

DAFTAR ISI

HALAMAN DEPAN	i
LEMBAR PERSYARATAN	ii
PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
LEMBAR HAK CIPTA DAN STATUS	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
UCAPAN TERIMAKASIH	vii
INTISARI	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Landasan Teori	5
2.2 Tinjauan Pustaka	7
2.2.1 Perkerasan Beton Semen <i>Portland</i>	7
2.2.2 Material Perkerasan Beton Semen <i>Portland</i>	8
2.2.3 Penulangan	13
2.2.4 Bahan Tambahan	21
2.2.5 Pengujian Mekanika Beton	22
METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Rencana Penelitian	27

3.1.1 Bagan Penelitian	27
3.1.2 Alat dan Bahan.....	28
3.1.3 Peralatan Pengujian.....	44
3.1.4 Tempat Penelitian	48
3.2 Pelaksanaan Penelitian	49
3.2.1 Pembuatan Hidrogel Bakteri.....	49
3.2.2 Pembuatan sampel silinder beton	53
3.2.3 Pembuatan Sampel <i>Rigid Pavement</i>	55
3.3 Metode Pengambilan Data	57
3.3.1 Metode NDT untuk Kuat Tekan Silinder Beton.....	58
3.3.2 Pengujian Rendaman, Suhu dan Porositas.....	59
3.3.3 <i>Core Drill</i>	59
3.3.4 Perhitungan Luasan dengan <i>Inquiry Area</i>	60
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	64
4.1 Hasil Pemeriksaan Bahan	64
4.1.1 Bakteri.....	64
4.1.2 Nilai FAS	64
4.1.3 Slump	65
4.1.4 Berat Jenis Beton	65
4.2 Mutu Pekerjaan Pambetonan	66
4.2.1 Standar Deviasi (S)	66
4.2.2 Porositas Beton	69
4.3 Hasil dan Pembahasan Perkembangan Bakteri	72
4.3.1 Hasil Pengujian Rendaman Air.....	73
4.3.2 Hasil pengujian Perlakuan Suhu 35 °C	76
4.3.3 Hasil pengujian Perlakuan Suhu 55 °C	81
4.3.4 Hasil pengujian Perlakuan Suhu 75 °C	85
4.3.5 Hasil pengujian Perlakuan Suhu 100 °C	89
4.4 Hasil dan Pembahasan Aplikasi Bakteri pada <i>Rigid Pavement</i>	93
4.4.1 Uji Porositas.....	93
4.4.2 Evaluasi Metode Pencampuran Hidrogel	93
4.5 Hasil Uji SEM	97

4.5.1 Sampel Bakteri <i>Bacillus cereus</i> Suhu 100°C.....	98
4.5.2 Sampel Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> Suhu 100°C	101
4.5.3 Sampel Bakteri <i>Bacillus cereus</i> Lapangan.....	103
4.5.4 Sampel Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> Lapangan.....	105
KESIMPULAN DAN SARAN.....	107
5.1 Kesimpulan.....	107
5.2 Saran.....	108
DAFTAR PUSTAKA	109
BIODATA PENULIS	111
LAMPIRAN 1	112
LAMPIRAN 2.....	113
LAMPIRAN 3.....	115
LAMPIRAN 4.....	119
LAMPIRAN 5	122
NASKAH PUBLIKASI ILMIAH.....	124

