

**SUBSTITUSI LIMBAH MARMER PADA AGREGAT KASAR
TERHADAP BETON DENGAN BAHAN TAMBAH *SILICA FUME***

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu
(S1) Teknik Sipil



Oleh:

Julian Dwi Kurnia

2007814

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNIK DAN INDUSTRI
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2024**

**SUBSTITUSI LIMBAH MARMER PADA AGREGAT KASAR
TERHADAP BETON DENGAN BAHAN TAMBAH *SILICA FUME***

Oleh:

Julian Dwi Kurnia

Sebuah Tugas Akhir yang diajukan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil

© Julian Dwi Kurnia

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2024

Hak Cipta dilindungi undang-undang

Tugas Akhir ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis

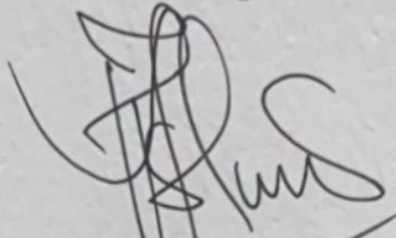
LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**SUBSTITUSI LIMBAH MARMER PADA AGREGAT KASAR
TERHADAP BETON DENGAN BAHAN TAMBAH *SILICA FUME***

Disetujui dan disajikan oleh :

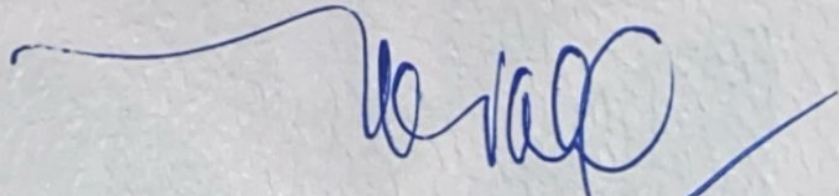
Pembimbing 1



Istiqomah, S.T., M.T.

NIP. 19711215 200312 2 001

Pembimbing 2

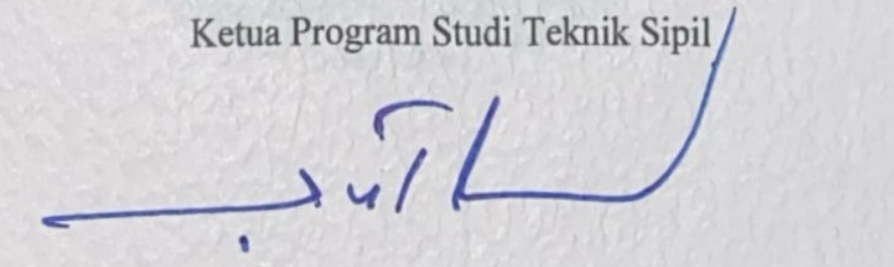


Dr. Ir. H. Nanang Dalil Herman, S.T., M.Pd., IPM.

NIP. 19620202 19803 1 002

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Dr. Ir. Juang Akbardin, ST., MT., IPM., ASEAN.Eng

NIP. 19770307 200812 1 001

LEMBAR PERNYATAAN

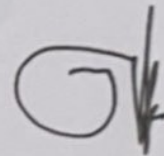
Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Julian Dwi Kurnia
NIM : 2007814
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul "**Substitusi Limbah Marmer Pada Agregat Kasar Terhadap Beton Dengan Bahan Tambah *Silica Fume***" ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2024

Pembuat pernyataan



Julian Dwi Kurnia

NIM. 2007814

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmannirrahiim.

Assalamu'alaikum warahmatullah wabarakatuh.

