

Pengaruh Substitusi Pasir Silika sebagai Agregat Halus pada Sifat Mekanik Beton Mutu Tinggi

Agung Cakrawijaya¹, Rukmana², Abd Karim Hadi³, Sudarman Supardi⁴, Arsyad Fadhil⁵

^{1,2,3,4,5}) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia
Jl. Urip Sumoharjo Km 05 Panaikang, Kec. Panakkukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231
¹)wijayaagung525@gmail.com; ²)rukmana0384@gmail.com; ³)abdkarim.hadi@umi.ac.id;
⁴)sudarman.supardi@umi.ac.id; ⁵)arsyad.fadhil@umi.ac.id

ABSTRAK

Pasir silika adalah salah satu dari jenis pasir alam yang dapat ditemukan di Indonesia, pasir silika adalah pasir yang mengandung lebih banyak silika (SiO_2). Pasir silika biasa digunakan untuk bahan campuran semen, bahan pembuat keramik, dan bahan penjernih air. Saat ini pasir silika masih jarang digunakan sebagai bahan agregat halus dalam pembuatan beton, hal ini membuat pasir alam yang lain semakin tegerus akibat pesatnya pembangunan struktur beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pasir silika terhadap sifat mekanik beton dan jumlah/persentase optimum pasir silika yang digunakan untuk rencana sifat mekanik beton. Penelitian ini dilakukan dengan mutu rencana ($F'c$) 40 Mpa serta variasi pasir silika yang digunakan yaitu 0%, 10%, 20%, 30% dan 40%. Hasil pengujian kuat tekan beton paling tinggi terjadi pada variasi pasir silika 10% sebesar 42,09 Mpa pada umur 28 hari, untuk hasil kuat tarik belah beton paling tinggi terjadi pada variasi 10% sebesar 4,48 MPa pada umur 28 hari. Dari hasil penelitian ini, ketika penambahan pasir silika 20% akan menyebabkan penurunan baik pada kuat tekan maupun kuat tarik belah beton.

Kata Kunci: pasir silika, kuat tekan, kuat tarik belah, beton

ABSTRACT

Wood sawdust is the powder obtained from the rest of the wood cutting. Wood sawdust is one type of organic waste that can be found in the sawmill industry or furniture craftsmen whose utilization is currently not optimal. Wood sawdust that is left to rot, stacked, or burned will have a negative impact on the environment so that the countermeasures need to be considered properly. This study to determine the effect of silica sand on the mechanical properties of concrete and the optimum amount/percentage of silica sand used for concrete mechanical properties plans. This research was conducted in a laboratory with a design concrete quality ($f'c$) of 17 MPa and variations of sawdust used, namely 0%, 10%, 20%, 30%, and 40%. The results of the highest compressive strength test of concrete occurred at 20% sawdust variation of 19.17 MPa at the age of 28 days, for the test results the highest split tensile strength of concrete occurred at 30% sawdust variation of 4.79 MPa at the age of 28 days. Based on this research, when the addition of sawdust exceeds 20% it will cause the compressive strength value to decrease, as well as the split tensile strength value will decrease if the addition of sawdust exceeds 30%.

Keywords: Wood sawdust, compressive strength, split tensile strength, concrete

1. PENDAHULUAN

Latar belakang

Beton mutu tinggi adalah beton yang memiliki sifat khusus, misalnya kuat tekan tinggi, permeabilitas rendah, tingkat susut (*shrinkage*) rendah, dan modulus elastisitas tinggi, dan (Nanda et al., 2019).

Pembangunan konstruksi dengan menggunakan beton semakin pesat, hal ini membuat angka kebutuhan beton semakin tinggi seiring peningkatan kebutuhan terhadap komposisi beton itu sendiri. Di sisi lain, pasir sebagai salah satu pembentuk beton akan terus diambil dari sungai. Hal ini tentunya akan berdampak buruk pada lingkungan.

Pasir silika merupakan hasil pelapukan batuan yang mengandung mineral utama seperti silika dan feldspar yang berasal dari material tambang. Pasir silika memiliki komposisi gabungan dari SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , TiO_2 , K_2O , dan MgO . Pasir silika biasa digunakan untuk beberapa hal seperti bahan campuran semen, bahan baku keramik, bahan utama pembuatan kaca, dan bahan penjernihan air.

