

TUGAS AKHIR

PENGARUH KUAT LENTUR BALOK *SELF HEALING CONCRETE*
DENGAN BAKTERI *BACILLUS SUBTILIS* TERHADAP UMUR
PERAWATAN



Disusun Oleh :

SITI AFIFAH

20130110402

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2017

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir Dengan Judul

**PENGARUH KUAT LENTUR BALOK *SELF HEALING CONCRETE*
DENGAN BAKTERI *BACILLUS SUBTILIS* TERHADAP UMUR
PERAWATAN**



Disusun Oleh :

SITI AFIFAH

20130110402

Telah disetujui dan disahkan oleh :

Bagus Soebandono, ST., M. Eng

Pembimbing I

Yogyakarta,

2017

Martyana Dwi Cahyati, ST., M.Eng

Pembimbing II

Yogyakarta,

2017

Taufiq Ilham Maulana, ST., M.Eng

Penguji

Yogyakarta,

2017

HALAMAN MOTTO

"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kadar kesanggupannya."

(Al-Baqarah: 286)

"Takutlah kamu akan perbuatan dosa di saat sendirian, di saat inilah saksimu adalah juga hakimmu."

(Ali bin Abi Thalib)

"Orang yang aku sukai adalah dia yang menunjukkan kesalahanku."

(Umar bin Khattab)

"Raihlah ilmu, dan untuk meraih ilmu belajarlah untuk tenang dan sabar."

(Khalifah'Umar)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan atas rahmat serta kehadiran Allah SWT karena izin Allah, Tugas Akhir ini dapat tersusun dan terselesaikan. Penulis tak lepas dari bantuan pihak-pihak yang sangat membantu, sehingga pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Bapakku, Muhammad Safik dan Ibukku Sukarni atas doa, nasehat, dukungan moral dan materil. Saya persembahkan untukmu bapak dan ibukku tercinta, ini adalah kado untuk kalian.
2. Adikku Muhammad Afif , terimakasih pip sudah menjadi teman untuk berantem s di rumah dan di telfon.
3. Kakakku Anis Zamzami dan keponakan-keponakanku tercinta: Nadhif Ahmad Zidan, Nafla Iza Aisyah, dan Naima Ayumi Kani yang selalu mendukung dan menyemangatiku.
4. Untuk om Samuji yang terus memberi dukungan ku untuk menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
5. Sahabat kecilku Illa Islamiani, Fredy Kurniawan dan Ahmad Nuril Huda yang selalu membuatku senyum dan selalu menyemangatiku untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Sahabat terbaikkku Fanny Khairul Putri Apertha, kamu selama ini menjadi teman disaat susah dan senang, teman curhat, dan temen yang nggk pernah membosankan utuk selalu menyemangati temanmu ini.
7. Teman terbaikkku Novika Komariona Dewi, Moh. Taufik Almajazi yang selalu menjadi teman curhat, teman jalan walaupun selalu memakai sandal jepit.
8. Untuk Atikah Mardatilah, Elsa Istiqomah, Nurifah, dan Lola Aldila Agustin. Terimakasih atas selama ini berawal dari KKN, kemudian menjadi teman menggosip dan teman yang mendengar keluh kesah ku.
9. Eka Riyadini Weningtyas dan Andriani yang selalu menyemangatiku dan terus memberi motivasi, sampai aku dapat menyelesaikan Laporan ini.

10. Hanin Nabila Putrika sebagai mbak sekaligus temen kajian dan teman share untuk berbagi cerita yang sama-sam pernah kita alamin.
11. Teman satu laboratorium Tuti Rahmasari, Rani Sophia Muthmainnah, M. Tamam Ramadhan, dan Erpandi yang telah membantu dan mendukung saya dari awal, tahap pengecoran, sampai sidang.
12. Umi Malichatun Oktafia yang selama ini telah memberi dukungan dan motivasi sampai saat sidang.

INTISARI.

