

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGGUNAAN BAKTERI *BACILLUS SUBTILIS* TERHADAP
MORTAR DALAM KEMAMPUAN PULIH MANDIRI (*SELF HEALING*)**



Disusun Oleh:

RISKA NANDA SINTYA DEWI

20.21.117

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2024

LEMBAR PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR
ANALISIS PENGGUNAAN BAKTERI *BACILLUS SUBTILIS* TERHADAP
MORTAR DALAM KEMAMPUAN PULIH MANDIRI (*SELF HEALING*)

Disusun Oleh:
Riska Nanda Sintya Dewi
20.21.117

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk diujikan
Pada Tanggal Februari 2024

Dosen Pembimbing I



Ir. Ester Priskasari, MT.
NIP. Y. 1039400265

Dosen Pembimbing II



Dra. Siswi Astuti, M.P.d.
NIP. Y. 101 85 00091

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Teknik Sipil S-1 ITN Malang



Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T.

NIP. P. 1030300383

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGGUNAAN BAKTERI *BACILLUS SUBTILIS* TERHADAP
MORTAR DALAM KEMAMPUAN PULIH MANDIRI (*SELF HEALING*)**

*Tugas Akhir Ini Telah Dipertahankan Di Depan Dosen Pembahas Tugas Akhir Jenjang
Strata (S-1) Pada Tanggal Februari 2024 dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu
Syarat Memperoleh Gelar Sarjana (S-1) Teknik Sipil.*

Disusun Oleh:

Riska Nanda Sintya Dewi

20.21.117

Dosen Pembahas :

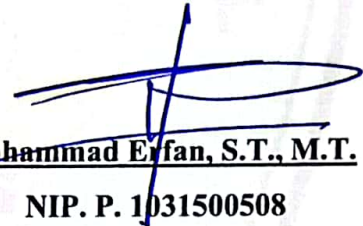
Dosen Pembahas I

Dosen Pembahas II



Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T.

NIP. P. 1030300383



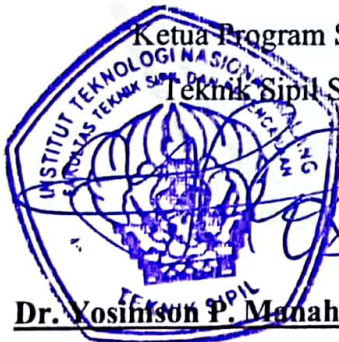
Mohammad Erfan, S.T., M.T.

NIP. P. 1031500508

Disahkan oleh:

Ketua Program Studi

Teknik Sipil S-1

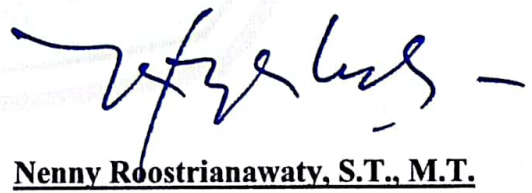


Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T.

NIP. P. 1030300383

Sekretaris Program Studi

Teknik Sipil S-1



Nenny Roostrianawaty, S.T., M.T.

NIP. P. 1031700533

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Sebagai mahasiswa Institut Teknologi Nasional Malang. Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Riska Nanda Sintya Dewi

NIM : 20.21.117

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir saya dengan judul:

“ANALISIS PENGGUNAAN BAKTERI *BACILLUS SUBTILIS* TERHADAP MORTAR DALAM KEMAMPUAN PULIH MANDIRI (*SELF HEALING*)”

Merupakan karya asli hasil sendiri, bukan duplikat serta tidak mengutip seluruhnya karya milik orang lain kecuali disebut dari sumber aslinya dan tercantum dalam daftar Pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Tugas Akhir ini merupakan hasil duplikasi atau mengambil karya tulis dan pemikiran orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut. Demikian surat pernyataan ini saya tulis dengan sebenar-benarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Malang, Februari 2024

Penulis Surat Pernyataan



Riska Nanda Sintya Dewi

NIM. 20.21.117

KATA PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur yang mendalam, dengan ini penulis telah menyelesaikan Step terakhir dalam kehidupan penulis mengenyam pendidikan di kuliah S-1 ini. Penulis mempersembahkan skripsi ini kepada:

