

**PENGGUNAAN LIMBAH MARMER DAN *QUARRY DUST*
SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT TERHADAP
SIFAT MEKANIK BETON**

Laporan Tugas Akhir
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :

GEDE WAHYU ADHI PRAYOGA

NPM : 150215848



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
JULI 2019**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul :

**“PENGUNAAN LIMBAH MARMER DAN *QUARRY DUST* SEBAGAI
PENGANTI SEBAGIAN AGREGAT TERHADAP SIFAT MEKANIK
BETON”**

Benar - benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil penelitian maupun kutipan, baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, 17 Juli 2019

Yang membuat pernyataan,



(Gede Wahyu Adhi Prayoga)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**PENGGUNAAN LIMBAH MARMER DAN *QUARRY DUST* SEBAGAI
PENGANTI SEBAGIAN AGREGAT TERHADAP SIFAT MEKANIK
BETON**

Oleh:

GEDE WAHYU ADHI PRAYOGA

NPM : 150215848

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing

Yogyakarta, 20/7/2019

Pembimbing



(Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D.)

Disahkan oleh:

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



(Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D.)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**PENGGUNAAN LIMBAH MARMER DAN *QUARRY DUST* SEBAGAI
PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT TERHADAP SIFAT MEKANIK
BETON**



Oleh :

GEDE WAHYU ADHI PRAYOGA

NPM : 150215848

Telah diuji dan disetujui oleh

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	: Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D.		20/7/2019
Sekretaris	: Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng.		15/7 2019
Anggota	: Siswadi, S.T., M.T.		19/87 2019

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas segala berkat, rahmat, bimbingan dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tujuan penulisan Tugas Akhir dengan judul “**PENGGUNAAN LIMBAH MARMER DAN *QUARRY DUST* SEBAGAI PENGANTI SEBAGIAN AGREGAT TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON**” ini adalah sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak mungkin diselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini, antara lain kepada :

1. Ibu Sushardjanti Felasari, S.T., M.Sc., CAED., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak Dr. Ir. FX. Junaedi Utomo, M.Eng., selaku koordinator Tugas Akhir bidang peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
4. Bapak Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk membimbing penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

5. Bapak Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng., selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan nasehat dan bimbingan selama penulis menjalani kegiatan perkuliahan di Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
6. Bapak V. Sukaryantara dan bapak L. Beni Antana, selaku Staf Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan dan Staf Laboratorium Transportasi Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah membantu dan memberikan saran selama pengujian dan pengerjaan Tugas Akhir.
7. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mengajarkan ilmu pengetahuan dalam bidang teknik sipil.
8. Kedua orang tua dan saudara yang telah mendukung dan memberikan semangat serta doa sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. PT. Holcim yang telah memberikan bantuan material berupa semen dan pasir untuk penelitian Tugas Akhir ini.
10. PT. Jogja Marmer Yogyakarta yang telah memberikan material limbah marmer untuk penelitian Tugas Akhir ini.
11. Sahabat-sahabat terbaik Elen Ferlianda, Monica Candra, Ravitsa Arti, Andhika Mahendra, Willyam Surya Wijaya yang telah meluangkan waktu dan membantu peneliti dalam pengujian Tugas Akhir.
12. Randi Asprila, Dede Narendra, Satria Brahmanta yang sudah banyak membantu dalam proses penyelesaian Tugas Akhir.
13. Teman seperjuangan Tugas Akhir, Henri Perdana, Adi Sukma, Oktavianus Osha, David Ginting, Eunike Pingkan, Ratna, Andre, Mike, Zaki, Arga,

Blora, Hugo yang telah berjuang bersama dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini tanpa kenal lelah dan tanpa putus semangat.

14. Sahabat-sahabat terbaik Widiadi Kusuma, Risky Dinata, Ferio Rachman, Pertama Mahapinitra, Wisnu Wira, Agus Darma, Pricilla Mourine, Rara Nendissa, Ira, Octa yang turut memberikan dukungan dan semangat serta mendoakan kelancaran Tugas Akhir.
15. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kemajuan penulis dimasa mendatang serta demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat berguna dan bermanfaat bagi semua pihak.

