

Penggunaan Pasir Samboja dan Kerikil Dari Palu Sebagai Bahan Pembuatan Beton Normal

Drs. SUNARNO, M. Eng,

Teknik Sipil, Politeknik Negeri Balikpapan, Jl. Soekarno-Hatta Km.8 Balikpapan, Telp. (0542-860895,

Fax.(0542)-861107, e-mail : admin@poltekba.ac.id

Abstract

This research used material consist of Samboja's sand, gravel of Palu and Gresik's Portland cement Type I . Mix design was fixed with water cement ratio (w/c) 0,4 ; 0,5 ; 0,6 with slump value are defined of 6 ± 2 cm and 12 ± 2 cm. With test type of compressive strength by code SNI 03-1974-1990 and water absorption test by code SNI 03-2914-1992.

Test result of indicates that Samboja's sand to have fineness modulus (FM) 1,052; 2,593 of SSD specific gravity; 1,476 of bulk density; 2,010% of absorption; 4,83% of clay and other fine material, 102,66 ppm (0,010266%) of salt content and 62,27 ppm(0,006227%) of chloride ion. Gravel of Palu has fineness modulus (FM) 6,633 ; 2,6070 of SSD specific gravity ; 1,587 of bulk density ; 2,114% of absorption and 15,64 ppm (0,001564%) of chloride ion. Ratio of fines aggregate and coarse aggregate to this research is 30% : 70%. Concrete with water cement ratio (w/c) 0,4 with cement content 487,5 kg/m³ and 512,5 kg/m³ is respectively, have average compressive strength 51,263 MPa and 45,452 MPa, for water cement ratio (w/c) 0,5 with cement content 345,02 kg/m³ and 393,25 kg/m³ is respectively, have average compressive strength 42,613 MPa and 32,242 MPa , while for water cement ratio(w/c) 0,6 with cement content 285,71 kg/m³ and 314,18 kg/m³ is respectively, have average compressive strength 26,639 MPa and 32,714 MPa. The result of this research Modulus of Elasticity of concrete formula $E = 5189\sqrt{f'c}$. The ratio of concrete compressive strength of 3,7 and 28 days age was 51%, 75% and 100%. Generally, the conclusion is Samboja's sand and gravel of Palu it is appropriate as normal concrete material.

Keyword : Samboja's sand, gravel of Palu, normal concrete, compressive strength

Abstrak

Dalam penelitian ini bahan yang digunakan adalah pasir Samboja Kutai Kertanegara, kerikil asal Palu dan semen Portland Type I merk Gresik. Rancangan adukan ditetapkan dengan nilai faktor air semen 0,4 ; 0,5 ; 0,6 dengan nilai slump 6 ± 2 cm dan 12 ± 2 cm. Dengan metode pengujian kuat tekan menurut SNI 03-1974-1990 dan kekedapan beton dilakukan dengan pengujian serapan air menurut SNI 03-2914-1992 .

Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa pasir Samboja mempunyai nilai modulus halus butir (mhb) 1,052; berat jenis SSD 2,593; berat satuan 1,476; daya serap air 2,010%; kandungan lumpur 4,83%, kandungan garam 102,66 ppm(0,010266%) dan kandungan ion khlorida 62,27 ppm(0,00627%). Kerikil asal Palu mempunyai modulus halus butir 6,633 ; berat jenis SSD 2,6070; berat satuan 1,587; daya serap air 2,114% dan kandungan ion khlorida 15,64 ppm(0,001564%). Perbandingan agregat halus dan agregat kasar dalam penelitian ini adalah 30% : 70%. Beton dengan fas 0,4 dengan kandungan semen berturut-turut 487,5 kg/m³ dan 512,5 kg/m³ mempunyai kuat tekan rata-rata 51,263 MPa dan 45,452 MPa, untuk fas 0,5 dengan kandungan semen berturut-turut 345,02 kg/m³ dan 393,25 kg/m³ memiliki kuat tekan rata-rata 42,613 MPa dan 32,242 MPa , sedangkan untuk fas 0,6 dengan kandungan semen berturut-turut 285,71 kg/m³ dan 314,18 kg/m³ mempunyai kuat tekan rata-rata 26,639 MPa dan 32,714 MPa. Dari hasil penelitian ini diperoleh rumus elastisitas beton $E = 5189\sqrt{f'c}$. Laju kenaikan kuat tekan beton pada umur 3,7 dan 28 hari adalah 51%, 75% dan 100%. Secara umum dapat disimpulkan bahwa pasir Samboja dan kerikil asal Palu layak dijadikan bahan beton normal.

