



PENGGUNAAN PASIR GUNUNG SUGIH DAN BATU PECAH ASAL SUKADANA SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN BETON NORMAL

Durma, K. ^{a)}, Purba, A. ^{b)}, Wardono, H. ^{b)}

^{a)} Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Lampung Timur

^{b)} Program Studi Program Profesi Insinyur Universitas Lampung, Bandar Lampung

INFORMASI ARTIKEL

ABSTRAK

Riwayat artikel:

Diterima tgl/bln/tahun

Direvisi tgl/bln/tahun

Kata Kunci:

Pasir

Batu pecah

Kuat tekan

Untuk mendapatkan beton yang berkualitas maka pasir dan batu pecah perlu dilakukan pengujian untuk mengetahui sifat-sifat fisik serta sifat beton normal yang dihasilkan. Penggunaan material pasir Gunung Sugih dan batu pecah asal Sukadana, semen Portland Type I merek semen Padang. Rancangan adukan ditetapkan dengan nilai fas 0,4; 0,5; dan 0,6 dengan variabel nilai *slump* 6 ± 2 cm dan 10 ± 2 cm.

Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa pasir Gunung Sugih mempunyai nilai modulus halus butir 2,86; berat jenis SSD 2,60; berat satuan 1,576 gr/cm³; kandungan lumpur 2,33% dan daya serap air sebesar 1,4 %. Batu pecah Sukadana mempunyai berat jenis 2,57; berat jenis SSD 2,64; berat satuan 1,48 gr/cm³ dan daya serap air 2,62%. Perbandingan agregat halus dan kasar untuk adukan beton adalah 35%:65%. Beton dengan fas 0,4 dengan kandungan semen 521,70 kg/m³ dan 552,70 kg/m³ diperoleh kuat tekan beton 47,42 MPa dan 39,22 MPa dengan kuat lentur beton 4,97 MPa dan 5,65 MPa, untuk fas 0,5 kandungan semen 395,59 kg/m³ dan 424,90 kg/m³ diperoleh kuat tekan beton 40,54 MPa dan 37,64 MPa, sedangkan fas 0,6 dengan kandungan semen 319,33 kg/m³ dan 354,09 kg/m³ diperoleh kuat tekan beton 35,04 MPa dan 34,98 MPa. Laju kenaikan kuat tekan beton pada umur 3, 7, dan 28 hari adalah 68%, 89% dan 100%, dapat disimpulkan bahwa pasir Gunung Sugih dan batu pecah asal Sukadana layak dibuat beton normal.

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Sebagai kabupaten baru di Propinsi Lampung, maka Kabupaten Lampung Timur berusaha sejajar dengan kabupaten lain yang ada di propinsi ini melalui pembangunan sarana dan prasarana fisik. Beton merupakan salah satu bahan bangunan yang saat ini banyak digunakan, tidak hanya harganya yang relatif murah, tetapi material penyusun beton mudah dijumpai di sekitar daerah ini. Berdasarkan data, deposit bahan baku batu pecah di wilayah Kabupaten Lampung Timur mencapai 297.309.000 m³, ini tersebar di tiga kecamatan masing-masing 33.126.000 m³ di Kecamatan Sukadana, 251.808.000 m³ di Kecamatan Mataram Baru dan 12.375.000 m³ di Kecamatan Way Jepara. (BPS Kabupaten Lampung Timur, 2007)

Untuk menghasilkan beton yang berkualitas maka bahan-bahan penyusun beton seperti pasir dan batu pecah perlu dilakukan pengujian sifat bahan dasar. Oleh karena itu perlu dilakukan perencanaan serta kajian teknis terhadap pasir Gunung Sugih dan batu pecah asal Sukadana dan bagaimana karakteristik beton yang dihasilkan dengan menggunakan bahan tersebut, apakah sudah memenuhi persyaratan sebagaimana yang diatur dalam Standar Nasional Indonesia, (Tjokrodinuljo, K., 2007)

1.2. Tujuan Penulisan Makalah

Adapun tujuan dari penulisan makalah ini adalah:

1. Mengetahui sifat fisik pasir Gunung Sugih meliputi berat jenis, berat satuan, serapan air, kandungan lumpur, gradasi dan modulus halus butir.
2. Mengetahui sifat fisik batu pecah asal Sukadana Kabupaten Lampung Timur yang meliputi berat jenis, berat satuan, serapan air, keausan, kekerasan, gradasi, serta modulus halus butir.
3. Mengetahui karakteristik beton normal yang dihasilkan dengan menggunakan pasir Gunung Sugih dan batu pecah asal Sukadana Kabupaten Lampung Timur yang meliputi kuat tekan, kuat lentur, dan laju kenaikan kuat tekan beton serta mixdesain yang tepat untuk mencapai kuat tekan maksimum.

