

PEMERIKSAAN KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS BETON BERAGREGAT KASAR BATU RINGAN APE DARI KEPULAUAN TALAUD

Maria M. M. Pade

E. J. Kumaat, H. Tanudjaja, R. Pandaleke

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

email : [MariaUjuNizpa@yahoo.co.id](mailto: MariaUjuNizpa@yahoo.co.id)

ABSTRAK

Kabupaten Kepulauan Talaud memiliki kendala dalam pembangunan fisik yaitu dalam pembangunannya masih menggunakan agregat yang didatangkan dari luar daerah, sedangkan di Kepulauan ini terdapat batu Ape yang dapat dimanfaatkan sebagai alternatif bahan bangunan, serta mudah ditemukan hampir di semua aliran sungai Kabupaten Kepulauan Talaud. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian mengenai penggunaan batu Ape sebagai agregat kasar dalam campuran beton.

Bahan-bahan yang digunakan pada pembuatan beton adalah agregat kasar batu Ape berukuran 10 – 20 mm, agregat halus pasir dari sungai Bunne Kabupaten Kepulauan Talaud, Pasir dari sungai Girian Kota Bitung, semen Portland Type I dan air bersih. Nilai FAS ditetapkan sebesar 0.61 sesuai dengan kuat tekan rencana 30 MPa. Masing – masing variasi tersebut dibuat sebanyak empat buah silinder ukuran standar (diameter 10 cm dan tinggi 20 cm). Pengujian slump dilakukan untuk mengetahui sifat workability beton segar, pengujian dan pengukuran silinder beton pada umur 28 hari meliputi kuat tekan dan modulus elastisitas.

Sifat – sifat mekanik beton non pasir pada umur 28 hari adalah, kuat tekan berkisar antara 7.0 MPa sampai 16.49 MPa, dimana pada variasi beton menggunakan pasir dari sungai Girian memiliki kuat tekan tertinggi. Nilai modulus elastisitas bervariasi antara 18527 MPa sampai 31119 MPa. Berat volume beton berkisar antara 1993 Kg/m³ sampai 2092 Kg/m³.

Berdasarkan klasifikasi berat volume beton, beton beragregat kasar batu Ape tergolong pada beton normal.

Kata kunci : Agregat batu Ape, proporsi campuran, beton normal.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Seiring dengan meningkatnya pembangunan di daerah-daerah yang baru berkembang, peranan beton pun semakin bertambah, karena beton merupakan bahan yang paling banyak dipakai pada pembangunan dalam bidang teknik sipil, baik pada bangunan gedung, jembatan, bendung, maupun konstruksi yang lain.

Pemekaran Kabupaten Kepulauan Talaud diiringi dengan pembangunan disegala bidang termasuk pembangunan konstruksi menggunakan batu alam, masyarakat Kepulauan Talaud masih menggunakan batu alam yang di datangkan dari luar pulau untuk pembangunan,

sedangkan di Kabupaten Kepulauan Talaud banyak terdapat batu alam yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan, salah satunya adalah batu “Ape” dan akan digunakan dalam penelitian ini.

Batu Ape merupakan hasil dari pembentukan *sedimen* berupa pengendapan pasir dan tanah. Sebelumnya telah dilakukan penelitian terhadap batu Ape (Gerson dkk, 2008), dalam penelitian tersebut didapat kuat tekan batu Ape mula-mula sebesar 6.05 MPa setelah dilakukan proses pemanasan dan pengujian, kuat tekan tertinggi batu Ape pada keseluruhan variasi suhu dan lama pemanasan dicapai pada suhu 400°C selama 120 menit sebesar 37.43 MPa.

Berdasarkan hal tersebut di atas penulis ingin melakukan penelitian lanjutan terhadap batu Ape sebagai agregat kasar dalam campuran beton sesuai dengan persyaratan beton. Dengan judul penelitian “Pemeriksaan Kuat Tekan & Modulus Elastisitas Beton Beragregat Kasar Batu Ringan Ape Dari Kepulauan Talaud”

Rumusan Masalah

Mengacu pada latar belakang masalah maka hal-hal yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah meninjau karakteristik beton menggunakan batu Ape sebagai agregat kasar, melalui pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas beton.