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Substitusi Limbah Marmer Pada Agregat Kasar Terhadap Beton Dengan Bahan Tambah *Silica Fume*” dengan sebaik-baiknya. Shalawat dan salam senantiasa kita lantunkan kepada junjungan Rasulullah Muhammad SAW, sahabat, dan pengikut beliau hingga akhir zaman.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan akademik dalam menyelesaikan studi jenjang Strata Satu (S1) di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri, Universitas Pendidikan Indonesia. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini tentu saja ada hambatan yang dilalui oleh penulis. Namun atas dukungan, semangat, saran, dan motivasi dari berbagai pihak, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya. Oleh karena itu, dengan segala ikhlas penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang terlibat.

1. Ibu Istiqomah, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang senantiasa membimbing dan memberi arahan kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Ir. H. Nanang Dalil Herman S.T., M.Pd., IPM. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang senantiasa membimbing dan memberi arahan kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Ir. Juang Akbardin, S.T., M.T., IPM., ASEAN.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri, Universitas Pendidikan Indonesia.
4. Ibu Mardiah dan Alm. Bapak Tasrif, kedua orang tua penulis yang senantiasa memberikan semangat dan pengorbanan baik secara material maupun spiritual hingga selesainya Tugas Akhir ini.
5. Rifa Rifdah Lutfiyah yang selalu menemani dan mendukung penulis dalam menyelesaikan Tugas akhir.

6. Seluruh keluarga besar, yang telah memberikan dukungan dan doa.
7. Semua pihak yang telah membantu penulis terutama teman-teman seperjuangan tugas akhir Ayip, Raja, Ifan, Aria, Arel, Nur Khalim, Bagas, Raden dan Ridwan serta teman teman kontrakan yang telah membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan sebagai tambahan referensi untuk sumber ide dan gagasan bagi penelitian selanjutnya, khususnya dibidang Teknik Sipil.

Wassalamu 'alaikum warahmatullah wabarakatuh.

SUBSTITUSI LIMBAH MARMER PADA AGREGAT KASAR TERHADAP BETON DENGAN BAHAN TAMBAH *SILICA FUME*

**Julian Dwi Kurnia ¹; Istiqomah, S.T., M.T. ²; Dr. Ir. Nanang Dalil Herman
S.T., M.Pd., IPM. ³**

*Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri Universitas
Pendidikan Indonesia*

Email: juljul7717@upi.edu

ABSTRAK

Kegiatan industri pengolahan batu marmer memiliki beberapa kekurangan yang merugikan lingkungan yaitu limbahnya, inovasi pemanfaatan limbah industri batu marmer sangat diperlukan sehingga tidak lagi menjadi sumber pencemaran lingkungan, melainkan menjadi sumber yang bermanfaat. Karakteristik marmer memiliki nilai uji kuat tekan yang besar dimana dengan kuat tekan ini marmer dapat memenuhi salah satu kebutuhan agregat kasar pada beton. Adapun beton dengan bahan tambah *silica fume* yang menggunakan variasi 10% dari berat volume semen menunjukkan peningkatan kuat tekan pada beton. Pada penelitian ini dilakukan eksperimen dengan kuat tekan beton rencana $f'c = 30$ MPa, beton kontrol dengan tambahan *silica fume*, serta substitusi pecahan marmer dengan variasi 15%, 30%, 45%, dan 60% dari berat volume agregat kasar. Adapun penggunaan *silica fume* menunjukkan adanya penurunan kelecakan dan berat jenis terhadap beton kontrol, serta dengan semakin tingginya pecahan marmer pada campuran beton, semakin tinggi kelecakan dan berat jenisnya. Hasil yang diperoleh dari pengujian kuat tekan beton umur 28 hari yaitu pada beton tanpa substitusi 30.095 MPa, beton *silica fume* 30.923 Mpa, dan pada campuran beton *silica fume* substitusi pecahan marmer dengan persentase 15%, 30%, 45%, dan 60% berturut-turut adalah 32.289 MPa, 33.529 MPa, 31.050 Mpa, dan 29.161 Mpa. Untuk penelitian lanjutan disarankan untuk menggunakan persentase substitusi pecahan marmer antara 15%- 45%.

