

ANALISA PENGGUNAAN PASIR SILIKA SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN BETON

ANALYSIS OF USE OF SILICA SAND AS REPLACEMENT OF FINE AGGREGATE ON CONCRETE MIXTURE

Ari Sasmoko Adi

Peneliti Muda pada Balitbangda Prov. Kaltim
Jl. MT. Haryono Telp. 201446 Samarinda 75124
Email : arisasmokoadi@yahoo.com

Diterima: 24 Agustus 2018; Direvisi: 15 Oktober 2018; Disetujui: 18 Oktober 2018

ABSTRAK

Silika mineral adalah senyawa yang banyak ditemui dalam bahan tambang/galian yang berupa mineral seperti pasir kuarsa, granit, dan *feldspar* yang mengandung kristal-kristal silika (SiO₂). Silika mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan, sebelum digunakan sebagai bahan campuran beton harus di kontrol dengan melakukan pengujian kandungan lumpur di dalam pasir silika. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kualitas material pasir silika, komposisi gradasi gabungan agregat dan kualitas karakteristik mutu beton. Pelaksanaan penelitian dengan melakukan pengujian analisa saringan material agregat kasar dan halus untuk mendapatkan komposisi agregat gabungan. Rancangan campuran beton dengan melakukan analisis perhitungan guna mengetahui komposisi pemakaian agregat kasar, agregat halus, air, semen dan bahan tambah (*additive*). Sampel beton diambil dari hasil pengecoran dilapangan sedangkan *curing* beton di laboratorium. Komposisi agregat gabungan untuk agregat kasar 2/3 = 16 %, agregat kasar 1.2 = 41 % dan agregat halus (Pasir Silika) = 43 %. Kuat tekan beton rata-rata (f'_{cr}) = 266,102 Kg/cm², simpangan baku (S) = 37,155 Kg/cm² dan kuat tekan beton karakteristik (f'_c) = 205,167 Kg/cm². Sedangkan hasil analisis rata-rata dua sampel dengan hasil uji kuat tekan beton rata-rata (f'_{cr}) = 266,102 Kg/cm², simpangan baku (S) = 35,352 Kg/cm² dan kuat tekan karakteristik (f'_c) = 208,124 Kg/cm². Evaluasi mutu beton dilapangan hasil analisis syarat mutu I $\geq f'_c - 0,82 \times S = \geq 223,655$ Kg/cm² sedangkan syarat mutu II yaitu harus $\geq 0,85 \times f'_c = \geq 191,250$ Kg/cm².

Kata Kunci : Kuat Tekan Beton Karakteristik, Pasir Silika, Agregat Halus

ABSTRACT

Mineral silica is a compound that is commonly found in mining / quarrying materials in the form of minerals such as quartz sand, granite, and fluoride containing silica crystals (SiO₂). Silica contains impurities which are carried during the deposition process, before being used as a concrete mixture material must be controlled by testing the sludge content in silica sand. The purpose of this study was to determine the quality of silica sand material, the composition of aggregate gradations and the quality of concrete quality characteristics. The implementation of the research is by testing the filter analysis of coarse and fine aggregate material to obtain a combined aggregate composition. The design of the concrete mixture by analyzing calculations to determine the composition of the use of coarse aggregates, fine aggregates, water, cement and additives. Concrete samples were taken from the casting results in the field while concrete curing in the laboratory. Combined aggregate composition for coarse aggregate 2/3 = 16%, coarse aggregate 1.2 = 41% and fine aggregate (Silica Sand) = 43%. Average compressive strength (f'_{cr}) = 266,102 Kg/cm², standard deviation (S) = 37,155 Kg / cm² and characteristic concrete compressive strength (f'_c) = 205,167 Kg / cm². While the results of the analysis of an average of two samples with the results of the average concrete compressive strength test (f'_{cr}) = 266.102 K / cm², standard deviation (S) = 35.352 Kg/cm² and characteristic compressive strength (f'_c) = 208.124 Kg / cm². Evaluation of the quality

of concrete in the field results of analysis of quality requirements $I > f'c - 0,82 \times S \Rightarrow 223,655$
 Kg/cm^2 while the quality requirement II is $> 0,85 \times f'c = f'c 191,250 \text{ Kg/cm}^2$.

Keywords: Characteristic Compressive Strength, Silica Sand, Fine Aggregate

PENDAHULUAN

Silika adalah senyawa kimia dengan rumus molekul SiO_2 (*silicon dioxida*) yang dapat diperoleh dari silika mineral, nabati dan sintesis kristal. Silika mineral adalah senyawa yang banyak ditemui dalam bahan tambang/galian yang berupa mineral seperti pasir kuarsa, granit, dan *fledsfar* yang mengandung kristal-kristal silika (SiO_2). (Bragmann and Goncalves, 2006; Della et al, 2002). Selain terbentuk secara alami, silika dengan struktur kristal *tridimit* dapat diperoleh dengan cara memanaskan pasir kuarsa pada suhu 870°C dan bila pemanasan dilakukan pada suhu 1.470°C dapat diperoleh silika dengan struktur *kristobalit* (Cotton and Wilkinson, 1989). Silika mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Pasir kuarsa juga dikenal dengan nama pasir putih merupakan hasil pelapukan batuan yang mengandung mineral utama seperti kuarsa dan *feldsfar*. Pasir kuarsa mempunyai komposisi gabungan dari SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , Fe_2O_3 , TiO_2 , CaO , MgO , dan K_2O , berwarna putih bening atau warna lain bergantung pada senyawa pengotornya. Silika biasa diperoleh melalui proses penambangan yang dimulai dari menambang pasir kuarsa sebagai bahan baku. Pasir kuarsa tersebut kemudian dilakukan proses pencucian untuk membuang lumpur dan kotoran organik yang kemudian dipisahkan dan dikeringkan kembali sehingga diperoleh pasir dengan kadar silika yang lebih besar bergantung dengan keadaan kuarsa dari tempat penambangan. Pasir inilah yang kemudian dikenal dengan pasir silika atau silika dengan kadar tertentu (Anonim, 2013).

