

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat yang telah diberikan kepada saya mulai dari masa perencanaan, persiapan, pemilihan tema skripsi, sampai dengan menyelesaikan laporan skripsi, sehingga laporan skripsi dengan judul “STUDI AWAL PENGGUNAAN BAKTERI *Bacillus megaterium* DALAM PERBAIKAN BETON DI LINGKUNGAN AIR LAUT” ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya.

Laporan tugas akhir ini disusun berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dari tahapan perencanaan pada bulan Januari 2020 hingga pengumpulan pada bulan September 2020. Tugas akhir merupakan persyaratan terakhir bagi mahasiswa yang wajib diselesaikan sesuai dengan kurikulum operasional Program Studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pelita Harapan. Tugas akhir ini juga bermanfaat bagi penulis untuk menerapkan ilmu pengetahuan yang telah didapat dan memperoleh pengalaman baru yang tidak diperoleh dari perkuliahan.

Laporan tugas akhir ini tidak akan selesai dengan baik dan tepat waktu tanpa bantuan, bimbingan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya pada semua pihak yang telah membantu penulis dalam melaksanakan tugas akhir dan menyelesaikan laporan tugas akhir ini, khususnya kepada:

1. Bapak Sadvent Martondang Purba, S.T., M.Sc., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan.
2. Bapak Dr.-Ing. Jack Widjajakusuma, selaku pembimbing utama tugas akhir saya yang telah membantu, membimbing, mendukung, dan memberi masukan kepada penulis selama perkuliahan serta pengerjaan laboratorium dan menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir.
3. Bapak Andreas Djukardi, S.T., M. Const. Mgt., selaku co-pembimbing tugas akhir dan pembimbing akademik angkatan 2015 yang telah membantu, membimbing, mendukung, dan memberi masukan kepada penulis selama perkuliahan serta pengerjaan laboratorium dan menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir.

4. Ibu Marcelia Sugata, S.Si., M.Sc., selaku dosen bioteknologi yang telah membantu dan membimbing saya mengenai pembuatan material-material *Biogrouting* dan memberi masukan dalam penulisan laporan tugas akhir.
5. Ibu Elizabeth, selaku Tata Usaha Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pelita Harapan yang telah membantu dalam proses administrasi dalam rangka penulisan tugas akhir.
6. Kakak Anastasia dan Kakak Felix selaku asisten dosen yang telah membantu memberikan informasi-informasi dan jadwal laboratorium terkait tugas akhir.
7. Bapak Ir. Johannes Alexander Gerung, M. Agr., selaku dosen yang selalu membimbing dan memberi nasihat dalam menempuh gelar Sarjana Teknik di Universitas Pelita Harapan.
8. Bapak Stefanus selaku asisten laboratorium beton yang telah banyak membantu dan membimbing saya dalam pelaksanaan pengujian dari tahap awal pembuatan benda uji hingga setiap pengujian dilakukan.
9. Eldwin Tirta dan Reinaldi Putra yang bersama-sama melakukan pengujian dan penulisan laporan tugas akhir ini hingga selesai.
10. Bapak Eric Jobiliong, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pelita Harapan.
11. Ibu Dr. Nuri Arum Anugrahati, selaku Wakil Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pelita Harapan.
12. Bapak Laurence, S.T., M.T., selaku Direktur Administrasi dan Kemahasiswaan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pelita Harapan.
13. Keluarga penulis yang selalu memberikan doa dan dukungan sejak penulis memulai kuliah sampai akhir menulis laporan tugas akhir ini.
14. Teman-teman Program Studi Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan, mulai dari senior, angkatan 2015, dan *junior*, yang memberikan dukungan dan bantuan selama proses perkuliahan hingga penulisan tugas akhir ini.
15. Semua pihak yang namanya tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, yang telah membantu dan mendukung penulisan laporan tugas akhir ini.

Meskipun laporan tugas akhir ini sudah selesai, penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari

pembaca untuk penulis jadikan sebagai pembelajaran kedepannya. Penulis berharap laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan wawasan bagi para pembaca. Akhir kata, penulis menyampaikan terima kasih dan Tuhan memberkati.