Kata kunci : pasir Samboja, kerikil asal Palu, beton normal, kuat tekan

1. Pendahuluan

2.1. Latar Belakang

Pemanfaatan pasir Palu dan kerikil Palu sudah biasa digunakan sebagai agregat bahan beton di Balikpapan, tetapi untuk

pasir Samboja dan kerikil Palu sebagai bahan beton selama ini belum ada yang menelitinya. Dengan demikian penelitian ini memanfaatkan pasir Samboja dan kerikil asal Palu dalam pembuatan beton normal.

2. Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori

Penelitian tentang sifat-sifat teknis beton normal dengan pasir pantai Sepempang, Natuna, Kepulauan Riau dan kerikil asal Ranai yang dilakukan oleh Siregar (2007), dan Soegiatno(2008) melakukan penelitian tentang Penggunaan Pasir Kalipangus dan Batu Pecah Bukit Nyatnyono. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa semua beton yang dihasilkan dari material tersebut di atas layak untuk dijadikan beton normal.

Adapun bahan-bahan penyusun beton terdiri dari :

2.1. Semen Portland

Semen Portland adalah bahan pengikat hidrolis berupa bubuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker, yang terutama terdiri dari empat senyawa kompleks yang paling penting yaitu Dikalsium Silikat (C_2S), Trikalsium Silikat (C_3S), Trikalsium Aluminat (C_3A) dan Tetrakalsium Aluminofert (C_4AF). Fungsi semen adalah bereaksi dengan air menjadi pasta semen berfungsi untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak dan padat.

2.2. Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70 % volume mortar atau beton. Walaupun hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar/betonna, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar/beton (Tjokrodimuljo, 2007).

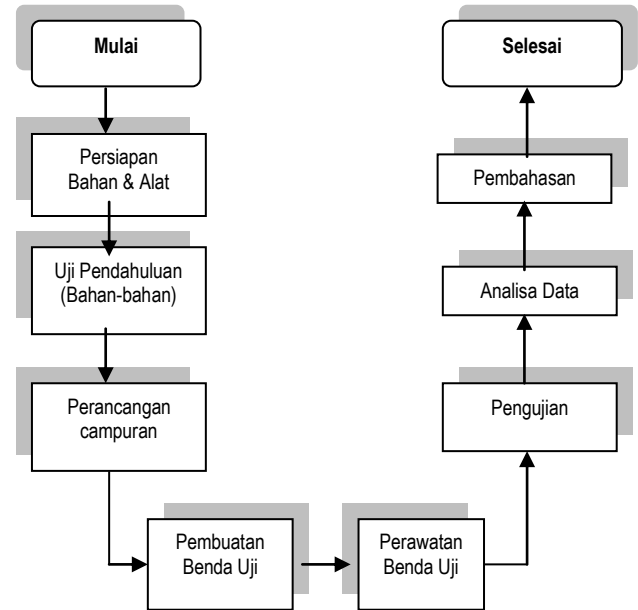
2.3. Air

Dalam pembuatan beton air diperlukan untuk : bereaksi dengan semen Portland, menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat, agar dapat mudah dikerjakan (diaduk, dituang, dan dipadatkan). Air sebagai bahan bangunan sebaiknya memenuhi Standar SNI S-04-1989-F yaitu:

air harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak, dan benda melayang lainnya.