Batasan Masalah

1. Pemeriksaan sifat fisik agregat.
2. Komposisi campuran berdasarkan metode *ACI*.
3. Pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas pada beton.
4. Umur pengujian masing-masing 7, 14, 21, dan 28 hari.
5. Benda uji berbentuk silinder dengan ukuran (10/20) cm.
6. Bahan dasar pembentuk beton :
 - Semen portland tipe 1.
 - Agregat halus pasir sungai dari Kepulauan Talaud dan Girian Bitung.
 - Agregat kasar batu Ape dari Kepulauan Talaud.
 - Air dari sumur Fakultas Teknik UNSRAT.

Tujuan Penelitian

1. Memperoleh berat volume, kuat tekan, dan modulus elastisitas beton beragregat kasar batu Ape.
2. Membandingkan nilai kuat tekan beton yang menggunakan pasir dari Girian Bitung, pasir dari Kepulauan Talaud, dan Blending kedua pasir tersebut.
3. Membandingkan nilai modulus elastisitas yang menggunakan pasir dari Girian Bitung, pasir dari Kepulauan Talaud, dan *blending* kedua pasir tersebut.

Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi masyarakat yang ada di

Kepulauan Talaud untuk memanfaatkan batu Ape sebagai agregat kasar pada bahan konstruksi karena mudah pengambilannya dan lebih ekonomis karena tidak membutuhkan biaya pengiriman.

TINJAUAN PUSTAKA

Beton adalah suatu campuran yang terdiri dari pasir, kerikil, batu pecah, atau agregat lain yang dicampur menjadi satu dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air membentuk suatu massa mirip batuan. Terkadang satu atau lebih bahan *aditif* ditambahkan untuk menghasilkan beton dengan karakteristik tertentu, seperti kemudahan pengerjaan (*workability*), *durabilitas*, dan lamanya pengerasan.

Berat Volume Beton

Berdasarkan kerapatannya (berat volume), beton dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Tabel 1 Klasifikasi Berat Volume Beton Menurut Standar Nasional Indonesia

Jenis Beton	Berat Volume Beton [Kg/m ³]
Beton Berbobot Ringan	< 2200
Beton Berbobot Normal	> 2200 - 2500

Sumber : Teknologi Beton (Mulyono, 2005)

Tabel 2 Klasifikasi Berat Volume Beton Menurut *American Concrete Institute*

Jenis Beton	Berat Volume Beton [Kg/m ³]
Beton Ultra Ringan	300 – 1100
Beton Ringan	1100 – 1600
Beton Ringan Struktural	1450 – 1900
Beton Normal	2100 – 2550

Sumber : Teknologi Beton (Mulyono, 2005)

Tabel 3 Klasifikasi Berat Volume Beton Menurut *Federation Internationale de la Précontrainte*

Jenis Beton	Berat Volume Beton [Kg/m ³]
Beton Berbobot Ringan	< 2000
Beton Berbobot Normal	2000 – 3000
Beton Berbobot Berat	<3000

Sumber : Teknologi Beton (Mulyono, 2005)

Berat volume beton atau kerapatan dari beton adalah pembagian antara berat dari beton dan volume dari beton tersebut.

$$\gamma_c = W_c / V_c \quad (1)$$

Dimana :

γ_c = Berat volume [kg/m³]

W_c = Berat beton [kg]

V_c = Volume beton [m³]

Kuat Tekan Beton

Beton merupakan suatu bahan konstruksi yang mempunyai sifat kekuatan tekan yang khas, yaitu apabila diperiksa dengan sejumlah besar benda-benda uji, nilainya akan menyebar sekitar suatu nilai rata-rata tertentu.

Berdasarkan beban runtuh yang dapat diterima oleh benda uji, maka nilai kuat tekan beton ringan struktural dapat dihitung dengan menggunakan rumus dibawah ini :

$$f_c = \frac{P}{A} \quad (2)$$

dimana :

f_c = Kuat tekan [kg/cm²]

P = Beban runtuh yang dapat diterima oleh benda uji [kg]

A = Luas bidang tekan [cm²]

Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas adalah rasio dari tegangan normal tarik atau tekan terhadap regangan. Modulus elastisitas tergantung pada umur beton, sifat-sifat agregat dan semen, kecepatan pembebanan, jenis dan ukuran dari benda uji.