Indonesia merupakan salah satu negara yang sering mengalami gempa. Dari peristiwa tersebut menimbulkan dampak negatif yaitu timbulnya keretakan elemen struktur seperti: balok, kolom, dan plat. Seiring berjalannya waktu penelitian mengenai inovasi yang dapat memperbaiki keretakan dengan sendirinya yaitu bakteri *Bacillus Subtilis* merupakan bakteri yang digunakan untuk memperbaiki keretakan beton dengan *Self Healing Concrete* proses keretakan akan menutup dengan sendirinya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kuat lentur beton normal dengan menggunakan bakteri dengan rentan waktu 7, 14, 21, dan 28 hari. Pada penelitian ini menggunakan benda uji balok yang berukuran $15 \times 15 \times 60$ cm dengan sampel sebanyak 10 buah dan silinder beton sebanyak 5 buah dengan diameter 15 dan tinggi 30 cm. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan uji kuat lentur tahap I yaitu merupakan pengujian balok hanya sampai retak rambut kemudian dilakukan perawatan dengan injeksi menggunakan cairan *Bacillus Subtilis*. Setelah itu dilakukan pengujian tahapan ke II berdasarkan waktu yang telah ditentukan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa balok kontrol memiliki nilai kuat lentur sebesar 11,89 MPa dan balok menggunakan bakteri *Bacillus Subtilis* sebesar 12,51 MPa. Untuk pengamatan rentan 7 hari diperoleh hasil 9,66 MPa. Umur 14 hari 8,73 MPa. 21 hari diperoleh 10,87 MPa dan untuk hasil 28 hari diperoleh 12,51 MPa. Hal ini dipengaruhi oleh kuat tekan beton dan usia perawatan balok. Sehingga pada balok tanpa bakteri dengan balok bakteri mengalami peningkatan sebesar 5,2 %.

Kata kunci: *Bacillus Subtilis*, kuat lentur, kuat tekan, *Self Healing Concrete*

KATA PENGANTAR

Assalammu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur atas kehadiran Allah S.W.T yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat penulis selesaikan.

Sholawat serta salam penulis ucapkan kepada Nabi Muhammad S.A.W yang telah membawa umatnya dari zaman kegelapan akan ilmu pengetahuan ke zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan seperti sekarang ini.

Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan dalam menempuh Pendidikan Strata 1 (S1), Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Selama mengerjakan Laporan Tugas Akhir, penulis banyak menerima kritik dan saran, dukungan dan bimbingan serta petunjuk-petunjuk yang senantiasa sangat bermanfaat tak lupa penulis ucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Orang tua, yang telah memberikan segala bentuk dukungan baik moril dan materiil.
2. Bagus Soebandono S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing satu Tugas Akhir.
3. Martyana Dwi Cahyati S.T., M.Eng. dosen pembimbing dua Tugas Akhir.
4. Erpandi selaku tim Tugas Akhir.
5. Semua pihak yang telah membantu penulis sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.

Laporan Tugas Akhir ini dikerjakan berdasarkan teori yang didapatkan di bangku kuliah. Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar di dalam Laporan Tugas Akhir berikutnya dapat dibuat lebih baik.

Akhir kata, Penulis berharap semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat nantinya sebagai referensi dalam bidang Teknik Sipil dan terutama untuk kelanjutan studi penyusun.

Wassalammu 'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Mei 2017

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
INTISARI	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Manfaat Penelitian	2
E. Batasan Masalah.....	3
F. Keaslian Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
A. <i>Self Healing</i> Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur	4
B. Mekanisme <i>Self Healing Concrete</i>	10
BAB III LANDASAN TEORI	11
A. Beton.....	11
B. Material Penyusun Beton.....	11
C. <i>Self Healing Concrete</i>	12

D. Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i>	13
E. Kuat Tekan Beton	13
F. Kuat Lentur Beton	14
G. Pola Kertakan Beton Bertulang	15
H. <i>Setting</i> Pengujian Balok.....	16
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	18
A. Pelaksanaan Penelitian.....	18
B. Lokasi Penelitian.....	20
C. Alat dan Bahan Penelitian.....	20
D. Langkah-langkah Penelitian	33
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	42
A. Pengujian Pendahuluan.....	42
B. Pengujian Utama.....	50
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	56
A. Kesimpulan.....	56
B. Saran	56

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Balok pada patahan 1/3 bentang tengah (SNI 4431: 2011)	15
Gambar 3.2 Balok pada patahan di luar 1/3 bentang tengah (SNI 44431: 2011) ..	15
Gambar 3.3 Pola keretakan beton bertulang	16
Gambar 3.4 Perencanaan hasil pengujian balok	16
Gambar 4.1 Bagan alir penelitian	18
Gambar 4.2 Bagan alir penelitian (Lanjutan).....	19
Gambar 4.3 Bagan alir penelitian (Lanjutan).....	20
Gambar 4.4 Oven	20
Gambar 4.5 <i>Shave Shaker Machine</i>	21
Gambar 4.6 <i>Erlenmeyer</i>	21
Gambar 4.7 Mesin <i>Los Angeles</i> dan bola-bola baja.....	22
Gambar 4.8 Cetakan silinder.....	22
Gambar 4.9 Cetakan Bekesting.....	22
Gambar 4.10 <i>Kaliper</i>	23
Gambar 4.11 <i>Meteran</i>	23
Gambar 4.12 Gergaji dan palu	23
Gambar 4.13 Triplek dan paku	24
Gambar 4.14 Gelas ukur	24
Gambar 4.15 Timbangan	25
Gambar 4.17 <i>Mixer molen</i>	25
Gambar 4.17 Bejana besar dan cetok	25
Gambar 4.18 Kerucut <i>abrams</i> dan penumbuk	26
Gambar 4.19 Mesin uji tekan	26

