

**PENGUJIAN KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON DENGAN
MENGUNAKAN AGREGAT DARI BENTENG HURABA, BATANG ANGKOLA,
TAPANULI SELATAN UNTUK MUTU $f'c$ 30 MPa**

Oleh:

Grace Octavia Sarmauli Pangaribuan ¹⁾

Poppy Ika Silalahi ²⁾

Rahelina Ginting ³⁾

Robinson Sidjabat ⁴⁾

Universitas Darma Agung, Medan ^{1,2,3,4)}

E-mail:

gracepangaribuan938@gmail.com ¹⁾

poppysilalahi@gmail.com ²⁾

Robinson.sidjabat1950@gmail.com ³⁾

Rahalex77@gmail.com ⁴⁾

ABSTRACT

This study aims at determining the compressive strength of concrete using aggregate from Benteng Huraba Village, Batang Angkola, South Tapanuli at $f'c$ 30 MPa quality and split tensile strength using aggregate from Benteng Huraba Village, Batang Angkola, South Tapanuli at f' quality. c 30 MPa. Huraba Fort river sand is good for mixing concrete. From the results of the NaOH research, it can be seen that the sand of the Huraba Fort is light yellow which means it does not contain much mud. From the test results, the compressive strength of concrete was obtained for the age of 3 days 13.71 MPa, 7 days 16.33 MPa, 14 days 23.40 MPa, 28 days 28.91 MPa. From the results of the compressive strength test for 28 days is 28.91 MPa, therefore it cannot meet the planned compressive strength of 30 MPa. This happens because the mixing of the concrete mixture is done manually. From the results of the split tensile strength test for the age of 28 days is 7,370 MPa and from the results of abrasion/wear research it can be concluded that the aggregate meets the requirements of SNI 2417-2008 in Aggregate wear <40%, with a magnitude of 31.64%.

Keywords: Concrete, Compressive Strength, Flexural Tensile Strength

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat tekan beton dengan menggunakan agregat dari Desa Benteng Huraba, Batang Angkola, Tapanuli Selatan pada mutu $f'c$ 30 MPa dan kuat tarik belah dengan menggunakan agregat dari Desa Benteng Huraba, Batang Angkola, Tapanuli Selatan pada mutu $f'c$ 30 MPa. Pasir sungai Benteng Huraba bagus digunakan untuk campuran beton. Dari hasil penelitian NaOH di dapat bahwa pasir sungai Benteng Huraba berwarna kuning muda yang berarti tidak banyak mengandung lumpur. Dari hasil pengujian kuat tekan beton diperoleh untuk umur 3 hari 13,71 MPa, 7 hari 16,33 MPa, 14 hari 23,40 MPa, 28 hari 28,91 MPa. Dari hasil pengujian kuat tekan untuk 28 hari adalah 28,91 MPa, untuk itu tidak dapat memenuhi hasil kuat tekan yang direncanakan yaitu 30 MPa. Hal ini terjadi karena pengadukan campuran beton di lakukan secara manual. Dari hasil pengujian kuat tarik belah untuk umur 28 hari adalah 7,370 MPa serta dari hasil penelitian abrasi/keausan dapat disimpulkan bahwa agrememenuhi syarat SNI 2417-2008 dalam keausan Agregat <40%, dengan besaran 31,64%.

Kata Kunci: Beton, Kuat Tekan, Kuat Tarik Lentur.

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perkembangan teknologi semakin mengalami peningkatan disegala bidang termasuk bidang konstruksi, hal ini tidak lepas dari tuntutan dan kebutuhan masyarakat terhadap fasilitas infrastruktur untuk semakin maju. Dalam bidang konstruksi, material yang paling sering digunakan dan disukai adalah beton. Beton sejak dulu dikenal sebagai material dengan kekuatan tekan yang memadai, mudah dibentuk, mudah diproduksi secara lokal, relatif kaku dan ekonomis.

Beton merupakan bahan campuran antara semen portland, agregat kasar, agregat halus, air ataupun dengan bahan tambahan (*admixture*) dengan perbandingan tertentu yang akan membentuk beton. Pengerasan beton akan segera terjadi karena adanya peristiwa ikatan antara air dan semen, dimana masa beton akan bertambah kuat seiring dengan bertambahnya umur beton. Dalam proses pembuatan beton, pemilihan akan bahan-bahan yang digunakan juga sangat berpengaruh untuk memperoleh mutu beton dengan sifat-sifat khusus yang di inginkan dengan tujuan tertentu dan cara yang paling ekonomis.

