

## **SKRIPSI**

# **STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PERSENTASE CAMPURAN BAKTERI *BACILLUS CEREUS* TERHADAP KUAT TEKAN BETON PADA *SELF HEALING CONCRETE (SHC)***

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik  
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**HIDAYAT TULLAH**

**03011281520126**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2019**

## **HALAMAN PENGESAHAN**

*Studi Eksperimental Pengaruh Persentase Campuran Bakteri *Bacillus Cereus* Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Self Healing Concrete (SHC)*

### **TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

Oleh:

**HIDAYAT T ULLAH  
03011281520126**

Palembang, November 2019  
Diperiksa dan disetujui oleh,  
Dosen Pembimbing,



**Dr. Rosidawani. S.T, M.T  
NIP. 197605092000122001**

Mengetahui/Menyetujui  
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur kepada Allah SWT atas berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini dengan baik. Penyusunan proposal ini terdapat banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu, ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE., selaku Rektor Universitas Sriwijaya dan selaku dosen yang selalu memberikan motivasi bagi saya.
2. Bapak Prof. Ir. Subryer Nasir, M.S., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Ir. Helmi Hakki, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil yang telah membantu dan mengarahkan dalam proses penyelesaian penelitian ini.
4. Dr. Rosidawani, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan bimbingan, nasihat, motivasi serta saran yang sangat bermanfaat dalam proses penyusunan laporan tugas akhir ini.
5. Ir. Hj. Ika Juliantina, M.S., selaku dosen pembimbing akademik yang selalu memberikan masukan, nasihat dan semangat dalam menjalani perkuliahan.
6. Ibu Heni Fitrianti, S.T. M.T., Ph.D selaku dosen dan yang seperti kakak bagi penulis sendiri, beliau selalu memberikan motivasi, bimbingan dan semangat secara terus menerus.
7. Ir. Yakni Idris, M.Sc., MSCE selaku dosen yang menginspirasi bagi penulis dengan segudang ilmunya dan beliau sangat mirip dan mengingatkan dengan alm orang tua penulis
8. Dr. Edi Kadarsa, S.T., M.T., selaku dosen yang menjadi inspirasi untuk tetap semangat dan teliti dalam penulisan ini
9. Rekan jurusan Teknik Sipil Angkatan 2015 yang memberikan saran dan semangat dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Penulis Berharap semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua yang membaca dan bagi Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.

Palembang, 25 November 2019

Hidayat Tullah

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>Halaman Judul .....</b>	<b>i</b>
<b>Kata Pengantar .....</b>	<b>iii</b>
<b>Daftar Isi .....</b>	<b>iv</b>
<b>Daftar Tabel.....</b>	<b>vii</b>
<b>Daftar Gambar .....</b>	<b>viii</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.5. Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1. Beton ( <i>Concrete</i> ).....	5
2.2. <i>Self Healing Concrete</i> (SHC).....	5
2.2.1. Bakteri yang digunakan pada pembuatan Self-Healing Concrete .....	6
2.3. Material Penyusun Beton .....	6
2.4. Bakteri Sebagai Bahan Tambah Pada Beton.....	13
2.4.1. Bakteri <i>Bacillus Cereus</i> .....	13
2.4.2. Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i> .....	14