3. Metodologi Penelitian

3.1. Alur Penelitian



Gambar 1. Alur Penelitian

3.2. Bahan Beton

Agregat halus yang dipakai pasir Samboja, Kutai Kertanegara, kerikil asal Palu, semen portland jenis I (50 Kg/zak) merk Gresik, dan air yang digunakan adalah air bersih dari Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

3.3. Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut : Ayakan, timbangan, gelas ukur, kerucut terpancung, jangka sorong, oven pengering, *Riffle boxes*, piknometer, bejana baja, mesin aduk beton, cetok kerucut Abrams, cetakan benda uji, alat pemadat, mesin uji tekan, compressometer, mesin uji ketahanan aus (Los Angeles), bejana Rudellof dan lain-lain.

3.4. Jenis dan Jumlah benda uji

Tabel 1. Jumlah benda Uji

No	Kode	Fas	Nilai Slump (cm)	Jenis pengujian dan jumlah benda uji			
				Kuat Tekan (silinder)			Serapan air
				3 hari	7 hari	28 hari	
1	A.1	0,40	6+2	3	3	3	3
2	A.2	0,40	12+2	3	3	3	3
3	B.1	0,50	6+2	3	3	3	3
4	B.2	0,50	12+2	3	3	3	3
5	C.1	0,60	6+2	3	3	3	3
6	C.2	0,60	12+2	3	3	3	3
				18	18	18	
				54 silinder			18 kubus

4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

4.1. Bahan Susun Beton

a. Semen

Pemeriksaan semen dilakukan sebatas untuk mengetahui ada tidaknya kerusakan pada semen yang dikemas dalam kantong selama masa penyimpanannya. Dari hasil pemeriksaan diketahui bahwa semen tidak mengalami kerusakan sehingga layak digunakan.

b. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari saluran air bersih Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Air ini sudah memenuhi persyaratan tentang air minum, sehingga memenuhi syarat untuk digunakan dalam pembuatan beton.

c. Agregat Halus

Dari pengujian pasir Samboja, Kutai Kertanegara diperoleh hasil seperti tabel di bawah :

Tabel 2. Hasil Pengujian Pasir Samboja, Kutai Kertanegara, Kalimantan Timur

No	Tinjauan	Hasil	Pra-syarat	Code	Kesimpulan
A	Berat Jenis	2,542	2,5 - 2,7	SNI 03-1970-1990	Memenuhi syarat
	Berat Jenis SSD	2,593	2,5 - 2,7	SNI 03-1970-1990	Memenuhi syarat
B	Berat Satuan	1,476 gr/cm ³	1,30 - 1,80	SNI 03-4804-1998	Tidak memenuhi syarat
C	Daya serap air	2010%	0,5% - 1%	SNI 03-1970-1990	Tidak memenuhi syarat
D	Kandungan Lumpur	4,83%	5%	PUBI-1992	Memenuhi syarat
	Kandungan zat organik	Warna lebih muda dari warna standar	Warna lebih muda dari warna standar	SH1.0052 -#0	Memenuhi syarat
E	Gradasi	Mhb 1,052	Mhb 1,5-3,8	SNI 03-1968-1990	Tidak memenuhi syarat
F	Hasil Uji NaCl	102,66 ppm (0,010266%)	1%	Metode Spektrofotometer UV-vis	Memenuhi syarat
G	Hasil Uji ion Cl	62,27 ppm (0,006227%)	Untuk beton pracang maksimum 0,06% dan untuk konstruksi beton sebesar 0,30% terhadap berat semen	SNI 03-2854-1992	Memenuhi syarat

d. Agregat Kasar

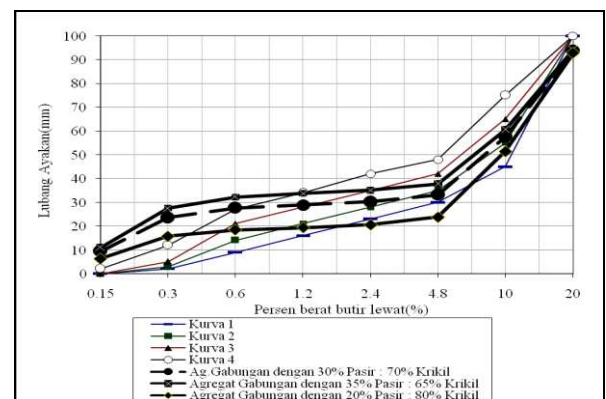
Dari pengujian kerikil asal Palu diperoleh hasil seperti tabel di bawah :

