

“Pemanfaatan Material Agregat Halus dan Agregat Kasar Quarry Pesisir Pantai Amahusu Sebagai Bahan Campuran Beton Normal”

Suryanto Intan¹ A. Sakliressy² Vendy Wilfin Nussy³

^{1,2}Staf Pengajar Universitas Kristen Indonesia Maluku, Fakultas Teknik, Prodi Teknik Sipil

Gmail : sui1964@hotmail.com , asakliressy@gmail.com

³Mahasiswa Universitas Kristen Indonesia Maluku, Jalan OT Pattimaipauw Talake - Ambon

Gmail : wifinnussy17@gmail.com

Abstract

Concrete is currently a construction material commonly used in infrastructure development. In general, concrete is a mixture of water, cement, fine aggregate. This research aims to determine the characteristics of the fine and coarse aggregates of the Coastal Quarry (Amahusu) that meet the requirements for use as concrete making materials and to determine the mechanical properties of compressive strength of concrete using aggregates in the Coastal Quarry (Amahusu). In this research, an experimental method was used, namely the researcher directly took the required data. Based on research results related to testing aggregate characteristics and concrete mix design using SNI 03-2834-2000, the design compressive strength f'_c is 16.9 MPa. The results of research on fine aggregate characteristics obtained W_v 1.27gr/cm³, BJAH 2.55, WA 3.74%, WC 4.88%, MHB 2.12, C 0.90% and light yellow organic content. For coarse aggregate W_v 1.58gr/cm³, BJAH 2.43, WA 2.60%, WC 3.82%, MHB 7.30, C 0.10%. Mix Design for concrete compressive strength f'_c 16.9 MPa: Cement 425 kg, Sand 590 kg, Gravel 1050 kg Water 195 Kg. Mechanical properties Results of concrete compressive strength at 3 days for normal concrete 11.55 MPa, at age 7 days for normal concrete 17.90 MPa, at 14 days for normal concrete 21.60 MPa. The result of the compressive strength of concrete at 28 days was 23.40 MPa, using Amahusu Village Coastal Quarry Material which met the planned compressive strength, namely f'_c 16.9 MPa.

Keywords: Aggregate, Cement, Concrete

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan campuran air, semen, agregat halus, dan agregat kasar dengan atau bahan tambahan lain (yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia, tambahan serat sampai bahan bangunan non kimia). Takaran dan campuran beton biasanya disesuaikan dengan tuntutan struktur yang akan dibangun, oleh sebab itu kualitas serta karakteristik material yang akan digunakan sebagai bahan pencampur beton harus diperiksa terlebih dahulu spesifikasinya, sehingga kita dapat mengetahui apakah material tersebut layak digunakan sebagai agregat pencampur beton yang telah direncanakan atau tidak. (Onisimus Balsala dan H. Manalip, 2018).

Dalam melaksanakan pembangunan permukiman dan infrastruktur lainnya, masyarakat Kota Ambon khususnya masyarakat Desa Amahusu sering mempergunakan material berupa agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil) pada quarry pesisir Pantai Desa Amahusu sebagai bahan konstruksi bangunan maupun material untuk pembangunan infrastruktur lainnya. Perlu diketahui bahwa pantai yang berada di Desa Amahusu (Pesisir Pantai) memiliki potensi sebagai quarry, masyarakat disekitar cenderung mengambil material tanpa melakukan pencucian terlebih dahulu karena relatif mudah dan cepat dalam proses pekerjaan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik agregat halus dan agregat kasar quarry pesisir pantai Desa Amahusu memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan pembuat beton dan mengetahui sifat mekanik kuat tekan beton menggunakan agregat pada Quarry Pesisir Pantai Desa Amahusu. Berdasarkan latar belakang ini maka akan dilakukan penelitian mengenai Pemanfaatan Material Agregat Halus dan Agregat Kasar Quarry Pesisir Pantai Amahusu Sebagai Bahan Campuran Beton Normal”

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Beton

Beton merupakan suatu elemen struktur yang terdiri dari partikel-partikel agregat yang dilekatkan oleh pasta yang terbuat dari semen portland dan air. Pasta itu mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel agregat dan setelah beton segar dicor, ia akan mengeras sebagai akibat dari reaksi-reaksi kimia eksotermis antara semen dan air sehingga membentuk suatu bahan struktur yang padat dan dapat tahan lama.

Adapun pembagian kelas dan mutu beton ini, dapat dilihat dalam Tabel 1 berikut ini :

Tabel 1. Kelas dan mutu beton (Spesifikasi Umum 2018, divisi 7)

Jenis Beton	f'_{c} (MPa)	Uraian
Mutu tinggi	$f'_{c} \geq 45$	Umumnya digunakan untuk beton pratekan seperti tiang pancang beton pratekan, gelagar beton pratekan, pelat beton pratekan, diafragma pratekan, dan sejenisnya.
Mutu sedang	$20 \leq f'_{c} < 45$	Umumnya digunakan untuk beton bertulang seperti pelat lantai jembatan, gelagar beton bertulang, diafragma non pratekan, kereb beton pracetak, gorong-gorong beton bertulang, bangunan bawah jembatan, perkerasan beton semen.
Mutu rendah	$15 \leq f'_{c} < 20$	Umumnya digunakan untuk struktur beton tanpa tulangan seperti beton siklop, dan trotoar
	$f'_{c} < 15$	Digunakan sebagai lantai kerja, penimbunan kembali dengan beton.

2.2. Semen

Semen merupakan serbuk yang halus yang digunakan sebagai perekat antara agregat kasar dengan agregat halus. Apabila bubuk halus ini dicampur dengan air selang beberapa waktu akan menjadi keras dan dapat digunakan sebagai pengikat hidrolis.

Sesuai dengan tujuan pemakainnya, semen Portland di Indonesia (SK.SNI T-1503-1990-03 : 2) dibagi menjadi 5 jenis yaitu :

1. Tipe I : Semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus.
2. Tipe II : Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
3. Tipe III : Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut kekuatan awal yang tinggi.
4. Tipe IV : Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi rendah.
5. Tipe V : Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

2.3. Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton atau mortar. Agregat menempati sebanyak kurang lebih 70% dari volume beton atau mortar. Oleh karena itu sifat-sifat agregat sangat mempengaruhi sifat-sifat beton yang dihasilkan.

