

## **TUGAS AKHIR**

# **PERBAIKAN BENTON MENGGUNAKAN METODE *GROUTING* PADA BALOK DAN *JACKETING* PADA SAMPEL KUBUS DENGAN BAHAN TAMBAH SODIUM SILIKAT DAN SEMEN**

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.



**Disusun oleh:**

**Dimas Irfani**

**20140110197**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
2018**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dimas Irfani  
NIM : 20140110197  
Judul : Perbaikan Beton Menggunakan Metode *Grouting* Pada Balok dan *Jacketing* Pada Sampel Kubus dengan Bahan Tambah Sodium Silikat dan Semen

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Yogyakarta, 01 September 2018

Yang membuat pernyataan



Dimas Irfani

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga selsailah laporan tugas akhir ini .

Terimakasih saya haturkan kepada kedua orang tua Bapak Wahidin dan Ibu Tanipah dan seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan secara lahir maupun batin sehingga sesailah laporan tugas akhir ini

Terima kasih kepada *team work* Bagas Chrisma P, Diyat Adi.M, Rohmat Nurcahyo, Agung Prabowo dan Muh Wanandi W.Y dalam menyelesaikan tugas akhir ini

Terimakasih teman serperjuangan Sipil 2014 E tetap menjadi saudara selamanya

Terimakasih kepada keluarga baru selama 4 tahun Diyat, Galih, Tazliman, Adit dan Wanandi.

Terimakasih saya haturkan kepada seluruh dosen Teknik Sipil UMY yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat.

Semoga kita semua dalam lindungan Allah SWT. Amin

## PRAKATA



*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Segala puji bagi Allah SWT Yang Menguasai segala sesuatu, Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui kekuatan beton setelah diperbaiki dengan metode *Grouting* dan *Jacking* menggunakan bahan tambah sodium silikat dan semen.

Selama penyusunan Tugas Akhir ini penyusun mendapat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak sehingga dapat terselesaikan dengan baik. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih atas dukungan dari berbagai pihak yakni kepada:

1. Prof. Agus Setyo Muntohar, S.T., M.Eng.Sc. Ph.D sebagai ketua Program Studi Teknik Sipil Univeritas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Taufiq Ilham Maulana, S.T., M.Eng sebagai dosen pembimbing tugas akhir.
3. Kedua Orang Tua, kakak yang selalu memberikan arahan selama belajar dan menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bagas, Diyat, Wanandi , Rohmat dan Agung sebagai tim tugas akhir.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

*Wallahu a'lam bi Showab.*

*Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Yogyakarta, 01 September 2018

Dimas Irfani

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
ABSTRAK .....	xiv
<i>ABSTRACT</i> .....	xv
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Lingkup Penelitian.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	4
2.1. Tinjauan Pustaka.....	4
2.1.1. Penelitian Terdahulu Tentang Beton.....	5
2.1.2. Penelitian tentang Agregat Kasar.....	5
2.1.3. Penelitian tentang Agregat Halus.....	6
2.1.4. Penelitian Terdahulu Tentang Perbaikan Beton.....	7
2.2. Dasar Teori .....	14
2.2.1. Komposisi beton .....	15
2.2.2. Slump dan Faktor Air Semen.....	18
2.2.3. Kuat Tekan Beton .....	19
2.2.4. Kuat Lentur Balok .....	20
2.2.5. Kuat Tarik Baja.....	22
2.2.6. Pembebanan Dua Titik Pada Balok .....	23
2.2.7. Pola keruntuhan.....	25
2.2.8. Sodium silikat .....	26
2.2.9. <i>Grouting</i> .....	26

2.2.10. Jacketing .....	27
BAB III. METODE PENELITIAN.....	28
3.1. Lokasi Penelitian.....	28
3.2. Bahan dan Material Penelitian .....	28
3.3. Alat – Alat yang Digunakan.....	32
3.4. Bagan Penelitian.....	42
3.5. Pelaksanaan Penelitian .....	44
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....	52
4.1. Hasil Pengujian Material .....	52
4.1.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus.....	52
4.1.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar.....	54
4.2. Hasil Perancangan Campuran Beton ( <i>Mix Design</i> ) .....	56
4.3. Hasil Pengujian <i>Slump</i> .....	56
4.4. Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja Tulangan.....	57
4.5. Hasil Pembuatan Campuran Sodium Silikat dan Semen .....	59
4.6. Hasil Pengujian Kuda Tekan Kubus Beton .....	61
4.7. Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok.....	62
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	67
5.1. Kesimpulan.....	67
5.2. Saran .....	67
DAFTAR PUSTAKA .....	69
LAMPIRAN.....	72