1. Allah yang maha Esa yang telah mengabulkan segala doa saya untuk memperlancar saya mendapatkan ilmu dan dapat lulus 3,5 tahun.
2. Terimakasih sudah kuat dan hebat kepada diri sendiri. Tetap semangat meraih semua cita-cita yang di inginkan. Wujudkan satu persatu, pelan bukan berarti gagal yang terpenting mencoba dan yakin bisa. “You can and you can change your fate, make people happy and thank you for the time, effort and energy you have spent on all this. **you are great riska**”
3. **Cinta pertama dalam hidup ku dan panutan ku selama ini, Bapak M. Mujib.** Beliau belum bisa menyelesaikan pendidikannya bahkan pendidikannya hanya sampai di jenjang SD, beliau selalu bercerita karena fisika beliau tidak mau melanjutkan pendidikannya lagi. Namun dari semua itu beliau mampu mendidik penulis, memberikan semangat, motivasi dan kekuatan tiada henti hingga penulis sampai di sini. Terimakasih sudah menjadi salah satu alasan ku nekat untuk mendapatkan pendidikan.
4. **Pintu ridho dan surga ku, Ibunda Purwanti.** Terimakasih sebesar-besarnya penulis berikan kepada beliau atas segala bentuk bantuan, kekuatan dan doa yang telah beliau berikan. Terimakasih atas nasihat yang selalu beliau berikan ketika saya akan berangkat kembali untuk berusaha menyelesaikan semua ini dengan berbagai tambahan masalah di dalamnya walaupun sering kali kita tidak satu pemikiran. Terimakasih selalu sabar dan kebesaran hati menghadapi penulis yang kerat kepala, dan semaunya sendiri ini. Ibu selalu menjadi penguat dan pengingat paling hebat. Terimakasih selalu memberikan ku tempat untuk pulang di tengah perjuangan ini bu.
5. **Kakak ku yang terbaik, Rizky Asilia Puspita Sari, S.Pd.** Terimakasih sudah selalu menjadi role model ku dalam nekat memperoleh ilmu dan nekat kuliah ini. Terimakasih telah membantu adik mu dalam memenuhi kebutuhan kampus

dan motivasi selalu semangat. Meskipun kadang memotivasi dengan cara yang keras. Terimakasih telah membantu penulis mensupport dalam penelitian yang membutuhkan biaya tidak sedikit.

6. **Kedua adikku, Muhammad Reza Aditya Nugroho dan Muhammad Revan Kanza Nugroho.** Terimakasih sudah ikut serta dalam proses penulis menempuh pendidikan selama ini. Terimakasih atas semangat, doa, dan cinta yang selalu diberikan kepada penulis. Semoga sukses di pendidikan seperti kami bisa sampai ke jenjang perguruan tinggi dan dapat tumbuh menjadi versi terbaik adik-adikku.
7. **Kepada 170701, Andi Galih Saputra.** terimakasih atas dukungan, semangat, serta menjadi tempat berkeluh kesah dan tempat pulang ke 2. Selalu ada disaat penulis dalam keadaan suka maupun duka selama proses penyusunan skripsi ini. Terimakasih telah menjadi rumah yang bukan dalam bentuk tanah dan bangunan. Terimakasih telah mengorbankan semua kebahagiaan mu hanya untuk memastikan ku baik-baik dan bahagia. Terimakasih atas waktu, doa yang senantiasa di langitkan dan terimakasih atas hal baik apapun yang telah di berikan selama 9 tahun ini.
8. **Teruntuk teman ku yang bisa di bilang sekarang menjadi sahabat tercinta Siska, Hesti, Izza, Amira, dan Mawadah.** Terimakasih atas segala motivasi, dukungan, dan pengalaman berharga, waktu, dan ilmu yang telah di jalai bersama semasa kuliah. Maaf aku tinggal lebih dulu karena ada yang harus segera membutuhkan ku untuk lulus. Terimakasih sudah membantu penulis saat ada kesulitan. Terimakasih telah mendengarkan keluh kesah penulis. Terimakasih telah menjadi manusia ketika penulis ingin healing kalian selalu siap. *See you on top guys!* Cepet kelarin semua urusan kuliah ini ya. Kalian baik-baik ya.
9. **Terimakasih kepada seluruh teman peneliti dan yang telah terlibat dalam penelitian yang di lakukan oleh peneliti.** Terimakasih atas segala kerjasama, usaha, dan kerja keras yang telah dilakukan hingga dapat menyelesaikan semua ini. Tanpa bantuan dan peran serta kalian penulis tidak akan mampu menyelesaikan semua ini dengan baik. Terimakasih.

