

TUGAS AKHIR

**PENURUNAN PADA *RIGID PAVEMENT* DENGAN
CHEMICAL ADMIXTURE PADA *ELEVATED TEMPERATURE*
MENGGUNAKAN *SOFTWARE ABAQUS***

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik di
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh :
Iswatul Fatimah
20150110107

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2019

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Iswatul Fatimah
NIM : 20150110107
Judul : Penurunan pada *Rigid Pavement* dengan *Chemical Admixture* Pada *Elevated Temperature* Menggunakan *Software Abaqus* .

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta, 07 November 2018

Yang membuat pernyataan



Iswatul Fatimah

HALAMAN PERSEMBAHAN

“ Untuk Ibuku dan Bapakku ”

Terimakasih sudah mengantarkanku ke tempat baru
Dengan segala keharusan akan kemandirian
Terimakasih sudah melepaskanku ke tempat baru
Tempat aku terbentur, tersungkur, dan terjungkal untuk mengetahui arti perjuangan
Setelah terjadi hujan yang teramat lebat, pasti akan muncul pelangi, bukan?.....
Ketauhilah ibuk, bapak....
Aku tak pernah menyesal
Aku bersyukur mempelajari sesuatu yang baru sampai detik ini
Terimakasih ibuku dan bapakku
Berkatmu, aku akan menjadi sesuatu yang lebih berarti dan senantiasa tak akan
melupakan jasmu
Ibu..... bapak.....
Kini aku memenuhi janjiku
Dengan lulus tepat waktu
Serta menggenggam tanganmu
Sembari mengenakan baju kelulusan dan toga S-1-ku
I love You

“ Untuk Teman Nongkrongku ”

Berdiskusi itu perlu
Sembari menikmati hidup yang semu
Berdiskusi itu perlu
Sembari HaHa HiHi menikmati guyonanmu
Terimakasih kawan sepenongkronganku
Tetap nikmati kopi dan harimu
Aku tetap bersamamu

“ Untuk Kawanku ”

Pendidikan tak akan tergerus waktu
Bangku kuliah bukan satu-satunya tempatmu
Bilik pergerakan dan organisasi bisa jadi tempat mainmu....
Tapi.... jangan lupakan IPK-mu dan *Skill*-mu
Wahai kawanku.....

Yogyakarta, 10 Maret 2019

ISWA

PRAKATA



Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT Yang Menguasai segala sesuatu, Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui penurunan pada *rigid pavement* dengan *chemical admixture* pada *elevated temperature* menggunakan *software abaqus*.

Selama penyusunan Tugas Akhir ini penyusun mendapat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak sehingga dapat terselesaikan dengan baik. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih atas dukungan dari berbagai pihak yakni kepada:

1. Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Emil Adly, S.T., M. Eng., selaku dosen pembimbing dan Taufiq Ilham Maulana, S.T., M. Eng., selaku dosen penguji tugas akhir ini.
3. Kedua Orang Tua, dan Kakak-kakakku yang selalu memberikan arahan selama belajar dan menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Kedua ponakan mbak, Savira (Unyil) dan Ara (Bocil) yang senantiasa menjadi penyemangat mbak dalam segala hal.
5. Dosen-dosen Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan ilmunya selama saya belajar di program studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
6. Bapak Hakas, Bu Yaya, Mas Farras dan Mbak Desy yang membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Seluruh keluarga besar yang telah membantu baik secara materil dan non materil.

