

PERBANDINGAN MODULUS ELASTISITAS BETON MUTU 12 MPa, 25 MPa DAN 40 MPa MENGGUNAKAN AGREGAT SUNGAI PROGO DAN SEMEN PPC

TUGAS AKHIR

Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik



Oleh :

Muhammad Rofiq Al-khasan

NIM.16510134025

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

2019

SURAT PERNYATAAN

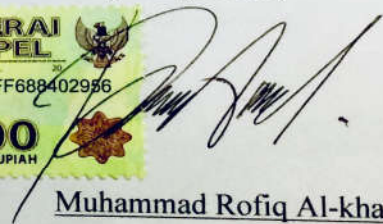
Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Rofiq Al-khasan
NIM : 16510134025
Program Studi : D3 Teknik Sipil
Judul TA : Perbandingan Modulus Elastisitas Beton Mutu
12 MPa, 25 MPa dan 40 MPa Menggunakan
Agregat Sungai Progo dan Semen PPC

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau gelar lainnya di sebuah perguruan tinggi, kecuali sebagai acuan dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 26 Agustus 2019

Yang menyatakan,



Muhammad Rofiq Al-khasan

NIM. 16510134025

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir dengan Judul

PERBANDINGAN MODULUS ELASTISITAS BETON MUTU 12 MPa, 25 MPa DAN 40 MPa MENGGUNAKAN AGREGAT SUNGAI PROGO DAN SEMEN PPC

Disusun Oleh:


Muhammad Rofiq Al-khasan

NIM 16510134025

Telah memenuhi syarat dan disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk dilaksanakan Ujian Tugas Akhir bagi yang bersangkutan.

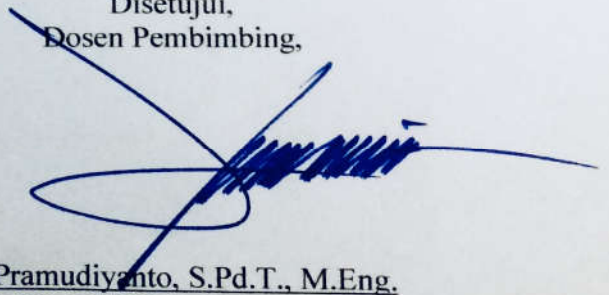
Yogyakarta, 26 Agustus 2019

Mengetahui,
Ketua Program Studi



Dr. Ir. Sunar Rochmadi, M.E.S.
NIP. 19610429 198803 1 002

Disetujui,
Dosen Pembimbing,



Ir. Pramudiyanto, S.Pd.T., M.Eng.
NIP. 19790211 200501 001

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir



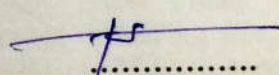
PERBANDINGAN MODULUS ELASTISITAS BETON MUTU 12 MPa, 25 MPa DAN 40 MPa MENGGUNAKAN AGREGAT SUNGAI PROGO DAN SEMEN PPC

Disusun Oleh:

Muhammad Rofiq Al-khasan
NIM 16510134025

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
pada tanggal September 2019

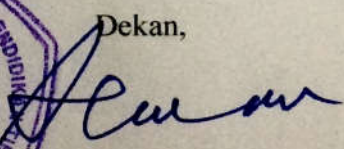
TIM PENGUJI

| Nama/Jabatan | Tanda Tangan | Tanggal |
|--|--|--------------------|
| Ir. Pramudiyanto, S.Pd.T., M.Eng. Ketua Penguji/Pembimbing |  | |
| Dr. Ir. Slamet Widodo, S.T., M.T. Penguji Utama |  | 2/10 2019 |
| Drs. Agus Santoso, M.Pd. Sekretaris/Penguji |  | |

Yogyakarta, 2019



Dekan,



Prof. Drs. Herman Dwi Surjono, M.Sc., M.T., Ph.D.
NIP. 19640205 198703 1 001

PERBANDINGAN MODULUS ELASTISITAS BETON MUTU 12 MPa, 25 MPa DAN 40 MPa MENGGUNAKAN AGREGAT SUNGAI PROGO DAN SEMEN PPC

Oleh:

Muhammad Rofiq Al-khasan
NIM. 16510134025

ABSTRAK

Beton dapat mengalami regangan yang disebabkan oleh beban yang melampaui kapasitas. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, perlu dilakukan analisis mengenai regangan dan beban untuk mengetahui modulus elastisitas pada setiap mutu beton sehingga tidak terjadi kegagalan struktur. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan tegangan dengan regangan pada beton, mengetahui nilai modulus elastisitas dan kurva modulus elastisitas.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan FT UNY. Penelitian ini menggunakan tiga variasi mutu beton yaitu beton mutu 12 MPa, 25 MPa dan 40 MPa, di mana setiap mutu beton terdiri atas 30 benda uji silinder berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan agregat dari Sungai Progo dan semen PPC. Uji tekan dilakukan pada saat beton berusia 28 hari. Saat dilakukan pengujian, setiap benda uji disematkan alat *dial gauge* untuk mengukur regangan yang terjadi.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa setiap mutu beton memiliki kurva modulus elastisitas yang berbeda dan tergantung dari mutu beton. Regangan akan meningkat seiring dengan meningkatnya tegangan yang diberikan. Ketika tegangan akan mencapai tegangan maksimal atau grafik mulai membentuk parabolik, kenaikan nilai tegangan akan lebih lambat dibanding dengan grafik yang masih linier sedangkan regangan terus meningkat hingga tegangan mencapai batas maksimal. Nilai modulus elastisitas pada beton mutu 12 MPa, 25 MPa dan 40 MPa berturut-turut adalah 6877,278 MPa, 6782,451 MPa dan 8677,519 MPa.

Kata kunci: beton, modulus elastisitas, regangan

**COMPARISON OF QUALITY ELASTIC MODULUS OF CONCRETE 12
MPa, 25 MPa AND 40 MPa USING PROGO RIVER AGGREGATE AND
PPC CEMENT**

By:

Muhammad Rofiq Al-khasan
NIM. 16510134025

ABSTRACT

Concrete can experience strain due to loads that exceed capacity. To overcome these problems, it is necessary to analyze the strain and load to determine the elastic modulus in each concrete quality so that structural failure does not occur. The aim of this study is to determine the relationship of stress and strain in concrete, the modulus of elasticity and its curves.

This is an experimental research conducted at the Laboratory of Building Materials, The Departement of Civil Engineering and Planning Education, FT UNY. This research use three variations of concrete quality, of 12 MPa, 25 MPa and 40 MPa. Each consists of 30 cylindrical specimens with a diameter of 150 mm and 300 mm in height. The material used on this study are aggregates from the Progo River and PPC cement. The compressive test was conducted on the concrete age of 28 day. Each specimen is equipped with a dial gauge to measure the strain.

The result of this study indicate that each concrete quality has a modulus elasticity curve that is depends on the quality of each concrete. The strain will increase with increasing applied load. When the load will reach the maximum or the curve starts to form parabolic, the increase in load value will be slower than the graph wich is still linear while the strain continues to increase until the load reach the maximum limit. Modulus of elasticity in concrete quality of 12 MPa, 25 MPa and 40 MPa are 6877,278 MPa, 6782,451 MPa and 8677,519 MPa respectively.

Keywords: concrete, modulus of elasticity, strain.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberi rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Perbandingan Modulus Elastisitas Beton Mutu 12 MPa, 25 MPa dan 40 MPa Menggunakan Agregat Sungai Progo dan Semen PPC” sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Diploma III Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

Selama proses menyelesaikan Tugas Akhir ini penulis mendapatkan beberapa tekanan, namun itu bukan suatu halangan yang berarti karena bimbingan, motivasi, dorongan, kerja sama, fasilitas, dan berbagai kemudahan yang penulis dapatkan sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis ucapkan puji dan syukur kepada Allah SWT atas segala pelajaran dan pengalaman yang diberikan selama proses menyelesaikan Tugas Akhir. Kelancaran dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini tidak lepas dari peran berbagai pihak yang selalu memberi motivasi, dukungan dan bantuan sehingga penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Muh. Tamyiz dan Ibu Rilis Yulianti, orang tua yang selalu mendukung dalam kondisi apapun.
2. Bapak Drs. Darmono, M.T., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
3. Bapak Drs. Amat Jaedun, M.Pd., selaku Dosen Pembimbing Akademik.
4. Bapak Prof. Drs. Herman Dwi Surjono, M.Sc., M.T., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