Penggunaan pasir silika yang sering digunakan untuk pasir metalurgi yaitu pasir yang dihasilkan dari proses pengolahan suatu mineral atau logam dari pasir silika. Pasir silika banyak digunakan dalam kegiatan industri yang dalam pemanfaatannya digunakan sesuai dengan karakteristik diantaranya digunakan sebagai produksi pembuatan gelas, pembuatan keramik, penyaring (*filter*) produksi air bersih, pengecoran beton, *sandblasting* untuk membersihkan kerak karat besi seperti mesin, pipa, plat dan sebagainya. Dalam pengecoran beton agregat halus atau pasir silika digunakan sebagai unsur utama dalam pembuatan beton segar di *batching plant*, selain agregat kasar, semen dan air serta bahan tambah berupa *additive*. Sebelum digunakan material pasir silika di periksa di laboratorium untuk mengetahui kualitas dan komposisi campuran yang akan digunakan.

Penelitian sejenis yang pernah dilakukan antara lain : Fauzi. R, 2006, penelitian ini menggunakan pasir silika dengan cara dihaluskan menjadi serbuk pasir silika (sps) dengan mambagi menjadi dua tingkat kehalusan yaitu kehalusan I sebesar 22,44% dan kehalusan II sebesar 58,12% dengan lolos saringan no 325. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari dengan varian sps 30%, 40% dan 50% didapat kuat tekan mortar tanpa sps (0%) sebesar 63,267 Mpa, untuk kehalusan I tertinggi pada sps 30% sebesar 56,267 Mpa, pada kehalusan II sps tertinggi pada varian 30% sebesar 40,467 Mpa. Endang K, dkk (2012) varisasi komposisi campuran pasir silika dengan pasir limbah dari cetakan besi cor dengan varian 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% serta penambahan *fly ash* 20% dengan hasil uji kuat tekan tertinggi pada varian 0% sebesar $401,27 \text{ kg/cm}^2$. Amsalnius, KG (2016) membuat model varian penggunaan pasir kuarsa 0%, 10%, 20%, 30, dan 40%, hasil uji kuat tekan, kuat lentur dan modulus elastisitas beton ringan umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari maksimum pada variasi penggunaan pasir kuarsa 10%. Sugeng, S dan Yanuar, AR (2018) penggunaan daur ulang pasir silika dalam pengecoran logam digunakan sebagai pola hasilnya tidak dapat digunakan kembali hasil ujinya tidak mempunyai

daya ikat antar partikel. Antonius (2017), perilaku mekanik beton yang meliputi sifat kelecakan, kuat tekan, kuat tarik, kuat lentur, modulus elastisitas dan nilai *poison* beton didapat kuat tekan karakteristik beton sekitar K-200 hingga K-300.

Tujuan penelitian ini

1. Mengetahui kualitas material pasir silika sebagai syarat bahan beton.
2. Mengetahui komposisi perbandingan penggunaan material terutama pasir silika yang memenuhi gradasi campuran beton.
3. Mengetahui kualitas karakteristik mutu beton.

Manfaat penelitian ini diharapkan :

1. Didapatnya data hasil uji kualitas material pasir silika sebagai bahan campuran beton
2. Diketuainya data uji kuat tekan beton rata-rata.
3. Diketuainya kuat tekan beton karakteristik hasil pengecoran di lapangan

Ruang lingkup penelitian dan kajian ini untuk mengetahui kualitas material pasir silika dengan melakukan uji sesuai persyaratan campuran beton, dengan melakukan perbandingan komposisi material agregat kasar dan agregat halus menggunakan pasir silika. Pasir silika yang digunakan diambil dari daerah Kecamatan Anggana Kabupaten Kutai Kartanegara, daerahnya berdekatan dengan Kota Samarinda. Pengujian material yang dilakukan antara lain sebagai berikut :

- Pengujian analisa saringan agregat kasar dan agregat halus (SNI ASTM C136 : 2012)
- Pengujian kadar lumpur (SNI 4142-1996)
- Berat jenis dan penyerapan agregat kasar (SNI 1969 : 2008)
- Berat jenis dan penyerapan agregat halus (SNI 1970 : 2008)
- Pengujian kekekalan bentuk (*Soundness*) (SNI 3407 : 2008)
- Pengujian zat organik di dalam pasir (SNI 2816 : 1992)
- Pengujian kuat tekan beton (SNI 1974 : 2011)
- Evaluasi mutu beton (SNI 6815 : 2002)

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan ini dilakukan pada laboratorium Unit Pelaksana Teknis Badan (BPMSK) pada Badan Penelitian dan Pengembangan (Balitbangda) Provinsi Kalimantan Timur dan pada Laboratorium PT. Daya Beton (Daton) Mandiri Mix yaitu salah satu perusahaan *ready mix* yang ada di Kota Samarinda dan sampel di ambil dari hasil pengecoran beton segar di lapangan kemudian di buat sampel dalam berbentuk silinder. Perawatan dan pengujian sampel beton dilakukan pada laboratorium PT. Daya Beton Mandiri di Palaran.