8. Teman-teman kelas C angkatan 2015 yang telah membantu dan berjuang bersama-sama untuk menyelesaikan studi ini.
9. Ciprut dan Dilla yang telah berbahagia dan ikhlas untuk menjadi satu *team* Kerja Praktek di Bendung Kamijoro, Pajangan, Bantul.
10. Teman-teman DPM KMFT UMY periode 2016-2018, HMS khususnya DIVISI KESMA periode 2015-2018 yang telah memberi warna dalam bangku perkuliahanku.
11. Teman-teman asisten praktikum Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah menjadi keluarga baruku dan memberi kesempatan untuk belajar bersama.
12. Teman-teman KKN 131, yang telah memberikan dukungan dan semangat.
13. Ocan (candra debilana) yang senantiasa mendukung dan memberikan semangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
14. Teman-teman laboratorium teknologi bahan konstruksi, laboratorium komputasi, dan praktikan-praktikanku yang senantiasa memberikan semangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
15. Pak Sumadi selaku laboran laboratorium teknologi bahan konstruksi dan Mas Hendra selaku laboran laboratorium komputasi yang senantiasa ikhlas memberikan tambahan waktu untuk mengerjakan tugas akhir ini di laboratorium.
16. Teman-teman teknik sipil angkatan 2015 yang sudah berjuang bersama kurang lebih 4 tahun ini, terimakasih atas cerita, semangat dan keseruan yang telah diberikan selama saya belajar di tempat ini.
17. Sahabat-sahabatku, anak-anak kosan Rimada, dan teman-temanku yang telah memberikan semangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

Wallahu a'lam bi Showab.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, 16 Maret 2018

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------------------------------|
| HALAMAN JUDUL | Error! Bookmark not defined. |
| LEMBAR PENGESAHAN | Error! Bookmark not defined. |
| HALAMAN PERNYATAAN | Error! Bookmark not defined. |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | iii |
| PRAKATA..... | iv |
| DAFTAR ISI..... | vi |
| DAFTAR TABEL..... | viii |
| DAFTAR GAMBAR | ix |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xii |
| DAFTAR SINGKATAN | Error! Bookmark not defined. |
| DAFTAR ISTILAH | Error! Bookmark not defined. |
| INTISARI | Error! Bookmark not defined. |
| <i>ABSTRACT</i> | Error! Bookmark not defined. |
| BAB I. PENDAHULUAN..... | Error! Bookmark not defined. |
| 1.1. Latar Belakang..... | Error! Bookmark not defined. |
| 1.2. Rumusan Masalah | Error! Bookmark not defined. |
| 1.3. Lingkup Penelitian..... | Error! Bookmark not defined. |
| 1.4. Tujuan Penelitian..... | Error! Bookmark not defined. |
| 1.5. Manfaat Penelitian..... | Error! Bookmark not defined. |
| BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI . | Error! Bookmark not defined. |
| not defined. | |
| 2.1. Tinjauan Pustaka | Error! Bookmark not defined. |
| 2.1.1. Penelitian Terdahulu | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2. Dasar Teori | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2.1. Beton | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2.2. Beton Mutu Tinggi..... | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2.3. Bahan Penyusun Beton | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2.4. Pengujian Bahan | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2.5. <i>Slump</i> Beton | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2.6. Berat Isi Beton | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2.7. Uji Kuat Tekan Silinder | Error! Bookmark not defined. |

| | |
|---|-------------------------------------|
| 2.2.8. Modulus Elastisitas | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2.9. Permodelan Perkerasan Kaku Dengan <i>Software</i> | Error! Bookmark not defined. |
| Bookmark not defined. | |
| BAB III. METODE PENELITIAN | Error! Bookmark not defined. |
| 3.1. Lokasi Penelitian | Error! Bookmark not defined. |
| 3.2. Tahapan Penelitian | Error! Bookmark not defined. |
| 3.3. Alur Penelitian..... | Error! Bookmark not defined. |
| 3.4. Bahan Penelitian | Error! Bookmark not defined. |
| 3.5. Prosedur Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik Bahan | Error! Bookmark not defined. |
| Bookmark not defined. | |
| 3.6. Peralatan Penelitian | Error! Bookmark not defined. |
| 3.7. Prosedur Pembuatan dan Pengujian Beton.... | Error! Bookmark not defined. |
| defined. | |
| 3.8. Permodelan Perkerasan Kaku Dengan <i>Software</i> .. | Error! Bookmark not defined. |
| not defined. | |
| 3.9. Tahapan Permodelan | Error! Bookmark not defined. |
| 3.10. Analisis Data | Error! Bookmark not defined. |
| BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN... | Error! Bookmark not defined. |
| defined. | |
| 4.1. Hasil Pengujian..... | Error! Bookmark not defined. |
| 4.1.1. Hasil Pengujian Agregat Halus | Error! Bookmark not defined. |
| defined. | |
| 4.1.2. Hasil Pengujian Agregat Kasar | Error! Bookmark not defined. |
| defined. | |
| 4.1.3. Hasil Perancangan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>) | Error! Bookmark not defined. |
| Bookmark not defined. | |
| 4.1.4. Hasil Pengujian <i>Slump</i> Beton | Error! Bookmark not defined. |
| 4.1.5. Hasil Pengujian Berat Isi Beton | Error! Bookmark not defined. |
| defined. | |
| 4.1.6. Hasil Pengujian Kuat Tekan . | Error! Bookmark not defined. |
| 4.1.7. Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton | Error! Bookmark not defined. |
| not defined. | |