5. Bapak Ir. Pramudiyanto, S.Pd.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang selalu memberikan arahan dan saran selama proses menyelesaikan Tugas Akhir.
6. Bapak Dr. Ir. Slamet Widodo, S.T., M.T., selaku Penguji Utama Tugas Akhir
7. Bapak Drs. Agus Santoso, M.Pd., selaku Sekretaris merangkap Penguji Tugas Akhir.
8. Bapak Kimin Triyono, S.Pd.T., selaku Teknisi Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
9. Sahabat Civil2K16 yang selalu memberikan dukungan dan semangat selama proses menyelesaikan Tugas Akhir.
10. WOODCUT Family yang selalu memberi hiburan yang tidak menghibur.
11. Semua dosen dan staff Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar laporan ini selanjutnya dapat menjadi lebih baik. Penulis mengucapkan terimakasih dan berharap laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca. Terimakasih.

Yogyakarta, September 2019

Penyusun

Muhammad Rofiq Al-khasan
NIM. 16510134025

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------------------------------|
| SURAT PERNYATAAN | i |
| LEMBAR PERSETUJUAN | Error! Bookmark not defined. |
| HALAMAN PENGESAHAN | Error! Bookmark not defined. |
| ABSTRAK | iv |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| BAB I | 1 |
| PENDAHULUAN | 1 |
| A. Latar Belakang..... | 1 |
| B. Identifikasi Masalah | 2 |
| C. Batasan Masalah | 3 |
| D. Rumusan Masalah | 3 |
| E. Tujuan Penelitian | 4 |
| F. Manfaat Penelitian | 4 |
| BAB II | 5 |
| TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| A. Beton | 5 |
| B. Sifat-sifat Beton. | 9 |
| C. Semen. | 13 |
| D. Agregat | 18 |
| E. Air | 21 |
| F. Tegangan Normal..... | 23 |
| G. Modulus Elastisitas | 23 |
| H. Tegangan Normal..... | 25 |
| I. Regangan | 26 |
| J. Analisis <i>Outlier</i> Data dengan Chauvenet's Criterion..... | 26 |
| K. R Square (R^2)..... | 28 |
| L. R Majemuk | 28 |

| | |
|---------------------------------------|-----|
| M. Kajian Penelitian Relevan | 29 |
| BAB III | 30 |
| METODE PENELITIAN | 30 |
| A. Jenis Penelitian | 30 |
| B. Alur Penelitian | 30 |
| C. Variabel Penelitian | 33 |
| D. Lokasi dan Waktu Pelaksanaan | 34 |
| E. Alat dan Bahan | 34 |
| F. Analisis Data Penelitian | 48 |
| BAB IV | 73 |
| HASIL DAN PEMBAHASAN | 73 |
| A. Hasil Pengujian | 73 |
| B. Pembahasan Hasil Pengujian | 85 |
| C. Kurva Modulus Elastisitas | 99 |
| BAB V | 112 |
| SIMPULAN DAN SARAN | 112 |
| A. Simpulan | 112 |
| B. Saran | 113 |
| DAFTAR PUSTAKA | 114 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1. Bahan utama campuran beton (Bahar, 2005)..... | 6 |
| Gambar 2. Kerucut Abrams dan gambaran hasil uji slump (Firdausia, 2018)..... | 10 |
| Gambar 3. Segregasi pada beton segar (Firdausia, 2018)..... | 11 |
| Gambar 4. Bagan alur penelitian. | 32 |
| Gambar 5. Pengujian kuat tekan silinder beton..... | 33 |
| Gambar 6. Ayakan agregat..... | 35 |
| Gambar 7. Kerucut abrams..... | 35 |
| Gambar 8. Oven..... | 36 |
| Gambar 9. Timbangan dengan ketelitian 0.01 gram..... | 37 |
| Gambar 10. Timbangan dengan ketelitian 1 gram. | 37 |
| Gambar 11. Timbangan..... | 38 |
| Gambar 12. Gelas ukur. | 39 |
| Gambar 13. Mesin Los Angeles. | 39 |
| Gambar 14. Mesin pengaduk beton segar (mixer). | 40 |
| Gambar 15. Alat uji <i>slump</i> | 40 |
| Gambar 16. Jangka sorong..... | 41 |
| Gambar 17. Cetakan benda uji silinder beton. | 42 |
| Gambar 18. Bejana. | 42 |
| Gambar 19. Alat capping. | 43 |
| Gambar 20. Alat uji tekan beton..... | 44 |
| Gambar 21. Alat pelarut belerang..... | 44 |
| Gambar 22. Agregat halus..... | 45 |