Penelitian ini dilakukan mulai akhir bulan April 2018 sampai dengan pertengahan bulan Agustus 2018. Perbandingan komposisi pasir silika agregat kasar dan agregat halus adalah : agregat kasar 2/3 ex Palu = 16,00%, agregat kasar 1/2 ex Palu = 41,00% dan agregat halus ex Anggana 43,00%. Metode pengumpulan data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Data Sekunder :

- Pengujian material pasir silika
- Data hasil pengujian kuat tekan beton
- Pengujian slump beton di lapangan.
- Pembuatan sampel beton dengan cetakan silinder
- Perawatan dan *curing* beton
- Komposisi campuran dan pembuatan beton segar langsung dari *batching plant*

- Diskusi dan Wawancara dengan teknisi di lapangan.

b. Data Primer

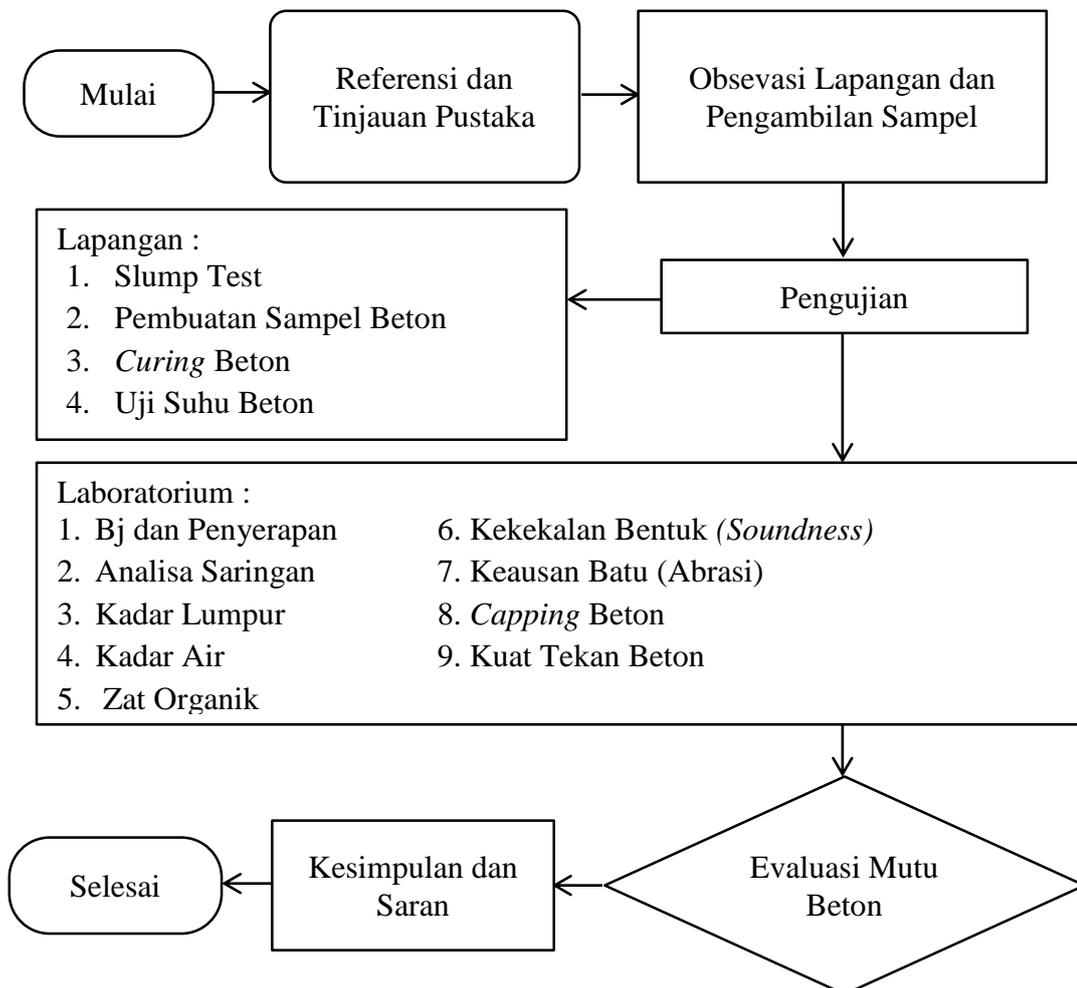
- Pengujian material pasir silika
- Observasi sampel pasir silika dari lokasi *stock pile*
- Observasi pembuatan beton segar di *batching plant*

c. Populasi Sampel

Sampel yang mendukung dalam tulisan ini adalah antara lain :

- Data hasil uji kadar lumpur guna mengetahui kandungan lumpur dalam pasir silika.
- Kandungan organik menggunakan bahan kimia NaOH untuk mengetahui kandungan organik didalam pasir.
- Pengujian kekekalan bentuk menggunakan bahan kimia Na_2SO_4 , mengetahui kekuatan material akibat dari perubahan suhu atau cuaca.
- Pengujian dari berat sampel beton untuk mengetahui berat isi dari campuran beton.
- Komposisi material guna mengetahui perbandingan campuran antara agregat kasar, agregat halus, semen, pemakaian air dan penggunaan bahan tambah berupa *additive*.
- Waktu pengujian kuat tekan beton guna mengetahui umur dari sampel beton.
- Perbandingan komposisi campuran agregat kasar dan agregat halus sebagaimana pada gambar 1