Kata kunci: Agregat, Pecahan Marmer, *Silica fume*

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri, Universitas Pendidikan Indonesia (juljul7717@upi.com)

² Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri, Universitas Pendidikan Indonesia (istiqomah@upi.edu)

³ Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri, Universitas Pendidikan Indonesia (nanangdalilherman@upi.edu)

SUBSTITUTION OF MARBLE WASTE AS A COARSE AGGREGATE ON CONCRETE WITH SILICA FUME ADDITIVE

Julian Dwi Kurnia ¹; Istiqomah, S.T., M.T. ²; Dr. Ir. Nanang Dalil Herman S.T., M.Pd., IPM. ³

Civil Engineering Study Program, Faculty of Engineering and Industry Education, Indonesian Education University

Email: juljul7717@upi.edu

ABSTRACT

The marble processing industry has several drawbacks that harm the environment, namely its waste. Innovation in utilizing marble industry waste is essential so that it no longer becomes a source of environmental pollution but instead becomes a beneficial resource. Marble's characteristics include a high compressive strength test value, making it suitable for fulfilling the need for coarse aggregate in concrete. Additionally, concrete with a 10% silica fume additive by weight of cement shows an increase in compressive strength. In this study, an experiment was conducted with a planned concrete compressive strength of $f'_c = 30$ MPa as a control, control concrete with silica fume added, and marble fragment substitutions with variations of 15%, 30%, 45%, and 60% by weight of coarse aggregate. The use of silica fume shows a decrease in workability and specific gravity compared to control concrete, and as the amount of marble fragments in the concrete mix increases, both workability and specific gravity increase. The results obtained from the 28-day concrete compressive strength test are 30.095 MPa for normal concrete, 30.923 MPa for silica fume concrete, and 32.289 MPa, 33.529 MPa, 31.050 MPa, and 29.161 MPa for the silica fume concrete mix with marble fragment substitutions of 15%, 30%, 45%, and 60%, respectively. For further research, it is recommended to use marble fragment substitution percentages between 15% and 45%.

Keywords: Aggregate, Marble Fragments, *Silica fume*

¹ Student in the Civil Engineering Study Program, Faculty of Engineering and Industry Education, Indonesian Education University (juljul7717@upi.edu)

² Lecturer in the Civil Engineering Study Program, Faculty of Engineering and Industry Education, Indonesian Education University (istiqomah@upi.edu)

² Lecturer in the Civil Engineering Study Program, Faculty of Engineering and Industry Education, Indonesian Education University (nanangdalilherman@upi.edu)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	2
1.3. Pembatasan Masalah	3
1.4. Rumusan Masalah	4
1.5. Tujuan Penelitian.....	4
1.6. Manfaat Penelitian.....	4
1.7. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 Beton	6
2.2 Beton Normal	9
2.3 Bahan Susun Beton	9
2.3.1 Semen <i>Portland</i>	10
2.3.2 Agregat.....	13
2.3.3 Air	16
2.4 Beton <i>Silica Fume</i>	17

2.5	<i>Admixtures</i>	19
2.6	Limbah Marmer	24
2.7	<i>Silica Fume</i>	26
2.8	Pengujian Material	28
2.9	Mix Design	29
2.10	Kuat Tekan Beton	30
2.11	Slump Test	32
2.12	Penelitian Terdahulu	33
2.13	Hipotesis Penelitian	34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		35
3.1	Metode Penelitian	35
3.2	Lokasi Penelitian	35
3.3	Sampel Penelitian	35
3.4	Bahan Penelitian	36
3.5	Prosedur Penelitian	39
3.5.1	Perencanaan Campuran Beton f'c 30 MPa	41
3.5.2	Pengecoran	41
3.5.3	Pembuatan dan Persiapan Benda Uji	41
3.5.4	Perawatan (Curing)	41
3.5.5	Pengujian Berat Jenis	41
3.5.6	Pengujian Kuat Tekan Trial Mix	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		43
4.1	Beton <i>Silica Fume</i>	43
4.2	Penyajian Data Hasil Penelitian	44
4.2.1	Hasil Pengujian Berat Jenis Beton	44
4.2.2	Hasil Pengujian Slump Beton	44