| | |
|--|----|
| Gambar 23. Agregat kasar..... | 46 |
| Gambar 24. Semen PPC..... | 46 |
| Gambar 25. Belerang..... | 47 |
| Gambar 26. Oli..... | 48 |
| Gambar 27. Bagan alur pengujian berat jenis pasir SSD..... | 49 |
| Gambar 28. Bagan alur pengujian kadar air pasir SSD..... | 50 |
| Gambar 29. Bagan alur pengujian bobot isi gembur pasir..... | 51 |
| Gambar 30. Bagan alur pengujian bobot isi padat pasir..... | 52 |
| Gambar 31. Bagan alir pengujian pengujian kadar lumpur pasir..... | 53 |
| Gambar 32. Bagan alur pengujian modulus kehalusan butir (MKB) pasir..... | 54 |
| Gambar 33. Bagan alur pengujian penyerapan air..... | 55 |
| Gambar 34. Bagan alur pengujian berat jenis kerikil SSD..... | 56 |
| Gambar 35. Bagan alur pengujian kadar air kerikil SSD..... | 57 |
| Gambar 36. Bagan alur pengujian bobot isi gembur kerikil..... | 58 |
| Gambar 37. Bagan alur pengujian bobot isi padat kerikil..... | 59 |
| Gambar 38. Bagan alur pengujian keausan kerikil..... | 60 |
| Gambar 39. Bagan alur pengujian modulus kehalusan butir (MKB) kerikil..... | 61 |
| Gambar 40. Bagan alur pengujian penyerapan air..... | 62 |
| Gambar 41. Bagan alur pengujian berat jenis semen..... | 64 |
| Gambar 42. Bagan alur pengujian derajat kehalusan semen..... | 64 |
| Gambar 43. Alat dial gauge pada silinder beton..... | 70 |
| Gambar 44. Bagan alur Chauvenet's Criterion..... | 72 |
| Gambar 45. Grafik modulus kehalusan butir pasir rata-rata..... | 89 |