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kuat Tekan Beton Pada Berbagai Umur dengan Variasi Jenis Semen dan Agregat Kasar (Salain, 2009).....	5
Tabel 2.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar Split Clereng (Adi, 2013).....	6
Tabel 2.3 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar Split Merapi (Adi, 2013).....	6
Tabel 2.4 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus.....	7
Tabel 2.5 Variasi Pembebanan Runtuh (Pasila dkk., 2016).....	9
Tabel 2.6 Gradasi pasir (Tjokrodikuljo, 2007) .....	18
Tabel 2.7 Jenis Beton Menurut Kuat Tekanya (Tjokrodikuljo, 2007).....	20
Tabel 4.1 Gradasi Agregat Halus Benda Uji 1.....	52
Tabel 4.2 Gradasi Agregat Halus Benda Uji 1 (lanjutan) .....	53
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Agregat Halus .....	54
Tabel 4.4 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar.....	55
Tabel 4.5 Hasil <i>Mix Design</i> Dalam 1 m <sup>3</sup> .....	56
Tabel 4.6 Hasil <i>Mix Desain</i> Untuk 1 Kali Benda Uji Kubus Ukuran 15x15x15 cm .....	56
Tabel 4.7 Hasil <i>Mix Design</i> Untuk 1 Kali Benda Uji Balok Ukuran 15x15x60 cm .....	56
Tabel 4.8 Hasil Pengujian <i>Slump</i> .....	57
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Baja Tulangan Diameter 6 mm.....	57
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Baja Tulangan Diameter 8 mm.....	59
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Kubus .....	61
Tabel 4.12 Hasil Kuat Lentur Balok Setelah Diperbaiki .....	63
Tabel 4.13 Perbandingan Antara <i>Displacement</i> dan Beban Pada Setiap Sampel Balok.....	64

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses perbaikan beton metode <i>Grouting</i> (Yurmansyah dan Mukhlis, 2009) .....	8
Gambar 2.2 Sebelum perbaikan dan setelah perbaikan (Parmo dkk., 2013) .....	8
Gambar 2.3 Penampang melintang metode <i>concrete jacketing</i> (Pasila dkk., 2016)	9
Gambar 2.4 Penampang melintang metode <i>jacketing</i> (Soebandono dkk., 2011) .	10
Gambar 2.5 Pola retak pada balok sebelum dan sesudah injeksi <i>epoxy</i> (Puspita dkk., 2018) .....	11
Gambar 2.6 Pemasangan <i>concrete jacketing</i> pada kolom bulat (Kaontole dkk., 2015) .....	12
Gambar 2.7 Posisi pemasangan baja siku pada balok (Helmi, 2009) .....	13
Gambar 2.8 Detail dan dimensi perbaikan (Elbakry dan Tarabia, 2015).....	14
Gambar 2.9 Hubungan antar kuat tekan dan faktor air semn (FAS) (BSN, 2000)	19
Gambar 2.10 Balok dengan daerah patah 1/3 bentang dari jarak titik perletakan bagian tengah SNI 4431:2011 (BSN, 2011b).....	21
Gambar 2.11 Balok dengan patahan diluar 1/3 bentang tengah dan garis patah pada <5% dari bentang SNI 4431:2011 (BSN, 2011b) .....	21
Gambar 2.12 Balok pada patahan diluar 1/3 bentang tengah dan garis patahan pada >5% dari bentang SNI 4431:2011 (BSN, 2011b) .....	22
Gambar 2.13 Hubungan antara tegangan dan regangan.....	23
Gambar 2.14 Hubungan antara pembebanan, momen, dan geser .....	24
Gambar 2.15 Diagram regangan balok persegi dengan tulangan tunggal .....	25
Gambar 2.16 Lendutan balok dengan tumpuan sederhana akibat beban terpusat	25
Gambar 2.17 Pola keruntuhan lentur balok (Nawy, 1998) .....	25
Gambar 2.18 Pola keruntuhan geser balok (Nawy, 1998) .....	26
Gambar 2.19 Pola keruntuhan geser-lentur balok (Nawy, 1998).....	26
Gambar 2.20 Penampang melintang perkuatan <i>Concrete Jacketing</i> (Soenaryo, 2009).....	27
Gambar 3.1 Agregat halus.....	28
Gambar 3.2 Agregat kasar.....	28
Gambar 3.3 Semen Gresik .....	29



