

**PENGARUH PENGGUNAAN SILICA FUME DENGAN  
MATERIAL BATU LATERIT SEBAGAI SUBSTITUSI  
AGREGAT KASAR TERHADAP  
KUAT TEKAN BETON**

***THE EFFECT OF THE USE OF SILICA FUME WITH LATERITE  
STONE AS A ROUGH AGGREGATE SUBSTITUTION OF  
THE COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE***

**Annisa Putri Indirwana<sup>1)</sup>, Anung Sudibyo<sup>2)\*</sup>, Salma Alwi<sup>3)</sup>, Rafian Tistro<sup>4)</sup>**  
 annisaindirwana@gmail.com<sup>1)</sup>, bpk.anungsudibyo@yahoo.com<sup>2)</sup>, salmaalwi@yahoo.com<sup>3)</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda  
<sup>1,2,3</sup>Jl. Cipto Mangunkusumo Kampus Gunung Panjang, Kota Samarinda 75131, Kalimantan  
 Timur

Korespondensi Naskah : Anung Sudibyo

**INTISARI**

Material penyusun beton umumnya terdiri dari semen, agregat kasar, agregat halus, dan air. Agregat kasar yang dapat digunakan adalah batu split atau dapat juga menggunakan campuran tara batu split dengan material lokal lain seperti batu Laterit yang terdapat pada Desa Mulawarman Kecamatan Tenggarong Seberang. Untuk meningkatkan mutu beton, maka digunakan Silica Fume sebagai bahan tambah. Tujuan utama penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penggunaan Silica Fume sebagai substitusi semen dan batu Laterit terhadap nilai kuat tekan beton. Pada penelitian ini dibuatlah beton normal sebagai acuan dan beton dengan agregat kasar di substitusi sebesar 20% dengan batu Laterit serta semen disubstitusi dengan Silica Fume dengan variasi 0%, 5%, 7.5%, 10%, dan 12.5%. Dari hasil pengujian kuat tekan beton diperoleh beton dengan substitusi agregat kasar 20% dan substitusi semen dengan Silica Fume 10% pada umur 28 hari sebesar 26.47 MPa, nilai ini melebihi kuat tekan beton normal yaitu 26.26 MPa dan beton dengan Laterit 20% dan Silica Fume 0% yaitu 22.03 MPa. Jadi kesimpulan penggunaan Silica Fume dapat meningkatkan kuat tekan beton dengan substitusi batu laterit menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan kuat tekan beton normal.

**Kata kunci:** Batu Laterit, Silica Fume, Pengganti Semen, Kuat Tekan Beton.

**ABSTRACT**

*Concrete constituent material generally consists of cement, coarse aggregate, fine aggregate, and water. Coarse aggregate that can be used is split stone or can also use a mixture of split stone with other local materials such as Laterite stones found in Mulawarman Village, Tenggarong Seberang District. To improve the quality of concrete, Silica Fume is used as an added material. The main purpose of this study was to determine the effect of using Silica Fume as a substitute for cement and laterite stones on the compressive strength of concrete. In this study, normal concrete was made as a reference and concrete with coarse aggregate substituted by 20% with laterite stones and cement substituted with Silica Fume with variations of 0%, 5%, 7.5%, 10%, and 12.5%.*

*From the concrete compressive strength test results obtained concrete with coarse aggregate substitution of 20% and cement substitution with Silica Fume 10% at 28 days of 26.47 MPa, this value exceeds the normal concrete compressive strength of 26.26 MPa and concrete with 20% Laterite and Silica Fume 0 % is 22.03 MPa. So the conclusion of the use of Silica Fume can increase the compressive strength of concrete with a substitution of laterite stones to be higher than the compressive strength of normal concrete.*

**Keywords:** *Laterite Stone, Silica Fume, Cement Substitution, Concrete Compressive Strength.*

**PENDAHULUAN**

**Latar Belakang**

Beton adalah bahan yang sering digunakan pada perkerasan kaku, konstruksi jembatan maupun konstruksi Gedung. Beton dipilih karena mudah dibentuk, biaya perawatan yang murah, tahan terhadap cuaca dan memiliki kuat tekan yang tinggi.

Dimana nilai kuat tekan beton tersebut sesuai dengan rancangan SNI 03-2834-2000 jika menggunakan material yang sesuai. Material penyusun beton umumnya terdiri dari semen, agregat kasar, agregat halus, dan air. Agregat kasar yang dapat digunakan adalah batu split atau dapat juga menggunakan campuran antara batu split dengan material lokal lain seperti batu laterit. Batu laterit digunakan karena banyak terdapat di Kalimantan Timur. Selama ini batu Laterit hanya digunakan sebagai bahan timbunan dan perkerasan jalan.