2. Tinjauan Pustaka

Penelitian tentang sifat-sifat teknis beton normal dengan batu pecah asal Kajen Tegal dan pasir dari Kali Pasir telah dilaksanakan oleh (Indarto, 2007). Pemeriksaan sifat-sifat fisik batu pecah menghasilkan berat jenis 2,60, daya serap air 2,60%, modulus halus butir 6,84, dan ketahanan aus 23,8%, sedangkan pasir dari Kali Pasir menghasilkan sifat-sifat fisik berat jenis 2,565, penyerapan 5,64%, kadar lumpur 3,25%, modulus halus

butir 2,91 dan berat satuan 1,57 dengan kuat tekan beton yang dihasilkan 23,8 MPa – 39,62 MPa.

Penelitian tentang batu alam sebagai agregat kasar yang diambil dari sungai Kahyangan Kulon Progo dan pasir dari sungai Progo dilaksanakan oleh (Kosasih, 2007). Dari hasil penelitiannya diperoleh agregat kasar dengan berat jenis 2,63, daya serap air 3,00% , ketahanan aus 12,80%, modulus halus butir sebesar 7,46, sedangkan pasir dengan berat jenis 2,719, kadar lumpur 3,42%, daya serap air 2,439%, berat satuan 1,75, modulus halus butir 2,55 dengan kuat tekan beton yang dihasilkan di atas 20 MPa.

Sementara (Soegiatno, 2008) melakukan penelitian tentang Penggunaan Pasir Kalipangus dan Batu Pecah Bukit Nyatnyono Ungaran Kabupaten Semarang Untuk Pembuatan Beton. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa pasir Kalipangus mempunyai nilai modulus halus butir (mhb)3,72; berat jenis SSD 2,42; berat satuan 1,60, kandungan lumpur 4,71%, Batu pecah mempunyai modulus halus butir (mhb) 7,36; berat jenis SSD 2,44; berat satuan 1,52, daya serap air 3,39%. Beton yang dihasilkan dengan kuat tekan 21,6 sampai 36,39 MPa. Dari hasil penelitian ini juga diperoleh modulus elastisitas beton berkisar antara 17228 sampai 33323 MPa.

3. Metodologi

3.1 Pemeriksaan Bahan

Pemeriksaan bahan terdiri dari pemeriksaan pasir dan batu pecah. Pemeriksaan pasir meliputi pemeriksaan kandungan lumpur dan zat organik, berat jenis, daya serap air, gradasi dan berat satuan, daya serap air dan modulus halus butir (mhb). Pemeriksaan batu pecah meliputi pemeriksaan berat jenis, berat satuan, daya serap air, modulus halus butir (mhb), dan kekuatan serta keuletan.

a. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus

Cara pengujian menurut SNI 03-1970-1990

$$Berat\ jenis\ SSD = \frac{500}{B + 500 - Bt} \dots\dots\dots (1)$$

$$Penyerapan\ air = \frac{500 - Bk}{Bk} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- Bk = berat benda uji kering oven (gram)
- B = berat piknometer berisi air (gram)
- Bt = berat piknometer berisi air dan benda uji (gram)
- 500 = berat benda uji kering permukaan jenuh (gram)

b. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar

Cara pengujian menurut SNI 03-1969-1990 yaitu:

$$Berat\ jenis\ SSD = \frac{Bj}{Bj - Ba} \dots\dots\dots (3)$$

$$Penyerapan\ air = \frac{Bj - Bk}{Bk} \dots\dots\dots (4)$$

- Keterangan: Bk = berat benda uji kering oven (gram)
 Bj = berat benda uji kering permukaan jenuh (gram)
 Ba = berat benda uji kering permukaan jenuh dalam air (gram)

c. Pemeriksaan berat satuan agregat

$$Berat\ satuan = \frac{w_2 - w_1}{v} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

- w1 = berat bejana kosong (gram)
- w2 = berat bejana berisi agregat (gram)
- v = volume bejana (cm³)

d. Pemeriksaan kadar lumpur (lolos saringan no. 200 atau 0,075 mm) dalam agregat halus

Cara pengujian menurut SNI 03-4142-1996 yaitu:

$$Kadar\ lumpur = \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

- keterangan: w1 = berat pasir kering oven (gram)
 w2 = berat pasir kering oven setelah dicuci (gram)

e. Pemeriksaan kekerasan batu pecah dengan bejana Rudeloff

$$Kekerasan\ batu\ pecah = \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