Meskipun masih terbilang sedikit, penelitian dengan menggunakan pasir silika sebagai pengganti agregat halus telah dilakukan sebelumnya. dengan komposisi agregat halus (Pasir Silika) sebesar 43 % dari agregat gabungan (Adi, 2018). Abdillah & Muhabbah (2020) juga menggunakan limbah sandblasting dengan beberapa variasi persentase. Pada penelitian lain, beton dengan komposisi 15% pasir silika, dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 10,573% dari beton normal (Joedono & Wahyudi, 2014).

Hasil pengujian kuat tekan beton dengan senyawa SiO_2 yang terkandung dalam pasir silika memberi pengaruh meskipun sangat kecil (Nadia & Fauzi, 2011).

Oleh karena itu, penulis mencoba untuk meneliti pasir silika sebagai bahan

pengganti agregat halus pada beton, dengan harapan pasir silika dapat menjadi pilihan alternatif untuk agregat halus pada pembentukan beton.

Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah penelitian ini meliputi:

1. Bagaimana pengaruh pasir silika sebagai substitusi terhadap sifat mekanik beton?
2. Berapa jumlah/persentase optimum pasir silika yang digunakan untuk rencana sifat mekanik beton?

Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian yang akan dicapai:

1. Untuk mengetahui pengaruh pasir silika terhadap sifat mekanik beton.
2. Untuk mengetahui jumlah/persentase optimum pasir silika yang digunakan untuk rencana sifat mekanik beton

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMI. Waktu penelitian kurang lebih 40 hari.

2.2 Spesifikasi Bahan Dasar

1. Semen
Portland Composite Cement (PCC) memenuhi SNI 15-7064-2014 dan spesifikasinya adalah untuk bahan pengikat dan direkomendasikan untuk penggunaan keperluan konstruksi umum.
2. Air
ACI 522R-10 menyatakan faktor air semen yang paling baik digunakan dalam pembuatan beton yaitu antara 0,26 – 0,45 %.
3. Agregat
Agregat adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu. Agregat terdiri dari agregat kasar dan halus.

Agregat kasar yang mempunyai ukuran butir antara 4,75 mm (No. 4) sampai 40 mm (1½ in) (SNI 1970-2008). Adapun pemeriksaan agregat antara lain; pemeriksaan analisa saringan dengan menggunakan standar SNI ASTM C-136:2012; pemeriksaan berat isi dengan menggunakan standar SNI 1973-2008; pemeriksaan berat jenis dan penyerapan dengan menggunakan standar SNI 1969-2008 (BSN, 2008a); pemeriksaan kadar lumpur dengan menggunakan standar SNI 03-4142-1996 dan pemeriksaan keausan (abrasi) menggunakan standar SNI 2417:2008 (BSN, 2008b).

2.3 Perencanaan Campuran (Mix Design)

Pada SNI 03-6468-2000 (BSN, 2000) disebutkan kuat tekan yang disyaratkan untuk beton mutu tinggi yaitu lebih besar atau sama dengan 41,4 MPa.

Langkah-langkah pokok perencanaan adalah sebagai berikut.

1. Menetapkan kuat tekan rata-rata beton berdasarkan kuat tekan dan margin, $f'_{cr} = f'_c + 8.3$
 - Standar deviasi diambil berdasarkan data yang lalu
 - Kuat tekan rencana (f'_c) ditentukan berdasar rencana atau dari hasil pengujian sebelumnya.

2. Menetapkan nilai Slump, dan butir maksimum agregat. Slump ditentukan,
3. Umumnya maksimum ukuran dari agregat tidak boleh melebihi:
 - 1/5 dari ukuran terkecil dimensi antar dinding cetakan/bekisting,
 - 1/3 dari tebal pelat lantai,
 - 3/4 jarak minimum antar masing – masing batang tulangan atau tendon tulangan prategang (*pretensioning strands*).