Penelitian ini membahas tentang hasil pengujian material dan sampel beton. Untuk memudahkan dalam kajian ini dibuat bagan alir penelitian, sebagai berikut ini :



Gambar 1 : Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian material di laboratorium dilakukan pada Lab. UPTB BPMSK Balitbangda dan diambil data dari hasil uji pada Lab. PT. Daya Beton (Daton) Mandiri Mix, dengan hasil sebagai mana tabel 1 :

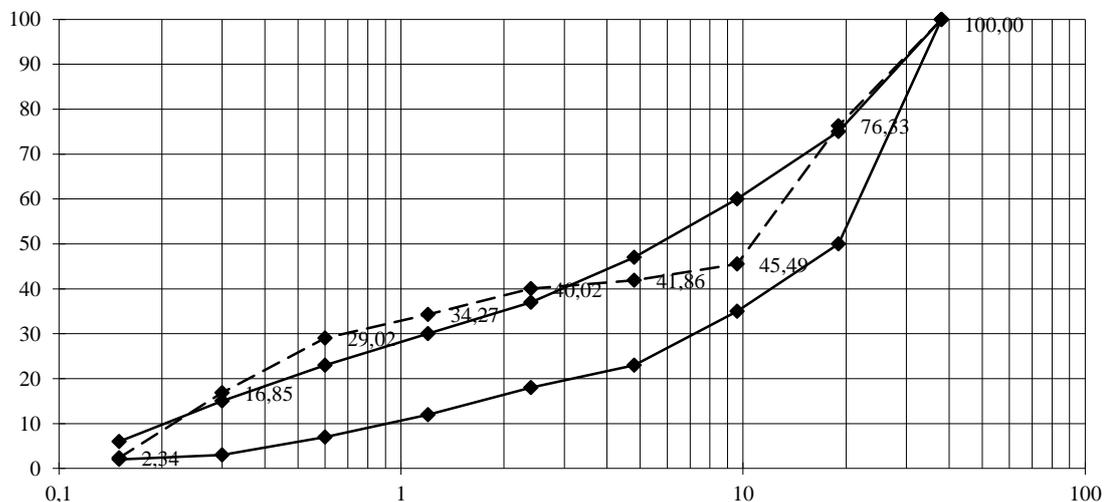
Tabel 1 : Hasil Pengujian Material

No.	Jenis Material	Berat Jenis (Gr/cc)	Penyerapan (%)	Kadar Lumpur (%)	Zat Organik --	Kekekalan Bentuk (%)	Abrasi (%)
1	Agregat Kasar 2/3 (ex. Palu)	2,728	0,774	0,892	--	3,324	21,423
2	Agregat Kasar 1/2 (ex. Palu)	2,696	0,752	0,768	--	3,574	22,363
3	Agregat Halus (Pasir Silika ex. Anggana)	2,603	1,502	3,270	N0. 3	5,910	--

Sumber : PT. Daton Mandiri Mix, 2108 dan Hasil Penelitian

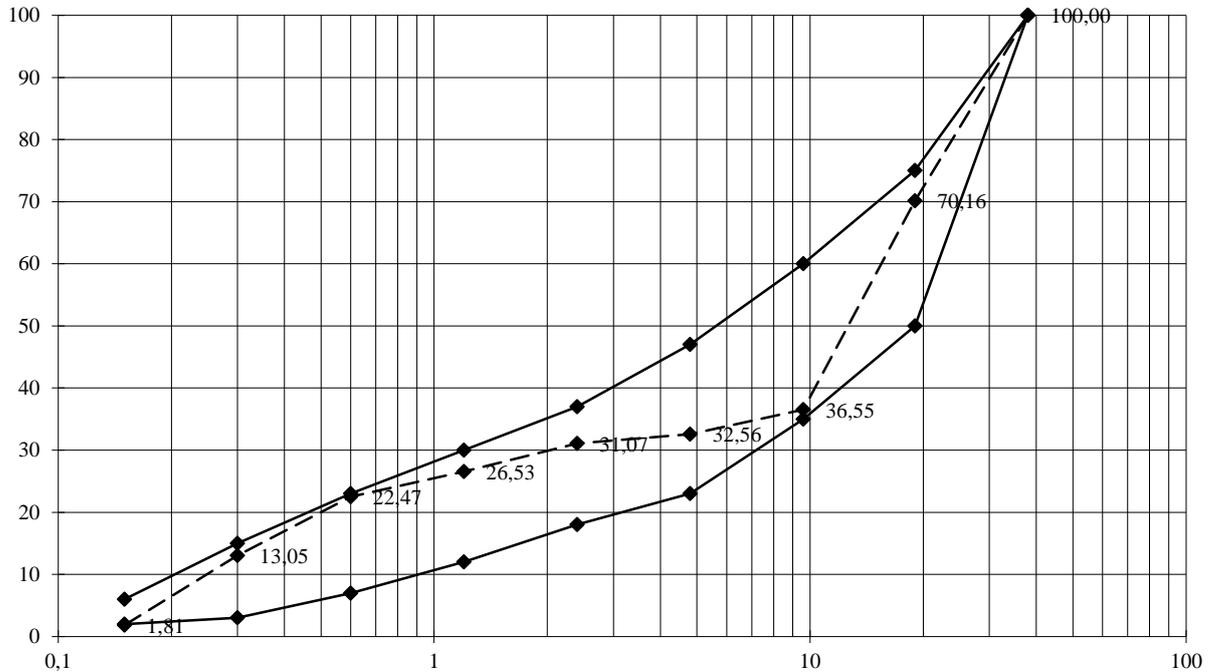
Data hasil pengujian material pada tabel 1, agregat kasar 2/3, agregat kasar 1/2 dan agregat halus pasir silika memenuhi spesifikasi yang disyaratkan (SNI 03-6861.1-2002) yaitu untuk pengujian berat jenis > 2,50 gr/cc, kadar lumpur agregat kasar < 1,00 %, kadar lumpur agregat halus < 5,0 %. Hasil uji zat organik pada pasir silika harus < warna standar (No. 4), hasil uji kekekalan bentuk (*soundness*) < 10,0 % menggunakan *natrium sulfat* (Na_2SO_4). Hasil uji keausan batu (abrasi) untuk mutu < K-225 keausanya < 40,0 % dan untuk mutu > K-225 keausanya harus < 27,0 %.