<u>2.4.3. Bakteri <i>Enterococcus Faecalis</i> .....</u>	15
<u>2.5. Pengaruh Bakteri Terhadap Kuat Tekan Beton .....</u>	16
<u>2.6. Mekanisme Proses Bakteri Pada Mekanisme CaCo3 Pada <i>Self Healing Concrete</i>.....</u>	17
<u>2.7. Kuat Tekan Beton .....</u>	18
<u>2.8. Kuat Tarik Belah .....</u>	18
<u>2.9. Kuat Tarik Lantur.....</u>	19
<u>2.10. Faktor Yang Mempengaruhi Kuat Tekan Beton.....</u>	19
<u>2.11. Pengujian Himasitometer .....</u>	20
<u>2.12. Pengujian Slump .....</u>	21
<u>2.13. Aplikasi <i>Self Healing Concrete</i> Terhadap Infrastruktur Yang Rendah Biaya.....</u>	22
 <b>BAB III. METODELOGI PENELITIAN.....</b>	23
<u>3.1. Studi Literatur .....</u>	24
<u>3.2. Alur Penelitian .....</u>	24
<u>3.3. Persiapan Alat .....</u>	27
<u>3.4. Persiapan Material Penyusun <i>Self-Healing Concrete</i> .....</u>	32
<u>3.5. Tahapan Pengujian di Laboratorium.....</u>	34
<u>    3.5.1. Tahap I.....</u>	34
<u>    3.5.2. Tahap II.....</u>	35
<u>    3.5.3. Tahap III .....</u>	35
<u>    3.5.4. Tahap IV .....</u>	36
<u>    3.5.5. Tahap V .....</u>	37

<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	38
4.1. Hasil Pengujian Agregat Halus .....	38
<u>4.1.1. Analisa Saringan.....</u>	38
4.1.2. Pemeriksaan Zat Organik .....	39
4.1.3. Pemeriksaan Kadar Lumpur .....	39
4.1.4. Pemeriksaan Berat Volume Agregat Halus .....	39
4.1.5. Pemeriksaan Spesific Gravity dan Penyerapan Agregat Halus .....	39
4.2. Hasil Pengujian Agregat Kasar .....	40
<u>4.2.1. Analisa Saringan.....</u>	40
4.2.2. Pemeriksaan Berat Volume Agregat Kasar.....	41
4.2.3. Pemeriksaan <i>Spesific Gravity</i> dan Penyerapan Agregat Kasar .....	41
4.3. Hasil Pengujian Bakteri <i>Bacillus Cereus</i> .....	42
4.3.1. Pengujian mikroskop .....	42
4.3.2. Pengujian himasitometer .....	43
4.4. Hasil Pengujian Beton Segar.....	44
4.5. Hasil Pengujian Beton.....	45
4.5.1. Pengujian Absorbsi Air .....	45
4.5.2. Pengujian Berat Jenis Beton .....	46
4.5.3. Pengujian Kuat Tekan Beton .....	48
4.5.4. Perbandingan Kuat Tekan Beton Penelitian dengan Kuat Tekan Rencana .....	51
4.5.5. Analisa SEM .....	54
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	56
5.1. Kesimpulan .....	56
5.2. Saran.....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	59

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Batas-Batas Gradasi Agregat Halus .....	11
Tabel 3.1. Komposisi Campuran SHC .....	35
Tabel 4.1. Hasil pengujian spesific gravity dan penyerapan agregat halus .....	40
Tabel 4.2. Data hasil pemeriksaan <i>spesific gravity</i> dan penyerapan agregat kasar .....	41
Tabel 4.3. Hasil pengamatan himasitometer .....	43
Tabel 4.4. Persentase perubahan <i>slump</i> pada campuran beton SHC terhadap hasil <i>slump test</i> .....	45
Tabel 4.5. Perbandingan Berat Jenis Beton .....	47
Tabel 4.6. kuat tekan beton dan persentase peningkatan pada beton normal .....	49
Tabel 4.7. Perbandingan Kuat Tekan Rencana Dengan Penelitian Kuat Tekan Beton Normal .....	51
Tabel 4.8. Perbandingan Kuat Tekan Rencana dengan Kuat tekan Beton Bakteri <i>Bacillus Cereus</i> 4% .....	52
Tabel 4.9 Perbandingan Kuat Tekan Rencana dengan Kuat tekan Beton Bakteri <i>Bacillus Cereus</i> 5%.....	52
Tabel 4.10. Perbandingan Kuat Tekan Rencana dengan Kuat tekan Beton Bakteri <i>Bacillus Cereus</i> 6% .....	52