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis-jenis semen <i>portland</i>	9
Tabel 2. 2 Gradasi agregat halus	10
Tabel 2. 3 Gradasi agregat kasar	12
Tabel 2. 4 Nilai koefisien gesekan (μ)	14
Tabel 2. 5 Diameter ruji	17
Tabel 2. 6 Beberapa jenis beton menurut kuat tekannya	23
Tabel 2. 7 Kuat Tekan Beton pada Berbagai Umur	23
Tabel 2. 8 Rasio Kuat Tekan Beton pada Berbagai Umur	24
Tabel 2. 9 Kuat Tekan dan Faktor Pengali untuk Berbagai Ukuran Silinder Beton	24
Tabel 2. 10 Beberapa Jenis Beton Menurut Berat Jenisnya.....	25
Tabel 2. 11 Tingkat Mutu Pekerjaan Pembetonan	25
 Tabel 3. 1 Komposisi Per Sampel Silinder Beton.....	54
Tabel 3. 2 Sampel Silinder Beton untuk Pengujian Suhu	55
 Tabel 4. 1 Berat Jenis Silinder Beton.....	65
Tabel 4. 2 Kuat Tekan Silinder Beton Usia 28 Hari	66
Tabel 4. 3 Kuat Tekan Masing-Masing Silinder Beton Dikalikan Faktor Koreksi	67
Tabel 4. 4 Rata-Rata Kuat Tekan Silinder Berdasar Faktor Ukuran.....	68
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Porositas Beton dengan Bakteri <i>Bacillus cereus</i>	69
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Porositas Beton dengan Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i> ..	70
Tabel 4. 7 Hasil Perlakuan Suhu Rendaman Beton Bakteri <i>Bacillus cereus</i>	73
Tabel 4. 8 Hasil Perlakuan Suhu Rendaman Beton Bakteri <i>Bacillus subtilis</i>	75
Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Luasan Koloni Bakteri <i>Bacillus cereus</i> Suhu 35°C	77
Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan Luasan Koloni Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> Suhu 35°C	79
Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan Luasan Koloni Bakteri <i>Bacillus cereus</i> Suhu 55°C	81
Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan Luasan Koloni Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> Suhu 55°C	83
Tabel 4. 13 Hasil perhitungan luasan koloni bakteri <i>Bacillus cereus</i> suhu 75°C .	85
Tabel 4. 14 Hasil Perhitungan Luasan Koloni Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> Perlakuan Suhu 75°C	87
Tabel 4. 15 Hasil Perhitungan Luasan Koloni Bakteri <i>Bacillus cereus</i> Suhu 100°C	89
Tabel 4. 16 Hasil Perhitungan Luasan Koloni Bakteri <i>Bacillus Subtilis</i> Perlakuan Suhu 100°C	91
Tabel 4. 17 Hasil Uji Porositas Beton <i>Rigid Pavement</i>	93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kemungkinan penyebab <i>self healing</i> : (a) pembentukan kalsium karbonat atau kalsium hidroksida, (b) sedimentasi partikel, (c) hidrasi terus menerus (d) penambahan matrik semen (Heide, 2005)	6
Gambar 2. 2 Tipikal sambungan memanjang	16
Gambar 2. 3 Ukuran standar penguncian sambungan memanjang	16
Gambar 2. 4 Sambungan susut melintang tanpa ruji.....	18
Gambar 2. 5 Sambungan susut melintang dengan ruji.....	18
Gambar 2. 6 Sambungan pelaksanaan yang direncanakan dan yang tidak direncanakan untuk pengecoran per lajur	19
Gambar 2. 7 Sambungan pelaksanaan yang direncanakan dan yang tidak direncanakan untuk pengecoran seluruh lebar perkerasan	19
Gambar 2. 8 Contoh persimpangan yang membutuhkan sambungan isolasi.....	20
Gambar 2. 9 Sambungan isolasi.....	20
Gambar 2. 10 Pengujian <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i> (UPV)	22
Gambar 3. 1 Bakteri <i>Bacillus cereus</i> dan <i>Bacillus subtilis</i>	28
Gambar 3. 2 <i>Nutrient Broth</i>	29
Gambar 3. 3 CMC (<i>Carboxyl Methyl Cellulose</i>)	29
Gambar 3. 4 (a) Cairan monomer metaklirat (b) Bubuk polimer metaklirat	30
Gambar 3. 5 Tabung reaksi	30
Gambar 3. 6 Labu Erlenmeyer	31
Gambar 3. 7 Bunsen.....	32
Gambar 3. 8 Tuas pemecah.....	32
Gambar 3. 9 Mikropipet.....	33
Gambar 3. 10 Tip	33
Gambar 3. 11 Timbangan Digital	33
Gambar 3. 12 Neraca Ohaus	34
Gambar 3. 13 Mikroskop cahaya	34
Gambar 3. 14 <i>Autoclave</i>	35
Gambar 3. 15 Alkohol 70%	36
Gambar 3. 16 Pipet tetes	36
Gambar 3. 17 Gelas ukur	37
Gambar 3. 18 Krus porselin	37
Gambar 3. 19 Aluminium foil.....	37
Gambar 3. 20 Plastik <i>wrap</i>	38
Gambar 3. 21 (a) Kapas (b) tali karet.....	38
Gambar 3. 22 Kertas payung.....	39
Gambar 3. 23 Toples	39
Gambar 3. 24 Molen atau <i>mixer</i>	40