| | |
|---|-----|
| Gambar 46. Sebaran data tegangan-regangan f_c 12 MPa. | 101 |
| Gambar 47. Kurva modulus elastisitas f_c 12 MPa | 101 |
| Gambar 48. Sebaran data tegangan-regangan f_c 25 MPa. | 102 |
| Gambar 49. Kurva modulus elastisitas f_c 25 MPa. | 102 |
| Gambar 50. Sebaran data tegangan-regangan f_c 40 MPa. | 103 |
| Gambar 51. Kurva modulus elastisitas f_c 40 MPa | 103 |
| Gambar 52. Kurva modulus elastisitas setiap mutu beton. | 104 |
| Gambar 53. Sebaran modulus elastisitas setiap mutu beton. | 110 |
| Gambar 54. Perbandingan nilai modulus elastisitas mutu 12 MPa. | 110 |
| Gambar 55. Perbandingan nilai modulus elastisitas mutu 25 MPa. | 111 |
| Gambar 56. Perbandingan nilai modulus elastisitas mutu 40 MPa. | 111 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 1. Syarat kimia PPC jenis IP-U dan IP-K..... | 16 |
| Tabel 2. Syarat fisika PPC jenis IP-U dan IP-K..... | 16 |
| Tabel 3. Syarat kimia PPC jenis P-U dan P-K. | 17 |
| Tabel 4. Syarat fisika PPC jenis P-U dan P-K. | 17 |
| Tabel 5. Persyaratan gradasi butir agregat halus ASTM C 33. | 19 |
| Tabel 6. Persyaratan gradasi butir agregat kasar ASTM C33. | 21 |
| Tabel 7. Data pengujian berat jenis pasir SSD..... | 73 |
| Tabel 8. Data pengujian kadar air pasir SSD. | 74 |
| Tabel 9. Data pengujian bobot isi gembur pasir..... | 74 |
| Tabel 10. Data pengujian bobot isi padat pasir. | 75 |
| Tabel 11. Data pengujian kadar lumpur pasir. | 75 |
| Tabel 12. Data I pengujian modulus kehalusan butir pasir. | 76 |
| Tabel 13. Data II pengujian modulus kehalusan butir pasir..... | 76 |
| Tabel 14. Data pengujian penyerapan air..... | 77 |
| Tabel 15. Data pengujian berat jenis kerikil. | 77 |
| Tabel 16. Data pengujian kadar air kerikil SSD..... | 78 |
| Tabel 17. Data pengujian bobot isi gembur kerikil. | 78 |
| Tabel 18. Data pengujian bobot isi padat kerikil..... | 79 |
| Tabel 19. Data pengujian keausan kerikil. | 79 |
| Tabel 20. Data pengujian penyerapan air..... | 80 |
| Tabel 21. Data pengujian modulus kehalusan butir kerikil..... | 80 |
| Tabel 22. Data pengujian berat jenis semen PPC..... | 81 |

| | |
|---|----|
| Tabel 23. Data pengujian derajat kehalusan semen PPC. | 81 |
| Tabel 24. Data pengujian silinder beton mutu 12 MPa. | 82 |
| Tabel 25. Data pengujian silinder beton mutu 25 MPa. | 83 |
| Tabel 26. Data pengujian silinder beton mutu 40 MPa. | 84 |
| Tabel 27. Hasil pengujian berat jenis pasir SSD. | 86 |
| Tabel 28. Hasil pengujian kadar air pasir SSD..... | 86 |
| Tabel 29. Hasil pengujian bobot isi gembur pasir. | 87 |
| Tabel 30. Hasil pengujian bobot isi padat pasir. | 87 |
| Tabel 31. Hasil pengujian kadar lumpur pasir. | 88 |
| Tabel 32. Hasil I pengujian modulus kehalusan butir pasir. | 88 |
| Tabel 33. Hasil II pengujian modulus kehalusan butir pasir..... | 89 |
| Tabel 34. Hasil pengujian penyerapan air..... | 90 |
| Tabel 35. Hasil pengujian berat jenis kerikil SSD..... | 90 |
| Tabel 36. Hasil pengujian kadar air kerikil SSD..... | 91 |
| Tabel 37. Hasil pengujian bobot isi gembur kerikil. | 92 |
| Tabel 38. Hasil pengujian bobot isi padat kerikil..... | 92 |
| Tabel 39. Hasil pengujian keausan kerikil. | 92 |
| Tabel 40. Hasil pengujian penyerapan air..... | 93 |
| Tabel 41. Hasil pengujian modulus kehalusan butir kerikil..... | 93 |
| Tabel 42. Hasil pengujian berat jenis semen PPC..... | 94 |
| Tabel 43. Hasil pengujian massa jenis semen PPC. | 95 |
| Tabel 44. Hasil pengujian derajat kehalusan semen PPC. | 95 |
| Tabel 45. Hasil pengujian silinder beton mutu 12 MPa..... | 95 |

| | |
|---|-----|
| Tabel 46. Hasil pengujian silinder beton mutu 25 MPa..... | 97 |
| Tabel 47. Hasil pengujian silinder beton mutu 40 MPa..... | 98 |
| Tabel 48. Modulus elastisitas setiap mutu beton..... | 106 |
| Tabel 49. Modulus elastisitas tiap benda uji beton mutu 12 MPa..... | 106 |
| Tabel 50. Modulus elastisitas tiap benda uji beton mutu 25 MPa..... | 107 |
| Tabel 51. Modulus elastisitas tiap benda uji beton mutu 40 MPa..... | 108 |