Memanfaatkan batu laterit sebagai agregat kasar dalam campuran beton belum banyak dilakukan. Maka dari itu akan dicoba beton dengan campuran agregat batu split dan batu laterit, hal ini diharapkan dapat mengurangi biaya produksi beton. Untuk meningkatkan mutu beton, maka digunakan Silica Fume sebagai bahan tambah.

Silica Fume merupakan pozzolan halus yang digunakan sebagai bahan tambah pada beton. Penambahan Silica Fume dapat menaikkan nilai karakteristik beton seperti kuat lentur dan kuat tekan. Silica Fume juga dapat menjadikan beton tahan terhadap bahan kimia dan kedap terhadap air, karena ukuran partikel Silica Fume yang lebih halus dari pada semen dapat mengisi rongga-rongga pada beton.

**TINJAUAN PUSTAKA**

Beton merupakan campuran antara semen *Portland* atau semen hidrolik yang lain,

agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat (SNI-03-2834-2000).

Dalam pembuatan beton, bahan penyusun beton dapat memanfaatkan agregat yang ada disekitar, contohnya Laterit, namun Laterit yang digunakan harus memenuhi spesifikasi pembuatan beton normal.

Untuk meningkatkan kuat tekan juga bisa menambahkan atau mesubtitusi semen dengan bahan zat aditif, seperti Silica Fume. Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani hanya dengan tekanan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan (SNI 03-1974-1990). Pengujian kuat tekan beton beton ( $f'_c$ ) menurut SNI 03-1974-1990 dapat dihitung dengan rumus:

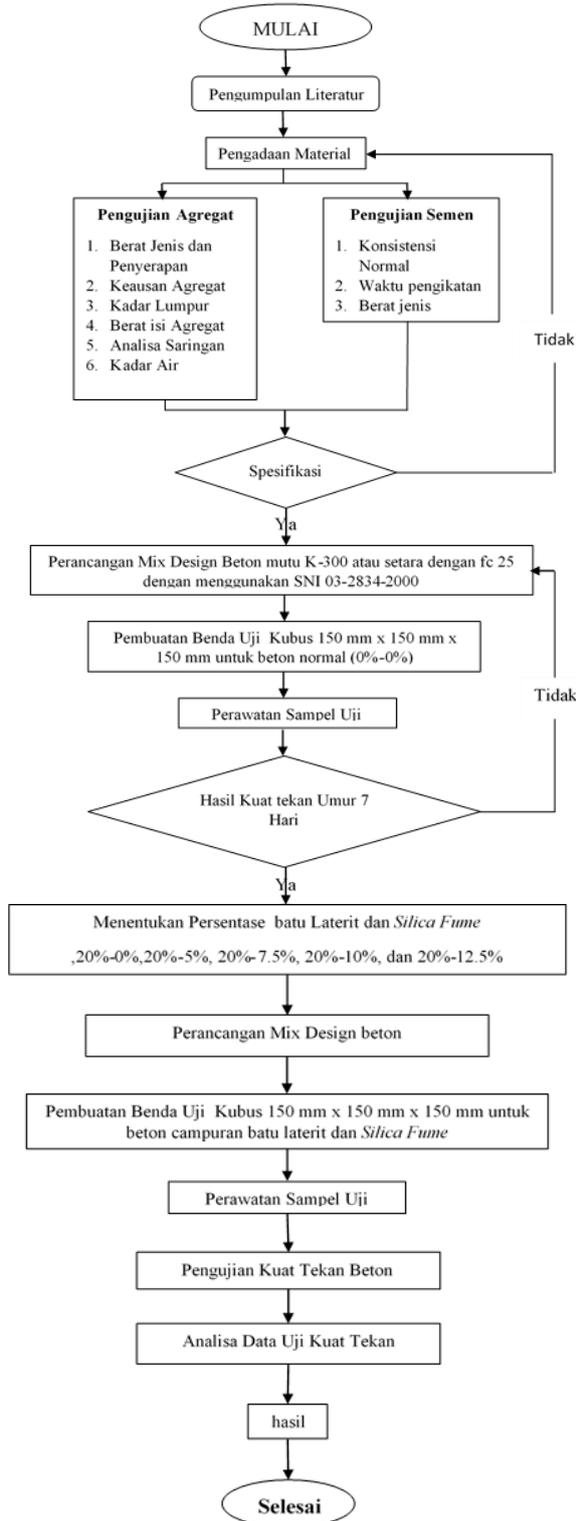
$$f'_c = \frac{P}{A}$$

**METODOLOGI PENELITIAN**

Lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Politeknik Negeri Samarinda. Adapun Jumlah sample yang diuji ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Sampel Beton