1. Agregat Halus

Agregat halus adalah bahan batuan halus yang dapat berupa pasir alami atau sebagai hasil dari pecahan batuan alami atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh mesin pemecah batu disebut abu batu, yang terdiri dari butiran dengan ukuran 0,14 - 5 mm, kegunaannya adalah mengisi ruang antara butir agregat kasar dan memberi kelecakan.

2. Agregat Kasar

Agregat kasar dibedakan atas 2 macam, yaitu krikil (dari batuan alam) dan kricak (dari batuan alam yang dipecah). Menurut asalnya krikil dapat dibedakan atas; krikil galian, krikil sungai dan krikil pantai. Krikil galian biasanya mengandung zat-zat seperti tanah liat, debu, pasir dan zat-zat organik. Krikil sungai dan krikil pantai biasanya bebas dari zat-zat yang tercampur, permukaannya licin dan bentuknya lebih bulat. Hal ini disebabkan karena pengaruh air. Butir-butir krikil alam yang kasar akan menjamin pengikatan adukan lebih baik.

2.4. Pengujian Karakteristik Agregat

Pengujian karakteristik agregat sebagai berikut :

1. Pengujian Berat Volume Agregat

Pengujian berat volume agregat berdasarkan (ACI E1-07) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$W_v = \frac{(W_i - W_k)}{V} \quad \dots\dots(1)$$

Keterangan :

W_v : Berat volume agregat

W_i : Berat tabung berisi agregat (gr).

W_k : Berat tabung dalam keadaan kosong (gr).

V : Volume tabung (cm^3)

Berdasarkan (ACI E1-07) penentuan berat volume agregat ditetapkan antara 1,2 – 1,76 gr/cm^3 .

2. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus.

Berdasarkan ACI E1-07, berat jenis dan penyerapan agregat halus dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Berat Jenis} = \frac{Bk}{(B + W_2 - Bt)} \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{Berat Jenis Semua} = \frac{BK}{(B + BK - Bt)} \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{Berat Jenis SSD} = \frac{W_2}{(B + W_2 - Bt)} \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$\text{Penyerapan} = \frac{(W_2 - Bk)}{Bk} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

W_2 : Berat benda uji dalam keadaan SSD

Bk : Berat benda uji kering oven (gr)

B : Berat piknometer + air (gr)

Bt : Berat piknometer + pasir + air (gr)

Berdasarkan ACI E1 -07 penentuan berat jenis SSD ditetapkan antara 2,4–2,9 gr/cm^3 dan Berdasarkan ACI E1-07 penyerapan air berkisar 0,5–4%.

3. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar.

Berdasarkan *ACI E1-07* penentuan berat jenis dan penyerapan agregat kasar dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Berat Jenis} = \frac{B_k}{(B_j - B_a)} \dots\dots\dots(6)$$

$$\text{Berat Jenis Semua} = \frac{B_j}{(B_j - B_a)} \dots\dots\dots(7)$$

$$\text{Berat Jenis SSD} = \frac{B_k}{(B_k - B_a)} \dots\dots\dots(8)$$

$$\text{Penyerapan} = \frac{(B_j - B_k)}{B_k} \times 100\% \dots\dots(9)$$

Keterangan :

B_k : Berat agregat dalam kondisi kering oven

B_j : Berat agregat dalam kondisi SSD

B_a : Berat agregat dalam air

Berdasarkan *ACI E1-07* penentuan berat jenis SSD ditetapkan antara 2,4–2,9 gr/cm³ dan

Berdasarkan *ACI E1-07* penyerapan air berkisar 0,5–4%.

4. Pengujian Kadar Air Agregat

Berdasarkan *SNI 03-1971-1990*, penentuan kadar air agregat dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$W_c = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \dots\dots\dots(10)$$

Keterangan :

W_w : Berat cawan (gr)

W_s : Berat kering (gr)

W_c : Kadar air (gr)

5. Pengujian Analisa Saringan

Tujuannya untuk mengetahui gradasi suatu agregat. Gradasi suatu agregat dinyatakan dengan suatu angka yang dinamakan angka kehalusan atau modulus kehalusan (*fineness modulus*). Angka kehalusan adalah jumlah persentasi tertinggal kumulatif pada tiap-tiap ayakan dari suatu seri ayakan yang ukuran lubangnya berbanding 2 kali lipat, dimulai dari ayakan berukuran lubang 0,15 mm, dibagi 100, dinyatakan dalam persen (%).

Berdasarkan *ACI E1-07* penentuan modulus halus butir ditetapkan antara 2,0 – 3,3 untuk agregat halus. Serta 6,0 – 7,1 untuk penentuan modulus halus butir agregat kasar.

6. Pengujian Kadar Lumpur

Menurut *ACI E1-07* kandungan lumpur maksimum agregat halus dibatasi hingga 5% dan untuk agregat kasar maksimum 1%. Kandungan kadar lumpur dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$C = \frac{A - B}{A} \times 100\% \dots\dots\dots(11)$$

Keterangan :

A : Berat kering oven sebelum di cuci (gr)

B : Berat kering oven sesudah dicuci (gr)

C : Kehilangan kandungan lumpur (gr)

7. Pengujian Kadar Organik pada Agregat

Menurut (*ACI E1-07*), kadar organik yang ada pada material berasal dari pelapukan tumbuh-tumbuhan tertentu jenis asam tanin atau asam humus dan lignin. Zat ini dapat menghambat pengerasan dan pengembangan kekuatan beton. Penentuan kadar organik dapat ditentukan dengan membandingkan warna larutan NaOH yang di campurkan ke pasir dan dibandingkan dengan plat warna organik.

2.5. Syarat Umum Air

Adapun beberapa syarat umum air adalah sebagai berikut :

1. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter.
2. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
3. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
4. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.
5. Untuk air perawatan, dapat dipakai juga air yang dipakai untuk pengadukan, tetapi harus yang tidak menimbulkan noda atau endapan yang merusak warna permukaan beton.