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Bakteri <i>Bacillus Cereus</i> .....	14
Gambar 2.2. Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i> .....	15
Gambar 2.3. Bakteri <i>Enterococcus Faecalis</i> .....	15
Gambar 2.4. Kuat Tekan Beton Pulih Mandiri Terhadap Umur Benda Uji .....	16
Gambar 2.5. Kuat Tekan Untuk Beton Pulih Mandiri Dengan <i>E. faecalis</i> dan <i>B. Cereus</i> .....	17
Gambar 3.1.Alat Pemeriksaan Zat Organik .....	28
Gambar 3.2. Oven .....	28
Gambar 3.3. Mikroskop Cahaya 29	
Gambar 3.4. Tabung Reaksi.....	29
Gambar 3.5. Erlenmenyier. ....	29
Gambar 3.6. <i>Magnetic Stirrer</i> dengan <i>hotplate</i> .....	30
Gambar 3.7. <i>Himasitomete</i> .....	30
Gambar 3.8. Slump tes .....	31
Gambar 3.9. <i>Universal Testing Machine</i> .....	32
Gambar 3.10. Alat Pengujian SEM.....	32
Gambar 3.11. <i>Bacillus Cereus</i> . .....	34
Gambar 3.12. Pembuatan Media Pengecoran Isolat.....	34
Gambar 3.13. Proses Pengujian <i>Slump Flow</i> .....	36
Gambar 4.1. Grafik Hasil Pengujian analisa saringan agregat halus .....	38
Gambar 4.2. Grafik Hasil Pengujian analisa saringan agregat Kasar .....	41

Gambar 4.3. Hasil Pengamatan Bakteri <i>Bacillus Cereus</i> .....	42
Gambar 4.4. Grafik Hasil Pengujian Slump Flow .....	44
Gambar 4.5. Persentase Absorbsi Air .....	46
Gambar 4.6. Perbandingan Berat Jenis Beton Normal Dengan beton SHC dalam kg/m <sup>3</sup> .....	47
Gambar 4.7. Persentase Berat Jenis Beton SHC Trhadap Beton Normal.....	48
Gambar 4.8. Perbandingan Kuat Tekan BetOn Dengan Usia Beton .....	50
Gambar 4.9. Persentase Peningkatan kuat tekan beton SHC terhadap beton Normal.....	50
Gambar 4.10. Persentase kuat tekan beton normal pada peniltian terhadap kuat tekan rencana .....	53
Gambar 4.11 Persentase kuat tekan beton bacillus cereus 4% terhadap kuat tekan rencana .....	53
Gambar 4.12 Percentase kuat tekan beton bacillus cereus 5% terhadap kuat tekan rencana .....	53
Gambar 4.13 Percentase kuat tekan beton bacillus cereus 6% terhadap kuat tekan rencana .....	54
Gambar 4.14. Analisa SEM Pada Beton Normal Usia 28 Hari .....	55
Gambar 4.15. Analisa SEM Perkembangan Spora Bakteri Pada Beton Normal ..	55

## RINGKASAN

*Studi Eksperimental Pengaruh Persentase Campuran Bakteri *Bacillus Cereus* Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Self Healing Concrete (SHC)*

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 25 November 2019

Hidayat Tullah; Dibimbing oleh Dr. Rosidawani, ST,MT

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xiv + 62 halaman, 33 gambar, 11 tabel, 2 lampiran