Kekuatan beton juga dikontrol oleh efektivitas ikatan antara agregat dengan semen, pada kondisi kering semen dapat mengalami penyusutan. Jika agregat yang digunakan memiliki kekuatan tinggi, gejala penyusutan pada semen dapat diminimalisir. Antara semen dengan agregat juga dipengaruhi oleh tekstur permukaan agregat, permukaan yang kasar pada agregat akan menghasilkan ikatan yang lebih kuat daripada agregat dengan permukaan halus.

Agar hasil yang diperoleh memuaskan maka dibutuhkan pengenalan yang mendalam mengenai sifat-sifat yang berkaitan dengan bahan-bahan penyusun beton. Daerah Batang Angkola merupakan daerah yang memiliki sungai bernama sama, batu dan pasir dari sungai Batang Angkola sering digunakan sebagai

salah satu bahan penyusun beton. Berdasarkan uraian tersebut, penulis merasa perlu pengkajian lebih mendalam terhadap penggunaan agregat kasar dan halus dari Batang Angkola melalui pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di awal, maka rumusan masalah untuk penelitian ini adalah :

1. Apakah besar kuat tekan beton dengan umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, dan 28 hari menggunakan agregat kasar dan agregat halus dari Desa Benteng Huraba, Batang Angkola, Tapanuli Selatan memenuhi mutu $f'c$ 30 MPa?
2. Apakah besar kuat tarik belah beton dengan umur 28 hari menggunakan agregat kasar dan agregat halus dari Desa Benteng Huraba, Batang Angkola, Tapanuli Selatan memenuhi mutu $f'c$ 30 MPa?

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui kuat tekan beton dengan menggunakan agregat dari Desa Benteng Huraba, Batang Angkola, Tapanuli Selatan pada mutu $f'c$ 30 MPa.
2. Untuk mengetahui kuat tarik belah dengan menggunakan agregat dari Desa Benteng Huraba, Batang Angkola, Tapanuli Selatan pada mutu $f'c$ 30 MPa.

Batasan Masalah

Dalam penelitian ini penulis membatasi pembahasan masalah sebagai berikut :

1. Agregat kasar dan agregat halus yang digunakan berasal dari Desa Benteng Huraba, Batang Angkola, Tapanuli Selatan.
2. Campuran beton yang akan diuji menggunakan mutu $f'c$ 30 MPa.

3. Pengujian dilakukan pada Laboratorium Bahan Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Darma Agung.
4. Benda uji yang digunakan berupa silinder dengan diameter 15cmx30cm sebanyak 3 buah per kategori.
5. Pengujian yang dilakukan kuat tekan beton pada umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Dan pengujian kuat tarik belah pada umur 28 hari. Sehingga jumlah sampel yang di uji sebanyak 15 buah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Kuat Tekan

Pemilihan bentuk eksperimen ini akan berpengaruh terhadap hasil pengukuran karena pola keruntuhan karena pola keruntuhan masing-masing bentuk berbeda.

$$f_c' = \left(0.76 + 0.2 \log \left(\frac{f_{ck}}{15} \right) \right) f_{ck}$$

Dimana f_c' adalah kuat tekan silinder (MPa), dan f_{ck} adalah kuat tekan kubus (MPa).

Standart yang digunakan ASTM C-39 untuk benda uji silinder dan persamaan umum yang dipakai untuk menghitung kuat tekan beton adalah :

$$\text{Rumus} = \sigma = \frac{P}{A}$$

Dimana :

σ = Kuat Tekan Beton (MPa)
 P = Beban Maksimum (KN)
 A = Luas Bidang Tekan (mm²)

Kecepatan pembebanan, makin lambat benda uji dibebani maka akan didapat kekuatan yang lebih tinggi karena adanya *creep*.