2.6. Perencanaan Campuran Mix Design

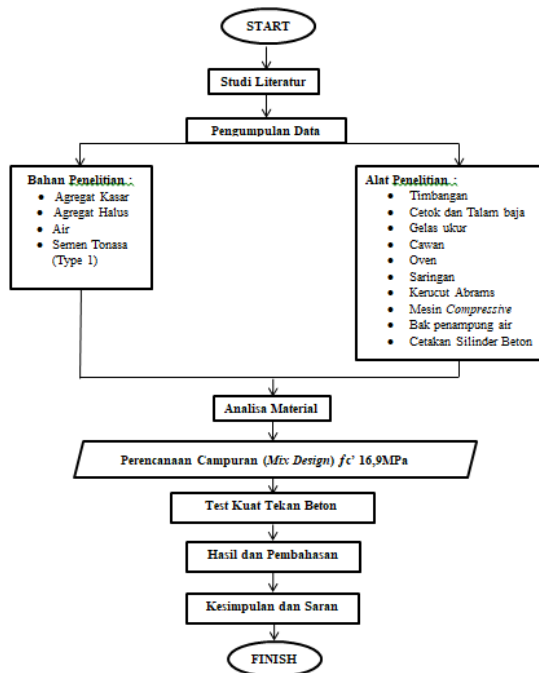
Campuran beton merupakan perpaduan dari komposit material penyusunnya. Karakteristik dan sifat bahan akan mempengaruhi hasil rancangan. Perancangan campuran beton dimaksudkan untuk mengetahui komposisi atau proporsi bahan-bahan penyusun beton. Proporsi campuran dari bahan-bahan penyusun beton ini ditentukan melalui sebuah perancangan beton (*Mix design*).

Perencanaan aduk beton dimaksud untuk mendapatkan beton yang sebaik-baiknya, yang antara lain untuk mendapatkan:

1. Kuat desak yang tinggi sesuai perencanaan
2. Mudah dikerjakan
3. Tahan lama
4. Murah
5. Tahan aus

3. METODE PENELITIAN

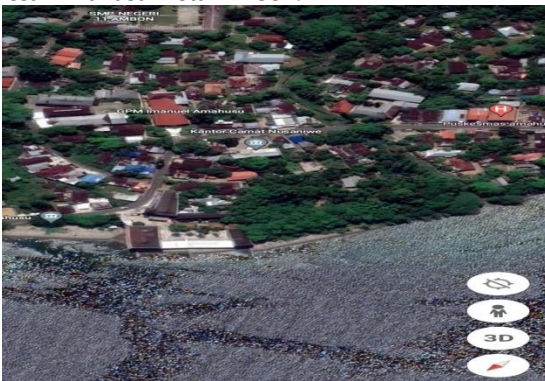
3.1. Alir Penelitian



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

3.2. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September sampai Desember 2022. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Struktur, Fakultas Teknik, Prodi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Maluku (UKIM) Jalan OT. Patimaipauw Ambon dengan menggunakan agregat halus dan agregat kasar yang diambil dari quarry pesisir Pantai Desa Amahusu Kota Ambon.



Gambar 2. Lokasi Pengambilan Material Agregat Halus dan Agregat Kasar Quarry Pesisir Pantai Desa Amahusu (Google Maps, 2023)

3.3. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode :

1. Eksperimen

Eksperimen merupakan suatu metode pengujian yang dilakukan oleh peneliti di laboratorium dalam kondisi yang terkontrol secara ketat. Sebagai pendukung keberhasilan pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan dibutuhkan suatu rencana untuk memobilisasi seluruh bahan penelitian (agregat) ke lokasi penelitian (Laboratorium Struktur Universitas Kristen Indonesia Maluku). Proses Pengambilan kedua agregat dalam hal ini agregat halus dan agregat kasar di Quarry Pesisir Pantai Desa Amahusu dengan cara diambil langsung dari pantai kemudian dibawa dengan menggunakan alat transportasi yaitu mobil pick up. Perlu diketahui agregat halus yang diambil secara langsung akan diayak dan tidak dicuci dan untuk agregat kasar merupakan batu kerikil alami yang juga nanti akan melalui proses pengayakan.

2. Dokumentasi

Dokumentasi merupakan proses pengumpulan data yang diperoleh dari kegiatan-kegiatan yang dilakukan dalam proses penelitian. Dokumentasi dilakukan dengan menggunakan alat elektronik berupa (Hp). Sehingga nantinya dokumentasi yang ada dapat menjadi pendukung kelengkapan data-data pada proses penelitian yang dilakukan.

3.4. Teknik Analisa Data

Teknik analisa data dilakukan untuk mutu beton $f_c' 16,9 \text{ MPa}$ yang direncanakan (SNI 03 2834-2000). Penentuan besar kuat tekan beton ini berdasarkan mutu beton struktur yang digunakan untuk struktur bangunan beton. Dalam sub bab ini akan dijelaskan mengenai karakteristik material yang akan digunakan, perencanaan *Mix Design* serta langkah-langkah dan pengambilan data dari pengujian yang dilakukan.

3.4.1. Material

Material yang diambil dari quarry akan dilakukan pengujian terlebih dahulu, hasil pengujian tersebut akan digunakan untuk perhitungan komposisi campuran beton (*Mix Design*).

1. Pengujian agregat halus

Pengujian agregat halus berupa pasir dari Quarry Pesisir Pantai Desa Amahusu ini dilakukan untuk mengetahui kualitas karakteristik dari pasir yang akan digunakan sebagai material dalam pembuatan campuran beton. Pengujian yang dilakukan adalah :

- Pengujian berat volume agregat
- Pengujian berat jenis dan penyerapan (absorpsi)
- Pengujian kadar air agregat
- Pengujian analisa saringan agregat
- Pengujian kadar lumpur agregat
- Pengujian kandungan organis agregat.