Perbandingan komposisi campuran material agregat kasar dan halus yang digunakan dalam campuran beton segar pengujian dengan melakukan uji analisa saringan dari masing-masing material sehingga didapat persentase perbandingan komposisi material agregat gabungan. Data hasil perhitungan dan analisis dari uji analisa saringan hasil uji dapat dilihat pada Gambar 1 sebagai berikut ini :



Gambar 2 : Grafik Analisa Saringan

Hasil Gambar 2 terdapat saringan yang keluar *ring gradasi* pada saringan No. 19 mm keluar ring sebesar 1,332 %, saringan No. 2,4 mm keluar ring sebesar 3,017 %, saringan No. 1,2 mm keluar ring sebesar 4,266 %, saringan No. 0,60 mm keluar ring sebesar 6,021 %, dan saringan No. 0,30 mm keluar ring sebesar 1,848 %. Dilanjutkan dengan melakukan perbandingan komposisi yang lain dengan hasil seperti Gambar 3.



Gambar 3 : Grafik Analisa Saringan

Dari Gambar 3 hasil analisa saringan gabungan dengan persentase gabungan yang telah dilakukan analisis hasil perbandingan komposisi untuk agregat kasar 2/3 ex. Palu = 16,00 %, agregat kasar 1/2 ex. Palu = 41,00 %, dan agregat halus pasir silika ex. Anggana digunakan sebesar 43,00 %.

Hasil grafik Gambar 3 rata-rata memenuhi spesifikasi *grading* gabungan, hanya satu saringan yang tidak memenuhi persyaratan yaitu pada saringan No. 100 (0,15 mm) dengan keluar ring gradasi sebesar 0,19 %. Data hasil uji kuat tekan sampel beton pada Tabel 2 berikut ini:

Tabel 2 : Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

No	Umur Beton	Kuat Tekan (Kg/cm ²)		No	Umur Beton	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	
		I	II			I	II
1	7	246,618	230,876	22	21	226,470	244,350
2	28	239,429	238,065	23	7	259,568	247,373
3	21	229,771	247,004	24	7	243,890	256,950
4	14	244,173	232,546	25	14	244,480	241,270
5	21	236,952	244,132	26	28	240,620	232,130
6	7	251,865	240,321	27	14	309,286	317,812

Analisa Penggunaan Pasir Silika Sebagai Pengganti Agregat Halus Pada Campuran Beton
Ari Sasmoko Adi

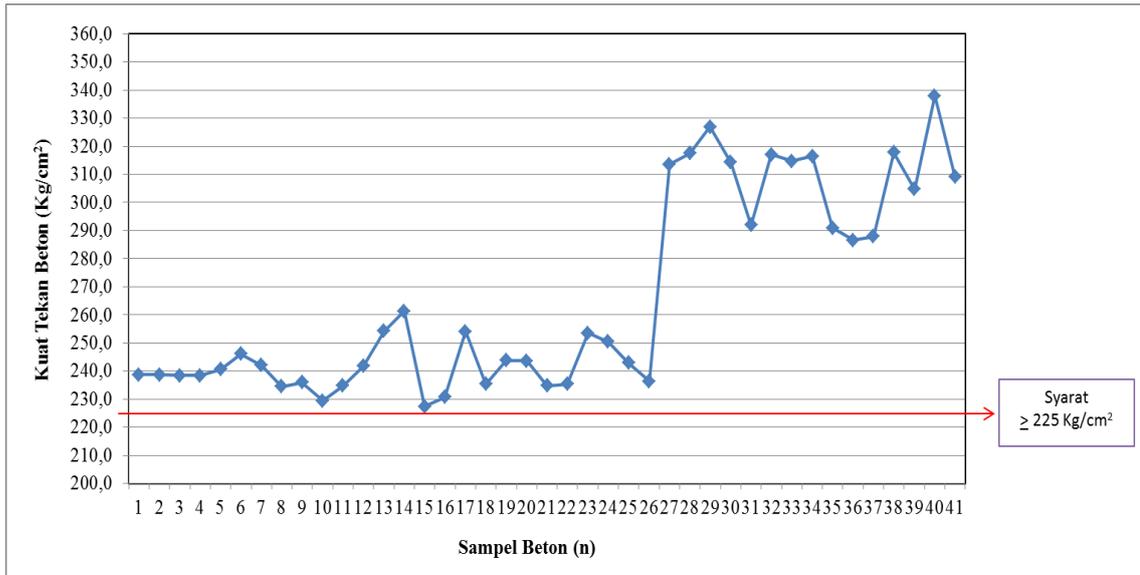
7	28	248,568	235,336	28	14	317,812	317,037
8	14	228,670	240,297	29	7	332,672	321,128