Kuat Tarik

Uji kuat tarik dilakukan dengan memberikan tegangan tarik pada beton secara tidak langsung. Spesimen silinder direbahkan dan ditekan sehingga terjadi tegangan tarik pada beton. Uji ini disebut juga *splitting test* atau *Brazilian test* karena metode ini diciptakan di Brazil. Cara lain untuk menguji tegangan tarik langsung pada spesimen silinder maupun prisma dilakukan dengan menempelkan benda uji pada suatu pelat besi dengan lem epoxy. Tepi benda uji harus digergaji dengan gerinda intan untuk menghilangkan pengaruh pengecoran atau vibrasi. Beban pada kecepatan 0,05 Mpa/detik sampai runtuh. Tegangan tarik langsung dihitung dengan persamaan:

$$T = \frac{2P}{ld}$$

Dimana :
 T = kuat tarik beton (Mpa)
 P = beban hancur (N)
 L = panjang spesimen (mm)
 D = diameter spesimen (mm)

Pengujian Keausan Agregat

Keausan adalah perbandingan antara berat bahan aus lewat saringan no 12 (1,18 mm) terhadap berat semula dalam persen. Untuk menguji kekuatan agregat kasar dapat menggunakan bejana Rudolf ataupun dengan alat uji los angeles. Mesin yang digunakan untuk pengujian keausan ini adalah mesin los angeles. Mesin ini berbentuk silinder dengan diameter 170 cm yang terbuat dari baja. Dalam pengujian ini menggunakan bola-bola baj yang berukuran 4 – 6 cm sebagai nilai bantu untuk menghancurkan agregat. Jumlah bola yang digunakan tergantung dari tipe gradasi dan agregat yang diuji. Di dalam mesin los angeles terdapat sirip yang berfungsi sebagai pembalik material yang diuji dan lama pengujian tergantung dari jumlah berat material.

3. METODE PELAKSANAAN

Uji Keausan Agregat Kasar (Abrasion Test)

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Mesin LOS ANGELES.
2. Bola baja mempunyai rata-rata 4,68 cm (1 7/8") dan berat masing-masing antar 400 g – 440 g.
3. Saringan No.12 (1.7mm) dan ukuran saringan lainnya.
4. Timbangan dengan kapasitas 500 g dan ketelitian 5 g.
5. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai ($110 \pm 5^{\circ}\text{C}$)

Adapun langkah kerja untuk uji keausan sebagai berikut :

1. Sampel yang sudah bersih dimasukan kedalam mesin los angeles.
2. Kemudian masukkan bola baja ke dalam mesin los angeles.
3. Atur putaran mesin dengan kecepatan 30 – 33 rpm sebanyak 500 ± 1 putaran.
4. Setelah selesai pemutaran sample kemudian disaring dengan urutan saringan No.12 (1,7mm) dan butiran yang tertahan di saringan di cuci bersih, kemudian dilakukan pengovenan dengan suhu ($110 \pm 5^{\circ}\text{C}$).
5. Selanjutnya ditimbang dengan ketelitian 5 g, lalu hitung nilai keausannya.

Perancangan Campuran Beton (Mix design Concrete)

Rancangan ini bermaksud untuk mendapatkan beton dengan mutu sebaik-baiknya, antara lain:

- a) Kuat tekan yang tinggi
- b) Mudah dikerjakan
- c) Tahan lama
- d) Murah dan ekonomis tahan aus

Unsur pembentukan beton (semen,pasir,kerikil dan air) harus

ditentukan secara proposional, sehingga terpenuhi syarat-syarat :

1. Nilai kekenyalan atau kelecekan tertentu yang memudahkan adukan beton ditempatkan pada cetakan/bekisting (sifat kemudahan dalam mengerjakan) dan memberikan kehalusan permukaan beton segar.
2. Kekuatan rencana dan ketahanan beton setelah mengeras.
3. Ekonomis dan optimum dalam pemakaian semen.

Langkah-langkah pokok perencanaan adukan beton normal menurut metode Standart Nasional Indonesia (SNI 03-2834-2000) tentang carapembuatan beton normal adalah:

1. Tentukan kuat tekan beton yang direncanakan f'_c pada umur tertentu. Dalam penelitian ini f'_c adalah 30 MPa dengan umur 28 hari.
2. Standart Deviasi (sd) didapat dari pengalaman dilapangan. Kuat tekan f_{cr} tidak kurang dari ($f'_c + 12$ MPa).
3. Hitung nilai margin (M) dihitung dengan cara: $M = 1.64 \times sr$.
4. Rumus kuat tekan beton $F_{cr}' = f'_c + M$
 $F_{cr} = 1.64 \times sr$
5. Tetapkan jenis semen dan agregat.
6. Tetapkan slump,ukuran agregat maksimum, dan nilai kadar air bebas.
7. Tentukan susunan agrgat kasar yang diklasifikasikan 3 batas yaitu; 10mm, 20mm dan 40mm.
8. Koreksi proposi campuran beton.
9. Buatlah campuran uji, ukur dan catatlah besarnya slump serta kekuatan tekan yang sesungguhnya.