2.4 Pengujian

Pengujian pertama yang dilakukan yaitu pengujian kuat tekan beton, mengikuti standar SNI 02-1974-2011 (BSN, 2011). Pengujian kedua adalah uji kuat tarik belah beton dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari dengan tinggi silinder 30 cm dan diameter 15 cm. langkah-langkah pengujian mengikuti standar SNI 03-2491-2002 (BSN, 2002).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pemeriksaan Bahan Penyusun Beton

3.1.1 Pemeriksaan Agregat Halus

Pada penelitian kali ini agregat kasar yang dipakai adalah pasir ailika dan pasir biasa. Penelitian ini dilakukan pemeriksaan karakteristik dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Hasil pemeriksaan agregat Halus

Karakteristik pemeriksaan agregat halus	Nilai		Spesifikasi
	Pasir silika	Pasir biasa	
Modulus kehalusan	4,10	2,52	2,3 – 3,1
Kadar Air	2,88	1,32	
Berat Volume Padat	1597	1524	
Berat Volume Gembur	1237	1485,5	
Specify Grafity	3,64	2,82	2,4 – 2,9
Absorbsi	2,57	2,05	1 – 3
Kadar Lumpur	2%	3%	Max 5%
Kadar Organik	Warna bening kekuningan		

3.1.2 Pemeriksaan Agregat Kasar

Hasil pemeriksaan agregat kasar dapat dilihat pada tabel di bawah

Tabel 2 Hasil pemeriksaan agregat Kasar

Karakteristik pemeriksaan semen	Hasil	Spesifikasi
Modulus kehalusan	6,96	2,3 – 3,1
Kadar Ai	1,50%	
Berat Volume Padat	1396,563	
Berat Volume Gembur	1244,844	
Specify Grafity	2,582	2,4 – 2,9
Absorbsi	1,717	1 -3%
Kadar Lumpur	0,40	Max 5%
Keausan	20,20%	50%

3.1.3 Pemeriksaan Semen

Berikut adalah pemeriksaan semen.

Tabel 3 Hasil pemeriksaan semen

Karakteristik pemeriksaan semen	hasil	Spesifikasi
Berat Jenis Semen	3,153	2,05 – 3,25
Kehalusan semen #No.100	100%	
Kehalusan semen #No.200	92%	
Massa Isi Semen (Padat)	1206	
Massa Isi Semen (Gembur)	1194	
Konsistensi Normal	23%	
Waktu Ikat Awal	45 mnt	Min 45
Waktu Ikat Akhir	120 mnt	Maks 420

3.2 Hasil Pengujian Sifat Mekanik Beton

3.2.1 Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur beton 28 hari menggunakan silinder dengan diameter 15 cm dan

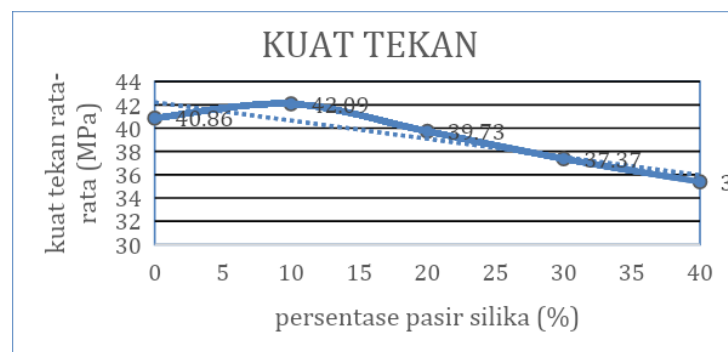
tinggi 30 cm dengan pasir silika dan pasir biasa sebagai pengganti agregat halus. Pengujian ini dilakukan pada 3 benda uji silinder setiap umur hari yang ditentukan. Hasil uji kuat tekan rata-rata sebagai berikut.