Lanjutan Tabel 2 : Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

No	Umur Beton	Kuat Tekan (Kg/cm ²)		No	Umur Beton	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	
		I	II			I	II
9	28	240,620	231,236	30	7	302,238	326,375
10	21	227,660	231,236	31	28	294,000	289,907
11	14	231,620	238,050	32	14	310,061	324,014
12	7	239,530	243,890	33	14	315,467	313,937
13	28	262,823	245,540	34	7	311,683	321,128
14	7	250,860	271,760	35	28	287,861	294,000
15	14	228,399	226,469	36	28	283,086	289,907
16	14	231,620	229,690	37	28	282,403	293,318
17	21	250,920	257,350	38	14	323,239	312,386
18	21	226,470	244,350	39	7	265,204	344,315
19	28	249,120	238,360	40	7	393,539	282,299
20	28	249,120	238,050	41	7	315,861	302,236
21	14	231,620	238,050				

Sumber : Lab. PT. Daton Mandiri Mix

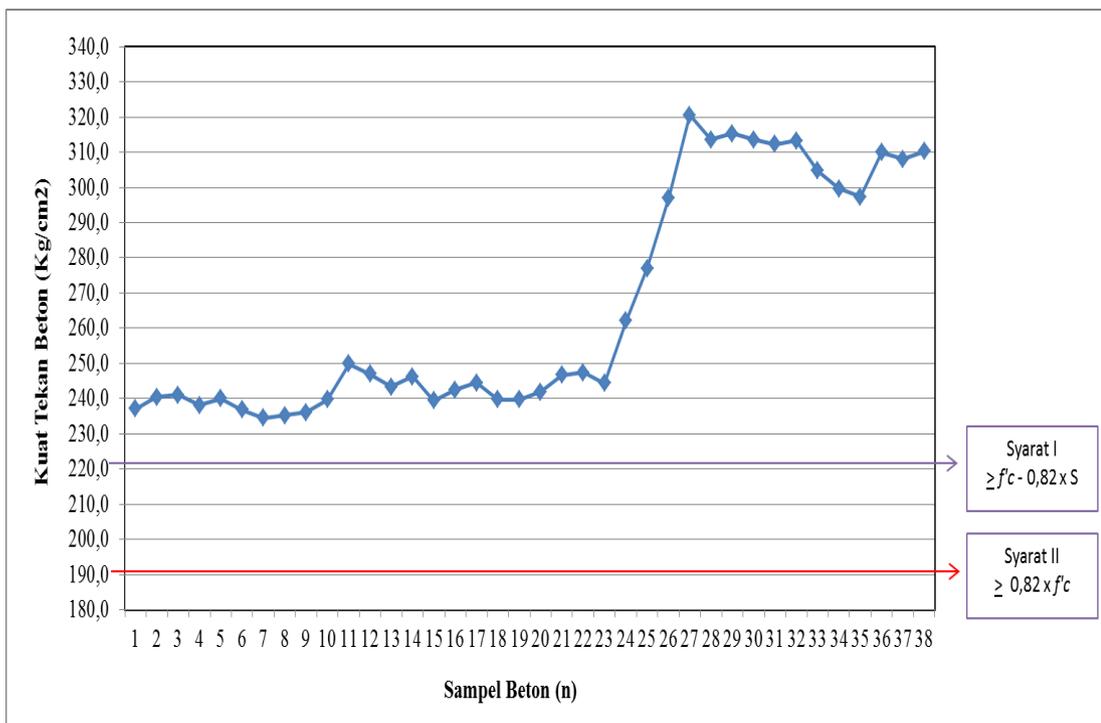
Dari Tabel 2 hasil pengujian kuat tekan beton sebanyak delapan puluh dua (82) diambil dari hasil pengecoran di lapangan dengan mutu pelaksanaan K-225 Kg/cm². Sampel dibuat dua (2) dari setiap *truck mixer* saat pengecoran di lapangan. Hasil analisis perhitungan dari hasil pengujian kuat tekan beton yang diuji dari berbagai umur beton, kemudian hasil perhitungan memprediksikan ke umur dua puluh delapan (28) dengan rata-rata kuat tekan beton (f'_{cr}) = 266,102 Kg/cm², dengan simpangan baku (S) = 37,155 Kg/cm² dan kuat tekan karakteristik (f'_c) = 205,167 Kg/cm².



Gambar 4 : Grafik Analisis Kuat Tekan Beton Rata-Rata

Hasil analisis kuat tekan beton dari delapan puluh dua (82) sampel kemudian di rata-rata menjadi dua (2) sampel setiap *mixer* beton menjadi empat puluh satu (41) sampel seperti pada Gambar 4 tidak ada sampel yang hasil ujiinya kuat tekan beton (f') dibawah mutu karakteristik $f'c$ yaitu harus $> 225 \text{ Kg/cm}^2$ sesuai dengan *job mix design* (JMD).

