

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH PENGGUNAAN BATU KAPUR DAN  
SIKA FUME SEBAGAI BAHAN TAMBAH SEMEN  
PADA BETON SCC**

**(THE EFFECT OF LIMESTONE AND SIKA FUME AS  
A CEMENT ADDITIONAL MATERIAL ON SCC)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi  
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu Teknik Sipil**



**Ananda Bagus Budi Hartanto  
16511078**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2021**

## TUGAS AKHIR

# PENGARUH PENGGUNAAN BATU KAPUR DAN SIKA FUME SEBAGAI FILLER PADA BETON SCC (THE EFFECT OF LIMESTONE AND SIKA FUME AS FILLER ON SCC)

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi  
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu Teknik Sipil



**Ananda Bagus Budi Hartanto**  
**16511078**

**Disetujui:**

**Pembimbing**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Novi', is placed below the title 'Pembimbing'.

**Novi Rahmayanti, S. T., M. Eng.**

**Tanggal :**

## TUGAS AKHIR

# PENGARUH PENGGUNAAN BATU SIKA FUME SEBAGAI BAHAN TAMBAH SEMEN PADA BETON SCC (THE EFFECT OF LIMESTONE AND SIKA FUME AS A CEMENT ADDITIONAL MATERIAL ON SCC)

Disusun oleh

**Ananda Bagus Budi Hartanto**  
16511078

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 13 Oktober 2021

Oleh Dewan Penguji:

Pembimbing

Novi Rahmavanti, S. T., M. Eng.  
NIK: 155111306

Penguji I

Sarwidi, Prof. Ir., MSCE., Ph.D.  
NIK: 845110101

Penguji II

Hariadi Yulianto, S.T., M. Eng.  
NIK: 155111305

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Dr. H. Sri Amini Yuni Astuti, M.T.  
NIK: 885110101

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 13 Oktober 2021

Penulis,



Ananda Bagus Budi Hartanto

16511078

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, sehingga Tugas Akhir yang berjudul Pengaruh Penggunaan Batu Kapur dan Sika Fume Sebagai Filler Pada Beton SCC ini dapat terselesaikan. Tugas Akhir ini dilaksanakan untuk melengkapi syarat dalam menyelesaikan studi di tingkat strata satu di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Alhamdulillah dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir, penulis banyak mengalami hambatan, namun berkat saran, kritik, dan dorongan dari berbagai pihak. Dengan ini, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua penulis yang telah berkorban begitu banyak baik materi maupun spiritual hingga Tugas Akhir ini selesai,
2. Ibu Novi Rahmayanti, ST., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing,
3. Prof. Ir. Sarwidi, MSCE., Ph.D., IP-U dan bapak Hariadi Yulianto, S.T., M.Eng. selaku dosen penguji,
4. AhsanxAwrekeh dan teman-teman seperjuangan bimbingan: Odang, Julang, Omar, Arief, Septian dan Singgih.

Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan banyak manfaat bagi penulis pada khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya.

Yogyakarta, 13 Oktober 2021

Penulis,

Ananda Bagus Budi Hartanto

16511078

## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| Halaman Judul.....                     | i    |
| Halaman Persetujuan.....               | ii   |
| Pengesahan.....                        | iii  |
| PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....        | iv   |
| KATA PENGANTAR .....                   | v    |
| DAFTAR ISI.....                        | vi   |
| DAFTAR TABEL.....                      | ix   |
| DAFTAR GAMBAR .....                    | xi   |
| LAMPIRAN.....                          | xiii |
| ABSTRAK.....                           | xiv  |
| <i>ABSTRACT</i> .....                  | xv   |
| BAB I PENDAHULUAN.....                 | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....               | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah .....              | 3    |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....             | 3    |
| 1.4 Manfaat Penelitian.....            | 3    |
| 1.5 Batasan Masalah.....               | 4    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....           | 6    |
| 2.1 Tinjauan Umum.....                 | 6    |
| 2.1.1 Beton SCC.....                   | 6    |
| 2.1.2 Sika Fume .....                  | 7    |
| 2.1.3 Batu Kapur .....                 | 7    |
| 2.2 Penelitian Terdahulu .....         | 7    |
| 2.3 Keaslian Penelitian .....          | 11   |
| BAB III LANDASAN TEORI.....            | 14   |
| 3.1 Pengertian Umum.....               | 14   |
| 3.2 Beton SCC.....                     | 17   |
| 3.3 Material Pembentuk Beton SCC ..... | 19   |

|               |  |           |
|---------------|--|-----------|
| 3.3.1         | Semen Portland .....   | 19        |
| 3.3.2         | Air .....  | 20        |
| 3.3.3         | Agregat kasar .....  | 21        |
| 3.3.4         | Agregat Halus.....   | 21        |
| 3.3.5         | <i>Superplasticizer</i> .....                                | 22        |
| 3.3.6         | Batu Kapur Padam .....                                       | 22        |
| 3.3.7         | <i>Sika Fume</i> .....                                       | 23        |
| 3.4           | Bahan Tambah ( <i>Admixture</i> ) .....                      | 24        |
| 3.4.1         | Bahan Tambah Kimia .....                                     | 25        |
| 3.4.2         | Bahan Tambah Mineral Pembantu.....                           | 26        |
| 3.5           | Kuat Tekan Beton.....  | 26        |
| 3.6           | Modulus Elastisitas Beton .....                              | 27        |
| 3.7           | Kuat Lentur .....  | 28        |
| 3.8           | Kuat Tarik Beton.....  | 28        |
| <b>BAB IV</b> | <b>METODE PENELITIAN .....</b>                               | <b>30</b> |
| 4.1           | Umum.....  | 30        |
| 4.2           | Peralatan Penelitian .....                                   | 30        |
| 4.3           | Bahan-bahan yang Digunakan .....                             | 31        |
| 4.4           | Lokasi Penelitian .....                                      | 31        |
| 4.5           | Tahapan Penelitian .....                                     | 31        |
| 4.5.1         | Persiapan .....  | 32        |
| 4.5.2         | Pengujian material.....                                      | 32        |
| 4.5.3         | Menghitung perencanaan campuran .....                        | 32        |
| 4.5.4         | Pengujian karakteristik beton SCC .....                      | 38        |
| 4.5.5         | Pembuatan benda uji .....                                    | 41        |
| 4.5.6         | Pengujian sampel benda uji.....                              | 42        |
| 4.5.7         | Menganalisis data dan pembahasan .....                       | 45        |
| 4.5.8         | Penarikan kesimpulan .....                                   | 45        |
| <b>BAB V</b>  | <b>HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>                 | <b>48</b> |
| 5.1           | Tinjauan Umum.....   | 48        |
| 5.2           | Pengujian Agregat Halus.....                                 | 48        |
| 5.2.1         | Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus ..... | 48        |

|  |  |           |
|--|--|-----------|
| 5.2.2                                    | Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus .....               | 49        |
| 5.2.3                                    | Pengujian Berat Volume Padat dan Gembur Agregat Halus .....  | 51        |
| 5.2.4                                    | Pengujian Lolos Saringan no. 200 (Kadar Lumpur) .....        | 52        |
| 5.3                                      | Pengujian Agregat Kasar .....                                | 52        |
| 5.3.1                                    | Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar ..... | 53        |
| 5.3.2                                    | Pengujian Berat Volume Padat dan Gembur Agregat Kasar .....  | 54        |
| 5.3.3                                    | Pengujian Saringan Agregat Kasar .....                       | 55        |
| 5.4                                      | Perencanaan Campuran Beton SCC ( <i>Mix Design</i> ).....    | 59        |
| 5.5                                      | Pengujian Karakteristik Beton SCC .....                      | 61        |
| 5.5.1                                    | Pengujian Nilai <i>Slump Flow</i> .....                      | 61        |
| 5.5.2                                    | Pengujian Nilai <i>L-Box</i> .....                           | 64        |
| 5.5.3                                    | Pengujian Nilai <i>V-Funnel</i> .....                        | 67        |
| 5.6                                      | Pengujian Kuat Tekan .....                                   | 69        |
| 5.7                                      | Pengujian Modulus Elastisitas Beton.....                     | 72        |
| 5.8                                      | Pengujian Tarik Belah Beton .....                            | 79        |
| 5.9                                      | Pengujian Kuat Lentur Beton .....                            | 83        |
| 5.10                                     | Pembahasan Secara Keseluruhan .....                          | 87        |
| <b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b> |  | <b>89</b> |
| 6.1.                                     | Kesimpulan.....  | 89        |
| 6.2.                                     | Saran.....   | 90        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>              |  | <b>91</b> |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>              |  | <b>91</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                     |  | <b>93</b> |



## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian.....   | 12 |
| Tabel 3.1 Jenis Beton Menurut Kuat Tekannya.....   | 15 |
| Tabel 3.2 Jenis-Jenis Beton Berdasarkan Berat Jenis dan Pemakaiannya .....   | 16 |
| Tabel 3.4 Kriteria Persyaratan SCC .....   | 18 |
| Tabel 3.5 Unsur-Unsur Dalam Semen .....  | 19 |
| Tabel 3.6 Batasan Maksimum Kandungan Zat Kimia Air Adukan.....   | 21 |
| Tabel 4.1 Perkiraan Kuat Tekan Beton (MPa) dengan Faktor Air Semen (fas) 0,5,<br>Jenis Semen dan Agregat yang Biasa Digunakan di Indonesia ..... | 33 |
| Tabel 4.2 Perkiraan Kebutuhan Air Per- $m^3$ Beton (liter).....  | 35 |
| Tabel 4.3 Kebutuhan Semen Minimum untuk Berbagai Pembetonan dan<br>Lingkungan Khusus .....   | 36 |
| Tabel 4.4 Variasi Beton dan Pengujian.....   | 42 |
| Tabel 4.5 Proporsi Campuran yang Digunakan .....   | 42 |
| Tabel 5.1 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus .....   | 48 |
| Tabel 5.2 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus.....  | 49 |
| Tabel 5.3 Daerah Gradasi Agregat Halus .....   | 50 |
| Tabel 5.4 Pengujian Berat Volume Padat Agregat Halus .....   | 51 |
| Tabel 5.5 Pengujian Berat Volume Padat Agregat Halus .....   | 51 |
| Tabel 5.6 Hasil Pengujian Kandungan Lumpur pada Agregat Halus .....  | 52 |
| Tabel 5.7 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar Ukuran 10 mm<br>.....   | 53 |
| Tabel 5.8 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar Ukuran 20 mm<br>.....   | 53 |
| Tabel 5.8 Pengujian Berat Volume Padat Agregat Kasar Ukuran 10 mm.....   | 54 |
| Tabel 5.9 Pengujian Berat Volume Padat Agregat Kasar Ukuran 20 mm.....   | 54 |
| Tabel 5.10 Pengujian Berat Volume Gembur Agregat Kasar Ukuran 10 mm.....   | 55 |
| Tabel 5.11 Pengujian Berat Volume Gembur Agregat Kasar Ukuran 20 mm.....   | 55 |

|  |    |
|--|----|
| Tabel 5.12 Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar Ukuran 10 mm.....                                  | 55 |
| Tabel 5.13 Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar Ukuran 20 mm.....                                  | 56 |
| Tabel 5.14 Batas Gradasi Agregat Kasar .....   | 57 |
| Tabel 5.15 Trial Mix Pencampuran Agregat 10 mm dan 20 mm .....   | 58 |
| Tabel 5.16 Hasil Perencanaan <i>Mix Design</i> .....   | 60 |
| Tabel 5.17 Pengujian <i>Slump Flow</i> dan T50 .....   | 61 |
| Tabel 5.18 Pengujian L-Box .....   | 64 |
| Tabel 5.19 Pengujian <i>V-Funnel</i> .....   | 67 |
| Tabel 5.20 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton 14 Hari.....   | 70 |
| Tabel 5.21 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton 28 Hari.....   | 71 |
| Tabel 5.22 Tegangan dan Regangan Beton Variasi BK15%- SF3% (3) .....                                   | 73 |
| Tabel 5.23 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton ASTM C-469 .....                                  | 76 |
| Tabel 5.24 Hasil Perhitungan Modulus Elastisitas Beton SNI 2847-2019 .....                             | 77 |
| Tabel 5.25 Perbandingan Hasil Perhitungan Modulus Elastisitas Beton ASTM C-469 dan SNI 2847-2019 ..... | 78 |
| Tabel 5.26 Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton .....  | 80 |
| Tabel 5.27 Perbandingan Kuat Tarik Terhadap Kuat Tekan .....   | 82 |
| Tabel 5.28 Rekapitulasi Koefisien Korelasi Kuat Tarik dengan Kuat Tekan.....                           | 82 |
| Tabel 5.29 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Variasi BK 0% - SF 0%.....                                | 83 |
| Tabel 5.30 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Variasi BK 0% - SF 3%.....                                | 84 |
| Tabel 5.31 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Variasi BK 15% - SF 0%.....                               | 84 |
| Tabel 5.32 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Variasi BK 15% - SF 3%.....                               | 84 |
| Tabel 5.33 Perbandingan dan Korelasi dari Kuat Lentur Terhadap Kuat Tekan..                            | 85 |
| Tabel 5.34 Rekapitulasi Hasil Seluruh Pengujian Beton SCC.....   | 87 |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 4.1 Menentukan Nilai Fas .....  | 34 |
| Gambar 4.2 Perkiraan Berat Isi Beton Basah.....  | 37 |
| Gambar 4.3 Meja pengujian <i>slump-flow</i> .....  | 38 |
| Gambar 4.4 Pengujian <i>L-box</i> .....  | 39 |
| Gambar 4.5 Pengujian <i>v-funnel</i> .....   | 40 |
| Gambar 4.6 <i>flowchart</i> Tahapan Penelitian.....  | 46 |
| Gambar 5.1 Analisa Saringan Agregat Halus .....  | 51 |
| Gambar 5.2 Analisa Saringan Agregat Kasar Ukuran 10 mm.....                                    | 57 |
| Gambar 5.3 Analisa Saringan Agregat Kasar Ukuran 20 mm.....                                    | 58 |
| Gambar 5.4 Analisa Saringan Agregat Kasar Campuran .....                                       | 59 |
| Gambar 5.5 Diameter Uji <i>Slump Flow</i> Dengan Bahan Tambah Batu Kapur .....                 | 62 |
| Gambar 5.6 Diameter Uji <i>Slump Flow</i> Dengan Bahan Tambah <i>Sika Fume</i> .....           | 62 |
| Gambar 5.7 Uji T50 <i>Slump Flow</i> Dengan Bahan Tambah Batu Kapur.....                       | 63 |
| Gambar 5.8 Uji T50 <i>Slump Flow</i> Dengan Bahan Tambah <i>Sika Fume</i> .....                | 63 |
| Gambar 5.9 Pengujian <i>Slump Flow</i> .....   | 64 |
| Gambar 5.10 Hasil <i>Passing Ability</i> Dengan Bahan Tambah Batu Kapur.....                   | 65 |
| Gambar 5.11 Hasil <i>Passing Ability</i> Dengan Bahan Tambah <i>Sika Fume</i> .....            | 66 |
| Gambar 5.12 Pengujian <i>L-box</i> .....   | 66 |
| Gambar 5.13 Hasil <i>Segregation Resistance</i> Dengan Bahan Tambah Batu Kapur                 | 68 |
| Gambar 5.14 Hasil <i>Segregation Resistance</i> Dengan Bahan Tambah <i>Sika Fume</i> .         | 68 |
| Gambar 5.15 Pengujian <i>V-funnel</i> .....  | 69 |
| Gambar 5.16 Hasil Pengujian Kuat Tekan Dengan Bahan Tambah Batu Kapur .                        | 70 |
| Gambar 5.17 Hasil Pengujian Kuat Tekan Dengan Bahan Tambah <i>Sika Fume</i> ...                | 72 |
| Gambar 5.18 Grafik Tegangan dan Regangan Beton Variasi BK 15% - SF 3% (3)<br>.....             | 75 |
| Gambar 5.19 Grafik Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Bahan Tambah<br>Batu Kapur ..... | 79 |

|   |    |
|---|----|
| Gambar 5.20 Grafik Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Bahan Tambah <i>Sika Fume</i> ..... | 79 |
| Gambar 5.21 Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton Dengan Bahan Tambah Batu Kapur .....                 | 81 |
| Gambar 5.22 Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton Dengan Bahan Tambah <i>Sika Fume</i> .....           | 81 |
| Gambar 5.23 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Dengan Bahan Tambah Batu Kapur.....                 | 86 |
| Gambar 5.24 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Dengan Bahan Tambah <i>Sika Fume</i> .....          | 86 |



## LAMPIRAN

|  |     |
|--|-----|
| Lampiran 1 Gambar Alat yang Digunakan .....        | 94  |
| Lampiran 2 Gambar Bahan yang Digunakan.....        | 104 |
| Lampiran 3 Gambar Proses Pengujian Benda Uji ..... | 109 |
| Lampiran 4 Gambar Hasil Pengujian Benda Uji.....   | 115 |
| Lampiran 5 Data Hasil Pengujian .....              | 139 |



## ABSTRAK

Negara Indonesia merupakan salah satu negara terkaya didunia. Kekayaan tersebut dapat dilihat dari melimpahnya sumber daya, baik dari sumber daya alam, mineral dan logam. Salah satu sumber daya yang banyak ditemukan adalah batu kapur (limestone). Batu kapur memiliki banyak manfaat dalam dunia konstruksi, salah satunya sebagai bahan tambah dalam penggunaan beton. *Self Compacting Concrete* (SCC) merupakan salah satu variasi beton yang dikembangkan dengan bantuan teknologi. SCC merupakan beton dengan penggunaan bahan tambah berupa *superplasticizer* untuk mendapatkan karakteristik yang memenuhi syarat sesuai standar EFNARC 2005. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan perbandingan dari karakteristik beton SCC yang menggunakan bahan tambah batu kapur, *sika fume*, dan keduanya. Sehingga diperoleh hasil perbandingan dari pengujian kuat tekan, kuat tarik, kuat lentur, dan modulus elastisitas beton.

**Kata Kunci:** Batu kapur, Self Compacting Concrete, Karakteristik beton, *Sika Fume*

## ***ABSTRACT***

Indonesia is one of the richest countries in the world. This wealth can be seen from the abundance of resources, both from natural resources, minerals and metals. One of the resources found is limestone (limestone). Limestone has many benefits in the world of construction, one of which is as an added material in the use of concrete. Self Compacting Concrete (SCC) is one of the variations of concrete developed with the help of technology. SCC is a concrete with the use of added material in the form of a superplasticizer to obtain characteristics that meet the requirements according to the 2005 EFNARC standard. So that the comparison results obtained from testing the compressive strength, tensile strength, flexural strength, and modulus of elasticity of concrete.

***Keywords:*** *Limesone, Self Compacting Concrete, Concrete Characteristics, Sika Fume*

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Penggunaan jasa konstruksi dalam proses pembangunan untuk memajukan peradaban manusia semakin meningkat tiap tahunnya. Hal ini disebabkan semakin meningkatnya jumlah populasi manusia yang membutuhkan banyaknya sarana dan prasarana untuk dapat menggerakkan roda perekonomian. Salah satu pembangunan yang sangat masif dilakukan bangunan gedung dan jalan. Dengan semakin banyaknya permintaan pembangunan, maka semakin berkembang teknik-teknik untuk melakukan perencanaan dalam proses pembangunan sarana dan prasarana. Dalam pembangunannya memerlukan pemilihan bahan konstruksi yang baik guna mendapatkan hasil yang maksimal. Beberapa jenis konstruksi yang biasa digunakan untuk bangunan gedung antara lain konstruksi beton, baja dan kayu.

Beton merupakan suatu campuran yang terdiri dari batu pecah/ kerikil, air, semen (PC), pasir, serta dengan atau tanpa bahan tambah dengan perbandingan tertentu. Akibat dari pencampuran tersebut, menghasilkan adanya reaksi kimia yang umumnya bersifat hidrasi dan menghasilkan suatu pengerasan dan penambahan kekuatan. Menurut Nawy (1985), beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimia sejumlah material pembentuknya. Sedangkan menurut DPU-LPMP, beton merupakan campuran antara semen *portland* atau semen hidrolis yang lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan membentuk massa padat (SK.SNI T-15-1990-03:1).

Dengan kemajuan teknologi yang ada penggunaan variasi beton semakin berkembang salah satunya beton dengan tipe SCC (*self compacting concrete*). Beton SCC merupakan alternatif yang dapat digunakan dalam pengecoran beton konvensional pada bagian *beam column joint* yang mana pada bagian tersebut terdapat tulangan yang sangat padat dan memiliki celah yang sangat kecil dimana tanpa menggunakan *vibrator* akan menyebabkan tidak merata dalam penyaluran beton. Namun, penggunaan *vibrator* dapat menimbulkan suara yang mengganggu



di sekitarnya dan dengan menggunakan beton SCC dinilai dapat memenuhi seluruh ruang yang sulit dilewati tanpa menggunakan *vibrator* untuk melakukan pemerataan.

Dalam pembuatan beton SCC memerlukan bahan tambah *superplasticizer* agar dapat memenuhi persyaratan beton SCC. Dengan penggunaan bahan tambah tersebut dapat membuat beton menjadi lebih encer, kapasitas yang akan digunakan sebesar 0,9% dari berat semen. Selain penggunaan *superplasticizer*, akan dilakukan juga penambahan Batu Kapur dan *Sika Fume*.

Batu kapur merupakan salah satu bahan tambah yang berfungsi sebagai perekat (Tjokrodinuljo, 2007). Dalam penelitian Kaulika (2018), mendapatkan hasil optimal untuk penambahan kapur padam adalah sebanyak 15% dari berat semen. Dalam penelitiannya batu kapur yang digunakan adalah lolos uji saringan 200 dan berjenis batu kapur padam. Sebelum digunakan batu kapur padam harus melalui proses pembakaran dengan suhu 900° C agar mendapatkan karakteristik lebih keras dari tipe lainnya. Kadar yang akan digunakan pada penelitian ini adalah sebanyak 15% dari berat semen berdasarkan dari penelitian Kalika (2018).

*Sika fume* adalah zat *additive* untuk beton dalam bentuk bubuk halus yang didasarkan pada teknologi *silica fume*. *Sika fume* sangat efektif untuk menghasilkan beton dengan mutu tinggi. Selain itu, dapat juga meningkatkan daya tahan, kepadatan dan kuat tekan beton (Data Teknis PT Sika Indonesia, 2016). Kadar yang akan digunakan pada penelitian ini menganut kepada penelitian Bima (2017), dari hasil penelitian tersebut didapatkan hasil optimal penambahan sebesar 3% dari berat semen.

Dari kedua bahan tambah diatas memiliki sifat yang serupa dalam hal meningkatkan kualitas dari beton, dengan demikian timbul pertanyaan apakah dengan penggunaan bahan tambah tersebut apakah akan mempengaruhi karakteristik dari beton SCC yang memiliki ciri-ciri beton lebih encer. Selain melihat pengaruh dari penambahan batu kapur dan *sika fume* untuk beton SCC, dalam penelitian ini akan melihat hasil perbandingan dari pengujian kuat tekan, modulus elastisitas, kuat tarik, dan kuat lentur. Menggunakan penelitian Kaulika (2018) yang menghasilkan penggunaan batu kapur optimal sebesar 15% dari berat

semen dan penelitian Bima (2017) sebagai pembanding kekuatan beton dengan menggunakan hasil optimal penambahan *sika fume* sebesar 3%. Pengujian benda uji dilakukan pada umur 14 dan 28 hari dengan maksud untuk melihat perbandingan kekuatan beton optimal dari setiap campuran beton dan melihat pengaruhnya pada karakteristik beton SCC, sehingga penelitian ini penulis beri judul “**Pengaruh Penggunaan Batu Kapur dan Sika Fume Sebagai Filler Pada Beton SCC**”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari penjelasan latar belakang tersebut maka rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana karakteristik beton SCC dari variasi penggunaan *sika fume*, serbuk batu kapur dan keduanya sebagai bahan tambah sebagian semen pada beton SCC?
2. Berapa nilai dari pengujian kuat tekan, modulus elastisitas, kuat tarik, dan kuat lentur dari variasi penggunaan *sika fume*, serbuk batu kapur dan keduanya sebagai bahan tambah sebagian semen?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka tujuan penelitian untuk setiap variasi adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui pengaruh dari penggunaan *sika fume*, serbuk batu kapur dan keduanya sebagai bahan tambah sebagian semen pada beton SCC yang ditinjau dari pengujian *slump flow*, *V-funnel*, dan *L-box*,
2. Mengetahui pengaruh dari penggunaan *sika fume*, serbuk batu kapur dan keduanya sebagai bahan tambah sebagian semen pada beton SCC yang ditinjau dari pengujian kuat tekan, modulus elastisitas, kuat tarik, dan kuat lentur.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat yang ingin didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

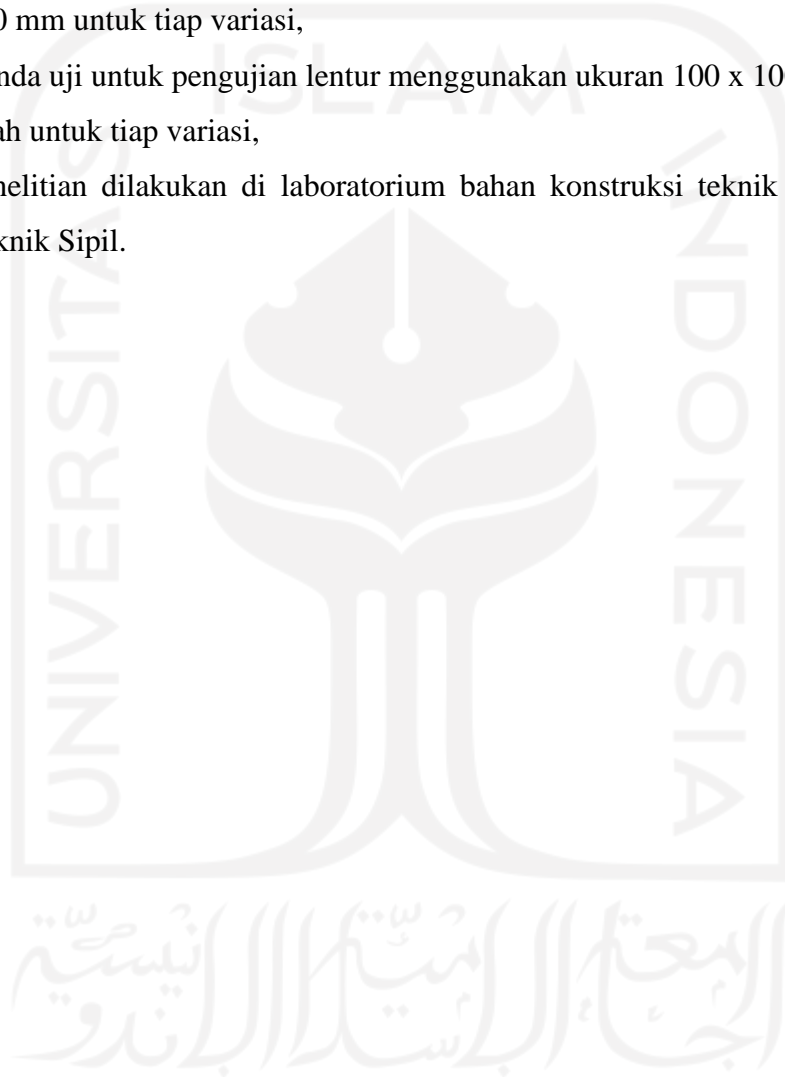
1. Mengetahui perbandingan kekuatan yang dihasilkan dari penggunaan optimal terhadap penggunaan bahan *additive* batu kapur, *sika fume* dan keduanya,
2. Mendapatkan hasil dari karakteristik beton dapat memenuhi syarat dari beton SCC,
3. Mengharapkan pengembangan teknologi ini dapat menjadi alternatif untuk material penyusunan beton, dan
4. Menjadikan hasil dari penelitian ini untuk referensi dalam pengembangan penelitian selanjutnya.

### 1.5 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, ada beberapa batasan agar penelitian dapat dilaksanakan dengan mudah dan tidak tetap pada tujuan penelitian. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Komposisi beton dengan bahan tambah *sika fume* mengacu pada Bima Arya Nugraha (2017) dan bahan tambah batu kapur mengacu pada Kaulika Afien Pratama (2018),
2. Variasi benda uji yang digunakan ada 4 macam:
  - a. 0% batu kapur dan 0% *sika fume*,
  - b. 0% batu kapur dan 3% *sika fume*,
  - c. 15% batu kapur dan 0% *sika fume*, dan
  - d. 15% batu kapur dan 3% *sika fume*.
3. Mutu beton yang digunakan dalam pengujian sebesar 30 Mpa,
4. Pengujian beton SCC dilakukan pada umur 14 dan 28 hari,
5. *Superplasticizer* menggunakan *viscocrete 3115N* sebanyak 0,9% dari berat semen,
6. Agregat halus berasal dari Progo, Kab. Kulon Progo, Yogyakarta,
7. Agregat kasar atau kerikil berasal dari Clereng, Kab. Kulon Progo, Yogyakarta,
8. Batu kapur yang digunakan adalah jenis batu kapur padam, lolos uji saringan 200 dan berasal dari daerah Wonosari,
9. *Sika fume* yang digunakan adalah dari merk PT Sika Indonesia,

10. *Mix design* menggunakan metode SNI 03-2834-2000 dan EFNARC sebagai standar karakteristik beton SCC,
11. Air yang akan digunakan berasal dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT) Prodi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia,
12. Benda uji berupa 16 buah silinder beton berukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm untuk tiap variasi,
13. Benda uji untuk pengujian lentur menggunakan ukuran 100 x 100 x 400 mm 3 buah untuk tiap variasi,
14. Penelitian dilakukan di laboratorium bahan konstruksi teknik (BKT) Prodi Teknik Sipil.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Umum**

##### **2.1.1 Beton SCC**

Beton memadat mandiri (*self compacting concrete*) merupakan beton yang dapat mengalir sendiri dan dapat dicetak pada bekisting dengan tingkat penggunaan alat pemadat yang sangat sedikit atau bahkan tidak dipadatkan sama sekali. Beton ini memanfaatkan pengaturan ukuran agregat, porsi agregat dan bahan tambah *superplastiziser* untuk mencapai kekentalan khusus yang memungkinkannya mengalir sendiri tanpa bantuan alat pemadat. Dalam sekali penuangan dalam cetakan, beton ini akan mengalir sendiri mengisi semua ruang mengikuti prinsip gravitasi, termasuk pada pengecoran beton dengan tulangan pembesian yang sangat rapat. Beton ini akan mengalir ke semua celah di tempat pengecoran dengan memanfaatkan berat sendiri campuran beton. (Ladwing, II – M, Woise, F., Hemrich, N. 2001)

Menurut Citrakusuma (2012), keuntungan yang dapat diperoleh dari penggunaan beton SCC sebagai berikut:

1. Mengurangi lamanya proses pekerjaan konstruksi dan besarnya upah pekerja,
2. Pemadatan dan penggetaran beton yang dimaksudkan untuk memperoleh tingkat kepadatan optimum dapat dikurangi,
3. Mengurangi kebisingan yang mengganggu lingkungan sekitar yang diakibatkan dari alat *vibrator*,
4. Meningkatkan kepadatan elemen struktur beton dan bagian yang sulit dijangkau dengan alat pemadat, seperti *vibrator*,
5. Meningkatkan kualitas struktur beton secara keseluruhan.

Tetapi dibalik kelebihan beton SCC, beton ini memiliki kekurangan seperti berikut:

1. Dari segi biaya, beton SCC lebih mahal dari pada beton konvensional,

2. Dalam pembuatan bekisting sangat diperhatikan karena bila terdapat lubang dalam proses pembuatan bekisting maka akan berakibat kebocoran akibat keenceran pada campuran beton SCC.

#### 2.1.2 Sika Fume

*Sika fume* merupakan pengembangan dari bahan tambah *silica fume* dalam bentuk bubuk halus. *Sika fume* sangat efektif untuk meningkatkan daya tahan, kepadatan dan kuat beton mutu tinggi yang sesuai dengan ASTM-C-1240-00. Dengan ukurannya yang lebih halus 0,1 mili mikron dari butiran semen dipercaya dapat mengisi celah pada campuran beton yang menyebabkan rongga udara dapat berkurang dan membuat beton menjadi lebih padat (Data Teknis Sika Nusa Indonesia, 2011).

#### 2.1.3 Batu Kapur

Batu kapur (*limestone*) lebih sering dikenal sebagai gamping merupakan hasil dari sisa-sisa organisme laut seperti tumbuhan/binatang karang (koral), radiolarit, siput laut, kerang dsb yang telah mati. Batu kapur merupakan batuan sedimen yang berwarna kelabu, putih, atau warna lain yang terdiri dari kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) (Randa, 2020).

## 2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang membahas tentang penggunaan batu kapur dan sika fume sudah cukup banyak digunakan sebagai bahan tambah untuk mendapatkan kekuatan beton. Penggunaan batu kapur sebagai bahan tambah sudah dilakukan pada penelitian dari Kaulika (2018) dan Ferry (2002). Sedangkan untuk penggunaan *sika fume* sebagai bahan tambah pernah dilakukan penelitian oleh Riandika (2020), Bima (2017) dan Yetty (2015). Dalam pengerjaan penelitian ini dilakukan di laboratorium.

Riandika Hugi PF (2020) melakukan penelitian dengan bahan tambah *sika fume* variasi 6%, 7%, 8%, 9%, 10% dari berat semen dan *superplasticizer* variasi 1,6% dan 1,7% terhadap berat semen. Menggunakan metode *mix design* dari SNI 03-2834-2000 dan *The European Guidelines for SCC* sebagai syarat untuk pembuatan SCC. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan

*sika fume* dan *superplasticizer* (*sika visocrete-8045*) terhadap kuat tekan beton SCC.

Hasil penelitian diuraikan sebagai berikut.

1. Penggunaan *sika fume* sebagai bahan tambah mendapatkan hasil baik dikarenakan adanya gel koloid *calcium silicate hydrate* (C-S-H) di dalamnya dan *superplasticizer sika visocrete-8045* yang memiliki bahan dasar *polycarboxylate* yang memiliki peranan untuk kuat tekan yang lebih tinggi dan beton dapat memadat lebih cepat, selain itu dapat mengurangi penggunaan air diatas 30% dan sudah memenuhi standar EFNARC 2002.
2. Penggunaan *superplasticizer* dari produk PT Sika yaitu Visco-8045 mampu mengurangi penggunaan air sebesar 40% dari 238,75  $\text{kg/m}^3$  menjadi 143,25  $\text{kg/m}^3$  dengan penggunaan semen tetap sebanyak 628,29  $\text{kg/m}^3$  mendapatkan kuat tekan sebagai berikut:
  - a. Hasil optimal penggunaan Visco-8045 1,6% dan *sika fume* 9% mendapatkan kuat tekan sebesar 87,80 MPa (tercapai 219,5% dari desain rencana yaitu 40 MPa).
  - b. Hasil optimal penggunaan Visco-8045 1,7% dan *sika fume* 8% mendapatkan kuat tekan sebesar 93,97 MPa (tercapai 234,9% dari desain rencana yaitu 40 MPa).
3. Hasil pengujian tidak dapat mengacu pada PBI 1971 tabel 4.14 tentang faktor koreksi untuk beton umur 28 hari dikarenakan beton bukan beton normal (tanpa zat adiktif atau admixture) dan semen yang digunakan bukan semen Ordinary Portland Semen (OPC) Tipe I dan Ordinary Portland Semen (OPC) Tipe III.

Kaulika Afien Pratama dan Novi Rahmayanti (2018) melakukan penelitian dengan menggunakan batu kapur sebagai bahan tambah untuk campuran beton dan merendamkan bahan uji dengan menggunakan air laut. Menurut Tjokrodinuljo (2007), batu kapur memiliki sifat sebagai perekat dalam campuran beton sehingga dapat dijadikan sebagai bahan tambah untuk campuran beton. Pengujian dilakukan dengan menggunakan benda uji berbentuk silinder yang memiliki tinggi 300 mm dan diameter 150 mm. Menggunakan campuran dengan persentase 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat semen yang digunakan. Pengujian mengacu pada SNI

1972-2008 untuk pengujian *slump* dan SNI 1974-2011 untuk pengujian tekan beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil kekuatan beton apabila dilakukan proses perendaman dengan air laut.

Hasil penelitian dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Pada penggunaan batu padam sebanyak 15% mendapatkan nilai kuat tekan paling tinggi yaitu dengan hasil 31,61 MPa atau meningkat sebanyak 72,45% dari pada beton yang menggunakan batu padam 0% pada hari ke 28 yaitu 19,22 MPa.
2. Batu kapur padam memiliki fungsi sebagai bahan perekat dan pengisi dalam beton untuk meningkatkan kepadatan beton. Dapat dilihat dari peningkatan kuat tekan beton dan terjadi penurunan saat mencapai kadar maksimum 15% dari penambahan batu dari berat semen.

Bima Arya Nugraha (2017) melakukan penelitian dengan menggunakan bahan tambah *sika fume* berpersentase 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% terhadap berat semen. Dengan menghasilkan beton jenis SCC yang mengacu pada metode *mix design* dari SNI 03-2834-2000 dan EFNARC 2002 yang digunakan untuk menjadi patokan penentuan campuran beton SCC metode ini digunakan karena belum ada aturan penentuan untuk *mix design* beton SCC di Indonesia.

Hasil penelitian dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Dengan menggunakan *sika fume* sebagai bahan tambah membuat beton SCC menjadi semakin padat ini dapat dilihat dari semakin meningkatnya kecepatan rambat gelombang dan semakin kecil penyerapan airnya.
2. Dengan penambahan 3% dari berat semen mendapatkan hasil paling optimal dimana didapatkan hasil kuat desak sebesar 50,54 MPa, serapan air sebesar 4,468%, kecepatan rambat gelombang sebesar 4774 m/s, modulus elastisitas sebesar 32992,4 MPa, diameter akhir *slump flow* 650 mm, T50 selama 4,3 detik.
3. Dari hasil yang didapatkan penggunaan *sika fume* untuk campuran beton SCC yang menggunakan *superplasticizer viscocrete 3115n* masih menghasilkan beton SCC yang memenuhi syarat dari EFNARC 2002, yakni sampai dengan penambahan maksimum 3% dari berat semen.



Yetty Riris Rotua Saragi dan Partahi H. Lumbangaol (2015) melakukan penelitian dengan bahan tambah *sika fume* dan menggunakan penambahan sebesar 0%, 5%, 5.5%, 6%, 6,5% dan 7% dari berat semen. Benda uji memiliki ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30, benda diuji pada umur 3, 9, 14, 21, dan 24 hari. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh bahan *additive sika fume* terhadap nilai *slump flow* dan kuat tekan beton.

Hasil penelitian dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Nilai untuk mendapatkan nilai *slump* optimal terjadi pada penambahan 6,5% dan 7,0%. Penambahan *sika fume* lebih besar dapat mengakibatkan nilai *slump* menjadi semakin kecil.
2. Penambahan *sika fume* sebesar 6,0%, 6,5% dan 7,0% dapat memenuhi persyaratan kuat tekan yaitu 30 MPa.
3. Dengan begitu dapat diambil kesimpulan penambahan *sika fume* optimal ada pada 6,5% - 7,0% dapat memenuhi spesifikasi nilai *slump* dan kuat tekan beton.
4. Penggunaan *sika fume* membuat daerah *interfacial* menjadi lebih baik yaitu bertambah kuatnya ikatan antara agregat dengan pasta semen. *Sika fume* mengandung unsur SiO<sub>2</sub> yang tinggi dan secara fisik lebih halus dari pada semen sehingga dapat menambahkan kekuatan beton jika digunakan untuk bahan tambah beton. Dengan adanya karakteristik tersebut *sika fume* dapat mengisi rongga-rongga antar butiran semen dan dapat memberikan sifat hidrolik pada kapur mati yang dihasilkan dari proses hidrasi.
5. Beton normal pada umur 28 hari mencapai hasil kekuatan mencapai 30,11 MPa dan telah memenuhi kriteria. Sedangkan dengan penggunaan *sika fume* sebagai bahan tambah sudah mencapai kekuatan 30 MPa dengan menggunakan penambahan sebesar 6,%, 6,5% dan 7,0%. Dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan tersebut mendapatkan hasil waktu pengerasan yang lebih cepat.
6. Kuat tekan beton karakteristik 300 kg/cm<sup>2</sup> dapat dicapai untuk beton normal dan penambahan *sika fume* 5,0% - 7,0%.

Ferry Adi Krisanto dan Andri Suhariyanto (2002) melakukan penelitian dengan menggunakan batu kapur sebagai *filler* untuk melihat penambahan dari kekuatan beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui manfaat dari

penambahan batu kapur dapat berpengaruh terhadap kekuatan mutu beton yang diinginkan. Batu kapur yang digunakan sebagai campuran menggunakan persentase 5%, 10% dan 15% dari berat semen, menggunakan mutu beton K-225 dan pengujian dilakukan pada saat umur beton 3, 7, 28 hari dengan ukuran benda uji 15 x 15 x 15 cm.

Hasil penelitian dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Dengan menggunakan semen gresik PC tipe 1 dan menggunakan proporsi campuran 1 : 0,47 : 1,93 : 3,95 (dalam berat kg) untuk beton normal ternyata menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi 30,56% dibandingkan dengan beton yang diberikan bahan tambah batu kapur pada campurannya. Namun, dengan menggunakan persentase 15% masih dapat memenuhi standar perencanaan kuat tekan beton karakteristik yakni 225 kg/cm<sup>2</sup>. Akan tetapi penggunaan bahan tambah yang melebihi kadar 15% akan terjadi penurunan.
2. Bahan tambah batu kapur khususnya jenis bubuk kapur padam dapat digunakan untuk tambahan campuran beton yang efisien untuk mengurangi penggunaan semen. Khususnya untuk beton dengan keadaan kelilingnya non korosif.