Perkembangan Teknologi dan Riset sekarang ini sangat cepat dan semakin banyak inovasi terbarukan, diantaranya penelitian pada beton, salah satunya *Self Healing Concrete*, dimana beton ini adalah salah satu beton bakteri yang menggunakan organisme dari bakteri *bacillus cereus*, beton ini dimodifikasi dengan mencampurkan antara beton segar normal dengan organisme bakteri *bacillus cereus* yang mempunyai proporsi campuran untuk bakteri tersebut antara lain 4%, 5% dan 6% dari substitusi dengan air pada campuran rencana beton, Proporsi tersebut di ambil karena terdapat dari penelitian sebelumnya kuat tekan tertinggi terdapat pada campuran 5% oleh sebab itu penelitian ini meninjau apakah dengan persentase lain dapat menaikan kuat tekan pada *self healing concrete* dan apakah bakteri tersebut dapat mengisi rongga pada beton. Hasil pengujian yang dilakukan yaitu untuk Kuat Tekan Beton tertinggi terdapat pada beton dengan tipe B-5% atau beton yang memiliki kandungan bakteri sebesar 5%, yaitu dengan kuat tekan 31 Mpa, dari kuat tekan rencana sebesar 25 Mpa dengan peningkatannya yaitu sebesar 33,75%. Sedangkan untuk pengujian Absorbsi Air sendiri pada beton B-5%, memiliki daya serap hanya 0,83% lebih kecil dibandingkan dengan beton tipe B-4% dan B-6%, dan untuk penyerapan beton normal sendiri yaitu sebesar 1,61% lebih tinggi dari tipe beton B-4%, B-5% dan B-6%. Sedangkan pada pengujian berat jenis beton, yaitu nilainya tidak jauh berbeda dengan berat jenis beton normal yaitu 0,18% pada beton B-5% pada umur maksimum, jika dilihat menggunakan pengujian SEM, bakteri yang terdapat pada beton dapat menutupi rongga yang ada di beton, dengan perkembangan spora hingga berukuran 16,49  $\mu\text{m}$ . oleh karena itu beton Self Healing Concrete dengan menggunakan campuran bakteri *bacillus cereus* sebesar 5% dapat dimanfaatkan untuk beton berkelanjutan baik pada pembangunan struktur maupun non struktur.

**Kata kunci:** Self Healing Concrete, Bakteri *Bacillus Cereus*, Kuat Tekan Beton,

*Uji SEM*

## **SUMMARY**

Experimental Study Effect of Bacillus Cereus Bacteria Mix Percentage Against Concrete Compressive Strength In Self Healing Concrete (SHC)

Scientific papers in the form of Final Projects, 25 November 2019

Hidayat Tullah; Supervised by Dr. Rosidawani, ST, MT

Civil Engineering Program, Faculty of Engineering, University of Sriwijaya

xiv + 62 pages, 33 images, 11 tables, 2 attachments

Technology developments and research is now very fast and the more innovation is renewable, including research on concrete, one of which Self Healing Concrete, where the concrete is one of the concrete bacteria that use organisms from bacteria Bacillus cereus, concrete is modified by mixing the fresh concrete normal with the bacterial organism bacillus cereus which has a mixture proportions for the bacterium include 4%, 5% and 6% of substitution with water at a mix concrete plan, proportion is taken as indications from previous studies compressive strength is highest in a mixture of 5% by cause the study is reviewing whether the other percentage can increase the compressive strength in self-healing concrete and whether the bacteria can fill the voids in the concrete. Results of tests performed, namely for Concrete Compressive Strength highest in concrete with type B-5% or concrete which has a bacterial content of 5%, with 31 MPa compressive strength, of the compressive strength of 25 Mpa plan with the increase in the amount of 33.75 %. As for the testing itself on concrete Water Absorption B-5%, has the absorptive capacity is only 0.83% lower than the concrete type B-4% and B-6%, and for the absorption of normal concrete itself which is 1.61% more high of concrete type B-4%, 5% and B-B-6%. While the density of concrete testing, that value is not much different from the weight of normal concrete types, namely 0.18% in concrete B-5% at maximum, if viewed using SEM testing, the bacteria present in the concrete to cover the cavity in concrete, with the development of the spores up to size 16.49  $\mu\text{m}$ . therefore concrete Self Healing Concrete with bacillus cereus bacteria using a mixture of 5% can be used for either continuous concrete on the construction of the structure and non-structure.

**Keywords:** Self Healing Concrete, Bacillus Cereus Bacteria, Concrete

Compressive Strength, SEM test

## **PERNYATAAN INTEGRITAS**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hidayat Tullah

NIM : 03011281520126

Judul Skripsi : *Studi Eksperimental Pengaruh Persentase Campuran Bakteri*

*Bacillus Cereus Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Self Healing Concrete (SHC)*

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Inderalaya, November 2019



## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “**Studi Eksperimental Pengaruh Persentase Campuran Bakteri *Bacillus Cereus* Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Self Healing Concrete (SHC)**” yang disusun oleh **Hidayat Tullah, 03011281520126** telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 25 November 2019.