Hasil analisis perhitungan untuk pengujian kuat tekan beton rata-rata ($f'cr$) = 266,102 Kg/cm^2 , dengan simpangan baku (S) = 35,352 Kg/cm^2 dan kuat tekan karakteristik ($f'c$) = 208,124 Kg/cm^2 . Kuat tekan beton karakteristik tidak memenuhi *job mix design* (JMD) yang disyaratkan yaitu harus $> f'c = 225,000 \text{ Kg/cm}^2$



Gambar 5 : Grafik Analisis Evaluasi Kuat Tekan Beton Empat Rata-Rata

Gambar 5 hasil analisis evaluasi kuat tekan beton dari sampel sebanyak empat puluh satu (41) dibuat rata-rata empat (4) sampel yang hasil analisis perhitungannya menjadi tiga puluh delapan (38) sampel. Hasil analisis perhitungan untuk pengujian kuat tekan beton rata-rata (f'_{cr}) = 265,964 Kg/cm², dengan simpangan baku (S) = 32,481 Kg/cm² dan kuat tekan karakteristik (f'_c) = 212,695 Kg/cm². Kuat tekan beton karakteristik tidak memenuhi *job mix design (JMD)* yang disyaratkan yaitu harus $> f'_c = 225,000$ Kg/cm².

Mutu beton yang mengukur kinerja material seperti agregat kasar, agregat halus, semen air dan batan tambah berupa *additive* serta peralatan yang digunakan (*Batching Plant, truck mixer* dan *concrete pump*) dengan mensyaratkan mutu harus $\geq f'_c - 0,82 \times S$ sebagai syarat Mutu I sesuai SNI. 03-6815-2002 Tata Cara Mengevaluasi Hasil Uji Kekuatan Beton.

Pada syarat mutu I tidak ada satu sampel rata-rata dibawah mutu dari $\geq f'_c - 0,82 \times S = \geq 223,655$ Kg/cm². Kinerja beton yang mengukur pelaksanaan dilapangan dan sumber daya manusia yang melakukan kegiatan pengecoran sesuai syarat mutu II yaitu harus memenuhi $\geq 0,85 \times f'_c$. Hasil analisis syarat mutu II sesuai SNI. 03-6815-2002 Tata Cara Mengevaluasi Hasil Uji Kekuatan Beton, hasil perhitungan seperti diuraikan pada Gambar 4 tidak ada satu sampel rata-rata dibawah mutu dari $\geq 0,85 \times f'_c = \geq 191,250$ Kg/cm² pada Tabel 2.

KESIMPULAN

Pasir silika yang digunakan sebagai agregat halus hasil dengan komposisi perbandingan agregat kasar 2/3 ex. Palu = 16,00 %, agregat kasar 1/2 ex. Palu = 41,00 %, dan agregat halus pasir silika ex. Anggana digunakan sebesar 43,00 %. Pengujian kuat tekan beton rata-rata dari delapan puluh dua (82) sampel $f'_{cr} = 266,102$ Kg/cm² dengan simpangan baku (S) = 37,155 Kg/cm², rata-rata dua dengan sampel sebanyak empat puluh satu (41) sampel (f'_{cr}) = 266,102 Kg/cm² dengan simpangan baku (S) = 35,352 Kg/cm², rata-rata empat sampel dengan analisis perhitungan sampel sebanyak tiga puluh delapan (38) sampel (f'_{cr}) = 265,964 Kg/cm², dengan simpangan baku (S) = 32,481 Kg/cm². Kuat tekan beton karakteristik delapan puluh dua (82) sampel $f'_c = 205,167$ Kg/cm² tidak memenuhi syarat mutu $\geq f'_c = 225,00$ Kg/cm², rata-rata dua dengan sampel sebanyak empat puluh satu (41) sampel $f'_c = 208,124$ Kg/cm² tidak memenuhi syarat mutu $\geq f'_c = 225,00$ Kg/cm². rata-rata empat sampel syarat mutu I $\geq f'_c - 0,82 \times S = \geq 223,655$ Kg/cm² hasil analisis semua sampel memenuhi syarat Mutu I sedangkan syarat mutu II yaitu harus $\geq 0,85 \times f'_c$ hasil analisisnya memenuhi syarat mutu II dan tidak ada hasilnya di bawah mutu f'_c 191,250 Kg/cm².

REKOMENDASI

Pasir Silika Ex. Anggana dapat digunakan dengan selalu melakukan pengujian material terutama uji kadar lumpur (SNI 4142-1996) dengan syarat harus $< 5,00$ %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Disampaikan kepada :

1. Kepala UPTB. BPMSK Balitbangda Prov. Kaltim beserta staf teknis pengujian Lab. Beton dan Aspal.
2. Direktur, Manager Operasilan, Manager Lab dan seluruh Karyawan PT. Daya Beton Mandiri Mix.