### 2.3 Keaslian Penelitian

Topik penelitian yang akan dibahas merupakan pengembangan dari pada penelitian-penelitian terdahulu yang mana menggunakan penelitian dari Kaulika dkk(2018), Bima (2017), Yetty dkk (2015), dan Ferry dkk (2002). Penelitian ini akan berfokus kepada perbandingan kekuatan dari penggunaan bahan tambah *sika fume* dan batu kapur sebagai *filler* pada beton SCC normal sebagai pembanding. Perbedaan penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan

|                       | Penelitian Terdahulu  |  |  |  |   | Penelitian yang dilakukan   |
|-----------------------|---|--|--|--|---|---|
| Nama Peneliti (tahun) | Riandika Hugo PF, Bahrul Anif dan Khadavi (2020)  | Kaulika Afien Pratama dan Novi Rahmayanti (2018)   | Bima Arya Nugraha (2017)   | Yetty Riris Saragi dan Partahi H. Lumbangaol (2015)  | Ferry Adi Krisanto dan Andri Suhariyanto (2002)   | Ananda Bagus Budi Hartanto (2021)   |
| Judul                 | Pengaruh Penambahan <i>Silica Fume</i> Terhadap Beton <i>Self Compacting Concrete</i> (SCC)   | Pengaruh Serbuk Kapur Sebagai Bahan Tambah Pembuatan Beton Akibat Proses Curing Air Laut Terhadap Karakteristik Beton  | Pengaruh Penambahan <i>Sika Fume</i> Terhadap Kuat Tekan <i>Self Compacting Concrete</i> yang Menggunakan <i>Superplasticizer Viscocrete 3115N</i>   | Kinerja Campuran Beton Dengan <i>Filler Sika Fume</i> Ditinjau Dari Faktor Lama Perendaman.  | Pengaruh Batu Kapur Terhadap Kuat Tekan Beton   | Pengaruh Penggunaan Batu Kapur dan <i>Sika Fume</i> Sebagai <i>Filler</i> Pada Beton SCC  |
| Tujuan Penelitian     | Penelitian ini dilakukan dengan maksud untuk mengetahui pengaruh penambahan <i>silica fume</i> ( <i>sika fume</i> ) dan <i>superplasticizer</i> ( <i>sika viscocrete</i> ) terhadap kuat tekan beton SCC dengan menggunakan SNI 03-2834-2000 untuk <i>mix design</i> dan EFNARC (2002) sebagai syarat beton SCC | Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan batu kapur sebagai bahan tambah untuk campuran beton dan merendamkan bahan uji dengan menggunakan air laut, menggunakan ukuran benda uji diameter 15 cm dan tinggi 30 cm yang bertujuan untuk mengetahui hasil kekuatan beton apabila dilakukan proses <i>curing</i> menggunakan air laut. | Penelitian ini dilakukan dengan maksud untuk mengetahui penggunaan bahan tambah <i>sika fume</i> yang paling optimum dari rentang persentase 0% - 5% dari berat semen dengan penggunaan beton SCC, menggunakan proporsi agregat halus 51% dan agregat kasar 49%. | Penelitian ini dilakukan dengan maksud untuk mengetahui pengaruh penambahan <i>sika fume</i> terhadap nilai <i>slump</i> dan kuat tekan beton menggunakan bahan uji silinder ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, dengan menggunakan persentase 0%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5% dan 7% dari berat semen. | Penelitian ini dilakukan dengan maksud untuk mengetahui apakah dengan adanya penambahan kapur dapat berpengaruh nyata terhadap kekuatan mutu beton yang akan diinginkan, dengan menggunakan mutu beton K-225 (18,68 MPa). | Penelitian ini dilakukan dengan maksud untuk mengetahui perbandingan kekuatan dan karakteristik beton SCC dengan bahan tambah <i>sika fume</i> , batu kapur dan keduanya dengan pengembangan dari penelitian-penelitian sebelumnya yang sudah pernah dilakukan. |
| Hasil Penelitian      | Hasil dari pengujian ini mendapatkan persentase   | Hasil pengujian mendapatkan persentase 15% adalah  | Hasil pengujian ini mendapatkan penggunaan bahan   | Hasil pengujian ini mendapatkan penggunaan <i>sika fume</i>  | Hasil pengujian ini mendapatkan penambahan batu   | Hasil pengujian mendapatkan penggunaan <i>sika fume</i>   |

|  |  |  |  |   |  |  |
|--|--|--|--|---|--|--|
|  | <p>penggunaan optimal untuk <i>visco</i>-8045 dosis 1,6% dengan <i>silica fume</i> 9% mendapatkan hasil 87,80 MPa dan untuk <i>visvo</i>-8045 dosis 1,7% dengan <i>silica fume</i> 8% mendapatkan hasil 93,97 MPa dengan perbandingan desain rencana adalah 40 MPa, peningkatan ini diakibatkan oleh gel koloid <i>calcium silicate hydrate</i> dari <i>sika fume</i> dan <i>polycarboxylate</i> dari <i>superplasticizer</i>.</p> | <p>kadar maksimum dalam penggunaan bahan tambah batu kapur, dengan sifat yang dimilikinya sebagai bahan perekat dan dapat mengisi bagian dalam beton sehingga mendapatkan hasil kepadatan beton yang meningkat hasil tertinggi yang didapatkan dari pengujian ini pada penambahan 15% dari jumlah semen sebesar 31,61 MPa atau meningkat 72,45% dengan beton tanpa menggunakan batu kapur yaitu sebesar 10,22 MPa.</p> | <p>tambah <i>sika fume</i> optimal untuk digunakan beton SCC adalah sebesar 3% dari berat semen yang mendapatkan kuat desak sebesar 20,54 MPa, serapan air sebesar 4,468%, kecepatan rambat gelombang sebesar 4774 m/s, modulus elastisitas sebesar 32992,4 MPa, diameter akhir <i>slump flow</i> 650 mm dan T50 selama 4,3 detik.</p> | <p>optimal untuk digunakan sebagai bahan tambah adalah dengan presentase 6,5% dan 7% yang dapat memenuhi spesifikasi nilai <i>slump</i> dan kuat tekan dengan penelitian ini didapatkan hasil berupa semakin meningkatnya penggunaan <i>sika fume</i> sebagai bahan tambah mengakibatkan kelecakan adukan beton berkutang</p> | <p>kapur jenis padam kedalam campuran beton dengan persentase maksimum 15% dari berat semen mendapatkan kekuatan paling optimal dibandingkan dengan beton tanpa campuran batu kapur, peningkatan yang terjadi adalah sebesar 30,56% dan menggunakan benda uji berukuran 15x15x15cm</p> | <p>sebagai bahan tambah lebih cocok dibandingkan dengan penggunaan serbuk kapur untuk bahan tambah semen, ditunjukkan dengan seluruh hasil pengujian terbaik dimiliki oleh varian <i>sika fume</i>. untuk karakteristik beton SCC penggunaan serbuk kapur tidak dapat memenuhi persyaratan dari EFNARC sehingga tidak layak.</p> |
|--|--|--|--|---|--|--|

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Pengertian Umum**

Beton merupakan hasil dari pencampuran semen (*Portland Cement*), agregat kasar, agregat halus dan air, serta dengan ataupun tanpa penggunaan bahan tambah (*admixture*) dalam perbandingan tertentu (SK-SNI-T15-1991-03). Bahan tambah yang dapat digunakan dapat berupa bahan kimia ataupun bahan buangan non-kimia. Semakin dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras hal ini diakibatkan oleh reaksi kimia yang disebabkan oleh semen sebagai perekat untuk menjadikannya beton yang kuat dan akan mencapai kekuatan rencana ( $f'c$ ) pada usia 28 hari.

Menurut Tjokrodinuljo (1992), beton memiliki kelebihan diantaranya:

1. Beton termasuk bahan yang berkekuatan tekan tinggi, serta mempunyai sifat yang tahan terhadap pembusukan oleh kondisi lingkungan. Bila dibuat dengan cara yang baik, kuat tekannya dapat sama dengan batuan alami,
2. Memiliki harga yang relatif murah karena menggunakan bahan dasar dari lokal, kecuali semen portland. Hanya untuk daerah tertentu yang sulit mendapatkan pasir dan kerikil akan membuat harga beton menjadi lebih mahal karena diharuskan memesan terlebih dahulu,
3. Beton termasuk tahan kebakaran dan tahan aus, sehingga biaya perawatannya termasuk rendah,
4. Beton segar dapat dengan mudah diangkut ataupun dicetak dalam bentuk apapun dan ukuran sebarang tergantung dari keinginan. Cetakan dapat digunakan ulang beberapa kali sehingga menjadi lebih ekonomis.

Selain memiliki kelebihan, menurut Tjokrodinuljo (1992) beton juga memiliki beberapa kekurangan yang perlu diperhatikan diantaranya:

1. Beton memiliki kuat tarik yang sangat rendah yang dapat mengakibatkan kemudahan dalam keretakan struktur. Oleh karena itu penggunaan baja tulangan merupakan solusi untuk mendapatkan kuat tarik yang memadai,
2. Beton keras dapat menyusut dan mengembang jika terjadi perubahan suhu,
3. Beton sulit untuk kedap air secara sempurna, sehingga selalu dapat dimasuki air dan air yang membawa kandungan garam dapat merusak beton,
4. Memiliki sifat tidak daktail (getas) yang menyebabkan harus melalui proses perhitungan dengan seksama agar setelah dikompositkan dengan baja tulangan memiliki sifat daktail, terutama untuk beton struktur tahan gempa.

Beton memiliki sifat-sifat yang digunakan sebagai kelebihan dalam merencanakan suatu struktur bangunan dan berikut adalah sifat-sifat yang dimiliki beton.

#### 1. Kekuatan

Beton terkenal memiliki kuat tekan yang sangat baik dalam menerima beban. Menurut peraturan beton di Indonesia (PBI-1971, diperbaiki dengan SK SNI T-15-1991-03 dan SNI 03-2847-2002), kuat tekan beton memiliki notasi  $f'_c$ , yaitu kuat tekan silinder beton yang disyaratkan pada beton yang sudah berumur 28 hari. Kuat tekan beton dapat digolongkan menjadi beberapa jenis, dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut.

**Tabel 3.1 Jenis Beton Menurut Kuat Tekannya**

| Jenis Beton                    | Kuat Tekan (MPa) |
|--------------------------------|------------------|
| Beton sederhana                | $\leq 10$        |
| Beton Normal                   | 15 – 30          |
| Beton Pra Tegang               | 30 – 40          |
| Beton kuat tekan tinggi        | 40 – 80          |
| Beton kuat tekan sangat tinggi | $>80$            |

(Sumber: Tjokrodimuljo, 2007)

#### 2. Berat Jenis

Berdasarkan pemakaian dan berat jenisnya beton dikelompokkan menjadi beberapa kelompok yang dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut.

**Tabel 3.2 Jenis-Jenis Beton Berdasarkan Berat Jenis dan Pemakaiannya**

| Jenis Beton         | Berat Jenis Beton<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | Pemakaian       |
|---------------------|---|-----------------|
| Beton sangat ringan | <1000                                     | Non struktur    |
| Beton ringan        | 1000-2000                                 | Struktur ringan |
| Beton normal        | 2300-2500                                 | Struktur        |
| Beton berat         | >3000                                     | Perisai sinar X |

(Sumber: Tjokrodinuljo, 2003)

### 3. Modulus Elastisitas

Pasal 19.2.2 SNI 03-2847-2019 menyatakan modulus elastisitas beton dapat ditentukan berdasarkan berat beton normal ( $W_c$ ) dan kuat tekan beton  $f'_c$ , dengan rumus dibawah ini.

$$E_c = (W_c)^{1,5} \cdot 0,043 \cdot \sqrt{f'_c} \quad (3.1)$$

dimana:

$$W_c = 1400 - 2560$$

Untuk beton normal, nilai  $E_c$  data diambil dengan rumus berikut.

$$E_c = 4700 \cdot \sqrt{f'_c} \quad (3.2)$$

dengan:

$E_c$  = modulus elastisitas beton (MPa)

$W_c$  = berat jenis beton

$f'_c$  = kuat tekan beton (MPa)

### 4. Susutan Pengerasan

Volume beton akan mengalami proses penyusutan setelah berumur 28 hari, ini dikarenakan terjadi proses penguapan air yang berakibat pada beton yang sedikit menyusut. Proses penyusutan ini dialami oleh pasta semen sedangkan agregat tidak mengalami perubahan volume yang berarti. Dapat disimpulkan

bahwa semakin besar jumlah pasta semen yang digunakan maka akan membuat penyusutan beton akan semakin besar.

#### 5. Kerapatan Air

Beton memiliki sifat kerapatan air yang dapat membuatnya kedap terhadap air yang bertujuan agar tidak mudah terjadi rembes atau kebocoran pada suatu bangunan tertentu. Hal ini dapat digunakan untuk proses pembangunan dinding penahan tanah, kolam renang, plat lantai, dinding kamar mandi, dan dinding *basement*.

### 3.2 Beton SCC

Dengan perkembangan dalam dunia konstruksi yang semakin pesat, telah ditemukan pengembangan dalam jenis beton yaitu beton *Self Compacting Concrete* (SCC). Beton jenis ini dapat memadat dengan mandiri tanpa bantuan alat penggetar (*vibrator*). Ide ini tercipta dari seorang peneliti dari Jepang yaitu Okamura dan Ozawa pada tahun 1995 di Jepang. Beton SCC terlahir dari rasa prihatin dari hasil beton dilapangan yang harus menggunakan alat penggetar (*vibrator*) untuk melakukan pemadatan, namun pada hasil akhirnya tidak menghasilkan beton yang benar-benar kuat. Bagian dari bangunan yang sangat sulit untuk dilewati oleh campuran beton adalah pada bagian atau komponen struktur yang bertemu pada satu titik buhul (*joint*). Contohnya terlihat pada bagian sambungan balok dan kolom, yang menggunakan penulangan yang sangat rapat (karena kebutuhan kekuatan pada komponen struktur yang mengakibatkan perlunya penggunaan jumlah tulangan yang bersilangan sangat banyak). Jika hanya menggunakan beton normal dan alat penggetar (*vibrator*) untuk membantu proses pembuatannya hasil akhir yang didapat biasanya tidak tercampur dengan sempurna. Dengan kondisi lapangan tersebut terjadi permasalahan sulitnya pengecoran beton dan mengakibatkan campuran beton tidak dapat mengisi keseluruhan rongga atau celah antar tulangan yang berakibat pada kekeroposan setelah proses pengecoran.

Berdasarkan spesifikasi SCC dari EFNARC 2005, kelecakan atau *workability* campuran beton segar dapat dikatakan sebagai SCC apabila memenuhi kriteria sebagai berikut.



1. *Filling Ability*

*Filling ability* adalah kemampuan beton SCC untuk mengalir dan mengisi keseluruhan bagian cetakan atau bekisting melalui beratnya sendiri. Untuk mengetahui kemampuan *filling ability* pada beton SCC, maka dilakukan pengujian *slump-flow* menggunakan kerucut *abrams* dengan waktu yang diperlukan aliran beton untuk mencapai diameter 500 mm ( $T_{50}$ ) yaitu 2-5 detik dan diameter yang dicapai oleh aliran beton yaitu 640-800 mm

2. *Passing Ability*

*Passing ability* merupakan kemampuan beton SCC untuk mengalir melalui celah antara beton tulangan atau bagian celah yang sempit dari cetakan tanpa terjadi *blocking*. Untuk mengetahui kemampuan ini, dilakukan pengujian menggunakan alat *L-shape box*. Dari pengujian tersebut didapatkan nilai *blocking ratio* yaitu nilai yang didapatkan dari perbandingan antara  $H_2/H_1$ . Semakin besar nilai *blocking ratio*, maka semakin mudah beton segar mengalir dengan viskositas tertentu. Dengan nilai yang disyaratkan adalah sebesar 0,8 – 1.

3. *Segregation Resistance*

*Segregation resistance* merupakan kemampuan beton SCC untuk menjaga tetap dalam keadaan komposisi yang homogen selama waktu transportasi sampai pada pengecoran. Untuk mengetahui kemampuan ini, dilakukan pengujian menggunakan *V-funnel* dengan waktu yang diperlukan untuk beton segar dalam mengalir melalui mulut diujung bawah alat ukur *V-funnel* antara 6-12 detik.

Dari pembahasan kriteria tersebut, untuk persyaratan lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 3.4 berikut ini.

**Tabel 3.4 Kriteria Persyaratan SCC**

| No. | Metode Pengujian  | Kriteria Penerimaan |          | Satuan |
|-----|-------------------|---------------------|----------|--------|
|     |                   | Minimum             | Maksimum |        |
| 1.  | <i>Slump-flow</i> | 640                 | 800      | mm     |

|    |                                  |     |     |                                   |
|----|----------------------------------|-----|-----|-----------------------------------|
| 2. | <i>T<sub>50 slump-flow</sub></i> | 2   | 5   | detik                             |
| 3. | <i>L-shape box</i>               | 0,8 | 1,0 | (h <sub>2</sub> /h <sub>1</sub> ) |
| 4. | <i>V-funnel</i>                  | 6   | 12  | detik                             |

(sumber: EFNARC 2005)

### 3.3 Material Pembentuk Beton SCC

#### 3.3.1 Semen Portland

Menurut Tjokrodinuljo (1992), semen portland merupakan semen yang didapatkan dengan menghaluskan klinker (bahan yang digunakan sebagai pengikat semen) yang terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan. Suatu semen saat dicampurkan dengan air maka akan terbentuk adukan pasta semen, sedangkan bila adukan dengan air dicampurkan dengan pasir akan menjadi mortar semen, dan bila ditambahkan dengan batu pecah atau kerikil akan disebut dengan beton. Semen terbuat dari campuran tanah liat (lempung) yang mengandung alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dan silika (SiO<sub>2</sub>) dan kapur yang mengandung CaO, yang ditambahkan dengan gips dan klinker. Presentase unsur kimia semen portland dapat dilihat pada tabel 3.5 berikut.

**Tabel 3.5 Unsur-Unsur Dalam Semen**

| Unsur kimia dalam semen                            | Persentase(%) |
|--|---------------|
| Kapur (CaO)  | 60-65         |
| Silika (SiO <sub>2</sub> )                         | 17-25         |
| Alumina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )          | 3-8           |
| Oxid besi (FeO <sub>3</sub> )                      | 0,5-6         |
| Magnesium (MgO)                                    | 0,5-4         |
| Sulfur (SO <sub>3</sub> )                          | 0,5-1         |
| Soda/Potash (Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O) | 0,5-1         |

(Sumber: Tjokrodinuljo, 2007)

Semen portland berdasarkan dari tipe penggunaannya dibedakan menjadi beberapa jenis yaitu:

1. Tipe I merupakan jenis semen portland yang digunakan pada konstruksi umum yang penggunaannya tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang diisyaratkan pada jenis-jenis lain,
2. Tipe II merupakan jenis semen portland yang digunakan pada konstruksi yang memerlukan ketahanan terhadap panas hidrasi sedang dan sulfat. Biasa digunakan pada pembangunan bendungan,
3. Tipe III merupakan jenis semen portland yang digunakan pada konstruksi yang menuntut kekuatan awal yang tinggi. Beton jenis ini digunakan pada beton yang memerlukan kekuatan yang harus cepat tercapai kekuatannya. Biasa digunakan pada pembuatan jalan dikarenakan jalan harus cepat dibuka agar tidak menghambat lalu lintas,
4. Tipe IV merupakan jenis semen portland yang digunakan pada konstruksi yang memerlukan persyaratan panas hidrasi yang rendah,
5. Tipe V merupakan jenis semen portland yang digunakan pada konstruksi yang memerlukan persyaratan sangat tahan terhadap sulfat dan mengeluarkan panas. Biasa digunakan pada pekerjaan yang besar dan masif, seperti pada pekerjaan pondasi berukuran besar, bendung, dan pekerjaan besar lainnya.

Fungsi semen adalah untuk merekatkan seluruh bahan beton agar mendapatkan masa yang kompak dan padat. Semen menempati 10% dari kadar volume beton, ini disebabkan dari sifatnya yang mengisi rongga-rongga di antara butiran agregat (Tjokrodimuljo, 1992).

### 3.3.2 Air

Bahan lain yang diperlukan dalam proses pembentukan beton adalah air. Air berperan untuk menjadi pelumas bagi butiran-butiran agregat agar mudah untuk dikerjakan dan dipadatkan. Menurut Mulyono (2004), air juga berperan untuk memicu terjadinya proses kimiawi pada semen agar dapat merekatkan seluruh material yang ada. Air yang dapat digunakan dalam proses pencampuran ini umumnya adalah air yang dapat diminum bisa dijadikan bahan campuran beton. Air yang mengandung senyawa berbahaya, garam, minyak, gula, tercemar dan bahan kimia lainnya, jika dipakai untuk campuran beton dapat menurunkan kualitas dari beton itu sendiri dan bahkan dapat mengubah sifat beton yang dihasilkan.

Pada tabel 3.6 berikut merupakan kriteria dari kadungan zat kimia yang dapat digunakan untuk campuran beton.

**Tabel 3.6 Batasan Maksimum Kandungan Zat Kimia Air Adukan**

| No. | Kandungan Unsur Kimia                               | Maksimum Konsentrasi |
|-----|---|----------------------|
| 1.  | Klorida, Cl   |                      |
|     | a. Beton pratekan                                   | 500 ppm              |
|     | b. Beton bertulang                                  | 1000 ppm             |
| 2.  | Sulfat, SO <sub>4</sub>                             | 1000 ppm             |
| 3.  | Alkali (Na <sub>2</sub> O + 0,658 K <sub>2</sub> O) | 600 ppm              |
| 4.  | Total benda pada ( <i>solid</i> )                   | 50000 ppm            |

(Sumber: Nasution, 2009)

### 3.3.3 Agregat kasar

Menurut SNI 03-2834-2000, agregat kasar merupakan kerikil hasil dari disintegrasi alami yang terjadi dari batu atau berupa batu pecah yang didapatkan dari industri pemecah batu yang memiliki ukuran butir 5 mm - 40 mm. Syarat yang harus dipenuhi oleh agregat kasar berdasarkan dari Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (SK SNI S-04-1989-F) yaitu:

1. Ukuran butiran beraneka ragam,
2. Tidak berpori dan butir keras,
3. Bersifat kekal,
4. Tidak mengandung zat-zat alkali,
5. Kandungan lumpur kurang dari 1%, dan
6. Jumlah butir pipih dan panjang dapat dipakai jika kurang dari 20% berat keseluruhan.

### 3.3.4 Agregat Halus

Agregat halus merupakan pasir alam sebagai hasil disintegrasi secara alami dari batu atau pasir yang dihasilkan dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butirannya <5,0 mm (SNI 03-2834-2000). Menurut Antoni dan Nugraha (2007) agregat halus dapat digunakan apabila memenuhi beberapa persyaratan sebagai berikut.

1. Agregat halus tidak terdapat atau mengandung bahan-bahan organik yang dapat bereaksi terhadap senyawa dari semen Portland, tidak mengandung pasir (garam) laut karena dapat mengakibatkan korosi pada tulangan beton.
2. Tidak mengandung lumpur lebih dari 5% (bagian yang lolos ayakan 0,063 mm) dan jika kadar lumpur melebihi 5% maka harus dicuci terlebih dahulu,
3. Harus bersifat kekal (tidak mudah pecah dan hancur) agar dapat tahan dari perubahan lingkungan yang terjadi (panas,dingin).

#### 3.3.5 *Superplasticizer*

*Superplasticizer* merupakan bahan tambah yang berguna untuk meningkatkan kelecakan dari campuran beton. Biasa digunakan untuk campuran beton mutu tinggi, karena dapat mengurangi penggunaan air sampai dengan 30%. Mekanisme kerja dari *superplasticizer* adalah menghasilkan gaya tolak-menolak pada partikel semen agar tidak terjadi penggumpalan partikel semen yang dapat mengakibatkan adanya rongga udara dalam beton, yang mengakibatkan kekuatan dan mutu beton menurun.

Menurut Antoni dan Nugraha (2007), manfaat penggunaan *superplasticizer* diantaranya:

1. Meningkatkan *workability* dalam pengerjaan beton sehingga menjadi lebih besar dari pada penggunaan *water reducer* biasa,
2. Mengurangi penggunaan air sebanyak 25 – 35%,
3. Memudahkan dalam pemerataan beton pada tulangan yang rapat dan pada bagian sulit dijangkau oleh pemadatan yang memadai,
4. Dapat membantu mempercepat pelepasan acuan dan kabel prategang, karena tidak terpengaruh pada proses perawatan,
5. Menghasilkan mutu beton yang setara dengan faktor air semen yang lebih kecil, sehingga penggunaan semen menjadi lebih sedikit.

#### 3.3.6 Batu Kapur Padam

Batu kapur padam (*gamping*) merupakan salah satu bahan bangunan yang cukup mudah untuk ditemukan di seluruh Indonesia. Secara kasatmata batu kapur memiliki warna kelabu, putih, atau warna lain yang terdiri dari kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ). Secara alami batu *gamping* dihasilkan dari sisa-sisa organisme laut

seperti tumbuhan atau binatang karang (koral), radiolarit, siput laut, kerang dsb yang telah mati dan memiliki berat jenis  $2,387 \text{ ton/m}^3$ . Menurut Arief (2012) proses dari pembentukan batu gamping terjadi dengan 3 cara, yaitu:

1. Kimia, batu kapur dapat terbentuk dari iklim dan suasana lingkungan tertentu dalam air laut maupun air tawar. Proses selanjutnya batu kapur ini kemudian dibakar dengan suhu  $900^\circ \text{C}$ .
2. Organik, pada umumnya pembentukan dari batu kapur secara organik terjadi dari sisa-sisa cangkang siput dan kerang ataupun berasal dari tulang binatang,
3. Mekanik, dalam proses mekanik ini pembentukan batu kapur sama seperti pembentukan organik, namun terjadi perombakan bahan batu yang kemudian terbawa oleh arus dan terjadi pengendapan yang tidak jauh dari tempat semula.

Batu kapur yang akan digunakan adalah batu kapur jenis padam. Kapur padam atau biasa dikenal dengan gamping bakar diperoleh dari daerah Wonosari. Proses pembuatan dilakukan dengan cara dibakar dalam tungku dengan suhu  $900^\circ \text{C}$ . Hasil dari pembakaran menghasilkan kapur padam berwarna putih bersih. Setelah dikeluarkan dari tungku pembakaran, kapur padam diberi air sehingga bereaksi dan mengeluarkan panas. Kapur padam sudah bisa digunakan untuk keperluan industri setelah didiamkan selama 2 hari.

### 3.3.7 Silica Fume

Menurut standar *specification for silica fume for use in hydraulic cement concrete and mortar* (ASTM-C618-86), *silica fume* merupakan bahan tambah yang mengandung  $\text{SiO}_2$ , bahan tersebut merupakan bahan yang sangat halus berdiameter  $1/100$  dari diameter semen. *Silica fume* memiliki peranan penting terhadap pengaruh sifat kimia dan mekanik dari beton. *Silica fume* dapat mengisi rongga-rongga diantara bahan semen, maka diameter pori mengecil serta total volume pori juga berkurang.

Menurut Arief (2017), keuntungan dari penggunaan *silica fume* sebagai bahan tambah dapat ditinjau dari dua kondisi yaitu:

1. Saat beton dalam proses pengikatan, sebagai berikut:
  - a. Memberikan waktu untuk melakukan proses pengikatan (*setting time*) yang cukup lama,

- b. Mengurangi terjadinya *bleeding* atau perembesan air pada beton,
  - c. Mendapatkan *workability* yang lebih mudah dalam pengerjaannya.
2. Saat beton dalam kondisi keras, sebagai berikut:
- a. Mendapatkan peningkatan kuat tarik,
  - b. Mendapatkan peningkatan kuat lentur,
  - c. Dapat memperkecil rangkai dan susut pada beton,
  - d. Dapat meningkatkan ketahanan terhadap zat sulfat dan dari lingkungan,
  - e. Sebagai penetrasi klorida,
  - f. Permeabilitas menjadi lebih kecil,
  - g. Mendapatkan ketahanan pada keausan tinggi.

*Sika fume* adalah generasi terbaru dari bahan tambah beton yang berbentuk bubuk halus yang dikembangkan dari teknologi *silica fume*. Bahan *additive* ini sangat efektif untuk meningkatkan daya tahan, kepadatan dan kuat tekan beton mutu tinggi yang sesuai dengan standar ASTM-C-1240-00. *Sika fume* memiliki ukuran yang lebih halus 0,1 mili mikron dari butiran semen dan dipercaya dapat mengisi celah pada campuran beton yang akan menyebabkan rongga udara dapat berkurang dan membuat beton menjadi lebih padat. (Data Teknis Sika Nusa Indonesia, 2011).

### 3.4 Bahan Tambah (*Admixture*)

Menurut *American Concrete Institute* (ACI), bahan tambah merupakan material selain dari semen, air dan agregat yang dicampurkan ke dalam mortar atau beton yang ditambahkan sebelum atau selama proses pengadukan berlangsung. Penggunaan bahan tambah dalam pencampuran beton atau mortar tidak mengubah komposisi yang besar dari bahan lainnya, karena penggunaan bahan tambah merupakan pengganti dari campuran beton itu sendiri. Karena tujuannya memperbaiki atau merubah sifat dan karakteristik tertentu dari mortar atau beton yang akan dihasilkan, maka perubahan komposisi untuk berat volume tidak terasa secara signifikan dibandingkan dengan komposisi awal beton tanpa bahan tambah.

Bahan tambah yang digunakan untuk dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu bahan tambah kimia dan mineral pembantu. Zat kimia tambahan biasanya

berupa serbuk atau cairan yang secara kimiawi langsung mempengaruhi kondisi campuran beton. Sedangkan untuk mineral pembantu merupakan tambahan berupa agregat yang mempunyai karakteristik tertentu.

#### 3.4.1 Bahan Tambah Kimia

Menurut ASTM C.494, bahan tambah kimia dibedakan menjadi tujuh tipe bahan tambah yaitu:

1. Tipe A *Water Reducing*  
Tipe ini merupakan jenis bahan tambah yang mengurangi air dalam pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu.
2. Tipe B *Retarding*  
Bahan tambah ini berfungsi untuk menghambat waktu dari pengikatan beton. Digunakan pada saat kondisi cuaca yang panas atau untuk memperpanjang waktu pematatan.
3. Tipe C *Accelerating*  
Bahan tambah ini berfungsi untuk mempercepat waktu pengikatan dan pengembangan kekuatan awal pada beton. Digunakan untuk mengurangi lama dari waktu pengeringan dan mempercepat pencapaian kekuatan awal beton.
4. Tipe D *Water Reducing and Retarding*  
Bahan tambah ini berfungsi mengurangi jumlah air yang diperlukan dalam pembuatan beton dan menghambat pengikatan awal.
5. Tipe E *Water Reducing and Accelerating*  
Bahan tambah ini berfungsi mengurangi jumlah air yang diperlukan dalam pembuatan beton dan mempercepat pengikatan awal.
6. Tipe F *Water Reducing and High Range*  
Bahan tambah ini berfungsi mengurangi jumlah air yang diperlukan dalam pembuatan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih.
7. Tipe G *Water Reducing, High Range and Retarding*



Bahan tambah ini berfungsi mengurangi jumlah air yang diperlukan dalam pembuatan beton dengan konsistensi tertentu dan untuk menghambat pengkatan beton atau biasa disebut dengan *plasticizer*.

#### 3.4.2 Bahan Tambah Mineral Pembantu

Bahan tambah mineral lebih banyak digunakan untuk memperbaiki kuat tekan dari beton. Beberapa bahan tambah mineral menurut Nugraha dan Antoni (2007) yaitu:

1. Abu Terbang (*Fly Ash*)

*Fly ash* merupakan material yang berasal dari sisa pembakaran batu bara yang tidak terpakai. Menurut ASTM C 618, terdapat dua jenis dari abu terbang Kelas F dan Kelas C. Kelas F dihasilkan dari pembakaran batu bara jenis antrasit dan bituminous, sedangkan Kelas C dihasilkan dari batu bara jenis lignite dan subituminous yang mana memiliki kadar kapur tinggi.

2. Kerak Tanur Tinggi

Menurut ASTM C.989 kerak tanur tinggi (slag) merupakan produk non metal yang berbentuk halus, granular hasil dari pembakaran yang kemudian didinginkan dengan cepat dan mendadak.

3. Uap Silika (*Silika Fume*)

Menurut ASTM C.1240, silika fume merupakan material pozzolan yang halus, dimana komposisi silika lebih banyak yang dihasilkan dari tanur tinggi atau sisa dari produksi silikon atau aloy besi silikon. Penggunaan silika fume dimaksudkan untuk menghasilkan beton dengan kekuatan tekan yang tinggi.

### 3.5 Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan merupakan kemampuan dari suatu beton untuk bisa menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton dapat mengidentifikasi mutu dari suatu struktur dan semakin tinggi kekuatan struktur yang ingin dicapai maka akan semakin tinggi pula mutu beton yang akan dihasilkan (Mulyono, 2006).

Rumus untuk mendapatkan kuat tekan beton dari hasil pengujian laboratorium dengan sampel beton menggunakan rumus dari SNI 1974-2011 berikut.

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (3.3)$$

dengan:

$f'c$  = kuat tekan (MPa),

$P$  = beban tekan (N), dan

$A$  = luas penampang benda uji ( $\text{mm}^2$ ).

### 3.6 Modulus Elastisitas Beton

Menurut Murdock & Brook (1991), modulus elastisitas didapatkan dari perbandingan tekanan yang diberikan dengan perubahan bentuk per satuan panjang. Nilai dari modulus elastisitas suatu beton sangat bervariasi yang dipengaruhi oleh kekuatan beton, jenis pembebanan, umur beton, karakteristik maupun perbandingan semen dan agregat dari beton itu sendiri (McCormac, 2003).

Nilai modulus elastisitas dapat diperoleh dari pengujian laboratorium dengan benda uji silinder dapat dihitung menggunakan rumus ASTM C 469-02 berikut:

$$E = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1} \quad (3.4)$$

dengan:

$E$  = modulus elastisitas (MPa),

$\sigma_1$  = tegangan pada regangan 0,00005 (MPa),

$\sigma_2$  = tegangan pada beban elastis (MPa),

$\varepsilon_1$  = 0,00005 MPa, dan

$\varepsilon_2$  = regangan pada saat 40% beban atas.

Selain menggunakan rumus ASTM C-469 untuk mendapatkan nilai modulus elastisitas, terdapat pendekatan rumus secara empiris dari SNI 2847-2019 pada Pasal 8.5.1 berikut:

$$E_c = 4700 \times \sqrt{f'c} \quad (3.5)$$

dengan:

$E_c$  = modulus elastisitas (MPa),

$f'_c$  = kuat tekan (MPa).

### 3.7 Kuat Lentur

Kuat lentur beton merupakan kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua tumpuan guna untuk menahan gaya yang tegak lurus sumbu benda uji, sampai benda uji mengalami patah yang dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya satuan luas (SNI 03-4431-1997).

Dalam pengujian kuat lentur akan menggunakan standar pengujian dari SNI 4154-2014 karena akan menggunakan pembebanan terpusat ditengah bentang balok atau dengan cara pembebanan satu titik. Benda uji yang akan digunakan adalah berupa balok beton berukuran 400 x 100 x 100 mm.

Nilai dari kuat lentur dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan 3.5 berikut:

$$f_r = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (3.6)$$

Dengan:

- $f_r$  = kuat lentur beton (MPa),
- P = beban batas pengujian (N),
- L = Panjang benda uji (mm),
- b = lebar balok (mm), dan
- d = tinggi balok (mm).

### 3.8 Kuat Tarik Beton

Menurut Dipohusodo (1996), penggunaan beton sebagai salah satu komponen pada struktur bangunan akan dilakukan penambahan tulangan baja yang digunakan sebagai bahan yang dapat bekerjasama untuk membantu dalam kelemahan dari beton untuk dapat menahan gaya tarik yang diberikan.

Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai kuat tarik dari benda uji yang diperoleh dari hasil pembebanan dengan cara meletakkan benda uji secara horizontal atau mendatar dengan permukaan meja penekan mesin uji tekan (SNI 03-2491-2002). Pengujian tarik beton akan menggunakan benda uji berbentuk

silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 m, yang akan diletakkan secara horizontal diatas alat pengujian. Kemudian diberikan beban tekan secara merata arah tegak lurus dari atas ke seluruh panjang dari benda uji.

Menurut SNI 2491-2014 rumus yang dapat digunakan untuk melakukan analisis kuat tarik ini akan menggunakan persamaan 3.4 berikut.

$$f_{ct} = \frac{2.P}{\pi.D.L} \quad (3.7)$$

dengan:

$f_{ct}$  = Kuat tarik beton (MPa),

P = Beban maksimum (N),

L = Tinggi silinder beton (mm), dan

D = Diameter silinder beton (mm).

Hasil dari pengujian kuat tekan dan tarik beton tidak berbanding lurus dan untuk setiap usaha dalam perbaikan mutu beton kekuatan tekan hanya akan mendapatkan peningkatan kecil dalam nilai kuat tariknya.

## BAB IV

### METODE PENELITIAN

#### 4.1 Umum

Metode penelitian adalah tahapan yang dilakukan oleh peneliti untuk mengumpulkan informasi dan data dari hasil penelitian, cara yang dapat dilakukan adalah mengambil, menganalisis dan mengidentifikasi variabel yang akan diteliti. Metode penelitian bertujuan agar penelitian dapat berjalan dengan tertata dan tujuan yang diinginkan dapat dicapai dengan menyesuaikan prosedur, bahan uji, peralatan, dan jenis penelitian. Pada penelitian ini menggunakan pengujian terhadap beton SCC dengan 4 macam variasi sampel yaitu: 0% batu kapur – 0% *sika fume*, 0% batu kapur – 3% *sika fume*, 15% batu kapur – 0% *sika fume*, dan 15% batu kapur – 3% *sika fume*. Seluruh bahan tersebut digunakan sebagai bahan tambah terhadap semen, serta ditambah dengan bahan kimia jenis *superplasticizer viscocrete 3115N* dengan penggunaan persentase optimal yang telah didapatkan dari penelitian sebelumnya yaitu 0,9% dari berat semen (Ikbal, 2016).

#### 4.2 Peralatan Penelitian

Peralatan yang akan digunakan dalam pembuatan benda uji penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut.

1. Kerucut abram dan *table flow* untuk pengujian *filling ability*,
2. *L-box* untuk melakukan pengujian *passing ability*,
3. *V-funnel* untuk melakukan pengujian *segregation resistance*,
4. *Mixer* untuk membantu proses pencampuran adonan beton,
5. Cetakan untuk pengujian kuat tekan dan kua tarik yang berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm, untuk pengujian kuat lentur balok menggunakan menggunakan bentuk balok dengan ukuran 100 x 100 x 400 mm,
6. Timbangan dengan kapasitas 20 kg dengan merk “OHAUS”,
7. Alat uji tekan untuk mendapatkan hasil pengujian tekan silinder beton,

8. Alat uji tarik untuk mendapatkan hasil pengujian tarik silinder beton,
9. Alat bantu lain seperti sekop, cangkul, cetok, ayakan, dan peralatan lainnya.

#### **4.3 Bahan-bahan yang Digunakan**

Bahan yang akan digunakan untuk penelitian ini terlebih dahulu dipersiapkan agar dalam pelaksanaannya dapat berjalan lancar. Bahan yang akan digunakan pada pembuatan benda uji sebagai berikut.

1. Bahan-bahan beton
  - a. Semen Portland yang berfungsi sebagai pengikat pada campuran beton dan sebagai bahan pengisi. Semen yang akan digunakan adalah semen Gresik dengan ukuran 40 kg atau 1 sak,
  - b. Kerikil atau agregat kasar berukuran 10 mm dan 20 mm yang berasal dari Clereng, Kab. Kulon Progo, Yogyakarta,
  - c. Pasir atau agregat halus yang berasal dari Progo, Kab. Kulon Progo, Yogyakarta,
  - d. Air yang berasal dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.
2. Bahan tambah
  - a. Batu kapur yang akan digunakan berjenis batu kapur padam yang akan digunakan sebagai bahan tambah semen dan lolos saringan nomor 200 yang diperoleh dari daerah Wonosari, Yogyakarta,
  - b. *Sika Fume* yang akan digunakan berasal dari PT. Sika Indonesia,
  - c. *Superplasticizer* yang akan digunakan adalah *viscocrete 3115N* yang berasal dari PT. Sika Indonesia.

#### **4.4 Lokasi Penelitian**

Pelaksanaan penelitian dari persiapan bahan, pengujian bahan, pembuatan benda uji, pengujian karakteristik beton SCC dan pengujian benda uji akan dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

#### **4.5 Tahapan Penelitian**

Adapun langkah atau tahapan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

#### 4.5.1 Persiapan

Melakukan persiapan sebagai tahapan awal agar pengerjaan penelitian meliputi persiapan studi pustaka, persiapan literatur, persiapan alat dan bahan, serta persiapan laboratorium,

#### 4.5.2 Pengujian material

Pengujian ini dilakukan guna mengetahui sifat dan karakteristik bahan tersebut apakah sudah memenuhi persyaratan yang sudah ditentukan atau tidak jika digunakan dalam pencampuran beton (*mix design*). Pengujian yang akan dilaksanakan adalah sebagai berikut.

1. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus (SNI 1970:2008),
2. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar (SNI 1969:2008),
3. Pengujian analisa saringan untuk agregat halus (SNI 03-1968-1990),
4. Pengujian analisa saringan untuk agregat kasar (SNI 03-1968-1990),
5. Pengujian berat volume gembur agregat halus (SNI 03-4804-1998),
6. Pengujian berat volume gembur agregat kasar (SNI 03-4804-1998),
7. Pengujian lolos saringan no.200 (SNI 03-4142-1996).

#### 4.5.3 Menghitung perencanaan campuran

Perencanaan campuran beton (*mix design*) sesuai dengan standar dari SNI 03-2834-2000 sebagai standar untuk pembuatan *mix design* karena di Indonesia belum ditetapkan untuk peraturan pembuatan *mix design* beton tipe SCC. Selain menggunakan standar Indonesia, peneliti akan menggunakan EFNARC untuk menjadi standar karakteristik dan sebagai patokan proporsi penggunaan semen, jumlah agregat yang diperlukan, jumlah air yang diperlukan, dan persen agregat halus dan kasar yang sesuai dalam pembuatan beton SCC. Berikut adalah *mix design* beton SCC:

1. Kuat Tekan rencana ( $f'c$ ) = 30 MPa
2. Nilai tambah (M) = 12 Mpa
3. Kuat tekan beton yang direncanakan ( $f'cr$ ) =  $f'c + M$   
 $f'cr = 30 + 12$

$$f_{cr} = 42 \text{ MPa}$$

4. Digunakan jenis semen tipe 1 merk Gresik.
5. Agregat halus yang digunakan adalah pasir yang berasal dari Progo.
6. Agregat kasar yang digunakan merupakan batu pecah yang berasal dari Clereng dengan ukuran 10 mm dan 20 mm.
7. Menentukan faktor air semen (fas) dengan menggunakan grafik 1 dari SNI 2000.