Sekian kata persembahan dari saya, banyak yang telah membantu dalam proses ini yang tidak bisa saya ucapkan satu persatu, tetapi saya akan mengingatnya. Terimakasih.

Penulis

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and lines, positioned below the word 'Penulis'.

Riska Nanda Sintya Dewi

ABSTRAK

“ANALISIS PENGGUNAAN BAKTERI *BACILLUS SUBTILIS* TERHADAP MORTAR DALAM KEMAMPUAN PULIH MANDIRI (*SELF HEALING*)”

Oleh : Riska Nanda Sintya Dewi (20.21.117) Pembimbing I : Ir. Ester Priskasari, MT.
Pembimbing II : Dra. Siswi Astuti, M.P.d., Program Studi Teknik Sipil S1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Mortar memiliki keunggulan yaitu kuat tekan yang tinggi serta mudah dalam pengerjaannya. Kerusakan pembesaran pada pori mortar atau sering disebut dengan istilah retak rambut (*micro crack*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk analisis perkembangan penutupan mandiri (*self healing*) pada *micro crack* dengan adanya penambahan bakteri *bacillus subtilis* dan komponen pendukungnya mortar, prosentase optimum campuran bakteri dan pengaruh penambahan bakteri terhadap penutupan retak.

Penelitian ini dilakukan dengan pencampuran bakteri *bacillus subtilis* secara langsung pada saat pembuatan benda uji. Penelitian ini Perubahan penutupan *micro crack* terhadap *self healing* dengan penambahan Bakteri *basilius subtilis* dan komponen pendukung terhadap *micro crack* penutupan *self healing* mortar dapat mempengaruhi lama kering mortar. Benda uji dengan waktu kering (*setting time*) dapat terjadi pada hari ke 7 *pasca* lepas dari *mold*, untuk *setting time* tercepat terjadi pada komposisi 50% bakteri+ air yaitu 5 hari. Sedangkan *setting time* terlama terjadi pada benda uji komponen 75% $-(\text{CO}(\text{NH}_2)_2)$ pada hari ke 12. Hal ini disebabkan karena setiap campuran badan uji memiliki kandungan yang berbeda.

Proses penutupan retak dengan perlakuan *spray* di hari ke 14, 21, dan 28 hari menunjukkan bahwa terjadi penutupan pada benda uji komposisi 75% lengkap dapat di lihat secara visual pada gambar 4.33, untuk benda uji tanpa perlakuan tidak ada yang mengalami penutupan retak serabut (*micro crack*) secara mandiri (*self healing*). Prosentase optimum bakteri *bacillus subtilis* yaitu berada pada komposisi benda uji 75% lengkap dengan banyak bakteri yang digunakan adalah 52,785 dengan komponen tambahan sama banyak dengan bakteri. Penentuan prosentase ini di pilih karena hasil penelitian dan di buktikan oleh pengamatan visual bahwa penutupan CaCO_3 oleh pada benda uji 75% dengan retak serabut yang ada.

Kata kunci : *Bacillus Subtilis*, CaCO_3 , *Micro Crack*, *Self Healing*

ABSTRACT

“ANALYSIS OF THE USE OF *BACILLUS SUBTILIS* BACTERIA AGAINST MORTAR IN SELF-RECOVERING ABILITY (*SELF HEALING*)”

By: Riska Nanda Sintya Dewi (20.21.117) Mentor I: Ir. Ester Priskasari, MT.
Mentor II: Dra. Siswi Astuti, M.P.d., S1 Civil Engineering Study Programme,
Faculty of Civil Engineering and Planning, National Institute of Technology
Malang.