Adapun cara perendaman sebagai berikut:

- a. Setelah 24 jam maka cetakan beton silinder dibuka, lalu dilakukan

perendaman terhadap sample beton tersebut.

- b. Perendaman dilakukan sampai umur beton yang ditentukan.
- c. Sebelum beton direndam terlebih dahulu diberi nama pada permukaan sample.

Tahap pelaksanaan pengujian kuat tekan silinder beton antara lain:

1. Timbang dan catat berat benda uji. Lapisi permukaan benda uji yang tidak rata dengan sulfur dan diamkan hingga sulfur mengering.
2. Siapkan alat uji kuat tekan beton, kemudian atur jarum penunjuk pembacaan kuat tekan pada posisi awal 0.
3. Letakkan benda uji pada alat uji kuat tekan beton dengan posisi permukaan yang dilapisi dengan sulfur diatas.
4. Lakukan penekanan dengan cara menekan tombol pada alat kuat tekan hingga jarum hitam bergerak turun ke bawah, lalu baca jarum merah yang merupakan nilai kekuatan benda uji tersebut.
5. Catat hasil pengujian sebagai nilai kuat tekan beton dari benda uji.

Nilai kekuatan beton di ketahui dengan melakukan pengujian kuat tekan terhadap benda uji silinder (diameter 150mm, tinggi 300mm) pada umur 28 hari yang dibebani dengan daya tekan sampai mencapai beban maksimum. Beban maksimum didapat dari pengujian dengan menggunakan alat *compression testing mechine*.

Berdasarkan kuat tekan, beton dapat digolongkan dalam beton normal, beton mutu sangat tinggi. Menurut *Supartono* (1998), beton mutu tinggi adalah beton dengan kuat tekan diatas 50 MPa, sedangkan beton mutu sangat tinggi adalah beton dengan kuat tekan diatas 80 MPa.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN Hasil Pengujian Kandungan Zat Organik

Pasir dan larutan NaOH 3% diaduk dan didiamkan selama 24 jam, warna larutan NaOH 3% atau larutan yang berada diatas pasir berubah menjadi warna kuning tua. Hal ini menunjukkan bahwa pasir mengandung zat organik (0%-10%), dengan demikian sampel pasir dapat digunakan untuk beton.

Hasil Pengujian Keausan Agregat Kasar

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Keausan Agregat Kasar

Gradasi Pemeriksaan				Jumlah putaran = 500 putaran
Ukuran Saringan				
Lolos		Tertahan		Berat (gr) (a)
mm	inch	mm	inch	
76,2	3	63,5	2 ¹ / ₂	
63,5	2 ¹ / ₂	50,8	2	
50,8	2	36,1	1 ¹ / ₂	
36,1	1 ¹ / ₂	25,4	1	
25,4	1	19,1	3/4	
19,1	3/4	12,7	1/2	2500
12,7	1/2	9,52	3/8	2500
9,52	3/8	6,35	1/4	
6,35	1/4	4,75	No. 4	
4,75	No. 4	2,36	No. 8	
Jumlah Berat (a)				5000
Berat Tertahan Saringan No. 12 Sesudah Percobaan (b)				3.418

Sehingga dari berat lolos saringan No. 12 nilai keausan agregat didapat, sebagai berikut:

Berat sampel pengujian = 5000 gram

Berat sampel yang tertahan saringan = 3.418

$$\text{Rumus} = \frac{(a)-(b)}{(a)} \times 100 \%$$

Dimana:

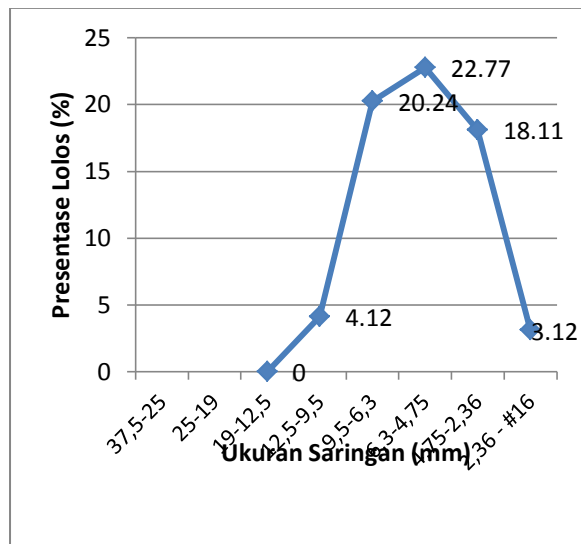
(a) adalah Berat sampel uji sebelumnya

(b) adalah Berat sampel uji yang lolos Saringan No.12

$$\text{Maka, } \frac{(5000)-(3861)}{(5000)} \times 100\% = 31,64\%$$

Menurut SNI 2417: 2008 nilai keausan harus $\leq 40 \%$, sehingga dari hasil pengujian keausan agregat memenuhi ($20\% \leq 40\%$).

Grafik 4.1 Grafik uji keausan agregat kasar dengan mesin Los Angeles



Hasil Pengujian Analisa Gradasi Agregat Halus

Berikut tabel analisa saringan agregat halus berat kumulatif tertahan dan berat kumulatif lolos dari hasil penyaringan menggunakan mesin pengguncang saringan (*Sive Shaker*).

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Keausan Agregat Halus

No	Agregat Halus

Ayakan (mm)	Berat Tertahan (gram)	Berat Kumulatif Tertahan (%)	% Kumulatif Tertahan (gram)	% Kumulatif Lolos (gram)
4	0	0	0	100
2	88	4,4	4,4	95,6
1	177	8,85	13,25	86,75
0,5	653	32,65	45,9	54,1
Pan	1082	54,1	100	0

Modulus halus butir agregat halus berkisar antara 1,5 – 3,8 (SNI 03 – 1750 - 1990). Modulus kehalusan butir agregat halus: $\frac{341.3}{100} = 3,413$.

Hasil Pengujian Analisa Gradasi Agregat Kasar

Berikut tabel analisa saringan agregat kasar berat kumulatif tertahan dan berat kumulatif lolos dari hasil penyaringan menggunakan mesin pengguncang saringan (*Sive Shaker*).

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Keausan Agregat Kasar

No Ayakan (mm)	Agregat Kasar			
	Berta Tertahan (gram)	Berat Kumulatif Tertahan (%)	% Kumulatif Tertahan	% Berat Kumulatif Lolos
31,5	0	0	0	100
16	277	13,85	13,85	86,15
12,5	482	24,1	37,95	62,05
8	562	28,1	66,05	36,95
4	679	33,95	100	0
Pan	0	0		
Jumlah	2000			

Perhitungan *Mix Design*

Pembuatan benda uji didasarkan pada SNI 03-2834-2000 tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Hasil perancangan campuran beton dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.4 Hasil Perancangan Mix Design

No.	Uraian	Nilai
1	Kuat tekan yang di rencanakan	30 MPa pada 28 hari
2	Jenis Semen	Semen Portland Tipe I (Semen Padang)
3	Jenis agregat : - Agregat kasar - Agregat halus	Batu pecah Pasir sungai
4	Faktor Air Semen (FAS)	0,51
5	Slump	60-180 mm
6	Ukuran agregat maksimum	20 mm
7	Kadar air bebas	225 kg/m ³
8	Kadar semen	441,179 kg/m ³
9	Persen agregat kasar	66%
10	Persen agregat halus	34%
11	Berat isi beton	2400 kg/m ³
12	Kadar agregat kasar	1144,323 kg/m ³
13	Kadar agregat halus	589,499 kg/m ³
14	Kadar agregat gabungan	1733,824 kg/m ³
15	Proporsi air yang di butuhkan	225 kg/m ³