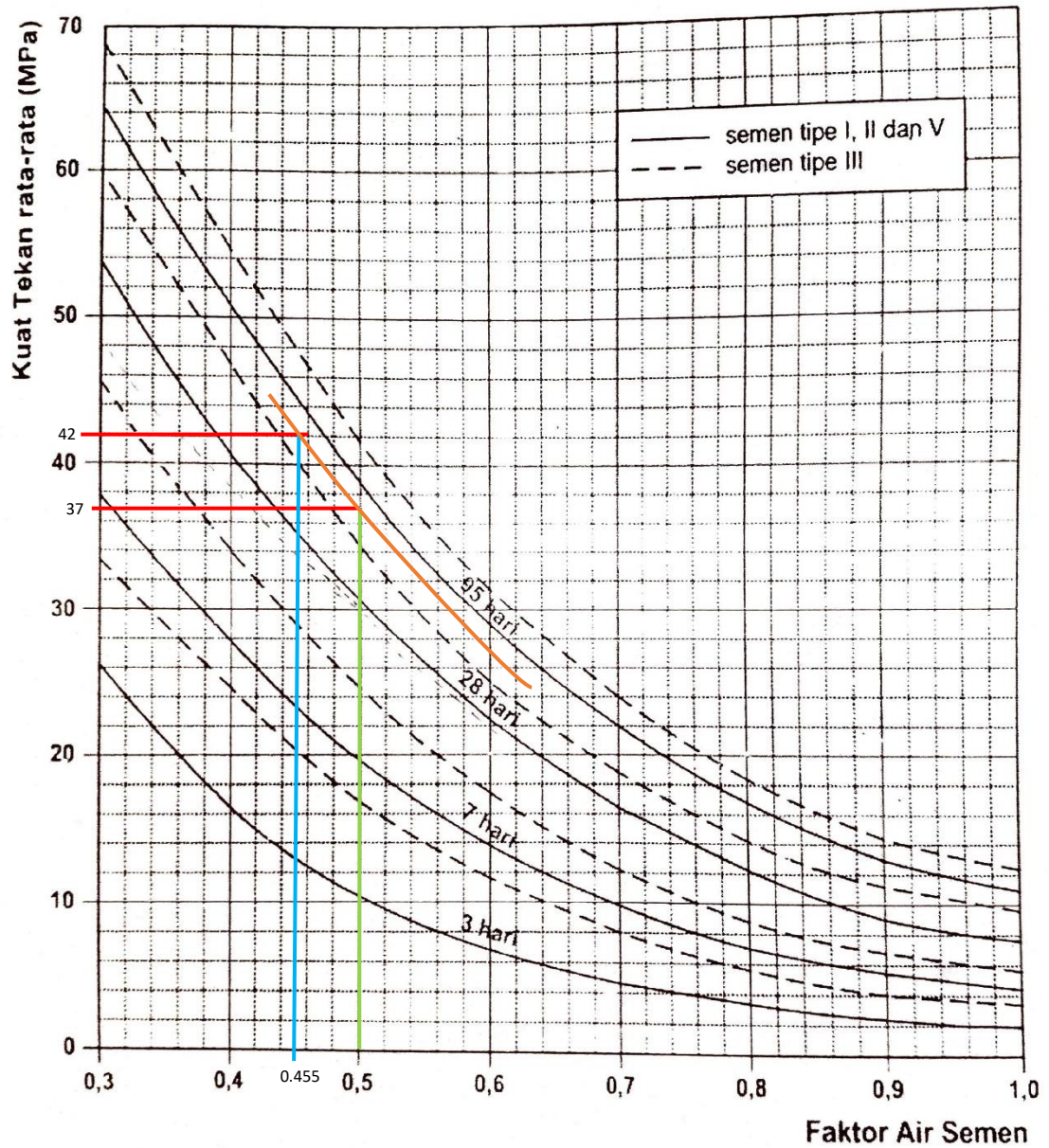
**Tabel 4.1 Perkiraan Kuat Tekan Beton (MPa) dengan Faktor Air Semen (fas) 0,5, Jenis Semen dan Agregat yang Biasa Digunakan di Indonesia**

| Jenis Semen                | Jenis Agregat Kasar | Kuat Tekan (MPa) |    |    |    | Benda Uji |
|----------------------------|---------------------|------------------|----|----|----|-----------|
|                            |                     | Pada umur (hari) |    |    |    |           |
|                            |                     | 3                | 7  | 28 | 91 |           |
| Semen Portland Tipe I      | Batu tak dipecahkan | 17               | 23 | 33 | 40 | Silinder  |
|                            | Batu pecah          | 19               | 27 | 37 | 54 |           |
| Semen Portland Tipe II, IV | Batu tak dipecahkan | 20               | 28 | 40 | 48 | Kubus     |
|                            | Batu pecah          | 23               | 32 | 45 | 57 |           |
| Semen Portland Tipe III    | Batu tak dipecahkan | 21               | 28 | 38 | 44 | Silinder  |
|                            | Batu pecah          | 25               | 33 | 44 | 48 |           |
|                            | Batu tak dipecahkan | 25               | 31 | 46 | 53 | Kubus     |
|                            | Batu pecah          | 30               | 44 | 53 | 60 |           |

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

- a. Dari Tabel 4.1, menggunakan jenis semen tipe 1 dan jenis agregat kasar menggunakan batu pecah, kuat tekan benda uji silinder pada umur 28 hari adalah 37 MPa.
- b. Tarik garis merah pada kuat tekan 37 MPa sampai menyentuh garis hijau tepat pada nilai fas 0,5. Maka diperoleh lengkung orange, perpotongan antara garis merah dan garis hijau, dapat dilihat pada Gambar 4.1
- c. Kemudian tarik garis merah pada  $f_{cr} = 42 \text{ MPa}$  sampai dengan menyentuh garis lengkung orange, lalu tarik garis ke bawah sehingga didapatkan nilai  $fas = 0,455$ , lihat Gambar 4.1.





Grafik 1 : Hubungan antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen (fas)  
(benda uji berbentuk Silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm)

### Gambar 4.1 Menentukan Nilai Fas

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

8. Menetapkan kebutuhan air.

**Tabel 4.2 Perkiraan Kebutuhan Air Per-m<sup>3</sup> Beton (liter)**

| Ukuran Maksimum Agregat (mm) | Jenis Batuan        | Slump (mm) |         |         |          |
|------------------------------|---------------------|------------|---------|---------|----------|
|                              |                     | 0 - 10     | 10 - 30 | 30 - 60 | 60 - 180 |
| 10                           | Batu tak dipecahkan | 150        | 180     | 205     | 225      |
|                              | Batu pecah          | 180        | 205     | 230     | 250      |
| 20                           | Batu tak dipecahkan | 135        | 160     | 180     | 195      |
|                              | Batu pecah          | 170        | 190     | 210     | 225      |
| 40                           | Batu tak dipecahkan | 115        | 140     | 160     | 175      |
|                              | Batu pecah          | 155        | 175     | 190     | 205      |

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

- a. Dari Tabel 4.2 menetapkan ukuran maksimum dari agregat kasar, pada tugas akhir ini ditetapkan ukuran maksimum dari agregat kasar adalah 20 mm.
  - b. Tetapkan nilai slump, nilai slump berpengaruh kepada *workability* dari beton, ditetapkan nilai slump sebesar 30-60 mm.
  - c. Maka diperoleh:  
Batu tak dipecahkan/alami (Wh) = 180  
Batu pecah (Wk) = 210
  - d. Kebutuhan air =  $\frac{2}{3} Wh + \frac{1}{3} Wk$   
Kebutuhan air =  $\frac{2}{3} 180 + \frac{1}{3} 210 = 190$  kg
  - e. Pada peraturan EFNARC 2002 untuk beton SCC kadar air tidak boleh lebih dari 200 kg.
9. Menetapkan jumlah kebutuhan semen.

**Tabel 4.3 Kebutuhan Semen Minimum untuk Berbagai Pembetonan dan Lingkungan Khusus**

| Jenis Pembetonan                | Jumlah Semen minimum per-m <sup>3</sup> beton (kg) | Nilai fas maksimum |
|---------------------------------|--|--------------------|
| Beton didalam ruang bangunan    |  |                    |
| a. Keadaan keliling non-korosif | 275  | 0,60               |

|   |     |         |
|---|-----|---------|
| b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif | 325 | 0,52    |
| Beton di luar ruangan bangunan  |     |         |
| a. Tidak terlindungi dari hujan dan terik matahari langsung             | 325 | 0,55    |
| b. Terlindungi dari hujan dan terik matahari langsung                   | 275 | 0,60    |
| Beton masuk dalam tanah   |     |         |
| a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti                    | 325 | 0,55    |
| b. Mendapatkan pengaruh sulfat dan alkali dari tanah                    |     | Tabel 5 |
| Beton yang kontinu berhubungan dengan air tawar dan air laut            |     | Tabel 6 |

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

Jumlah semen = kebutuhan air / fas

Jumlah semen =  $190 / 0,455$

Jumlah semen = 417,582 kg

Kebutuhan kadar semen minimum dengan jenis beton didalam ruang bangunan dengan keadaan sekeliling non-korosif adalah 325 kg.

10. Menentukan persen penggunaan agregat kasar dan agregat halus.

Persentase penggunaan agregat ini diambil dari penelitian sebelumnya (Ikbal, 2016) dengan nilai agregat kasar 49% dan agregat halus 51%. Penggunaan agregat kasar yang lebih sedikit bertujuan agar beton dapat mengalir dengan mudah dan penggunaan ukuran agregat kasar juga dibatasi maksimal 20 mm. Penggunaan ukuran maksimal 20 mm bertujuan agar beton SCC dapat dengan mudah melewati tulangan-tulangan yang sempit.

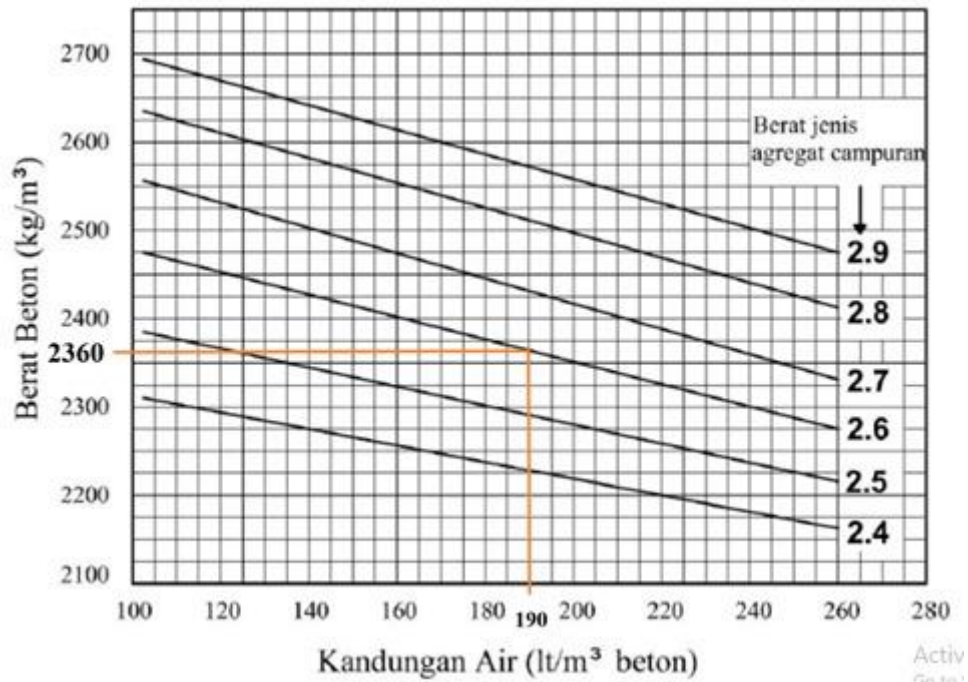
11. Berat jenis agregat.

a. Berat jenis SSD pasir = 2,688

b. Berat jenis SSD kerikil = 2,516

c. Berat jenis gabungan =  $(\frac{51}{100} \times 2,688) + (\frac{49}{100} \times 2,516) = 2,6$

12. Menentukan berat isi beton.



**Gambar 4.2** Perkiraan Berat Isi Beton Basah yang Telah Selesai Dipadatkan

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

Dari grafik tersebut didapatkan berat isi beton sebesar  $2360 \text{ kg/m}^3$ .

13. Menentukan berat agregat campuran.

Berat agregat campuran = berat isi beton – (berat semen + berat air)

$$\text{Berat agregat campuran} = 2360 - (417,582 + 190)$$

$$\text{Berat agregat campuran} = 1752,418 \text{ kg/m}^3$$

14. Menentukan berat agregat halus dan agregat kasar yang diperlukan.

$$\text{Berat agregat halus} = \frac{51}{100} \times 1752,418 = 893,733 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Berat agregat kasar} = \frac{49}{100} \times 1752,418 = 858,685 \text{ kg/m}^3$$

15. Proporsi campuran untuk  $1 \text{ m}^3$  beton :

a. Semen Portland =  $417,582 \text{ kg/m}^3$

b. Air =  $190 \text{ kg/m}^3$

c. Agregat Halus =  $893,733 \text{ kg/m}^3$

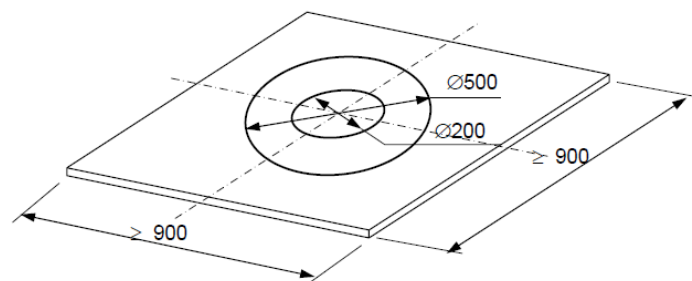
d. Agregat Kasar =  $858,685 \text{ kg/m}^3$

#### 4.5.4 Pengujian karakteristik beton SCC

Standar yang akan digunakan mengacu pada EFNARC 2005 sebagai patokan dalam pembuatan beton SCC. Pengujian yang akan dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari beton SCC sudah memenuhi persyaratan adalah sebagai berikut:

##### 1. *Slump-flow test*

Pengujian *slump-flow* dilakukan untuk mengetahui kemampuan dari campuran beton dapat mengalir dan mengisi seluruh bagian dari cetakan atau bekisting melalui beratnya sendiri. Dalam pengujiannya menggunakan kerucut *abrams* dan meja meja khusus yang memiliki tanda lingkaran dengan diameter 500 mm untuk mengetahui kemampuan penyebaran beton segar tersebut. Waktu yang diperlukan beton segar dari pengangkatan kerucut *abrams* sampai menyentuh tanda pada diameter 500 mm adalah 2-5 detik. Selain mendapatkan nilai T50, nilai yang diperlukan adalah nilai diameter akhir dari beton tersebut pada saat beton sudah berhenti mengalir dengan syarat yang ditentukan sebesar 640-800 mm (EFNARC 2005).



**Gambar 4.3** Meja pengujian *slump-flow*

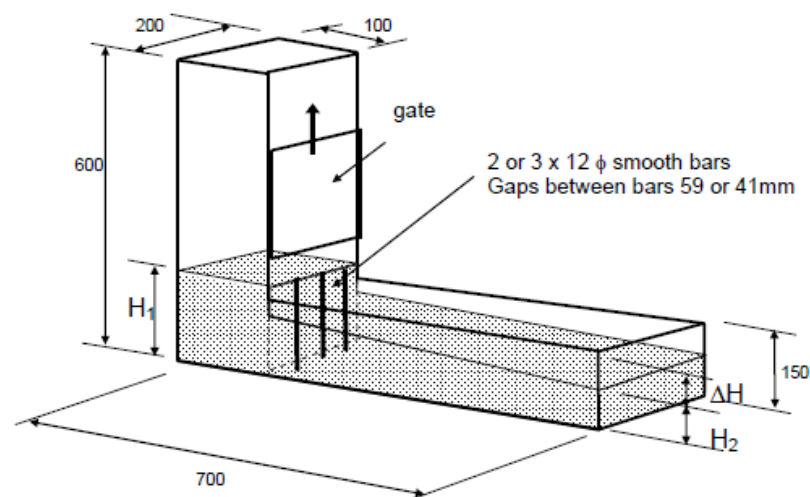
Langkah-langkah dalam pengujiannya sebagai berikut:

- a. Menyiapkan *cone* atau kerucut *abrams*, *slump-flow table* pada lokasi yang datar agar mendapatkan hasil yang optimal dan siapkan juga beton segar,
- b. Letakkan *cone* diatas *slump-flow table* dan isi dengan campuran beton segar hingga penuh,
- c. Angkatlah *cone* secara perlahan,

- d. Catat ukuran diameter yang terjadi untuk ukuran diameter yang diizinkan adalah 640-800 mm dan waktu yang diperlukan aliran beton untuk mencapai diameter 500 mm adalah 2-5 detik.

## 2. *L-box test*

Pengujian *L-box* ditujukan untuk mengetahui kemampuan dari suatu beton SCC dapat mengalir melalui celah yang sempit atau celah antara beton tulangan tanpa terjadi sendatan atau *blocking*. Hasil dari pengujian ini mendapatkan nilai *blocking ratio* yaitu nilai yang diperoleh dari perbandingan antara  $H_2/H_1$ . Untuk kriteria dari *blocking ratio* berkisar antara 0,8-1,0 (EFNARC 2005).



**Gambar 4.4 Pengujian *L-box***

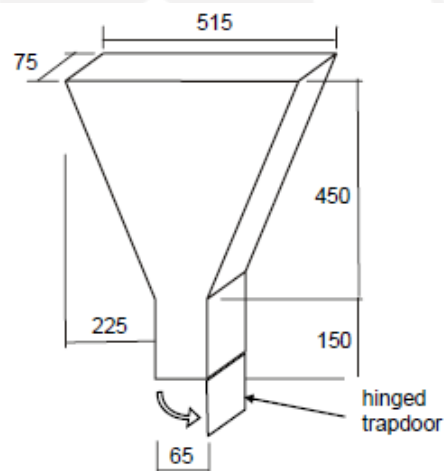
Langkah-langkah dalam pengujiannya sebagai berikut:

- Menyiapkan *L-box* dan campuran beton segar, serta pastikan pintu *slide L-box* sudah tertutup rapat,
- Tuangkan campuran beton segar pada bagian vertikal hingga hampir penuh hingga sesuai ukuran box,
- Ratakan permukaan pada campuran beton segar dan diamkan selama 60 detik,
- Buka pintu *slide L-box* agar campuran beton dapat mengalir ke bagian horizontal,

- e. Catat waktu dari campuran beton dari pada saat pembukaan pintu *slide* sampai dengan berhenti mengalir,
- f. Ukurlah ketinggian  $H_2$  dan  $H_1$  kemudian lakukan perbandingan dari ketinggian tersebut, hasil dari perbandingan tersebut akan mendapatkan nilai *passing ability ratio* yang apabila hasilnya semakin besar maka akan semakin mudah mengalir.

### 3. *V-funnel test*

Pengujian *V-funnel* bertujuan untuk mengetahui kemampuan beton SCC untuk tetap memiliki komposisi yang homogen dan tidak terjadi segregasi selama waktu transportasi sampai pada ujung dari corong *V-funnel*. Waktu yang diperlukan untuk mengosongkannya antara 6-12 detik (EFNARC 2005).



**Gambar 4.5 Pengujian *V-funnel***

Langkah-langkah dalam pengujiannya sebagai berikut:

- a. Menyiapkan *V-funnel* dan campuran beton segar,
- b. Pastikan untuk menutup pintu engsel bawah dan pengait pintu engsel terpasang dengan baik,
- c. Tuangkan beton segar secara perlahan hingga memenuhi seluruh bagian dari *V-funnel* dan ratakan,
- d. Buka pintu engsel dengan cepat agar aliran beton tidak terhambat,

- e. Catat waktu dari pintu engsel terbuka hingga aliran beton selesai keluar semuanya, waktu yang diizinkan 3-15 detik.

#### 4.5.5 Pembuatan benda uji

Pembuatan benda uji yang akan dilakukan adalah berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm yang akan digunakan untuk pengujian kuat tekan dan kuat tarik beton. Sedangkan untuk pengujian lentur akan menggunakan benda uji berbentuk balok dengan ukuran 100 x 100 x 400 mm. benda uji yang akan dibuat dapat dilihat seperti tabel 4.4 berikut.

**Tabel 4.4 Variasi Beton dan Pengujian**

| Variasi        | Pengujian Kuat tekan  |    | Pengujian Kuat tarik | Pengujian Modulus Elastisitas | Pengujian Kuat Lentur |
|----------------|-----------------------|----|----------------------|-------------------------------|-----------------------|
|                | Umur Beton SCC (Hari) |    |                      |                               |                       |
|                | 14                    | 28 |                      |                               |                       |
| BK 0% - SF 0%  | 5                     | 5  | 3                    | 3                             | 3                     |
| BK 0% - SF 3%  | 5                     | 5  | 3                    | 3                             | 3                     |
| BK 15% - SF 0% | 5                     | 5  | 3                    | 3                             | 3                     |
| BK 15% - SF 3% | 5                     | 5  | 3                    | 3                             | 3                     |
| Jumlah         | 20                    | 20 | 12                   | 12                            | 12                    |
|                | 76                    |    |                      |                               |                       |

Keterangan : BK0%-SF0% = Batu Kapur 0% dan *Sika Fume* 0%

BK0%-SF3% = Batu Kapur 0% dan *Sika Fume* 3%

BK15%-SF0% = Batu Kapur 15% dan *Sika Fume* 0%

BK15%-SF3% = Batu Kapur 15% dan *Sika Fume* 3%

Dengan total benda uji keseluruhan sebanyak 76 buah benda uji. Perawatan yang dilakukan terhadap benda uji ialah dengan melakukan perendaman di dalam bak air, perawatan terhadap benda uji tersebut dilakukan selama umur sampel yang akan diujikan. Proporsi campuran yang dipakai dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut.

**Tabel 4.5 Proporsi Campuran yang Digunakan**

| Variasi       | Semen (kg) | Agregat Halus (kg) | Agregat Kasar (kg) | Air (kg) | Viscocrete 3115N (kg) | Batu Kapur (kg) | Sika Fume (kg) |
|---------------|------------|--------------------|--------------------|----------|-----------------------|-----------------|----------------|
| BK 0% - SF 0% | 46,496     | 99,514             | 95,611             | 21,156   | 0,418                 | 0               | 0              |



|                   |        |        |        |        |       |       |       |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| BK 0% -<br>SF 3%  | 46,496 | 99,514 | 95,611 | 21,156 | 0,418 | 0     | 1,395 |
| BK 15% -<br>SF 0% | 46,496 | 99,514 | 95,611 | 21,156 | 0,418 | 6,974 | 0     |
| BK 15% -<br>SF 3% | 46,496 | 99,514 | 95,611 | 21,156 | 0,418 | 6,974 | 1,395 |

#### 4.5.6 Pengujian sampel benda uji

Pada tahap ini akan dilakukan analisis data pengujian pada pengujian kuat tekan, modulus elastisitas, kuat tarik dan kuat lentur.

##### 1. Kuat tekan beton

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil dari kuat tekan beton maksimal dari beton SCC normal, beton SCC dengan campuran 3% *sika fume* dari berat semen dan beton SCC dengan campuran 15% batu kapur dari berat semen. Pengujian akan dilakukan pada saat umur beton 14 dan 28 hari setelah pengecoran. Langkah-langkah dalam pengujiannya sebagai berikut:

- a. Sehari sebelum dilakukannya pengujian, benda uji dikeluarkan dari bak perendaman,
- b. Benda uji diangin-anginkan untuk mengeringkan benda uji,
- c. Menimbang benda uji sebelum dilakukan pengujian untuk mengetahui berat benda uji,
- d. Membuat kaping pada bagian permukaan benda uji yang bertujuan agar pada saat dilakukan pengujian benda uji dapat menerima beban secara merata,
- e. Setelah semua proses sudah dilakukan, benda uji siap untuk dilakukan pengujian menggunakan alat *Compression Testing Machine* (CTM). Pengujian dilakukan sampai benda uji pecah dan dilakukan peninjauan nilai kuat tekan beton tersebut,
- f. Melakukan analisa hasil pengujian dengan menggunakan rumus kuat tekan beton SNI 1974-2011.

##### 2. Modulus elastisitas beton

Pengujian ini dimaksudkan untuk mendapat hasil tegangan regangan yang terjadi pada saat pengujian beton, pengujian ini didapatkan secara bersamaan dengan pengujian kuat tekan beton. Pada saat proses pengambilan data modulus elastisitas benda uji dipasang alat *dial* yang berguna untuk membaca perpindahan beton pada saat beton diberikan beban. Menurut Murdock dan Brook (1999), tolak ukur dari sifat elastisitas suatu bahan adalah modulus elastisitas, yang merupakan perbandingan dari tekanan yang diberikan dengan perubahan bentuk satuan panjang, sebagai hasil dari tekanan yang diberikan itu. Untuk menghitung suatu modulus elastisitas dari suatu beton dapat menggunakan ASTM C 469-02 dan SNI 03-2847-2013. Langkah-langkah dalam pengujiannya sebagai berikut:

- a. Sehari sebelum dilakukannya pengujian, benda uji dikeluarkan dari bak perendaman,
- b. Benda uji diangin-anginkan untuk mengeringkan benda uji,
- c. Menimbang benda uji sebelum dilakukan pengujian untuk mengetahui berat benda uji,
- d. Membuat kaping pada bagian permukaan benda uji yang bertujuan agar pada saat dilakukan pengujian benda uji dapat menerima beban secara merata,
- e. Memasang alat kompresometer-ekstensometer pada benda uji dengan baik dan tegak lurus, kemudian memasangkan alat dial atau pengukur deformasi,
- f. Setelah semua proses sudah dilakukan, benda uji siap untuk dilakukan pengujian menggunakan alat *Compression Testing Machine* (CTM). Pengujian dilakukan sampai benda uji pecah dan mesin tidak memberikan beban lagi,
- g. Mencatat regangan/deformasi pada setiap peningkatan beban 10 kN, mencatat beban tekan pada saat tegangan mencapai  $50 \times 10^{-6}$  dan mencatat regangan pada saat pembebanan mencapai 40% dari beban maksimum benda uji,

- h. Melakukan analisa hasil pengujian dengan menggunakan rumus modulus elastisitas beton menggunakan ASTM C 469-02 dan SNI 03-2847-2013.

3. Kuat tarik beton

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil dari kuat tarik beton maksimal dari beton SCC normal, beton SCC dengan campuran 3% *sika fume* dari berat semen dan beton SCC dengan campuran 15% batu kapur dari berat semen. Pengujian akan dilakukan pada saat umur beton 28 hari setelah pengecoran. Langkah-langkah dalam pengujiannya sebagai berikut:

- a. Sehari sebelum dilakukannya pengujian, benda uji dikeluarkan dari bak perendaman,
- b. Benda uji diangin-anginkan untuk mengeringkan benda uji,
- c. Menimbang benda uji sebelum dilakukan pengujian untuk mengetahui berat benda uji,
- d. Setelah semua proses sudah dilakukan, benda uji siap untuk dilakukan pengujian menggunakan alat *Compression Testing Machine* (CTM). Pengujian dilakukan dengan cara membaringkan benda uji, pengujian dilakukan hingga benda uji mencapai kekuatan maksimum.
- e. Setelah pengujian berakhir, catat hasil dari pengujian dan melakukan perhitungan dengan menggunakan rumus persamaan dari SNI 2491-2014 untuk mendapatkan hasil dari kuat tarik beton.

4. Kuat lentur beton

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui gaya lentur yang diakibatkan oleh penambahan beban yang terjadi pada beton. Beton yang akan diuji adalah beton yang sudah berumur 28 hari setelah pengecoran. Langkah-langkah dalam pengujiannya sebagai berikut:

- a. Sehari sebelum dilakukannya pengujian, benda uji dikeluarkan dari bak perendaman,
- b. Benda uji diangin-anginkan untuk mengeringkan benda uji,
- c. Melakukan pengukuran dimensi benda uji dan membuat garis untuk menandakan penempatan tumpuan beban pada bagian tengah balok serta pada 150 mm pada kiri dan kanan benda uji,

- d. Setelah semua proses sudah dilakukan, benda uji siap untuk dilakukan pengujian dan ditambahkan dengan *dial* untuk membaca penurunan sebelum dilakukan proses pembebanan.
- e. Catat hasil dari pengujian dan melakukan analisis berdasarkan SNI 4154-2014 untuk mendapatkan hasil kuat lentur benda uji.

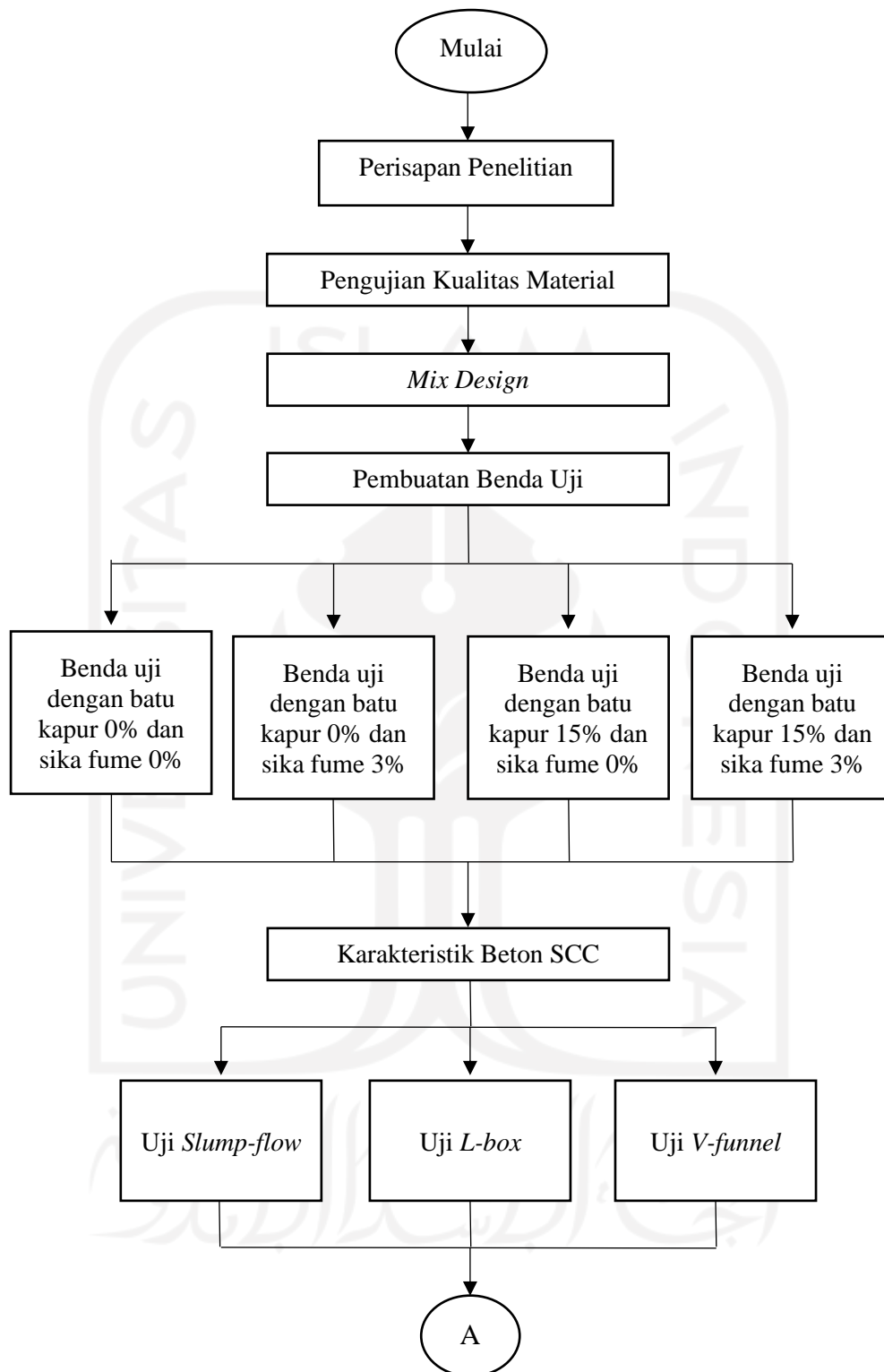
#### 4.5.7 Menganalisis data dan pembahasan

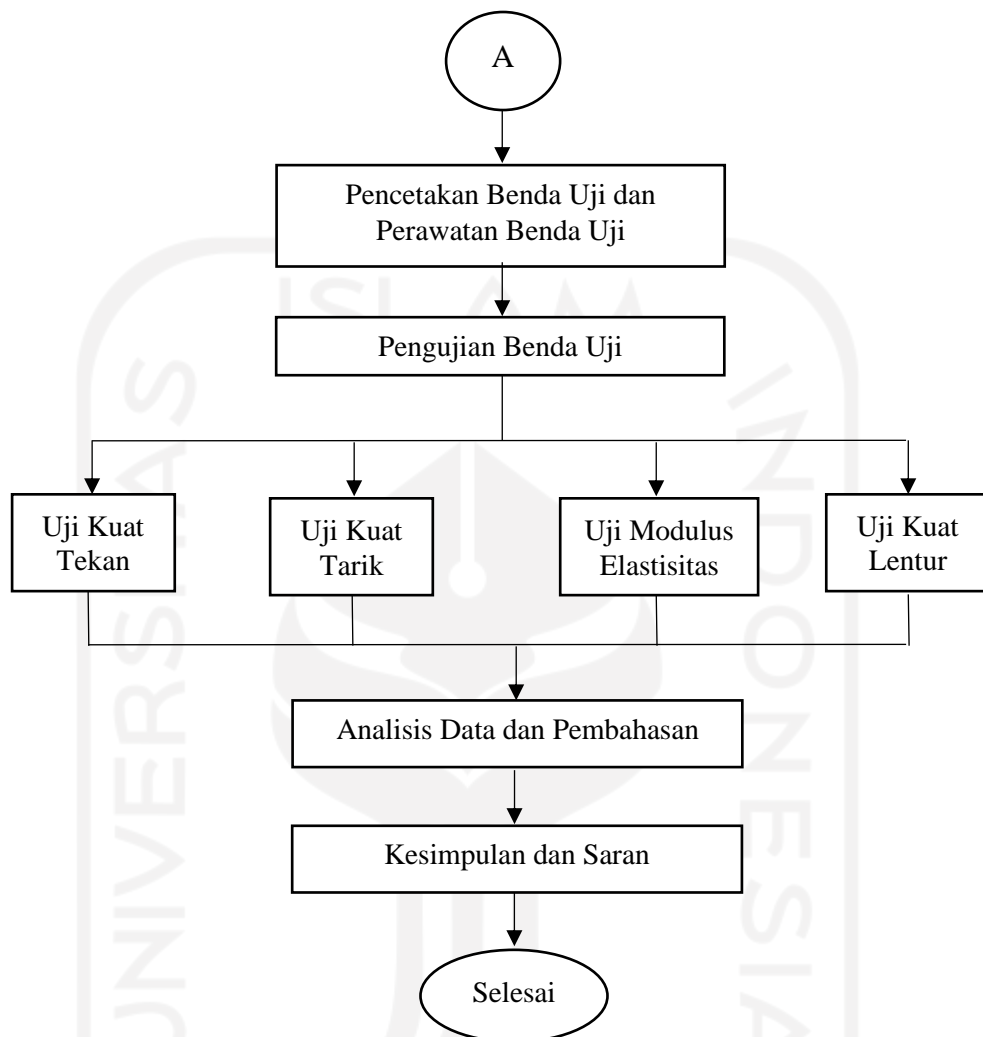
Tahap ini akan dilakukan suatu analisis dari data pengujian yang telah dilakukan dan melakukan pembahasan untuk mendapatkan suatu kesimpulan dari penelitian ini.

#### 4.5.8 Penarikan kesimpulan

Tahapan terakhir dari penelitian ini akan mengumpulkan seluruh data yang sudah dilakukan penganalisisan, kemudian akan dibuat suatu kesimpulan penelitian yang berhubungan dengan tujuan penelitian, selain itu dibuat juga saran-saran untuk penelitian selanjutnya.

Secara keseluruhan penelitian dapat dilihat dari bagan alir pada gambar 4.6 berikut ini.





Gambar 4.6 *flowchart* Tahapan Penelitian

## BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### 5.1 Tinjauan Umum

Pada bab ini akan dijabarkan mengenai hasil penelitian yang sudah dilakukan selama proses penelitian berlangsung yang meliputi analisa agregat halus dan agregat kasar, pengujian kuat tekan beton SCC pada umur 14 dan 28 hari, pengujian modulus elastisitas beton, pengujian tarik belah beton, pengujian kuat lentur beton, dan pengujian karakteristik beton SCC.

### 5.2 Pengujian Agregat Halus

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik agregat halus yang akan digunakan sebagai material penyusun beton. Pada penelitian ini akan menggunakan agregat halus berupa pasir alam yang diperoleh dari Progo. Pengujian yang akan dilakukan pada agregat halus meliputi berat jenis dan penyerapan air, pengujian analisa saringan agregat halus, pengujian berat volume dan pengujian kandungan lumpur.

#### 5.2.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Analisis yang digunakan untuk pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus menggunakan SNI 03-1980-1990 sebagai patokan pengujian. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut.

**Tabel 5.1 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus**

| Uraian   | Hasil Pengamatan |          | rata rata |
|--|------------------|----------|-----------|
|  | Sampel 1         | Sampel 2 |           |
| Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)                     | 484              | 486      | 485       |
| Berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), gram        | 500              | 500      | 500       |
| Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)         | 1175             | 1175     | 1175      |
| Berat piknometer berisi air, gram (B)                    | 861              | 861      | 861       |
| Berat Jenis Curah ( $Bk/(B+500-Bt)$ )                    | 2,6022           | 2,6129   | 2,608     |
| Berat Jenis jenuh kering muka (SSD) ( $500/(B+500-Bt)$ ) | 2,6882           | 2,6882   | 2,688     |
| Berat Jenis semu ( $Bk/(B+Bk-Bt)$ )                      | 2,8471           | 2,8256   | 2,836     |

|                                   |       |       |       |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|
| Penyerapan Air (500-Bk)/Bk x 100% | 3,31% | 2,88% | 3,09% |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan diperoleh berat jenis jenuh kering muka (SSD) rata-rata sebesar 2,688 gram/cm<sup>3</sup> dan penyerapan air rata-rata sebesar 3,09%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa agregat termasuk dalam kategori agregat normal karena berada diantara 2,4-2,7 (Tjokrodinuljo, 2007).

### 5.2.2 Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus

Hasil dari pengujian analisa saringan agregat halus adalah untuk mencari nilai modulus halus butir (MHB) agregat menggunakan SNI 03-1968-1990. Data hasil dari pengujian analisa saringan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 5.2

**Tabel 5.2 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus**

| Lubang Ayakan (mm) | Berat Tertinggal (gram) | Berat Tertinggal (%) | Berat Tertinggal Kumulatif (%) | Persen Lolos Kumulatif (%) |
|--------------------|-------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------------|
| 40,00              | 0                       | 0,00%                | 0,00%                          | 100,00%                    |
| 20,00              | 0                       | 0,00%                | 0,00%                          | 100,00%                    |
| 10,00              | 0                       | 0,00%                | 0,00%                          | 100,00%                    |
| 4,80               | 1                       | 0,05%                | 0,05%                          | 99,95%                     |
| 2,40               | 72,5                    | 3,62%                | 3,67%                          | 96,33%                     |
| 1,20               | 205,5                   | 10,26%               | 13,93%                         | 86,07%                     |
| 0,60               | 535,5                   | 26,73%               | 40,66%                         | 59,34%                     |
| 0,30               | 757                     | 37,79%               | 78,46%                         | 21,54%                     |
| 0,15               | 352,5                   | 17,60%               | 96,06%                         | 3,94%                      |
| Sisa               | 78                      | 3,89%                | 0,00%                          | 0,00%                      |
| Jumlah             | 2002                    | 99,95%               | 232,83%                        |                            |

Dari pengujian yang telah dilakukan mendapatkan hasil analisa saringan agregat halus dapat diperoleh nilai modulus halus butir (MHB) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Halus Butir (MHB)} &= \frac{\sum \text{Berat Tertinggal Kumulatif}}{100} \\
 &= \frac{232,83}{100} \\
 &= 2,3283
 \end{aligned}$$

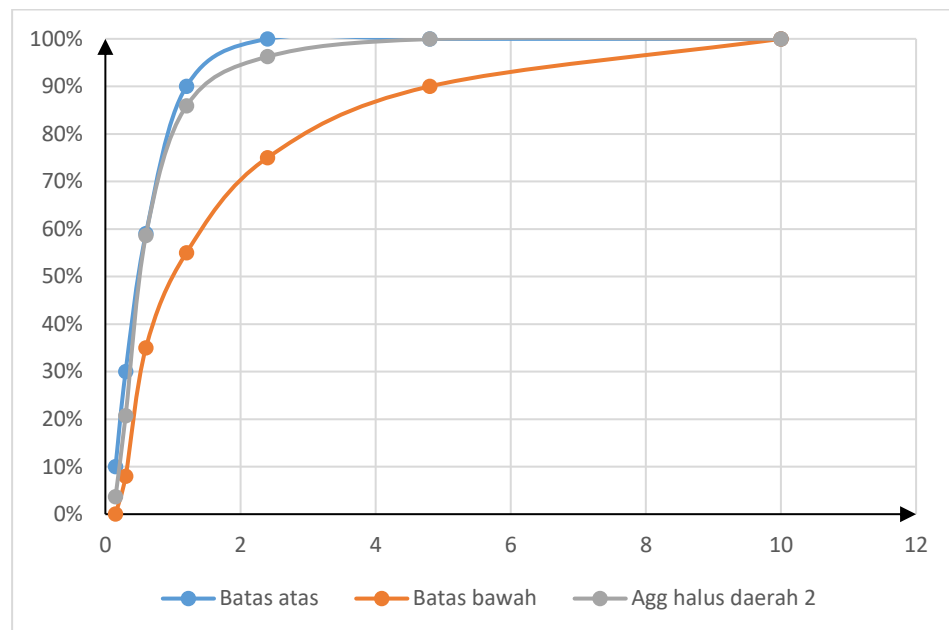


Menurut Tjokrodinuljo (2007) pada umumnya modulus halus butir (MHB) agregat halus memiliki nilai antara 1,5 sampai 3,8. Hasil dari pengujian yang diperoleh adalah sebesar 2,3283 yang berarti sudah memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan. Selain menentukan nilai modulus halus butir, pengujian ini digunakan untuk mengetahui gradasi agregat halus. Daerah gradasi agregat halus dapat dilihat pada Tabel 5.3.

**Tabel 5.3 Daerah Gradasi Agregat Halus**

| No. Saringan | Lubang Saringan (mm) | Persen Bahan Butiran yang Lewat Saringan |           |            |           |
|--------------|----------------------|--|-----------|------------|-----------|
|              |                      | Daerah I                                 | Daerah II | Daerah III | Daerah IV |
| 4            | 4,8                  | 90-100                                   | 90-100    | 90-100     | 95-100    |
| 8            | 2,4                  | 60-95                                    | 75-100    | 85-100     | 95-100    |
| 16           | 1,2                  | 30-70                                    | 55-90     | 75-100     | 90-100    |
| 30           | 0,6                  | 15-34                                    | 35-59     | 60-79      | 80-100    |
| 50           | 0,3                  | 5-20                                     | 8-30      | 12-40      | 15-50     |
| 100          | 0,15                 | 0-10                                     | 0-10      | 0-10       | 0-15      |

Berdasarkan Tabel 5.3 agregat halus yang digunakan sudah memenuhi persyaratan gradasi daerah II dengan jenis pasir agak kasar. Grafik hubungan antara persentase lolos kumulatif dengan lubang ayakan dapat dilihat pada Gambar 5.1.



**Gambar 5.1 Analisa Saringan Agregat Halus**

### 5.2.3 Pengujian Berat Volume Padat dan Gembur Agregat Halus

Pengujian berat volume padat dan berat volume gembur agregat halus menggunakan SNI 03-2804-1998 sebagai patokan. Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.4 dan 5.5.

**Tabel 5.4 Pengujian Berat Volume Padat Agregat Halus**

| Uraian   | Hasil Pengamatan |
|--|------------------|
| Berat Tabung (W1), gram                            | 11700            |
| Berat Tabung + agregat SSD (W2), gram              | 19600            |
| Berat Agregat (W3), gram                           | 7900             |
| Volume Tabung (V)                                  | 5206,894         |
| Berat Volume Padat = $W3/V$ , gram/cm <sup>3</sup> | 1,517            |

Berdasarkan hasil pengujian berat volume padat agregat halus diperoleh hasil sebesar 1,517 gram/cm<sup>3</sup>.

**Tabel 5.5 Pengujian Berat Volume Padat Agregat Halus**

| Uraian                     | Hasil pengamatan |
|----------------------------|------------------|
| Berat Tabung               | 11700            |
| Berat Tabung + agregat SSD | 18700            |

|                     |          |
|---------------------|----------|
| Berat Agregat       | 7000     |
| Volume Tabung       | 5206,894 |
| Berat Volume Gembur | 1,344    |

Berdasarkan hasil pengujian berat volume gembur agregat kasar diperoleh hasil sebesar 0,336 gram/cm<sup>3</sup>.