Gambar 4.20 <i>Dial Gauge</i>	27
Gambar 4.21 Mesin uji lentur dan uji tarik baja	27
Gambar 4.22 Lemari pendingin	28
Gambar 4.23 Suntikan dan gelas beker.....	28
Gambar 4.24 Agregat halus	28
Gambar 4.25 Agregat kasar	29
Gambar 4.26 Air suling.....	29
Gambar 4.27 Semen.....	29
Gambar 4.28 Baja tulangan diameter 4 dan 6.....	30
Gambar 4.29 Oli.....	30
Gambar 4.30 Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i>	31
Gambar 4.31 Karung goni.....	31
Gambar 4.32 Tahu beton.....	31
Gambar 4.33 Lampu spirtus.....	32
Gambar 4.34 Alkohol.....	32
Gambar 4.35 Cat tembok	32
Gambar 4.36 Pengujian dan hasil pengujian diameter 4 dan 6 mm.....	35
Gambar 4.37 Desain pembuatan bekesting.....	35
Gambar 4.38 Pembuatan beton segar.....	36
Gambar 4.39 Hasil pengujian <i>slump</i>	37
Gambar 4.40 Perawatan benda uji	37
Gambar 4.41 Pengujian kuat tekan	39
Gambar 4.42 <i>Setting up</i> pengujian 2D.....	40
Gambar 4.43 Perbaikan keretakan degan <i>Bacillus Subtilis</i>	40

Gambar 4.44 Pengujian kuat lentur tahap II	41
Gambar 5.1 Grafik analisis gradasi butiran (pasir)	44
Gambar 5.2 Grafik hubungan regangan-tegangan diameter 4	48
Gambar 5.3 Grafik hubungan regangan tegangan diameter 6	49
Gambar 5.4 Grafik perbandingan kuat lentur rentan waktu 28 hari terhadap balok Kontrol dengan balok <i>self healing</i>	51
Gambar 5.5 Grafik regresi	52
Gambar 5.6 Keretakan balok hasil pengujian tahap I	53
Gambar 5.7 Pengamatan 7 hari	53
Gambar 5.8 Pengamatan 14 hari	54
Gambar 5.9 Pengamatan 21 hari	54
Gambar 5.10 Pengamatan 28 hari	54
Gambar 5.11 Keretakan balok hasil pengujian tahap II (<i>Bacillus Subtilis</i>)	55
Gambar 5.12 Keretakan balok hasil pengujian tahap II 28 hari (<i>Bacillus Subtilis</i>)	55
Gambar 5.13 Keretakan balok hasil pengujian tahap II (Balok tanpa bakteri).....	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Presentase peningkatan kuat tekan mortar bakteri (Nugroho, 2013).....	5
Tabel 2.2 Nilai kuat lentur sebelum retak (Rochani, 2015)	6
Tabel 2.3 Nilai kuat lentur setelah retak (Rochani, 2015)	7
Tabel 2.4 Hasil uji tekan (Wicaksono, 2016)	8
Tabel 2.5 Hasil uji lentur penelitian tahap I (Wicaksono, 2016)	8
Tabel 2.6 Hasil uji lentur penelitian tahap II (Wicaksono, 2016).....	9
Tabel 2.7 Hasil pengujian kuat lentur beton murni (Setiadi, 2016).....	9
Tabel 2.8 Hasil pengujian kuat lentur beton bakteri (Setiadi, 2016)	10
Tabel 5.1 Gradasi kekasaran pasir	43
Tabel 5.2 Hasil analisis gradasi pasir.....	43
Tabel 5.3 Hasil analisis gradasi pasir (Lanjutan).....	44
Tabel 5.4 Total kebutuhan bahan susun untuk tiap I m ³ adukan beton normal	46
Tabel 5.5 Kebutuhan bahan sususn untuk tiap 1 adukan beton normal	46
Tabel 5.6 Hasil uji <i>Slump</i>	47
Tabel 5.7 Hasil pengujian kuat tarik baja diameter 4	48
Tabel 5.8 Hasil pengujian kuat tarik baja diameter 6	48
Tabel 5.9 Hasil kuat tekan silinder	49
Tabel 5.10 Hasil kuat tekan silinder (Lanjutan).....	50
Tabel 5.11 Hasil pengujian kuat lentur balok	50
Tabel 5.12 Hasil pengujian kuat lentur balok (Lanjutan)	51
Tabel 5.13 Hasil kuat lentur rentan waktu (7, 14, 21 dan 28 hari)	52