabila dipakai pada campuran beton akan membuat menurunnya kualitas beton serta bisa merusak pada tulangan beton, bahkan juga bisa mengubah sifat-sifat dari beton yang buat.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian ekperimental yang terdiri atas pengujian agregat kasar dan pengujian agregat halus, dengan mensubstitusi agregat kasar material lokal Wakatobi dan material luar Wakatobi dengan material luar adalah agregat kasar ex. Moramo dan agregat halus ex. Pohara dan menganalisis selisih biaya satuan pekerjaan konstruksi material lokal Wakatobi dan material luar Wakatobi berdasarkan Perbup Wakatobi dan Analisa Harga Satuan Pekerjaan. Pemeriksaan karakteristik agregat kasar dan agregat halus pada penelitian ini adalah Pemeriksaan kadar air, kadar lumpur, Analisa saringan, berat jenis dan penyerapan dan berat isi/berat volume agregat serta pengujian keausan agregat kasar dengan menggunakan mesin Los Angelles. Campuran pada beton yang digunakan dalam penelitian ini adalah campuran beton dengan menggunakan mutu beton $f_c'20$ dengan fas ditetapkan adalah sebesar 0,5 dan menggunakan silinder beton dengan ukuran diameter 10 cm dan tinggi 20 cm. Di gunakan semen Tonasa Tipe 1 (portland composit cement) Variasi pembuatan sampel beton 0 %, 25 %, 50 %, 75 % dan 100 %. Beton diuji setelah umur beton mencapai umur 28 hari.

4. Hasil dan Pembahasan

1. Pemeriksaan Kualitas Material Agregat Ksar Ex. Wandoka Agregat .Halus.Ex. Wandoka dan Material.Agregat Kasar.Ex. Moramo Agregat Halus Malaoge

1) Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

a. Pemeriksaan Hasil Pengujian 100% Agregat Kasar Moramo

Pemeriksaan dari hasil pengujian karakteristik agregat kasar ex. Moramo sebagai agregat kasar dalam campuran pada penelitian ini adalah :

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Satuan
	- Berat Jenis <i>Bulk</i>	2.61	-
	- Berat Jenis <i>SSD</i>	2.63	-
	- Be rat Jenis Semu <i>Apparent</i>	2.67	-
	- Penyerapan <i>Absorption</i>	0.90	%
2	Keausan/Abrasi	30.28	%

3	Berat Isi Lepas	1,32	gr / cm ³
4	Berat Isi Padat	1,48	gr/cm ³
5	Kadar Lumpur	0,62	%
6	Kadar Air	0,12	%

Tabel 6. Pemeriksaan Hasil Pengujian 100% Agregat Kasar Moramo.

Sumber: Hasil Pemeriksaan Laboratorium.

b. Pemeriksaan Hasil Pengujian 25% agregat kasar Wakatobi dan 75% Agregat kasar Moramo
Pemeriksaan hasil pengujian karakteristik 25% agregat kasar Wakatobi dan 75% Agregat kasar Moramo yang di gunakan sebagai agregat kasar adalah:

Tabel 7. Pemeriksaan Hasil Pengujian 25% agregat kasar Wakatobi dan 75% Agregat kasar Moramo.

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Satuan
	- Berat Jenis <i>Bulk</i>	2.58	-
	- Berat Jenis <i>SSD</i>	2.60	-
	- Berat Jenis Semu <i>Apparent</i>	2.64	-
	- Penyerapan <i>Absorption</i>	0.90	%
2.	Berat Isi Lepas	1,36	gr / cm ³
3.	Berat Isi Padat	1,98	gr/cm ³
4.	Kadar Lumpur	0,59	%
5.	Kadar Air	0,15	%

Sumber: Hasil Pemeriksaan Laboratorium

c. Pemeriksaan Pengujian 50% agregat kasar Wakatobi dan 50% agregat kasar Moramo
Pemeriksaan hasil pengujian karakteristik 50% agregat kasar Wakatobi dan 50% Agregat kasar Moramo :

Tabel 8. Pemeriksaan Hasil Pengujian 50% Agregat Kasar Wakatobi dan 50% Agregat kasar Moramo.

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Satuan
	- Berat Jenis <i>Bulk</i>	2.53	-
	- Berat Jenis <i>SSD</i>	2.56	-
	- Berat Jenis Semu <i>Apparent</i>	2.61	-
	- Penyerapan <i>Absorption</i>	1.35	%
2.	Berat Isi Lepas	1.40	gr / cm ³
3.	Berat Isi Padat	1.53	gr/cm ³
4.	Kadar Lumpur	0.49	%
5.	Kadar Air	0.17	%

Sumber: Hasil Pemeriksaan Laboratorium

d. Pemeriksaan Hasil Pengujian 70% agregat kasar Wakatobi dan 25% Agregat kasar Moramo
Pemeriksaan hasil pengujian karakteristik 75% agregat kasar Wakatobi dan 25% Agregat kasar Moramo :

Tabel 9. Pemeriksaan Hasil Pengujian 75% agregat kasar Wakatobi dan 25% Agregat kasar Moramo.