#### 5.2.4 Pengujian Lolos Saringan no. 200 (Kadar Lumpur)

Pengujian kandungan kadar lumpur dalam pasir menggunakan metode dari SNI 03-4142-1996. Hasil pengujian lolos saringan no.200 dapat dilihat pada Tabel 5.6 berikut:

**Tabel 5.6 Hasil Pengujian Kandungan Lumpur pada Agregat Halus**

| Uraian   | Hasil Pengamatan |          |           |
|--|------------------|----------|-----------|
|  | Sampel 1         | Sampel 2 | Rata-rata |
| Berat Agregat Kering Oven (W1), gram                 | 500              | 500      | 500       |
| Berat Agregat Kering Oven setelah di cuci (W2), gram | 498              | 497,5    | 497,75    |
| Persentase Lolos Ayakan no.200                       | 0,40%            | 0,50%    | 0,45%     |

Berdasarkan hasil dari pengujian lolos saringan no.200, kandungan lumpur pada pasir sebesar 0,45%. Berdasarkan PUBLI-1982 dalam Panduan Praktikum Teknologi Bahan Teknologi Bahan Konstruksi, Universitas Islam Indonesia disebutkan bahwa agregat halus tidak diperbolehkan memiliki kandungan lumpur lebih dari 5%. Karena dengan kandungan lumpur yang tinggi dapat berpengaruh terhadap kelekatan agregat halus dengan pasta semen karena ikatan pasta semen dan agregat halus diisi oleh lumpur. Hal tersebut dapat berpengaruh terhadap kekuatan beton yang akan dibuat.

### 5.3 Pengujian Agregat Kasar

Agregat kasar yang akan digunakan berupa batu pecah yang diperoleh dari Clereng, Kulon Progo dengan ukuran 10 mm dan 20 mm. Penggunaan agregat ini bertujuan agar hasil beton dapat mengalir melalui celah tulangan dengan baik. Oleh sebab itu, agar mendapatkan gradasi yang baik perlu dilakukan pemeriksaan agregat

secara terpisah. Pengujian yang akan dilakukan terhadap agregat kasar meliputi pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar, pengujian analisa saringan agregat kasar, dan pengujian berat volume padat dan gembur agregat kasar.

### 5.3.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar menggunakan SNI 03-1969-1990 sebagai patokan. Data hasil pengujian agregat kasar ukuran 10 mm dan 20 mm dapat dilihat pada Tabel 5.7 dan Tabel 5.8 berikut ini.

**Tabel 5.7 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar  
Ukuran 10 mm**

| Uraian   | Hasil Pengamatan |          | rata rata |
|--|------------------|----------|-----------|
|  | Sampel 1         | Sampel 2 |           |
| Berat kerikil kering mutlak, gram (Bk)                   | 4555             | 4618     | 4586,5    |
| Berat kerikil kondisi jenuh kering muka (SSD), gram (Bj) | 5000             | 5000     | 5000      |
| Berat kerikil dalam air, gram (Ba)                       | 2896             | 2946     | 2921      |
| Berat Jenis Curah, ((Bk/Bj) -Ba)                         | 2,165            | 2,248    | 2,207     |
| Berat Jenis jenuh kering muka (SSD), (Bj/(Bj-Ba))        | 2,376            | 2,434    | 2,405     |
| Berat Jenis semu, (Bk/(Bk-Ba))                           | 2,746            | 2,762    | 2,754     |
| Penyerapan Air, (Bj-Bk)/Bk x 100%                        | 9,77%            | 8,27%    | 9,02%     |

**Tabel 5.8 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar  
Ukuran 20 mm**

| Uraian   | Hasil Pengamatan |          | rata rata |
|--|------------------|----------|-----------|
|  | Sampel 1         | Sampel 2 |           |
| Berat kerikil kering mutlak, gram (Bk)                   | 4791             | 4775     | 4783      |
| Berat kerikil kondisi jenuh kering muka (SSD), gram (Bj) | 5000             | 5000     | 5000      |
| Berat kerikil dalam air, gram (Ba)                       | 3048             | 3028     | 3038      |
| Berat Jenis Curah, ((Bk/Bj) -Ba)                         | 2,454            | 2,421    | 2,438     |
| Berat Jenis jenuh kering muka (SSD), (Bj/(Bj-Ba))        | 2,561            | 2,535    | 2,548     |
| Berat Jenis semu, (Bk/(Bk-Ba))                           | 2,749            | 2,733    | 2,741     |
| Penyerapan Air, (Bj-Bk)/Bk x 100%                        | 4,36%            | 4,71%    | 4,54%     |

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis jenuh kering muka (SSD) rata-rata agregat kasar ukuran 10 mm dan 20 mm diperoleh hasil sebesar 2,405 gram/cm<sup>3</sup> dan 2,548 gram/cm<sup>3</sup>. Hasil pengujian penyerapan air rata-rata untuk agregat kasar ukuran 10 mm dan 20 mm diperoleh sebesar 9,02% dan 4,54%. Dari hasil pengujian

tersebut perlu dilakukan penggabungan berat jenis dan perhitungan persentase dari kebutuhan tiap ukuran agar mendapatkan gradasi yang diinginkan. Berikut contoh perhitungannya.

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis gabungan} &= (2,4054 \times 23\%) + (2,5485 \times 77\%) \\ &= 2,5156 \text{ gram/cm}^3 \end{aligned}$$

Dengan nilai agregat campuran sebesar 2,5156 gram/cm<sup>3</sup>, hasil tersebut telah memenuhi persyaratan berat jenis agregat normal yaitu antara 2,5 – 2,7 (Tjokrodinuljo, 2004).

### 5.3.2 Pengujian Berat Volume Padat dan Gembur Agregat Kasar

Pengujian berat volume padat dan berat volume gembur agregat kasar menggunakan SNI 03-4804-1998 sebagai patokan. Data hasil pengujian volume padat dapat dilihat pada Tabel 5.8 dan Tabel 5.9. Sedangkan hasil pengujian berat volume agregat gembur dapat dilihat pada Tabel 5.10 dan Tabel 5.11

**Tabel 5.8 Pengujian Berat Volume Padat Agregat Kasar Ukuran 10 mm**

| Uraian   | Hasil Pengamatan |
|--|------------------|
| Berat Tabung (W1), gram                        | 11950            |
| Berat Tabung + agregat SSD (W2), gram          | 19100            |
| Berat Agregat (W3), gram                       | 7150             |
| Volume Tabung (V)                              | 5257,645         |
| Berat Volume Padat =W3/V, gram/cm <sup>3</sup> | 1,360            |

**Tabel 5.9 Pengujian Berat Volume Padat Agregat Kasar Ukuran 20 mm**

| Uraian   | Hasil Pengamatan |
|--|------------------|
| Berat Tabung (W1), gram                        | 10350            |
| Berat Tabung + agregat SSD (W2), gram          | 17390            |
| Berat Agregat (W3), gram                       | 7040             |
| Volume Tabung (V)                              | 5206,894         |
| Berat Volume Padat =W3/V, gram/cm <sup>3</sup> | 1,352            |

Berdasarkan hasil pengujian berat volume padat agregat kasar ukuran 10 mm dan 20 mm diperoleh hasil sebesar 1,360 gram/cm<sup>3</sup> dan 1,352 gram/cm<sup>3</sup>.

**Tabel 5.10 Pengujian Berat Volume Gembur Agregat Kasar Ukuran 10 mm**

| Uraian                                    | Hasil pengamatan |
|---|------------------|
| Berat Tabung (W1), gram                   | 11950            |
| Berat Tabung +agregat SSD (W2), gram      | 18000            |
| Berat Agregat (W3), gram                  | 6050             |
| Volume Tabung                             | 5257,645         |
| Berat Volume Gembur, gram/cm <sup>3</sup> | 1,151            |

**Tabel 5.11 Pengujian Berat Volume Gembur Agregat Kasar Ukuran 20 mm**

| Uraian                                    | Hasil pengamatan |
|---|------------------|
| Berat Tabung (W1), gram                   | 10350            |
| Berat Tabung +agregat SSD (W2), gram      | 16850            |
| Berat Agregat (W3), gram                  | 6500             |
| Volume Tabung                             | 5206,894         |
| Berat Volume Gembur, gram/cm <sup>3</sup> | 1,248            |

Berdasarkan hasil pengujian berat volume gembur agregat kasar ukuran 10 mm dan 20 mm diperoleh hasil sebesar 1,151 gram/cm<sup>3</sup> dan 1,248 gram/cm<sup>3</sup>.

### 5.3.3 Pengujian Saringan Agregat Kasar

Pengujian analisa saringan agregat kasar menggunakan SNI 03-1968-1990 sebagai patokan dan hasil yang didapatkan adalah modulus halus butir (MHB). Data hasil pengujian saringan agregat kasar untuk ukuran 10 mm dan 20 mm dapat dilihat pada Tabel 5.12 dan Tabel 5.13 berikut ini.

**Tabel 5.12 Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar Ukuran 10 mm**

| Lubang Ayakan (mm) | Berat Tertinggal (gram) | Berat Tertinggal (%) | Berat Tertinggal Kumulatif (%) | Persen Lolos Kumulatif (%) |
|--------------------|-------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------------|
| 40,00              | 0                       | 0,00%                | 0,00%                          | 100,00%                    |
| 20,00              | 0                       | 0,00%                | 0,00%                          | 100,00%                    |
| 10,00              | 22,5                    | 0,45%                | 0,45%                          | 99,55%                     |
| 4,80               | 2686                    | 53,73%               | 54,18%                         | 45,82%                     |
| 2,40               | 1029,5                  | 20,59%               | 74,77%                         | 25,23%                     |

|        |        |         |         |        |
|--------|--------|---------|---------|--------|
| 1,20   | 414,5  | 8,29%   | 83,06%  | 16,94% |
| 0,60   | 0      | 0,00%   | 83,06%  | 16,94% |
| 0,30   | 0      | 0,00%   | 83,06%  | 16,94% |
| 0,15   | 0      | 0,00%   | 83,06%  | 16,94% |
| Sisa   | 847    | 16,94%  | 0,00%   | 0,00%  |
| Jumlah | 4999,5 | 100,00% | 461,63% |        |

**Tabel 5.13 Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar Ukuran 20 mm**

| Lubang Ayakan (mm) | Berat Tertinggal (gram) | Berat Tertinggal (%) | Berat Tertinggal Kumulatif (%) | Persen Lolos Kumulatif (%) |
|--------------------|-------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------------|
| 40,00              | 0                       | 0,00%                | 0,00%                          | 100,00%                    |
| 20,00              | 93                      | 1,86%                | 1,86%                          | 98,14%                     |
| 10,00              | 4423,5                  | 88,38%               | 90,24%                         | 9,76%                      |
| 4,80               | 352,5                   | 7,04%                | 97,28%                         | 2,72%                      |
| 2,40               | 9,5                     | 0,19%                | 97,47%                         | 2,53%                      |
| 1,20               | 6                       | 0,12%                | 97,59%                         | 2,41%                      |
| 0,60               | 0                       | 0,00%                | 97,59%                         | 2,41%                      |
| 0,30               | 0                       | 0,00%                | 97,59%                         | 2,41%                      |
| 0,15               | 0                       | 0,00%                | 97,59%                         | 2,41%                      |
| Sisa               | 120,5                   | 2,41%                | 0,00%                          | 0,00%                      |
| Jumlah             | 5005                    | 100,00%              | 677,22%                        |                            |

Dari pengujian yang telah dilakukan mendapatkan hasil analisa saringan agregat halus dapat diperoleh nilai modulus halus butir (MHB) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Modulus halus butir ukuran 10 mm (MHB)} &= \frac{\sum \text{Berat Tertinggal Kumulatif}}{100} \\ &= \frac{461,63}{100} \\ &= 4,6163 \end{aligned}$$

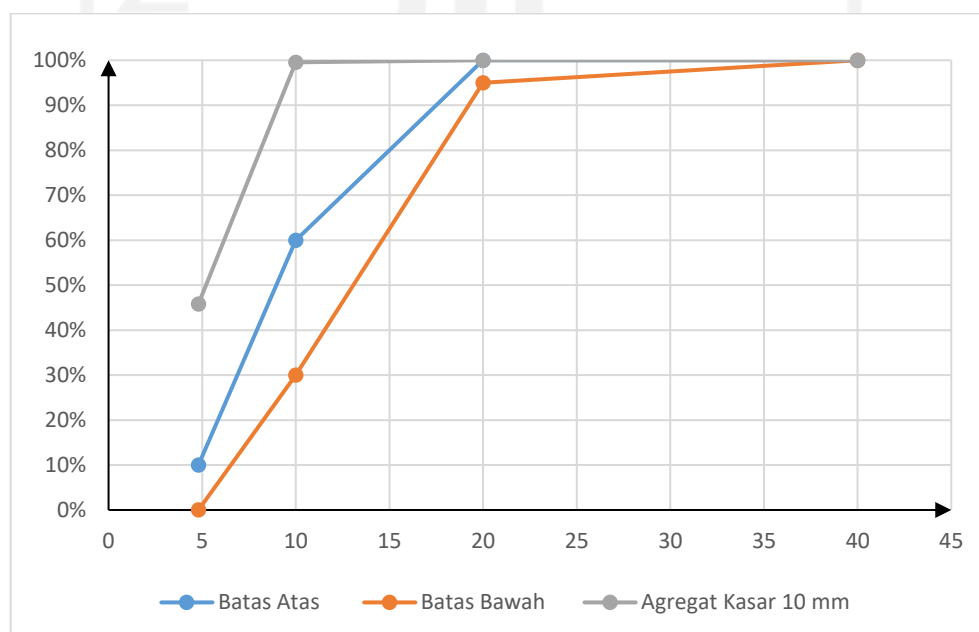
$$\begin{aligned} \text{Modulus halus butir ukuran 10 mm (MHB)} &= \frac{\sum \text{Berat Tertinggal Kumulatif}}{100} \\ &= \frac{677,22}{100} \\ &= 6,7722 \end{aligned}$$

Pada pengujian ini didapatkan nilai modulus halus butir (MHB) agregat kasar untuk ukuran 10 mm dan 20 mm sebesar 4,6163 dan 6,7722. Hasil untuk ukuran 10 mm belum memenuhi syarat sehingga perlu dilakukan pencampuran agregat agar dapat memenuhi persyaratan, karena modulus halus butir agregat kasar memiliki nilai normal sebesar 6,0-7,0 (Tjokrodinuljo, 2004). Hasil dari pengujian ini digunakan juga untuk mendapatkan batas gradasi ukuran butir maksimum agregat kasar yang dapat dilihat pada Tabel 5.14 berikut ini.

**Tabel 5.14 Batas Gradasi Agregat Kasar**

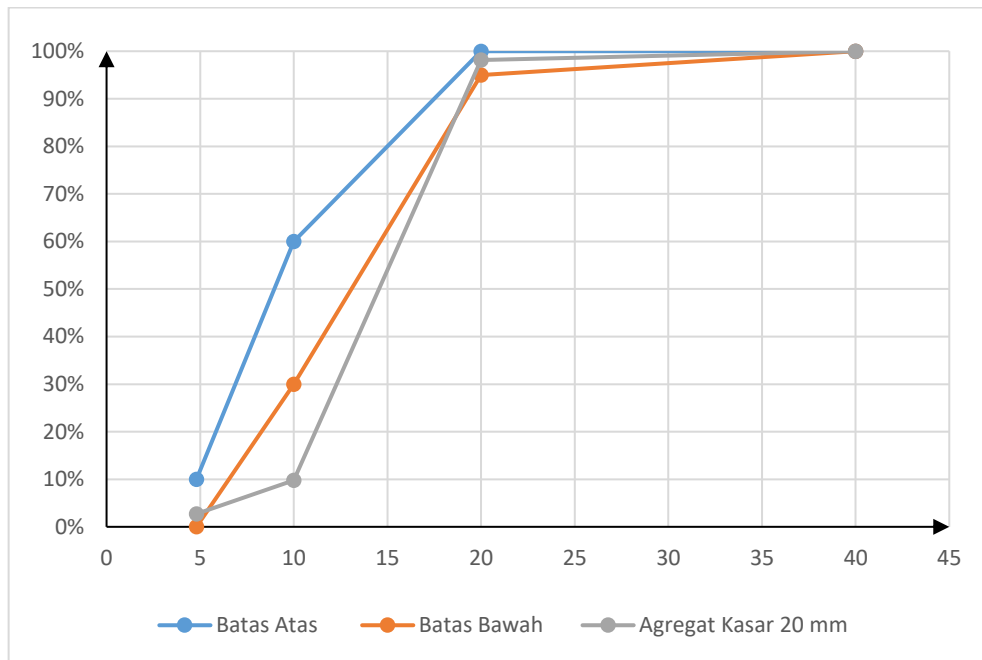
| Lubang Ayakan (mm) | Persen Butir Agregat yang Lolos Ayakan |        |       |
|--------------------|--|--------|-------|
|                    | 40 mm                                  | 20 mm  | 10 mm |
| 40                 | 95-100                                 | 100    | -     |
| 20                 | 30-70                                  | 75-100 | 100   |
| 10                 | 10-35                                  | 25-55  | 50-85 |
| 4,8                | 0-5                                    | 0-10   | 0-10  |

Dari tabel diatas gradasi yang akan digunakan adalah persyaratan gradasi agregat dengan ukuran butir 10 mm dan 20 mm. Grafik hubungan antara persentase lolos kumulatif dengan persen bahan butiran yang lolos saringan dapat dilihat pada Gambar 5.2 dan Gambar 5.3.



**Gambar 5.2 Analisa Saringan Agregat Kasar Ukuran 10 mm**





**Gambar 5.3 Analisa Saringan Agregat Kasar Ukuran 20 mm**

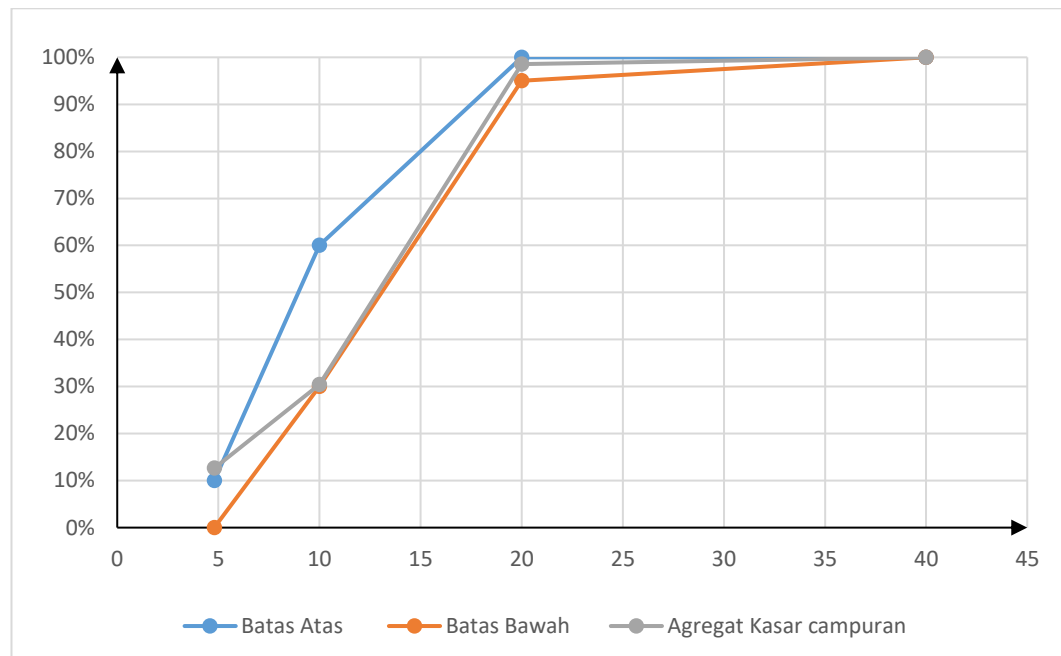
Dari Gambar 5.2 terdapat gradasi sela pada agregat kasar ukuran 10 mm pada fraksi 4,8 mm yang tidak terpenuhi. Sedangkan untuk agregat kasar ukuran 20 mm pada fraksi 10 mm tidak terpenuhi. Dengan fraksi yang tidak terpenuhi akan mengakibatkan volume pori pada beton menjadi semakin banyak. Pada penelitian ini akan menggabungkan agregat kasar ukuran 10 mm dan 20 mm menggunakan metode *trial mix* agar mendapatkan volume pori yang lebih kecil dan menghasilkan beton yang lebih padat. *Trial mix* dapat dilihat pada Tabel 5.15.

**Tabel 5.15 Trial Mix Pencampuran Agregat 10 mm dan 20 mm**

| Lubang | Persen Lolos Kumulatif | Batas Atas | Batas Bawah |
|--------|------------------------|------------|-------------|
| 40     | 100,00%                | 100%       | 100%        |
| 20     | 98,57%                 | 100%       | 95%         |
| 10     | 30,41%                 | 60%        | 30%         |
| 4,8    | 12,63%                 | 10%        | 0%          |

Dari hasil *trial mix* didapatkan hasil untuk ukuran 10 mm sebesar 23% dari berat total agregat kasar dan untuk ukuran 20 mm sebesar 77% dari berat total agregat kasar. Akan tetapi pada fraksi 4,8 mm tetap terdapat gradasi sela. Hasil dari

hubungan dari data *trial mix* antara persen lolos kumulatif dengan agregat lolos saringan agregat kasar dapat dilihat pada Gambar 5.4.



**Gambar 5.4 Analisa Saringan Agregat Kasar Campuran**

#### 5.4 Perencanaan Campuran Beton SCC (*Mix Design*)

*Mix design* bertujuan untuk mendapatkan proporsi campuran yang sesuai dengan kuat tekan beton SCC yang sudah direncanakan. Perencanaan *mix design* pada penelitian ini akan menggunakan metode *mix design* SNI 03-2834-2000 dan EFNARC 2005, EFNARC 2005 digunakan sebagai parameter penentuan dari campuran beton SCC agar menghasilkan campuran beton SCC yang sesuai dengan syarat EFNARC 2005. Perencanaan mutu beton SCC yang ditargetkan adalah sebesar 30 MPa. Perencanaan dilakukan sesuai dengan urutan yang telah dijelaskan pada anak sub bab 4.5.3. Untuk setiap variasi dari campuran beton terdiri dari 5 silinder untuk uji kuat tekan 14 dan 28 hari, uji modulus elastisitas dan uji tarik belah. Untuk pengujian kuat lentur balok menggunakan 3 balok pada tiap variasi. Pengujian dilakukan pada umur beton 28 hari. Hasil dari perencanaan campuran *mix design* dapat dilihat pada Tabel 5.16 berikut ini.

**Tabel 5.16 Hasil Perencanaan *Mix Design***

| No. | Uraian                                    | Nilai      | Satuan            | Keterangan  |
|-----|---|------------|-------------------|---|
| 1   | Kuat tekan rencana                        | 30         | MPa               |   |
| 2   | Deviasi Standar                           |            |                   | Diabaikan   |
| 3   | Nilai Tambah                              | 12         |                   |   |
| 4   | Kuat tekan beton ditargetkan ( $f_{cr}$ ) | 42         | MPa               |   |
| 5   | Jenis semen                               | Tipe I     |                   |   |
| 6   | Jenis agregat kasar                       | Batu Pecah |                   |   |
| 7   | Jenis agregat halus                       | Pasir      |                   |   |
| 8   | Faktor air semen (fas)                    | 0,455      |                   | Grafik 1 SNI                                      |
| 9   | Slump                                     | 30-60      | mm                |   |
| 10  | Ukuran agregat maksimum                   | 20         | mm                | EFNARC ( <i>size max 20 mm</i> )                  |
| 11  | Wh  | 180        |                   | Tabel 3 SNI                                       |
| 12  | Wk  | 210        |                   | Tabel 3 SNI                                       |
| 13  | Kadar air bebas                           | 190        | Kg                | EFNARC ( <i>not exceed 200 kg/m<sup>3</sup></i> ) |
| 14  | Jumlah Semen                              | 417,582    | Kg                | EFNARC (400-600 Kg)                               |
| 15  | Kadar semen minimum                       | 275        | Kg                | Tabel 4 SNI                                       |
| 16  | Kadar semen maksimum                      | -          |                   |   |
| 17  | Bj agregat halus                          | 2,688      |                   | Pasir Progo                                       |
| 18  | Bj agregat kasar                          | 2,516      |                   | Agregat Clereng                                   |
| 19  | Persen agregat halus                      | 51%        | %                 | EFNARC ( <i>&gt;50% from total aggregate</i> )    |
| 20  | Persen agregat kasar                      | 49%        | %                 | EFNARC ( <i>&lt;50% from total aggregate</i> )    |
| 21  | Bj relative agregat gabungan (SSD)        | 2,600      |                   |   |
| 22  | Berat isi beton                           | 2360       | Kg/m <sup>3</sup> | Grafik 6 SNI                                      |
| 23  | kadar agregat gabungan                    | 1752,418   | Kg/m <sup>3</sup> |   |
| 24  | kadar agregat halus                       | 893,733    | Kg/m <sup>3</sup> | EFNARC ( <i>&gt;40% from the mortar volume</i> )  |
| 25  | kadar agregat kasar                       | 858,685    | Kg/m <sup>3</sup> | EFNARC ( <i>28-35% from total volume mix</i> )    |

## 5.5 Pengujian Karakteristik Beton SCC

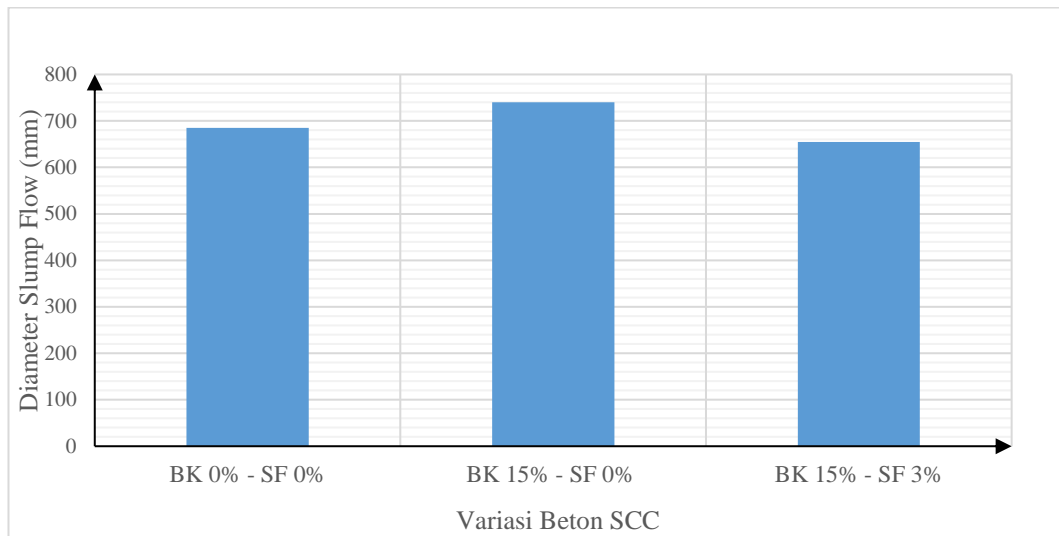
### 5.5.1 Pengujian Nilai *Slump Flow*

Dalam pengujian nilai *slump flow* terbagi menjadi 2 macam pengujian. Pengujian pertama adalah untuk mendapatkan nilai diameter akhir *slump flow* beton SCC dan pengujian kedua adalah untuk mendapatkan nilai T50. Syarat yang telah ditetapkan oleh EFNARC 2005 untuk pengujian *slump flow* adalah diameter harus memenuhi 640-800 mm dan waktu untuk mencapai diameter 500 mm (T50) adalah 2-5 detik. Alat uji yang digunakan dalam pengujian ini berupa kerucut *abrams* dan *table flow* yang telah diberikan ukuran diameter 500 mm untuk mendapatkan hasil T50. Kerucut *abrams* dengan ukuran diameter yang lebih kecil berada dibawah, kemudian kerucut diisi dengan adukan beton SCC kemudian diangkat keatas secara perlahan. Sehingga campuran beton SCC akan turun dan mengalir membentuk lingkaran. Catat waktu yang diperlukan beton untuk mencapai diameter 500 mm (T50) dan saat campuran berhenti mengalir, ukur diameter terakhirnya. Berikut adalah hasil pengujian *slump flow* dapat dilihat pada Tabel 5.17.

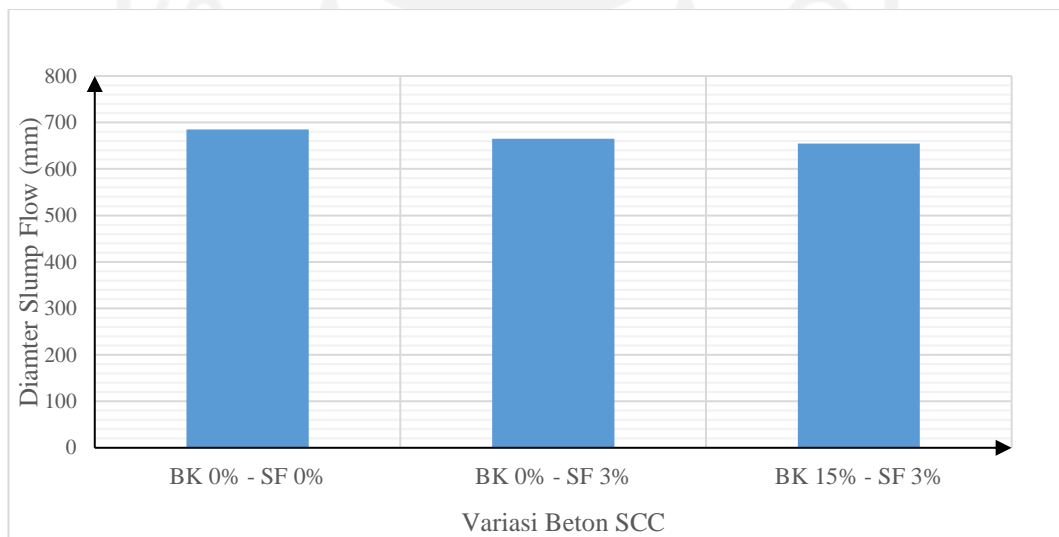
**Tabel 5.17 Pengujian *Slump Flow* dan T50**

| Variasi        | T50 (detik) | Slump Flow (mm) | Keterangan |
|----------------|-------------|-----------------|------------|
| BK 0% - SF 0%  | 3,77        | 685             | memenuhi   |
| BK 0% - SF 3%  | 3,14        | 665             | memenuhi   |
| BK 15% - SF 0% | 2,18        | 740             | memenuhi   |
| BK 15% - SF 3% | 4,93        | 655             | memenuhi   |

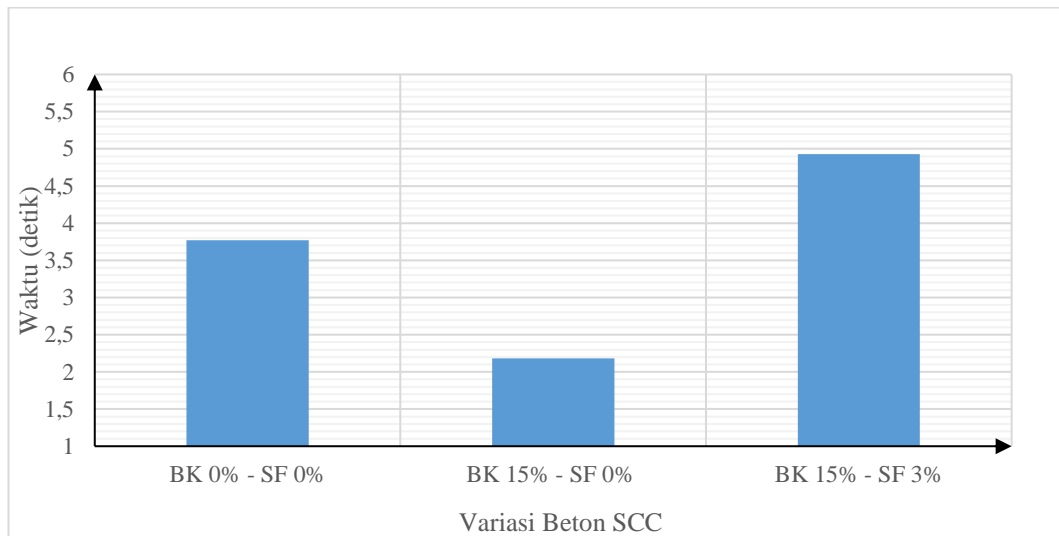
Dari Tabel 5.17 diatas dapat dilihat bahwa nilai *slump flow* semua variasi masuk dalam persyaratan yang EFNARC 2005 tetapkan,. Hasil dari tabel tersebut menunjukkan bahwa dengan penambahan serbuk batu kapur sebesar 15% dari berat semen akan memperlebar nilai diameter *slump flow* dan mempercepat beton SCC mencapai nilai T50.



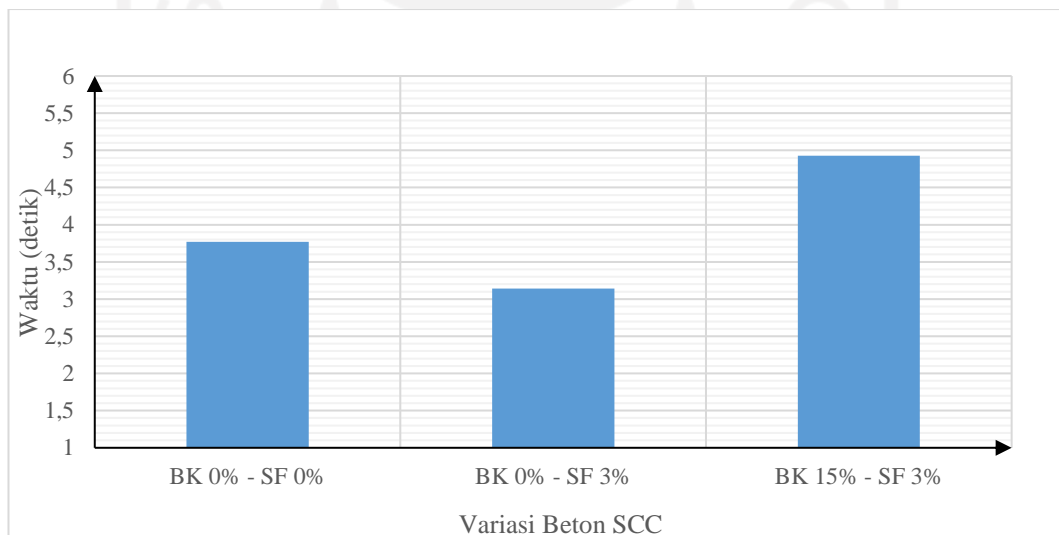
**Gambar 5.5 Diameter Uji *Slump Flow* Dengan Bahan Tambah Batu Kapur**



**Gambar 5.6 Diameter Uji *Slump Flow* Dengan Bahan Tambah *Sika Fume***



**Gambar 5.7 Uji T50 Slump Flow Dengan Bahan Tambah Batu Kapur**



**Gambar 5.8 Uji T50 Slump Flow Dengan Bahan Tambah Sika Fume**

Berdasarkan Gambar 5.5 dan 5.6 diatas menunjukkan bahwa dengan penggunaan serbuk batu kapur sebagai bahan tambah untuk beton SCC membuat diameter uji *slump flow* menjadi lebih besar. Sedangkan pada Gambar 5.7 dan 5.8, bahan tambah batu kapur memerlukan waktu untuk mencapai diameter 500 mm (T50) yang lebih cepat dikarenakan sifat dari batu kapur untuk menyerap air lebih sedikit jika dibandingkan dengan bahan tambah *sika fume*. Hal ini dapat dilihat dari

hasil akhir diameter uji *slump flow* yang jauh lebih lebar dibandingkan dengan diameter dari varian lainnya. Contoh pengujian *slump flow* dapat dilihat pada Gambar 5.7 berikut ini.



**Gambar 5.9 Pengujian Slump Flow**

#### 5.5.2 Pengujian Nilai *L-Box*

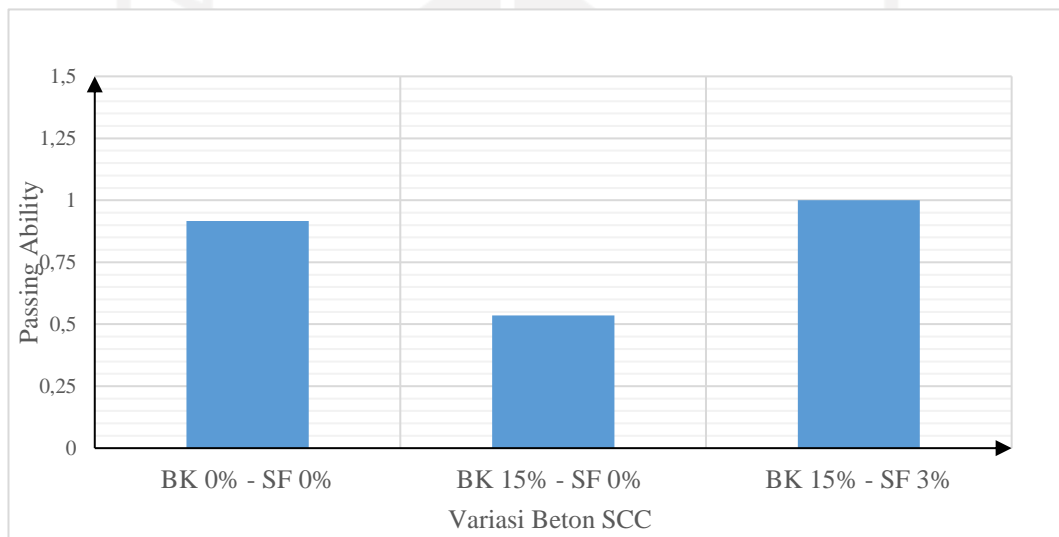
*L-box* merupakan suatu alat konstruksi boks yang berbentuk huruf L yang kaku dan berongga dengan permukaan yang halus, bersifat tidak menyerap air serta tahan terhadap korosi. Jenis yang akan digunakan adalah memiliki sistem batang penghalang yang berjumlah 3 batang baja berdiameter  $12 \pm 2$  mm dan memiliki celah sebesar  $41 \pm 1$  mm. Pengujian nilai *l-box* bertujuan untuk mendapatkan hasil *passing ability* (PL), yaitu kemampuan dari suatu beton SCC yang dapat mengalir melalui celah sempit atau celah antar tulangan tanpa terjadi sendatan. Hasil *passing ability* diperoleh dari perbandingan antara H2/H1. Syarat yang telah ditetapkan oleh EFNARC 2005 untuk pengujian *l-box* adalah antara 0,8-1,0. Berikut adalah hasil pengujian *l-box* dapat dilihat pada Tabel 5.18.

**Tabel 5.18 Pengujian L-Box**

| Variasi       | H1 (mm) | H2 (mm) | Passing Ability | Keterangan |
|---------------|---------|---------|-----------------|------------|
| BK 0% - SF 0% | 120     | 110     | 0,917           | memenuhi   |

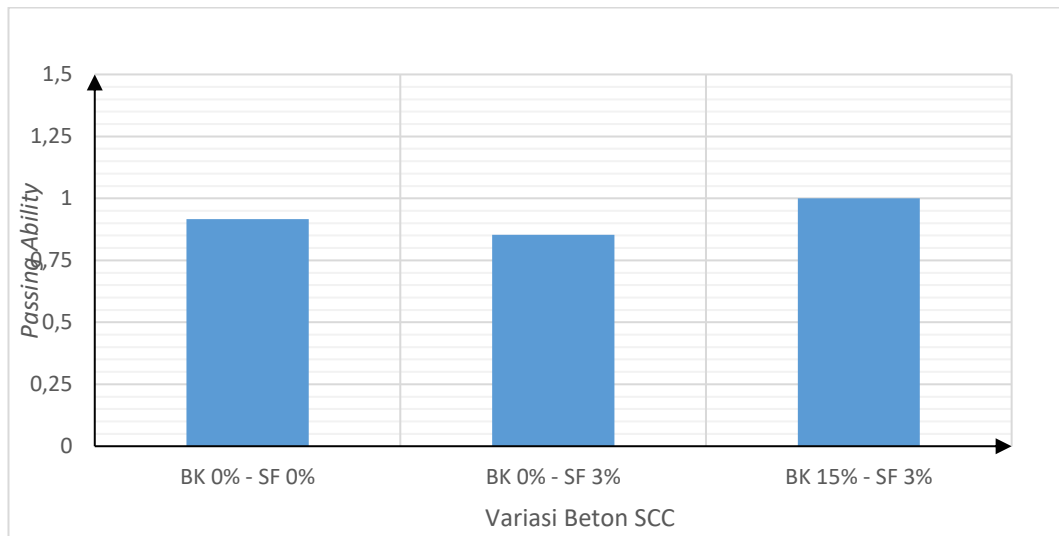
|                |     |    |       |          |
|----------------|-----|----|-------|----------|
| BK 0% - SF 3%  | 68  | 58 | 0,853 | memenuhi |
| BK 15% - SF 0% | 140 | 75 | 0,536 | tidak    |
| BK 15% - SF 3% | 80  | 80 | 1     | memenuhi |

Dari Tabel 5.18 diatas dapat dilihat bahwa nilai H2/H1 untuk variasi BK 0% - SF 3% dan BK 15% - SF 3% masuk dalam persyaratan yang EFNARC 2005 tetapkan, namun untuk variasi BK 15% - SF 0% tidak memenuhi persyaratan tersebut. Dari hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada variasi bahan tambah batu kapur 15% dari berat semen tidak dapat mengalir melalui batang penghalang dengan baik.



**Gambar 5.10 Hasil *Passing Ability* Dengan Bahan Tambah Batu Kapur**





**Gambar 5.11 Hasil *Passing Ability* Dengan Bahan Tambah Sika Fume**

Berdasarkan Gambar 5.10 dan 5.11 diatas menunjukkan bahwa dengan penggunaan batu kapur sebagai bahan tambah untuk beton SCC membuat nilai *passing ability* tidak dapat memenuhi syarat yang sudah ditentukan oleh EFNARC 2005. Ini dapat dilihat dari hasil di lapangan, dengan penambahan batu kapur membuat hasil beton SCC menjadi lebih cair dan terjadi pemisahan antara agregat dengan mortar. Contoh pengujian *l-box* dapat dilihat pada Gambar 5.12 berikut ini.