Tabel 4 Hasil pengujian kuat tekan beton

Persentase pasir silika%	Umur benda uji (hari)	Berat benda uji (kg)	Beban hancur (KN)	Luas benda uji (m)	Nilai slump (mm)	Kuat tekan (MPa)	Kuat tekan rata-rata (MPa)
0%	28	12,380	720			40,76	40,86

*Pengaruh Substitusi Pasir Silika sebagai Agregat Halus
pada Sifat Mekanik Beton Mutu Tinggi
(Agung Cakrawijaya, Rukmana, Abd Karim Hadi, Sudarman Supardi, Arsyad Fadhil)*

Persentase pasir silika%	Umur benda uji (hari)	Berat benda uji (kg)	Beban hancur (KN)	Luas benda uji (m)	Nilai slump (mm)	Kuat tekan (MPa)	Kuat tekan rata-rata (MPa)
10%		12,460	735	0,01766	75-100	41,61	42,09
		12,340	710			40,20	
		12,395	750			42,46	
		12,485	735			41,61	
		12,488	745			42,18	
20%		12,439	700	0,01766	75-100	39,63	39,73
		12,480	715			40,48	
		12,505	690			39,07	
30%		12,485	660	0,01766	75-100	37,37	37,37
		12,499	675			38,2	
		12,455	645			36,52	
40%		12,580	630	0,01766	75-100	35,57	35,39
		12,602	625			35,39	
		12,650	620			35,10	



Gambar 1 Grafik hubungan kuat tekan dengan variasi pasir silika

Dari hasil pengujian pada gambar 1 hasil kuat tekan rata rata pada beton dengan umur 28 hari sebagai berikut:

- Variasi silika 0% = 40,86 MPa
- Variasi silika 10% = 42,09 MPa
- Variasi silika 20% = 39,37 MPa
- Variasi silika 30% = 37,37 MPa
- Variasi silika 40% = 35,39 MPa

3.2.2 Kuat Tarik Belah

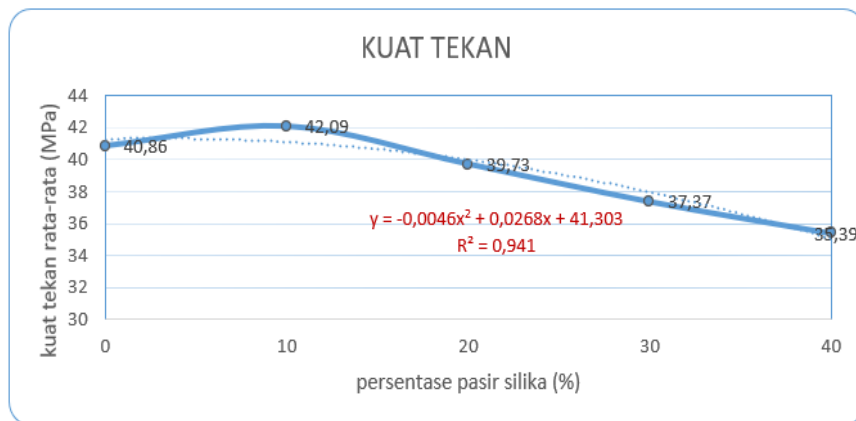
Kuat tarik belah dilakukan berdasarkan umur 28 hari menggunakan silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan pasir silika sebagai agregat halus untuk pembuatan beton. Adapun hasil kuat tarik belah dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5 Hasil pengujian terhadap kuat tarik belah beton

Persentase pasir silika%	Umur benda uji (hari)	Berat benda uji (kg)	Beban hancur (KN)	Luas benda uji (m)	Nilai slump (mm)	Kuat tarik belah (MPa)	Kuat tarik rata-rata (MPa)
0%	28	12,480	278	0,01766	75-100	3,93	4,10
		12,497	299			4,23	
		12,512	291			4,12	

*Pengaruh Substitusi Pasir Silika sebagai Agregat Halus
pada Sifat Mekanik Beton Mutu Tinggi
(Agung Cakrawijaya, Rukmana, Abd Karim Hadi, Sudarman Supardi, Arsyad Fadhil)*

Persentase pasir silika%	Umur benda uji (hari)	Berat benda uji (kg)	Beban hancur (KN)	Luas benda uji (m)	Nilai slump (mm)	Kuat tarik belah (MPa)	Kuat tarik rata-rata (MPa)
10%		12,495	320			4,53	4,48
		12,495	318			4,50	
		12,468	312			4,48	
20%		12,439	260			3,68	3,71
		12,480	259			3,67	
		12,515	268			3,79	
30%		12,585	255			3,61	3,43
		12,449	231			3,27	
		12,601	240			3,40	
40%		12,581	225			3,18	3,26
		12,736	229			3,24	
		12,593	236			3,34	