4.2.3	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	45
4.3	Pembahasan Hasil Penelitian.....	47
4.3.1	Hasil Pengujian Slump.....	47
4.3.2	Hasil Pengujian Berat Jenis.....	49
4.3.3	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	50
BAB V SIMPULAN IMPLIKASI DAN REKOMENDASI		57
5.1	Simpulan.....	57
5.2	Implikasi.....	57
5.3	Rekomendasi	57
DAFTAR PUSTAKA		59
LAMPIRAN I		61
LAMPIRAN II		69
LAMPIRAN III.....		103
LAMPIRAN IV.....		110

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Hubungan Kuat Tekan Dengan Faktor Air Semen	8
Gambar 2. 2 Limbah Marmer.....	25
Gambar 2. 3 Silica Fume.....	26
Gambar 2. 4 Sketsa Uji Kuat Tekan Beton Silinder	31
Gambar 2. 5 Sketsa Uji Kuat Tekan Beton Kubus.....	31
Gambar 2. 6 Nilai Konversi Kuat Tekan Silinder (Mpa) ke Kubus (K-).....	32
Gambar 2. 7 Nilai Berbagai Slump	33
Gambar 3. 1 Silica Fume.....	38
Gambar 3. 2 Pecahan Marmer.....	38
Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian	40
Gambar 4. 1 Slump Beton Dengan Substitusi Pecahan Marmer	47
Gambar 4. 2 Pecahan Batu Marmer	48
Gambar 4. 3 Pembahasan Pengujian Berat Jenis Beton.....	49
Gambar 4. 4 Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari	50
Gambar 4. 5 Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari	51
Gambar 4. 6 Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari	52
Gambar 4. 7 Kuat Tekan Beton Pada Tiap Umur	53
Gambar 4. 8 Rekapitulasi Nilai Uji Tekan.....	54
Gambar 4. 9 Variasi Pecahan Marmer (kiri) Variasi Batu Split (kanan)	55
Gambar 4. 10 Tampak marmer dalam beton.....	55
Gambar 4. 11 Pecahan beton dengan campuran marmer.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Beton Menurut Kuat.....	9
Tabel 2. 2 Berat Jenis Beton (Tjokrodimuljo, 2007)	9
Tabel 2. 3 Komposisi Bahan Penyusun Semen.....	10
Tabel 2. 4 Gradasi Agregat Halus	14
Tabel 2. 5 Material Pozzolan pada Umumnya	22
Tabel 2. 6 Karakteristik Fisik dari Material Pozzolan	22
Tabel 2. 7 Komposisi Kimia Limbah Marmer	25
Tabel 2. 8 Sifat Fisik Silica Fume.....	27
Tabel 2. 9 Sifat Kimiawi Silica Fume.....	27
Tabel 3. 1 Jumlah Sampel Penelitian untuk Uji Kuat Tekan	36
Tabel 3. 2 Rekapitulasi Hasil Uji Material Agregat Halus	36
Tabel 3. 3 Rekapitulasi Hasil Uji Material Agregat Kasar	37
Tabel 3. 4 Rekapitulasi Hasil Uji Material Agregat Kasar Pecahan Marmer	38
Tabel 3. 5 Hasil Perancangan Campuran	41
Tabel 3. 6 Hasil Uji Kuat Tekan Trial Mix	42
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Beton Silica Fume	43
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Berat Jenis Beton	44
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Slump Beton	44
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari	45
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari	46
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari	46
Tabel 4. 7 Hubungan Substitusi Pecahan Marmer dengan Slump Beton	48
Tabel 4. 8 Perbandingan Kekuatan Tekan Beton pada Berbagai Umur (PBI-1971)	53
Tabel 4. 9 Hubungan Umur Beton dengan Kuat Tekan Beton	54