Yogyakarta, 17 Juli 2019

Penulis,

Gede Wahyu Adhi Prayoga

NPM : 150215848

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
DAFTAR PERSAMAAN	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
INTISARI	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Keaslian Tugas Akhir	5
1.5 Tujuan Tugas Akhir	6
1.6 Manfaat Tugas Akhir	6
1.7 Lokasi Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
BAB III LANDASAN TEORI	
3.1 Limbah Marmer	10
3.2 <i>Quarry Dust</i> (Abu Batu)	10
3.3 Kuat Tekan Beton	11
3.4 Modulus Elastisitas Beton.....	12
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	
4.1 Umum	13
4.2 Kerangka Penelitian	13
4.3 Tahap Persiapan	14
4.3.1 Bahan	15
4.3.2 Peralatan Penelitian.....	18
4.4 Tahap Pengujian Material	21
4.4.1 Pengujian Agregat Halus	21
4.4.2 Pengujian Agregat Kasar	28
4.5 Tahap Pembuatan Benda Uji.....	33

4.5.1 Pembuatan <i>Mix Design</i>	34
4.5.2 Pengujian Beton Segar	35
4.5.3 Pengecoran Benda Uji.....	35
4.6 Tahap Perawatan Benda Uji.....	36
4.7 Tahap Pengujian Benda Uji	36
4.7.1 Pengujian Kuat Tekan Beton	36
4.7.2 Pengujian Modulus Elastisitas Beton.....	37
4.8 Tahap Analisis Data	37
 BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
5.1 Pengujian Bahan Campuran Beton	38
5.1.1 Pengujian Agregat Halus	38
5.1.2 Pengujian Agregat Kasar	39
5.1.3 Pengujian <i>Quarry Dust</i>	40
5.1.4 Pengujian Limbah Marmer	41
5.2 Kebutuhan Bahan Adukan Beton.....	43
5.3 Pelaksanaan <i>Mixing</i> Beton	44
5.4 Hasil Pengujian Beton.....	46
5.4.1 Pengujian Berat Jenis Beton	46
5.4.2 Pengujian Kuat Tekan Beton	48
5.4.3 Pengujian Modulus Elastisitas Beton.....	55
 BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1 Kesimpulan	60
6.2 Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN	65

DAFTAR TABEL

No.	Nama Tabel	Hal.
4.1	Variasi Benda Uji	34
4.2	Jenis Pengujian dan Jumlah Benda Uji	34
5.1	Hasil Pengujian Agregat Halus Pasir	39
5.2	Hasil Pengujian Agregat Kasar Batu Pecah	40
5.3	Hasil Pengujian <i>Quarry Dust</i> (Abu Batu)	41
5.4	Hasil Pengujian Limbah Marmer	42
5.5	Hasil Pengujian Kandungan Kimia Limbah Marmer	42
5.6	Proporsi Campuran Adukan Beton untuk Tiap Variasi Per 1 m ³	43
5.7	Proporsi Campuran Adukan Beton untuk Tiap Variasi Per Satu Kali Adukan	44
5.8	Nilai <i>Slump</i>	45
5.9	Berat Jenis Beton	47
5.10	Persentase Kenaikan Berat Jenis Beton	47
5.11	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari	50
5.12	Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Umur 28 Hari	57

DAFTAR GAMBAR

No.	Nama Gambar	Hal.
3.1	Uji Kuat Tekan Beton pada Benda Uji Silinder	11
4.1	Bagan Alir (<i>Flowchart</i>) Penelitian	14
4.2	Semen OPC Holcim Keadaan Curah	15
4.3	Agregat Kasar Batu Pecah	16
4.4	Agregat Halus Pasir Progo	16
4.5	Limbah Marmer	17
4.6	<i>Quarry Dust</i> (Abu Batu)	17
4.7	Mesin <i>Los Angeles Abrasion</i>	19
4.8	<i>Concrete Mixer</i>	19
4.9	Alat <i>Capping</i> Beton	20
4.10	<i>Universal Testing Machine</i>	20
4.11	<i>Compression Testing Machine</i>	21
5.1	Grafik Nilai <i>Slump</i> Terhadap Variasi Beton	46
5.2	Grafik Berat Jenis Beton Terhadap Variasi Beton	48
5.3	Grafik Kuat Tekan Beton Terhadap Variasi Beton	51
5.4	Patahan Butir Agregat Limbah Marmer Pada Beton BM75	54
5.5	Agregat Tidak Tersebar Merata Pada Beton BM90	55
5.6	Grafik Modulus Elastisitas Beton Terhadap Variasi Beton	58

DAFTAR NOTASI

Notasi	Arti
f'_c	Kuat Tekan Beton
P	Beban Tekan
A	Luas Penampang
E_c	Modulus Elastisitas Beton
σ	Tegangan Beton
ε	Regangan Beton
W	Berat
V	Volume
P_0	Panjang Awal
D	Diameter Silinder Beton
T	Tinggi Silinder Beton