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Satuan
	- Berat Jenis <i>Bulk</i>	2.52	-
	- Berat Jenis <i>SSD</i>	2.56	-
	- Berat Jenis Semu <i>Apparent</i>	2.63	-
	- Penyerapan <i>Absorption</i>	1.61	%
2.	Berat Isi Lepas	1.41	gr / cm ³
3.	Berat Isi Padat	1.54	gr/cm ³
4.	Kadar Lumpur	0.40	%
5.	Kadar Air	0.18	%

Sumber: Hasil Pemeriksaan Laboratorium.

e. Pemeriksaan Hasil Pengujian 100% agregat kasar Wakatobi
 Pemeriksaan hasil pengujian karakteristik 100% agregat kasar Wakatobi :

Tabel 10. Pemeriksaan Hasil Pengujian 100% agregat kasar Wakatobi.

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Satuan
	- Berat Jenis <i>Bulk</i>	2.57	-
	- Berat Jenis <i>SSD</i>	2.59	-
	- Berat Jenis Semu <i>Apparent</i>	2.63	-
	- Penyerapan <i>Absorption</i>	0.83	%
2.	Keausan/Abrasi	29.42	%
3.	Berat Isi Lepas	1.42	gr / cm ³
4.	Berat Isi Padat	1.51	gr/cm ³
5.	Kadar Lumpur	0.39	%
6.	Kadar Air	0.22	%

Sumber: Hasil Pemeriksaan Laboratorium.

2) Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

a. Pemeriksaan Pengujian 100% agregat halus Malaoge

Pemeriksaan hasil pengujian karakteristik 100% agregat halus Malaoge yang digunakan sebagai agregat halus adalah sebagai berikut.:

Tabel 11. Pemeriksaan Hasil Pengujian 100% Agregat halus Malaoge.

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Satuan
	- Berat Jenis <i>Bulk</i>	2.35	-
	- Berat Jenis <i>SSD</i>	2.44	-
	- Berat Jenis Semu <i>Apparent</i>	2.59	-
	- Penyerapan <i>Absorption</i>	3.86	%
2.	Berat Isi Lepas	1.32	gr / cm ³
3.	Berat Isi Padat	1.48	gr/cm ³
4.	Kadar Lumpur	5.21	%
5.	Kadar Air	3.88	%

Sumber: Hasil Pemeriksaan Laboratorium.

a. Pemeriksaan Hasil Pengujian 25% agregat halus Wakatobi dan 75% agregat halus Malaoge
 Pemeriksaan hasil pengujian karakteristik 25% agregat halus Wakatobi dan 75% agregat halus Malaoge yang digunakan sebagai agregat halus adalah sebagai berikut.:

Tabel 12. Pemeriksaan Hasil Pengujian 25% Pasir Wakatobi dan 75% Pasir Malaoge

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Satuan
	- Berat Jenis <i>Bulk</i>	2.45	-
	- Berat Jenis <i>SSD</i>	2.51	-
	- Berat Jenis Semu <i>Apparent</i>	2.60	-
	- Penyerapan <i>Absorption</i>	2.40	%
2.	Berat Isi Lepas	1.36	gr / cm ³
3.	Berat Isi Padat	1.49	gr/cm ³
4.	Kadar Lumpur	6.78	%
5.	Kadar Air	2.99	%

Sumber: Hasil Pemeriksaan Laboratorium.

b. Pemeriksaan Hasil Pengujian 50% agregat halus Wakatobi dan 50% agregat halus Malaoge
Pemeriksaan hasil pengujian karakteristik 50% agregat halus Wakatobi dan 50% agregat halus Malaoge yang digunakan sebagai agregat halus adalah sebagai berikut :

Tabel 13. Pemeriksaan Hasil Pengujian 50% Pasir Wakatobi dan 50% Pasir Malaoge.

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Satuan
	- Berat Jenis <i>Bulk</i>	2.47	-
	- Berat Jenis <i>SSD</i>	2.52	-
	- Berat Jenis Semu <i>Apparent</i>	2.60	-
	- Penyerapan <i>Absorption</i>	1.90	%
2.	Berat Isi Lepas	1.40	gr / cm ³
3.	Berat Isi Padat	1.53	gr/cm ³
4.	Kadar Lumpur	8.67	%
5.	Kadar Air	2.25	%

Sumber: Hasil Pemeriksaan Laboratorium.

c. Pemeriksaan Hasil Pengujian 75% agregat halus Wakatobi dan 25% agregat halus Malaoge
Pemeriksaan hasil pengujian karakteristik 75% agregat halus Wakatobi dan 25% agregat halus Malaoge yang digunakan sebagai agregat halus adalah sebagai berikut:

Tabel 14. Pemeriksaan Hasil Pengujian 75% Pasir Wakatobi dan 25% Pasir Malaoge.

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Satuan
	- Berat Jenis <i>Bulk</i>	2.52	-
	- Berat Jenis <i>SSD</i>	2.56	-
	- Berat Jenis Semu <i>Apparent</i>	2.63	-
	- Penyerapan <i>Absorption</i>	1.61	%
2.	Berat Isi Lepas	1.41	gr / cm ³
3.	Berat Isi Padat	1.54	gr/cm ³
4.	Kadar Lumpur	11.52	%
5.	Kadar Air	1.59	%

Sumber: Hasil Pemeriksaan Laboratorium.

d. Pemeriksaan Hasil Pengujian 100% Agregat Halus Wakatobi
Pemeriksaan hasil pengujian karakteristik 100% agregat halus Wakatobi yang digunakan sebagai agregat halus adalah sebagai berikut :

Tabel 15. Pemeriksaan Pengujian 100% Agregat halus Wakatobi.