Gambar 3. 25 Pipa PVC 4 inch	40
Gambar 3. 26 Gerobak	41
Gambar 3. 27 Balok kayu 5/7	42
Gambar 3. 28 Multiplek	42
Gambar 3. 29 Adukan Beton segar	43
Gambar 3. 30 Hidrogel Bakteri	43
Gambar 3. 31 (a) Baja tulangan polos (b) Baja tulangan deform	44
Gambar 3. 32 Kawat/bendrat	44
Gambar 3. 33 <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	45
Gambar 3. 34 PUNDIT (<i>Portable Unit Non Destructive Indicator Tester</i>)	45
Gambar 3. 35 Oven	46
Gambar 3. 36 (a) Keranjang kawat (b) Timbangan digital	46
Gambar 3. 37 Mesin <i>Core drill</i>	47
Gambar 3. 38 Pompa air (<i>water pump</i>)	47
Gambar 3. 39 Termometer	48
Gambar 3. 40 (a) Persiapan alat (b) Menimbang <i>nutrient broth</i> (c) Menambahkan aquades dan menutup rapat (d) Memasukkan ke dalam <i>autoclave</i> (d) Mensterilkan selama ± 2 jam.	50
Gambar 3. 41 (a) Menyiapkan bakteri (b) mengambil bakteri induk (c) memasukkan bakteri ke kaldu nutrien (d) mendiamkan selama minimal 3 hari (e) mengamati bakteri dengan mikroskop.	51
Gambar 3. 42 (a) Menimbang CMC (b) mencampur CMC dengan bakteri (c) membentuk bulatan ± 5 mm (d) memasukkan hidrogel ke dalam toples.	52
Gambar 3. 43 (a) Mencampur resin akrilik (b) Mencampur hidrogel dengan resin akrilik (c) Mengeringkan hidrogel yang sudah terlapisi (d) Menyimpan hidrogel ke dalam toples.....	53
Gambar 3. 44 (a) Memotong cetakan pipa PVC 4" tinggi 20 cm (b) Menimbang hidrogel bakteri 6,2% (c) Mencetak beton segar dengan campuran hidrogel bakteri (d) Meratakan permukaan silinder beton (e) Mendiamkan beton hingga bakteri tumbuh (f) Memanaskan beton umur 7 hari.....	55
Gambar 3. 45 (a) Merancang bekisting (b) merangkai tulangan (c) mobilisasi bekisting dan tulangan ke lokasi (d) meratakan lahan (e) memasang plastik PE (f) memasang tulangan (g) memasang bekisting (h) Pengecoran (i) menabur hidrogel bakteri (i) memasang pengaman.	57
Gambar 3. 46 (a) Mengkalibrasi alat (b) kalibrasi berhasil (c) mengoleskan gel di kedua sisi (c) memilih pengujian (d) melakukan pengujian.	58
Gambar 3. 47 (a) Mengoven silinder beton (b) merendam silinder beton (c) menimbang silinder beton (d) menimbang beton dalam air.....	59
Gambar 3. 48 (a) Mengebor beton (b) memasang dinabolt (c) melakukan <i>core drill</i> (d) <i>core drill</i> dilakukan sambil memompa air (e) hasil pengeboran (f) mengukur dimensi sampel <i>core drill</i>	60
Gambar 3. 50 (a) Menyalin gambar (b) menekan <i>paste</i> (c) membuat garis sesuai diameter asli (d) menempatkan garis pada tepi silinder (e) membuat skala gambar	