| | |
|--|-------------------------------------|
| 4.1.8. Nilai Parameter Material Pada Permodelan | Error! Bookmark not defined. |
| 4.1.9. Model Perkerasan Kaku Pada <i>Software Abaqus</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 4.2. Pembahasan | Error! Bookmark not defined. |
| BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN | Error! Bookmark not defined. |
| 5.1. Kesimpulan..... | Error! Bookmark not defined. |
| 5.2. Saran..... | Error! Bookmark not defined. |
| DAFTAR PUSTAKA | Error! Bookmark not defined. |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | Error! Bookmark not defined. |

DAFTAR TABEL

- Tabel 2. 1 Batas Gradasi Butiran Pasir (BSN, 1989)..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2. 2 Berat dan Gradasi Benda Uji (Mulyono, 2004) .. **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2. 3 Nilai *Slump* Untuk Berbagai Pekerjaan Beton (PBI, 1971)..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 1 Kebutuhan bahan penyusun beton dengan cara perendaman dan beton *elevated temperature* untuk 1 m³**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 2 Kebutuhan bahan penyusun beton dengan cara perendaman dan beton *elevated temperature* untuk 1 cetakan silinder . **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 3 Hasil pengujian *slump*.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 4 Hasil pengujian *setting time*.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 5 Hasil pengujian berat isi beton.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 6 Hasil pengujian kuat tekan beton.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 7 Hasil pengujian modulus elastisitas beton **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 8 Nilai Parameter Material Beton**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 9 Parameter *Placticity* Beton (Panduan Permodelan Struktur Beton Bertulang Dengan *Abaqus*)**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 10 *Compressive Behavior* (Panduan Permodelan Struktur Beton Bertulang Dengan *Abaqus*)**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 11 Lanjutan**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 12 *Concrete Compression Damage* (Panduan Permodelan Struktur Beton Bertulang Dengan *Abaqus*)**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 13 *Tensile Behavior* (Panduan Permodelan Struktur Beton Bertulang Dengan *Abaqus*)**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 14 *Concrete Tensile Damage* (Panduan Permodelan Struktur Beton Bertulang Dengan *Abaqus*)**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 15 Nilai Parameter Material Agregat Kasar **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 16 Nilai Parameter Material Tanah.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 17 Data analisis konvergensi beton dengan cara perendaman..... **Error!
Bookmark not defined.**

Tabel 4. 18 Lanjutan**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 19 Data analisis konvergensi beton dengan *elevated temperature* .. **Error!
Bookmark not defined.**