**Gambar 5.12 Pengujian *L-Box***

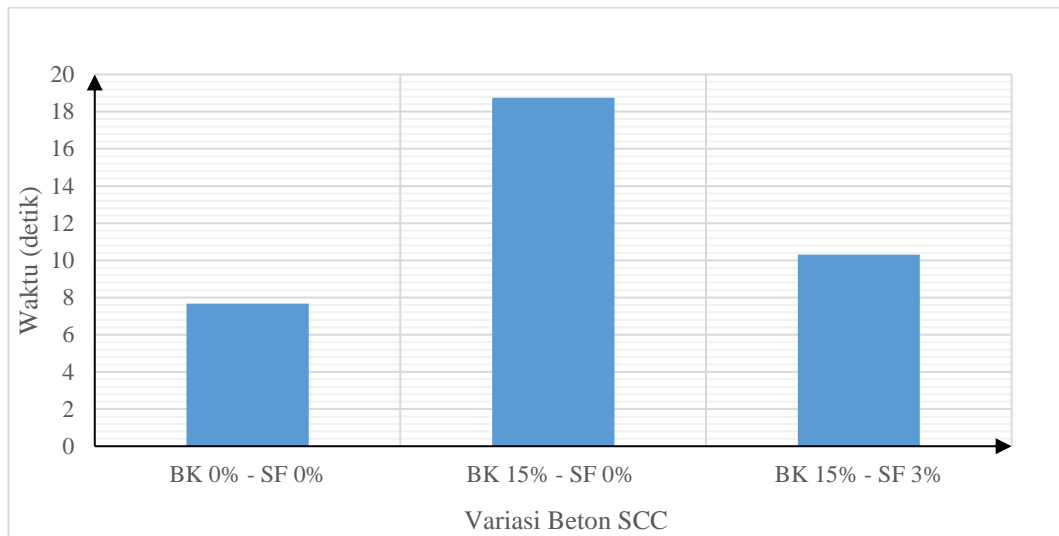
### 5.5.3 Pengujian Nilai *V-Funnel*

Pengujian *v-funnel* bertujuan untuk mengetahui kemampuan dari beton SCC apakah dapat menjaga beton tetap dalam keadaan komposisi yang homogen selama masa transportasi sampai pada pengecoran. Hasil dari pengujian *v-funnel* adalah waktu yang diperlukan beton segar untuk mengalir melalui bagian mulut di ujung bawah alat ukur *v-funnel*. Syarat yang telah ditetapkan oleh EFNARC 2005 untuk pengujian *v-funnel* adalah antara 6-12 detik. Berikut adalah hasil pengujian *v-funnel* dapat dilihat pada Tabel 5.19.

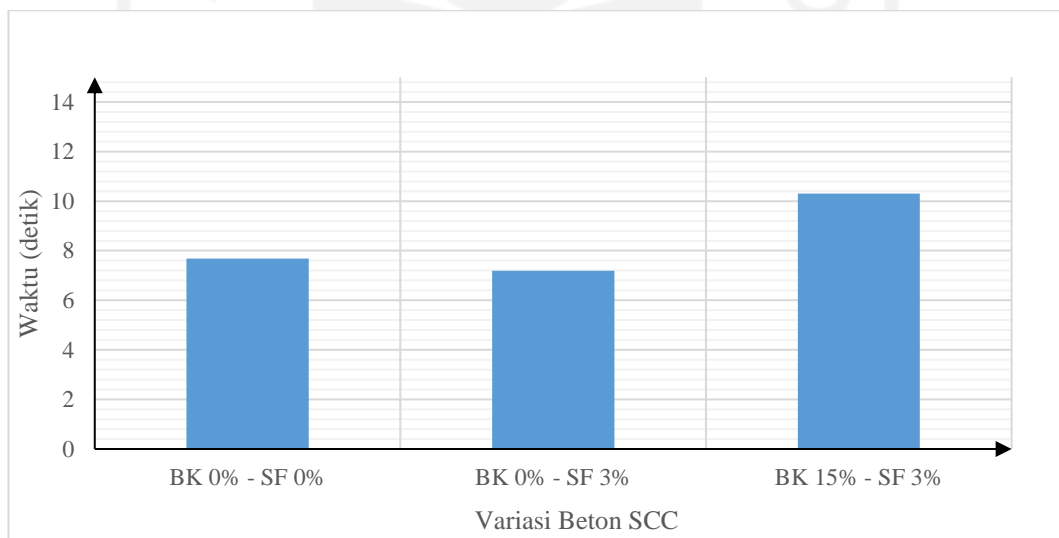
**Tabel 5.19 Pengujian *V-Funnel***

| Variasi        | Waktu | Keterangan |
|----------------|-------|------------|
| BK 0% - SF 0%  | 7,68  | memenuhi   |
| BK 0% - SF 3%  | 7,19  | memenuhi   |
| BK 15% - SF 0% | 18,75 | tidak      |
| BK 15% - SF 3% | 10,3  | memenuhi   |

Dari Tabel 5.18 diatas dapat dilihat bahwa waktu yang diperlukan untuk variasi BK 0% - SF 3% dan BK 15% - SF 3% masuk dalam persyaratan yang EFNARC 2005 tetapkan, namun untuk variasi BK 15% - SF 0% tidak memenuhi persyaratan tersebut. Dari hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada variasi bahan tambah batu kapur 15% dari berat semen tidak dapat mengalir dengan baik yang bisa ditetapkan mengalami segregasi sehingga cukup sulit untuk melewati bagian mulut di ujung bawah *v-funnel*.



**Gambar 5.13 Hasil *Segregation Resistance* Dengan Bahan Tambah Batu Kapur**

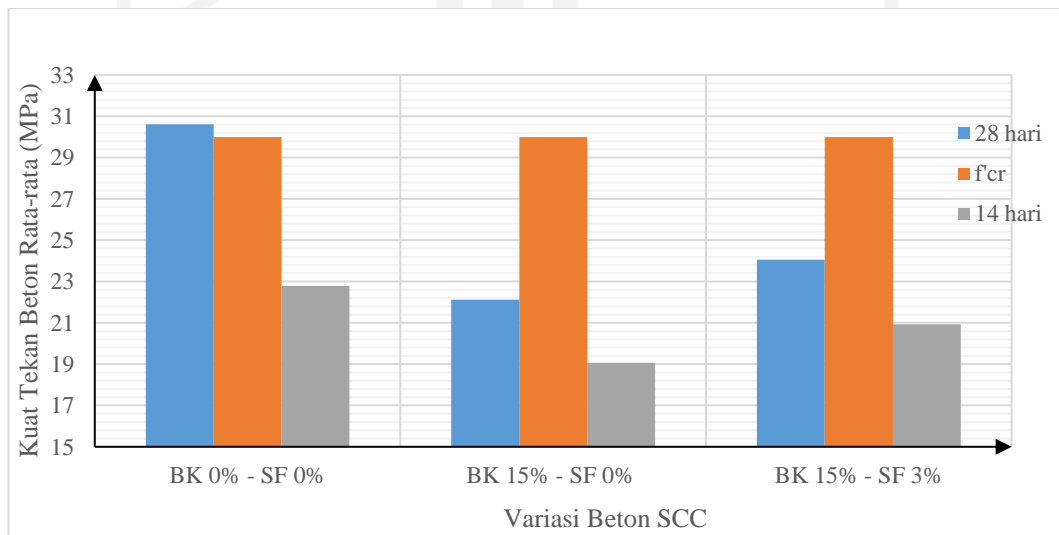


**Gambar 5.14 Hasil *Segregation Resistance* Dengan Bahan Tambah Sika Fume**

Berdasarkan Gambar 5.13 dan 5.14 diatas menunjukkan bahwa dengan penggunaan batu kapur sebagai bahan tambah untuk beton SCC membuat kemampuan *segregation resistance* beton SCC tidak dapat memenuhi syarat yang sudah ditentukan oleh EFNARC 2005. Ini dapat dilihat dari hasil di lapangan, dengan penambahan batu kapur membuat hasil beton SCC menjadi lebih cair dan



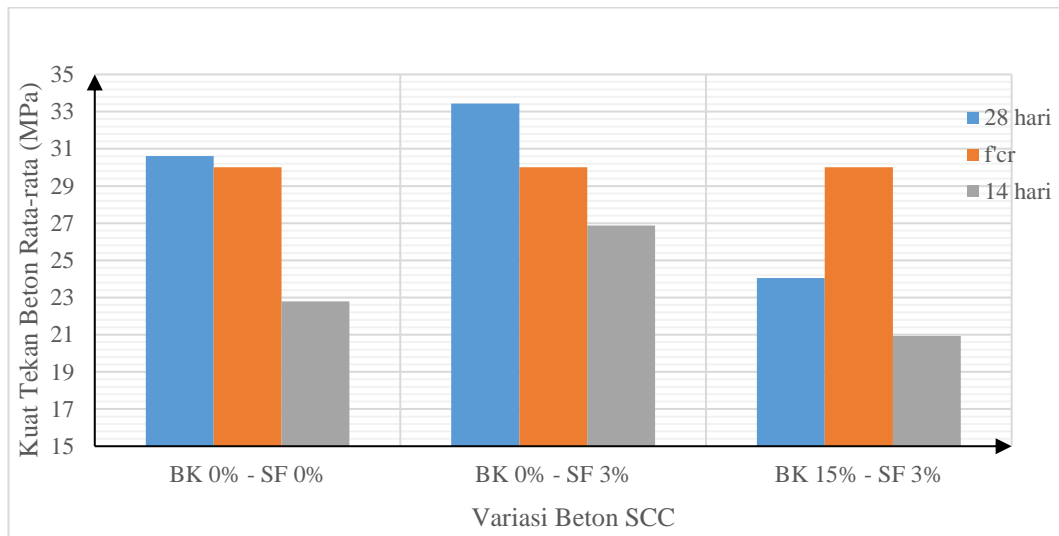
|                |   |        |       |        |           |        |        |        |
|----------------|---|--------|-------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| BK 0% - SF 0%  | 1 | 147,2  | 302,2 | 12,157 | 17017,882 | 390000 | 22,917 | 22,784 |
|                | 2 | 151,3  | 290   | 12,257 | 17979,091 | 430000 | 23,917 |        |
|                | 3 | 152,2  | 305,2 | 12,36  | 18193,623 | 385000 | 21,161 |        |
|                | 4 | 149,4  | 301   | 12,172 | 17530,370 | 510000 | 29,092 |        |
|                | 5 | 151,9  | 309,1 | 12,451 | 18121,971 | 305000 | 16,830 |        |
| BK 0% - SF 3%  | 1 | 151    | 300   | 11,981 | 17907,864 | 524000 | 29,261 | 26,875 |
|                | 2 | 150,5  | 299,8 | 12,089 | 17789,465 | 444000 | 24,959 |        |
|                | 3 | 150,25 | 296   | 12,161 | 17730,413 | 511000 | 28,821 |        |
|                | 4 | 150    | 297,9 | 11,786 | 17671,459 | 403000 | 22,805 |        |
|                | 5 | 151,6  | 299   | 12,202 | 18050,460 | 515000 | 28,531 |        |
| BK 15% - SF 0% | 1 | 155,5  | 300,8 | 12,381 | 18991,124 | 331000 | 17,429 | 19,061 |
|                | 2 | 151,8  | 296   | 12,007 | 18098,118 | 357000 | 19,726 |        |
|                | 3 | 150,4  | 298,7 | 12,144 | 17765,832 | 430000 | 24,204 |        |
|                | 4 | 152    | 300,5 | 12,296 | 18145,839 | 285000 | 15,706 |        |
|                | 5 | 152,7  | 299   | 12,415 | 18313,357 | 334000 | 18,238 |        |
| BK 15% - SF 3% | 1 | 150    | 305   | 12,406 | 17671,459 | 515000 | 29,143 | 20,926 |
|                | 2 | 151,5  | 306   | 12,266 | 18026,655 | 311000 | 17,252 |        |
|                | 3 | 152,9  | 305,3 | 12,146 | 18361,360 | 410000 | 22,330 |        |
|                | 4 | 151,3  | 302,1 | 12,245 | 17979,091 | 295000 | 16,408 |        |
|                | 5 | 150,1  | 302,6 | 12,117 | 17695,028 | 345000 | 19,497 |        |



**Gambar 5.16 Hasil Pengujian Kuat Tekan Dengan Bahan Tambah Batu Kapur**

**Tabel 5.21 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton 28 Hari**

| Kode Benda Uji | Diameter (mm) | Tinggi (mm) | Berat (kg) | Luas Penampang (mm <sup>2</sup> ) | Beban (N) | Kuat Tekan Beton (MPa) | Kuat Tekan Beton Rata-rata (MPa) |
|----------------|---------------|-------------|------------|-----------------------------------|-----------|------------------------|----------------------------------|
| BK 0% - SF 0%  | 1             | 151,2       | 302,5      | 12,194                            | 17955,333 | 600000                 | 30,618                           |
|                | 2             | 152,5       | 304,8      | 12,278                            | 18265,416 | 525000                 |                                  |
|                | 3             | 150,3       | 304,5      | 12,576                            | 17742,215 | 590000                 |                                  |
|                | 4             | 150,8       | 300,9      | 12,199                            | 17860,457 | 465000                 |                                  |
|                | 5             | 152,77      | 309,2      | 12,402                            | 18330,151 | 580000                 |                                  |
| BK 0% - SF 3%  | 1             | 149,34      | 299,4      | 12,132                            | 17516,292 | 648000                 | 33,434                           |
|                | 2             | 150,75      | 301,6      | 12,555                            | 17848,615 | 632000                 |                                  |
|                | 3             | 150,5       | 299,65     | 12,342                            | 17789,465 | 650000                 |                                  |
|                | 4             | 151         | 299,4      | 11,891                            | 17907,864 | 512000                 |                                  |
|                | 5             | 150,75      | 302,8      | 12,379                            | 17848,615 | 529000                 |                                  |
| BK 15% - SF 0% | 1             | 150,5       | 299,15     | 12,315                            | 17789,465 | 400000                 | 22,117                           |
|                | 2             | 150,5       | 290        | 11,706                            | 17789,465 | 450000                 |                                  |
|                | 3             | 149,7       | 292        | 11,837                            | 17600,844 | 425000                 |                                  |
|                | 4             | 152,7       | 296,3      | 12,08                             | 18313,357 | 355000                 |                                  |
|                | 5             | 151,4       | 296        | 11,944                            | 18002,865 | 347000                 |                                  |
| BK 15% - SF 3% | 1             | 152,7       | 302,7      | 12,135                            | 18313,357 | 362000                 | 24,055                           |
|                | 2             | 152,5       | 304,9      | 12,331                            | 18265,416 | 475000                 |                                  |
|                | 3             | 151,1       | 303,5      | 12,144                            | 17931,590 | 520000                 |                                  |
|                | 4             | 152,6       | 302,5      | 12,054                            | 18289,379 | 480000                 |                                  |
|                | 5             | 150,8       | 303,3      | 12,413                            | 17860,457 | 344000                 |                                  |



**Gambar 5.17 Hasil Pengujian Kuat Tekan Dengan Bahan Tambah *Sika Fume***

Berdasarkan Gambar 5.16 dan Gambar 5.17 didapatkan hasil nilai kuat tekan beton rata-rata tertinggi pada variasi bahan tambah yang hanya menggunakan *sika fume*, dengan kuat tekan rata tertinggi pada umur 28 hari sebesar 33,434 MPa. Dengan peningkatan sebanyak 9,197% jika dibandingkan dengan variasi beton SCC normal dengan nilai sebesar 30,618 MPa. Sedangkan dengan penggunaan serbuk batu kapur sebagai bahan tambah mendapatkan nilai sebesar 22,117 MPa, mengalami penurunan sebanyak 27,763% terhadap beton SCC normal dengan nilai 30,618 Mpa . Hal ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan *sika fume* sebagai bahan tambah untuk beton SCC lebih baik dibandingkan dengan menggunakan serbuk batu kapur padam sebagai bahan tambah, karena ukuran dari *sika fume* lebih kecil jika dibandingkan dengan ukuran dari batu kapur yang membuatnya dapat mengisi rongga-rongga yang ada sehingga mendapatkan hasil kuat tekan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan batu kapur padam sebagai bahan tambah.

### 5.7 Pengujian Modulus Elastisitas Beton

Pengujian modulus elastisitas dilakukan pada saat umur benda uji sudah berumur 28 hari. Pengujian dilakukan dengan total benda uji 12 buah dari 4 variasi

berbeda. Proses pengujian sama seperti pengujian kuat tekan, yang membedakan pengujian ini adalah sebelum dilakukan pengujian benda uji dipasangkan alat *extensometer* dan *dial gauge*. Pemasangan alat tersebut bertujuan untuk mengetahui perubahan panjang yang terjadi sehingga didapatkan hasil nilai regangan dan tegangan yang terjadi pada benda uji. Contoh hasil dari pengujian modulus elastisitas dapat dilihat pada Tabel 5.22 berikut.

**Tabel 5.22 Tegangan dan Regangan Beton Variasi BK15%- SF3% (3)**

| Beban | Pembacaan Dial LVDT<br>.....x10 <sup>-3</sup> | $\Delta L$ Sebenarnya<br>(1/2 $\Delta L$ )(mm) | A (mm <sup>2</sup> ) | L0 (mm) | Regangan<br>( $\Delta L/L_0$ )(mm) | Tegangan<br>(P/A)(MPa) |
|-------|---|--|----------------------|---------|------------------------------------|------------------------|
| 0     | 0   | 0  | 18050,5              | 200     | 0                                  | 0                      |
| 10    | 22,5  | 0,01125  | 18050,5              | 200     | 0,00005625                         | 0,5540                 |
| 11    | 23,5  | 0,01175  | 18050,5              | 200     | 0,00005875                         | 0,6094                 |
| 12    | 24  | 0,012  | 18050,5              | 200     | 0,00006                            | 0,6648                 |
| 13    | 24,5  | 0,01225  | 18050,5              | 200     | 0,00006125                         | 0,7202                 |
| 14    | 24,5  | 0,01225  | 18050,5              | 200     | 0,00006125                         | 0,7756                 |
| 15    | 25  | 0,0125   | 18050,5              | 200     | 0,0000625                          | 0,8310                 |
| 16    | 26,5  | 0,01325  | 18050,5              | 200     | 0,00006625                         | 0,8864                 |
| 17    | 28  | 0,014  | 18050,5              | 200     | 0,00007                            | 0,9418                 |
| 18    | 29  | 0,0145   | 18050,5              | 200     | 0,0000725                          | 0,9972                 |
| 19    | 30,5  | 0,01525  | 18050,5              | 200     | 0,00007625                         | 1,0526                 |
| 20    | 31,5  | 0,01575  | 18050,5              | 200     | 0,00007875                         | 1,1080                 |
| 21    | 33  | 0,0165   | 18050,5              | 200     | 0,0000825                          | 1,1634                 |
| 22    | 34,5  | 0,01725  | 18050,5              | 200     | 0,00008625                         | 1,2188                 |
| 23    | 35,5  | 0,01775  | 18050,5              | 200     | 0,00008875                         | 1,2742                 |
| 24    | 36,5  | 0,01825  | 18050,5              | 200     | 0,00009125                         | 1,3296                 |
| 25    | 37,5  | 0,01875  | 18050,5              | 200     | 0,00009375                         | 1,3850                 |
| 30    | 46,5  | 0,02325  | 18050,5              | 200     | 0,00011625                         | 1,6620                 |
| 40    | 59  | 0,0295   | 18050,5              | 200     | 0,0001475                          | 2,2160                 |
| 50    | 70  | 0,035  | 18050,5              | 200     | 0,000175                           | 2,7700                 |
| 60    | 81  | 0,0405   | 18050,5              | 200     | 0,0002025                          | 3,3240                 |
| 70    | 93,4  | 0,0467   | 18050,5              | 200     | 0,0002335                          | 3,8780                 |
| 80    | 104,9   | 0,05245  | 18050,5              | 200     | 0,00026225                         | 4,4320                 |
| 90    | 108,4   | 0,0542   | 18050,5              | 200     | 0,000271                           | 4,9860                 |
| 100   | 114,4   | 0,0572   | 18050,5              | 200     | 0,000286                           | 5,5400                 |
| 110   | 123,4   | 0,0617   | 18050,5              | 200     | 0,0003085                          | 6,0940                 |
| 120   | 134,4   | 0,0672   | 18050,5              | 200     | 0,000336                           | 6,6480                 |

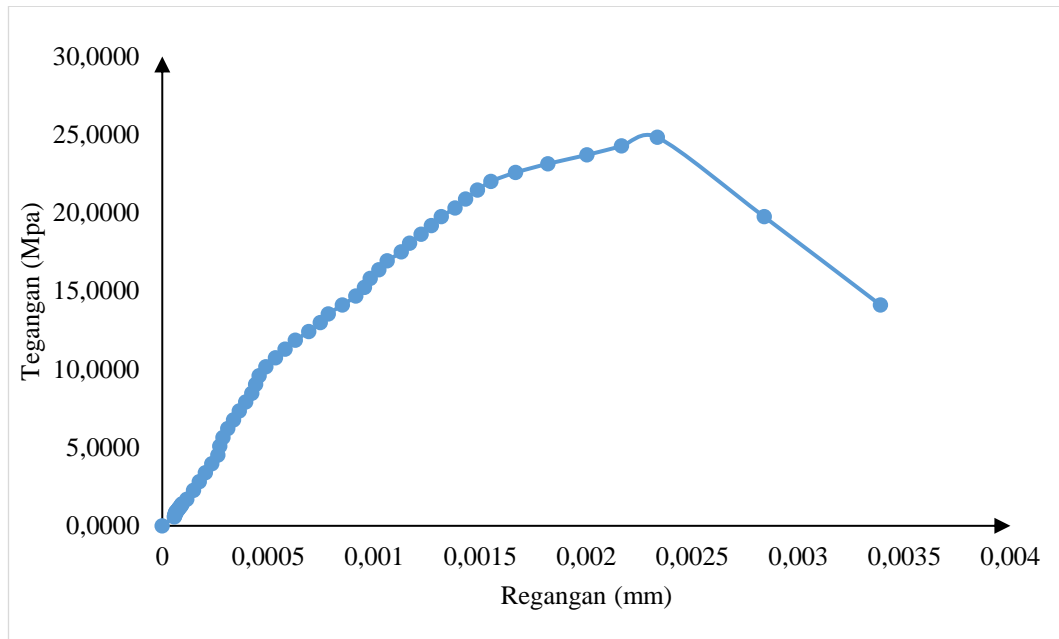


**Lanjutan Tabel 5.22 Tegangan dan Regangan Beton Variasi BK15%-SF3% (3)**

|     |        |         |         |     |            |         |
|-----|--------|---------|---------|-----|------------|---------|
| 130 | 145,4  | 0,0727  | 18050,5 | 200 | 0,0003635  | 7,2020  |
| 140 | 157,4  | 0,0787  | 18050,5 | 200 | 0,0003935  | 7,7560  |
| 150 | 168,9  | 0,08445 | 18050,5 | 200 | 0,00042225 | 8,3100  |
| 160 | 175,9  | 0,08795 | 18050,5 | 200 | 0,00043975 | 8,8640  |
| 170 | 182,4  | 0,0912  | 18050,5 | 200 | 0,000456   | 9,4180  |
| 180 | 195,4  | 0,0977  | 18050,5 | 200 | 0,0004885  | 9,9720  |
| 190 | 213,4  | 0,1067  | 18050,5 | 200 | 0,0005335  | 10,5260 |
| 200 | 231,3  | 0,11565 | 18050,5 | 200 | 0,00057825 | 11,0800 |
| 210 | 250,8  | 0,1254  | 18050,5 | 200 | 0,000627   | 11,6341 |
| 220 | 276,3  | 0,13815 | 18050,5 | 200 | 0,00069075 | 12,1881 |
| 230 | 297,8  | 0,1489  | 18050,5 | 200 | 0,0007445  | 12,7421 |
| 240 | 313,3  | 0,15665 | 18050,5 | 200 | 0,00078325 | 13,2961 |
| 250 | 339,8  | 0,1699  | 18050,5 | 200 | 0,0008495  | 13,8501 |
| 260 | 364,8  | 0,1824  | 18050,5 | 200 | 0,000912   | 14,4041 |
| 270 | 381,3  | 0,19065 | 18050,5 | 200 | 0,00095325 | 14,9581 |
| 280 | 392,3  | 0,19615 | 18050,5 | 200 | 0,00098075 | 15,5121 |
| 290 | 408,8  | 0,2044  | 18050,5 | 200 | 0,001022   | 16,0661 |
| 300 | 424,2  | 0,2121  | 18050,5 | 200 | 0,0010605  | 16,6201 |
| 310 | 450,7  | 0,22535 | 18050,5 | 200 | 0,00112675 | 17,1741 |
| 320 | 466,2  | 0,2331  | 18050,5 | 200 | 0,0011655  | 17,7281 |
| 330 | 488,2  | 0,2441  | 18050,5 | 200 | 0,0012205  | 18,2821 |
| 340 | 507,7  | 0,25385 | 18050,5 | 200 | 0,00126925 | 18,8361 |
| 350 | 526,2  | 0,2631  | 18050,5 | 200 | 0,0013155  | 19,3901 |
| 360 | 552,2  | 0,2761  | 18050,5 | 200 | 0,0013805  | 19,9441 |
| 370 | 572,2  | 0,2861  | 18050,5 | 200 | 0,0014305  | 20,4981 |
| 380 | 594,6  | 0,2973  | 18050,5 | 200 | 0,0014865  | 21,0521 |
| 390 | 620,1  | 0,31005 | 18050,5 | 200 | 0,00155025 | 21,6061 |
| 400 | 666,1  | 0,33305 | 18050,5 | 200 | 0,00166525 | 22,1601 |
| 410 | 727,6  | 0,3638  | 18050,5 | 200 | 0,001819   | 22,7141 |
| 420 | 801    | 0,4005  | 18050,5 | 200 | 0,0020025  | 23,2681 |
| 430 | 866,5  | 0,43325 | 18050,5 | 200 | 0,00216625 | 23,8221 |
| 440 | 933,9  | 0,46695 | 18050,5 | 200 | 0,00233475 | 24,3761 |
| 350 | 1135,5 | 0,56775 | 18050,5 | 200 | 0,00283875 | 19,3901 |
| 250 | 1354,9 | 0,67745 | 18050,5 | 200 | 0,00338725 | 13,8501 |

Dari hasil regangan dan tegangan pada Tabel 5.22 didapatkan nilai modulus elastisitas. Dengan menghitung dan mencatat pada saat beban beton mencapai 40%

dari beban maksimal dan mencatat hasil regangan yang mencapai nilai  $5 \times 10^{-6}$ . Jika hasil tidak ada maka akan dilakukan interpolasi untuk mendapatkannya.



**Gambar 5.18 Grafik Tegangan dan Regangan Beton Variasi BK 15% - SF 3% (3)**

Dari data tegangan dan regangan pada Gambar 5.18 dapat dihitung modulus elastisitas beton variasi BK 15% - SF 3% dengan menggunakan persamaan dari ASTM C-469 berikut.

$$\sigma_1 = 0,502 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = 9,933 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_2 = 0,000475 \text{ mm}$$

$$E_c = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\varepsilon_2 - 0,00005}$$

$$= \frac{9,933 - 0,502}{0,000475 - 0,00005}$$

$$= 22165,423 \text{ Mpa}$$

Hasil dari perhitungan untuk nilai modulus elastisitas beton dapat dilihat pada Tabel 5.23 berikut.

**Tabel 5.23 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton ASTM C-469**

| Kode Benda Uji | Berat (Kg) | Ec (ASTM C469)<br>(Mpa) | Ec rata-rata (Mpa) |
|----------------|------------|-------------------------|--------------------|
| BK 0% - SF 0%  | 1          | 12,236                  | 24677,532          |
|                | 2          | 12,268                  |                    |
|                | 3          | 12,388                  |                    |
| BK 0% - SF 3%  | 1          | 11,791                  | 23314,830          |
|                | 2          | 11,976                  |                    |
|                | 3          | 12,175                  |                    |
| BK 15% - SF 0% | 1          | 12,157                  | 21374,939          |
|                | 2          | 12,107                  |                    |
|                | 3          | 12,073                  |                    |
| BK 15% - SF 3% | 1          | 12,063                  | 22631,569          |
|                | 2          | 12,024                  |                    |
|                | 3          | 12,232                  |                    |

Selain menggunakan rumus dari ASTM C-469 dalam mendapatkan modulus elastisitas digunakan rumus dari SNI-2847-2019 sebagai pendekatan empiris. Berat isi beton ( $W_c$ ) dari benda uji dengan variasi BK 15% - SF 3% (3) didapatkan sebesar  $2217,460 \text{ kg/m}^3$  dan nilai kuat tekan sebesar  $24,38 \text{ MPa}$ . Dengan hasil berat beton yang didapatkan berada di antara  $1400$  sampai  $2560 \text{ kg/m}^3$  dan beton yang digunakan beton normal, sehingga perhitungan modulus elastisitas beton dapat dihitung dengan menggunakan dua perhitungan sekaligus. Nilai modulus elastisitas dengan nilai pendekatan SNI 2834-2019 pada benda uji dengan variasi BK 15% - SF 3% silinder 3 didapatkan hasil seperti berikut.

$$\begin{aligned}
 E_c &= W_c^{1,5} \times 0,043 \times \sqrt{f'_c} \\
 &= 2217,360^{1,5} \times 0,043 \times \sqrt{24,38} \\
 &= 22168,403 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_c &= 4700 \times \sqrt{f'_c} \\
 &= 4700 \times \sqrt{24,38} \\
 &= 23204,919 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Hasil dari perhitungan dengan menggunakan rumus SNI 2847-2019 dapat dilihat pada Tabel 5.24

**Tabel 5.24 Hasil Perhitungan Modulus Elastisitas Beton SNI 2847-2019**

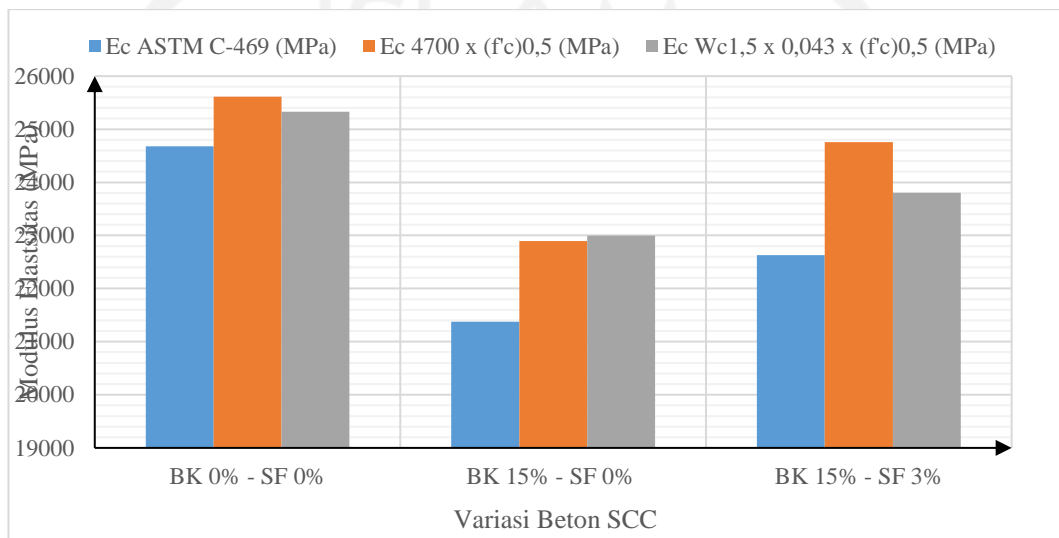
| Kode Benda Uji | Wc<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | f <sub>c</sub><br>(MPa) | SNI 2847-2019  |  | Rata-rata  |  |           |
|----------------|----------------------------|-------------------------|--|--|--|--|-----------|
|                |                            |                         | Ec 4700 x<br>(f <sub>c</sub> ) <sup>0.5</sup><br>(MPa) | Ec Wc <sup>1.5</sup> x<br>0,043 x<br>(f <sub>c</sub> ) <sup>0.5</sup><br>(MPa) | Ec 4700 x<br>(f <sub>c</sub> ) <sup>0.5</sup><br>(MPa) | Ec Wc <sup>1.5</sup> x<br>0,043 x<br>(f <sub>c</sub> ) <sup>0.5</sup><br>(MPa) |           |
| BK 0% - SF 0%  | 1                          | 2227,656                | 27,59  | 24687,672  | 23747,773  | 25614,394  | 25329,576 |
|                | 2                          | 2245,723                | 29,31  | 25444,599  | 24774,253  |  |           |
|                | 3                          | 2328,975                | 32,30  | 26710,912  | 27466,702  |  |           |
| BK 0% - SF 3%  | 1                          | 2228,778                | 34,86  | 27748,379  | 26712,130  | 26351,617  | 25454,549 |
|                | 2                          | 2242,548                | 29,45  | 25507,238  | 24782,594  |  |           |
|                | 3                          | 2230,761                | 30,13  | 25799,235  | 24868,924  |  |           |
| BK 15% - SF 0% | 1                          | 2285,216                | 21,11  | 21593,291  | 21581,438  | 22893,609  | 22994,954 |
|                | 2                          | 2296,735                | 23,77  | 22913,229  | 23074,018  |  |           |
|                | 3                          | 2295,821                | 26,46  | 24174,306  | 24329,406  |  |           |
| BK 15% - SF 3% | 1                          | 2245,414                | 28,22  | 24967,093  | 24304,302  | 24756,947  | 23806,111 |
|                | 2                          | 2218,206                | 30,84  | 26098,828  | 24945,627  |  |           |
|                | 3                          | 2217,460                | 24,38  | 23204,919  | 22168,403  |  |           |

Dari Tabel 5.24 didapatkan hasil modulus elastisitas dengan menggunakan rumus dari SNI 2847-2019 yang kemudian dibandingkan dengan nilai modulus elastisitas beton berdasarkan rumus dari ASTM C-469 pada Tabel 5.25.

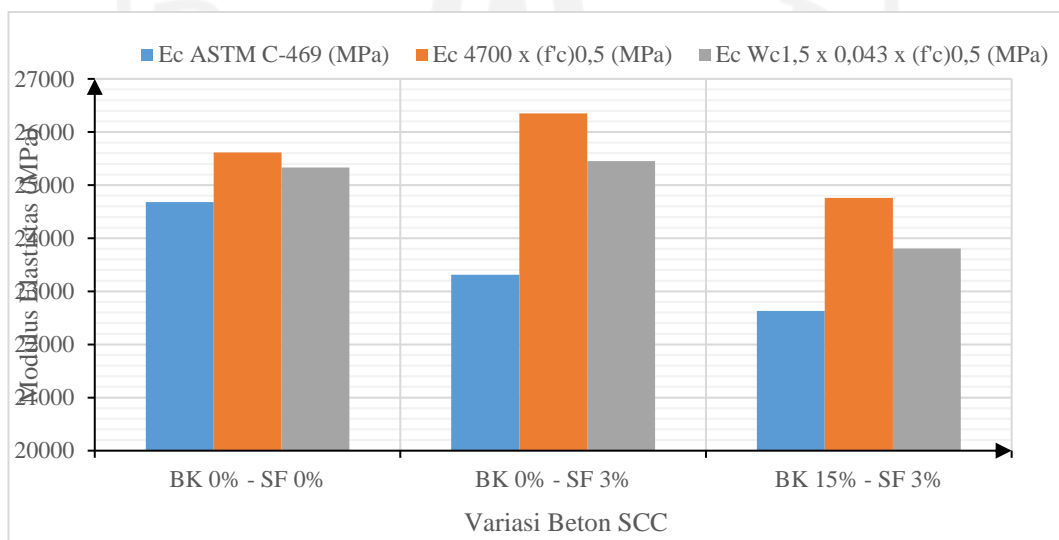
**Tabel 5.25 Perbandingan Hasil Perhitungan Modulus Elastisitas Beton ASTM C-469 dan SNI 2847-2019**

| Kode Benda Uji | Ec ASTM C-469 (MPa) | Rata-rata | SNI 2847-2019  |  | Rata-rata  |  |           |
|----------------|---------------------|-----------|--|--|--|--|-----------|
|                |                     |           | Ec 4700 x<br>(f <sub>c</sub> ) <sup>0.5</sup><br>(MPa) | Ec Wc <sup>1.5</sup> x<br>0,043 x<br>(f <sub>c</sub> ) <sup>0.5</sup><br>(MPa) | Ec 4700 x<br>(f <sub>c</sub> ) <sup>0.5</sup><br>(MPa) | Ec Wc <sup>1.5</sup> x<br>0,043 x<br>(f <sub>c</sub> ) <sup>0.5</sup><br>(MPa) |           |
| BK0% SF0%      | 1                   | 21269,348 | 24677,532  | 24687,672  | 23747,773  | 25614,394  | 25329,576 |
|                | 2                   | 29566,444 |  | 25444,599  | 24774,253  |  |           |
|                | 3                   | 23196,805 |  | 26710,912  | 27466,702  |  |           |
| BK0% SF3%      | 1                   | 22329,165 | 23314,830  | 27748,379  | 26712,130  | 26351,617  | 25454,549 |
|                | 2                   | 21834,238 |  | 25507,238  | 24782,594  |  |           |
|                | 3                   | 25781,087 |  | 25799,235  | 24868,924  |  |           |

|              |   |           |           |           |           |           |           |
|--------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| BK15% - SF0% | 1 | 22530,009 | 21374,939 | 21593,291 | 21581,438 | 22893,609 | 22994,954 |
|              | 2 | 23603,419 |           | 22913,229 | 23074,018 |           |           |
|              | 3 | 17991,388 |           | 24174,306 | 24329,406 |           |           |
| BK15% - SF3% | 1 | 23143,297 | 22631,569 | 24967,093 | 24304,302 | 24756,947 | 23806,111 |
|              | 2 | 22585,988 |           | 26098,828 | 24945,627 |           |           |
|              | 3 | 22165,423 |           | 23204,919 | 22168,403 |           |           |



**Gambar 5.19 Grafik Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Bahan Tambah Batu Kapur**



**Gambar 5.20 Grafik Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Bahan Tambah Sika Fume**

Dari Tabel 5.25 didapatkan perbandingan antara nilai modulus elastisitas beton dengan menggunakan SNI 2847-2019 dan ASTM C-469. Hasil dari perhitungan tersebut menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode ASTM memperoleh hasil lebih kecil jika dibandingkan dengan metode SNI. Hal ini dikarenakan dengan metode SNI 2847-2019 untuk menghitung nilai modulus elastisitas dengan menggunakan pendekatan rumus secara empiris dari nilai kuat tekan dan berat isi beton. Sedangkan nilai modulus elastisitas beton dengan metode ASTM C-469 didapatkan dari kondisi yang terjadi saat melakukan pengujian kuat tekan beton. Dari pengujian ini menunjukkan bahwa beton dapat menerima beban yang besar dengan regangan yang kecil yang berarti beton mampu menahan kuat tekan yang besar pada suatu regangan yang kecil.

Nilai modulus elastisitas beton terbesar yang didapatkan dari metode SNI 2847-2019 dan ASTM C 469 didapatkan dari penggunaan bahan tambah *sika fume*. Beton dengan menggunakan serbuk batu kapur padam sebagai bahan tambah mendapatkan hasil nilai modulus elastisitas lebih kecil. Dengan penggunaan serbuk batu kapur padam sebagai bahan tambah untuk beton SCC kurang cocok dikarenakan dengan menggunakannya sebagai bahan tambah menjadikan beton terjadi segregasi dalam proses pembuatannya sehingga mendapatkan hasil modulus elastisitas yang tidak baik. Selain dari terjadinya segregasi pada saat pembuatan beton, dengan perbandingan ukuran dari serbuk batu kapur dan *sika fume* yang berbeda membuat rongga yang terisi juga berbeda. Dimana ukuran serbuk batu kapur lebih besar dibandingkan dengan ukuran dari *sika fume*, sehingga *sika fume* lebih baik dalam mengisi rongga-rongga kecil pada beton dan membuatnya semakin padat serta memberikan daya lekat antar partikel yang baik.

Dari Gambar 5.19 dan 5.20 Beton yang memiliki nilai modulus elastisitas yang tinggi akan semakin daktail atau mampu melakukan deformasi inelastisitas bolak-balik berulang dan sedangkan beton dengan nilai modulus elastisitas beton yang semakin kecil akan mudah getas.

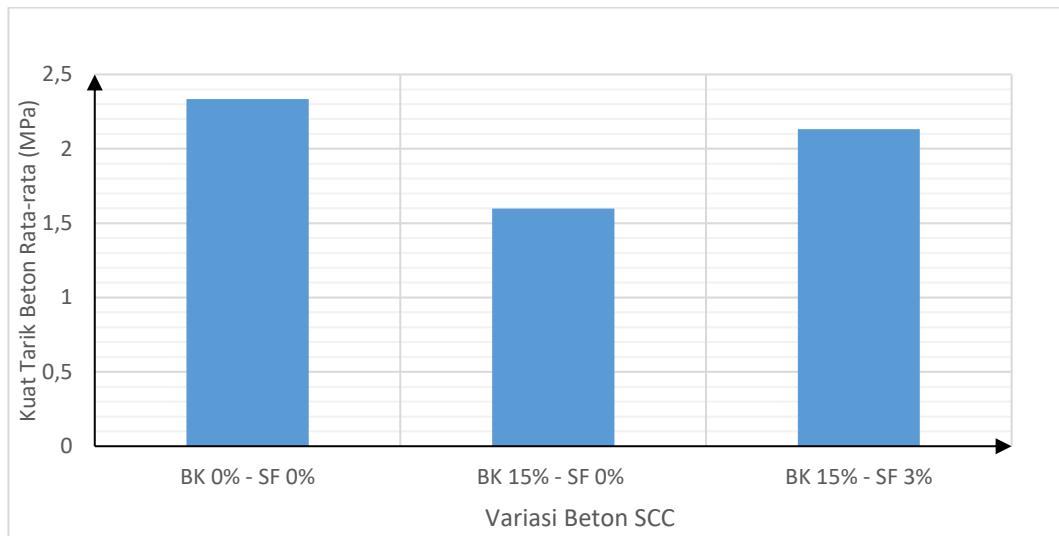
## **5.8 Pengujian Tarik Belah Beton**

Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada saat umur benda uji sudah berumur 28 hari. Yang mana sebelum dilakukan pengujian beton dirawat dengan

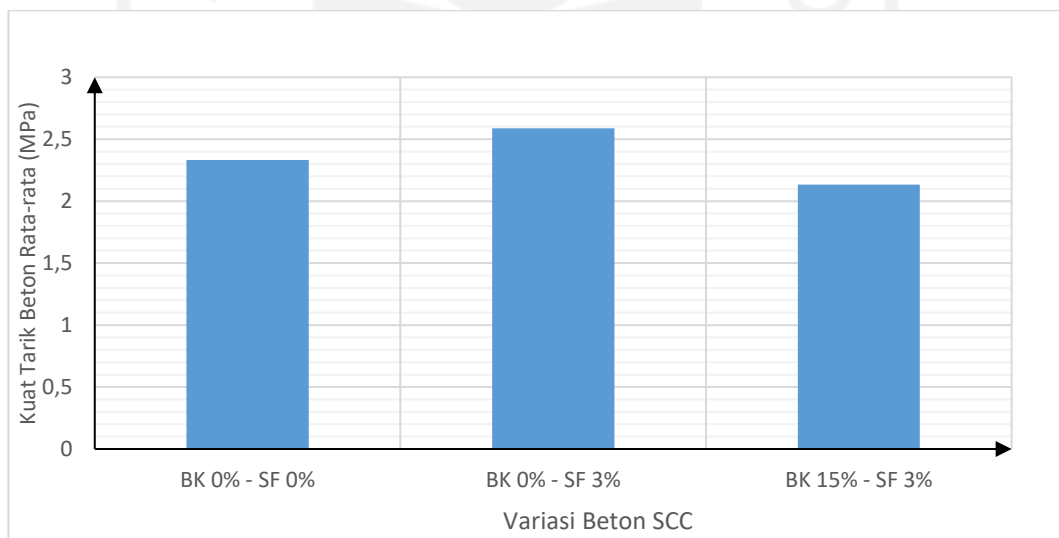
cara direndam dalam air sampai satu hari sebelum pengujian dikeluarkan dari perendaman. Perawatan dilakukan berguna untuk menjaga kelembaban dan suhu yang sesuai agar terhidrasi dengan baik sesuai dengan mutu yang diinginkan. Pengujian dilakukan dengan total benda uji 12 buah silinder dari 4 variasi berbeda dan memiliki ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat uji desak dengan cara membaringkan benda uji, kemudian diberikan beban hingga terbelah dan mendapatkan kekuatan maksimum. Hasil dari rekapitulasi pengujian kuat tarik belah beton dapat dilihat pada Tabel 5.26 berikut.