Mortar has the advantage of high compressive strength and is easy to work with. Enlargement damage to mortar pores or often referred to as *micro crack*. The purpose of this research is to analyse the development of *self healing* in *micro cracks* with the addition of *Bacillus subtilis* bacteria and supporting components of mortar, the optimum percentage of bacteria mixture and the effect of bacteria addition on crack closure.

This study was conducted by mixing *Bacillus subtilis* bacteria directly during the manufacture of test specimens. This study Changes in *micro crack* closure to *self healing* with the addition of *Bacillus subtilis* bacteria and supporting components to *micro crack* closure of *self healing* mortar can affect the dry time of mortar. Test objects with dry time (*setting time*) can occur on day 7 after release from the *mould*, for the fastest *setting time* occurs in the composition of 50% bacteria + water, which is 5 days. While the longest *setting time* occurred in the 75% -(CO(NH₂)₂) component test specimen on day 12. This is because each test bed mixture has a different content.

The crack closure process with *spray* treatment on days 14, 21, and 28 days shows that closure occurs in the 75% complete composition test specimen can be seen visually in Figure 4.33, for test specimens without treatment no one has experienced *micro crack* closure independently (*self healing*). The optimum percentage of *Bacillus subtilis* bacteria is in the composition of 75% complete specimens with many bacteria used is 52.785 with as many additional components as bacteria. The determination of this percentage was chosen because of the results of the study and proven by visual observation that the closure of CaCO₃ by the 75% test specimen with fibre cracks that exist.

Keywords: *Bacillus Subtilis*, CaCO₃, *Micro Crack*, *Self Healing*

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat dan rahmat-Nya maka Tugas Akhir yang berjudul “**Analisis Penggunaan Bakteri *Bacillus subtilis* Terhadap Mortar Dalam Kemampuan Pulih Mandiri (*Self healing*)**” dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala dukungan baik langsung maupun tidak langsung yang telah diberikan selama penyusunan laporan Tugas Akhir ini pada :

1. Bapak **Dr. Yosimson Petrus Manaha, ST.,MT** Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil.
2. Ibu Nenny Roostrianawaty, ST., MT. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil.
3. Bapak **Ir. Vega Aditama, S.T., M.T., IPM.** Selaku Kepala Studio Skripsi Program Studi Teknik Sipil.
4. Ibu **Ir. Ester Priskasari, MT.** Selaku Dosen Pembimbing I.
5. Ibu **Dra. Siswi Astuti, M.Pd.** Selaku Dosen Pembimbing II.
6. Bapak **Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT.** selaku Dosen Penguji I.
7. Bapak **Mohammad Erfan, ST., MT.** selaku Dosen Penguji II.
8. Asisten Laboran dan Assisten Laboratorium Bahan Konstruksi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.
9. Teman penulis Yuwan Abdiel dan Melvien Zainul yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian dan tugas akhir.

Dengan rendah hati penulis mengakui bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, baik dari segi materi maupun penyajian. Jadi kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Akhir kata, semoga Skripsi Tugas Akhir ini bermanfaat.

Malang, Januari 2024



Riska Nanda Sintya Dewi

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Persetujuan Tugas Akhir	ii
Lembar Pengesahan Tugas Akhir	iii
Lembar Keaslian Tugas Akhir	iv
Kata Persembahan	v
Abstrak	viii
Abstrack	ix
Kata Pengantar	x
Daftar Isi	xi
Daftar Gambar	xiv
Daftar Tabel	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Manfaat	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Permasalahan Pada Plesteran	9
2.3 Definisi <i>Self healing</i>	10
2.4 Mortar	12
2.4.1 Jenis Mortar	12
2.4.2 Sifat Mortar	13
2.4.3 Kelebihan dan Kekurangan Mortar	13
2.4.4 Spesifikasi Mortar	14
2.5 Material Penyusun	15
2.5.1 Semen	15

2.5.2 Agregat Halus	16
2.5.3 Air	17
2.5.4 Bateri <i>Bacillus subtilis</i> dan Komponen Pendukung	17
2.6 Perlakuan Benda Uji.....	19
2.7 Pengujian Mortar (<i>Workability</i>)	20
2.8 <i>Mapping</i> Berskala	20
2.9 Pengujian <i>Durability</i> Mortar	20