Tabel 3. Hasil Pengujian Kerikil asal Palu

No	Tinjauan	Hasil	Prasayarat	Code	Kesimpulan
A	Berat Jenis	2,553	2,5 - 2,7	SNI 03-1970-1990	Memenuhi syarat
	Berat Jenis SSD	26,070	2,5 - 2,7	SNI 03-1970-1990	Memenuhi syarat
B	Berat Satuan	1,587 gr/cm ³	1,30 - 1,80	SNI 03-4804-1998	Memenuhi syarat
C	Daya serap air	2114%	0,5% - 1%	SNI 03-1970-1990	Tidak memenuhi syarat
D	Kandungan Lumpur	-	5%	PUBI-1992	-
E	Ketahanan as	23,9%	27%	SNI 03-2417-1990	Memenuhi syarat
	Ketahanan dengan Bejana Rendah	9327%	16%	SNI 03-6861.1-2002	Memenuhi syarat
F	Gradasi	Mhb 6,63	Mhb 6,5-7,10	SNI 03-1968-1990	Memenuhi syarat
F	Hasil Uji ion Cl	15,64 ppm (0,001564%)	Untuk beton pracang maksimum 0,06% dan untuk konstruksi beton sebesar 0,30% terhadap berat semen	SNI 03-2854-1992	Memenuhi syarat

e. Agregat Campuran

Untuk menentukan proporsi antara agregat halus dan agregat kasar dengan cara coba-coba, yaitu dengan berdasarkan hasil hitungan rumus mhb, kemudian dihitung dengan tabel. Dalam hal ini di coba perbandingan berat pasir dengan kerikil = 20% pasir : 80% kerikil; 30% pasir : 70% kerikil dan 35% pasir : 65% kerikil. Diantara ketiga perbandingan itu di dapat yang paling mendekati campuran yang baik (di tengah kurva agregat campuran) adalah perbandingan antara pasir dengan kerikil = 30% : 70%.



Gambar 2. Gradasi agregat campuran pasir Samboja : kerikil asal Palu dengan 20% : 80%; 30% : 70% dan 35% : 65%

4.2. Nilai Slump

Tabel 4. Nilai *Slump* adukan beton

No	Kode Benda Uji (mm)	FAS	Nilai Slump Rencana (cm)	Nilai Slump Hasil (cm)	Jumlah Semen (kg/m ³)	Jumlah Air (liter/m ³)	Jumlah Pasta (kg/m ³)
I	A.1	0,4	6±2 cm	7.5	488.80	195.00	683.80
	A.2		10±2 cm	10.2	512.50	205.00	717.50
II	B.1	0.5	6±2 cm	6.8	345.02	172.70	517.72
	B.2		10±2 cm	11.72	393.25	196.63	589.88
III	C.1	0.6	6±2 cm	7.5	285.71	171.43	457.14
	C.2		10±2 cm	11.9	314.18	201.07	515.25

4.3. Berat Jenis Beton

Hasil pengujian berat jenis beton dari masing-masing adukan dapat dilihat pada Tabel 5 terlihat bahwa Berat jenis rencana ternyata tidak jauh berbeda dengan berat jenis beton hasil pengujian. Beton normal menurut SNI 03-2834-2002 memiliki berat jenis antara 2,2 – 2,5. Dengan memperhatikan berat jenis tersebut maka beton dengan Pasir Samboja dan Kerikil Palu termasuk beton Normal.

Tabel 5. Berat Jenis Beton

Kode	Berat Jenis Rencana	Berat Jenis Hasil
A1	2,380	2.3631
A2	2,380	2.3606
B1	2,380	2.3838
B2	2,380	2.3663
C1	2,380	2.3757
C2	2,380	2.3702

4.4. Kebutuhan Bahan Tiap Meter Kubik Beton

Kebutuhan bahan yang direncanakan berdasarkan SNI 03-2834-1993 dan hasil penelitian di laboratorium seperti terlihat di Tabel berikut ini.