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Satuan
	- Berat Jenis <i>Bulk</i>	2.57	-
	- Berat Jenis <i>SSD</i>	2.59	-
	- Berat Jenis Semu <i>Apparent</i>	2.63	-
	- Penyerapan <i>Absorption</i>	0.83	%
2.	Berat Isi Lepas	1.42	gr / cm ³
3.	Berat Isi Padat	1.51	gr/cm ³
4.	Kadar Lumpur	14.61	%
5.	Kadar Air	0.87	%

Sumber: Hasil Pemeriksaan Laboratorium.

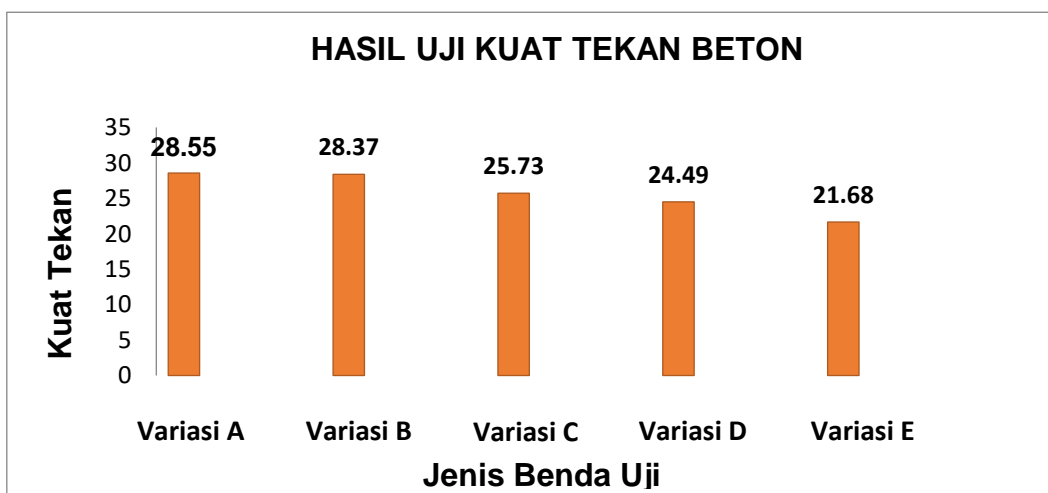
3) Hasil Uji Kuat Tekan Beton

a. Nilai kuat tekan beton variasi agregat halus terhadap 100% agregat kasar Moramo.

Tabel 16. Nilai Kuat Tekan Beton Variasi Agregat terhadap 100% Agregat kasar Moramo.

No	Jenis Benda Uji	Nilai Kuat Tekan Rata-Rata	
		Umur Beton	Kuat Tekan (Mpa)
1	Variasi A 100% AHW, 0% AHM, 100% AKM, 0% AKW	28 hari	28.55
2	Variasi B 75% AHW, 25% AHM, 100% AKM, 0% AKW	28 hari	28.37
3	Variasi C 50% AHW, 50% AHM, 100% AKM, 0% AKW	28 hari	25.73
4	Variasi D 25% AHW, 75% AHM, 100% AKM, 0% AKW	28 hari	24.49
5	Variasi E 0% AHW, 100% AHM, 100% AKM, 0% AKW	28 hari	21.68

Sumber: Hasil Pemeriksaan Laboratorium.



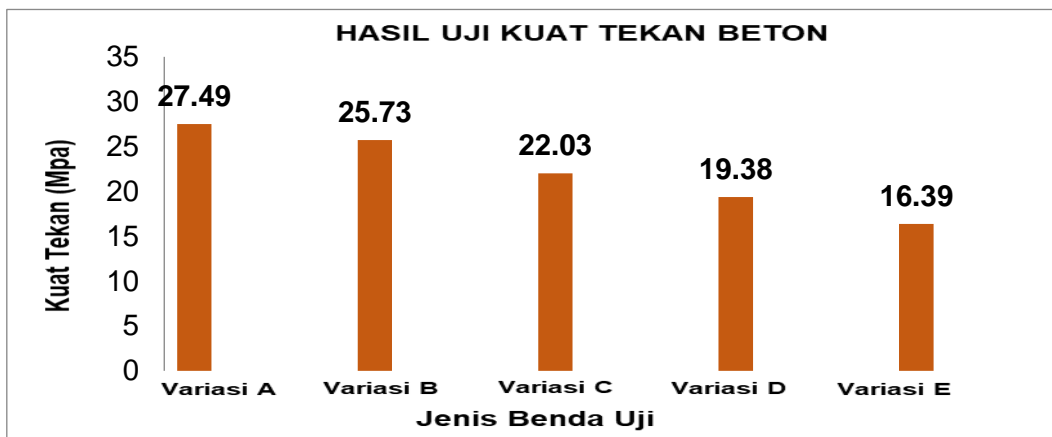
Gambar 2. Nilai Kuat Tekan Beton Variasi Benda Uji.

b. Nilai kuat tekan beton variasi agregat halus terhadap 100% agregat kasar Wakatobi.

Tabel 17. Nilai Kuat Tekan Beton Variasi Agregat terhadap 100% Agregat kasar Wakatobi.

No	Jenis Benda Uji	Nilai Kuat Tekan Rata-Rata	
		Umur Beton	Kuat Tekan (Mpa)
1	Variasi A 100% AHW, 0% AHM, 0% AKM, 100% AKW	28 hari	27.49
2	Variasi B 75% AHW, 25% AHM, 0% AKM, 100% AKW	28 hari	25.73
3	Variasi C 50% AHW, 50% AHM, 0% AKM, 100% AKW	28 hari	22.03
4	Variasi D 25% AHW, 75% AHM, 0% AKM, 100% AKW	28 hari	19.38
5	Variasi E 0% AHW, 100% AHM, 0% AKM, 100% AKW	28 hari	16.39

Sumber: Hasil Pemeriksaan Laboratorium.