(f) menempatkan pada tepi silinder (g) membuat satu garis vertikal (h) memilih *spine* (i) membuat pola pada bagian yang berwarna putih (j) memilih *inquiry* (k) lalu memilih *area*, tulis “O” sehingga luasan yang dikehendaki dapat diketahui. 62

Gambar 4. 1 (a) Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> (b) Bakteri <i>Bacillus cereus</i>	64
Gambar 4. 2 Porositas Beton Bakteri	71
Gambar 4. 3 Hasil Perlakuan Rendaman Air Bakteri <i>Bacillus cereus</i> Permukaan Beton	74
Gambar 4. 4 Hasil Perlakuan Rendaman Air Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> Permukaan Beton	76
Gambar 4. 5 Hasil Perlakuan Suhu 35°C Bakteri <i>Bacillus cereus</i>	78
Gambar 4. 6 Hasil Perlakuan Suhu 35°C Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> Permukaan Beton	80
Gambar 4. 7 Hasil Perlakuan Suhu 55°C Bakteri <i>Bacillus cereus</i> Permukaan Beton	82
Gambar 4. 8 Hasil Perlakuan Suhu 55°C Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> Permukaan Beton	84
Gambar 4. 9 Hasil Perlakuan Suhu 75°C Bakteri <i>Bacillus cereus</i> Permukaan Beton	86
Gambar 4. 10 Hasil Perlakuan Suhu 75°C Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> Permukaan Beton ...	88
Gambar 4. 11 Hasil Perlakuan Suhu 100°C Bakteri <i>Bacillus cereus</i> Permukaan Beton ..	90
Gambar 4. 12 Hasil Perlakuan Suhu 100°C Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> Permukaan Beton	92
Gambar 4. 13 (a) Koloni bakteri sampel 1 (b) koloni bakteri sampel 2.....	92
Gambar 4. 14 Desain penulangan pada <i>rigid pavement</i>	94
Gambar 4. 15 Tulangan pada <i>rigid pavement</i>	95
Gambar 4. 16 Penuangan beton segar dari molen.....	95
Gambar 4. 17 Perataan beton dengan cangkul.....	96
Gambar 4. 18 Sebaran hidrogel tidak merata.....	96
Gambar 4. 19 Perencanaan sebaran hidrogel dengan metode <i>layering</i>	97
Gambar 4. 20 Sebaran hidrogel pada perkerasan dengan tulangan.....	97
Gambar 4. 21 Koloni Bakteri <i>Bacillus cereus</i> Perbesaran 5000 kali	98
Gambar 4. 22 Perbesaran Sampel Beton Bakteri <i>Bacillus cereus</i> 200 kali.....	99
Gambar 4. 23 Komposisi Benda Uji Sampel Bakteri <i>Bacillus cereus</i> Suhu 100°C.....	100
Gambar 4. 24 Koloni Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> Perbesaran 5000 kali.....	101
Gambar 4. 25 Perbesaran Sampel Beton Bakteri <i>Bacillus cereus</i> 200 Kali.....	102
Gambar 4. 26 Komposisi Sampel Beton Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> Suhu 100°C	102
Gambar 4. 27 Koloni Bakteri <i>Bacillus cereus</i> Perbesaran 5000 kali Sampel <i>Core Drill</i>	103
Gambar 4. 28 Perbesaran Sampel Beton Bakteri <i>Bacillus cereus</i> 200 Kali.....	104
Gambar 4. 29 Komposisi Sampel Beton Bakteri <i>Bacillus cereus</i>	104
Gambar 4. 30 Koloni Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> Perbesaran 5000 kali <i>Core Drill</i>	105
Gambar 4. 31 Perbesaran Sampel <i>Core Drill</i> Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> 200 Kali	106
Gambar 4. 32 Komposisi Sampel Beton Bakteri <i>Bacillus subtilis</i>	106

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1.....	112
LAMPIRAN 2.....	113
LAMPIRAN 3.....	115
LAMPIRAN 4.....	119
LAMPIRAN 5.....	122