Variasi	Keterangan	Benda Uji / Umur Pengujian				Jumlah
		7	14	28	56	
Normal	Beton Normal	3	3	3	3	12
1	Beton Laterit 20%	3	3	3	3	12
2	Beton Laterit 20%, Silica Fume 5%	3	3	3	3	12
3	Beton Laterit 20%, Silica Fume 7.5%	3	3	3	3	12
4	Beton Laterit 20%, Silica Fume 10%	3	3	3	3	12
5	Beton Laterit 20%, Silica Fume 12.5%	3	3	3	3	12
Total Benda Uji						72



**Gambar 1.** Bagan alir penelitian

**HASIL DAN ANALISA DATA**

**Hasil Pengujian Material**

Adapun hasil pengujian material disajikan pada Tabel 2 hingga Tabel 5.

**Tabel 2.** Hasil Pengujian Agregat Kasar

No.	Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
<b>Batu Palu 2/3"</b>				
1.	Berat Jenis	Min. 2,5	2.73	Memenuhi
2.	Penyerapan	Maks. 3%	0.64 %	Memenuhi
3.	Abrasi	Maks. 40%	20.33%	Memenuhi
4.	Kadar Lumpur	Maks. 1%	0.37 %	Memenuhi
5.	Bobot Isi	Min 1.3 gr/cm <sup>3</sup>	1.57 gr/cm <sup>3</sup>	Memenuhi
<b>Batu Palu 1/2"</b>				
1.	Berat Jenis	Min. 2,5	2.72	Memenuhi
2.	Penyerapan	Maks. 3%	0.75 %	Memenuhi
3.	Abrasi	Maks. 40%	24.06%	Memenuhi
4.	Kadar Lumpur	Maks. 1%	0.63 %	Memenuhi
5.	Bobot Isi	Min 1.3 gr/cm <sup>3</sup>	1.65 gr/cm <sup>3</sup>	Memenuhi
<b>Batu Laterit</b>				
1.	Berat Jenis	Min. 2,5	2.55	Memenuhi
2.	Penyerapan	Maks. 3%	2.93	Memenuhi
3.	Abrasi a. Metode A b. Metode B	Maks. 40%	25.96% 30.56%	Memenuhi
4.	Kadar Lumpur	Maks. 1%	0.97%	Memenuhi
5.	Bobot Isi	Min 1.3 gr/cm <sup>3</sup>	1.14 gr/cm <sup>3</sup>	Tidak Memenuhi

**Tabel 3.** Hasil Pengujian Semen Tonasa

No.	Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
<b>Tonasa tipe Portland Composite Cement</b>				
1.	Berat Jenis	≥ 3	3.018	Memenuhi
2.	Konsistensi Normal	24% - 30%	25.3%	Memenuhi
3.	Analisa Setting Time Pengikatan Awal Pengikatan Akhir	Min. 45 menit Maks. 375 menit	84 menit 150 menit	Memenuhi

**Tabel 4.** Hasil Pengujian Agregat Halus

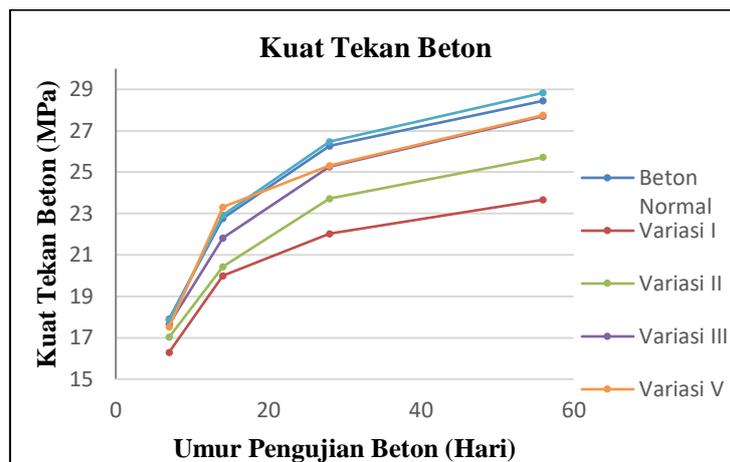
No.	Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1.	Berat Jenis	Min. 2,5	2.61	Memenuhi
2.	Penyerapan	Maks. 3%	1.11	Memenuhi
3.	Kadar Lumpur	Maks. 5%	1.05	Memenuhi