Dari pengujian tekan silinder beton 15/30 dihitung besarnya modulus elastisitas beton dengan menggunakan rumus ASTM C 469-02 sebagai berikut :

$$E_c = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\epsilon_2 - \epsilon_1} \quad (3)$$

dimana :

E_c = Modulus elastisitas beton [kg/m³]

σ_2 = Tegangan pada 40% teg. runtuh [kg]

σ_1 = Tegangan pada saat nilai kurva regangan ϵ_1 [m³]

E_c = Modulus elastisitas beton [kg/m³]

ϵ_2 = Nilai kurva regangan yang terjadi pada

saat σ_2 [m³]

ϵ_1 = Regangan sebesar 0.00005 [m³]

Sesuai dengan SK SNI T-15-1991-03 digunakan rumus nilai modulus elastisitas beton dengan mempertimbangkan unsur berat isi beton, untuk W_c diantara 1500 dan 2500 kg/m³ rumus yang digunakan adalah :

$$E_C = (W_c)1,5 \times 0.043\sqrt{f_c'} \quad (4)$$

sedang untuk beton normal adalah :

$$E_C = 4700\sqrt{f_c'} \quad (5)$$

Dalam ACI 363-92 "State of The Art Report on High Strength Concrete" adalah sebagai berikut :

$$E_C = 3320\sqrt{f_c'} + 6900 \quad (6)$$

Perencanaan Komposisi Campuran Beton Metode Aci 211.1-91

1. Penetapan nilai slump

Slump ditetapkan sesuai dengan kondisi pelaksanaan pekerjaan agar diperoleh beton yang mudah dikerjakan. Jika nilai slump tidak ditentukan dalam spesifikasi, dapat dipilih berdasarkan kuat tekan rencana menurut ACI 211.1-91.

2. Penetapan ukuran maksimum butiran agregat

Ukuran maksimum agregat dihitung dari $\frac{1}{3}$ tebal pelat atau $\frac{3}{4}$ jarak bersih antara baja tulangan, atau $\frac{1}{5}$ jarak terkecil bidang bekisting .

3. Penetapan kebutuhan air dan kandungan udara

Penetapan kebutuhan air dan kandungan udara bergantung pada nilai slump dan ukuran butiran agregat.

4. Penetapan nilai faktor air semen (w/c)

Jumlah air yang terlalu banyak dalam suatu campuran beton akan menempati ruang dimana pada waktu beton sudah mengeras dan terjadi penguapan, ruang tersebut akan menjadi pori, sehingga dapat berpengaruh pada kekuatan beton. Untuk mencegah hal tersebut diperlukan penetapan

faktor air semen berdasarkan kuat tekan rencana.

Banyaknya semen yang akan digunakan dalam campuran beton dapat dihitung melalui perbandingan antara jumlah air dengan faktor air semen.

5. *Penetapan volume agregat kasar*

Menetapkan volume agregat kasar berdasarkan ukuran butiran agregat maksimum dan modulus kehalusan sehingga didapat persentase agregat kasar.

6. *Estimasi jumlah agregat halus*

Volume agregat halus bisa didapatkan melalui perhitungan berat atau dari volume absolute yaitu volume satuan beton dikurangi dengan volume total. Volume total meliputi volume air, semen, agregat kasar, dan volume udara.

Selanjutnya berat agregat halus adalah volume agregat halus dikalikan dengan berat SSD agregat halus.

7. *Koreksi kelengkapan agregat*

Karena kondisi agregat di lapangan belum diketahui kering oven ataupun SSD maka perlu dikoreksi berat agregat dengan jumlah air di dalam agregat.

- Pembuatan benda uji.
- Perawatan benda uji.
- Pemeriksaan benda uji.
- Menganalisa data hasil pemeriksaan dan pengujian yang telah dilakukan.

HASIL PENELITIAN

Sifat fisik Batu Ringan Ape

Berat jenis kering sebesar 1.39, berat jenis jenuh kering permukaan sebesar 1.86, dan penyerapan maksimum sebesar 33.32 %. Berat volume padat sebesar 0.98 gr/cm³ dan berat volume gembur sebesar 0.89 gr/cm³. Kadar air sebesar 7.96 % dan keausan sebesar 69.25 %, modulus kehalusan butir sebesar 6.85 (Gbr. 1).