BAB III METODELOGI PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian Secara Operasional.....	22
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	22
3.2.1 Tempat Penelitian	22
3.2.2 Waktu Penelitian.....	22
3.3 Metode Penelitian.....	23
3.4 Populasi dan Sampel	24
3.5 Alat dan Bahan Penelitian	24
3.6 Perlakuan Benda Uji.....	25
3.7 Metode Pengumpulan Data	26
3.7.1 Pengujian Mortar (<i>Workability</i>).....	26
3.7.2 <i>Mapping</i> Berskala.....	27
3.7.3 Pengujian <i>Durability</i>	27
3.8 <i>Time Schedule</i> Penelitian	28
3.9 Bagan Alir Penelitian	29

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Penelitian Pendahuluan	31
4.1.1 Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i>	31
4.1.2 Perkembang Biakan dan Perkembangan Bakteri.....	32
4.1.3 Percobaan Bakteri dan Komponen Pendukung Pengaplikasian Pada Mortar.....	35
4.2 Hasil Pengujian Material	40
4.2.1 Hasil Pengujian Agregat Halus (Pasir)	40
4.2.2 Hasil Pengujian Semen	46

4.3 Proses Pembuatan Benda Uji	51
4.3.1 Penentuan Kebutuhan Material Benda Uji	51
4.3.2 Pencampuran dan Pembuatan Benda Uji.....	53
4.4 Hasil Pengamatan Benda Uji.....	55
4.5 Hasil Pengujian Mortar (<i>Workability</i>).....	55
4.6 Hasil <i>Mapping</i> Berskala	56
4.7 Hasil Pengujian <i>Durability</i>	66
4.8 Pembahasan.....	68
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	70
5.2 Saran.....	71
Daftar Pustaka	73
Lampiran	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Before-After Self healing</i>	12
Gambar 2.2 Semen Gresik.....	16
Gambar 2.3 Agregat Halus	17
Gambar 2.4 Hasil Pengamatan Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i>	18
Gambar 3.1 Meja Leleh.....	27
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.....	29
Gambar 4.1 Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> (a) BAC-Plus; (b) Galur Murni	31
Gambar 4.2 Penanaman Bakteri dengan Media NA.....	33
Gambar 4.3 Penanaman Bakteri dengan Media Cair	33
Gambar 4.4 Jumlah Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> yang Berkembangbiak Pada (a) Air Kelapa (b) Tempe (c) Tahu	34
Gambar 4.5 Pengamatan Secara Visual Pada Sampel 4 A Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i> BAC-Plus	38
Gambar 4.6 Pengamatan Secara Visual Pada Sampel 4 B Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i> Galur Murni	38
Gambar 4.7 Pengamatan SEM pada Sampel 4A Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i> BAC-Plus Dan Komponen Tambahan.....	39
Gambar 4.8 Hasil Uji EDX pada Sampel 4A Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i> BAC -Plus	40
Gambar 4.9 Pengujian Berat Isi Agregat Halus	42
Gambar 4.10 Pengujian Berat Jenis Agregat Halus	43
Gambar 4.11 Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus	43
Gambar 4.12 Agregat Halus Zona 1	44
Gambar 4.13 Agregat Halus Zona 2.....	44
Gambar 4.14 Agregat Halus Zona 3.....	44
Gambar 4.15 Agregat Halus Zona 4.....	45
Gambar 4.16 Hasil Pengujian Kadar Organik Agregat Halus.....	45
Gambar 4.17 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	46
Gambar 4.18 Pengujian Berat Isi Semen Portland	47