Gambar 2 Grafik hasil rata-rata kuat tarik belah

Dari hasil pengujian pada Gambar 2. Hasil kuat tarik belah rata-rata pada beton dengan umur 28 hari adalah sebagai berikut:

- Variasi silika 0% = 4,10 MPa
- Variasi silika 10% = 4,48 MPa
- Variasi silika 20% = 3,71 MPa
- Variasi silika 30% = 3,43 MPa
- Variasi silika 40% = 3,26 MPa

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dijabarkan diambil, kuat tarik belah pada beton substitusi pasir silika tertinggi ditentukan pada variasi 10% dengan nilai sebesar 4,48 MPa.

4 PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan serta hasil dan pembahasan yang didapat, diambil kesimpulan pengaruh substitusi pasir silika terhadap sifat mekanik beton sebagai berikut:

1. Pada percobaan kuat tekan pada 28 hari, kami mendapatkan nilai sebelum substitusi atau variasi 0% adalah 40,86 Mpa dan mengalami peningkatan 3,01% pada variasi 10% dengan nilai 42,09 dan mengalami penurunan pada variasi 20% hingga 40%. Nilai kuat tekan tertinggi pada percobaan kami terdapat pada variasi 10% dengan nilai 42,09 Mpa. Sedangkan untuk

pengujian terhadap kuat tarik belah beton umur 28 hari, kami mendapatkan nilai kuat tarik sebelum substitusi atau variasi 0% adalah 4,10 MPa dan mengalami kenaikan 9,27% pada variasi 10% dengan nilai 4,48 Mpa dan mengalami penurunan pada variasi 20% dan seterusnya. Kuat tarik belah yang tertinggi pada percobaan kami terjadi pada variasi 10% dengan nilai 4,48 MPa.

2. Dari percobaan yang telah kami lakukan baik terhadap kuat tekan maupun kuat tarik belah persentase optimum yang kami dapati adalah persentase 10%.

4.1. Saran

Untuk penelitian lanjutan, adapun saran-saran untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Penggunaan bahan tambah pasir silika pada beton perlu diteliti lebih dalam lagi pada kuat tekan, kuat tarik belah, dan sifat – sifat mekanik beton lainnya. dan disarankan membuat beton normal sebagai pembanding.
2. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan variasi substitusi yang berbeda untuk mendapatkan nilai yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, N., & Muhabbah, Z. (2020). Pemanfaatan Limbah Sandblasting Pasir Silika Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus untuk Campuran Beton. *Jurnal Unitek*, 12(1), 10–16. <https://doi.org/10.52072/unitek.v12i1.44>
- Adi, A. S. (2018). Analisa Penggunaan Pasir Silika Sebagai Pengganti Agregat Halus Pada Campuran Beton. *Jurnal Riset Pembangunan*, 1(1), 36. <https://doi.org/10.36087/jrp.v1i1.25>

BSN. (2000). Sni 03-6468-2000 Tata cara perencanaan campuran tinggi dengan semen portland dengan abu terbang.

BSN. (2002). SNI 03-2491-2002 Metode Pengujian terhadap kuat tarik Belah Beton. *Badan Standar Nasional Indonesia*.

BSN. (2008a). SNI 1969:2008 Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. *Badan Standar Nasional Indonesia*.

BSN. (2008b). Sni 2417-2008 Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles. *Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles*.

BSN. (2011). SNI 1974-2011 Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder. *Badan Standardisasi Nasional Indonesia*.

Joedono, & Wahyudi, M. (2014). Penggunaan Pasir Silika dan Pasir Laut Sebagai Agregat Beton. *Jurnal Spektrum Sipil*, ISSN 1858-4896, 1(2), 140–149.

Nadia, & Fauzi, A. (2011). Pengaruh Kadar Silika pada Agregat Halus Campuran Beton Terhadap Peningkatan Kuat Tekan. *Konstruksia*, 3(1), 35.

Nanda, S. A., Sarana, D., & Yaqin, M. Z. (2019). Pengaruh Substitusi Pasir Pozzolan Sebagai Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton Pasca Bakar dengan dan Tanpa Perendaman. *Teras Jurnal*, 8(2), 391.

<https://doi.org/10.29103/tj.v8i2.162>