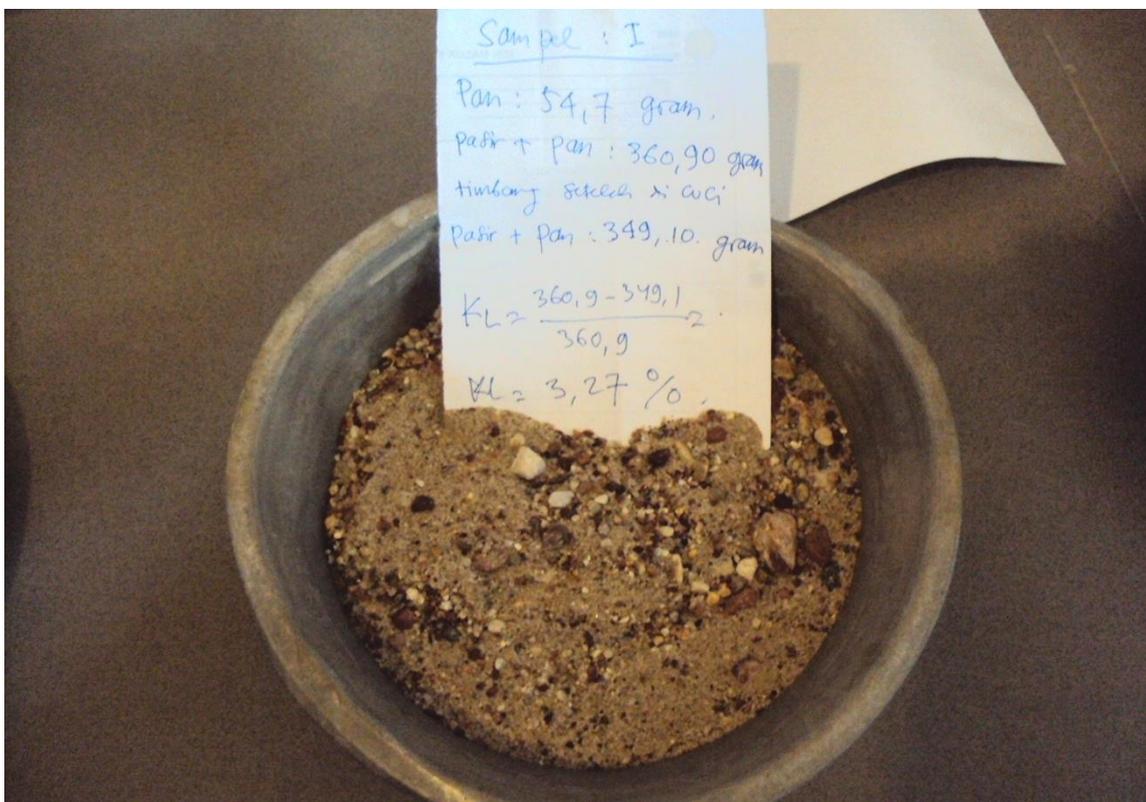
DAFTAR PUSTAKA

- Amsalnius. KG, (2016). *Pengaruh Penggunaan Pasir Kuarsa Sebagai Substitusi Semen pada Sifat Mekanik Beton Ringan*. Laporan Tugas Akhir Universitas Atma Jaya. Yogyakarta.
- Antonius, dkk, (2017). *Efektivitas Pasir Kuarsa Sebagai Agregat Halus pada sifat Mekanik Beton*, Prosiding Seminar Nasional, Kebijakan dan Strategi Dalam Pembangunan Infrastruktur dan Pengembangan Wilayah Berbasis *Green Technology*
- Anonim. (2013). <http://www.scribd.com/doc/57982095/Silika>. Diakses 6 Juni 2018 pukul 11.12 Wita
- Anonim, (2018), *Klasifikasi Pasir Silika*. <http://digilib.unila.ac.id/2618/15/15.%20BAB%20II.pdf> Diakses 28 Juli 2013 pukul 10.10 Wita.
- Bragmann, C.P and Goncalves, M.R.F. (2006). *Thermal Insulators Made With Rice Husk Ashes: Production and Correlation Between Properties and Microstructure*. Department of materials, school of engineering, federal university of rio grande do sul, Brasil.
- Cotton, F. A. and Walkinson, G. 1 (1989). *Kimia Anorganik*. Universitas Indonesia Press. Jakarta
- Della, V.P., Kuhn, I., and Hotza, D. (2002). Rice Husk Ash an Alternate Source For Active Silica Production. *Materials Letters*. Vol. 57, pp. 818-821.
- Endang K, dkk. (2012), *Perubahan Kuat Tekan Optimum Beton pada Komposisi Campuran Pasir Silika dengan Pasir Limbah*. Prosiding Manajemen dan Rekayasa Struktur. Seminar Nasional, Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah (ATPW), Surabaya, 11 Juli 2012, ISSN 2301-6752.
- Fauzi. R. (2006). *Pengaruh Kehalusan Serbuk Pasir Silika Terhadap Kuat Tekan Mortar*. *Jurnal Info Teknik*, Volume 7 No. 2, hal 56 – 66, Universitas Lambung Mangkurat, ,
- Lab. Daton Mix. (2018). *Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton*. PT. Daya Beton Mandiri, Plant Palaran. Samarinda
- Sugeng, S dan Yanuar, M.AR. (2018). *Daur Ulang Pasir Silika Bekas Inti Cor Melalui Teknik Ball Mill Untuk Mengembalikan Daya Ikatnya*. *Jurnal SIMETRIS*, Vol. 9 No. 1 April 2018, Universitas Muria Kudus
- UPTB. BPMSK. (2018). *Data Hasil Uji Material Pasir Silika*. Unit Pelaksana Teknis Badan, Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Prov. Kaltim. Samarinda

DOKUMENTASI



Pasir Silika di Penumpukan Plant PT. Daton Mix Lokasi Palaran



Pengujian Kadar Lumpur Pasir Silika



Pengujian Zat Organik Pasir Silika