2. Pengujian Agregat Kasar

Pengujian agregat kasar berupa batu kerikil dari Quarry Pesisir Pantai Desa Amahusu, pada proses penelitian ini digunakan batu kerikil alami. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kualitas karakteristik dari agregat kasar yang akan digunakan sebagai material dalam pembuatan campuran beton. Pengujian yang dilakukan adalah :

- Pengujian berat volume agregat
- Pengujian berat jenis dan penyerapan (absorpsi)
- Pengujian kadar air agregat
- Pengujian analisa saringan agregat.
- Pengujian kadar lumpur agregat
- Pengujian Abrasi (keausan)

3. Semen

Semen yang digunakan pada penelitian ini adalah Semen Tonasa (*Portland Cement Composite*) Type 1.

4. Air

Air yang digunakan untuk campuran beton ini adalah sumber air di lingkungan UKIM.

3.4.2. Penentuan Test Workability (Slump Test)

Uji slump test beton harus dilakukan pada kondisi datar, rata, lembap tanpa genangan air dengan peralatan yang memenuhi syarat sesuai ASTM C1611. Pengisian beton segar ke dalam kerucut harus dilakukan sedikit demi sedikit dalam satu lapisan sampai kerucut penuh terisi dan kemudian dirojak sebanyak 25 kali pada setiap lapisan.

3.4.3. Perencanaan Campuran (Mix Design)

Setelah semua pengujian material dilakukan dan memenuhi persyaratan yang telah ditentukan, maka dapat dilakukan perencanaan *Mix Design*. Proporsi campuran dari bahan-bahan penyusun beton ini ditentukan melalui sebuah perancangan campuran beton (*Mix design*) dilakukan dengan metode (SNI 03-2834-2000).

Pengujian ini dilakukan untuk memperoleh kuat tekan beton umur 3, 7, 14 dan 28 hari, dengan penentuan nilai slump 10 ± 2 ini diharapkan dapat mewakili semua nilai slump untuk berbagai pekerjaan di lapangan. Standar benda uji yang digunakan berupa silinder beton dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

3.4.4. Pencetakan Benda Uji

Sebelum pencampuran, semua bahan pembuatan beton harus ditimbang sesuai dengan *mix design* yang telah direncanakan. Proses pencampuran dilakukan menggunakan mesin pengaduk (*mollen*) hingga semua bahan tercampur rata. Setelah itu dilanjutkan dengan pengukuran kelecakan beton (*workability*) Slump Test kemudian campuran beton dimasukkan kedalam cetakan berbentuk silinder

dengan menggunakan sendok semen, dan dipadatkan secara manual, dilakukan dengan alat berupa tongkat baja. Campuran yang baru saja dituang harus segera dipadatkan dengan cara ditusuk-tusuk dengan tongkat baja sebanyak kurang lebih 25 kali. Penusukan dengan tongkat itu dilakukan beberapa waktu dan lapisan sampai tampak suatu lapisan pasta di atas permukaan beton yang dipadatkan tersebut.

3.4.5. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan setelah benda uji berumur 3, 7, 14 dan 28 hari. Sebelum pengujian dilakukan, benda uji ditimbang dan di *capping* agar permukaannya rata. Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin uji Kuat Tekan Beton dengan kapasitas 2000 KN dan dicatat gaya tekan maksimumnya disaat benda uji mulai retak. Hasil dari pengujian tersebut nantinya akan dianalisa untuk mengetahui kuat tekan beton yang dihasilkan, pada umur masing-masing yang telah ditentukan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Karakteristik Material Agregat Halus Quarry Pesisir Pantai Desa Amahusu

1. Pengujian Berat Volume Agregat Halus.

Tabel 2. Hasil Pengujian Berat Volume Agregat Halus Quarry Pesisir Pantai Desa Amahusu (Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2023)

no	material	berat tabung a	volume wadah b	berat material + wadah c	berat material d	berat volume e	berat volume rata-rata f
					c-a	d/b	(e1+e2)/2
		g	cm ³	g	g	g/cm ³	g/cm ³
1	Pasir	238	1356.5	1956	1718	1.27	1.27
2		238	1356.5	1970	1732	1.28	

Dari hasil pengujian berat volume agregat halus didapatkan hasil rata-rata sebesar 1,27 gr/cm³. Nilai dari hasil pengujian ini memenuhi standar yang ditetapkan ACI EI – 07 sebesar 1,2 – 1,76 gr/cm³.

2. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus.

Menurut ACI EI - 07 pengujian berat jenis, berat jenis semu, berat jenis SSD dan penyerapan agregat halus dapat dihitung dengan Persamaan 2, 3, 4, 5 dan hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini :

Tabel 3. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus Quarry Pesisir Pantai Desa Amahusu (Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2023)

no	berat tabung	berat pasir kondisi SSD	berat piko + pasir	berat piko + air	berat pasir kering	berat jenis (Bulk)	berat jenis SSD	berat jenis semu (Apparent)	penyerapan air
	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	a	b	c	d
	w ₁	w ₂	w ₃	p ₁	p ₂	$\frac{B-K}{(B-W_2)-BT}$	$\frac{2((W_2-H)-BT)}{B-K(BK-B-BT)}$	$\frac{BK(BK-B-BT)}{((W_2-BK)BK)+100}$	%
1	92	500	592	1260	956	2.45	2.55	2.73	4.17
2				1264	960	2.47	2.55	2.69	3.31
Rata-Rata						2.46	2.55	2.71	3.74

Hasil pengujian berat jenis pada Tabel 3 didapat berat jenis curah (*Bulk Specific Gravity*) 2,46 gr/cm³, berat jenis kering permukaan (SSD)

sebesar 2,55 gr/cm³, berat jenis semu (*apparent pecific gravity*) 2.71 gr/cm³. Hasil pengujian pada tabel di atas memenuhi standar yang ditetapkan ACI EI – 07 terhadap berat jenis yaitu antara 2,4-2,9 gr/cm³. Sedangkan untuk pengujian penyerapan air hasil yang didapat adalah sebesar 3,74%, hasil ini memenuhi standar yang ditetapkan ACI EI – 07 terhadap penyerapan air yaitu antara 0,5-4%. Penyerapan ini akan sangat mempengaruhi kebutuhan air yang akan digunakan pada saat pencampuran beton nantinya. Berat jenis agregat halus yang digunakan dalam pengujian ini adalah berat jenis dalam kondisi SSD.