Gambar 4.19 Pengujian Berat Jenis Semen Portland	48
Gambar 4.20 Pengujian Konsistensi Normal Semen.....	49
Gambar 4.21 Konsistensi Normal Semen.....	49
Gambar 4.22 Waktu Ikat Semen.....	50
Gambar 4.23 Pengujian Waktu Ikat Awal.....	51
Gambar 4.24 Cetakan Benda Uji.....	51
Gambar 4.25 Campuran Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i> dan Komponen Tambahan .	53
Gambar 4.26 Percetakan Benda Uji	54
Gambar 4.27 Perlakuan <i>Spray</i> Pada Hari Ke-14	55
Gambar 4.28 Pengeringan Benda Uji.....	55
Gambar 4.29 Flow Pada Komposisi 75% -CO(NH ₂) ₂	56
Gambar 4.30 Komposisi 50% Lengkap (Tanpa Perlakuan).....	57
Gambar 4.31 Komposisi 50% Lengkap (Perlakuan).....	57
Gambar 4.32 Komposisi 50% -CaCl ₂ (Tanpa Perlakuan)	58
Gambar 4.33 Komposisi 50% -CaCl ₂ (Perlakuan)	58
Gambar 4.34 Komposisi 50% - CO(NH ₂) ₂ (Tanpa Perlakuan).....	59
Gambar 4.35 Komposisi 50% -CO(NH ₂) ₂ (Perlakuan).....	59
Gambar 4.36 Komposisi 50% Bakteri+Air (Tanpa Perlakuan).....	60
Gambar 4.37 Komposisi 50% Bakteri+Air (Perlakuan).....	61
Gambar 4.38 Komposisi 75% Lengkap (Tanpa Perlakuan).....	61
Gambar 4.39 Komposisi 75% Lengkap (Perlakuan).....	62
Gambar 4.40 Komposisi 75% -CO(NH ₂) ₂ (Tanpa Perlakuan).....	62
Gambar 4.41 Komposisi 75% - CO(NH ₂) ₂ (Perlakuan).....	63
Gambar 4.42 Komposisi 75% -CaCl ₂ (Tanpa Perlakuan)	64
Gambar 4.43 Komposisi 75% -CaCl ₂ (Perlakuan)	64
Gambar 4.44 Komposisi 75% Bakteri+Air (Tanpa Perlakuan).....	65
Gambar 4.45 Komposisi 75% Bakteri+Air (Perlakuan).....	65
Gambar 4.46 Pembacaan SEM Tampak Sampel 75% Lengkap	66
Gambar 4.47 Pembacaan <i>EDX</i> pada Benda Uji 75%	66
Gambar 4.48 Pembacaan SEM Dalam Sampel 75% Lengkap.....	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
Tabel 2.2 Persyaratan Spesifikasi <i>Property</i>	15
Tabel 2.3 Pemakaian Mortar Pasangan Dalam Jenis Bangunan	15
Tabel 2.4 Karakteristik Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i>	18
Tabel 3.1 Variasi <i>Micro Crack</i> Mortar di Hari ke 14.....	24
Tabel 3.2 Variasi Mortar di Hari 28	24
Tabel 3.3 <i>Time Schedule</i> Penelitian.....	28
Tabel 4.1 Nutrisi Pertumbuhan Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i> Murni.....	33
Tabel 4.2 Nutrisi Pertumbuhan Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i> Murni.....	33
Tabel 4.3 Jenis Limbah Terhadap MPN Sampel <i>Bacillus subtilis</i> (koloni/100ml)	34
Tabel 4.4 Pengaruh Suhu Ruang dan Waktu Terhadap Peningkatan Jumlah Koloni <i>Bacillus subtilis</i>	35
Tabel 4.5 Komposisi Pencampuran <i>Reagen Bacillus subtilis</i> galur murni dan Komponen Tambahan (Satuan gram).....	36
Tabel 4.6 Komposisi Pencampuran <i>Reagen Bacillus subtilis</i> BAC-Plus dan Komponen Tambahan (Satuan gram).....	36
Tabel 4.7 Pengujian pH pada Komposisi Menggunakan Bakteri <i>Bacillus</i> <i>Subtilis</i> Galur Murni	36
Tabel 4.8 Pengujian pH Pada Komposisi Menggunakna Bakteri <i>Bacillus</i> <i>Subtilis</i> BAC-Plus.....	37
Tabel 4.9 Pengujian Berat Pada Komposisi Menggunakna Bakteri <i>Bacillus</i> <i>Subtilis</i> Galur Murni Rata-Rata	37
Tabel 4.10 Pengujian Berat pada Komposisi Menggunakna Bakteri <i>Bacillus</i> <i>Subtilis</i> BAC-Plus Murni Rata-Rata.....	38
Tabel 4.11 Hasil Komponen Senyawa Yang Terkandung Dalam Mortar Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i> BAC-Plus.....	40
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus	41
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus Kondisi Gembur.....	42