Palembang, 25 November 2019  
Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir

Ketua:

1. Dr. Rosidawani, S.T, M.T  
NIP. 197605092000122001

(  )

Anggota:

2. Heni Fitriani, S.T., M.T., Ph.D.  
NIP. 197905062001122001
3. Ir. Helmi Haki, M.T.  
NIP. 196107031991021001
4. Ir. Yakni Idris, M. Sc., MSCE.  
NIP. 195812111987031002
5. Dr. Edi Kadarsa, S.T., M.T.  
NIP. 197311032008121003

(  )

(  ) 16/11/2019

(  )

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik

Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS., Ph.D.  
NIP. 196009091987031004



## **PERNYATAAN PESETUJUAN PUBLIKASI**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hidayat Tullah  
NIM : 03011281520126  
Judul Skripsi : *Studi Eksperimental Pengaruh Persentase Campuran Bakteri Bacillus Cereus Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Self Healing Concrete (SHC)*

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu satu tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 30 November 2019



HIDAYAT TULLAH  
NIM. 03011281520126

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : HIDAYAT TULLAH  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
E-mail : dayat.burhayan@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
SDN 1 KIKIM SELATAN			SD	2003-2009
SMPN 1 KIKIM SELATAN			SLTP	2009-2012
SMAN 1 KIKIM SELATAN		IPA	SLTA	2012-2015
UNIVERSITAS SRIWIJAYA	TEKNIK	TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN	STRATA 1	2015-2019

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



(Hidayat Tullah)

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Pembangunan infrastruktur menggunakan bahan dasar beton sangat marak sekali digunakan dikarenakan beton tersebut mudah dibentuk pada saat beton masih segar dan kuat terhadap tekan serta rendah biaya, menurut widika, dkk (2018) jika dibandingkan dengan material konstruksi lainnya, material beton memiliki keunggulan teknis yaitu memiliki kekuatan tekan yang tinggi, kemudahan pengerjaannya (*workability*). Selain memiliki kelebihan, beton juga memiliki kekurangan salah satu yang cukup signifikan yaitu memiliki kekuatan tarik yang rendah sehingga mudah retak sebelum mencapai kekuatan batasnya, kekurangan lainnya seperti bentuk yang telah dibuat sulit diubah serta keretakan pada beton.

Selain itu banyak beton yang rusak dan mengalami retak juga diakibatkan oleh faktor cuaca diantaranya pada pergantian musim hujan dan musim panas, selain itu yang menyebabkan keretakan yaitu getaran dari permukaan tanah akibat lalu lintas sekitar, dan keretakan juga dapat terjadi akibat dari beban sendiri bangunan maupun pada jembatan, beban yang di akibatkan oleh beban kendaraan yang melewati diatasnya, serta zat kimia yang ter dapat pada lingkungan sekitar merupakan salah satu penyebab keretakan dari struktur bangunan jalan.

Menurut kurnia, dkk (2018)Terdapat beberapa permasalahan yang timbul pada beton karena seringnya digunakan, salah satunya keretakan pada beton. Keretakan pada beton sering terjadi karena kelelahan akibat pembebanan, rangkap dan susut pada beton, faktor lingkungan, hingga kurang teliti dalam pengerjaan. Salah satu cara untuk mengurangi masalah pada keretakan, digunakan bahan tambah berupa bakteri yang dapat membuat beton bersifat pulih mandiri.