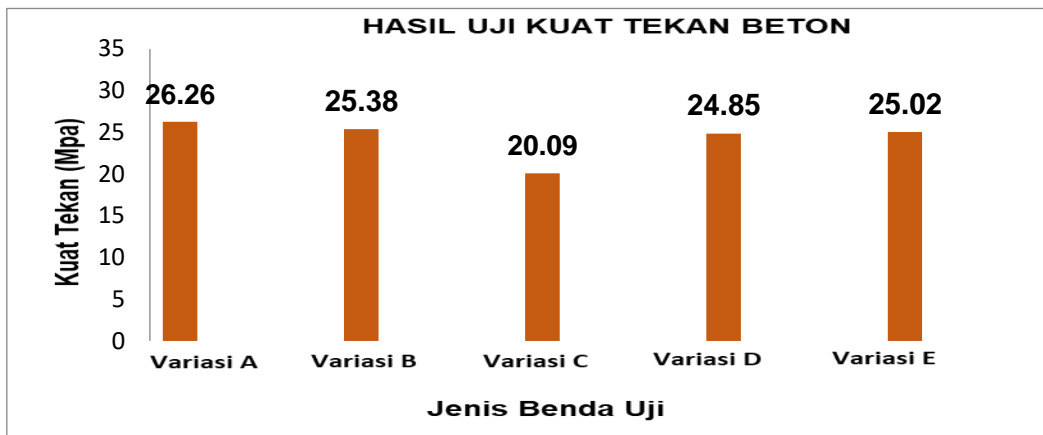
Gambar 3. Nilai Kuat Tekan Beton Variasi Benda Uji.

c. Nilai kuat tekan beton variasi agregat halus terhadap 100% agregat Halus Wakatobi.

Tabel 18. Nilai Kuat Tekan Beton Variasi Agregat terhadap 100% Agregat Halus Wakatobi.

No	Jenis Benda Uji	Nilai Kuat Tekan Rata-Rata	
		Umur Beton	Kuat Tekan (Mpa)
1	Variasi A 100% AHW, 0% AHM, 100% AKM, 0% AKW	28 hari	26.26
2	Variasi B 100% AHW, 0% AHM, 75% AKM, 25% AKW	28 hari	25.38
3	Variasi C 100% AHW, 0% AHM, 50% AKM, 50% AKW	28 hari	20.09
4	Variasi D 100% AHW, 0% AHM, 25% AKM, 75% AKW	28 hari	24.85
5	Variasi E 100% AHW, 0% AHM, 0% AKM, 100% AKW	28 hari	25.02

Sumber: Hasil Pemeriksaan Laboratorium.



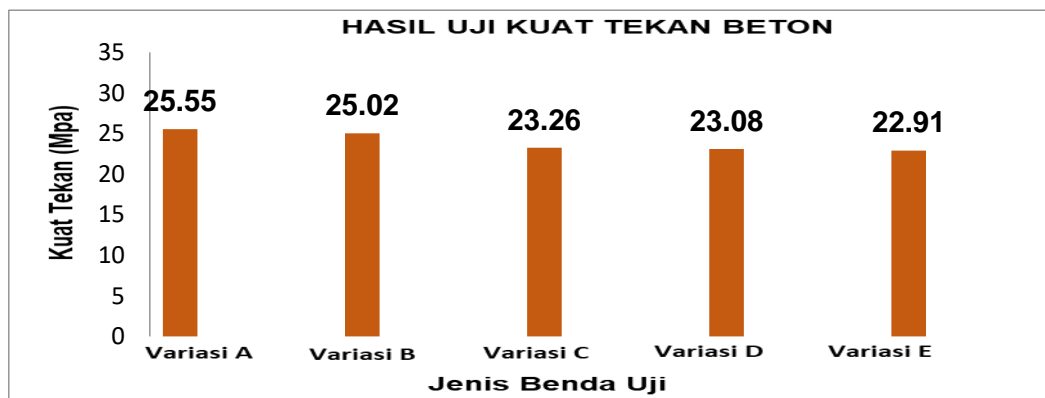
Gambar 4. Nilai Kuat Tekan Beton Variasi Benda Uji.

Nilai kuat tekan beton variasi agregat halus terhadap 100% agregat Halus Malaoge.

Tabel 19. Nilai Kuat Tekan Beton Variasi Agregat terhadap 100% Agregat Halus Malaoge

No	Jenis Benda Uji	Nilai Kuat Tekan Rata-Rata	
		Umur Beton	Kuat Tekan (Mpa)
1	Variasi A 0% AHW, 100% AHM, 100% AKM, 0% AKW	28 hari	25.55
2	Variasi B 0% AHW, 100%AHM,75% AKM, 25% AKW	28 hari	25.02
3	Variasi C 0% AHW, 100% AHM, 50% AKM, 50% AKW	28 hari	23.26
4	Variasi D 0% AHW,100% AHM, 25% AKM, 75% AKW	28 hari	23.08
5	Variasi E 0% AHW, 100% AHM, 0% AKM, 100% AKW	28 hari	22.91

Sumber: Hasil Pemeriksaan Laboratorium.



Gambar 5. Nilai Kuat Tekan Beton Variasi Benda Uji.