**Tabel 5.** Hasil Pengukuran Nilai Slump Test

Variasi	Nilai Slump Test
N	50
I	35
II	34
III	32
IV	30
V	28

**Tabel 6.** Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Terhadap Variasi Silica Fume

Umur (Hari)	Kuat Tekan Beton (MPa)					
	N	I	II	III	IV	V
7	17.93	16.31	17.04	17.67	17.86	17.54
14	22.77	20.00	20.43	21.81	22.93	23.31
28	26.26	22.03	23.73	25.28	26.47	25.33
56	28.45	23.67	25.72	27.71	28.83	27.75



**Gambar 2.** Hubungan Antara Kuat Tekan Beton Terhadap Variasi *Silica Fume*

Dari pengujian kuat tekan beton Variasi I (laterit 20%) didapat nilai kuat tekan pada beton yang lebih rendah dibandingkan dengan beton normal. Kuat tekan pada umur pengujian 7 hari didapat sebesar 16.31 MPa yang artinya kuat tekan mengalami penurunan 9.04% terhadap kuat tekan beton normal.

Kuat tekan terus mengalami penurunan pada umur 14 hari 12.17%, umur 28 hari 16.11% dan umur 56 hari 16.80% terhadap kuat tekan beton normal. Penurunan ini terjadi karena dari uji material batu laterit memiliki nilai abrasi yang lebih besar dibandingkan batu palu.

Pada Variasi II (laterit 20%, silica fume 5%) dengan mensubstitusi semen dengan *silica fume* menyebabkan kuat tekan beton lebih tinggi dibandingkan dengan Variasi I. Kuat tekan pada umur pengujian 7 hari didapat sebesar 17.04 MPa yang artinya kuat tekan mengalami penurunan 4.96% terhadap kuat tekan beton normal.

Kuat tekan mengalami penurunan pada umur 14 hari 10.28%, umur 28 hari 9.63% dan umur 56 hari 9.60% terhadap kuat tekan beton normal. Penurunan nilai kuat tekan beton Variasi II lebih kecil dibandingkan dengan beton Variasi I karena silica fume memiliki partikel yang lebih kecil dibandingkan semen yang menyebabkan pori antar semen dapat berkurang dan menyebabkan kuat tekan menjadi lebih tinggi.

Pada Variasi III (laterit 20%, silica fume 7.5%) didapat kuat tekan pada umur pengujian 7 hari sebesar 17.67 MPa yang

artinya kuat tekan mengalami penurunan 1.45% terhadap kuat tekan beton normal. Kuat tekan mengalami penurunan pada umur 14 hari 4.22%, umur 28 hari 3.73% dan umur 56 hari 2.60% terhadap kuat tekan beton normal. Namun, pada kuat tekan 28 hari, nilai kuat tekan beton telah memenuhi kuat tekan yang direncanakan yaitu 25 MPa. Pada Variasi IV (laterit 20%, silica fume 10%) dengan bertambahnya substitusi semen dengan silica fume membuat kuat tekan beton terus meningkatkan. Kuat tekan pada umur pengujian 7 hari didapat sebesar 17.86 MPa yang artinya kuat tekan mengalami penurunan 0.39% terhadap kuat tekan beton normal.

Kuat tekan lalu mengalami peningkatan kuat tekan pada umur 14 hari 0.70%, umur 28 hari 0.80% dan umur 56 hari 1.34% terhadap kuat tekan beton normal.

Pada Variasi V (laterit 20%, silica fume 12.5%) didapat kuat tekan pada umur pengujian 7 hari sebesar 17.54 MPa yang artinya kuat tekan mengalami penurunan 2.18% terhadap kuat tekan beton normal. Kuat tekan mengalami peningkatan pada umur 14 hari sebesar 2.37%, lalu kuat tekan mengalami penurunan umur 28 hari sebesar 3.54% terhadap kuat tekan beton normal. Penurunan ini terjadi karena penggunaan silica fume yang semakin meningkat membuat beton menjadi mudah retak karena mengalami proses hidrasi yang singkat.

**PENUTUP**

**Kesimpulan**

Hasil penelitian Pengaruh Penggunaan Silica Fume Dengan Material Batu Laterit Sebagai Substitusi Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton yang dilakukan di Laboratorium Politeknik Negeri Samarinda, dapat disimpulkan bahwa:

Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa penggunaan silica fume sebagai substitusi semen terhadap kuat tekan beton berpengaruh terhadap nilai kuat tekannya.