- Keterangan: w1 = berat batu pecah semula (gram)
 w2 = berat batu pecah yang tertahan ayakan 2 mm (gram)

f. Pengujian Keausan Agregat Kasar dengan Mesin Abrasi Los Angeles

Cara pengujian menurut SNI 03-2417-1991 yaitu:

$$Keausan = \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100\% \dots\dots\dots (8)$$

- Keterangan: w1 = berat batu pecah semula (gram)
 w2 = berat batu pecah yang tertahan ayakan 1,7 mm (gram) setelah diputar 500 kali

3.2 Perancangan Adukan (SNI 03-2834-1993)

a. Berat semen per meter kubik beton :

$$W_{smn} = \left(\frac{1}{f_{as}} \right) \cdot W_{air} \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan:

- W_{smn} = berat semen per meter kubik beton (kg)
- f_{as} = nilai faktor air semen
- W_{air} = berat air per meter kubik beton (liter)

b. Perbandingan berat agregat halus dan agregat kasar SNI 03-2834-1993, atau rumus

$$W_h : W_k = (m_k - m_c) : (m_c - m_h) \dots\dots\dots (10)$$

c. Berat jenis agregat campuran dihitung dengan rumus:

$$b_j\ camp = \frac{k_h}{100} \cdot b_{j_h} + \frac{k_k}{100} \cdot b_{j_k} \dots\dots\dots (11)$$

d. Perkiraan berat beton (W_{btm}) dihitung dengan menggunakan Grafik 16 SNI 03-2834-1993.

e. Kebutuhan berat agregat campuran dihitung dengan:

$$W_{camp} = W_{btm} - W_{smn} - W_{air} \dots\dots\dots (12)$$

f. Kebutuhan agregat halus dihitung dengan rumus:

$$W_h = k_h \cdot W_{camp} \dots\dots\dots (13)$$

- keterangan: W_h = berat agregat halus per m³ beton (kg)
 k_h = % berat agregat halus terhadap agregat campuran

$$W_{camp} = \text{berat agregat campuran (kg)}$$

g. Kebutuhan agregat kasar dihitung dengan rumus:

$$W_k = k_k \cdot W_{camp} \dots\dots\dots (14)$$

- keterangan: W_k = berat agregat kasar per m³ beton (kg)
 k_k = % berat agregat kasar terhadap agregat campuran
 W_{camp} = berat agregat campuran (kg)

3.3 Pengujian-pengujian

Beberapa pengujian yang dilakukan dalam penulisan makalah ini meliputi:

a. Perhitungan berat jenis beton

$$Berat\ jenis\ beton = \frac{w}{\frac{1}{4} \pi d^2 h} \dots\dots\dots (15)$$

b. Pengujian kuat tekan beton

$$Kuat\ tekan\ (f'_c) = \frac{P}{\frac{1}{4} \pi d^2} \dots\dots\dots (16)$$

c. Pengujian kuat Lentur balok

$$f_{lt} = \frac{3PL}{2bd^2} \dots\dots\dots (17)$$

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Bahan Penyusun Beton

4.1.1 Agregat halus

a. Berat jenis dan penyerapan agregat halus

Dari hasil pengujian diperoleh berat jenis kering pasir 2,56. Berat jenis jenuh kering muka (SSD) sebesar 2,60. Berdasarkan berat jenisnya pasir Gunung Sugih memenuhi syarat agregat normal dengan berat jenis antara 2,5 sampai 2,7.

b. Berat satuan agregat halus

Berat satuan agregat halus yang diperoleh 1,576 gr/cm³.

c. Daya serap air agregat halus

Besarnya daya serap air yaitu 1,4%.

d. Kandungan lumpur dan zat organis

Kandungan lumpur yang terdapat pada agregat halus sebesar 2,33%. Berdasarkan kandungan lumpur ini, maka agregat halus tidak perlu dicuci karena kandungan lumpur di bawah 5 % maka memenuhi syarat SK SNI S- 04-1989-F.

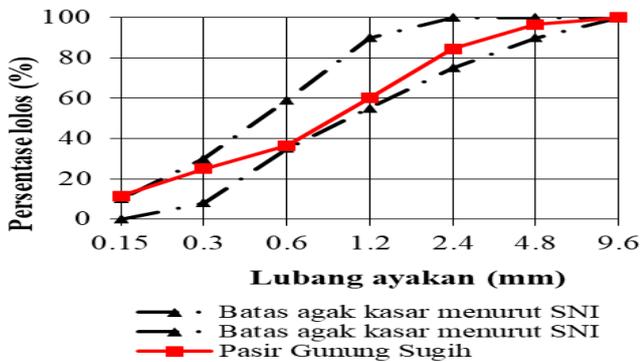
e. Gradasi agregat halus

Pemeriksaan gradasi seperti pada Tabel 1. dan Gambar 1. di bawah ini.