2. Selisih Biaya Satuan Material Lokal Dan Material Luar Wakatobi Berdasarkan Peraturan Bupati Wakatobi Tahun 2021

1) Biaya Material Lokal Wakatobi

a. Agregat Halus

Harga material yang beredar perkarungnya di wilayah Kabupaten Wakatobi oleh masyarakat lokal yaitu seharga Rp.10.000.- /karung. Dan setelah di lakukan pengukuran volume material tersebut ke dalam wadah berbentuk persegi yang ukuran masing-masing sisinya yaitu panjang = 35,50 cm, L = 24,50 cm, tinggi = 12,52 cm.

Berdasarkan ukuran di atas dapat di ketahui volume dan harga dari agregat halus material lokal Wakatobi perkarungnya dengan analisa d bawah ini ;

Dik : - Harga material /karung = Rp. 10.000 ,-
 - Ukuran wadah P x L x T = 0,355 m x 0,245 m x 0,1252 m
 = 0,0108 m³

Penyelesaian : $\frac{1}{0,0108} \times 10000 = 918.000$

Jadi, harga dari agregat halus material lokal Wakatobi setelah di lakukan perhitungan konversi dari wadah perkarungnya ke satuan kubik di peroleh harga perkubiknya yaitu sebesar Rp. 918.000 ,-

b. Agregat Kasar

Harga material yang beredar perkarungnya di wilayah Kabupaten Wakatobi oleh masyarakat lokal yaitu seharga Rp.10.000.- /karung. Dan setelah di lakukan pengukuran volume material tersebut ke dalam wadah berbentuk persegi yang ukuran masing-masing sisinya yaitu panjang = 35,50 cm, L = 24,50 cm, tinggi = 21,00 cm.

Berdasarkan ukuran di atas dapat di ketahui volume dan harga dari agregat kasar material lokal Wakatobi perkarungnya dengan analisa d bawah ini ;

Dik : - Harga material /karung = Rp. 10.000 ,-
 - Ukuran wadah P x L x T = 0,355 m x 0,245 m x 0,210 m
 = 0,0182 m³

Penyelesaian : $\frac{1}{0,0182} \times 10000 = 550.000$

Jadi, harga dari agregat kasar material lokal Wakatobi setelah di lakukan perhitungan konversi dari wadah perkarungnya ke satuan kubik di peroleh harga perkubiknya yaitu sebesar Rp. 550.000 ,-

2) Biaya Material Luar Wakatobi

Untuk harga material luar Wakatobi di peroleh dari peraturan Bupati Tahun 2021. Adapun Perbandingan cost/biaya material lokal dan material luar Kab.Wakatobi :

Tabel 20. Harga material lokal dan material luar Kab. Wakatobi

NO	Jenis Material lokal	material lokal	Jenis Material luar	material luar
		(Rp)		(Rp)
1	Agregat Halus	918.000	Agregat Halus	1.357.905
2	Agregat Kasar	550.000	Agregat Kasar	1.150.000

Sumber : Hasil Perhitungan 2022.

3. Besar Biaya Satuan Konstruksi Pembuatan 1m3 Beton Berdasarkan AHSP

1) Pembuatan 1m3 beton fc 20 Mpa dengan harga satuan material lokal Wakatobi

Adapun biaya pembuatan 1m3 beton fc 20 Mpa dengan harga satuan material lokal Wakatobi :

Tabel 21. Pembuatan 1m3 beton fc 20 Mpa dengan harga satuan material lokal Wakatobi.

N o	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
	Pekerja	OH	1.650	100,000.00	165,000.00
	Tukang Batu	OH	0.275	120,000.00	33,000.00
	Kepala Tukang	OH	0.028	140,000.00	3,920.00
	Mandor	OH	0.083	120,000.00	9,960.00
	JUMLAH TENAGA KERJA				211,880.00
B	BAHAN				
	Semen portland	Kg	384	1,500	576,000.00

	Agregat Halus	Kg	692	656	453,754.29
	Agregat Kasar	Kg	1,039	393	408,178.57
	Air	Liter	215	79	16,931.25
	JUMLAH HARGA BAHAN				1,454,864.11
C	PERALATAN				
					-
	JUMLAH HARGA ALAT				-
D	Jumlah (A+B+C)				1,666,744.11
E	Overhead & Profit	15 % x D			50,011.62
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				1,916,755.72

Sumber : Hasil Perhitungan 2022.

2) Pembuatan 1m³ beton fc 20 Mpa dengan harga satuan material luar Wakatobi
Adapun biaya pembuatan 1m³ beton fc 20 Mpa dengan harga satuan material luar Wakatobi :

Tabel 22. Pembuatan 1m³ beton fc 20 Mpa dengan harga satuan material luar Wakatobi

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
	Pekerja	OH	1.650	100,000.00	165,000.00
	Tukang Batu	OH	0.275	120,000.00	33,000.00
	Kepala Tukang	OH	0.028	140,000.00	3,920.00
	Mandor	OH	0.083	120,000.00	9,960.00
	JUMLAH TENAGA KERJA				211,880.00
B	BAHAN				
	Semen portland	Kg	384	1,500	576,000.00
	Agregat Halus	Kg	692	970	671,193.04
	Agregat Kasar	Kg	1,039	821	853,464.29
	Air	Liter	215	79	16,931.25
	JUMLAH HARGA BAHAN				,117,588.58
C	PERALATAN				
	JUMLAH HARGA ALAT				-
D	Jumlah (A+B+C)				2,329,468.58
E	Overhead & Profit	15	% x D		349,420.29
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				2,678,888.87

Sumber : Hasil Perhitungan 2022.