Analisa Hasil Kuat Tekan Benda Uji Beton

Setelah benda uji dibuat, di bentuk dalam cetakan silinder dan di rawat hingga 3 hari, 7 hari, 21 hari, dan 28 hari sesuai dengan syarat dan ketentuan SNI. Benda uji dibawa ke laboratorium Universitas Darma Agung untuk dilakukan pengujian kuat tekan menggunakan alat *compression test*. Hasil pengujian kuat tekan dari masing-masing beton dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Umur	Benda Uji	Berat Benda (P)	P x 0,45 (kg)	A (cm ²)	Rasio Umur	$Q = \frac{P}{A}$ (kg/cm ²)	Rata-rata
3	1	56.000	25.424	176,25	0,4	143,94	13,71
	2	50.000	22.700			128,50	
	3	51.000	23.154			131,09	
7	1	66.000	29,96	176,25	0,65	169,94	16,33
	2	54.000	24.51			138,80	
	3	67.000	30.41			172,21	
14	1	91.000	41.31	176,25	0,88	233,90	23,40
	2	87.000	39.49			223,62	
	3	90.000	40.86			231,33	
28	1	113.000	51.30	176,25	1,0	290,45	28,91
	2	115.000	52.21			295,59	
	3	103.000	46.72			264,75	

Analisa Hasi Kuat Tarik Beton Umur 28 Hari

Setelah perawatan benda uji, dilakukan pengujian kuat tarik beton untuk mengevaluasi ketahanan geser dari komponen struktur yang terbuat dari beton menggunakan agregat ringan. Berdasarkan pengujian yang di lakukan di Laboratorium Beton dan Bahan Bangunan Universitas Darma Agung, didapat hasil sebagai berikut:

Benda uji I : P = 35.000

$$F'_{ct} = \frac{2(35.000 \times 4,482)}{(300 \times 150)}$$

$$F'_{ct} = 6,972 \text{ Mpa}$$

Benda uji II : P = 37.000

$$F'_{ct} = \frac{2(37.000 \times 4,482)}{(300 \times 150)}$$

$$F'_{ct} = 7,3704$$

Benda uji III : P = 39.000

$$F'_{ct} = \frac{2(39.000 \times 4,482)}{(300 \times 150)}$$

$$F'_{ct} = 7,768$$

Rata-rata kuat tarik untuk umur beton 28 hari :

$$\frac{6,972+7,3704+7,768}{3} = 7,370 \text{ MPa}$$

5. SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang tentang perencanaan kuat tekan beton dengan menggunakan agregat dari Benteng Huraba dapat disimpulkan bahwa :

- 1) Pasir sungai Benteng Huraba bagus digunakan untuk campuran beton. Dari hasil penelitian NaOH di dapat bahwa pasir sungai Benteng Huraba berwarna kuning muda yang berarti tidak banyak mengandung lumpur.
- 2) Dari hasil pengujian kuat tekan beton diperoleh untuk umur 3 hari 13,71 MPa, 7 hari 16,33 MPa, 14 hari 23,40 MPa, 28 hari 28,91 MPa.
- 3) Dari hasil pengujian kuat tekan untuk 28 hari adalah 28,91 MPa, untuk itu tidak dapat memenuhi hasil kuat tekan yang direncanakan yaitu 30 MPa. Hal ini terjadi karena pengadukan campuran beton di lakukan secara manual.
- 4) Dari hasil pengujian kuat tarik belah untuk umur 28 hari adalah 7,370 MPa.
- 5) Dari hasil penelitian abrasi/keausan dapat disimpulkan bahwa agrememenuhi syarat SNI 2417-2008 dalam keausan

Agregat <40%, dengan besaran 31,64%.

Saran

Adapun saran – saran yang dapat penulis sampaikan adalah sebagai berikut :

- 1) Diharapkan untuk peneliti berikutnya untuk melakukan penelitian dengan sumber pasir dan batu yang berbeda atau dengan beberapa jenis semen dengan pasir yang sama.
- 2) Diharapkan untuk penelitian selanjutnya, pengadukan beton menggunakan molen agar hasilnya menjadi maksimal.
- 3) Alat yang digunakan hendaknya rutin dikalibrasi agar hasil pengujian sesuai yang diharapkan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Tjokrodimulyo, Kardiono. 1987. Teknologi Beton. Yogyakarta: Andi.*
- Yunaefi, dkk. 1996. Petunjuk Praktikum Bahan Bangunan I Pusat Pengembangan Pendidikan Politeknik. Bandung.*
- Murdock, L. J., L. M. Brock dan Stephanus Hendarko. (1999). Bahan dan Praktek Beton. Jakarta: Erlangga.*
- Mulyono, Tri. (1999). Teknologi Beton. Yogyakarta: Andi.*
- Standar Nasional Indonesia (SNI 2417:2008) "Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles"*
- Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2834-2000) "Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal"*
- Standar Nasional Indonesia (SNI 1974:2011) "Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder"*
- Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2491-2002) "Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton"*