Tabel 6. Kebutuhan bahan tiap 1 m³ beton

Kode Benda Uji	Fas	SNI 03-2834-1993			Hasil Penelitian								
		Jumlah Semen (kg/m ³)	Air (liter)	Slump (mm)	Jumlah Semen (kg/m ³)	Air (liter)	Slump Rencana (cm)	Slump Hasil (cm)	Berat Beton (kg/m ³)	Perbandingan Agr.Halus : Kasar	Berat Agregat (kg/m ³)	Berat Agregat Kasar (kg/m ³)	Berat Agregat Kasar (kg/m ³)
A1	0.4	487.50	195	30.60	488.80	195	6±2	7.5	2863.141	30 : 70	1679.34	503.8023	1175.539
A2	0.4	512.50	205	60.180	512.50	205	12±2	10.2	2360.617	30 : 70	1643.12	492.935	1150.182
B1	0.5	390.00	195	30.60	345.02	172.7	6±2	6.75	2383.757	30 : 70	1866.04	559.8111	1306.226
B2	0.5	410.00	205	60.180	393.25	196.63	12±2	11.69	2366.344	30 : 70	1776.43	532.9201	1243.503
C1	0.6	325.00	195	30.60	285.71	171.4303	6±2	7.5	2375.684	30 : 70	1918.54	575.5029	1342.98
C2	0.6	340.67	205	60.180	314.18	201.0728	12±2	11.9	2370.2	30 : 70	1854.95	556.4652	1298.465

4.5. Jumlah Ion Klorida dalam Agregat

Batasan Jumlah ion Klorida dalam agregat (pasir Samboja dan kerikil asal Palu) memenuhi syarat untuk semua beton sesuai dengan SNI 03-2854-1992. Dalam SNI-03-2854-1992 dicantumkan bahwa jumlah ion Klorida maksimum yang terdapat dalam beton(berat terhadap semen) yaitu sebesar 0,06% untuk beton pratayang, 0,15% untuk beton bertulang yang berhubungan.

Tabel 7. Jumlah ion Klorida dalam agregat

		Kadar Cl Pasir Samboja		Kadar Cl Kerikil Palu		Persyaratan SNI-03-2854-1992									
		0.006270 % (62.27 ppm)		0.001564 % (15.64 ppm)		Kode	Fas	Jumlah Semen (kg/m ³)	Kebutuhan Pasir (kg/m ³)	Kebutuhan Kerikil (kg/m ³)	Jum.ion Klorida dalam beton (thd berat semen), %	Beton	Beton yg	Beton yg	Beton
												Patayang	berhub. dg	selalu	polos
												(max 0,06%)	Klorida(max 0,15%)	kerling/berlindung dari lembab (max 1%)	(max 0,3%)
A1	0.4	488.80	503.80	1175.54	0.0102	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A2	0.4	512.50	492.94	1150.18	0.0095	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
B1	0.5	345.02	559.81	1306.23	0.0161	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
B2	0.5	393.25	532.93	1243.50	0.0134	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
C1	0.6	285.71	575.56	1342.98	0.0200	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
C2	0.6	314.18	556.49	1298.47	0.0176	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

4.4. Kuat Tekan Beton

Hasil Pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada Tabel Kuat Tekan beton berikut :