4. Pengaruh Variasi Agregat Halus Dan Agregat Kasar Wakatobi pada Agregat Kasar Moramo Dan Agregat Halus Malaoge terhadap Kuat Tekan Beton

Tabel 5.11 dan gambar 5.1 nilai kuat tekan pada penelitian dengan umur perendaman 28 hari di Laboratorium Survey Dan Pengujian Bahan, nilai rata-rata kuat tekan dari 3 sampel uji kuat tekan pada campuran beton dengan menggunakan variasi Agregat halus terhadap 100% Agregat kasar Moramo variasi A sebesar 28.55 Mpa dan pada campuran dengan variasi B, variasi C, variasi D, dan variasi E sebesar 28.37 Mpa, 25.73 Mpa, 24.49 Mpa, dan 21.68.

Kuat tekan maksimum pada campuran di peroleh dalam pengujian kuat tekan beton pada variasi A, hasil kuat tekan sampel uji pada variasi B, variasi C, variasi D dan variasi E, mengalami penurunan nilai kuat tekan secara berturut-turut sebesar 0.63%, 9.88%, 14.22%, 24.06% dari nilai kuat tekan beton variasi A.

Tabel 5.12 dan gambar 5.2 nilai kuat tekan pada penelitian dengan umur perendaman 2.8 hari, nilai rata-rata kuat tekan dari 3 sampel uji kuat tekan pada campuran beton dengan menggunakan variasi Agregat halus terhadap 100% Agregat kasar Wakatobi variasi A sebesar

27.49 Mpa dan pada campuran dengan variasi B, variasi C, variasi D, dan variasi E sebesar 25.73 Mpa, 22.03 Mpa, 19.38 Mpa, dan 16.39.

Kuat tekan maksimum pada campuran di peroleh dalam pengujian kuat tekan beton pada variasi A, hasil kuat tekan sampel uji pada variasi B, variasi C, variasi D dan variasi E, mengalami penurunan nilai kuat tekan secara berturut-turut sebesar 6.40%, 19.86%, 29.50%, 40.38% dari nilai kuat tekan beton variasi A.

Tabel 5.13 dan gambar 5.3 nilai kuat tekan pada penelitian dengan umur perendaman 28 hari, nilai rata-rata kuat tekan dari 3 sampel uji kuat tekan pada campuran beton dengan menggunakan variasi Agregat kasar terhadap 100% Agregat halus Wakatobi variasi A sebesar 26.26 Mpa dan pada campuran dengan variasi B, variasi C, variasi D, dan variasi E sebesar 25.38 Mpa, 20.09 Mpa, 24.85 Mpa, dan 25.02

Kuat tekan maksimum pada campuran di peroleh dalam pengujian kuat tekan beton pada variasi A, hasil kuat tekan sampel uji pada variasi B, variasi C, variasi D dan variasi E, mengalami penurunan nilai kuat tekan secara berturut-turut sebesar 3.35%, 23.50%, 5.37%, 4.72% dari nilai kuat tekan beton variasi A.

Tabel 5.14 dan gambar 5.4 nilai kuat tekan pada penelitian dengan umur perendaman 2.8 hari, nilai rata-rata kuat tekan dari 3 sampel uji kuat tekan pada campuran beton dengan menggunakan variasi Agregat halus terhadap 100% Agregat kasar Malaoge variasi A sebesar 25.55 Mpa dan pada campuran dengan variasi B, variasi C, variasi D, dan variasi E sebesar 25.02 Mpa, 23.26 Mpa, 23.08 Mpa, dan 22.91.

Kuat tekan maksimum pada campuran di peroleh dalam pengujian kuat tekan beton pada variasi A sebesar 28,55 Mpa., hasil kuat tekan sampel uji pada variasi B, variasi C, variasi D dan variasi E, mengalami penurunan nilai kuat tekan secara berturut-turut sebesar 2.07%, 8.96%, 9.67%, 10.33% dari nilai kuat tekan beton variasi A.

Untuk keseluruhan sampel benda uji terhadap campuran beton f_c' 20 pada variasi A, variasi B, variasi C, dan variasi D dengan umur perendaman beton 28 hari hasil nilai kuat tekan beton maksimum pada variasi A dengan variasi Agregat halus terhadap 100% Agregat kasar Moramo dengan variasi campuran 100% Agregat Halus Wakatobi (AHW) dan 100% Agregat Kasar Moramo (AKM) yaitu sebesar 28.55 MPa. dan untuk nilai kuat tekan beton yang di rekomendasikan dalam hasil penelitian ini adalah pada Variasi C sebesar 23,26 Mpa dengan variasi Agregat terhadap 100% Agregat halus Malaoge, dengan variasi campuran 100% Agregat Halus Malaoge (AHM), 50% Agregat Kasar Wakatobi (AKW) dan 50% Agregat Kasar Moramo (AKM).