Tangerang, 14 September 2020

(Chrissander Pribadi)



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	v
PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN UNGGAH TUGAS AKHIR.....	x
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI.....	xii
PERSETUJUAN TIM PENGUJI SKRIPSI .....	xiv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	3
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian .....	4
1.4. Batasan Penelitian.....	4
1.5. Hipotesis Penelitian .....	5
1.6. Sistematika Penulisan .....	5
BAB II LATAR BELAKANG .....	8
2.1. Beton.....	8
2.2. Retak.....	8
2.3. Air Laut.....	9
2.4. <i>Grouting</i> .....	10
2.4.1. <i>Biogrouting</i> .....	11
2.5. <i>Self-Healing Concrete</i> .....	12
2.6. Kalsium Karbida.....	12
2.7. Cangkang Kerang .....	13
2.8. Medium Kultur Bakteri .....	14
2.9. Spektrofotometer .....	15
2.10. Bakteri <i>Bacillus megaterium</i> .....	15
2.11. Penelitian Presipitasi Kalsium Karbonat Oleh Bakteri.....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	21
3.1. Skematik Penelitian .....	21
3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	22
3.3. Metode Penelitian .....	22
3.4. Variabel Penelitian .....	23
3.5. Pengujian Air Laut.....	23
3.6. Pembuatan dan Persiapan Benda Uji.....	24
3.7. Injeksi dan Pengamatan Sampel Beton.....	25
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....	27
4.1. Pendahuluan.....	27

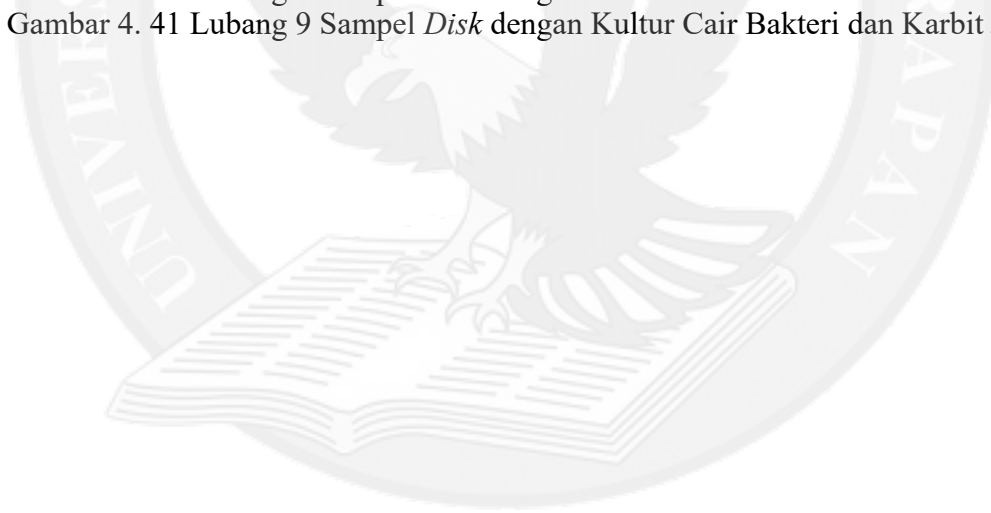
4.2.	Hasil Uji Air Laut dan Medium Kultur Bakteri .....	27
4.3.	Hasil Pengamatan Sampel Kerikil.....	28
4.4.	Hasil Pengamatan Sampel <i>Disk</i> .....	31
4.5.	Pembahasan .....	66
BAB V KESIMPULAN .....		68
5.1.	Umum .....	68
5.2.	Kesimpulan.....	68
5.3.	Saran .....	68
DAFTAR PUSTAKA.....		70
LAMPIRAN		



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Bangunan Terlantar di Pantai McAbee, Kalifornia Utara .....	1
Gambar 2. 1 Beton.....	8
Gambar 2. 2 Kerang Sipping ( <i>Amusium pleuronectes</i> ) .....	14
Gambar 2. 3 (A,B,C) Sampel dengan Bakteri dan (D) Sampel Kontrol .....	18
Gambar 2. 4 Ilustrasi Perbaikan Crack dengan Bakteri.....	19
Gambar 3. 1 Skematik Penelitian .....	21
Gambar 3. 2 Lokasi Pengambilan Air Laut .....	22
Gambar 3. 3 pHmeter .....	24
Gambar 3. 4 Benda Uji .....	25
Gambar 3. 5 Proses Menginjeksi ke Sampel Beton.....	26
Gambar 4. 1 Sampel Perkembangan Bakteri di Medium Air Laut .....	27
Gambar 4. 2 Sampel Beton Kerikil dengan Bakteri <i>B. megaterium</i> dan Kalsium	28
Gambar 4. 3 Sampel Beton Kerikil Kontrol dengan Kalsium .....	29
Gambar 4. 4 Tampak Bawah .....	30
Gambar 4. 5 Tampak Atas.....	30
Gambar 4. 6 Lubang 1 Sampel <i>Disk</i> dengan Medium Kontrol dan Cangkang Kerang .....	31
Gambar 4. 7 Lubang 2 Sampel <i>Disk</i> dengan Medium Kontrol dan Cangkang Kerang .....	32
Gambar 4. 8 Lubang 3 Sampel <i>Disk</i> dengan Medium Kontrol dan Cangkang Kerang .....	33
Gambar 4. 9 Lubang 4 Sampel <i>Disk</i> dengan Medium Kontrol dan Cangkang Kerang .....	34
Gambar 4. 10 Lubang 5 Sampel <i>Disk</i> dengan Medium Kontrol dan Cangkang Kerang .....	35
Gambar 4. 11 Lubang 6 Sampel <i>Disk</i> dengan Medium Kontrol dan Cangkang Kerang .....	36
Gambar 4. 12 Lubang 7 Sampel <i>Disk</i> dengan Medium Kontrol dan Cangkang Kerang .....	37
Gambar 4. 13 Lubang 8 Sampel <i>Disk</i> dengan Medium Kontrol dan Cangkang Kerang .....	38
Gambar 4. 14 Lubang 9 Sampel <i>Disk</i> dengan Medium Kontrol dan Cangkang Kerang .....	39
Gambar 4. 15 Lubang 1 Sampel <i>Disk</i> dengan Kultur Cair Bakteri dan Cangkang Kerang .....	40
Gambar 4. 16 Lubang 2 Sampel <i>Disk</i> dengan Kultur Cair Bakteri dan Cangkang Kerang .....	41
Gambar 4. 17 Lubang 3 Sampel <i>Disk</i> dengan Kultur Cair Bakteri dan Cangkang Kerang .....	42
Gambar 4. 18 Lubang 4 Sampel <i>Disk</i> dengan Kultur Cair Bakteri dan Cangkang Kerang .....	43
Gambar 4. 19 Lubang 5 Sampel <i>Disk</i> dengan Kultur Cair Bakteri dan Cangkang Kerang .....	44
Gambar 4. 20 Lubang 6 Sampel <i>Disk</i> dengan Kultur Cair Bakteri dan Cangkang Kerang .....	45