**Tabel 5.26 Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton**

| Kode Benda Uji    | Diameter (mm) | Tinggi (mm) | Berat (kg) | Beban (N) | Kuat Tarik Beton (MPa) | Kuat Tarik Beton Rata-rata (MPa) |
|-------------------|---------------|-------------|------------|-----------|------------------------|----------------------------------|
| BK 0% - SF<br>0%  | 1             | 149,9       | 300        | 12,051    | 165000                 | 2,336                            |
|                   | 2             | 149,7       | 303,9      | 12,039    | 163000                 | 2,281                            |
|                   | 3             | 150,9       | 300,9      | 12,185    | 170000                 | 2,384                            |
| BK 0% - SF<br>3%  | 1             | 150         | 301,6      | 12,36     | 175000                 | 2,463                            |
|                   | 2             | 150,55      | 298        | 12,221    | 160000                 | 2,270                            |
|                   | 3             | 153         | 299        | 12,391    | 218000                 | 3,034                            |
| BK 15% - SF<br>0% | 1             | 151,5       | 297        | 12,274    | 102000                 | 1,443                            |
|                   | 2             | 150         | 298,2      | 12,216    | 124000                 | 1,765                            |
|                   | 3             | 150,5       | 296,2      | 11,942    | 111000                 | 1,585                            |
| BK 15% - SF<br>3% | 1             | 151         | 305        | 12,097    | 178000                 | 2,460                            |
|                   | 2             | 150,5       | 301,6      | 12,119    | 115000                 | 1,613                            |
|                   | 3             | 149,2       | 302,8      | 11,888    | 165000                 | 2,325                            |



**Gambar 5.21 Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton Dengan Bahan Tambah Batu Kapur**



**Gambar 5.22 Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton Dengan Bahan Tambah Sika Fume**

Berdasarkan Gambar 5.21 dan 5.22 didapatkan hasil nilai kuat tarik belah beton rata-rata tertinggi terjadi pada variasi dengan penggunaan bahan tambah *sika fume* sebanyak 3% dari berat semen dengan nilai sebesar 2,589 MPa. Terjadi penurunan sebanyak 10,949% jika dibandingkan dengan varian beton SCC normal dengan nilai sebesar 2,333 MPa. Sedangkan dengan penggunaan serbuk batu kapur



sebagai bahan tambah mendapatkan hasil sebesar 1,598 MPa, terjadi penurunan sebesar 31,529% jika dibandingkan dengan varian beton SCC normal. Sedangkan untuk perbandingan antara kuat tarik terhadap kuat tekan dapat dilihat pada Tabel 5.27.

**Tabel 5.27 Perbandingan Kuat Tarik Terhadap Kuat Tekan**

| Kode Benda Uji | Kuat tarik rata-rata ( $f_{ct}$ ) | Kuat tekan rata-rata ( $f_c$ ) | Persentase kuat tarik (%) | $\sqrt{f'_c}$ | $f_{ct}/\sqrt{f'_c}$ |
|----------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------|----------------------|
| BK 0% - SF 0%  | 2,333                             | 30,618                         | 7,621%                    | 5,5334        | 0,422                |
| BK 0% - SF 3%  | 2,589                             | 33,434                         | 7,743%                    | 5,7822        | 0,448                |
| BK 15% - SF 0% | 1,598                             | 22,117                         | 7,224%                    | 4,7029        | 0,340                |
| BK 15% - SF 3% | 2,133                             | 24,055                         | 8,866%                    | 4,9046        | 0,435                |

Dari Tabel 5.27 didapatkan persentase kuat tarik terkecil diperoleh dari beton dengan variasi bahan tambah serbuk batu kapur dengan nilai sebesar 7,224% nilai persentase yang didapatkan tidak masuk dalam kisaran nilai dari Nasution (2009) sebesar 8% - 15%, nilai persentase dapat lebih besar apabila nilai kuat tekan yang semakin kecil dibuktikan dari Tabel 5.27. Selain data diatas, didapatkan juga korelasi dari kuat tarik dengan kuat tekan dari tiap variasi yang dapat dilihat pada Tabel 5.28.

**Tabel 5.28 Rekapitulasi Koefisien Korelasi Kuat Tarik dengan Kuat Tekan**

| Variasi        | Koreksi pada kuat tarik     |
|----------------|-----------------------------|
| BK 0% - SF 0%  | $f_{ct} = 0,422\sqrt{f'_c}$ |
| BK 0% - SF 3%  | $f_{ct} = 0,448\sqrt{f'_c}$ |
| BK 15% - SF 0% | $f_{ct} = 0,340\sqrt{f'_c}$ |
| BK 15% - SF 3% | $f_{ct} = 0,435\sqrt{f'_c}$ |

Dari Tabel 5.28 didapatkan nilai  $f_{ct}$  berkisar antara 0,340 sampai 0,448, nilai tersebut tidak masuk dalam pernyataan dari Nasution (2009) dengan nilai sebesar 0,56. Dengan hasil tersebut diketahui bahwa beton dengan kuat tarik belah yang tinggi diperoleh dari komponen penyusun yang memiliki lekatan yang baik. Hal ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan *sika fume* sebagai bahan tambah untuk beton SCC lebih baik dalam pengikatan antar agregat yang disebabkan oleh bentuk

dari *sika fume* yang dapat mengisi pori-pori kecil pada beton sehingga mendapatkan kekuatan tarik belah yang lebih baik. Jika dibandingkan dengan bahan tambah serbuk batu kapur dengan bentuk yang tidak sehalus *sika fume* dan terjadi segregasi pada beton yang mengakibatkan beton tidak mengikat dengan baik, sehingga mendapatkan lekatan dan hasil yang kurang maksimal.

### 5.9 Pengujian Kuat Lentur Beton

Pengujian kuat lentur beton dilakukan pada saat umur beton 28 hari. Yang mana sebelum dilakukan pengujian beton dirawat dengan cara direndam dalam air sampai satu hari sebelum pengujian dikeluarkan dari perendaman. Pengujian dilakukan dengan total benda uji 12 buah balok dari 4 variasi berbeda dan memiliki ukuran panjang 400 mm, lebar 100 mm dan tinggi 100 mm. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat *Compression Testing Machine* (CTM) dengan metode pembebanan satu titik untuk mendapatkan beban maksimum, yaitu pada saat balok hancur dan terbelah pada saat menerima beban. Hasil dari rekapitulasi pengujian kuat tarik belah beton dapat dilihat pada Tabel 5.29 berikut.

**Tabel 5.29 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Variasi BK 0% - SF 0%**

| No. | Uraian                             | Hasil Pengamatan |          |          |
|-----|------------------------------------|------------------|----------|----------|
|     |                                    | 1                | 2        | 3        |
| 1   | Lebar benda uji (mm)               | 101,1            | 100      | 101,5    |
| 2   | Tinggi benda uji (mm)              | 107,5            | 103,8    | 106,6    |
| 3   | Panjang benda uji (mm)             | 400,5            | 390      | 395      |
| 4   | Berat benda uji (kg)               | 9,324            | 9,256    | 9,116    |
| 5   | Berat volume (kg/m <sup>3</sup> )  | 2142,102         | 2286,448 | 2132,966 |
| 6   | Panjang bentang (mm)               | 300              | 300      | 300      |
| 7   | Jarak tumpuan P1 ke tumpuan 1 (mm) | 150              | 150      | 150      |
| 8   | Jarak tumpuan P2 ke tumpuan 2 (mm) | 150              | 150      | 150      |
| 9   | Beban maksimum (kgf)               | 1045             | 800      | 785      |
| 10  | Beban maksimum (N)                 | 10251,45         | 7848     | 7700,85  |
| 11  | Kuat lentur (Mpa)                  | 5,605            | 4,423    | 4,155    |
| 12  | Rata-rata (Mpa)                    | 4,728            |          |          |

**Tabel 5.30 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Variasi BK 0% - SF 3%**

| No. | Uraian                             | Hasil Pengamatan |          |          |
|-----|------------------------------------|------------------|----------|----------|
|     |                                    | 1                | 2        | 3        |
| 1   | Lebar benda uji (mm)               | 101              | 100,25   | 99,5     |
| 2   | Tinggi benda uji (mm)              | 98,5             | 101,3    | 99,5     |
| 3   | Panjang benda uji (mm)             | 399              | 400      | 398      |
| 4   | Berat benda uji (kg)               | 9,099            | 9        | 8,935    |
| 5   | Berat volume (kg/m <sup>3</sup> )  | 2292,256         | 2215,586 | 2267,594 |
| 6   | Panjang bentang (mm)               | 300              | 300      | 300      |
| 7   | Jarak tumpuan P1 ke tumpuan 1 (mm) | 150              | 150      | 150      |
| 8   | Jarak tumpuan P2 ke tumpuan 2 (mm) | 150              | 150      | 150      |
| 9   | Beban maksimum (kgf)               | 1020             | 660      | 935      |
| 10  | Beban maksimum (N)                 | 10006,2          | 6474,6   | 9172,35  |
| 11  | Kuat lentur (Mpa)                  | 5,960            | 3,816    | 5,559    |
| 12  | Rata-rata (Mpa)                    | 5,112            |          |          |

**Tabel 5.31 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Variasi BK 15% - SF 0%**

| No. | Uraian                             | Hasil Pengamatan |          |          |
|-----|------------------------------------|------------------|----------|----------|
|     |                                    | 1                | 2        | 3        |
| 1   | Lebar benda uji (mm)               | 100              | 99       | 98       |
| 2   | Tinggi benda uji (mm)              | 100,3            | 98,1     | 99,5     |
| 3   | Panjang benda uji (mm)             | 390              | 400      | 390      |
| 4   | Berat benda uji (kg)               | 8,972            | 8,993    | 8,769    |
| 5   | Berat volume (kg/m <sup>3</sup> )  | 2293,632         | 2314,944 | 2305,878 |
| 6   | Panjang bentang (mm)               | 300              | 300      | 300      |
| 7   | Jarak tumpuan P1 ke tumpuan 1 (mm) | 150              | 150      | 150      |
| 8   | Jarak tumpuan P2 ke tumpuan 2 (mm) | 150              | 150      | 150      |
| 9   | Beban maksimum (kgf)               | 760              | 750      | 730      |
| 10  | Beban maksimum (N)                 | 7455,6           | 7357,5   | 7161,3   |
| 11  | Kuat lentur (Mpa)                  | 4,348            | 4,591    | 4,384    |
| 12  | Rata-rata (Mpa)                    | 4,441            |          |          |

**Tabel 5.32 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Variasi BK 15% - SF 3%**

| No. | Uraian                | Hasil Pengamatan |       |     |
|-----|-----------------------|------------------|-------|-----|
|     |                       | 1                | 2     | 3   |
| 1   | Lebar benda uji (mm)  | 101,3            | 102,8 | 100 |
| 2   | Tinggi benda uji (mm) | 103,8            | 104,4 | 100 |

|    |                                    |          |          |          |
|----|------------------------------------|----------|----------|----------|
| 3  | Panjang benda uji (mm)             | 391,4    | 394,9    | 400,1    |
| 4  | Berat benda uji (kg)               | 9,258    | 9,466    | 9,241    |
| 5  | Berat volume (kg/m <sup>3</sup> )  | 2249,518 | 2233,499 | 2309,673 |
| 6  | Panjang bentang (mm)               | 300      | 300      | 300      |
| 7  | Jarak tumpuan P1 ke tumpuan 1 (mm) | 150      | 150      | 150      |
| 8  | Jarak tumpuan P2 ke tumpuan 2 (mm) | 150      | 150      | 150      |
| 9  | Beban maksimum (kgf)               | 855      | 785      | 820      |
| 10 | Beban maksimum (N)                 | 8387,55  | 7700,85  | 8044,2   |
| 11 | Kuat lentur (Mpa)                  | 4,623    | 4,135    | 4,828    |
| 12 | Rata-rata (Mpa)                    | 4,528    |          |          |

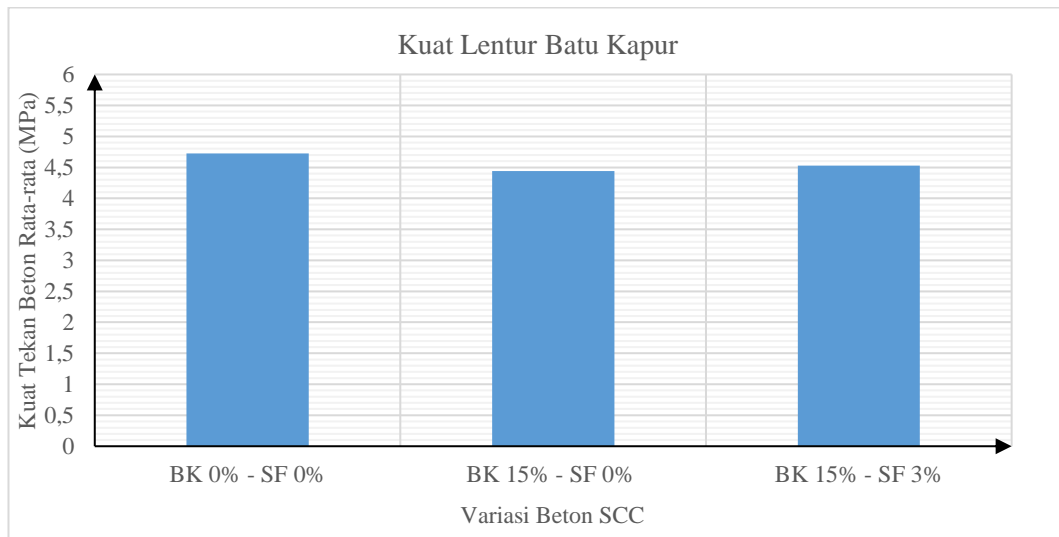
Berdasarkan dari ketiga tabel diatas dapatkan hasil nilai rata-rata kuat lentur tertinggi diperoleh dari variasi *sika fume* sebagai bahan tambah semen yang mendapatkan nilai sebesar 5,112 MPa dan untuk nilai rata-rata lentur terendah didapatkan dari variasi batu kapur sebagai bahan tambah semen yang mendapatkan nilai sebesar 4,441 MPa. Sedangkan untuk perbandingan dari kuat lentur terhadap kuat tekan dapat dilihat pada Tabel 5.32

**Tabel 5.32 Perbandingan dan Korelasi dari Kuat Lentur Terhadap Kuat Tekan**

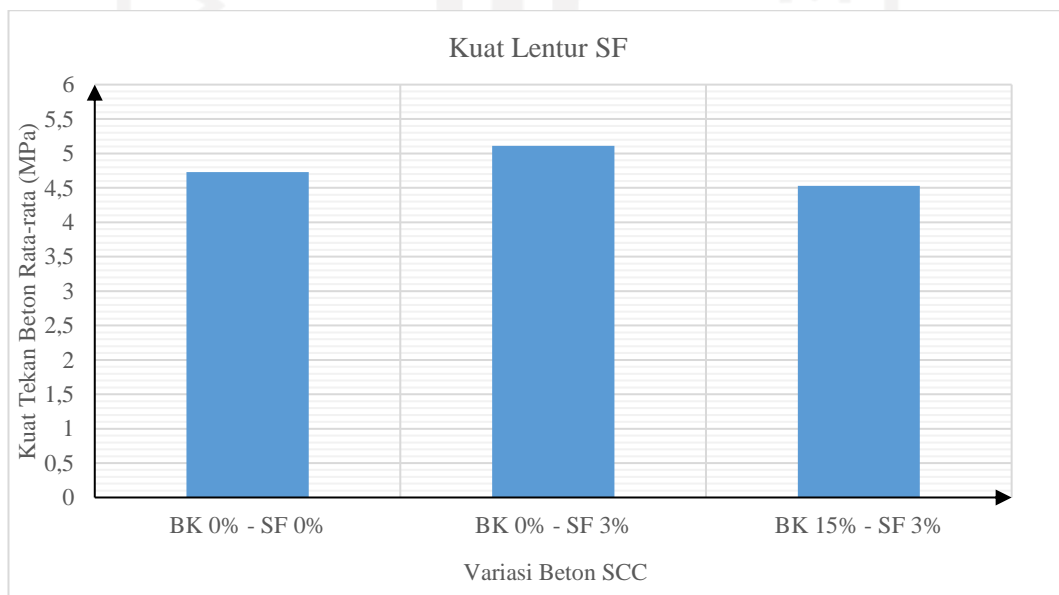
| Variasi        | Kuat lentur rata-rata (fct) | Kuat tekan rata-rata (f'c) | Presentase kuat lentur (%) | $\sqrt{f'c}$ | $fct/\sqrt{f'c}$ | Korelasi ke kuat lentur |
|----------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------|------------------|-------------------------|
| BK 0% - SF 0%  | 4,728                       | 30,618                     | 15,440%                    | 5,5334       | 0,854            | $0,854\sqrt{f'c}$       |
| BK 0% - SF 3%  | 5,112                       | 33,434                     | 15,289                     | 5,7822       | 0,884            | $0,884\sqrt{f'c}$       |
| BK 15% - SF 0% | 4,441                       | 22,117                     | 20,080                     | 4,7029       | 0,944            | $0,944\sqrt{f'c}$       |
| BK 15% - SF 3% | 4,528                       | 24,055                     | 18,825                     | 4,9046       | 0,923            | $0,923\sqrt{f'c}$       |

Dari hasil perhitungan yang sudah dilakukan pada Tabel 5.32 didapatkan nilai dari  $fct/\sqrt{f'c}$  untuk bahan tambah *sika fume* sebesar 0,884, untuk bahan tambah serbuk batu kapur sebesar 0,944 dan bahan tambah *sika fume* dan serbuk batu kapur mendapatkan nilai sebesar 0,923. Untuk standar peraturan beton yang ada pada SNI 2847-2019 memiliki nilai sebesar 0,62. Didapatkan selisih antara hasil SNI dan

penelitian adalah sebesar 0,264 untuk bahan tambah *sika fume*, 0,324 untuk bahan tambah serbuk batu kapur dan 0,303 untuk bahan tambah *sika fume* dan serbuk batu kapur.



**Gambar 5.23 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Dengan Bahan Tambah Batu Kapur**



**Gambar 5.24 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Dengan Bahan Tambah *Sika Fume***

Berdasarkan dari Gambar 5.23 dan 5.24 dapat dilihat hasil nilai rata-rata kuat lentur tertinggi didapatkan dari variasi *sika fume* sebagai bahan tambah semen yang mendapatkan nilai sebesar 5,112 MPa dan untuk nilai rata-rata lentur terendah didapatkan dari variasi batu kapur sebagai bahan tambah semen yang mendapatkan nilai sebesar 4,441 MPa. Dari hasil pengujian tersebut, penggunaan *sika fume* sebagai bahan tambah semen lebih baik dalam meningkatkan kelekatan dan kekuatan beton yang membuatnya tidak cepat mengalami keretakan pada bagian bawah balok.

### 5.10 Pembahasan Secara Keseluruhan

Berdasarkan hasil dari semua pengujian diperoleh hasil rekapitulasi yang dapat dilihat pada Tabel 5.33.

**Tabel 5.33 Rekapitulasi Hasil Seluruh Pengujian Beton SCC**

| Pengujian Beton SCC                 | Variasi          |                  |                   |                   |
|-------------------------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|
|                                     | BK 0% - SF<br>0% | BK 0% - SF<br>3% | BK 15% - SF<br>0% | BK 15% - SF<br>3% |
| Slump-flow (mm)                     | 685              | 665              | 740               | 655               |
| T50 (detik)                         | 3,77             | 3,14             | 2,18              | 4,93              |
| L-box                               | 0,917            | 0,853            | 0,536             | 1                 |
| V-funnel (detik)                    | 7,68             | 7,19             | 18,75             | 10,3              |
| Kuat Tekan rata-rata (MPa)          | 30,618           | 33,434           | 22,117            | 24,055            |
| Kuat Tarik rata-rata (MPa)          | 2,333            | 2,589            | 1,598             | 2,133             |
| Kuat Lentur Rata-rata (MPa)         | 4,728            | 5,112            | 4,441             | 4,528             |
| Modulus Elastisitas Rata-rata (MPa) | 24677,532        | 23314,830        | 21374,939         | 22631,569         |

Berdasarkan dari Tabel 5.31 dapat diketahui perbedaan yang cukup signifikan dari penggunaan serbuk kapur padam sebagai bahan tambah semen untuk beton SCC dan *sika fume* sebagai bahan tambah semen untuk beton SCC, yang mana dengan penggunaan *sika fume* lebih baik untuk beton SCC dibandingkan dengan penggunaan serbuk batu kapur sebagai bahan tambah semen untuk beton SCC.

Hasil yang didapatkan untuk pengujian karakteristik dari beton SCC menunjukkan penggunaan *sika fume* memenuhi persyaratan dari EFNARC 2005.

Beton dengan campuran *sika fume* memiliki hasil yang lebih mudah dikerjakan jika dibandingkan dengan campuran beton yang menggunakan serbuk kapur padam. Penyebab utama kesulitan dari penggunaan serbuk kapur padam adalah terjadinya segregasi yang membuatnya lebih sulit dalam pengerjaan dan membuatnya tidak memenuhi persyaratan karakteristik beton SCC.

Dari Tabel 5.31 juga didapatkan hasil dengan penggunaan *sika fume* sebagai bahan tambah semen mendapatkan kekuatan yang jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan serbuk kapur padam sebagai bahan tambah semen. Untuk varian beton dengan dua jenis bahan tambah yaitu *sika fume* dan batu kapur padam mendapatkan hasil diantara variasi lainnya, ini membuktikan bahwa penggunaan *sika fume* dapat meningkatkan kekuatan beton.

Penyebab utama dari segregasi pada penggunaan serbuk kapur sebagai bahan tambah adalah penggunaan dari *superplasticizer*. *Superplasticizer* memiliki prinsip kerja untuk menghasilkan gaya tolak menolak antar partikel semen agar tidak terjadi penggumpalan partikel semen. Sehingga membuat campuran beton menjadi lebih encer yang berguna untuk mempermudah pengerjaan dan dapat memenuhi syarat karakteristik dari beton SCC. Bahan dasar pembuatan dari semen adalah batu kapur yang dibakar, yang mana cara tersebut sama dengan serbuk batu kapur yang digunakan sebagai bahan tambah. Penggunaan serbuk batu kapur sebagai bahan tambah menyebabkan segregasi karena memiliki sifat yang seupa dengan semen. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan *superplasticizer* dapat mengurangi kekuatan atau mutu beton untuk penggunaan bahan tambah serbuk batu kapur. Karena dengan penambahan serbuk batu kapur sama saja dengan menambahkan semen dalam campuran beton.

## BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari analisis yang telah dilakukan serta pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat ditarik kesimpulan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Penggunaan *sika fume* sebagai bahan tambah semen untuk beton SCC sangat cocok digunakan karena dengan bahan tambah tersebut beton dapat memenuhi karakteristik dari beton SCC mulai dari pengujian *slump-flow*, T50, *l-box*, dan *v-funnel*. Sedangkan dengan penggunaan serbuk kapur padam sebagai bahan tambah semen tidak dapat memenuhi persyaratan karakteristik dari beton SCC.
2. Hasil dari pengujian beton SCC dengan penggunaan *sika fume* dan serbuk kapur padam sebagai bahan tambah semen dapat dilihat sebagai berikut.
  - a. Kuat tekan tertinggi pada umur 28 hari didapatkan oleh variasi yang menggunakan bahan tambah *sika fume* dengan nilai sebesar 33,434 MPa. Sedangkan dengan penggunaan serbuk kapur padam sebagai bahan tambah semen hanya mendapatkan nilai kuat tekan sebesar 22,117 MPa. Dilihat dari hasilnya penggunaan serbuk kapur padam sebagai bahan tambah semen tidak mencapai nilai kuat tekan rencana yang ditentukan.
  - b. Hasil pengujian modulus elastisitas beton mendapatkan hasil yang serupa. Dengan menggunakan metode ASTM C-469 dan SNI 2834-2013, *sika fume* mendapatkan hasil yang lebih tinggi sedangkan dengan penggunaan serbuk kapur padam sebagai bahan tambah mendapatkan hasil yang paling rendah.
  - c. Pengujian kuat tarik belah beton mendapatkan hasil tertinggi sebesar 2,589 MPa untuk penggunaan *sika fume*. Sedangkan penggunaan serbuk kapur padam mendapatkan nilai terendah sebesar 1,598 MPa. Terjadi penurunan sebesar 38,286% jika dibandingkan dengan *sika fume*. Penyebab utama dari hasil ini karena terjadi segregasi yang membuat hasil beton tidak merekat dengan sempurna.



- d. Nilai pengujian kuat lentur tertinggi didapatkan oleh penggunaan *sika fume* sebesar 5,112 MPa. Sedangkan dengan penggunaan serbuk kapur padam mendapatkan hasil paling kecil yaitu sebesar 4,441 MPa.
3. Dari ketiga variasi yang digunakan, penggunaan *sika fume* sebagai bahan tambah semen untuk beton SCC adalah yang paling baik dari pada variasi lain. Karena dengan bentuk *sika fume* yang kecil dapat mengisi rongga-rongga beton dan sifatnya yang baik untuk mengikat beton. Sedangkan penggunaan serbuk kapur padam sebagai bahan tambah beton SCC mengurangi kualitas dari beton, hal ini dapat dilihat dari hasil pengujian yang sudah dilakukan. Pengurangan tersebut terjadi dikarenakan adanya segregasi yang membuat kualitas beton menurun.

## 6.2. Saran

Berdasarkan dari kesimpulan yang sudah diperoleh, maka akan ada saran untuk penelitian selanjutnya agar mendapatkan hasil yang lebih baik. Saran untuk penelitian selanjutnya dijelaskan sebagai berikut.

1. Penggunaan bahan *sika fume* sebagai bahan tambah sudah terbukti lebih baik jika dibandingkan dengan penggunaan bahan tambah dari serbuk kapur padam. Pada penelitiannya selanjutnya mencoba penggunaan bahan kimia lain sebagai pembanding *sika fume* untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.
2. Jangan terlalu lama dalam pengerjaan campurannya karena dapat membuat campuran beton kembali pada sifat beton biasa dan viskositas campuran beton dapat meningkat.
3. Sebelum memasukkan *viscocrete* 3115N, sebaiknya memasukkan semua bahan material agar menyatu terlebih dahulu agar efeknya tidak hilang saat dilakukan pengujian karakteristik beton SCC.
4. Pada saat pengujian karakteristik beton SCC menempatkan teman-teman dalam posisi agar tidak kebingungan dalam pengerjaannya.

## DAFTAR PUSTAKA

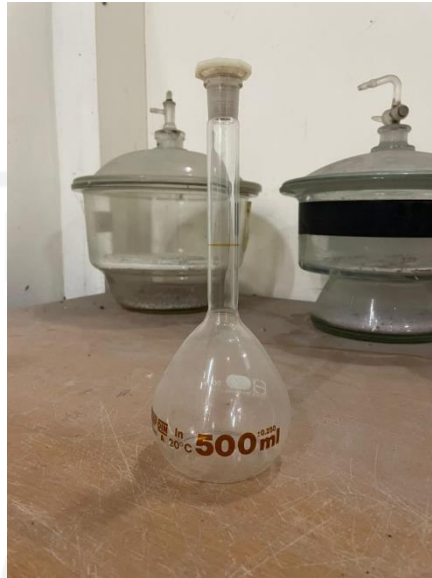
- Badan Standarisasi Nasional. 1990. SNI 03-1968-1990: *Agregat Halus dan Kasar, Metode Pengujian Analisis Saringan*. BSN. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 1990. SNI 03-1969-1990: *Agregat Kasar, Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air*. BSN. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. SNI 03-2834-2000: *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. BSN. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. SNI 03-2491-2002: *Metode Pengujian Tarik Belah Beton* BSN. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. SNI 1974-2011: *Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Bedan Uji Silinder*. BSN. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1991. SK SNI T-15-1991-03: *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Yayasan LPMB. Bandung.
- EFNARC. 2002. *Specification and Guidelines for Self-Compacting Concrete. Surrey GU9 7EN. UK*.
- EFNARC. 2005. *The European Guidelines for Self-Compacting Concrete*. U.K.
- Saragi, Yetty Ririrs Rotua dan Partahi H. Lumbangaol. 2015. *Kinerja Campuran Beton Dengan Filler Sika Fume Ditinjau Dari Faktor Lama Perendaman*. Jurnal Teknisk Sipil. Universitas HKBP Nommensen. Medan.
- Rahady, Mhd Arief. 2017. *Pengaruh Penambahan Silica Fume dan Superplasticizer Pada Self Compacting Concrete*. Tugas Akhir. Program Sarjana Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Nasution, A. 2009. *Analisis dan Desain Struktur Beton Bertulang*. ITB. Bandung.
- Nugraha, Bima Arya. 2017. *Pengaruh Penambahan Sika Fume Terhadap Kuat Tekan Self Compacting Concrete yang Menggunakan Superplasticizer Viscocrete 3115N*. Tugas Akhir. Program Sarjana Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Nugraha, Paul & Antoni. 2007. *Teknologi Beton*. Andi Offset. Yogyakarta

- Pratama, Kaulika Afien. 2018. *Pengaruh Serbuk Kapur Sebagai Bahan Tambah Pembuatan Beton Akibat Proses Curing Air Laut Terhadap Karakteristik Beton*. Tugas Akhir. Program Sarjana Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Kristanto, Ferry Adi dan Andri Suhariyanto. 2002. *Pengaruh Batu Kapur Terhadap Kuat Tekan Beton*. Jurnal Teknik Sipil Universitas Jember. Jember.
- Mukmin, Khairil. 2020. *Pengaruh Penambahan Sika Fume Terhadap Kuat Tekan Beton  $F'c$  30 MPa*. Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah Palembang. Palembang.
- Wallah, Steenie, dkk. *Pengujian Modulus Elastisitas Pada Beton Dengan Menggunakan Tras Sebagai Substitusi Parsial Agregat Halus*. Jurnal Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Safitri, Endah, dkk. *Kajian Pengaruh Variasi Komposisi Silica Fume Terhadap Parameter Beton Memadat Sendiri Dengan Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi*. Jurnal Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta. Surakarta.
- Rahamudin, Rio Herdianto, dkk. 2016. *Pengujian Kuat Tarik Belah dan Kuat Tarik Lentur Beton Ringan Beragregat Kasar (Batu Apung) dan Abu Sekam Sebagai Substitusi Parsial Semen*. Jurnal Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Tjokrodinuljo, K. (2004). *Teknologi Beton*, Buku Ajar. In Jurusan Teknik Sipil–Magister Teknologi Bahan Bangunan–Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Yogyakarta.



# LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Alat yang Digunakan



**Gambar L-1.1 Piknometer**



**Gambar L-1.2 Saringan**



**Gambar L-1.3 Mesin Saringan**



**Gambar L-1.4 Timbangan Digital Kapasitas 30000 gram**



**Gambar L-1.5 Timbangan Kapasitas 20000 gram**



**Gambar L-1.6 Timbangan Kapasitas 150000 gram**



**Gambar L-1.7 Oven**



**Gambar L-1.8 Cetakan Benda Uji**





**Gambar L-1.9 Alat Pengujian *Slump Flow***



**Gambar L-1.10 Alat Pengujian *L-Box***



**Gambar L-1.11 Alat Pengujian V-Funnel**



**Gambar L-1.12 Mesin Pengaduk Beton**



**Gambar L-1.13 Dial Gauge**



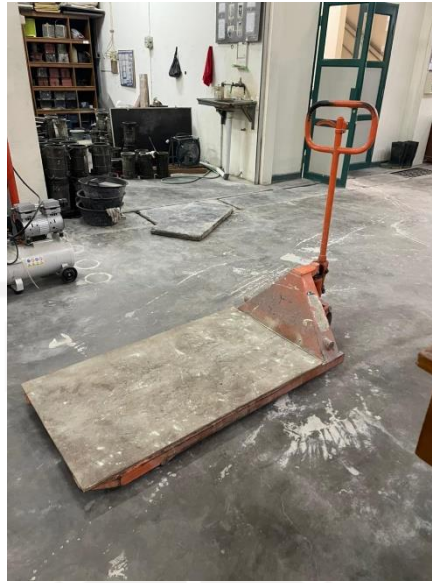
**Gambar L-1.14 Cetakan Capping Silinder**



**Gambar L-1.15 *Compressing Testing Machine (CTM)***



**Gambar L-1.16 *Universal Testing Machine***



**Gambar L-1.17 Troli Barang**



**Gambar L-1.18 Kompor**



**Gambar L-1.19 Kipas**



**Gambar L-1.20 Nampan**

Lampiran 2 Gambar Bahan yang Digunakan



**Gambar L-2.1 Agregat Halus Pasir dari Kulon Progo**



**Gambar L-2.2 Agregat Kasar Ukuran 10 mm dari Clereng, Kulon Progo**

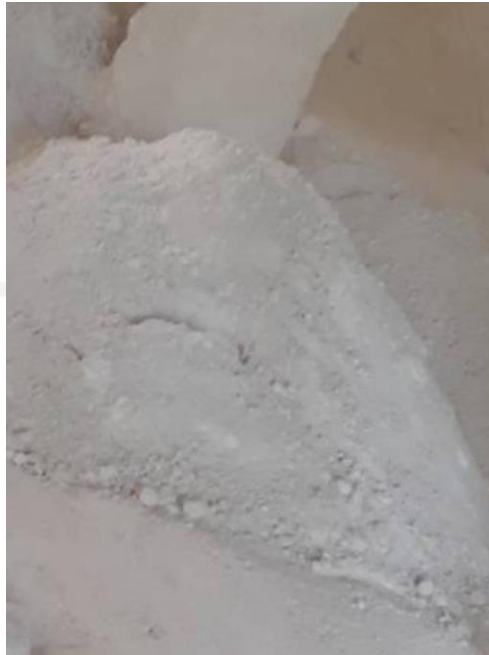


**Gambar L-2.3 Agregat Kasar Ukuran 20 mm dari Clereng, Kulon Progo**



**Gambar L-2.4 Batu Kapur Padam**





**Gambar L-2.5 Serbuk Kapur Padam Lolos Saringan No.200**



**Gambar L-2.6 Sika Fume**



**Gambar L-2.7 Sika Viscocrete 3115N**



**Gambar L-2.8 Belerang**



**Gambar L-2.9 Ssemen Portland Merek Semen Gresik**



**Gambar L-2.10 Air**

Lampiran 3 Gambar Proses Pengujian Benda Uji



**Gambar L-3.1 Pengukuran Dimensi Benda Uji**



**Gambar L-3.2 Proses Pengeringan Benda Uji**



**Gambar L-3.3 Benda Uji Setelah Dikeringkan**



**Gambar L-3.4 Proses Pengujian Kuat Tekan Beton**



**Gambar L-3.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton**



**Gambar L-3.6 Proses Pengujian Modulus Elastisitas Beton**



**Gambar L-3.7 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton**



**Gambar L-3.8 Proses Pengujian Kuat Tarik Belah Beton**

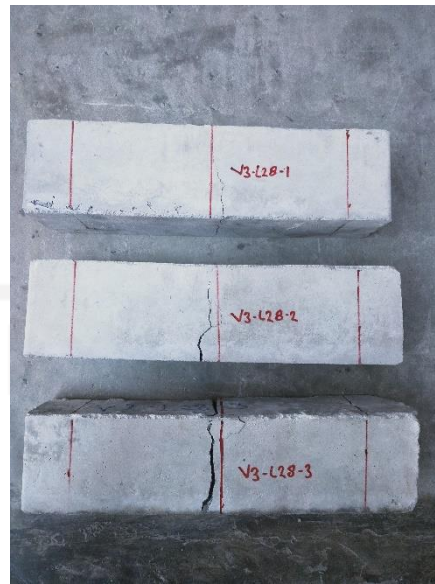


**Gambar L-3.9 Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton**



**Gambar L-3.10 Proses Pengujian Kuat Lentur Beton**





**Gambar L-3.11 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton**

UNIVERSITAS  
INDONESIA  
الجامعة الإسلامية  
الاندونيسية

## Lampiran 4 Gambar Hasil Pengujian Benda Uji

### 4.1 Variasi 1 (BK0%-SF3%)



**Gambar L-4.1.1 Sebelum Pengujian Kuat Tekan Umur 14 Hari**

جامعة البصرة  
الجامعة العراقية  
البيروت



**Gambar L-4.1.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 14 Hari**

UNIVERSITAS  
SIA  
الجامعة الإسلامية  
الاستد الاندو



**Gambar L-4.1.3 Sebelum Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari**

UNIVERSITAS  
SIA  
الجامعة الإسلامية  
الاستدراكية



**Gambar L-4.1.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari**



**Gambar L-4.1.5 Sebelum Pengujian Kuat Tarik**



**Gambar L-4.1.6 Hasil Pengujian Kuat Tarik**



**Gambar L-4.1.7 Sebelum Pengujian Kuat Lentur**



**Gambar L-4.1.8 Hasil Pengujian Kuat Lentur**



**Gambar L-4.1.9 Sebelum Pengujian Modulus Elastisitas**



**Gambar L-4.1.10 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas**

الجامعة الإسلامية  
الاستدراكات

#### 4.2 Variasi 2 (BK0%-SF3%)



**Gambar L-4.2.1 Sebelum Pengujian Kuat Tekan Umur 14 Hari**

UNIVERSITA  
الجمهورية العربية السورية  
الجامعة اللبنانية





**Gambar L-4.2.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 14 Hari**

UNIVERSITAS  
SIA  
الجامعة الإسلامية  
الاستد الاندو



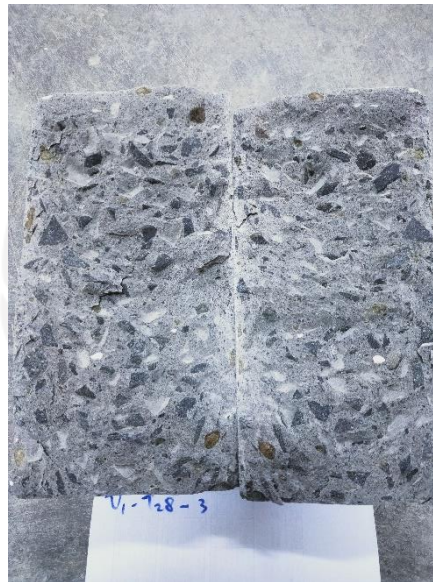
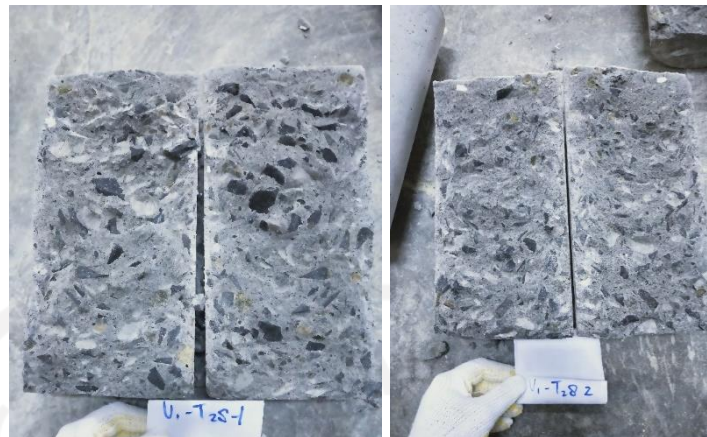
**Gambar L-4.2.3 Sebelum Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari**



**Gambar L-4.2.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari**



**Gambar L-4.2.5 Sebelum Pengujian Kuat Tarik**



**Gambar L-4.2.6 Hasil Pengujian Kuat Tarik**



**Gambar L-4.2.7 Sebelum Pengujian Kuat Lentur**



**Gambar L-4.2.8 Hasil Pengujian Kuat Lentur**



**Gambar L-4.2.9 Sebelum Pengujian Modulus Elastisitas**



**Gambar L-4.2.10 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas**

## 4.3 Variasi 2 (BK15%-SF0%)



Gambar L-4.3.1 Sebelum Pengujian Kuat Tekan Umur 14 Hari

UNIVERSIT  
الجامعة الإسلامية  
الاستدراكات



**Gambar L-4.3.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 14 Hari**

UNIVERSITAS  
SIA  
الجامعة الإسلامية  
الاستد بالاندو



**Gambar L-4.3.3 Sebelum Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari**

UNIVERSITAS  
SIA  
الجمهورية العربية السورية  
الجامعة الإسلامية  
البيروت





**Gambar L-4.3.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari**



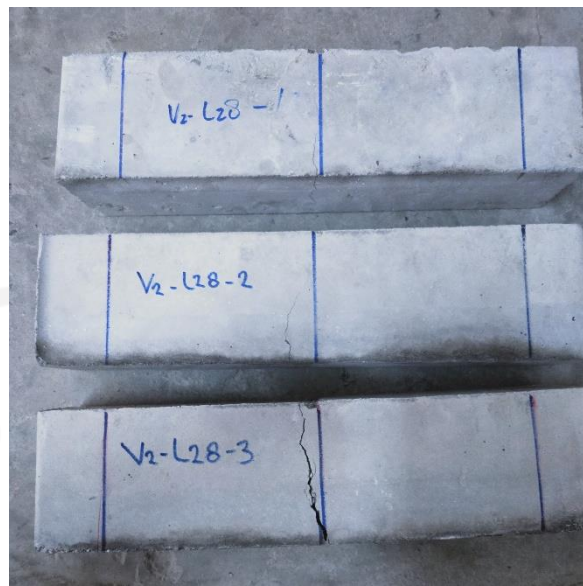
**Gambar L-4.3.5 Sebelum Pengujian Kuat Tarik**



**Gambar L-4.3.6 Hasil Pengujian Kuat Tarik**



**Gambar L-4.3.7 Sebelum Pengujian Kuat Lentur**



**Gambar L-4.3.8 Hasil Pengujian Kuat Lentur**



**Gambar L-4.3.9 Sebelum Pengujian Modulus Elastisitas**



**Gambar L-4.3.10 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas**

#### 4.4 Variasi 3 (BK15%-SF3%)



**Gambar L-4.4.1 Sebelum Pengujian Kuat Tekan Umur 14 Hari**

الجامعة الإسلامية  
الاستدراك والتطوير



**Gambar L-4.4.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 14 Hari**

UNIVERSITAS  
SIA  
الجمهورية العربية السورية  
الجامعة الإسلامية  
البيروت



**Gambar L-4.4.3 Sebelum Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari**

UNIVERSITAS  
SIA  
الجمهورية العربية السورية  
الجامعة اللبنانية



**Gambar L-4.4.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari**



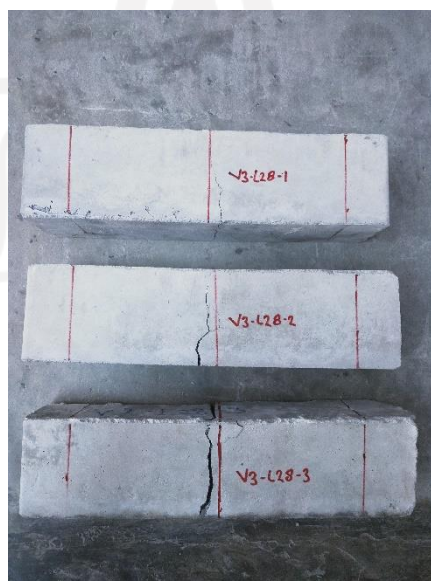
**Gambar L-4.4.5 Sebelum Pengujian Kuat Tarik**