Tabel 8. Kuat Tekan Beton

Kode Benda Uji	fas	slump	Kuat Tekan(Mpa)		
			Umur 3 hari	Umur 7 hari	Umur 28 hari
A1.1	0.4	7.5	20.046	44.429	48.155
A1.2			20.081	39.030	53.028
A1.3			20.638	33.939	52.606
Rata-rata			20.255	39.133	51.263
A2.1	0.4	10.2	25.677	33.939	47.549
A2.2			28.283	36.768	45.535
A2.3			29.980	29.131	43.273
Rata-rata			27.980	33.279	45.452
B1.1	0.5	6.75	16.625	30.545	44.121
B1.2			18.667	33.374	41.576
B1.3			18.699	33.091	42.141
Rata-rata			17.997	32.337	42.613
B2.1	0.5	11.75	16.338	23.758	36.485
B2.2			16.912	24.889	33.939
B2.3			15.556	26.586	26.303
Rata-rata			16.268	25.077	32.242
C1.1	0.6	7.5	17.198	22.328	25.455
C1.2			16.404	22.626	23.917
C1.3			18.631	20.929	30.545
Rata-rata			17.411	21.961	26.639
C2.1	0.6	11.9	16.746	22.626	34.788
C2.2			18.101	20.364	29.980
C2.3			20.918	23.192	33.374
Rata-rata			18.588	22.061	32.714

Tabel 9. Laju kenaikan Kuat tekan beton dari berbagai umur

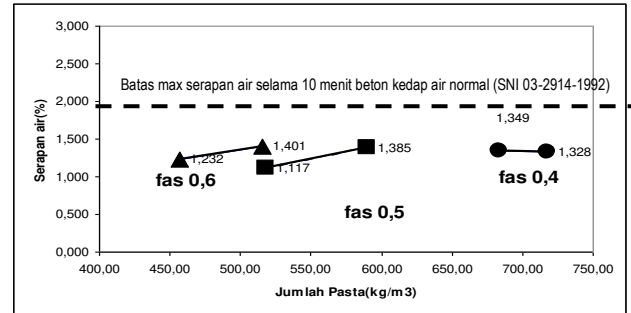
Sumber	Kuat Tekan pada Umur		
	3 hari	7 hari	28 hari
Hasil Penelitian	51%	75%	100%
SNI 03-2834-1993	51%	73%	100%
Sugiatno	58%	79%	100%
Siregar(2007)	68.06%	87.39%	100%

4.6. Modulus Elastistas Beton

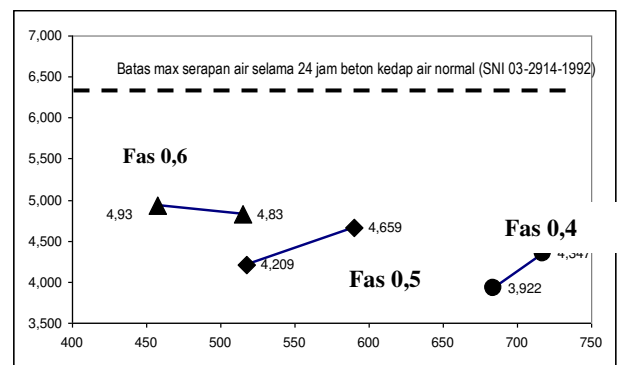
Nilai modulus elastisitas beton berkisar antara 15012 MPa sampai 29240 MPa atau $E = 5189\sqrt{f'c}$. Perhitungan modulus elastisitas beton dengan menggunakan modulus sekan (*secant modulus*) dari kurva tegangan-regangan.

4.7. Serapan Air pada Beton

Pengujian serapan air menggunakan kubus 15x15x15 cm pada umur 28 hari, dengan metode sesuai dengan SNI 03-2914-1992.



Gambar 3. Hubungan antara jumlah pasta, faktor air semen dan serapan air pada beton dengan lama perendaman 10 menit



Gambar 4. Hubungan antara jumlah pasta, faktor air semen dan serapan air pada beton dengan lama perendaman 24 jam

5. Kesimpulan

Berdasarkan uraian dan hasil penelitian maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Karakteristik fisik pasir Samboja, Kutai Kertanegara, Kalimantan Timur meliputi:
 - Berat jenis 2,542 gr/cm³, berat jenis kering muka (SSD) sebesar 2,593gr/cm³, berat satuan tanpa pemadatan 1,476 gr/cm³, daya serap air sebesar 2,010%.
 - Kandungan lumpur sebesar 4.83 % sehingga memenuhi syarat SK SNI S-04-1989-F
 - Gradasi pasir dengan modulushalus butir (mhb) 1,052
 - Perbandingan campuran pasir Samboja dengan kerikil asal Palu hgf dalam penelitian ini adalah 30% : 70%