Beton ini dapat memperbaiki diri sendiri (*self healing concrete*) yang mana jika terjadi kerusakan terhadap beton itu sendiri seperti keretakan maka beton itu dapat tertutupi oleh spora dari perkembangan bakteri itu sendiri, sehingga seolah –

olah beton tersebut dapat merapat kembali. Teknologi ini menggunakan bakteri sebagai bahan campurannya pada penelitian ini menggunakan bakteri *cereus* sebagai bahan tambah campurannya, dimana bahan bakteri yang digunakan juga tidak berbahaya dan mudah untuk ditemukan karena bakteri tersebut banyak ditemukan pada tanah yang beriklim seperti di Indonesia, dan untuk pengelolahan itu sendiri bisa diperbanyak, dan jika ingin lebih mudah bakteri tersebut banyak dijual dipasaran, selain dari itu beton ini dapat tahan terhadap suhu hingga 100°C ESR (2010), sehingga beton ini pada pembuatanya mudah dan pada aplikasinya tidak banyak mengeluarkan biaya.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang maka rumusan masalah dari penulisan ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana Merencanakan campuran mix desain concrete pada pembuatan beton bakteri (*self healing concrete*).
2. Bagaimana cara menghitung kebutuhan bakteri *bacillus cereus* untuk campuran beton SHC
3. Bagaimana prosedur campuran bakteri terhadap beton
4. Berapakah perbedaan berat jenis beton normal dengan berat jenis beton SHC
5. Berapa banyak campuran persentase bakteri yang menjadi kuat tekan maksimum pada beton SHC
6. Apa Pengaruh bakteri *bacillus cereus* terhadap porositas pada beton *self healing concrete*.
7. Apa yang dihasilkan oleh beton setelah mengalami kerusakan/keretakan.

### **1.3. Tujuan Penulisan**

Melakukan perencanaan beton *self healing concrete* dan penelitian terhadap penggunaan beton bakteri yang menggunakan bakteri *bacillus cereus* sebagai bahan campuran, serta membandingkan dengan hasil penelitian terhadap beton normal dengan campuran meterial yang sama.

### **1.4. Ruang Lingkup Penelitian**

Adapun ruang lingkup penelitian ini berdasarkan pada permasalahan dan tujuan diatas adalah sebagai berikut:

1. Beton yang di buat adalah beton normal yang diinovasikan menjadi beton *self healing concrete*.
2. Bakteri yang digunakan adalah bakteri *bacillus cereus*.
3. Dalam penelitian ini bahan bakteri diolah dan diproduksi oleh laboratorium pertanian dan laboratorium microbiologi.
4. Pembuatan beton dan pengujian kuat tekan beton dilakukan di laboratorium material dan bahan jurusan teknik sipil.
5. Dalam perawatan yang dilakukan menggunakan sistem rendam sampel selama dibutuhkan pada saat untuk pengujian beton.
6. Pengujian beton ini yang dilakukan, uji material, uji, berat jenis beton, uji kuat tekan beton, uji absorpsi, uji SEM

### **1.5. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini diuraikan pada penjelasan berikut ini:

#### **1. BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini meliputi latar belakang, perumusan masalah, maksud dan tujuan penulisan, metode penelitian, ruang lingkup penulisan dan sistematika penulisan.

**2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menguraikan kajian literatur yang menjelaskan mengenai teori, temuan dan penelitian terdahulu yang menjadi acuan untuk melaksanakan penelitian ini.

**3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini meliputi metode yang diperlukan dalam penulisan, metode pengumpulan data, teknik penyajian dan analisis data yang digunakan

**4. BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi mengenai hasil analisa serta penjabaran dari data-data yang didapat dari analisa tersebut yang dapat berupa tabel atau grafik.

**5. BAB V PENUTUP**

Bab ini merupakan penutup yaitu terdiri dari kesimpulan serta saran terhadap penelitian yang telah dilakukan dan dibahas pada bab analisa dan pembahasan.