**Gambar L-4.4.6 Hasil Pengujian Kuat Tarik**



**Gambar L-4.4.7 Sebelum Pengujian Kuat Lentur**



**Gambar L-4.4.8 Hasil Pengujian Kuat Lentur**





**Gambar L-4.4.9 Sebelum Pengujian Modulus Elastisitas**



**Gambar L-4.4.10 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas**

الجامعة الإسلامية  
الاستدراكات




LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan kaliurang km 14.5 Telpn (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

Lampiran 5 Perhitungan dan Hasil Setiap Pengujian

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT HALUS  
 (SNI-03-1968-1990)**

| Uraian  | Hasil Pengamatan |          | Rata-rata |
|---|------------------|----------|-----------|
|   | Sampel 1         | Sampel 2 |           |
| Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)              | 484              | 486      | 485       |
| Berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), gram | 500              | 500      | 500       |
| Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)  | 1175             | 1175     | 1175      |
| Berat piknometer berisi air, gram (B)             | 861              | 861      | 861       |
| Berat Jenis Curah                                 | 2,602            | 2,613    | 2,608     |
| Berat Jenis jenuh kering muka (SSD)               | 2,688            | 2,688    | 2,688     |
| Berat Jenis semu                                  | 2,847            | 2,826    | 2,836     |
| Penyerapan Air                                    | 3,31%            | 2,88%    | 3,09%     |

Diperiksa oleh  
 Laboran  
  
 LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 YOGYAKARTA  
 (Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh  
  
 (Ananda Bagus Budi Hartanto)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaliurang km 14.5 Telpun (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

**MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS  
 (SNI-03-1968-1990)**

| Lubang Ayakan (mm) | Berat Tertinggal (gram) | Berat Tertinggal (%) | Berat Tertinggal Kumulatif (%) | Persen Lolos Kumulatif (%) |
|--------------------|-------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------------|
| 40,00              | 0                       | 0,00%                | 0,00%                          | 100,00%                    |
| 20,00              | 0                       | 0,00%                | 0,00%                          | 100,00%                    |
| 10,00              | 0                       | 0,00%                | 0,00%                          | 100,00%                    |
| 4,80               | 1                       | 0,05%                | 0,05%                          | 99,95%                     |
| 2,40               | 72,5                    | 3,62%                | 3,67%                          | 96,33%                     |
| 1,20               | 205,5                   | 10,26%               | 13,93%                         | 86,07%                     |
| 0,60               | 535,5                   | 26,73%               | 40,66%                         | 59,34%                     |
| 0,30               | 757                     | 37,79%               | 78,46%                         | 21,54%                     |
| 0,15               | 352,5                   | 17,60%               | 96,06%                         | 3,94%                      |
| Sisa               | 78                      | 3,89%                | 0,00%                          | 0,00%                      |
| Jumlah             | 2002                    | 99,95%               | 232,83%                        |                            |

Diperiksa oleh  
 Laboran  
  
 LABORATORIUM  
 KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 YOGYAKARTA  
 (Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh



(Ananda Bagus Budi Hartanto)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan kaliurang km 14,5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME GEMBUR AGREGAT HALUS  
 (SNI-03-4804-1998)

| Uraian                     | Hasil    |                      |
|----------------------------|----------|----------------------|
| Berat Tabung               | 11700    | gram                 |
| Berat Tabung + agregat SSD | 18700    | gram                 |
| Berat Agregat              | 7000     | gram                 |
| Volume Tabung              | 5206,894 | cm <sup>3</sup>      |
| Berat Volume Gembur        | 1,344    | gram/cm <sup>3</sup> |

Diperiksa oleh  
 LABORATORIUM  
 Laboran KONSTRUKSI TEKNIK  
  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 YOGYAKARTA  
 (Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh  
  
 (Ananda Bagus Budi Hartanto)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan kaliurang km 14,5 Telpn (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME PADAT AGREGAT HALUS  
 (SNI-03-4804-1998)

| Uraian                     | Hasil    |                      |
|----------------------------|----------|----------------------|
| Berat Tabung               | 11700    | gram                 |
| Berat Tabung + agregat SSD | 19600    | gram                 |
| Berat Agregat              | 7900     | gram                 |
| Volume Tabung              | 5206,894 | cm <sup>3</sup>      |
| Berat Volume Gembur        | 1,517    | gram/cm <sup>3</sup> |

Diperiksa oleh  
 Laboran  
  
 (Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh

  
 (Ananda Bagus Budi Hartanto)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaliurang km 14.5 Telp (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

PEMERIKSAAN BUTIRAN YANG LOLOS AYAKAN 200  
 / UJI KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR  
 (SNI-03-4142-1996)

| Uraian   | Hasil Pengamatan |
|--|------------------|
| Berat Agregat Kering Oven (W1), gram                 | 500              |
| Berat Agregat Kering Oven setelah di cuci (W2), gram | 498              |
| Berat Yang Lolos Ayakan No. 200                      | 2                |
| Persentase Lolos Ayakan No. 200                      | 0,40%            |



Dikerjakan oleh

(Ananda Bagus Budi Hartanto)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaliurang km 14.5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT KASAR  
 UKURAN 10 MM  
 (SNI-03-1968-1990)

| Uraian  | Hasil Pengamatan |          | Rata-rata |
|---|------------------|----------|-----------|
|   | Sampel 1         | Sampel 2 |           |
| Berat kerikil kering mutlak, gram (Bk)              | 4555             | 4618     | 4586,5    |
| Berat kerikil kondisi jenuh kering muka (SSD), gram | 5000             | 5000     | 5000      |
| Berat kerikil dalam air, gram (Ba)                  | 2896             | 2946     | 2921      |
| Berat Jenis Curah                                   | 2,165            | 2,248    | 2,207     |
| Berat Jenis jenuh kering muda (SSD)                 | 2,376            | 2,434    | 2,405     |
| Berat Jenis semu                                    | 2,746            | 2,762    | 2,754     |
| Penyerapan Air                                      | 9,77%            | 8,27%    | 9,02%     |



(Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh


(Ananda Bagus Budi Hartanto)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaliurang km 14.5 Telp (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT KASAR  
 UKURAN 20 MM  
 (SNI-03-1968-1990)

| Uraian  | Hasil Pengamatan |          | Rata-rata |
|---|------------------|----------|-----------|
|   | Sampel 1         | Sampel 2 |           |
| Berat kerikil kering mutlak, gram (Bk)              | 4791             | 4775     | 4783      |
| Berat kerikil kondisi jenuh kering muka (SSD), gram | 5000             | 5000     | 5000      |
| Berat kerikil dalam air, gram (Ba)                  | 3048             | 3028     | 3038      |
| Berat Jenis Curah                                   | 2,454            | 2,421    | 2,438     |
| Berat Jenis jenuh kering muda (SSD)                 | 2,561            | 2,535    | 2,548     |
| Berat Jenis semu                                    | 2,749            | 2,733    | 2,741     |
| Penyerapan Air                                      | 4,36%            | 4,71%    | 4,54%     |

Diperiksa oleh  
 Laboran  
  
 LABORATORIUM  
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 YOGYAKARTA  
 (Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh  
  
 (Ananda Bagus Budi Hartanto)





LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaliurang km 14.5 Telp (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN AGREGAT  
 KASAR UKURAN 10 MM  
 (SNI-03-1968-1990)

| Lubang Ayakan (mm) | Berat Tertinggal (gram) | Berat Tertinggal (%) | Berat Tertinggal Kumulatif (%) | Persen Lolos Kumulatif (%) |
|--------------------|-------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------------|
| 40,00              | 0                       | 0,00                 | 0,00                           | 100,00                     |
| 20,00              | 0                       | 0,00                 | 0,00                           | 100,00                     |
| 10,00              | 22,5                    | 0,45                 | 0,45                           | 99,55                      |
| 4,80               | 2686                    | 53,73                | 54,18                          | 45,82                      |
| 2,40               | 1029,5                  | 20,59                | 74,77                          | 25,23                      |
| 1,20               | 414,5                   | 8,29                 | 83,06                          | 16,94                      |
| 0,60               | 0                       | 0,00                 | 83,06                          | 16,94                      |
| 0,30               | 0                       | 0,00                 | 83,06                          | 16,94                      |
| 0,15               | 0                       | 0,00                 | 83,06                          | 16,94                      |
| Sisa               | 847                     | 16,94                | 0,00                           | 0,00                       |
| Jumlah             | 4999,5                  | 100,00               | 461,63                         |                            |

Diperiksa oleh  
 Laboran  
  
 LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 (Darussalam, A.Md.) ARTA

Dikerjakan oleh



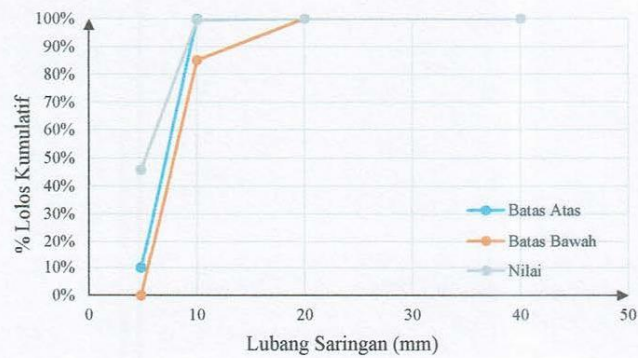
(Ananda Bagus Budi Hartanto)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaliurang km 14.5 Telp (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN AGREGAT  
 KASAR UKURAN 10 MM  
 (SNI-03-1968-1990)

GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR UKURAN 10 MM



Diperiksa oleh  
 Laboran  
  
 LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 YOGYAKARTA  
 (Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh  
  
 (Ananda Bagus Budi Hartanto)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaliurang km 14.5 Telp (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN AGREGAT  
 KASAR UKURAN 20 MM  
 (SNI-03-1968-1990)

| Lubang Ayakan (mm) | Berat Tertinggal (gram) | Berat Tertinggal (%) | Berat Tertinggal Kumulatif (%) | Persen Lolos Kumulatif (%) |
|--------------------|-------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------------|
| 40,00              | 0                       | 0,00%                | 0,00%                          | 100,00                     |
| 20,00              | 93                      | 1,86                 | 1,86                           | 98,14                      |
| 10,00              | 4423,5                  | 88,38                | 90,24                          | 9,76                       |
| 4,80               | 352,5                   | 7,04                 | 97,28                          | 2,72                       |
| 2,40               | 9,5                     | 0,19                 | 97,47                          | 2,53                       |
| 1,20               | 6                       | 0,12                 | 97,59                          | 2,41                       |
| 0,60               | 0                       | 0,00                 | 97,59                          | 2,41                       |
| 0,30               | 0                       | 0,00                 | 97,59                          | 2,41                       |
| 0,15               | 0                       | 0,00                 | 97,59                          | 2,41                       |
| Sisa               | 120,5                   | 2,41                 | 0,00                           | 0,00                       |
| Jumlah             | 5005                    | 100,00               | 677,22                         |                            |

Diperiksa oleh  
 Laboran  
  
 LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 YOGYAKARTA  
 (Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh



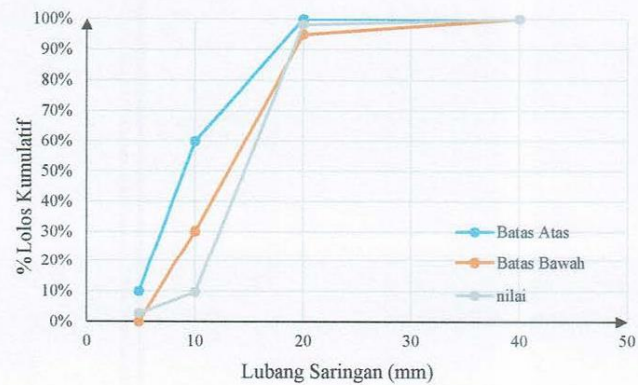
(Ananda Bagus Budi Hartanto)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaliurang km 14,5 Telp. (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN AGREGAT  
 KASAR UKURAN 20 MM  
 (SNI-03-1968-1990)

GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR UKURAN 20 MM



Diperiksa oleh  
 Laboran  
  
 (Darussalam, A. Md.)

Dikerjakan oleh


(Ananda Bagus Budi Hartanto)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan kaliurang km 14,5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME PADAT AGREGAT KASAR UKURAN  
 10 MM  
 (SNI-03-4804-1998)

| Uraian                     | Hasil    |                      |
|----------------------------|----------|----------------------|
| Berat Tabung               | 11950    | gram                 |
| Berat Tabung + agregat SSD | 19100    | gram                 |
| Berat Agregat              | 7150     | gram                 |
| Volume Tabung              | 5257,645 | cm <sup>3</sup>      |
| Berat Volume Gembur        | 1,360    | gram/cm <sup>3</sup> |

Diperiksa oleh  
 LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 Laboran  
  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 YOGYAKARTA  
 (Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh


  
 (Ananda Bagus Budi Hartanto)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan kaliurang km 14,5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME PADAT AGREGAT KASAR UKURAN  
 20 MM  
 (SNI-03-4804-1998)

| Uraian                     | Hasil                      |
|----------------------------|----------------------------|
| Berat Tabung               | 10350 gram                 |
| Berat Tabung +a gregat SSD | 17390 gram                 |
| Berat Agregat              | 7040 gram                  |
| Volume Tabung              | 5206,894 cm <sup>3</sup>   |
| Berat Volume Padat         | 1,352 gram/cm <sup>3</sup> |

Diperiksa oleh  
 Laboran  
  
 LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 YOGYAKARTA  
 (Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh

  
 (AnandaBagus Budi Hartanto)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaliurang km 14,5 Telpun (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME GEMBUR AGREGAT KASAR UKURAN  
 10 MM  
 (SNI-03-4804-1998)

| Uraian                     | Hasil    |                      |
|----------------------------|----------|----------------------|
| Berat Tabung               | 11950    | gram                 |
| Berat Tabung + agregat SSD | 18000    | gram                 |
| Berat Agregat              | 6050     | gram                 |
| Volume Tabung              | 5257,645 | cm <sup>3</sup>      |
| Berat Volume Gembur        | 1,151    | gram/cm <sup>3</sup> |

Diperiksa oleh  
 Laboran  
  
 LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 YOGYAKARTA  
 (Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh  
  
 (Ananda Bagus Budi Hartanto)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaliurang km 14,5 Telp (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME GEMBUR AGREGAT KASAR UKURAN  
 20 MM  
 (SNI-03-4804-1998)

| Uraian                     | Hasil    |                      |
|----------------------------|----------|----------------------|
| Berat Tabung               | 10350    | gram                 |
| Berat Tabung + agregat SSD | 16850    | gram                 |
| Berat Agregat              | 6500     | gram                 |
| Volume Tabung              | 5206,894 | cm <sup>3</sup>      |
| Berat Volume Gembur        | 1,248    | gram/cm <sup>3</sup> |



(Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh

(Ananda Bagus Budi Hartanto)





LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan kaliurang km 14.5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN UJI TEKAN SILINDER BETON  
 (SNI 03-1974-2011)

14 HARI

| Kode Benda Uji    | Diameter (mm) | Tinggi (mm) | Berat Beton (kg) | Luas Penampang (mm <sup>2</sup> ) | Beban (N) | Kuat Tekan (Mpa) | Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa) |
|-------------------|---------------|-------------|------------------|-----------------------------------|-----------|------------------|----------------------------|
| BK 0%<br>- SF 0%  | 1             | 147,2       | 302,2            | 12,157                            | 17017,882 | 390000           | 22,917                     |
|                   | 2             | 151,3       | 290              | 12,257                            | 17979,091 | 430000           | 23,917                     |
|                   | 3             | 152,2       | 305,2            | 12,36                             | 18193,623 | 385000           | 21,161                     |
|                   | 4             | 149,4       | 301              | 12,172                            | 17530,370 | 510000           | 29,092                     |
|                   | 5             | 151,9       | 309,1            | 12,451                            | 18121,971 | 305000           | 16,830                     |
| BK 0%<br>- SF 3%  | 1             | 151         | 300              | 11,981                            | 17907,864 | 524000           | 29,261                     |
|                   | 2             | 150,5       | 299,8            | 12,089                            | 17789,465 | 444000           | 24,959                     |
|                   | 3             | 150,25      | 296              | 12,161                            | 17730,413 | 511000           | 28,821                     |
|                   | 4             | 150         | 297,9            | 11,786                            | 17671,459 | 403000           | 22,805                     |
|                   | 5             | 151,6       | 299              | 12,202                            | 18050,460 | 515000           | 28,531                     |
| BK 15%<br>- SF 0% | 1             | 155,5       | 300,8            | 12,381                            | 18991,124 | 331000           | 17,429                     |
|                   | 2             | 151,8       | 296              | 12,007                            | 18098,118 | 357000           | 19,726                     |
|                   | 3             | 150,4       | 298,7            | 12,144                            | 17765,832 | 430000           | 24,204                     |
|                   | 4             | 152         | 300,5            | 12,296                            | 18145,839 | 285000           | 15,706                     |
|                   | 5             | 152,7       | 299              | 12,415                            | 18313,357 | 334000           | 18,238                     |
| BK 15%<br>- SF 3% | 1             | 150         | 305              | 12,406                            | 17671,459 | 515000           | 29,143                     |
|                   | 2             | 151,5       | 306              | 12,266                            | 18026,655 | 311000           | 17,252                     |
|                   | 3             | 152,9       | 305,3            | 12,146                            | 18361,360 | 410000           | 22,330                     |
|                   | 4             | 151,3       | 302,1            | 12,245                            | 17979,091 | 295000           | 16,408                     |
|                   | 5             | 150,1       | 302,6            | 12,117                            | 17695,028 | 345000           | 19,497                     |

Diperiksa oleh  
 Laboran

*Darussalam*

(Darussalam, A.Md.)

LABORATORIUM  
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 YOGYAKARTA

Dikerjakan oleh

*Ananda Bagus Budi Hartanto*

(Ananda Bagus Budi Hartanto)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaliurang km 14.5 Telp (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN UJI TEKAN SILINDER BETON  
 (SNI 03-1974-2011)

28 HARI

| Kode Benda Uji    | Diameter (mm) | Tinggi (mm) | Berat Beton (kg) | Luas Penampang (mm <sup>2</sup> ) | Beban (N) | Kuat Tekan (Mpa) | Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa) |
|-------------------|---------------|-------------|------------------|-----------------------------------|-----------|------------------|----------------------------|
| BK 0%<br>- SF 0%  | 1             | 151,2       | 302,5            | 12,194                            | 17955,333 | 600000           | 33,416                     |
|                   | 2             | 152,5       | 304,8            | 12,278                            | 18265,416 | 525000           | 28,743                     |
|                   | 3             | 150,3       | 304,5            | 12,576                            | 17742,215 | 590000           | 33,254                     |
|                   | 4             | 150,8       | 300,9            | 12,199                            | 17860,457 | 465000           | 26,035                     |
|                   | 5             | 152,77      | 309,2            | 12,402                            | 18330,151 | 580000           | 31,642                     |
| BK 0%<br>- SF 3%  | 1             | 149,34      | 299,4            | 12,132                            | 17516,292 | 648000           | 36,994                     |
|                   | 2             | 150,75      | 301,6            | 12,555                            | 17848,615 | 632000           | 35,409                     |
|                   | 3             | 150,5       | 299,65           | 12,342                            | 17789,465 | 650000           | 36,538                     |
|                   | 4             | 151         | 299,4            | 11,891                            | 17907,864 | 512000           | 28,591                     |
|                   | 5             | 150,75      | 302,8            | 12,379                            | 17848,615 | 529000           | 29,638                     |
| BK 15%<br>- SF 0% | 1             | 150,5       | 299,15           | 12,315                            | 17789,465 | 400000           | 22,485                     |
|                   | 2             | 150,5       | 290              | 11,706                            | 17789,465 | 450000           | 25,296                     |
|                   | 3             | 149,7       | 292              | 11,837                            | 17600,844 | 425000           | 24,147                     |
|                   | 4             | 152,7       | 296,3            | 12,08                             | 18313,357 | 355000           | 19,385                     |
|                   | 5             | 151,4       | 296              | 11,944                            | 18002,865 | 347000           | 19,275                     |
| BK 15%<br>- SF 3% | 1             | 152,7       | 302,7            | 12,135                            | 18313,357 | 362000           | 19,767                     |
|                   | 2             | 152,5       | 304,9            | 12,331                            | 18265,416 | 475000           | 26,005                     |
|                   | 3             | 151,1       | 303,5            | 12,144                            | 17931,590 | 520000           | 28,999                     |
|                   | 4             | 152,6       | 302,5            | 12,054                            | 18289,379 | 480000           | 26,245                     |
|                   | 5             | 150,8       | 303,3            | 12,413                            | 17860,457 | 344000           | 19,260                     |

Diperiksa oleh  
 Laboran  
  
 (Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh

(Ananda Bagus Budi Hartanto)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jalan Kaliurang km 14,5 Telp (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN UJI TARIK SILINDER BETON  
(SNI 03-2491-2002)

| Kode Benda Uji    |   | Diameter (mm) | Tinggi (mm) | Berat Beton (kg) | Luas Selimut (mm <sup>2</sup> ) | Beban (N) | Kuat Tarik (Mpa) | Kuat Tarik Rata-Rata (Mpa) |
|-------------------|---|---------------|-------------|------------------|---------------------------------|-----------|------------------|----------------------------|
| BK 0%<br>- SF 0%  | 1 | 149,9         | 300         | 12,051           | 141277,4216                     | 165000    | 2,336            | 2,333                      |
|                   | 2 | 149,7         | 303,9       | 12,039           | 142923,0821                     | 163000    | 2,281            |                            |
|                   | 3 | 150,9         | 300,9       | 12,185           | 142646,5591                     | 170000    | 2,384            |                            |
| BK 0%<br>- SF 3%  | 1 | 150           | 301,6       | 12,36            | 142125,6516                     | 175000    | 2,463            | 2,589                      |
|                   | 2 | 150,55        | 298         | 12,221           | 140944,0987                     | 160000    | 2,270            |                            |
|                   | 3 | 153           | 299         | 12,391           | 143718,4391                     | 218000    | 3,034            |                            |
| BK 15%<br>- SF 0% | 1 | 151,5         | 297         | 12,274           | 141357,5322                     | 102000    | 1,443            | 1,598                      |
|                   | 2 | 150           | 298,2       | 12,216           | 140523,4394                     | 124000    | 1,765            |                            |
|                   | 3 | 150,5         | 296,2       | 11,942           | 140046,2315                     | 111000    | 1,585            |                            |
| BK 15%<br>- SF 3% | 1 | 151           | 305         | 12,097           | 144686,0497                     | 178000    | 2,460            | 2,133                      |
|                   | 2 | 150,5         | 301,6       | 12,119           | 142599,4038                     | 115000    | 1,613            |                            |
|                   | 3 | 149,2         | 302,8       | 11,888           | 141930,1189                     | 165000    | 2,325            |                            |

Diperiksa oleh  
Laboran

*Darussalam*  
(Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh

*Ananda Bagus Budi Hartanto*  
(Ananda Bagus Budi Hartanto)




LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaliurang km 14.5 Telpun (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN UJI LENTUR BALOK BETON  
 (SNI 03-4154-2014)

BK0%-SF0%

| No. | Uraian                             | Hasil Pengamatan |          |          |
|-----|------------------------------------|------------------|----------|----------|
|     |                                    | 1                | 2        | 3        |
| 1   | Lebar benda uji (mm)               | 101,1            | 100      | 101,5    |
| 2   | Tinggi benda uji (mm)              | 107,5            | 103,8    | 106,6    |
| 3   | Panjang benda uji (mm)             | 400,5            | 390      | 395      |
| 4   | Berat benda uji (kg)               | 9,324            | 9,256    | 9,116    |
| 5   | Berat volume (kg/m <sup>3</sup> )  | 2142,102         | 2286,448 | 2132,966 |
| 6   | Panjang bentang (mm)               | 300              | 300      | 300      |
| 7   | Jarak tumpuan P1 ke tumpuan 1 (mm) | 150              | 150      | 150      |
| 8   | Jarak tumpuan P2 ke tumpuan 2 (mm) | 150              | 150      | 150      |
| 9   | Beban maksimum (kgf)               | 1045             | 800      | 785      |
| 10  | Beban (N)                          | 10251,45         | 7848     | 7700,85  |
| 11  | Kuat lentur (Mpa)                  | 5,605            | 4,423    | 4,155    |
| 12  | Rata-rata (Mpa)                    | 4,728            |          |          |

Diperiksa oleh LABORATORIUM  
 Laboran KONSTRUKSI TEKNIK  
  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 YOGYAKARTA

(Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh



(Ananda Bagus Budi Hartanto)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaliurang km 14.5 Telpun (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN UJI LENTUR BALOK BETON  
 (SNI 03-4154-2014)

BK0%-SF3%

| No. | Uraian                             | Hasil Pengamatan |          |          |
|-----|------------------------------------|------------------|----------|----------|
|     |                                    | 1                | 2        | 3        |
| 1   | Lebar benda uji (mm)               | 101              | 100,25   | 99,5     |
| 2   | Tinggi benda uji (mm)              | 98,5             | 101,3    | 99,5     |
| 3   | Panjang benda uji (mm)             | 399              | 400      | 398      |
| 4   | Berat benda uji (kg)               | 9,099            | 9        | 8,935    |
| 5   | Berat volume (kg/m <sup>3</sup> )  | 2292,256         | 2215,586 | 2267,594 |
| 6   | Panjang bentang (mm)               | 300              | 300      | 300      |
| 7   | Jarak tumpuan P1 ke tumpuan 1 (mm) | 150              | 150      | 150      |
| 8   | Jarak tumpuan P2 ke tumpuan 2 (mm) | 150              | 150      | 150      |
| 9   | Beban maksimum (kgf)               | 1020             | 660      | 935      |
| 10  | Beban maksimum (N)                 | 10006,2          | 6474,6   | 9172,35  |
| 11  | Kuat lentur (Mpa)                  | 5,960            | 3,816    | 5,559    |
| 12  | Rata-rata (MPa)                    | 5,112            |          |          |

Diperiksa oleh  
 LABORATORIUM  
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 Laboran  
  
 DARUSSALAM, A.Md.  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 YOGYAKARTA

Dikerjakan oleh  
  
 (Ananda Bagus Budi Hartanto)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan kaliurang km 14.5 Telpn (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN UJI LENTUR BALOK BETON  
 (SNI 03-4154-2014)

BK15%-SF0%

| No. | Uraian                             | Hasil Pengamatan |          |          |
|-----|------------------------------------|------------------|----------|----------|
|     |                                    | 1                | 2        | 3        |
| 1   | Lebar benda uji (mm)               | 100              | 99       | 98       |
| 2   | Tinggi benda uji (mm)              | 100,3            | 98,1     | 99,5     |
| 3   | Panjang benda uji (mm)             | 390              | 400      | 390      |
| 4   | Berat benda uji (kg)               | 8,972            | 8,993    | 8,769    |
| 5   | Berat volume (kg/m <sup>3</sup> )  | 2293,632         | 2314,944 | 2305,878 |
| 6   | Panjang bentang (mm)               | 300              | 300      | 300      |
| 7   | Jarak tumpuan P1 ke tumpuan 1 (mm) | 150              | 150      | 150      |
| 8   | Jarak tumpuan P2 ke tumpuan 2 (mm) | 150              | 150      | 150      |
| 9   | Beban maksimum (kgf)               | 760              | 750      | 730      |
| 10  | Beban maksimum (N)                 | 7455,6           | 7357,5   | 7161,3   |
| 11  | Kuat lentur (Mpa)                  | 4,348            | 4,591    | 4,384    |
| 12  | Rata-rata (MPa)                    | 4,441            |          |          |

Diperiksa oleh  
 Laboran  
  
 LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 YOGYAKARTA  
 (Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh  
  
 (Ananda Bagus Budi Hartanto)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaliurang km 14.5 Telpun (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN UJI LENTUR BALOK BETON  
 (SNI 03-4154-2014)

BK15%-SF3%

| No. | Uraian                             | Hasil Pengamatan |          |          |
|-----|------------------------------------|------------------|----------|----------|
|     |                                    | 1                | 2        | 3        |
| 1   | Lebar benda uji (mm)               | 101,3            | 102,8    | 100      |
| 2   | Tinggi benda uji (mm)              | 103,8            | 104,4    | 100      |
| 3   | Panjang benda uji (mm)             | 391,4            | 394,9    | 400,1    |
| 4   | Berat benda uji (kg)               | 9,258            | 9,466    | 9,241    |
| 5   | Berat volume (kg/m <sup>3</sup> )  | 2249,518         | 2233,499 | 2309,673 |
| 6   | Panjang bentang (mm)               | 300              | 300      | 300      |
| 7   | Jarak tumpuan P1 ke tumpuan 1 (mm) | 150              | 150      | 150      |
| 8   | Jarak tumpuan P2 ke tumpuan 2 (mm) | 150              | 150      | 150      |
| 9   | Beban maksimum (kgf)               | 855              | 785      | 820      |
| 10  | Beban maksimum (N)                 | 8387,55          | 7700,85  | 8044,2   |
| 11  | Kuat lentur (Mpa)                  | 4,623            | 4,135    | 4,828    |
| 12  | Rata-rata (MPa)                    | 4,528            |          |          |

Diperiksa oleh  
 Laboran  
  
 (Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh

(Ananda Bagus Budi Hartanto)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan kaliurang km 14.5 Telpn (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

**BENDA UJI SILINDER 1 - SF0%-BK0%**

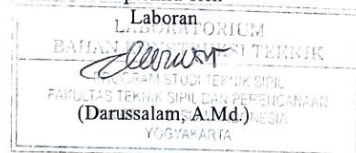
|          |           |                   |                            |            |     |
|----------|-----------|-------------------|----------------------------|------------|-----|
| Berat    | 12,236    | kg                | 1. maximum beban =         | 500        | KN  |
| Wc       | 2227,656  | kg/m <sup>3</sup> | 2. (40% x max beban) =     | 200        | KN  |
| Diameter | 151,9     | mm                | 3. mutu beton sebenarnya = | 27,5908179 | Mpa |
| Tinggi   | 303,1     | mm                |                            |            |     |
| Luas     | 18121,971 | mm <sup>2</sup>   |                            |            |     |
| Lo       | 200       | mm                |                            |            |     |

| No. | Beban |        | Pembacaan Dial<br>LVDT .....x10 <sup>-3</sup> | $\Delta L$<br>Sebenarnya<br>(1/2 $\Delta L$ )(mm) | Regangan<br>( $\Delta L/L_0$ )(mm) | Tegangan<br>(P/A)(MPa) |
|-----|-------|--------|---|---|------------------------------------|------------------------|
|     | KN    | N      |   |   |                                    |                        |
| 1   | 0     | 0      | 0   | 0   | 0                                  | 0                      |
| 2   | 10    | 10000  | 16  | 0,008   | 0,00004                            | 0,5518                 |
| 3   | 20    | 20000  | 19  | 0,0095  | 0,0000475                          | 1,1036                 |
| 4   | 30    | 30000  | 32  | 0,016   | 0,00008                            | 1,6554                 |
| 5   | 40    | 40000  | 41  | 0,0205  | 0,0001025                          | 2,2073                 |
| 6   | 50    | 50000  | 49  | 0,0245  | 0,0001225                          | 2,7591                 |
| 7   | 60    | 60000  | 56  | 0,028   | 0,00014                            | 3,3109                 |
| 8   | 70    | 70000  | 63  | 0,0315  | 0,0001575                          | 3,8627                 |
| 9   | 80    | 80000  | 71  | 0,0355  | 0,0001775                          | 4,4145                 |
| 10  | 90    | 90000  | 80  | 0,04  | 0,0002                             | 4,9663                 |
| 11  | 100   | 100000 | 94  | 0,047   | 0,000235                           | 5,5182                 |
| 12  | 110   | 110000 | 106   | 0,053   | 0,000265                           | 6,0700                 |
| 13  | 120   | 120000 | 114   | 0,057   | 0,000285                           | 6,6218                 |
| 14  | 130   | 130000 | 125   | 0,0625  | 0,0003125                          | 7,1736                 |
| 15  | 140   | 140000 | 135   | 0,0675  | 0,0003375                          | 7,7254                 |
| 16  | 150   | 150000 | 148   | 0,074   | 0,00037                            | 8,2772                 |
| 17  | 160   | 160000 | 157   | 0,0785  | 0,0003925                          | 8,8291                 |
| 18  | 170   | 170000 | 174   | 0,087   | 0,000435                           | 9,3809                 |
| 19  | 180   | 180000 | 186   | 0,093   | 0,000465                           | 9,9327                 |
| 20  | 190   | 190000 | 195   | 0,0975  | 0,0004875                          | 10,4845                |
| 21  | 200   | 200000 | 206   | 0,103   | 0,000515                           | 11,0363                |
| 22  | 210   | 210000 | 219   | 0,1095  | 0,0005475                          | 11,5881                |
| 23  | 220   | 220000 | 239   | 0,1195  | 0,0005975                          | 12,1400                |
| 24  | 230   | 230000 | 248   | 0,124   | 0,00062                            | 12,6918                |
| 25  | 240   | 240000 | 263   | 0,1315  | 0,0006575                          | 13,2436                |
| 26  | 250   | 250000 | 277   | 0,1385  | 0,0006925                          | 13,7954                |
| 27  | 260   | 260000 | 290   | 0,145   | 0,000725                           | 14,3472                |
| 28  | 270   | 270000 | 306   | 0,153   | 0,000765                           | 14,8990                |
| 29  | 280   | 280000 | 321   | 0,1605  | 0,0008025                          | 15,4509                |
| 30  | 290   | 290000 | 339   | 0,1695  | 0,0008475                          | 16,0027                |
| 31  | 300   | 300000 | 355   | 0,1775  | 0,0008875                          | 16,5545                |



| No. | Beban |        | Pembacaan Dial<br>LVDT .....x10 <sup>-3</sup> | $\Delta L$<br>Sebenarnya<br>(1/2 $\Delta L$ )(mm) | Regangan<br>( $\Delta L/L_0$ )(mm) | Tegangan<br>(P/A)(MPa) |
|-----|-------|--------|---|---|------------------------------------|------------------------|
|     | KN    | N      |   |   |                                    |                        |
| 32  | 310   | 310000 | 372   | 0,186   | 0,00093                            | 17,1063                |
| 33  | 320   | 320000 | 390   | 0,195   | 0,000975                           | 17,6581                |
| 34  | 330   | 330000 | 406   | 0,203   | 0,001015                           | 18,2099                |
| 35  | 340   | 340000 | 422   | 0,211   | 0,001055                           | 18,7618                |
| 36  | 350   | 350000 | 440   | 0,22  | 0,0011                             | 19,3136                |
| 37  | 360   | 360000 | 459   | 0,2295  | 0,0011475                          | 19,8654                |
| 38  | 370   | 370000 | 479   | 0,2395  | 0,0011975                          | 20,4172                |
| 39  | 380   | 380000 | 500   | 0,25  | 0,00125                            | 20,9690                |
| 40  | 390   | 390000 | 520   | 0,26  | 0,0013                             | 21,5208                |
| 41  | 400   | 400000 | 550   | 0,275   | 0,001375                           | 22,0727                |
| 42  | 410   | 410000 | 572   | 0,286   | 0,00143                            | 22,6245                |
| 43  | 420   | 420000 | 604   | 0,302   | 0,00151                            | 23,1763                |
| 44  | 430   | 430000 | 630   | 0,315   | 0,001575                           | 23,7281                |
| 45  | 440   | 440000 | 664   | 0,332   | 0,00166                            | 24,2799                |
| 46  | 450   | 450000 | 701   | 0,3505  | 0,0017525                          | 24,8317                |
| 47  | 460   | 460000 | 739   | 0,3695  | 0,0018475                          | 25,3836                |
| 48  | 470   | 470000 | 792   | 0,396   | 0,00198                            | 25,9354                |
| 49  | 480   | 480000 | 855   | 0,4275  | 0,0021375                          | 26,4872                |
| 50  | 490   | 490000 | 927   | 0,4635  | 0,0023175                          | 27,0390                |
| 51  | 500   | 500000 | 1022  | 0,511   | 0,002555                           | 27,5908                |
| 52  | 450   | 450000 | 1258  | 0,629   | 0,003145                           | 24,8317                |
| 53  | 350   | 350000 | 1472  | 0,736   | 0,00368                            | 19,3136                |
| 54  | 250   | 250000 | 1638  | 0,819   | 0,004095                           | 13,7954                |

Diperiksa oleh



Dikerjakan oleh

(Ananda Bagus Budi Hartanto)




LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan kaliurang km 14.5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

**BENDA UJI SILINDER 2 - SF0%-BK0%**

|          |            |                   |                            |        |     |
|----------|------------|-------------------|----------------------------|--------|-----|
| Berat    | 12,268     | kg                | 1. maximum beban =         | 520    | KN  |
| Wc       | 2245,723   | kg/m <sup>3</sup> | 2. (40% x max beban) =     | 208    | KN  |
| Diameter | 150,3      | mm                | 3. mutu beton sebenarnya = | 29,309 | Mpa |
| Tinggi   | 307,9      | mm                |                            |        |     |
| Luas     | 17742,2152 | mm <sup>2</sup>   |                            |        |     |
| Lo       | 200        | mm                |                            |        |     |

| No. | Beban |        | Pembacaan Dial<br>LVDT .....x10 <sup>-3</sup> | $\Delta L$<br>Sebenarnya<br>(1/2 $\Delta L$ )(mm) | Regangan<br>( $\Delta L/L_0$ )(mm) | Tegangan<br>(P/A)(MPa) |
|-----|-------|--------|---|---|------------------------------------|------------------------|
|     | KN    | N      |   |   |                                    |                        |
| 1   | 0     | 0      | 0   | 0   | 0                                  | 0                      |
| 2   | 10    | 10000  | 8   | 0,004   | 0,00002                            | 0,56363                |
| 3   | 20    | 20000  | 15  | 0,0075  | 0,0000375                          | 1,12725                |
| 4   | 30    | 30000  | 21  | 0,0105  | 0,0000525                          | 1,69088                |
| 5   | 40    | 40000  | 27  | 0,0135  | 0,0000675                          | 2,25451                |
| 6   | 50    | 50000  | 34  | 0,0135  | 0,0000675                          | 2,81814                |
| 7   | 60    | 60000  | 41  | 0,017   | 0,000085                           | 3,38176                |
| 8   | 70    | 70000  | 46  | 0,0205  | 0,0001025                          | 3,94539                |
| 9   | 80    | 80000  | 55  | 0,023   | 0,000115                           | 4,50902                |
| 10  | 90    | 90000  | 62  | 0,0275  | 0,0001375                          | 5,07265                |
| 11  | 100   | 100000 | 71  | 0,031   | 0,000155                           | 5,63627                |
| 12  | 110   | 110000 | 77  | 0,0355  | 0,0001775                          | 6,19990                |
| 13  | 120   | 120000 | 85  | 0,0385  | 0,0001925                          | 6,76353                |
| 14  | 130   | 130000 | 93  | 0,0425  | 0,0002125                          | 7,32716                |
| 15  | 140   | 140000 | 103   | 0,0465  | 0,0002325                          | 7,89078                |
| 16  | 150   | 150000 | 116   | 0,0515  | 0,0002575                          | 8,45441                |
| 17  | 160   | 160000 | 124   | 0,058   | 0,00029                            | 9,01804                |
| 18  | 170   | 170000 | 131   | 0,062   | 0,00031                            | 9,58167                |
| 19  | 180   | 180000 | 140   | 0,0655  | 0,0003275                          | 10,14529               |
| 20  | 190   | 190000 | 149   | 0,07  | 0,00035                            | 10,70892               |
| 21  | 200   | 200000 | 159   | 0,0745  | 0,0003725                          | 11,27255               |
| 22  | 210   | 210000 | 168   | 0,0795  | 0,0003975                          | 11,83618               |
| 23  | 220   | 220000 | 180   | 0,084   | 0,00042                            | 12,39980               |
| 24  | 230   | 230000 | 191   | 0,09  | 0,00045                            | 12,96343               |
| 25  | 240   | 240000 | 201   | 0,0955  | 0,0004775                          | 13,52706               |
| 26  | 250   | 250000 | 213   | 0,1005  | 0,0005025                          | 14,09069               |
| 27  | 260   | 260000 | 224   | 0,1065  | 0,0005325                          | 14,65431               |
| 28  | 270   | 270000 | 235   | 0,112   | 0,00056                            | 15,21794               |
| 29  | 280   | 280000 | 245   | 0,1175  | 0,0005875                          | 15,78157               |

| No. | Beban |        | Pembacaan Dial<br>LVDT .....x10 <sup>-3</sup> | $\Delta L$<br>Sebenarnya<br>(1/2 $\Delta L$ )(mm) | Regangan<br>( $\Delta L/L_0$ )(mm) | Tegangan<br>(P/A)(MPa) |
|-----|-------|--------|---|---|------------------------------------|------------------------|
|     | KN    | N      |   |   |                                    |                        |
| 30  | 290   | 290000 | 254   | 0,1225  | 0,0006125                          | 16,34520               |
| 31  | 300   | 300000 | 268   | 0,127   | 0,000635                           | 16,90882               |
| 32  | 310   | 310000 | 280   | 0,134   | 0,00067                            | 17,47245               |
| 33  | 320   | 320000 | 292   | 0,14  | 0,0007                             | 18,03608               |
| 34  | 330   | 330000 | 306   | 0,146   | 0,00073                            | 18,59971               |
| 35  | 340   | 340000 | 319   | 0,153   | 0,000765                           | 19,16333               |
| 36  | 350   | 350000 | 330   | 0,1595  | 0,0007975                          | 19,72696               |
| 37  | 360   | 360000 | 343   | 0,165   | 0,000825                           | 20,29059               |
| 38  | 370   | 370000 | 355   | 0,1715  | 0,0008575                          | 20,85422               |
| 39  | 380   | 380000 | 367   | 0,1775  | 0,0008875                          | 21,41784               |
| 40  | 390   | 390000 | 385   | 0,1835  | 0,0009175                          | 21,98147               |
| 41  | 400   | 400000 | 403   | 0,1925  | 0,0009625                          | 22,54510               |
| 42  | 410   | 410000 | 420   | 0,2015  | 0,0010075                          | 23,10873               |
| 43  | 420   | 420000 | 437   | 0,21  | 0,00105                            | 23,67235               |
| 44  | 430   | 430000 | 459   | 0,2185  | 0,0010925                          | 24,23598               |
| 45  | 440   | 440000 | 480   | 0,2295  | 0,0011475                          | 24,79961               |
| 46  | 450   | 450000 | 504   | 0,24  | 0,0012                             | 25,36324               |
| 47  | 460   | 460000 | 529   | 0,252   | 0,00126                            | 25,92686               |
| 48  | 470   | 470000 | 552   | 0,2645  | 0,0013225                          | 26,49049               |
| 49  | 480   | 480000 | 586   | 0,276   | 0,00138                            | 27,05412               |
| 50  | 490   | 490000 | 613   | 0,293   | 0,001465                           | 27,61775               |
| 51  | 500   | 500000 | 644   | 0,3065  | 0,0015325                          | 28,18137               |
| 52  | 510   | 510000 | 689   | 0,322   | 0,00161                            | 28,74500               |
| 53  | 520   | 520000 | 784   | 0,3445  | 0,0017225                          | 29,30863               |
| 54  | 500   | 500000 | 898   | 0,392   | 0,00196                            | 28,18137               |
| 55  | 400   | 400000 | 993   | 0,449   | 0,002245                           | 22,54510               |
| 56  | 300   | 300000 | 1159  | 0,4965  | 0,0024825                          | 16,90882               |