Tabel 1. Gradasi pasir asal Gunung Sugih

Lubang ayakan (mm)	Daerah I (Kasar)	Daerah II (Agak kasar)	Daerah III (Agak halus)	Daerah IV (halus)	Pasir Gunung Sugih
9.6	100 - 100	100 - 100	100 - 100	100 - 100	100
4.8	90 - 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100	96.55
2.4	60 - 95	75 - 100	85 - 100	95 - 100	84.46
1.2	30 - 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100	60.16
0.6	15 - 34	35 - 59	60 - 79	80 - 100	36.56
0.3	5 - 20	8 - 30	12 - 40	15 - 50	25.04
0.15	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15	11.51

Sementara gradasi pasir Gunung Sugih dapat digambarkan seperti dalam Gambar 1 di bawah ini



Gambar 1. Gradasi pasir Gunung Sugih dan SNI 03-2834-1993

Berdasarkan besaran mhb (modulus halus butir) agregat halus yang umumnya dipakai untuk beton normal yaitu 1,5 - 3,8 (Tjokrodinuljo, 2007). Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 1, maka tampak bahwa pasir Gunung Sugih termasuk dalam gradasi daerah II (gradasi pasir agak kasar) dengan modulus halus butir pasir (mhb) = 2,86. Oleh karena itu pasir ini layak dan dapat digunakan sebagai material penyusun beton normal.

4.1.2 Agregat kasar

a. Berat jenis agregat kasar

Berat jenis agregat kasar yang diuji rata-rata 2,57. Berat jenis jenuh kering muka (SSD) rata-rata sebesar 2,64. Berdasarkan berat jenisnya agregat kasar asal Sukadana memenuhi syarat sebagai agregat normal yaitu mempunyai berat jenis antara 2,5 sampai 2,7. Dari kedua material ini yaitu agregat halus berupa pasir Gunung Sugih dan agregat kasar berupa batu pecah yang berasal dari Sukadana, keduanya mempunyai berat jenis antara 2,5 sampai 2,7 sehingga kedua material ini disebut agregat normal.

b. Berat satuan agregat kasar

Berat satuan agregat kasar yang diperoleh yaitu 1,48 gr/cm³. Walaupun berat jenisnya cukup tinggi yaitu 2,57 ternyata berat satuannya kecil, hal ini disebabkan karena batu pecah yang berasal dari Sukadana ini berpori (seperti rumah serangga).

c. Daya serap air

Daya serap air batu pecah asal Sukadana sebesar 2,62%,

d. Ketahanan aus agregat kasar

Dari pengujian kekerasan agregat kasar dengan menggunakan mesin Los Angeles didapat bagian yang hancur sebesar 29,1%, dan dengan Bejana Rudeloff didapat bagian yang hancur sebesar 16,23%

Berdasarkan Tabel 2. maka beton yang dibuat dengan menggunakan agregat kasar ini diperkirakan masuk beton kelas II dengan mutu K-125 (f'c = 10 MPa) sampai dengan K-225 (f'c = 20 MPa).

Kuat tekan beton tidak hanya dipengaruhi oleh kekuatan agregat, tetapi juga jumlah semen, perbandingan agregat halus dan agregat kasar, faktor air semen, jenis semen, pelaksanaan, perawatan, dan lain-lain.

Tabel 2. Persyaratan kekerasan/kekuatan agregat kasar untuk beton normal

Kelas dan Mutu Beton	SNI 03-6861.1-2002		
	Kekerasan dengan Bejana Rudeloff, Nagian Hancur menembus ayakan 2 mm maksimum (%)		Kekerasan dengan Los Angeles bagian hancur menembus ayakan 1,7 mm maksimum (%)
	Fraksi butir (19-30 mm)	Fraksi butir (9,5-19 mm)	
Kelas I			
Mutu Beton B0 dan B1	30	32	50
Kelas II			
Mutu K-125 (f'c = 10 Mpa)	22	24	40
Mutu K-225 (f'c = 20 Mpa)			
Kelas III			
Mutu di atas K-225 (f'c > 20 Mpa)	14	16	27

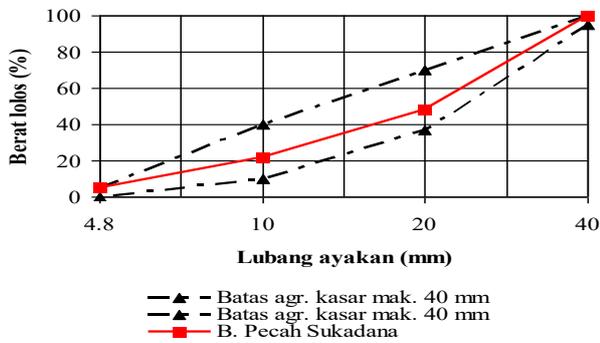
e. Gradasi agregat kasar

Hasil pemeriksaan gradasi agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 2. Berdasarkan Tabel 3 untuk agregat kasar menggunakan butir agregat maksimum 40 mm, maka di dapat modulus halus butir (mhb) yaitu 7,25