5. Selisih Biaya Satuan Material Lokal Dan Material Luar Wakatobi Berdasarkan Peraturan Bupati Wakatobi Tahun 2021

Pada gambar 5.5 adalah merupakan wadah yang di gunakan untuk melakukan pengukuran material agregat halus yang di konversi dari wadah perkarungnya ke dalam wadah yang berbentuk persegi, kemudian mendapatkan volume 0,01089 m³ dengan harga material perkarungnya seharga Rp. 10.000,- dan setelah di lakukan konvesri ukuran volume pekubiknya tersebut kami mendapatkan harga material agregat halus perkubiknya yaitu sebesar Rp. 918.000 ,Pada gambar 5.6 adalah merupakan wadah yang di gunakan untuk melakukan pengukuran material agregat kasar yang di konversi dari wadah perkarungnya ke dalam wadah yang berbentuk persegi, kemudian mendapatkan volume 0,0182 m³ dengan harga material perkarungnya seharga Rp. 10.000,- dan setelah di lakukan perhitungan konvesri ukuran volume pekubiknya tersebut kami mendapatkan harga material agregat halus perkubiknya yaitu sebesar Rp. 550.000,-.

Pada tabel 5.15 merupakan perbandingan biaya material lokal dan material luar Wakatobi dengan harga material lokal Wakatobi lebih rendah dari harga material luar Wakatobi yang ada pada Peraturan Bupati Tahun 2021. Harga agregat halus luar Wakatobi lebih tinggi 32,40 % dengan selisih biaya sebesar Rp. 439.905,- di dibandingkan dari harga material lokal Wakatobi dan harga material agregat kasar luar Wakatobi lebih tinggi 52,17 % dengan selisih biaya Rp. 600.000,- di dibandingkan dengan harga material agregat kasar Wakatobi.

6. Besar Biaya Satuan Konstruksi Pembuatan 1m³ Beton Berdasarkan AHSP

Pada tabel 5.16 merupakan biaya untuk pembuatan 1 m³ beton berdasarkan AHSP 2021 yaitu seharga Rp. 1.500.000,- dengan harga masing-masing material lokal Wakatobi, material lokal agregat halus Rp. 918.000,- dan agregat kasar Rp. 550.000,-

Pada tabel 5.17 merupakan biaya untuk pembuatan 1 m³ beton berdasarkan AHSP 2021 yaitu seharga Rp. 1.500.000,- dengan harga masing-masing material luar Wakatobi, material lokal agregat halus Rp. 1.357.905,- dan agregat kasar Rp. 1.150.000,-

Besarnya analisa biaya satuan konstruksi pembuatan 1 m³ beton berdasarkan AHSP yaitu biaya pembuatan 1 m³ beton dengan menggunakan material lokal Wakatobi sebesar Rp. 1.916.756,- dan biaya pembuatan 1 m³ beton dengan menggunakan material luar Wakatobi sebesar Rp. 2.678.889,- sehingga yang di gunakan material dari luar Wakatobi lebih besar 28,45 % jika di dibandingkan dengan biaya pembuatan 1 m³ beton dengan menggunakan material lokal Wakatobi.

5. Kesimpulan

Sesuai hasil pengujian terhadap penggunaan material batu pecah dan pasir asal Kelurahan Wandoka Kecamatan Wangi-Wangi Kabupaten Wakatobi dan material luar Wakatobi batu pecah ex. Moramo dan pasir ex. Malaoge pada pembuatan beton $f_c' 20$ Mpa dapat di simpulkan sebagai berikut :

1. Dari pengujian kuat tekan beton yang di lakukan di Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo dengan menggunakan mesin uji kuat tekan beton maka dapat di peroleh sifat mekanik beton sebagai berikut :
 - a. Kuat tekan optimum di peroleh dalam variasi agregat terhadap 100 % agregat kasar Moramo adalah pada Variasi A sebesar 28,55 Mpa dan benda uji pada variasi B, variasi C, variasi D dan variasi E mengalami penurunan nilai kuat tekan secara berturut-turut sebesar 28,37 Mpa, 25,73 Mpa, 24,49 Mpa, dan 21,68 Mpa.
 - b. Kuat tekan optimum di peroleh dalam variasi agregat terhadap 100 % agregat kasar Wakatobi adalah pada Variasi A sebesar 27,49 Mpa dan benda uji pada variasi B, variasi C, variasi D dan variasi E mengalami penurunan nilai kuat tekan secara berturut-turut sebesar 25,73 Mpa, 22,03 Mpa, 19,38 Mpa, dan 16,39 Mpa.
 - c. Kuat tekan optimum di peroleh dalam variasi agregat terhadap 100 % agregat halus Wakatobi adalah pada Variasi A sebesar 26,26 Mpa dan benda uji pada variasi B, variasi C, variasi D dan variasi E mengalami penurunan nilai kuat tekan secara berturut-turut sebesar 25,38 Mpa, 20,09 Mpa, 24,85 Mpa, dan 25,02 Mpa.
 - d. Kuat tekan optimum di peroleh dalam variasi agregat terhadap 100 % agregat halus Malaoge adalah pada Variasi A sebesar 25,55 Mpa dan benda uji pada variasi B, variasi C, variasi D dan variasi E mengalami penurunan nilai kuat tekan secara berturut-turut sebesar 25,02 Mpa, 23,26 Mpa, 23,08 Mpa, dan 22,91 Mpa.
2. Selisih biaya satuan material lokal Wakatobi dan material luar Wakatobi berdasarkan peraturan bupati Wakatobi tahun 2021 adalah sebagai berikut :