Gambar 3.4 Air.....	29
Gambar 3.5 Sodium Silikat.....	30
Gambar 3.6 Air Suling.....	30
Gambar 3.7 Oli.....	30
Gambar 3.8 Cat putih.....	31
Gambar 3.9 Besi tulangan.....	31
Gambar 3.10 Kawat bendrat.....	31
Gambar 3.11 Tahu beton.....	32
Gambar 3.12 Timbangan.....	32
Gambar 3.13 Oven.....	33
Gambar 3.14 Mesin pengayak.....	33
Gambar 3.15 Piknometer/ <i>Erlenmeyer</i> .....	33
Gambar 3.16 Gelas ukur 1000 ml.....	34
Gambar 3.17 Gelas ukur 50 ml.....	34
Gambar 3.18 Nampan.....	34
Gambar 3.19 Kuas.....	35
Gambar 3.20 (a) Cetok dan (b) talam besi.....	35
Gambar 3.21 Penumbuk besi.....	35
Gambar 3.22 Kerucut <i>Abram</i> .....	36
Gambar 3.23 Kaliper.....	36
Gambar 3.24 Cetakan balok beton.....	36
Gambar 3.25 Cetakan kubus beton.....	37
Gambar 3.26 Timbangan Digital.....	37
Gambar 3.27 Suntikan.....	37
Gambar 3.28 (a) Tulangan 6 mm (b) tulangan 8 mm.....	38
Gambar 3.29 <i>Mixer</i> .....	38
Gambar 3.30 Mesin kuat tekan.....	38
Gambar 3.31 Mesin kuat lentur.....	39
Gambar 3.32 <i>Dial Gauge</i> .....	39
Gambar 3.33 Mesin abrasi <i>Los Angeles</i> .....	39
Gambar 3.34 Cetakan perbaiki beton kubus.....	40
Gambar 3.35 Tumpuan.....	40

Gambar 3.36 Alat pembebanan dua titik.....	40
Gambar 3.37 Palu dan betel .....	41
Gambar 3.38 Timbangan dalam air.....	41
Gambar 3.39 Bagan alir .....	42
Gambar 3.40 Bagan alir (lanjutan).....	43
Gambar 3.41 Potongan melintang balok dan potongan memanjang balok.....	46
Gambar 3.42 (a) perawatan kubus beton (b) perawatan balok beton .....	47
Gambar 3.43 Pengujian Kuat tarik baja .....	47
Gambar 3.44 Pengujian kuat tekan tahap 1 .....	48
Gambar 3.45 Perbaikan kubus beton metode <i>jacketing</i> .....	48
Gambar 3. 46 Ilustrasi perbaikan <i>jacketing</i> .....	48
Gambar 3.47 Pengujian kuat tekan tahap 2.....	49
Gambar 3.48 (a) Pengecatan balok (b) pembuatan <i>grid</i> .....	49
Gambar 3.49 <i>Setting up</i> alat uji kuat lentur balok.....	50
Gambar 3.50 (a) Memperbesar retakan (b) perbaikan balok .....	50
Gambar 3.51 Pengujian kuat lentur tahap 2 .....	51
Gambar 4.1 Grafik gradasi pasir benda uji 1 .....	53
Gambar 4.2 Garafik hubungan regangan dan tegangan diameter 6 mm.....	58
Gambar 4.3 Hubungan antara regangan dan tegangan diamater 8 mm .....	59
Gambar 4.4 (a) Sodium silikat (b) semen .....	60
Gambar 4.5 Awal pencampuran bahan .....	60
Gambar 4.6 (a) Campuran saat 0 menit (b) campuran setelah 7 menit.....	60
Gambar 4.7 Terjadi penggumpalan setelah pencampuran .....	61
Gambar 4.8 Kuat tekan dari perbandingan campuran.....	62
Gambar 4.9 Kuat lentur rata-rata balok.....	63
Gambar 4.10 Hubungan antara <i>displacement</i> dan beban.....	64

## DAFTAR LAMPIRAN

1. Pengujian Agregat Halus dan Agregat Kasar.....	72
2. Mix Desgn (SNI 03-2847-2002) .....	86
3. Perhitungan beban <i>first crack</i> .....	91
4. Foto-foto hasil penelitian .....	93
5. Data hasil pengujian Lab.....	98