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan	Keterangan	Hal.
3-1	Kuat Tekan Beton	11
3-2	Modulus Elastisitas Beton	12
4-1	Kandungan Lumpur	22
4-2	Berat Jenis Pasir (<i>Bulk Specific Gravity</i>)	25
4-3	Berat Jenis SSD Pasir (<i>SSD Specific Gravity</i>)	25
4-4	Berat Jenis Semu Pasir (<i>Apparent Specific Gravity</i>)	25
4-5	Penyerapan Pasir (<i>Absorption</i>)	25
4-6	Modulus Halus Butir (MHB) Pasir	27
4-7	Berat Satuan Volume Lepas (<i>Shoveled</i>) Pasir	27
4-8	Berat Satuan Volume Padat (<i>Rodded</i>) Pasir	28
4-9	Modulus Halus Butir (MHB) Kerikil	29
4-10	Berat Jenis Kerikil (<i>Bulk Specific Gravity</i>)	30
4-11	Berat Jenis SSD Kerikil (<i>SSD Specific Gravity</i>)	31
4-12	Berat Jenis Semu Kerikil (<i>Apparent Specific Gravity</i>)	31
4-13	Penyerapan Kerikil (<i>Absorption</i>)	31
4-14	Keausan Kerikil	32
4-15	Berat Satuan Volume Lepas (<i>Shoveled</i>) Kerikil	33
4-16	Berat Satuan Volume Padat (<i>Rodded</i>) Kerikil	33

DAFTAR LAMPIRAN

Nama Lampiran	Hal.
A. Pengujian Bahan	65
B. Rencana Campuran Adukan Beton (<i>Mix Design</i>)	85
C. Pengujian Benda Uji	95
D. Hasil Pengujian Kandungan Kimia	146
E. Dokumentasi Penelitian	147

INTISARI

PENGGUNAAN LIMBAH MARMER DAN *QUARRY DUST* SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON, Gede Wahyu Adhi Prayoga, NPM: 150215848, Tahun 2019, Bidang Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Beton merupakan salah satu material yang paling banyak digunakan dalam bidang konstruksi di seluruh dunia. Pesatnya kegiatan pembangunan pada bidang konstruksi telah menyebabkan meningkatnya permintaan akan sumber daya alam sebagai material penyusun beton. Hal tersebut tentunya menyebabkan ketersediaan sumber daya alam menurun secara drastis. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk melestarikan sumber daya alam adalah dengan menggunakan limbah sebagai material pengganti agregat dalam pembuatan beton. Limbah yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah limbah marmer dan *quarry dust* (abu batu).

Pada penelitian ini, variasi kadar limbah marmer yang digunakan sebagai substitusi agregat kasar adalah sebesar 0% (BQ), 15% (BM15), 30% (BM30), 45% (BM45), 60% (BM60), 75% (BM75) dan 90% (BM90) dari volume agregat kasar serta kadar *quarry dust* yang digunakan sebagai substitusi agregat halus adalah sebesar 30% dari volume agregat halus. Benda uji yang digunakan berupa silinder dengan dimensi diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas berjumlah 4 silinder beton, dengan jumlah keseluruhan benda uji sebanyak 32 benda uji. Pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas dilakukan pada umur beton 28 hari.

Hasil pengujian kuat tekan beton normal (tanpa substitusi limbah marmer dan *quarry dust*) dan beton dengan variasi kadar limbah marmer sebesar 0%, 15%, 30%, 45%, 60%, 75% dan 90% secara berturut-turut sebesar 24,16 MPa, 25,42 MPa, 27,35 MPa, 28,93 MPa, 30,60 MPa, 31,66 MPa, 32,39 MPa, dan 31,54 MPa. Variasi kadar optimum agar didapat kuat tekan tertinggi terdapat pada variasi BM75 dimana kadar limbah marmer sebesar 75% dari volume agregat kasar dan kadar *quarry dust* sebesar 30% dari volume agregat halus yang memiliki kuat tekan sebesar 32,39 MPa dan mengalami kenaikan sebesar 34,08% dari kuat tekan beton normal. Hasil pengujian modulus elastisitas beton normal dan beton dengan variasi kadar limbah marmer sebesar 0%, 15%, 30%, 45%, 60%, 75% dan 90% secara berturut-turut sebesar 23526,29 MPa, 23720,12 MPa, 24270,17 MPa, 25347,78 MPa, 25744,33 MPa, 26229,73 MPa, 27133,07 MPa dan 26006,38 MPa. Nilai modulus elastisitas terbesar terdapat pada beton BM75 dengan nilai modulus elastisitas sebesar 27133,07 MPa dan mengalami kenaikan sebesar 15,33% terhadap nilai modulus elastisitas beton normal.

Kata kunci: Limbah marmer, *quarry dust*, beton normal, kuat tekan, modulus elastisitas.