Sifat fisik pasir Sungai Bunne

Berat jenis kering sebesar 2.52, berat jenis jenuh kering permukaan sebesar 2.60, dan penyerapan maksimum sebesar 3.19% Berat volume padat sebesar 1.43 gr/cm³ dan berat volume gembur sebesar 1.32 gr/cm³. Kadar air sebesar 1.53% dan kadar lumpur sebesar 4.79%, modulus kehalusan butir sebesar 1.03 (Gbr. 2)

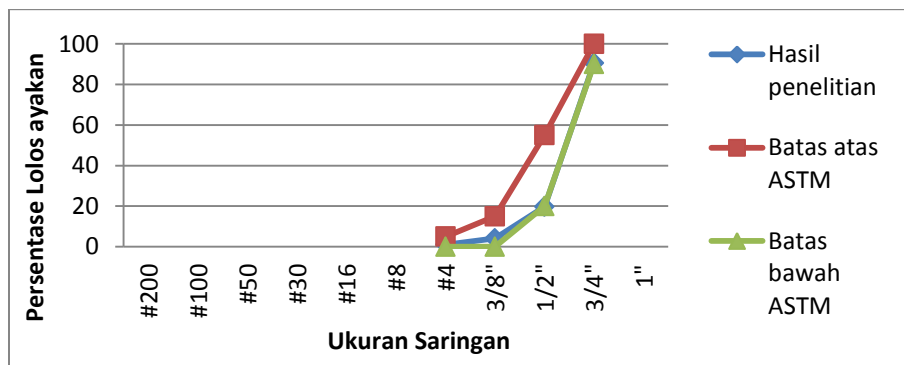
Sifat fisik pasir Sungai Girian

Berat jenis kering sebesar 2.00, berat jenis jenuh kering permukaan sebesar 2.22, dan penyerapan maksimum sebesar 11.10% Berat volume padat sebesar 1.25 gr/cm³ dan berat volume gembur sebesar 1.16 gr/cm³. Kadar air sebesar 5.54% dan kadar lumpur sebesar 2.33%, modulus kehalusan butir sebesar 3.27 (Gbr. 3)