3. Hasil Pengujian Kadar Air (*Water Content*) Agregat Halus.

Berdasarkan SNI 03-1971-1990, penentuan kadar air agregat dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 10 dan dari hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4 berikut :

Tabel 4. Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus Quarry Pesisir Pantai Desa Amahusu (Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2023)

no.	no. cawan	berat cawan	berat cawan + pasir	berat cawan + pasir kering	berat pasir kering	berat air	kadar air	kadar air rata-rata (a1+a2+a3+a4+a5)/5
		(gr)	(gr)	(gr)	(gr)	(gr)	(%)	(%)
1	PS1	14	86	82	68	4	5.88	4.88
2	PS2	14	88	84	70	4	5.71	
3	PS3	14	92	88	74	4	5.41	
4	PS4	14	82	80	66	2	3.03	
5	PS5	14	86	83	69	3	4.35	

Dari hasil pengujian kadar air agregat halus didapatkan hasil kadar air rata-rata sebesar 4,88%. Hasil yang didapat memenuhi standart ACI EI – 07 dengan spesifikasi 0 – 10 %. Pengujian kadar air ini dilakukan untuk menentukan besarnya kadar air yang terkandung dalam agregat dengan cara pengeringan. Sehingga hasil dari pengujian kadar air ini akan digunakan untuk koreksi kebutuhan air adukan beton yang sesuai dengan kondisi agregat dilapangan.

4. Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus.

Analisa saringan dilakukan pada material agregat halus untuk mengetahui besarnya modulus kehalusan dan zona yang dipakai berdasarkan ACI EI – 07. Syarat Modulus kehalusan berkisar antara 2,0 – 3,3 % dan hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini :

Tabel 5. Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus Quarry Pesisir Pantai Desa Amahusu (Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2023)

ukuran saringan	berat ayakan	berat ayakan + pasir	berat pasir	persen tertinggal	persen tertinggal kumulatif	persen tembus kumulatif
(inch)	(mm)	(gr)	(gr)	(%)	(%)	(%)
3/8"	9.5	370	424	54	3.60	96.40
No.4	4.75	438	458	20	1.33	95.07
No.8	2.36	410	440	30	2.00	93.07
No.16	1.18	380	414	34	2.27	90.80
No.30	0.6	402	620	218	14.53	76.27
No.50	0.3	394	1030	636	42.40	33.87
No.70	0.15	388	864	476	31.73	21.13
No.200	0.075	380	408	28	1.87	99.73
PAN	0	490	494	4	0.27	100.00

Dari hasil pengujian analisa saringan agregat halus didapatkan hasil angka kehalusan yaitu 2,12%, yang didapat dari total persen tertinggal kumulatif dibagi dengan 100. Dengan demikian maka, agregat halus memenuhi syarat modulus kehalusan dan berada pada zona I (pasir kasar).

5. Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Tabel 6. Hasil Pengujian Kandungan Lumpur Agregat Halus Quarry Pesisir Pantai Desa Amahusu

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2023)

pengujian	satuan	jenis material		rata-rata
		pasir	pasir	
Ukuran Faksi (mm)	mm	200	200	0.90
Berat Sebelum Dicuci = A	gr	1500	1500	
Berat Sesudah Dicuci = B	gr	1485	1488	
Kandungan Lumpur $\frac{A-B}{A} \times 100\%$	%	1.00	0.80	

Dari hasil pengujian kandungan lumpur agregat halus tersebut, kandungan lumpur yang terkandung didalamnya sebesar 0.90%. Hasil ini memenuhi syarat atau spesifikasi yang ditentukan dalam ACI EI – 07, yaitu kandungan lumpur agregat halus tidak boleh lebih besar dari 5% karena akan menghambat proses hidrasi semen, untuk beton yang mengalami masa perawatan sesaat setelah pencetakan.

6. Hasil Pengujian Kadar Organik Agregat Halus.

No	Sampel	Warna Perbandingan	Dokumentasi
1	Pasir Pantai Desa Amahusu	1 (warna berwana muda)	
		2 (kuning muda)	
		3 (kuning tua)	
		4 (kuning gelap)	
		5 (kuning hitam)	

hasil dari pemeriksaan kadar organik agregat halus yaitu berwarna kuning muda di mana kuning muda adalah warna perbandingan 1 dan 2 dapat di gunakan tanpa di cuci.

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2023)

Dari hasil pengujian kadar organik agregat halus tersebut, didapat hasil warna untuk kandungan organik adalah warna kuning muda (warna perbandingan 1). Hasil ini memenuhi syarat atau spesifikasi yang ditentukan dalam ASTM C40, yaitu Warna Perbandingan 1 dan 2 dapat digunakan tanpa dicuci, Warna Perbandingan 3 dan 4 harus dicuci dahulu, dan Warna Perbandingan 5 tidak

boleh digunakan. Maka dari itu agregat ini layak dipakai sebagai bahan campuran beton

4.2. Hasil Pengujian Karakteristik Material Agregat Kasar

1. Hasil Pengujian Berat Volume Agregat Kasar

Tabel 7. Hasil Pengujian Berat Volume Agregat Kasar Quarry Pesisir Pantai Desa Amahusu (Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2023)

no	material	berat wadah	volume wadah	berat material +wadah	berat material	berat volume	berat volume rata-rata
		gr	cm ³	gr	gr	gr/cm ³	gr/cm ³
1	Batu alami	238	1356.5	2424	2186	1.61	1.58
2		238	1356.5	2342	2104	1.55	

Hasil pengujian berat volume agregat kasar didapatkan hasil rata-rata sebesar 1,58 gr/cm³. Nilai dari hasil pengujian ini memenuhi standart yang ditetapkan ACI EI – 07 sebesar 1,2 – 1,76 gr/cm³.

2. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar.