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 3. 1 Bagan alir penelitian secara umum. ...**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 2 Bagan alir penelitian dalam pembuatan benda uji beton. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 3 Bagan alir penelitian dalam permodelan perkerasan kaku dalam *software Abaqus*. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 4 Semen Tiga Roda. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 5 Pasir Progo. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 6 Kerikil Clereng. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 7 Air dari Laboratorium. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 8 *Plastocrete RT06*. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 9 *Sikament-NN*. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 10 Saringan. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 11 *Sieve shaker machine*. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 12 Mesin abrasi *los angeles*. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 13 Timbangan digital. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 14 Neraca *ohauss*. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 15 Gelas ukur. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 16 Kaliper. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 17 Oven. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 18 Mesin molen pengaduk (*mixer*). **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 19 Kerucut abrams. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 20 Cetakan benda uji. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 21 *Concrete compression tester machine*. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 22 Susunan lapisan dalam permodelan. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 23 Membuat *Create New Model Part*. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 24 Membuat susunan lapisan permodelan sesuai dengan ukuran yang direncanakan. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 25 Lapisan permukaan yang digunakan dalam permodelan. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 26 Lapis pondasi bawah yang digunakan dalam permodelan. ... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 27 *Subgrade* yang digunakan dalam permodelan. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 28 Membuat material dan memasukkan data-data yang dibutuhkan.
..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 29 Tampilan material yang telah dibuat pada *Material Manager*.
..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 30 Tampilan lapis permukaan yang telah dimasukkan sifat mekanisnya. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 31 Tampilan lapis pondasi bawah yang telah dimasukkan sifat mekanisnya. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 32 Tampilan *subgrade* yang telah dimasukkan sifat mekanisnya.
..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 33 Tampilan cara penyusunan *part* menjadi satu..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 34 Tampilan hasil penyusunan semua *part* yang telah dilakukan.
..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 35 Tampilan cara membuat *step*. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 36 Membuat *output* pada *step* yang digunakan.. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 37 Tampilan permintaan *output* pada *step* yang digunakan..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 38 Membuat *output* pada *step* yang digunakan.. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 39 Tampilan permintaan *output* pada *step* yang digunakan..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 40 Membuat *intProp-1*..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 41 Membuat interaksi pada semua *part* yang digunakan..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 42 Tampilan *interaction manger* yang sudah berisi interaksi yang digunakan dalam permodelan. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 43 Tampilan *load-1 concentrated force* dan *load-2 gravity*. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 44 Tampilan *boundary condition* untuk *symmetry/antisymmetry/encastre*. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 45 Tampilan *boundary condition* untuk *displacement/rotation*. .. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 46 Membuat *mesh* pada lapis permukaan dengan *approximate global size 150*. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 47 Tampilan lapis permukaan setelah di-*mesh*. . **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 48 Tampilan lapis pondasi bawah setelah di-*mesh*. .. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 49 Tampilan *subgrade* setelah di-*mesh*. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 50 Tampilan model secara keseluruhan setelah di-*mesh*. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 51 Tampilan untuk *running*. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 52 Tampilan *monitor-running* pada *job-4*. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 53 Tampilan *visualization* setelah proses *running* selesai. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 54 Tampilan *visualization* setelah proses *running* dengan *primary var. CF magnitude*. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 55 Tampilan *visualization* setelah proses *running* dengan *primary var. CF magnitude* potongan melintang ... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 56 Tampilan *visualization* setelah proses *running* dengan *primary var. U magnitude*. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 57 Tampilan *visualization* setelah proses *running* dengan *primary var. U magnitude* potongan melintang **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 1 Grafik hubungan antara ukiran butir agregat dengan berat lolos *kumulatif*. **Error! Bookmark not defined.**

- Gambar 4. 2 Grafik hubungan antara ukiran butir agregat dengan berat lolos
kumulatif. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 3 Grafik hubungan antara umur beton dengan kuat tekan rata-rata
 beton..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 4 Grafik analisis konvergensi permodelan. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 5 Kurva penurunan dengan beban hasil analisis numerik. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 6 Tampilan model karena beban yang diberikan. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 7 Tampilan penurunan pada model. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 8 Grafik analisis konvergensi permodelan. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 9 Kurva penurunan dengan beban hasil analisis numerik. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 10 Tampilan model karena beban yang diberikan. ... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 11 Tampilan penurunan pada model. ... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 12 Kurva penurunan dengan beban hasil analisis numerik pada kedua
 permodelan..... **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Analisa saringan agregat halus**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 2. Analisa saringan agregat kasar**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 3. Modulus halus butir agregat halus.....**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 4. Modulus halus butir agregat kasar.....**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 5. Berat jenis dan penyerapan air agregat halus .. **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 6. Berat jenis dan penyerapan air agregat kasar .. **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 7. Kadar lumpur agregat halus**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 8. Kadar lumpur agregat kasar**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 9. Kadar air agregat halus**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 10. Kadar air agregat kasar**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 11. Keausan agregat kasar**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 12. Perencanaan campuran beton (*mix design*) ... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 13. Hasil kuat tekan beton**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 14. Konversi LHR 2017**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 15. Hasil analisis numerik beton dnegan cara perendaman..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 16. Hasil analisis numerik beton dengan *elevated temperature* **Error! Bookmark not defined.**