Gambar 4. 21 Lubang 7 Sampel <i>Disk</i> dengan Kultur Cair Bakteri dan Cangkang Kerang .....	46
Gambar 4. 22 Lubang 8 Sampel <i>Disk</i> dengan Kultur Cair Bakteri dan Cangkang Kerang .....	47
Gambar 4. 23 Lubang 9 Sampel <i>Disk</i> dengan Kultur Cair Bakteri dan Cangkang Kerang .....	48
Gambar 4. 24 Lubang 1 Sampel <i>Disk</i> dengan Medium Kultur dan Karbit .....	49
Gambar 4. 25 Lubang 2 Sampel <i>Disk</i> dengan Medium Kultur dan Karbit .....	50
Gambar 4. 26 Lubang 3 Sampel <i>Disk</i> dengan Medium Kultur dan Karbit .....	51
Gambar 4. 27 Lubang 4 Sampel <i>Disk</i> dengan Medium Kultur dan Karbit .....	52
Gambar 4. 28 Lubang 5 Sampel <i>Disk</i> dengan Medium Kultur dan Karbit .....	53
Gambar 4. 29 Lubang 6 Sampel <i>Disk</i> dengan Medium Kultur dan Karbit .....	54
Gambar 4. 30 Lubang 7 Sampel <i>Disk</i> dengan Medium Kultur dan Karbit .....	55
Gambar 4. 31 Lubang 8 Sampel <i>Disk</i> dengan Medium Kultur dan Karbit .....	56
Gambar 4. 32 Lubang 9 Sampel <i>Disk</i> dengan Medium Kultur dan Karbit .....	57
Gambar 4. 33 Lubang 1 Sampel <i>Disk</i> dengan Kultur Cair Bakteri dan Karbit .....	58
Gambar 4. 34 Lubang 2 Sampel <i>Disk</i> dengan Kultur Cair Bakteri dan Karbit .....	59
Gambar 4. 35 Lubang 3 Sampel <i>Disk</i> dengan Kultur Cair Bakteri dan Karbit .....	60
Gambar 4. 36 Lubang 4 Sampel <i>Disk</i> dengan Kultur Cair Bakteri dan Karbit .....	61
Gambar 4. 37 Lubang 5 Sampel <i>Disk</i> dengan Kultur Cair Bakteri dan Karbit .....	62
Gambar 4. 38 Lubang 6 Sampel <i>Disk</i> dengan Kultur Cair Bakteri dan Karbit .....	63
Gambar 4. 39 Lubang 7 Sampel <i>Disk</i> dengan Kultur Cair Bakteri dan Karbit .....	64
Gambar 4. 40 Lubang 8 Sampel <i>Disk</i> dengan Kultur Cair Bakteri dan Karbit .....	65
Gambar 4. 41 Lubang 9 Sampel <i>Disk</i> dengan Kultur Cair Bakteri dan Karbit .....	66



## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	
Form Lembar Monitoring Bimbingan Tugas Akhir .....	A-1
LAMPIRAN B	
Modul Pembuatan Medium Kultur dan Kultur Cair Bakteri .....	B-1
LAMPIRAN C	
Modul Pengolahan Sumber Ion Kalsium .....	C-1