Kuat tekan beton laterit dengan silica fume pengujian umur 28 hari pada Variasi II sampai Variasi V didapat nilai kuat tekan sebesar 23.73 MPa, 25.28 MPa, 26.47 Mpa dan 25.33 MPa, nilai ini mengalami penurunan jika dibandingkan dengan kuat tekan beton normal pada umur pengujian 28 hari sebesar 26.26 MPa, namun pada Variasi IV kuat tekan beton melebihi kuat tekan beton normal. Jika dibandingkan dengan beton laterit saja pada Variasi I kuat tekan mengalami peningkatan dimana kuat tekannya hanya mencapai 22.03 MPa pada umur 28 hari.

Jadi kesimpulan penggunaan silica fume dapat meningkatkan kuat tekan beton dengan substitusi batu laterit menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan kuat tekan beton normal. Namun perhitungan kuat tekan beton estimasi 28 hari pada Variasi yang menggunakan batu Laterit menjadi tidak stabil dikarenakan batu Laterit yang digunakan belum memenuhi standar spesifikasi agregat yang disyaratkan.

**Saran**

Adapun saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan batu Laterit dari tempat lain yang memenuhi standar spesifikasi agar mendapatkan kuat tekan estimasi 28 hari yang stabil.
2. Penelitian ini dapat digunakan, namun penggunaan di lapangan perlu dipertimbangkan karena dari segi kemudahan pembuatan dan biaya, beton Normal masih memiliki nilai lebih dibandingkan dengan beton Variasi IV.
3. Penggunaan silica fume lebih baik digunakan sebagai bahan tambah agar didapatkan kuat tekan yang lebih

meningkat lagi, dan untuk mempermudah proses pekerjaan saat menggunakan silica fume, campuran dapat ditambah dengan super plasticizer untuk meningkatkan nilai slump.

4. Melakukan penelitian lanjutan seperti pengujian belah beton, kuat lentur, dan modulus elastisitas agar dapat mengetahui pengaruh lain silica fume dan penggunaan batu Laterit pada beton.

**DAFTAR PUSTAKA**

ASTM C. 1240. (1995). Spesification for Silica Fume faor Use in Hydraulic Cement Concrete and Mortal.

Departemen Pekerjaan Umum. (2010). Spesifikasi Umum Prasarana Pekerjaan Umum Divisi 7 (Struktur).

Indrawinata, E. (2016). Pemanfaatan Limbah Kaca (Fritz) Sebagai Substitusi Sebagian Material Penyusun Beton Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton. Skripsi. Politeknik Negeri Samarinda,

Rony, A. (2010). Apakah Silica Fume Itu ?. [Online]. Tersedia: <https://ronymedia.wordpress.com/2010/05/26/apakah-silica-fume-itu/> [diakses 14 Maret 2019].

Standar Nasional Indonesia ASTM C136, (2012). Metode Uji Untuk Analisa Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar.

Standar Nasional Indonesia 03-2847-2002. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Gabungan Gedung.

Standar Nasional Indonesia 03-6826-2002. Metode Pengujian Konsistensi Normal Semen Portland Dengan Alat Vicat Untuk Pekerjaan Sipil.

Standar Nasional Indonesia 03-6827-2002. Metode pengujian waktu ikat awal semen Portland dengan menggunakan alat vicat untuk pekerjaan sipil.

Standar Nasional Indonesia 15-7064-2004. Semen Portland Komposit.

Standar Nasional Indonesia 1947-2011. Metode pengujian kuat tekan beton dengan benda uji silinder yang dicetak.

Standar Nasional Indonesia 1969-2008. Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.

- Standar Nasional Indonesia 1970-2008.  
Metode Pengujian Berat Jenis dan  
Penyerapan Air Agregat Kasar.
- Standar Nasional Indonesia 1971-2011. Cara  
Uji Kadar Air Total Agregat Dengan  
Pengerangan.
- Standar Nasional Indonesia 1972-2008. Cara  
Uji Slump Beton.
- Standar Nasional Indonesia 1973-2008. Cara  
Uji Berat Isi, Volume Produksi  
Campuran dan Kadar Udara Beton.
- Standar Nasional Indonesia 2417-2008.  
Metode Pengujian Keausan Agregat  
Dengan Mesin Los Angeles.
- Standar Nasional Indonesia 4141-1996.  
Metode Uji Gumpalan Lempung dan  
Butiran Mudah Pecah Dalam Agregat.
- Susilo, D. A. (2012). Pengaruh Penambahan  
Silica Fume Terhadap Kuat Tekan  
Reactive Powder Concrete. Skripsi.  
Politeknik Negeri Samarinda.
- Tjokrodimulyo, K. (1996). Teknologi Beton.  
Nafiri. Yogyakarta.
- Yogendran V., et.al. (1987). Silica Fume in  
High-Strength Concrete, Technical  
Paper. Title No. 84-M.15 ACI  
Material Journal. Pp. 124-129.