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I SURAT TUGAS DAN LEMBAR ASISTENSI.....	61
LAMPIRAN II PENGUJIAN MATERIAL DAN PERENCANAAN CAMPURAN BETON.....	69
LAMPIRAN III HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON	103
LAMPIRAN IV DOKUMENTASI	110

DAFTAR PUSTAKA

- Haris, S., & Firdaus, R. (2021). Pengaruh Penggunaan Silica Fume Powder Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Online Sekolah Tinggi ...*, 16(1), 97–103. <http://www.ejournal.sttmandalabdg.ac.id/index.php/JIT/article/view/207>
- Hutagalung, M., Setiawan, Y., Han, A. lie, & Sabdon, P. (2016). Pengaruh Bentuk Dan Konfigurasi Agregat Terhadap Kuat Tekan Mortar. *Kinabalu*, 11(2), 50–57.
- Julmile, E. M., Phengkarsa, F., & Tonapa, S. R. (2023). Pengaruh Silica Fume dan Pecahan Batu Marmer Sebagai Bahan Subtitusi Pada Campuran Beton. *Paulus Civil Engineering Journal*, 5(1), 29–39. <https://doi.org/10.52722/pcej.v5i1.588>
- Kurniawati, S., & Titisari, A. D. (2019). Rekomendasi Pemanfaatan Marmer Daerah Besole, Kecamatan Besuki, Kabupaten Tulungagung, Provinsi Jawa Timur Berdasarkan Karakteristiknya. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (Indonesian Journal of Community Engagement)*, 5(2), 251. <https://doi.org/10.22146/jpkm.35963>
- Nauk, S. S., Hunggurami, E., & Bolla, M. E. (2012). Penggunaan Limbah Batu Marmer Dari Gunung Batu Naitapan Kabupaten Timor Tengah Selatan Sebagai Alternatif Pengganti Agregat Pada Campuran Beton. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(4). www.tekmira.esdm.go.id
- Nugraha, A. P. (2007). *Teknologi Beton, dari material, Pembuatan ke Beton Kinerja Tinggi*. Penerbit ANDI.
- Pamilih, P. P. (2020). *PEMANFAATAN LIMBAH BUBUK TULANG SAPI DAN LIMBAH MARMER SEBAGAI SUBTITUEN PARSIAL PADA SELF COMPACTING CONCRETE*.
- Sutriono, B., Trimurtiningrum, R., & Rizkiardi, A. (2018). Pengaruh Silica Fume sebagai Subtitusi Semen terhadap Nilai Resapan dan Kuat Tekan Mortar (Hal. 12-21). *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil*, 4(4), 12.

<https://doi.org/10.26760/rekaracana.v4i4.12>

- Tarru, R. O., Arnanto, B., Tarru, H. E., Bandaso, S., Sipil, J. T., Kristen, U., Toraja, I., Makale, N. N., Toraja, T., Makale, N. N., & Toraja, T. (2017). *Studi Penggunaan Silica Fume Sebagai Bahan Pengisi (Filler) Pada Campuran Beton. 1*, 472–485.
- Tjokrodinuljo, K. (2007). *Teknologi Beton*. Biro Penerbit Mahasiswa Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada.
- Wihardi, T. M., Parung, H., Siswanto, K., & Dalle, A. (2006). Pecahan Marmer Sebagai Pengganti Parsial Agregat Kasar Self Compacting Concrete (SCC). *Jurnal Desain & Konstruksi*, 5(1), 1–9.
- Yunus, A. (2010). Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton dengan Bahan Tambah Fly Ash sebagai Bahan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement). *Skripsi Mahasiswa Universitas Sebelas Maret Surakarta*, 15.
- 03-2834-2000, S. (2002). SNI 03-2834-2000: Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. *Badan Standarisasi Nasional*.