- 5) Kadar garam (NaCl) pasir Samboja sebesar 102,66 ppm (0,010266%) tanpa pencucian.
 - 6) Kandungan ion khlorida pasir Samboja sebesar 62,27 ppm (0,006227%), memenuhi syarat untuk semua beton.
- b. Karakteristik fisik kerikil asal Palu meliputi:
- 1) Berat jenis 2,553 gr/cm³, berat jenis kering muka (SSD) sebesar 2,607 gr/cm³, daya serap air sebesar 2,114% dan berat satuan tanpa pemadatan 1,587 gr/cm³.
 - 2) Hasil uji Los Angeles bagian yang hancur 23,9% lebih kecil dari 27% yang disyaratkan SNI 03-6861.1-2002 dapat dipakai untuk beton kelas III (di atas K-225).
 - 3) Hasil uji Rudeloff bagian yang hancur 9,3271% kurang dari 16% sehingga memenuhi syarat beton kelas III SNI 03-6861.1-2002 maka kerikil asal Palu bisa digunakan untuk beton kelas III (diatas K-225).
 - 4) Modulus halus butir kerikil 6,633
 - 5) Kandungan ion khlorida (Cl) sebesar 15,64 ppm (0,001564%).
- c. Karakteristik beton yang dihasilkan dengan perbandingan campuran pasir Samboja dengan kerikil asal Palu 30% : 70% adalah sebagai berikut:
- 1) Berat jenis beton yang diperoleh berkisar antara 2361 sampai 2384 kg/m³.
 - 2) Kuat tekan beton yang di capai dalam penelitian ini sebagai berikut
 - 3) Beton dengan fas 0,4 dengan kandungan semen berturut-turut 487,5 kg/m³ dan 512,5 kg/m³ mempunyai kuat tekan rata-rata 51,263 MPa dan 45,452 MPa, untuk fas 0,5 dengan kandungan semen berturut-turut 345,02 kg/m³ dan 393,25 kg/m³ memiliki kuat tekan rata-rata 42,613 MPa dan 32,242 MPa, sedangkan untuk fas 0,6 dengan kandungan semen berturut-turut 285,71 kg/m³ dan 314,18 kg/m³ mempunyai kuat

- tekan rata-rata 26,639 MPa dan 32,714 MPa
- 4) Rasio kuat tekan beton pada umur 3, 7, dan 28 hari adalah 51%, 75%, dan 100%.
 - 5) Beton yang dihasilkan dengan faktor air semen 0,4; 0,5 dan 0,6 diperoleh beton kedap air normal.
 - 6) Modulus Elastisitas beton dengan Modulus Sekan (*secant Modulus*) dari hasil perhitungan diperoleh rumus $E = 4504,5\sqrt{f'c}$ sedikit di bawah rumus modulus elastisitas beton normal yaitu $E = 4700\sqrt{f'c}$.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Dr. Ir. Bambang Supriyadi, CES, DEA, selaku Ketua Pengelola MTBB UGM, Bapak Sukardi Laboran Teknik Sipil UGM, Direktur Politeknik Balikpapan yang telah membantu kelancaran Penelitian ini

Daftar Pustaka

1. Siregar, A., 2007, Pemanfaatan Pasir Pantai Sepempang dan Batu Pecah Asal Ranai sebagai Bahan Pembuatan Beton Normal, Tesis, Sekolah Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
2. SNI 03-1974-1990, Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.
3. SNI 03-2914-1990, Spesifikasi Beton Bertulang Kedap Air.
4. SNI 03-2834-1993, Tata Cara Pembuatan Rencana Beton Normal.
5. SNI 03-2854-1992, Spesifikasi Kadar ion Khlorida Dalam Beton.
6. Sugiatno, 2008, Penggunaan Pasir Kalipangus dan Batu Pecah Bukit Nyatnyono Ungaran Kabupaten Semarang untuk pembuatan Beton, Tesis, Sekolah Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
7. Tjokrodimulyo, K., 2007, Teknologi Beton, Biro Penerbit Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