## DAFTAR PUSTAKA

- ACI 211.1-91. *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete.* USA: American Concrete Institute
- Afifah, S. 2017. *Pengaruh Kuat Lentur Balok Self Healing Concrete Dengan Bakteri Bacillus Subtilis Terhadap Umur Perawatan Beton.* Skripsi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta, 1–3.
- Alshalif, Abdullah Faisal, Mohd Irwan Juki, Norzila Othman, Adel Ali Al-Gheethi, and Faisal Sheikh Khalid. 2018. *Improvement of Mechanical Properties of Bio-Concrete Using Enterococcus Faecalis and Bacillus Cereus Strains.* Environmental Engineering Research.
- ASTM C 136. *Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates, Annual Books of ASTM Standards.* USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C 138. *Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete, Annual Books of ASTM Standards.* USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C 142. *Standard Test Method for Clay Lumps and Friable Particles in Aggregates, Annual Books of ASTM Standards.* USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C 142-97. *Standard Test Method for Clay Lumps and Friable Particles in Aggregates, Annual Books of ASTM Standards.* USA: Association of Standard Testing Materials.

ASTM C 40. *Standard Test Method for Organic Impurities in Fine Aggregates for Concrete, Annual Books of ASTM Standards*. USA: Association of Standard Testing Materials.

BS 5328:1976. *Methods for specifying concrete*: BSI (British Standards Institution) : England

BS.3148-1980). *Methods of test for water for making concrete*: BSI (British Standards Institution ) : England

Elisa, N. 2018. *Sifat Mekanik Beton Dengan Menambah Bakteri Bacillus Subtilis Untuk Aplikasi Beton Pulih Mandiri*. Jom FTEKNIK. Vol. 5 No. 2

ESR Environmental Science and Research. 2010. *Bacillus cereus. Client Report*. Institute of Environmental Science and Research (ESR) Limited. Porirua.

Evans, M, JK Davies, G Sundqvist, and David Figdor. 2002. *Mechanisms Involved In The Resistance Of Enterococcus Faecalis To Calcium Hydroxide*. International Endodontic Journal. Vol. 35.

J Bottone, Edward. 2010. *Bacillus Cereus, a Volatile Human Pathogen. Clinical Microbiology Reviews*. Vol. 23.

Khaliq, Wasim, and Muhammad Basit Ehsan. 2016. *Crack Healing in Concrete Using Various Bio Influenced Self-Healing Techniques*. Construction and Building Materials 102 (P1): 349–57.

Kurnia, Zulfikar, dan Enno Yuniarto. 2018. *Sifat Fisik Beton Dengan Bahan Tambah Bakteri Bacillus Subtilis Pada Lingkungan Sulfat*: FTEKNIK Volume 5 Edisi 2

Moghadas, Leila, Mahdi Shahmoradi, and Tahmineh Narimani. 2012. *Antimicrobial Activity of a New Nanobased Endodontic Irrigation Solution: In Vitro Study. Dental Hypotheses*. Vol. 3.

- Seifan, Mostafa, Ali SAMANI, and Aydin Berenjian. 2016. *Bioconcrete: Next Generation of Self-Healing Concrete*. Applied Microbiology and Biotechnology. Vol. 100.
- Sharma, Piyush. 2016. *A Study on Self Healing Mechanism of Microcracks in Concrete Structures Using Bacillus Bacteria*. International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 02.
- SK SNI T-15-1990-03. *Semen Portland*. Edisi 1. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 15-2049-2015. *Semen Portland*. Revisi Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-2834-2000. *Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-2847-2002 *perencanaan campuran beton*, Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI- 1969-2008. *Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 1972-2008. *Cara uji slump beton*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional
- SNI 2847:2013, *Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI-1974-2011. *Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI-2417-2008. *Cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI-2493-2011. *Tata cara pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.

SNI-2943-2011. *Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder.* Bandung: Badan Standarisasi Nasional.

Tjokrodimulyo, Kardiyono. 1996. *Teknologi Beton.* Biro Penerbit, Yogyakarta.

Tziviloglou, Eirini, V Wiktor, H M Jonkers, and Erik Schlangen. 2016. *Bacteria-Based Self-Healing Concrete to Increase Liquid Tightness of Cracks.* *Construction and Building Materials.* Vol. 122.

Widika dkk (2018). *Sifat Fisik Beton Pulih Mandiri Dengan Memanfaatkan Bakteri Bacillus Subtilis:* FTEKNIK Volume 5 Edisi 2.