Tabel 3. Gradasi Batu Pecah Asal Sukadana

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal		Berat Kumulatif (%)	Berat kumulatif lewat ayakan (%)
	(gr)	(%)		
40	0	0	0	100
20	13725	51,85	51,85	48,15
10	6978	26,36	78,21	21,79
4,8	4410	16,66	94,87	5,13
2,4	0	0	100	0
1,2	0	0	100	0
0,6	0	0	100	0
0,3	0	0	100	0
0,15	0	0	100	0
Sisa	1358	5,13	--	--
Jumlah	26471	100	724.93	--

Sementara gradasi batu pecah asal Sukadana dapat digambarkan pada Gambar 2 di bawah ini



Gambar 2. Gradasi Batu pecah asal Sukadana

4.2 Berat Jenis Beton

Tabel 4. Berat jenis beton

Kode	Berat Jenis Rencana	Berat Jenis Hasil
A1	2,400	2,398
A2	2,380	2,383
B1	2,400	2,386
B2	2,380	2,381
C1	2,400	2,351
C2	2,380	2,351

4.3 Kebutuhan bahan tiap meter kubik beton

Tabel 5. Kebutuhan bahan material setiap meter kubik beton

Kode Benda Uji	Fas	Slump rencana (cm)	SNI 03-2834-1993			Hasil Penelitian							
			Semen (Kg/m ³)	Air (liter/m ³)	Slump (cm)	Semen (Kg/m ³)	Air (liter/m ³)	Berat beton (Kg/m ³)	Agragat halus : agregat kasar	Berat total agregat	Berat agregat halus (Kg/m ³)	Berat agregat kasar (Kg/m ³)	Slump hasil
A1	0.4	6±2	475.00	190	3-6	521.59	208.70	2425.18	35 : 65	1694.75	593.20	1101.59	5
A2	0.4	10±2	512.50	205	6-18	552.70	221.12	2415.21	35 : 65	1641.39	574.46	1066.93	10.2
B1	0.5	6±2	380.00	190	3-6	395.59	197.88	2421.58	35 : 65	1828.11	639.89	1188.22	5
B2	0.5	10±2	410.00	205	6-18	424.94	212.47	2414.38	35 : 65	1776.97	621.95	1155.02	10
C1	0.6	6±2	316.67	190	3-6	318.33	191.60	2419.78	35 : 65	1908.85	668.16	1240.69	6.75
C2	0.6	10±2	341.67	205	6-18	354.09	212.45	2401.85	35 : 65	1835.31	642.35	1192.96	10.5

4.4 Perhitungan perbandingan volume campuran

Tabel 6. Perbandingan kebutuhan material

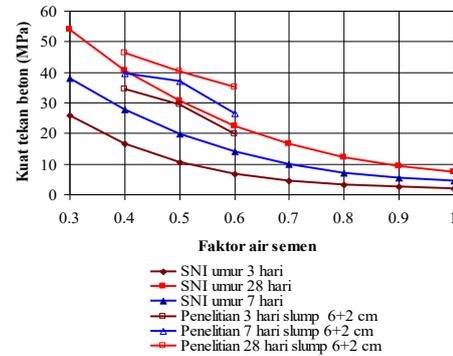
Kode Benda Uji	Fas	Slump (cm)	Semen (Kg/m ³)	Air (liter/m ³)	Pasir (Kg/m ³)	Batu pecah (Kg/m ³)	Perbandingan berat (semen:psr: b.pecah)	Perbandingan volume (semen:psr: b.pecah)
A1	0.4	5	521.69	208.70	593.20	1101.59	1 : 1.137 : 2.112	1 : 0.902 : 1.783
A2	0.4	10.2	552.70	221.12	574.46	1066.93	1 : 1.039 : 1.930	1 : 0.824 : 1.630
B1	0.5	5	395.59	197.88	639.89	1188.22	1 : 1.618 : 3.004	1 : 1.283 : 2.357
B2	0.5	10	424.94	212.47	621.95	1155.02	1 : 1.464 : 2.718	1 : 1.161 : 2.296
C1	0.6	6.75	319.33	191.60	668.16	1240.69	1 : 2.092 : 3.885	1 : 1.660 : 3.281
C2	0.6	10.5	354.09	212.45	642.35	1192.96	1 : 1.814 : 3.368	1 : 1.439 : 2.846

4.5 Kuat Tekan Beton

Tabel 7. Kuat tekan beton untuk slump 6 ± 2 cm dan SNI 03-2834-1993.