Tabel 8. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar Quarry Pesisir Pantai Desa Amahusu (Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2023)

No	Berat Piko	Berat Krikil Kondisi SSD	Berat Piko + Batu Krikil	Berat Piko + Batu Krikil + Air	Berat Piko + Air	Berat Krikil	Berat Jenis (Bulk)	Berat Jenis SSD	Berat Jenis Semu (Apparent)	Penyerapan Air
	(gr)	(gr)	(gr)	(gr)	(gr)	(gr)	a	b	c	d
	W1	W2	W3	Bt	B	Bk	BK((B+W2)-BT)	W2((W2+B)-BT)	BK(BK+B-BT)	((W2-BK)BK)*100
1	120	1500	1620	2334	1452	1400	2.36	2.43	2.53	2.74
2				2338	1456	1464	2.37	2.43	2.52	2.46
Rata-Rata							2.37	2.43	2.52	2.60

Hasil pengujian pada tabel diatas memenuhi standart yang ditetapkan ACI EI – 07 terhadap berat jenis yaitu antara 2,4 – 2,9 gr/cm³. Sedangkan untuk pengujian penyerapan air hasil yang didapat adalah sebesar 2,41%, hasil ini memenuhi standar yang ditetapkan ACI EI – 07 terhadap penyerapan air yaitu antara 0,5 – 4%.

3. Hasil Pengujian Kadar Air (Water Content) Agregat Kasar.

Tabel 9. Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar Quarry Pesisir Pantai Desa Amahusu (Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2023)

no	no cawan	berat cawan	berat cawan+batu krikil	berat cawan + batu krikil kering	berat batu krikil kering	berat air	kadar air	kadar air rata-rata
		(gr)	(gr)	(gr)	(gr)	(gr)	(%)	(%)
1	BP1	14	108	106	92	2	2.17	3.82
2	BP2	14	104	102	88	2	2.27	
3	BP3	14	106	102	88	4	4.55	
4	BP4	14	98	97	83	1	1.20	
5	BP5	14	112	104	90	8	8.89	

Dari hasil pengujian kadar air agregat kasar didapatkan hasil kadar air rata-rata sebesar 3,82%. Sesuai standart SNI 03-1971-1990, dengan spesifikasi 0 – 2 %, maka kadar air hasil pengujian tidak memenuhi standart yang dipakai.

4. Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar.

Tabel 10 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar Quarry Pesisir Pantai Desa Amahusu (Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2023)

ukuran saringan	berat ayakan	berat ayakan + batu krikil	berat batu krikil	persen tertinggal	persen tertinggal kumulatif	persen tembus kumulatif
(inch)	(mm)	(gr)	(gr)	(%)	(%)	(%)
No. 1 1/2	38.1	528	528	0	0.00	100.00
No. 3/4	19.1	532	1426	894	44.70	55.30
1/2"	9.5	370	1348	978	48.90	53.60
No. 4	4.75	438	536	98	4.90	98.50
No. 8	2.36	410	412	2	0.10	98.60
No. 16	1.18	380	380	0	0.00	98.60
No. 30	0.6	404	404	0	0.00	98.60
No. 50	0.3	394	396	2	0.10	98.70
No. 70	0.15	388	392	4	0.20	98.90
No. 200	0.075	380	382	12	0.60	99.50
Dasar		450	500	10	0.50	100.00

Dari hasil pengujian analisa saringan agregat kasar didapatkan hasil angka kehalusan yaitu 7,30%, yang didapat dari total persen tertinggal kumulatif dibagi dengan 100. Dengan demikian maka, agregat kasar memenuhi syarat modulus kehalusan.

5. Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar.

Tabel 11. Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar Quarry Pesisir Pantai Desa Amahusu (Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2023)

pengujian	satuan	jenis material		rata-rata
		batu krikil	batu krikil	
Ukuran Faksi (mm)	mm	4.75	4.75	0.10
Berat Sebelum Dicuci = A	gr	2000	2000	
Berat Sesudah Dicuci = B	gr	1999	1997	
Kandungan Lumpur	$\frac{A-B}{A} \times 100\%$	%	0.05	0.15

Dari hasil pengujian kandungan lumpur agregat kasar tersebut, kandungan lumpur yang terkandung didalamnya sebesar 0,10%. Hasil ini memenuhi syarat atau spesifikasi yang ditentukan dalam ACI EI – 07 , yaitu kandungan lumpur agregat kasar tidak boleh lebih besar dari 1%. Maka dari itu agregat ini layak dipakai sebagai bahan campuran beton.

4.3. Perencanaan Campuran (Mix Design) Untuk Mutu Beton Rencana $f'c$ 16,9 MPa

- Penentuan kuat tekan rencana ($f'c$)
 - Penetapan $f'c = 16,9$ MPa, umur 28 hari
- Deviasi standar
 - Deviasi standar tidak di pakai karna jumlah dari benda uji yang akan di buat kurang dari 15 sampel (<15 buah).
- Nilai margin yang dipakai adalah $M = 12$ MPa,
- Kekuatan rata-rata yang hendak dicapai (f'_{cr})
 - $f'_{cr} = f'c + M$
 - $f'_{cr} = 16,9 + 12 = 28,9$ MPa
- Penetapan jenis semen.
 - Jenis semen yang digunakan yaitu semen merek Tonasa (Type I)
- Penentuan jenis agregat yang digunakan :
 - Agregat kasar berupa Batu Alami Pantai Desa Amahusu
 - Agregat halus berupa Pasir Alami Pantai Desa Amahusu

- 7) Penentuan nilai faktor air semen (FAS)
Menentukan nilai faktor air semen maksimum Setelah ditentukan nilai fas, kemudian dilanjutkan dengan menentukan faktor air semen (fas) maksimum
- 8) Penetapan nilai *Slump*
 - Tinggi nilai slump ditetapkan sebesar 100 ± 20 mm
 - Ukuran agregat maksimum
 - Ukuran butir normal agregat maksimum = 20 mm
- 9) Kadar air bebas
 - Penentuan kadar air bebas untuk agregat campuran digunakan Tabel 3 Dan dihitung dengan rumus

$$W_a = 2/3 W_h + 1/3 W_k$$
 Dimana =
 W_a adalah banyaknya air yang dibutuhkan (liter/m³)