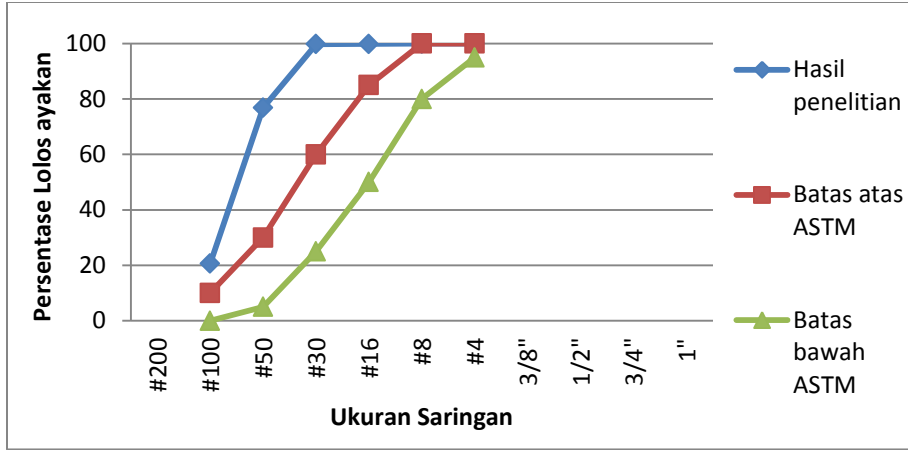
METODOLOGI PENELITIAN

Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

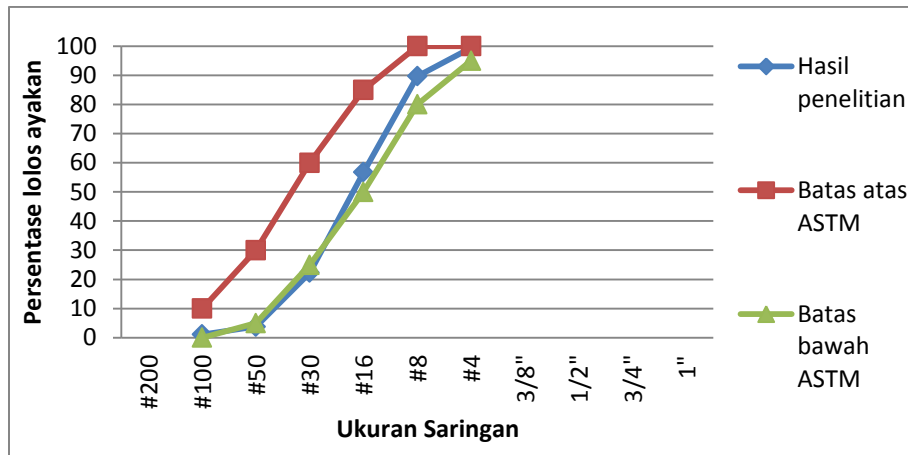
- Pengambilan bahan, agregat kasar dan agregat halus.
- Persiapan bahan.
- Pemeriksaan sifat fisik agregat.
- Perencanaan campuran berdasarkan metode ACI.



Gambar 1. Grafik Lengkung Gradasi Batu Ape
Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 2. Grafik Lengkung Gradasi Pasir Bunne
Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 3. Grafik Lengkung Gradasi Pasir Girian
Sumber: Hasil Penelitian

Sifat Mekanik beton

1. Nilai slump

Nilai slump untuk beton menggunakan campuran pasir Bunne sebesar 87 mm, untuk beton menggunakan campuran pasir Girian sebesar 90 mm, dan untuk beton menggunakan campuran pasir Blending sebesar 92 mm.

2. Berat volume beton

Berat volume beton untuk campuran pasir Bunne sebesar 2061 kg, untuk campuran pasir Girian sebesar 2025 kg, dan untuk campuran pasir Blending sebesar 2032 kg.

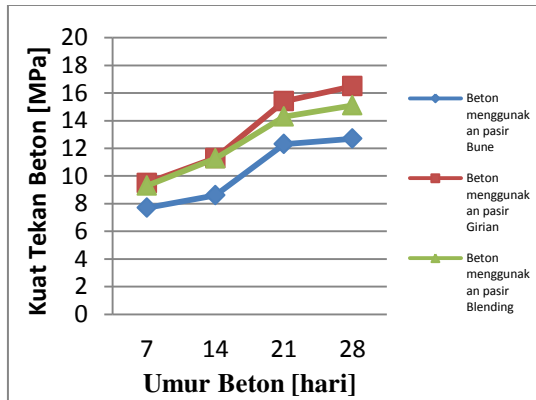
3. Kuat tekan beton

Tabel 4. Kuat Tekan Rata-Rata pada Umur Beton 7, 14, 21, dan 28 Hari

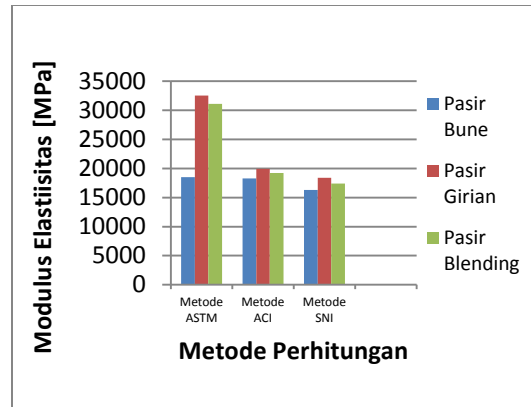
Agr. Halus	Umur Beton			
	7 hari	14 hari	21 hari	28 hari
Pasir Bunne	7.7	8.6	12.3	12.7
Pasir Girian	9.5	11.3	15.4	16.5
Pasir Blending	9.3	11.3	14.3	15.1

Sumber : Hasil Penelitian

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4. Berikut.