Kode Benda Uji	Fas	Slump hasil penelitian	Kuat tekan (Mpa)		
			Umur 3 hari	Umur 7 hari	Umur 28 hari
A1-1	0,4	5 cm	35,50	39,07	41,01
A1-2			35,17	40,99	50,91
A1-3			33,05	39,03	50,34
Rata-rata			34,57	39,70	47,42
SNI 03-2834-1993			16,00	28,00	40,00
B1-1	0,5	5 cm	30,46	33,66	39,60
B1-2			28,85	39,60	41,29
B1-3			28,57	37,90	40,73
Rata-rata			29,29	37,05	40,54
SNI 03-2834-1993			10,5	20,00	30,5
C1-1	0,6	6,75 cm	18,98	27,52	32,40
C1-2			19,52	25,45	36,58
C1-3			20,93	26,02	36,15
Rata-rata			19,81	26,33	35,04
SNI 03-2834-1993			7,00	14,00	22,5

Sedangkan grafik kuat tekannya dapat digambarkan pada Gambar 3. di bawah ini

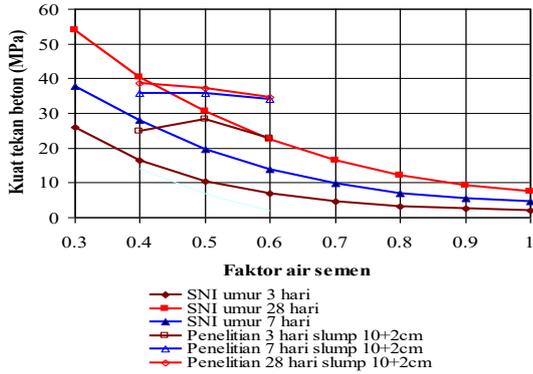


Gambar 3 Grafik kuat tekan beton untuk slump 6±2 cm dan perbandingannya terhadap SNI 03-2834-1993

Tabel 8. Kuat tekan beton untuk slump 10 ± 2 cm dan SNI 03-2834-1993

Kode Benda Uji	Fas	Slump Hasil penelitian	Kuat tekan (Mpa)		
			Umur 3 hari	Umur 7 hari	Umur 28 hari
A2.1	0,4	10,2 cm	27,15	36,20	36,77
A2.2			24,32	35,45	43,56
A2.3			23,19	35,35	37,33
Rata-rata			24,89	35,67	39,22
SNI 03-2834-1993			16,00	28,00	40,00
B2.1	0,5	10 cm	30,75	37,62	38,18
B2.2			25,45	36,48	38,46
B2.3			28,28	33,09	36,28
Rata-rata			28,16	35,73	37,64
SNI 03-2834-1993			10,5	20,00	30,5
C2.1	0,6	10,5 cm	24,32	34,40	36,67
C2.2			20,93	33,37	34,93
C2.3			22,91	33,94	33,33
Rata-rata			22,72	33,90	34,98
SNI 03-2834-1993			7,00	14,00	22,5

Sedangkan grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semennya dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini



Gambar 4. Grafik kuat tekan beton untuk slump 10±2 cm dan perbandingannya terhadap SNI 03-2834-1993

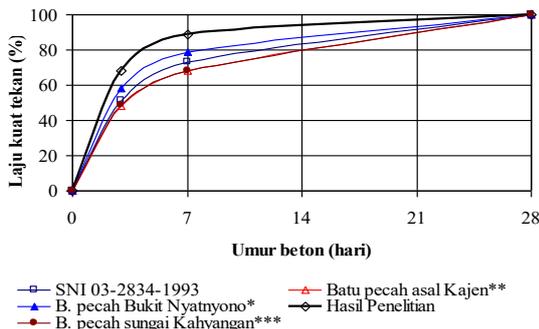
Dari Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin kecil faktor air semen (fas), maka semakin besar kuat tekan betonnya.