 W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

 W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar
- 10) Penentuan jumlah semen
 - Jumlah semen didapat dari
 $W_s = \text{kadar air bebas} / \text{fas}$
 $W_s = 195/0,50 = 390$ kg
- 11) Jumlah semen minimum
 - Jumlah semen minimum dapat
 - Jumlah semen minimum = 325 kg
- 12) Jumlah semen maksimum ditetapkan adalah 425 Kg
- 13) Faktor air semen yang disesuaikan adalah 0,46
- 14) Penentuan jumlah semen
 - $195/0,46 = 425$ Kg
 Susunan besar butir agregat halus
 - Susunan besar butir berdasarkan diagram di bawah agregat ini termasuk Zona 3 (Pasir agak kasar).
- 15) Persentase jumlah agregat ditentukan oleh besar ukuran maksimum agregat kasar, nilai slump, faktor air semen, dan daerah gradasi agregat halus.
- 16) Berat jenis relative agregat
- 17) Berat jenis beton
 - Nilai berat jenis agregat gabungan (agregat kasar dan agregat halus) sebesar 2,47 dan kadar air bebas = 195 kg/m³, didapat BJ beton = 2260 kg/m³
- 18) Kadar agregat gabungan
 - Kadar agregat gabungan didapat dari langkah
 $\rightarrow W_b - (W_a - W_s)$
 $= 2260 - 425 - 195 = 1640$ kg/m³

- 19) Kadar agregat halus
 - Kadar agregat halus didapat dari langkah $\rightarrow$
 $K \text{ agregat gab} \times \%AH$
 $= 1640 \times 36\% = 590$ kg/m³
- 20) Kadar agregat kasar
 - Kadar agregat kasar didapat dari langkah $\rightarrow$
 $K \text{ agregat gab} - K \text{ agregat halus}$
 $= 1640 - 590 = 1050$ kg/m³
- 21) Koreksi proporsi campuran
 Untuk mendapatkan susunan campuran yang sebenarnya, yaitu campuran yang akan digunakan sebagai campuran benda uji, perlu dilakukan koreksi dengan memperhitungkan jumlah air bebas yang terdapat dalam agregat, berupa pengurangan air (jika penyerapan air agregat < kadar air agregat), ataupun penambahan air (jika penyerapan air agregat > kadar air agregat), dan koreksi jumlah agregat sebagai akibat kadar air tersebut.

4.4. Pembuatan Benda Uji

Melakukan penyiapan bahan dan alat yang akan digunakan untuk pembuatan beton. Dengan komposisi campuran yang telah diperoleh, untuk pembuatan sampel silinder 12 buah benda uji untuk beton normal. Proses pencampuran beton menggunakan *mollen*, nilai slump yang direncanakan yaitu antara 10 ± 2 mm. Penumbukan campuran beton sebanyak 25 kali di dalam tempat pencetakan silinder beton, Pengetokan dan penggetaran campuran beton dilakukan secara bersamaan, dan melakukan pembersihan pada beton yang baru di cetak.

4.5. Pembuatan Benda Uji

Melakukan penyiapan bahan dan alat yang akan digunakan untuk pembuatan beton. Dengan komposisi campuran yang telah diperoleh, untuk pembuatan sampel silinder 12 buah benda uji untuk beton normal. Proses pencampuran beton menggunakan *mollen*, nilai slump yang direncanakan yaitu antara 10 ± 2 mm. Penumbukan campuran beton sebanyak 25 kali di dalam tempat pencetakan silinder beton,

Pengujian Kuat Tekan

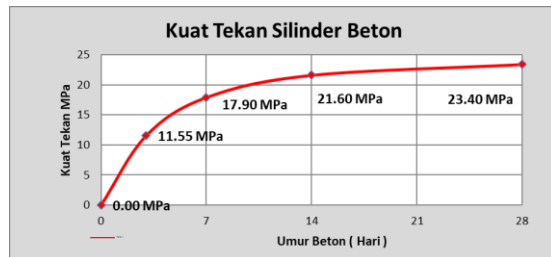
Berdasarkan pengujian di laboratorium untuk kuat tekan hancur pada silinder beton, dengan komposisi campuran (Mix Design) yang telah diperoleh yaitu material alami berupa pasir dan batu pecah Quarry Pesisir Pantai Desa Amahusu dengan jumlah sampel 12 buah benda uji. Untuk proporsi campuran digunakan semen PCC Conch Type 1, satu jenis agregat halus yaitu pasir dan batu Kerikil. Nilai slump yang didapatkan untuk beton normal yaitu 12 cm.

Hasil pengujian kuat tekan silinder beton untuk komposisi campuran beton normal, pada umur 3, 7,

14, dan 28 hari untuk agregat halus dan agregat kasar Quarry Pesisir Pantai Desa Amahusu.

Tabel 12. Pengujian Kuat Tekan Beton Normal
(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium,2023)

No	Kode Lokasi	Tgl Cor	Tgl Uji	Umur	Berat	Density Mortar	Beban Mks	Tegangan Hancur	Target Standar Persentase	Persentase Capai	
				(hari)	(kg)	(kg/m³)	(kg)	(Silinder) MPa (Kubus) kg/cm²	(%)	(%)	
1	Trial mix	11-Aug-2023	14-Aug-2023	3	12.16	2291.11	200	11.55	139.15	68.34	
2	Mortar Beton 16,9 Mpa				12.12		210	12.13	146.11	40.00	71.76
3					12.10		190	10.97	132.19	64.92	
Tegangan Hancur Rata-rata							11.55	139.15		68.34	
4	Trial mix	11-Aug-2023	18-Aug-2023	7	12.61	2342.06	290	16.75	201.77	99.09	
5	Mortar Beton 16,9 Mpa				12.21		340	19.63	236.56	65.00	116.18
6					12.46		300	17.32	208.73	102.51	
Tegangan Hancur Rata-rata							17.90	215.69		105.93	
7	Trial mix	11-Aug-2023	25-Aug-2023	14	11.97	2276.95	368	21.25	256.04	125.75	
8	Mortar Beton 16,9 Mpa				12.16		380	21.94	264.39	88.00	129.85
9					12.12		405.5	23.42	282.13	138.56	
Tegangan Hancur Rata-rata					12.07		21.60	260.21		127.80	
10	Trial mix	11-Aug-2023	8-Sep-2023	28	12.08	2292.05	475.8	27.48	331.04	162.58	
11	Mortar Beton 16,9 Mpa				12.21		389.6	22.50	271.07	100.00	133.13
12					12.18		350.4	20.23	243.79	119.73	
Tegangan Hancur Rata-rata					12.15		23.40	281.97		138.48	