- a. Harga satuan material agregat halus untuk material lokal Wakatobi yaitu sebesar Rp. 918.000,- dan harga satuan material agregat halus untuk material luar Wakatobi yaitu sebesar Rp. 1.357.905,- dengan material agregat halus Luar Wakatobi lebih tinggi 32,40 %
 - b. Harga satuan material agregat kasar untuk material lokal Wakatobi yaitu sebesar Rp. 550.000,- dan harga satuan material agregat kasar untuk material luar Wakatobi yaitu sebesar Rp. 1.150.000,- dengan material agregat kasar Luar Wakatobi lebih tinggi 52,17 %
3. Besar biaya satuan konstruksi pembuatan 1 m³ beton dengan menggunakan material lokal Wakatobi dan menggunakan material luar Wakatobi berdasarkan Analisa Harga Satuan pekerjaan adalah sebagai berikut :
- a. Besar biaya satuan konstruksi pembuatan 1 m³ beton dengan menggunakan material lokal wakatobi sebesar Rp. 1.916.756,-
 - b. Besar biaya satuan konstruksi pembuatan 1 m³ beton dengan menggunakan material luar wakatobi sebesar Rp. 2.678.889,- Dengan besar satuan konstruksi pembuatan 1 m³ beton dengan menggunakan material luar Wakatobi lebih tinggi 28,45 %.

Referensi

- A, Arman., Sonata MS, Herix., & Irkhas, Mohd. A. Arif. 2017. Pengaruh Penggunaan Pasir dan Split Gunung Air Dingin Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. Menara Ilmu, Vol. XI Jilid 2 No.77, 27-32.
- Abzari, Abdul Widayat. 2019. Pengaruh Perbandingan Agregat Kasar Batu Pecah (Split) dan Agregat Kasar Batu Alami Desa Ngapaea Kabupaten Buton Utara. Jurnal Media Inovasi Teknik Sipil, Vol. 8, No.2, 125 – 135.
- Badan Standarisasi Nasional. SNI 03-1974-1990. Metode pengujian kuat tekan beton. Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional. SNI 03-1974-1990. Gradasi Agregat Halus. Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional. SNI 03-2458-1991. Metode Pengambilan Contoh Untuk Campuran Beton Segar. Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional. SNI 03-2493-1991. Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton. Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional. SNI 03-2834 2000. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional. SNI 03-2847 2002 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional. SNI 03-2834 2008. Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2005. Pelaksanaan Pekerjaan Beton Untuk Jalan dan Jembatan . Pedoman Kontruksi Dan Bangunan, Pd-T-07-B. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. Kementerian Pekerjaan Umum. Republik Indonesia. 2012. Mutu Beton dan Penggunaannya.
- Dipohusodo, Istiawan. (1999). Struktur Beton Bertulang. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- DPU, 1990, SNI. 03-1974-1990, Metode Pengujian Kuat Tekan Beton, Masalah Bangunan: Bandung.
- Dumyati, Ahmad. 2015. Analisis Penggunaan Pasir Pantai Sampur Sebagai Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton. Jurnal Fropil, Vol. 3, No.1, 1-13.

- Fajrul. 2016. Pengujian batu gunung batu api Kec. Tinanggea Kab.Konsel sebagai bahan campuran beton. Kendari.
- Herdiansyah. 2013. Pengaruh Batu Cadas (Batu Trass) Sebagai Bahan Pembentuk Beton Terhadap Kuat Tekan Beton. Jurnal Inersia Vol.5 No.2, 11-19.
- Maricar, Shyama . 2013. Pengaruh Bahan Tambah Plastiment – VZ Terhadap Sifat Beton . Majalah Ilmiah Mektek , Vol. XV, No. 1, 39 – 58.
- Mulyati, 2016. Pengaruh Agregat Kasar Batu Pecah Bergradasi Seragam Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. Jurnal Teknik Sipil ITP, Vol.3, No.1, 32 – 39.
- Mulyono, T., 2003, Teknologi Beton, Andi Offset: Yogyakarta.
- Murdock, LJ. 1999. Bahan dan Praktek Beton. Erlangga, Jakarta.
- Mustika, Wayan., Salain, I M. Alit K., Sudarsana, I K. 2016. Penggunaan Terak Nikel Sebagai Agregat Dalam Campuran Beton . Jurnal Spektran, Vol. 4, No. 2, 36 – 45.
- Nugraha, Paul dan Antoni. 2007.Teknologi Beton. Yogyakarta : Andi Offset.
- Rema, Petrus Damianus. 2019. Studi Kelayakan Material Gunung Dalam Penggunaannya Sebagai Salah Satu Material Beton (Studi Kasus Material Pasir Watumeze Dan Agregat Batu Pecah Boba-Radha Kabupaten Ngada). eUREKA : Jurnal Penelitian Mahasiswa Teknik Sipil dan Teknik Kimia, 3(2), page 170-189.
- Revisdah, Mira Setiawati. 2015. Pengaruh Penambahan Air Soda Terhadap Kuat Tekan Beton. Dosen Pemula Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
- Rini. 2015. Pengaruh Campuran Serat Pisang Terhadap Beton. Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UPMI, Medan.
- SNI 03-1970-1990, Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus, BSN.
- SNI 03-1970-1990, Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar, BSN.
- SNI 03-1970-2008, Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus, BSN.
- SNI 03-1971-1990, Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar, BSN. SNI 03-1971-2011, Metode Pengujian Kadar Air Agregat, BSN.
- SNI 03-1973-2008, Cara Uji Berat Isi, Volume Produksi Campuran dan Kadar Udara Beton, BSN.
- SNI 03-4142-1996, Metode Uji Kadar Bahan Lolos No. BSN. Tjokrodimuljo, K., 1996, Teknologi Beton, Andi Offset, Yogyakarta. Tjokrodimuljo, K., 2007, Teknologi Beton, Andi Offset, Yogyakarta