4.6 Laju Kenaikan Kuat Tekan Beton

Tabel 9. Laju kenaikan kuat tekan beton pada berbagai umur dibandingkan terhadap penelitian lainnya

Sumber	Kuat Tekan Beton		
	3 hari	7 hari	28 hari
SNI 03-2834-1993	51%	73%	100%
Indarto (2007)	--	68%	100%
Kosasih (2007)	49%	68%	100%
Soegiatno (2008)	58%	79%	100%
Hasil Penelitian	68%	89%	100%

Sedangkan gambar grafiknya seperti di bawah ini



Gambar 5. Grafik hubungan antara umur beton dan laju kenaikan kuat tekan

4.7 Kuat Lentur Beton

Hasil pengujian kuat lentur dengan menggunakan balok yang berukuran 15 x 15 x 60 cm sebesar 4,97 MPa untuk slump 5 cm dengan $f'c = 47,42$ MPa dan 5,65 MPa untuk slump 10,2 cm dengan $f'c = 39,22$ MPa. Besarnya nilai rata-rata kuat lentur beton untuk fas 0,4 yaitu $fr = 0,8\sqrt{f'c}$ berada di atas SNI 03-2847-2002, dimana untuk beton normal besarnya modulus keruntuhan lentur beton $fr = 0,7\sqrt{f'c}$.

Berdasarkan nilai kuat lenturnya maka beton dengan faktor air semen 0,4 dapat digunakan sebagai perkerasan kaku (*rigid pavement*) karena memenuhi syarat menurut SNI 03-2847-2002 yaitu besarnya kuat lentur beton minimal $fr = 0,7\sqrt{f'c}$, sementara AASHTO tahun 1993 mensyaratkan bahwa bahan perkerasan yang digunakan sebagai plat beton pada *rigid pavement* harus mempunyai *flexural strength* (Sc') = 45 kg/cm² (4,59 MPa) dan kuat tekan silinder sebesar $f'c = 350$ kg/cm² (35,68 MPa).

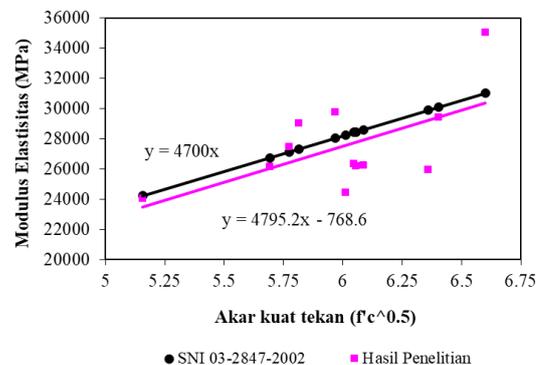
4.8 Modulus Elastisitas Beton

Besarnya nilai modulus elastisitas beton ditentukan dari besarnya kemiringan garis $y = ax + b$ yang diperoleh melalui regresi data hasil pengujian tegangan regangan yaitu dengan kemiringan $dy/dx = a$. Jadi nilai modulus elastisitas silinder beton untuk persamaan garis $y = ax + b$ yaitu sebesar a. Garis lurus ini dianggap memotong kurva pada 1/2 dari tegangan maksimum. Besarnya nilai modulus elastisitas beton seperti pada Tabel 10 dan Gambar 6 di bawah ini.

Tabel 10. Nilai modulus elastisitas silinder beton umur 28 hari

No.	Kode	Fas	Slump	Modulus Elastisitas (MPa)
1	A1-1	0.4	5	25,657
2	A1-2	0.4	5	30,224
3	A1-3	0.4	5	28,005
Rata-rata				27,962
4	A2-1	0.4	10.2	22,709
5	A2-2	0.4	10.2	35,113
6	A2-3	0.4	10.2	29,746
Rata-rata				29,161
7	B1-1	0.5	5	29,427
8	B1-2	0.5	5	26,659
9	B1-3	0.5	5	33,878
Rata-rata				29,806
10	B2-1	0.5	10	22,445
11	B2-2	0.5	10	26,232
12	B2-3	0.5	10	22,705
Rata-rata				23,827
13	C1-1	0.6	6.75	26,127
14	C1-2	0.6	6.75	26,351
15	C1-3	0.6	6.75	24,452
Rata-rata				25,643
16	C2-1	0.6	10.5	26,199
17	C2-2	0.6	10.5	28,008
18	C2-3	0.6	10.5	28,214
Rata-rata				27,564

Sedangkan gambar modulus elastisitasnya yaitu di bawah ini



Gambar 6. Modulus elastisitas beton dan SNI 03-2847-2002

Berdasarkan Tabel 10 dan Gambar 6 bahwa nilai modulus elastisitas beton berkisar antara 22.445MPa sampai 35.113 MPa atau $E = 4795,2\sqrt{f'c}$. Berdasarkan nilai modulus elastisitasnya, maka beton dengan pasir Gunung Sugih dan batu pecah asal Sukadana mempunyai nilai modulus elastisitas mendekati nilai dalam SNI 03-2847-2002 (Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung), dimana untuk beton normal nilai $E = 4700\sqrt{f'c}$.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan yaitu:

- 1) Karakteristik fisik pasir Gunung Sugih meliputi:
 - a. Berat jenis 2,56, berat jenis jenuh kering muka (SSD) sebesar 2,60, berat satuan 1,576 gr/cm³, dan daya serap air 1,4% .
 - b. Kandungan lumpur sebesar 2,33% lebih kecil dari 5% sehingga memenuhi syarat SK SNI S-04-1989-F
 - c. Gradasi pasir Gunung Sugih termasuk daerah II (gradasi agak kasar) dengan mhb 2,86
- 2) Karakteristik fisik batu pecah asal Sukadana Kabupaten Lampung Timur meliputi:
 - a. Berat jenis 2,57, berat jenis jenuh kering muka (SSD) sebesar 2,64, berat satuan sebesar 1,48 gr/cm³ dan daya serap air sebesar 2,62%.
 - b. Hasil uji Los Angeles bagian yang hancur sebesar 29,10 % terletak antara 27% sampai 40% menurut SNI 03-6861.1-2002 hanya dapat dipakai untuk beton kelas II (K. 125 sampai K.225 ($f'c=10$ MPa sampai 20 MPa)).
 - c. Hasil uji kekerasan dengan bejana Rudeloff bagian yang hancur sebesar 16,23% (fraksi B dengan ukuran butir 9,6-19,2 mm) lebih besar dari 16% sehingga tidak memenuhi syarat untuk beton kelas III dan hanya dapat dipakai untuk beton kelas II (mutu beton K. 125 sampai K.225 ($f'c=10$ MPa sampai 20 MPa)).
 - d. Modulus halus butir batu pecah (mhb) yaitu 7,25
- 3) Karakteristik beton yang dihasilkan adalah sebagai berikut:
 - a. Berat jenis beton yang diperoleh merupakan beton normal dengan berat jenis berkisar antara 2,351 sampai 2,398.
 - b. Kuat tekan beton rata-rata tertinggi dicapai pada fas 0,4 slump 5 cm yaitu mencapai 47,42 MPa dengan jumlah pasta optimum 730,39 kg/m³, sedangkan kuat tekan beton terendah dicapai pada fas 0,6 slump 10.5 cm yaitu 34.98 MPa dengan jumlah pasta 566,54 kg/m³.
 - c. Kuat lentur beton yang dihasilkan yaitu 4,97 MPa untuk slump 6±2 cm dan 5,65 MPa untuk slump 10±2 cm dengan nilai rata-rata kuat lentur beton untuk fas 0,4 yaitu $fr = 0,8\sqrt{f'c}$ berada di atas SNI 03-2847-2002, dimana untuk beton normal $fr = 0,7\sqrt{f'c}$,
 - d. Rasio kuat tekan beton pada 3, 7, dan 28 hari adalah 68%, 89%, dan 100%.

Ucapan terima kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan makalah ini. Terutama kepada para pembimbing, semoga makalah ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Daftar pustaka

- BPS Kabupaten Lampung Timur (2007). *Lampung Timur Dalam Angka 2007*. BPS Lampung Timur, Sukadana.
- Indarto, Deddy, 2007, *Sifat-Sifat Beton Normal Dengan Pasir Asal Kali Pasir Dan Batu Pecah Asal Kajen Tegal*, Tesis , Teknologi Bahan Bangunan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Kosasih, D., 2007, *Pemanfaatan Batu Alam Dari Sungai Kayangan SebagaiBahan Agregat Kasar Untuk Pembuatan Beton Normal*, Tesis S-2, Teknologi Bahan Bangunan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- SNI 03-1968-1990, *Metode Pengujian Tentang Analisa Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar*
- SNI 03-1969-1990, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar*
- SNI 03-1970-1990, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus*
- SNI 03-1971-1990, *Metode Pengujian Kadar Air Agregat*
- SNI 03-1972-1990, *Metode Pengujian Slump Beton*
- SNI 03-1974-1990, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.*
- SNI 03-2914-1990, *Spesifikasi Beton Bertulang Kedap Air*
- SNI 03-2417-1991, *Metode Pengujian Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angles.*
- SNI 03-2834-1993, *Tata Cara Pembuatan Rencana Beton Normal.*
- SNI 03-4142-1996, *Metode Pengujian jumlah Bahan dalam agregat yang lolos saringan nomor 200 (0,075 mm)*
- SNI 03-2847-2002, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*
- Soegiatno, 2008, *Penggunaan Pasir Kalipangus dan Batu pecah Bukit Nyatnyono Ungaran Kabupaten Semarang Untuk Pembuatan Beton*, Tesis S-2, Teknologi Bahan Bangunan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Tjokrodinuljo, K., 2007, *Teknologi Beton*, Biro Penerbit Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.