(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium,2023)

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium dan analisa data untuk kuat tekan beton normal, dengan komposisi campuran (*Mix design*) yang telah diperoleh yaitu material berupa pasir dan batu kerikil Quarry Pesisir Pantai Desa Amahusu dengan jumlah sampel 12 benda uji. Untuk proporsi campuran digunakan semen PCC Conch Type 1

1. Pengujian Kuat Tekan Beton Normal (f'_c 16,9 MPa) Pada Umur 3 Hari. Hasil pengujian kuat tekan beton normal pada umur 3 hari sebesar 11,55 MPa.
2. Pengujian Kuat Tekan Beton Normal (f'_c 16,9 MPa) Pada Umur 7 Hari. Hasil pengujian kuat tekan beton normal pada umur 7 hari sebesar 17,90 MPa.
3. Pengujian Kuat Tekan Beton Normal (f'_c 16,9 MPa) Pada Umur 14 Hari. Hasil pengujian kuat tekan beton normal pada umur 14 hari sebesar 21,60 MPa.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. Hasil uji karakteristik agregat halus adalah :
 - Pengujian berat volume adalah 1,27 gr/cm³, memenuhi standar ACI E1-07 = 1.2 s/d 1.76 gr/cm³

- Pengujian berat jenis SSD adalah 2,55 memenuhi standar ACI E1-07 = 2.4 s/d 2.9, sedangkan untuk penyerapan adalah 3,74 % memenuhi standar ACI E1-07 = 0.5-4%
- Pengujian kadar air adalah 4,88 % memenuhi standar ACI E1-07 = 0 – 10 %
- Pengujian analisa saringan di dapat modulus kehalusan butiran agregat halus adalah 2,12 % memenuhi standar ACI E1-07 = 2,0 s/d 3,3
- Pengujian kandungan lumpur adalah 0,90 % memenuhi standar ACI E1-07 = max 5 %,
- Hasil pengujian kadar organik adalah kuning muda (warna pembanding 1) dapat digunakan tanpa dicuci dan memenuhi standar ACI E1-07.

2. Hasil uji karakteristik agregat kasar adalah :

- Pengujian berat volume adalah 1,58 gr/cm³ memenuhi standar ACI E1-07 = 1.2 s/d 1.76 gr/cm³
- Pengujian berat jenis SSD adalah 2,43 memenuhi standar ACI E1-07 = 2.4 s/d 2.9, untuk penyerapan adalah 2,60% memenuhi standar ACI E1-07 = 0.5-4%
- Pengujian kadar air adalah 3,82 %, hasil pengujian analisa saringan adalah 7,30 % memenuhi standar 6,0 s/d 7,1 %
- Hasil pengujian kandungan lumpur 0,10 % memenuhi standar ACI E1-07 = max 1 %.

3. Hasil perencanaan campuran (*mix design*) beton normal adalah sebagai berikut :

- Hasil perencanaan campuran (*mix design*) beton normal dengan menggunakan semen Tonasa untuk kuat tekanan Rencana (f_c) 16,9 Mpa, di dapat komposisi campuran beton untuk 1 m³ adalah sebagai berikut: Semen= 425 kg, Air= 195 kg, Agregat halus= 590 kg, Agregat Kasar batu kerikil= 1050 kg.

4. Hasil uji kuat tekan beton normal pada umur 3 hari 11,55 MPa, 7 hari 17,90 MPa, 14 hari 21,60 MPa, dan 28 hari 23,40 MPa., Dari Hasil uji kuat tekan beton yang sudah dilakukan maka Material Agregat Halus dan Agregat Kasar Quarry Pesisir Pantai Tirta Amahusu (Tidak Dicuci) Layak Digunakan Sebagai Bahan Campuran Beton Normal
5. Hasil uji kuat tekan beton normal yang dihasilkan lebih besar dari kuat tekan beton rencana ($f'_c \geq f'_c$ rencana).

5.2. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan antara lain sebagai berikut :

1. Kondisi agregat yang akan diuji harus dalam kondisi SSD (*Saturated Surface Dry*) sehingga tidak mengakibatkan penambahan maupun pengurangan kadar air dalam beton

2. Pembuatan beton dilakukan dalam satu kali adukan dalam proses pelaksanaan.
3. Mempebanyak benda uji pada penelitian selanjutnya agar data yang didapat lebih akurat.
4. Agregat kasar (batu kerikil) yang akan diuji harus di saring terlebih dulu.

DAFTAR PUSTAKA

- Barita. R. Hutaaruk, 2019, Analisis Karakteristik Material Quarry Waisalak Terhadap Kuat Tekan Beton. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Maluku, Ambon.
- Bulletin, A. C. I. E. (2010). Aggregates for concrete. Construction Materials: Their Nature and Behaviour, Fourth Edition, 114–119. <https://doi.org/10.4324/9780203927571>
- Mulyono, T. (2015). Teknologi Beton: Dari Teori Ke Praktek. 1, 574.
- Peraturan Beton Indonesia 1971. (n.d.). In P. 1971 (Ed), Peraturan Beton Indonesia, 1971.
- SNI 03-1971-1990. (1990). Metode Pengujian Kadar Air Agregat. Badan Standarisasi Nasional Indonesia, 27(5), 6889.
- SNI 03-2834-2000. (2000). SNI 03-2834-2000: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Sni 03-2834-2000, 1–34.
- SNI ASTM C 136-2012, Metode Uji Untuk Analisis Saringan Agregat Halus Dan kasar (ASTM C136 06 IDT).