Gambar 4. Grafik Kuat Tekan Rata-Rata Beton
Sumber : Hasil Penelitian



Gambar 5. Grafik Modulus Elastisitas
Sumber : Hasil Penelitian

4. Modulus Elastisitas

Tabel 5 Modulus Elastisitas Rata-Rata pada Umur Beton 28 Hari Metode ASTM

Agregat Halus	Modulus Elastisitas [MPa]
Pasir Bunne	18527
Pasir Girian	32523
Pasir <i>Blending</i>	31119

Sumber : Hasil Penelitian

Tabel 6 Modulus Elastisitas Rata-Rata pada Umur Beton 28 Hari Metode ACI

Agregat Halus	Modulus Elastisitas [MPa]
Pasir Bunne	18278
Pasir Girian	19907
Pasir <i>Blending</i>	19193

Sumber : Hasil Penelitian

Tabel 7 Modulus Elastisitas Rata-Rata Pada Umur Beton 28 Hari Metode SNI

Agregat Halus	Modulus Elastisitas [MPa]
Pasir Bunne	18278
Pasir Girian	19907
Pasir <i>Blending</i>	19193

Sumber : Hasil Penelitian

Untuk lebih jelasnya akan disajikan Nilai Modulus Elastisitas Menggunakan Metode *ASTM*, *ACI*, dan *SNI* dalam grafik sebagai berikut (Gbr.5).

PENUTUP

Kesimpulan

Melalui hasil penelitian beton beragregat kasar batu Ape dan menggunakan variasi pasir dari Sungai Bunne, Sungai Girian, dan pasir *Blending* di Laboratorium, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Beton menggunakan agregat kasar batu Ape memiliki berat volume berkisar antara 2025.2 Kg/m³ sampai 2061.2 Kg/m³ untuk semua variasi pasir, hal ini menjadikan beton tergolong pada kategori beton normal.
2. Hasil rata-rata kuat tekan pada umur 28 hari dengan kuat tekan rencana 30 MPa yang didapat dalam penelitian ini yaitu 12,67 MPa untuk beton menggunakan pasir Bunne, 16,49 MPa untuk beton menggunakan pasir Girian, dan 15,09 MPa untuk beton menggunakan pasir *Blending*. dengan demikian dapat dilihat bahwa penggunaan pasir dapat mempengaruhi kekuatan beton.
3. Hasil rata-rata Modulus Elastisitas pada umur 28 hari dengan kuat tekan rencana 30 MPa adalah 18527 MPa untuk beton menggunakan campuran pasir Bunne, 32523 MPa untuk pasir Girian, dan 31119 MPa untuk pasir *Blending*,
4. Dibandingkan dengan Modulus Elastisitas *ACI* untuk kuat tekan 30 MPa sebesar 25084 MPa hasil Modulus Elastisitas beton menggunakan pasir Girian dan *blending* nilainya lebih besar, sedangkan untuk beton

- menggunakan pasir Bunne nilainya lebih kecil.
5. Karena kekuatan tekan < 20 MPa maka beton menggunakan agregat kasar batu Ape hanya bisa digunakan pada bangunan non struktural.
 2. Untuk memperoleh hasil pengujian yang baik agregat halus yang digunakan sebaiknya dicuci terlebih dahulu.
 3. Untuk mendapat berat volume beton yang lebih ringan, dapat dilakukan substitusi parsial agregat kasar antara batu Ape dengan agregat kasar ringan lainnya, misalnya batu Apung.
 4. Untuk mendapat kuat tekan beton yang lebih tinggi, campuran dapat diberikan bahan tambahan.
 5. Sebaiknya dilakukan pemeriksaan kandungan kimia lanjutan terhadap batu Ape, untuk memperoleh mutu beton yang baik.
- Saran**
- Melalui hasil penelitian beton menggunakan agregat kasar batu ape, hal-hal yang dapat disarankan untuk penelitian lanjutan yaitu:
1. Sebaiknya pada campuran beton menggunakan agregat halus yang sifat fisik agregatnya baik karena sangat mempengaruhi kuat tekan pada beton.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 211.1 – 91, 1993, *Standard Practice For Selecting Proportions For Normal Heavy Weight And Mass Concrete*. Detroit: ACI, page 2.
- ACI Committee 363R – 92. 1997 *State of the Art Report on High Strength Concrete*. Detroit: ACI, page 23.
- American Society For Testing Material (ASTM). 1993. *Concrete and Aggregate.*, Philadelphia. Volume 04.02, page 65-89.
- Mulyono Tri., 2005. *Teknologi Beton*, Andi, Yogyakarta, hal. 159-165.
- Gerson, Iman, Kardiyono, 2008 “*Pemanfaatan Batu Ape dari Sungai Lua Kabupaten Kepulauan Talaud Sebagai Alternatif Bahan Bangunan*”, Skripsi UGM Yogyakarta: hal. 832, 835.