Diperiksa oleh  
**Laboran**  
 LABORATORIUM  
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS SRIWIJAYA 1  
 (Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh  
  
 (Ananda Bagus Budi Hartanto)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan kaliurang km 14.5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

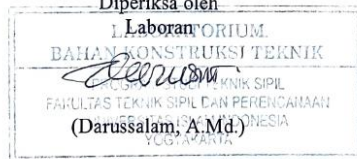
### BENDA UJI SILINDER 3 - SF0%-BK0%

|          |            |                   |                            |        |     |
|----------|------------|-------------------|----------------------------|--------|-----|
| Berat    | 12,388     | kg                | 1. maximum beban =         | 570    | KN  |
| Wc       | 2328,975   | kg/m <sup>3</sup> | 2. (40% x max beban) =     | 228    | KN  |
| Diameter | 149,9      | mm                | 3. mutu beton sebenarnya = | 32,298 | Mpa |
| Tinggi   | 301,4      | mm                |                            |        |     |
| Luas     | 17647,9046 | mm <sup>2</sup>   |                            |        |     |
| Lo       | 200        | mm                |                            |        |     |

| No. | Beban |        | Pembacaan Dial<br>LVDT .....x10 <sup>-3</sup> | $\Delta L$<br>Sebenarnya<br>(1/2 $\Delta L$ )(mm) | Regangan<br>( $\Delta L/L_0$ )(mm) | Tegangan<br>(P/A)(MPa) |
|-----|-------|--------|---|---|------------------------------------|------------------------|
|     | KN    | N      |   |   |                                    |                        |
| 1   | 0     | 0      | 0   | 0   | 0                                  | 0                      |
| 2   | 10    | 10000  | 15  | 0,0075  | 0,00009375                         | 142,8571               |
| 3   | 20    | 20000  | 23  | 0,0115  | 0,00014375                         | 285,7143               |
| 4   | 30    | 30000  | 31  | 0,0155  | 0,00019375                         | 428,5714               |
| 5   | 40    | 40000  | 39  | 0,0195  | 0,00024375                         | 571,4286               |
| 6   | 50    | 50000  | 47  | 0,0235  | 0,00029375                         | 714,2857               |
| 7   | 60    | 60000  | 56  | 0,028   | 0,00035                            | 857,1429               |
| 8   | 70    | 70000  | 66  | 0,033   | 0,0004125                          | 1000,0000              |
| 9   | 80    | 80000  | 75  | 0,0375  | 0,00046875                         | 1142,8571              |
| 10  | 90    | 90000  | 83  | 0,0415  | 0,00051875                         | 1285,7143              |
| 11  | 100   | 100000 | 94  | 0,047   | 0,0005875                          | 1428,5714              |
| 12  | 110   | 110000 | 103   | 0,0515  | 0,00064375                         | 1571,4286              |
| 13  | 120   | 120000 | 113   | 0,0565  | 0,00070625                         | 1714,2857              |
| 14  | 130   | 130000 | 123   | 0,0615  | 0,00076875                         | 1857,1429              |
| 15  | 140   | 140000 | 133   | 0,0665  | 0,00083125                         | 2000,0000              |
| 16  | 150   | 150000 | 143   | 0,0715  | 0,00089375                         | 2142,8571              |
| 17  | 160   | 160000 | 155   | 0,0775  | 0,00096875                         | 2285,7143              |
| 18  | 170   | 170000 | 168   | 0,084   | 0,00105                            | 2428,5714              |
| 19  | 180   | 180000 | 180   | 0,09  | 0,001125                           | 2571,4286              |
| 20  | 190   | 190000 | 190   | 0,095   | 0,0011875                          | 2714,2857              |
| 21  | 200   | 200000 | 204   | 0,102   | 0,001275                           | 2857,1429              |
| 22  | 210   | 210000 | 214   | 0,107   | 0,0013375                          | 3000,0000              |
| 23  | 220   | 220000 | 224   | 0,112   | 0,0014                             | 3142,8571              |
| 24  | 230   | 230000 | 238   | 0,119   | 0,0014875                          | 3285,7143              |
| 25  | 240   | 240000 | 250   | 0,125   | 0,0015625                          | 3428,5714              |
| 26  | 250   | 250000 | 260   | 0,13  | 0,001625                           | 3571,4286              |
| 27  | 260   | 260000 | 271   | 0,1355  | 0,00169375                         | 3714,2857              |
| 28  | 270   | 270000 | 284   | 0,142   | 0,001775                           | 3857,1429              |
| 29  | 280   | 280000 | 296   | 0,148   | 0,00185                            | 4000,0000              |
| 30  | 290   | 290000 | 308   | 0,154   | 0,001925                           | 4142,8571              |
| 31  | 300   | 300000 | 324   | 0,162   | 0,002025                           | 4285,7143              |

| No. | Beban |        | Pembacaan Dial<br>LVDT .....x10 <sup>-3</sup> | $\Delta L$<br>Sebenarnya<br>(1/2 $\Delta L$ )(mm) | Regangan<br>( $\Delta L/L_0$ )(mm) | Tegangan<br>(P/A)(MPa) |
|-----|-------|--------|---|---|------------------------------------|------------------------|
|     | KN    | N      |   |   |                                    |                        |
| 32  | 310   | 310000 | 340   | 0,17  | 0,002125                           | 4428,5714              |
| 33  | 320   | 320000 | 350   | 0,175   | 0,0021875                          | 4571,4286              |
| 34  | 330   | 330000 | 365   | 0,1825  | 0,00228125                         | 4714,2857              |
| 35  | 340   | 340000 | 379   | 0,1895  | 0,00236875                         | 4857,1429              |
| 36  | 350   | 350000 | 389   | 0,1945  | 0,00243125                         | 5000,0000              |
| 37  | 360   | 360000 | 413   | 0,2065  | 0,00258125                         | 5142,8571              |
| 38  | 370   | 370000 | 426   | 0,213   | 0,0026625                          | 5285,7143              |
| 39  | 380   | 380000 | 436   | 0,218   | 0,002725                           | 5428,5714              |
| 40  | 390   | 390000 | 456   | 0,228   | 0,00285                            | 5571,4286              |
| 41  | 400   | 400000 | 481   | 0,2405  | 0,00300625                         | 5714,2857              |
| 42  | 410   | 410000 | 490   | 0,245   | 0,0030625                          | 5857,1429              |
| 43  | 420   | 420000 | 509   | 0,2545  | 0,00318125                         | 6000,0000              |
| 44  | 430   | 430000 | 524   | 0,262   | 0,003275                           | 6142,8571              |
| 45  | 440   | 440000 | 549   | 0,2745  | 0,00343125                         | 6285,7143              |
| 46  | 450   | 450000 | 564   | 0,282   | 0,003525                           | 6428,5714              |
| 47  | 460   | 460000 | 584   | 0,292   | 0,00365                            | 6571,4286              |
| 48  | 470   | 470000 | 606   | 0,303   | 0,0037875                          | 6714,2857              |
| 49  | 480   | 480000 | 628   | 0,314   | 0,003925                           | 6857,1429              |
| 50  | 490   | 490000 | 656   | 0,328   | 0,0041                             | 7000,0000              |
| 51  | 500   | 500000 | 692   | 0,346   | 0,004325                           | 7142,8571              |
| 52  | 510   | 510000 | 713   | 0,3565  | 0,00445625                         | 7285,7143              |
| 53  | 520   | 520000 | 734   | 0,367   | 0,0045875                          | 7428,5714              |
| 54  | 530   | 530000 | 758   | 0,379   | 0,0047375                          | 7571,4286              |
| 55  | 540   | 540000 | 787   | 0,3935  | 0,00491875                         | 7714,2857              |
| 56  | 550   | 550000 | 826   | 0,413   | 0,0051625                          | 7857,1429              |
| 57  | 560   | 560000 | 881   | 0,4405  | 0,00550625                         | 8000,0000              |
| 58  | 570   | 570000 | 913   | 0,4565  | 0,00570625                         | 8142,8571              |
| 59  | 550   | 550000 | 1054  | 0,527   | 0,0065875                          | 7857,1429              |
| 60  | 450   | 450000 | 1259  | 0,6295  | 0,00786875                         | 6428,5714              |
| 61  | 350   | 350000 | 1445  | 0,7225  | 0,00903125                         | 5000,0000              |

Diperiksa oleh



Dikerjakan oleh

(Ananda Bagus Budi Hartanto)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaliurang km 14.5 Telpn (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

**BENDA UJI SILINDER 1 - SF3%-BK0%**

|          |           |                   |                            |         |     |
|----------|-----------|-------------------|----------------------------|---------|-----|
| Berat    | 11,791    | Kg                | 1. maximum beban =         | 630     | KN  |
| Wc       | 2228,778  | kg/m <sup>3</sup> | 2. (40% x max beban) =     | 252     | KN  |
| Diameter | 151,7     | mm                | 3. mutu beton sebenarnya = | 34,8561 | Mpa |
| Tinggi   | 292,7     | mm                |                            |         |     |
| Luas     | 18074,282 | mm <sup>2</sup>   |                            |         |     |
| Lo       | 200       | mm                |                            |         |     |

| No. | Beban |        | Pembacaan Dial<br>LVDT .....x10 <sup>-3</sup> | $\Delta L$<br>Sebenarnya<br>(1/2 $\Delta L$ )(mm) | Regangan<br>( $\Delta L/L_0$ )(mm) | Tegangan<br>(P/A)(MPa) |
|-----|-------|--------|---|---|------------------------------------|------------------------|
|     | KN    | N      |   |   |                                    |                        |
| 1   | 0     | 0      | 0   | 0   | 0                                  | 0                      |
| 2   | 10    | 10000  | 15  | 0,0075  | 3,8E-05                            | 0,55327                |
| 3   | 11    | 11000  | 16  | 0,008   | 0,00004                            | 0,6086                 |
| 4   | 12    | 12000  | 16,5  | 0,00825   | 4,1E-05                            | 0,66393                |
| 5   | 13    | 13000  | 17  | 0,0085  | 4,3E-05                            | 0,71925                |
| 6   | 14    | 14000  | 18  | 0,009   | 4,5E-05                            | 0,77458                |
| 7   | 15    | 15000  | 19  | 0,0095  | 4,8E-05                            | 0,82991                |
| 8   | 16    | 16000  | 21  | 0,0105  | 5,3E-05                            | 0,88524                |
| 9   | 17    | 17000  | 24  | 0,012   | 0,00006                            | 0,94056                |
| 10  | 18    | 18000  | 24,5  | 0,01225   | 6,1E-05                            | 0,99589                |
| 11  | 19    | 19000  | 25,5  | 0,01275   | 6,4E-05                            | 1,05122                |
| 12  | 20    | 20000  | 26,5  | 0,01325   | 6,6E-05                            | 1,10654                |
| 13  | 21    | 21000  | 27,5  | 0,01375   | 6,9E-05                            | 1,16187                |
| 14  | 22    | 22000  | 30  | 0,015   | 7,5E-05                            | 1,2172                 |
| 15  | 23    | 23000  | 32,5  | 0,01625   | 8,1E-05                            | 1,27253                |
| 16  | 24    | 24000  | 33,5  | 0,01675   | 8,4E-05                            | 1,32785                |
| 17  | 25    | 25000  | 35,5  | 0,01775   | 8,9E-05                            | 1,38318                |
| 18  | 30    | 30000  | 45  | 0,0225  | 0,00011                            | 1,65982                |
| 19  | 40    | 40000  | 52,5  | 0,02625   | 0,00013                            | 2,21309                |
| 20  | 50    | 50000  | 63  | 0,0315  | 0,00016                            | 2,76636                |
| 21  | 60    | 60000  | 72  | 0,036   | 0,00018                            | 3,31963                |
| 22  | 70    | 70000  | 85,9  | 0,04295   | 0,00021                            | 3,87291                |
| 23  | 80    | 80000  | 93,9  | 0,04695   | 0,00023                            | 4,42618                |
| 24  | 90    | 90000  | 98,9  | 0,04945   | 0,00025                            | 4,97945                |
| 25  | 100   | 100000 | 107,4   | 0,0537  | 0,00027                            | 5,53272                |

| No. | Beban |        | Pembacaan Dial<br>LVDT .....x10 <sup>-3</sup> | $\Delta L$<br>Sebenarnya<br>(1/2 $\Delta L$ )(mm) | Regangan<br>( $\Delta L/L_0$ )(mm) | Tegangan<br>(P/A)(MPa) |
|-----|-------|--------|---|---|------------------------------------|------------------------|
|     | KN    | N      |   |   |                                    |                        |
| 26  | 110   | 110000 | 110,4   | 0,0552  | 0,00028                            | 6,086                  |
| 27  | 120   | 120000 | 118,9   | 0,05945   | 0,0003                             | 6,63927                |
| 28  | 130   | 130000 | 125,9   | 0,06295   | 0,00031                            | 7,19254                |
| 29  | 140   | 140000 | 134,9   | 0,06745   | 0,00034                            | 7,74581                |
| 30  | 150   | 150000 | 145,9   | 0,07295   | 0,00036                            | 8,29909                |
| 31  | 160   | 160000 | 154,4   | 0,0772  | 0,00039                            | 8,85236                |
| 32  | 170   | 170000 | 162,4   | 0,0812  | 0,00041                            | 9,40563                |
| 33  | 180   | 180000 | 174,7   | 0,08735   | 0,00044                            | 9,9589                 |
| 34  | 190   | 190000 | 189,7   | 0,09485   | 0,00047                            | 10,5122                |
| 35  | 200   | 200000 | 194,7   | 0,09735   | 0,00049                            | 11,0654                |
| 36  | 210   | 210000 | 205,7   | 0,10285   | 0,00051                            | 11,6187                |
| 37  | 220   | 220000 | 215,7   | 0,10785   | 0,00054                            | 12,172                 |
| 38  | 230   | 230000 | 229,7   | 0,11485   | 0,00057                            | 12,7253                |
| 39  | 240   | 240000 | 234,7   | 0,11735   | 0,00059                            | 13,2785                |
| 40  | 250   | 250000 | 251,8   | 0,1259  | 0,00063                            | 13,8318                |
| 41  | 260   | 260000 | 264,8   | 0,1324  | 0,00066                            | 14,3851                |
| 42  | 270   | 270000 | 280,1   | 0,14005   | 0,0007                             | 14,9384                |
| 43  | 280   | 280000 | 292,1   | 0,14605   | 0,00073                            | 15,4916                |
| 44  | 290   | 290000 | 305,7   | 0,15285   | 0,00076                            | 16,0449                |
| 45  | 300   | 300000 | 320,1   | 0,16005   | 0,0008                             | 16,5982                |
| 46  | 310   | 310000 | 330,7   | 0,16535   | 0,00083                            | 17,1514                |
| 47  | 320   | 320000 | 334,7   | 0,16735   | 0,00084                            | 17,7047                |
| 48  | 330   | 330000 | 350,1   | 0,17505   | 0,00088                            | 18,258                 |
| 49  | 340   | 340000 | 365,1   | 0,18255   | 0,00091                            | 18,8113                |
| 50  | 350   | 350000 | 374,7   | 0,18735   | 0,00094                            | 19,3645                |
| 51  | 360   | 360000 | 389,7   | 0,19485   | 0,00097                            | 19,9178                |
| 52  | 370   | 370000 | 395,7   | 0,19785   | 0,00099                            | 20,4711                |
| 53  | 380   | 380000 | 405,7   | 0,20285   | 0,00101                            | 21,0243                |
| 54  | 390   | 390000 | 418,1   | 0,20905   | 0,00105                            | 21,5776                |
| 55  | 400   | 400000 | 425,5   | 0,21275   | 0,00106                            | 22,1309                |
| 56  | 410   | 410000 | 439,5   | 0,21975   | 0,0011                             | 22,6842                |
| 57  | 420   | 420000 | 459,3   | 0,22965   | 0,00115                            | 23,2374                |
| 58  | 430   | 430000 | 472,3   | 0,23615   | 0,00118                            | 23,7907                |
| 59  | 440   | 440000 | 488,5   | 0,24425   | 0,00122                            | 24,344                 |
| 60  | 450   | 450000 | 495,5   | 0,24775   | 0,00124                            | 24,8973                |
| 61  | 460   | 460000 | 510,3   | 0,25515   | 0,00128                            | 25,4505                |
| 62  | 470   | 470000 | 528,5   | 0,26425   | 0,00132                            | 26,0038                |
| 63  | 480   | 480000 | 550,2   | 0,2751  | 0,00138                            | 26,5571                |
| 64  | 490   | 490000 | 560,5   | 0,28025   | 0,0014                             | 27,1103                |

| No. | Beban |        | Pembacaan Dial<br>LVDT .....x10 <sup>-3</sup> | $\Delta L$<br>Sebenarnya<br>(1/2 $\Delta L$ )(mm) | Regangan<br>( $\Delta L/L_0$ )(mm) | Tegangan<br>(P/A)(MPa) |
|-----|-------|--------|---|---|------------------------------------|------------------------|
|     | KN    | N      |   |   |                                    |                        |
| 65  | 500   | 500000 | 575,5   | 0,28775   | 0,00144                            | 27,6636                |
| 66  | 510   | 510000 | 593,8   | 0,2969  | 0,00148                            | 28,2169                |
| 67  | 520   | 520000 | 612,3   | 0,30615   | 0,00153                            | 28,7702                |
| 68  | 530   | 530000 | 643,8   | 0,3219  | 0,00161                            | 29,3234                |
| 69  | 540   | 540000 | 660,1   | 0,33005   | 0,00165                            | 29,8767                |
| 70  | 550   | 550000 | 688,1   | 0,34405   | 0,00172                            | 30,43                  |
| 71  | 560   | 560000 | 747,1   | 0,37355   | 0,00187                            | 30,9833                |
| 72  | 570   | 570000 | 797,6   | 0,3988  | 0,00199                            | 31,5365                |
| 73  | 580   | 580000 | 868,1   | 0,43405   | 0,00217                            | 32,0898                |
| 74  | 590   | 590000 | 926,1   | 0,46305   | 0,00232                            | 32,6431                |
| 75  | 600   | 600000 | 994   | 0,497   | 0,00249                            | 33,1963                |
| 76  | 610   | 610000 | 1124,5  | 0,56225   | 0,00281                            | 33,7496                |
| 77  | 620   | 620000 | 1316,5  | 0,65825   | 0,00329                            | 34,3029                |
| 78  | 630   | 630000 | 1552,5  | 0,77625   | 0,00388                            | 34,8562                |
| 79  | 530   | 530000 | 1892,4  | 0,9462  | 0,00473                            | 29,3234                |
| 80  | 430   | 430000 | 2032,3  | 1,01615   | 0,00508                            | 23,7907                |



Dikerjakan oleh

*Ananda Bagus Budi Hartanto*

(Ananda Bagus Budi Hartanto)





LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan kaliurang km 14.5 Telpn (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

**BENDA UJI SILINDER 2 - SF3%-BK0%**

|          |            |                   |                            |         |     |
|----------|------------|-------------------|----------------------------|---------|-----|
| Berat    | 11,976     | kg                | 1. maximum beban =         | 525     | KN  |
| Wc       | 2242,5484  | kg/m <sup>3</sup> | 2. (40% x max beban) =     | 210     | KN  |
| Diameter | 150,65     | mm                | 3. mutu beton sebenarnya = | 29,4531 | Mpa |
| Tinggi   | 299,6      | mm                |                            |         |     |
| Luas     | 17824,9431 | mm <sup>2</sup>   |                            |         |     |
| Lo       | 200        | mm                |                            |         |     |

| No. | Beban |        | Pembacaan<br>Dial LVDT<br>.....x10 <sup>-3</sup> | $\Delta L$ Sebenarnya<br>(1/2 $\Delta L$ )(mm) | Regangan<br>( $\Delta L/L_0$ )(mm) | Tegangan<br>(P/A)(MPa) |
|-----|-------|--------|--|--|------------------------------------|------------------------|
|     | KN    | N      |  |  |                                    |                        |
| 1   | 0     | 0      | 0  | 0  | 0                                  | 0                      |
| 2   | 10    | 10000  | 21   | 0,0105   | 5,3E-05                            | 0,55327                |
| 3   | 11    | 11000  | 25   | 0,0125   | 6,3E-05                            | 0,6086                 |
| 4   | 12    | 12000  | 26,5   | 0,01325  | 6,6E-05                            | 0,66393                |
| 5   | 13    | 13000  | 27,5   | 0,01375  | 6,9E-05                            | 0,71925                |
| 6   | 14    | 14000  | 29   | 0,0145   | 7,3E-05                            | 0,77458                |
| 7   | 15    | 15000  | 30,5   | 0,01525  | 7,6E-05                            | 0,82991                |
| 8   | 16    | 16000  | 31,5   | 0,01575  | 7,9E-05                            | 0,88524                |
| 9   | 17    | 17000  | 32,5   | 0,01625  | 8,1E-05                            | 0,94056                |
| 10  | 18    | 18000  | 32,5   | 0,01625  | 8,1E-05                            | 0,99589                |
| 11  | 19    | 19000  | 35   | 0,0175   | 8,8E-05                            | 1,05122                |
| 12  | 20    | 20000  | 36   | 0,018  | 0,00009                            | 1,10654                |
| 13  | 21    | 21000  | 36   | 0,018  | 0,00009                            | 1,16187                |
| 14  | 22    | 22000  | 37,5   | 0,01875  | 9,4E-05                            | 1,2172                 |
| 15  | 23    | 23000  | 39,5   | 0,01975  | 9,9E-05                            | 1,27253                |
| 16  | 24    | 24000  | 40   | 0,02   | 0,0001                             | 1,32785                |
| 17  | 25    | 25000  | 41   | 0,0205   | 0,0001                             | 1,38318                |
| 18  | 30    | 30000  | 43   | 0,0215   | 0,00011                            | 1,65982                |
| 19  | 40    | 40000  | 45,5   | 0,02275  | 0,00011                            | 2,21309                |
| 20  | 50    | 50000  | 46,5   | 0,02325  | 0,00012                            | 2,76636                |
| 21  | 60    | 60000  | 58,3   | 0,02915  | 0,00015                            | 3,31963                |
| 22  | 70    | 70000  | 61,7   | 0,03085  | 0,00015                            | 3,87291                |
| 23  | 80    | 80000  | 71,5   | 0,03575  | 0,00018                            | 4,42618                |
| 24  | 90    | 90000  | 83,7   | 0,04185  | 0,00021                            | 4,97945                |
| 25  | 100   | 100000 | 92,5   | 0,04625  | 0,00023                            | 5,53272                |

| No. | Beban |        | Pembacaan<br>Dial LVDT<br>.....x10 <sup>-3</sup> | $\Delta L$ Sebenarnya<br>(1/2 $\Delta L$ )(mm) | Regangan<br>( $\Delta L/L_0$ )(mm) | Tegangan<br>(P/A)(MPa) |
|-----|-------|--------|--|--|------------------------------------|------------------------|
|     | KN    | N      |  |  |                                    |                        |
| 26  | 110   | 110000 | 106,5  | 0,05325  | 0,00027                            | 6,086                  |
| 27  | 120   | 120000 | 114,7  | 0,05735  | 0,00029                            | 6,63927                |
| 28  | 130   | 130000 | 125,7  | 0,06285  | 0,00031                            | 7,19254                |
| 29  | 140   | 140000 | 132,7  | 0,06635  | 0,00033                            | 7,74581                |
| 30  | 150   | 150000 | 149,5  | 0,07475  | 0,00037                            | 8,29909                |
| 31  | 160   | 160000 | 163,5  | 0,08175  | 0,00041                            | 8,85236                |
| 32  | 170   | 170000 | 184,5  | 0,09225  | 0,00046                            | 9,40563                |
| 33  | 180   | 180000 | 198,5  | 0,09925  | 0,0005                             | 9,9589                 |
| 34  | 190   | 190000 | 205,5  | 0,10275  | 0,00051                            | 10,5122                |
| 35  | 200   | 200000 | 213,2  | 0,1066   | 0,00053                            | 11,0654                |
| 36  | 210   | 210000 | 223,2  | 0,1116   | 0,00056                            | 11,6187                |
| 37  | 220   | 220000 | 234,2  | 0,1171   | 0,00059                            | 12,172                 |
| 38  | 230   | 230000 | 250,9  | 0,12545  | 0,00063                            | 12,7253                |
| 39  | 240   | 240000 | 269,9  | 0,13495  | 0,00067                            | 13,2785                |
| 40  | 250   | 250000 | 284,2  | 0,1421   | 0,00071                            | 13,8318                |
| 41  | 260   | 260000 | 302,2  | 0,1511   | 0,00076                            | 14,3851                |
| 42  | 270   | 270000 | 329,2  | 0,1646   | 0,00082                            | 14,9384                |
| 43  | 280   | 280000 | 352,9  | 0,17645  | 0,00088                            | 15,4916                |
| 44  | 290   | 290000 | 377,2  | 0,1886   | 0,00094                            | 16,0449                |
| 45  | 300   | 300000 | 395,9  | 0,19795  | 0,00099                            | 16,5982                |
| 46  | 310   | 310000 | 414,3  | 0,20715  | 0,00104                            | 17,1514                |
| 47  | 320   | 320000 | 434,3  | 0,21715  | 0,00109                            | 17,7047                |
| 48  | 330   | 330000 | 452,2  | 0,2261   | 0,00113                            | 18,258                 |
| 49  | 340   | 340000 | 465,8  | 0,2329   | 0,00116                            | 18,8113                |
| 50  | 350   | 350000 | 485,8  | 0,2429   | 0,00121                            | 19,3645                |
| 51  | 360   | 360000 | 510,3  | 0,25515  | 0,00128                            | 19,9178                |
| 52  | 370   | 370000 | 529,3  | 0,26465  | 0,00132                            | 20,4711                |
| 53  | 380   | 380000 | 549,8  | 0,2749   | 0,00137                            | 21,0243                |
| 54  | 390   | 390000 | 569,8  | 0,2849   | 0,00142                            | 21,5776                |
| 55  | 400   | 400000 | 590,5  | 0,29525  | 0,00148                            | 22,1309                |
| 56  | 410   | 410000 | 606,1  | 0,30305  | 0,00152                            | 22,6842                |
| 57  | 420   | 420000 | 625,5  | 0,31275  | 0,00156                            | 23,2374                |
| 58  | 430   | 430000 | 655,5  | 0,32775  | 0,00164                            | 23,7907                |
| 59  | 440   | 440000 | 677,5  | 0,33875  | 0,00169                            | 24,344                 |
| 60  | 450   | 450000 | 695,5  | 0,34775  | 0,00174                            | 24,8973                |
| 61  | 460   | 460000 | 735,6  | 0,3678   | 0,00184                            | 25,4505                |
| 62  | 470   | 470000 | 769  | 0,3845   | 0,00192                            | 26,0038                |
| 63  | 480   | 480000 | 795,5  | 0,39775  | 0,00199                            | 26,5571                |
| 64  | 490   | 490000 | 825  | 0,4125   | 0,00206                            | 27,1103                |

| No. | Beban |        | Pembacaan<br>Dial LVDT<br>.....x10 <sup>-3</sup> | $\Delta L$ Sebenarnya<br>(1/2 $\Delta L$ )(mm) | Regangan<br>( $\Delta L/L_0$ )(mm) | Tegangan<br>(P/A)(MPa) |
|-----|-------|--------|--|--|------------------------------------|------------------------|
|     | KN    | N      |  |  |                                    |                        |
| 65  | 500   | 500000 | 869,6  | 0,4348   | 0,00217                            | 27,6636                |
| 66  | 510   | 510000 | 939,9  | 0,46995  | 0,00235                            | 28,2169                |
| 67  | 520   | 520000 | 1016,5   | 0,50825  | 0,00254                            | 28,7702                |
| 68  | 525   | 525000 | 1174,5   | 0,58725  | 0,00294                            | 29,0468                |
| 69  | 430   | 430000 | 1545,5   | 0,77275  | 0,00386                            | 23,7907                |
| 70  | 330   | 330000 | 1956,2   | 0,9781   | 0,00489                            | 18,258                 |

Diperiksa oleh  
Laboran  
**Laboratorium**  
**BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK**  
*(Signature)*  
TEKNIK SIPIL  
SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
DARUSSALAM, A.Md.

Dikerjakan oleh

*(Signature)*  
(Ananda Bagus Budi Hartanto)

الجامعة الإسلامية



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaliurang km 14.5 Telpn (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

**BENDA UJI SILINDER 3 - SF3%-BK0%**

|          |            |                   |                            |         |     |
|----------|------------|-------------------|----------------------------|---------|-----|
| Berat    | 12,175     | kg                | 1. maximum beban =         | 550     | KN  |
| Wc       | 2230,761   | kg/m <sup>3</sup> | 2. (40% x max beban) =     | 220     | KN  |
| Diameter | 152,45     | mm                | 3. mutu beton sebenarnya = | 30,1313 | Mpa |
| Tinggi   | 299        | mm                |                            |         |     |
| Luas     | 18253,4407 | mm <sup>2</sup>   |                            |         |     |
| Lo       | 200        | mm                |                            |         |     |

| No. | Beban |        | Pembacaan<br>Dial LVDT<br>.....x10 <sup>-3</sup> | $\Delta L$ Sebenarnya<br>(1/2 $\Delta L$ )(mm) | Regangan<br>( $\Delta L/L_0$ )(mm) | Tegangan<br>(P/A)(MPa) |
|-----|-------|--------|--|--|------------------------------------|------------------------|
|     | KN    | N      |  |  |                                    |                        |
| 1   | 0     | 0      | 0  | 0  | 0                                  | 0                      |
| 2   | 10    | 10000  | 14   | 0,007  | 3,5E-05                            | 0,55327                |
| 3   | 11    | 11000  | 15   | 0,0075   | 3,8E-05                            | 0,6086                 |
| 4   | 12    | 12000  | 15,5   | 0,00775  | 3,9E-05                            | 0,66393                |
| 5   | 13    | 13000  | 16   | 0,008  | 0,00004                            | 0,71925                |
| 6   | 14    | 14000  | 16,5   | 0,00825  | 4,1E-05                            | 0,77458                |
| 7   | 15    | 15000  | 18   | 0,009  | 4,5E-05                            | 0,82991                |
| 8   | 16    | 16000  | 18,5   | 0,00925  | 4,6E-05                            | 0,88524                |
| 9   | 17    | 17000  | 19   | 0,0095   | 4,8E-05                            | 0,94056                |
| 10  | 18    | 18000  | 20   | 0,01   | 0,00005                            | 0,99589                |
| 11  | 19    | 19000  | 20,5   | 0,01025  | 5,1E-05                            | 1,05122                |
| 12  | 20    | 20000  | 21,5   | 0,01075  | 5,4E-05                            | 1,10654                |
| 13  | 21    | 21000  | 22   | 0,011  | 5,5E-05                            | 1,16187                |
| 14  | 22    | 22000  | 23   | 0,0115   | 5,8E-05                            | 1,2172                 |
| 15  | 23    | 23000  | 23,5   | 0,01175  | 5,9E-05                            | 1,27253                |
| 16  | 24    | 24000  | 24,5   | 0,01225  | 6,1E-05                            | 1,32785                |
| 17  | 25    | 25000  | 25,5   | 0,01275  | 6,4E-05                            | 1,38318                |
| 18  | 30    | 30000  | 31,5   | 0,01575  | 7,9E-05                            | 1,65982                |
| 19  | 40    | 40000  | 38,5   | 0,01925  | 9,6E-05                            | 2,21309                |
| 20  | 50    | 50000  | 47   | 0,0235   | 0,00012                            | 2,76636                |
| 21  | 60    | 60000  | 56   | 0,028  | 0,00014                            | 3,31963                |
| 22  | 70    | 70000  | 63   | 0,0315   | 0,00016                            | 3,87291                |
| 23  | 80    | 80000  | 71   | 0,0355   | 0,00018                            | 4,42618                |
| 24  | 90    | 90000  | 77   | 0,0385   | 0,00019                            | 4,97945                |
| 25  | 100   | 100000 | 88,4   | 0,0442   | 0,00022                            | 5,53272                |

| No. | Beban |        | Pembacaan<br>Dial LVDT<br>.....x10 <sup>-3</sup> | $\Delta L$ Sebenarnya<br>(1/2 $\Delta L$ )(mm) | Regangan<br>( $\Delta L/L_0$ )(mm) | Tegangan<br>(P/A)(MPa) |
|-----|-------|--------|--|--|------------------------------------|------------------------|
|     | KN    | N      |  |  |                                    |                        |
| 26  | 110   | 110000 | 95,9   | 0,04795  | 0,00024                            | 6,086                  |
| 27  | 120   | 120000 | 101,4  | 0,0507   | 0,00025                            | 6,63927                |
| 28  | 130   | 130000 | 110,9  | 0,05545  | 0,00028                            | 7,19254                |
| 29  | 140   | 140000 | 122,4  | 0,0612   | 0,00031                            | 7,74581                |
| 30  | 150   | 150000 | 128,4  | 0,0642   | 0,00032                            | 8,29909                |
| 31  | 160   | 160000 | 137,4  | 0,0687   | 0,00034                            | 8,85236                |
| 32  | 170   | 170000 | 147,4  | 0,0737   | 0,00037                            | 9,40563                |
| 33  | 180   | 180000 | 156,9  | 0,07845  | 0,00039                            | 9,9589                 |
| 34  | 190   | 190000 | 164,4  | 0,0822   | 0,00041                            | 10,5122                |
| 35  | 200   | 200000 | 175,4  | 0,0877   | 0,00044                            | 11,0654                |
| 36  | 210   | 210000 | 183,4  | 0,0917   | 0,00046                            | 11,6187                |
| 37  | 220   | 220000 | 193,4  | 0,0967   | 0,00048                            | 12,172                 |
| 38  | 230   | 230000 | 201,4  | 0,1007   | 0,0005                             | 12,7253                |
| 39  | 240   | 240000 | 210,9  | 0,10545  | 0,00053                            | 13,2785                |
| 40  | 250   | 250000 | 220,4  | 0,1102   | 0,00055                            | 13,8318                |
| 41  | 260   | 260000 | 232,9  | 0,11645  | 0,00058                            | 14,3851                |
| 42  | 270   | 270000 | 242,9  | 0,12145  | 0,00061                            | 14,9384                |
| 43  | 280   | 280000 | 253,8  | 0,1269   | 0,00063                            | 15,4916                |
| 44  | 290   | 290000 | 264,8  | 0,1324   | 0,00066                            | 16,0449                |
| 45  | 300   | 300000 | 275,3  | 0,13765  | 0,00069                            | 16,5982                |
| 46  | 310   | 310000 | 289,3  | 0,14465  | 0,00072                            | 17,1514                |
| 47  | 320   | 320000 | 301,3  | 0,15065  | 0,00075                            | 17,7047                |
| 48  | 330   | 330000 | 315,8  | 0,1579   | 0,00079                            | 18,258                 |
| 49  | 340   | 340000 | 325,8  | 0,1629   | 0,00081                            | 18,8113                |
| 50  | 350   | 350000 | 335,3  | 0,16765  | 0,00084                            | 19,3645                |
| 51  | 360   | 360000 | 348,8  | 0,1744   | 0,00087                            | 19,9178                |
| 52  | 370   | 370000 | 359,3  | 0,17965  | 0,0009                             | 20,4711                |
| 53  | 380   | 380000 | 370,3  | 0,18515  | 0,00093                            | 21,0243                |
| 54  | 390   | 390000 | 380,8  | 0,1904   | 0,00095                            | 21,5776                |
| 55  | 400   | 400000 | 395,3  | 0,19765  | 0,00099                            | 22,1309                |
| 56  | 410   | 410000 | 409,8  | 0,2049   | 0,00102                            | 22,6842                |
| 57  | 420   | 420000 | 422,7  | 0,21135  | 0,00106                            | 23,2374                |
| 58  | 430   | 430000 | 436,7  | 0,21835  | 0,00109                            | 23,7907                |
| 59  | 440   | 440000 | 431,2  | 0,2156   | 0,00108                            | 24,344                 |
| 60  | 450   | 450000 | 445,2  | 0,2226   | 0,00111                            | 24,8973                |
| 61  | 460   | 460000 | 458,2  | 0,2291   | 0,00115                            | 25,4505                |
| 62  | 470   | 470000 | 477,2  | 0,2386   | 0,00119                            | 26,0038                |
| 63  | 480   | 480000 | 499,7  | 0,24985  | 0,00125                            | 26,5571                |
| 64  | 490   | 490000 | 521,7  | 0,26085  | 0,0013                             | 27,1103                |

| No. | Beban |        | Pembacaan<br>Dial LVDT<br>.....x10 <sup>-3</sup> | $\Delta L$ Sebenarnya<br>(1/2 $\Delta L$ )(mm) | Regangan<br>( $\Delta L/L_0$ )(mm) | Tegangan<br>(P/A)(MPa) |
|-----|-------|--------|--|--|------------------------------------|------------------------|
|     | KN    | N      |  |  |                                    |                        |
| 65  | 500   | 500000 | 551,7  | 0,27585  | 0,00138                            | 27,6636                |
| 66  | 510   | 510000 | 572,2  | 0,2861   | 0,00143                            | 28,2169                |
| 67  | 520   | 520000 | 600,6  | 0,3003   | 0,0015                             | 28,7702                |
| 68  | 530   | 530000 | 642,6  | 0,3213   | 0,00161                            | 29,3234                |
| 69  | 540   | 540000 | 702,6  | 0,3513   | 0,00176                            | 29,8767                |
| 70  | 550   | 550000 | 759  | 0,3795   | 0,0019                             | 30,43                  |
| 71  | 530   | 530000 | 872,5  | 0,43625  | 0,00218                            | 29,3234                |
| 72  | 430   | 430000 | 969,8  | 0,4849   | 0,00242                            | 23,7907                |
| 73  | 330   | 330000 | 1045,9   | 0,52295  | 0,00261                            | 18,258                 |



Dikerjakan oleh

(Ananda Bagus Budi Hartanto)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan kaliurang km 14.5 Telpn (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

**BENDA UJI SILINDER 1 - SF0%-BK15%**

|          |           |                   |                            |         |     |
|----------|-----------|-------------------|----------------------------|---------|-----|
| Berat    | 12,157    | kg                | 1. maximum beban =         | 380     | KN  |
| Wc       | 2285,216  | kg/m <sup>3</sup> | 2. (40% x max beban) =     | 152     | KN  |
| Diameter | 151,4     | mm                | 3. mutu beton sebenarnya = | 21,1077 | Mpa |
| Tinggi   | 295,5     | mm                |                            |         |     |
| Luas     | 18002,865 | mm <sup>2</sup>   |                            |         |     |
| Lo       | 200       | mm                |                            |         |     |

| No. | Beban |        | Pembacaan Dial LVDT<br>.....x10 <sup>-3</sup> | $\Delta L$ Sebenarnya<br>(1/2 $\Delta L$ )(mm) | Regangan<br>( $\Delta L/L_0$ )(mm) | Tegangan<br>(P/A)(MPa) |
|-----|-------|--------|---|--|------------------------------------|------------------------|
|     | KN    | N      |   |  |                                    |                        |
| 1   | 0     | 0      | 0   | 0  | 0                                  | 0                      |
| 2   | 10    | 10000  | 7   | 0,0035   | 0,0000175                          | 0,55546713             |
| 3   | 11    | 11000  | 7   | 0,0035   | 0,0000175                          | 0,61101385             |
| 4   | 12    | 12000  | 7   | 0,0035   | 0,0000175                          | 0,66656056             |
| 5   | 13    | 13000  | 8   | 0,004  | 0,00002                            | 0,72210728             |
| 6   | 14    | 14000  | 8,5   | 0,00425  | 0,00002125                         | 0,77765399             |
| 7   | 15    | 15000  | 9   | 0,0045   | 0,0000225                          | 0,8332007              |
| 8   | 16    | 16000  | 9,5   | 0,00475  | 0,00002375                         | 0,88874742             |
| 9   | 17    | 17000  | 10  | 0,005  | 0,000025                           | 0,94429413             |
| 10  | 18    | 18000  | 10  | 0,005  | 0,000025                           | 0,99984084             |
| 11  | 19    | 19000  | 11  | 0,0055   | 0,0000275                          | 1,05538756             |
| 12  | 20    | 20000  | 11  | 0,0055   | 0,0000275                          | 1,11093427             |
| 13  | 21    | 21000  | 12  | 0,006  | 0,00003                            | 1,16648098             |
| 14  | 22    | 22000  | 12,5  | 0,00625  | 0,00003125                         | 1,2220277              |
| 15  | 23    | 23000  | 13,5  | 0,00675  | 0,00003375                         | 1,27757441             |
| 16  | 24    | 24000  | 14  | 0,007  | 0,000035                           | 1,33312112             |
| 17  | 25    | 25000  | 18  | 0,009  | 0,000045                           | 1,38866784             |
| 18  | 30    | 30000  | 21  | 0,0105   | 0,0000525                          | 1,6664014              |
| 19  | 40    | 40000  | 26  | 0,013  | 0,000065                           | 2,22186854             |
| 20  | 50    | 50000  | 33,5  | 0,01675  | 0,00008375                         | 2,77733567             |
| 21  | 60    | 60000  | 40  | 0,02   | 0,0001                             | 3,33280281             |
| 22  | 70    | 70000  | 50,5  | 0,02525  | 0,00012625                         | 3,88826994             |
| 23  | 80    | 80000  | 59  | 0,0295   | 0,0001475                          | 4,44373708             |
| 24  | 90    | 90000  | 68,5  | 0,03425  | 0,00017125                         | 4,99920421             |
| 25  | 100   | 100000 | 82  | 0,041  | 0,000205                           | 5,55467135             |

| No. | Beban |        | Pembacaan<br>Dial LVDT<br>.....x10 <sup>-3</sup> | $\Delta L$<br>Sebenarnya<br>(1/2 $\Delta L$ )(mm) | Regangan<br>( $\Delta L/L_0$ )(mm) | Tegangan<br>(P/A)(MPa) |
|-----|-------|--------|--|---|------------------------------------|------------------------|
|     | KN    | N      |  |   |                                    |                        |
| 26  | 110   | 110000 | 91,4   | 0,0457  | 0,0002285                          | 6,11013848             |
| 27  | 120   | 120000 | 110,4  | 0,0552  | 0,000276                           | 6,66560562             |
| 28  | 130   | 130000 | 121,4  | 0,0607  | 0,0003035                          | 7,22107275             |
| 29  | 140   | 140000 | 138,9  | 0,06945   | 0,00034725                         | 7,77653989             |
| 30  | 150   | 150000 | 155,9  | 0,07795   | 0,00038975                         | 8,33200702             |
| 31  | 160   | 160000 | 175,4  | 0,0877  | 0,0004385                          | 8,88747416             |
| 32  | 170   | 170000 | 187,9  | 0,09395   | 0,00046975                         | 9,44294129             |
| 33  | 180   | 180000 | 206,4  | 0,1032  | 0,000516                           | 9,99840843             |
| 34  | 190   | 190000 | 220,4  | 0,1102  | 0,000551                           | 10,5538756             |
| 35  | 200   | 200000 | 241,9  | 0,12095   | 0,00060475                         | 11,1093427             |
| 36  | 210   | 210000 | 258,3  | 0,12915   | 0,00064575                         | 11,6648098             |
| 37  | 220   | 220000 | 275,8  | 0,1379  | 0,0006895                          | 12,220277              |
| 38  | 230   | 230000 | 297,3  | 0,14865   | 0,00074325                         | 12,7757441             |
| 39  | 240   | 240000 | 319,3  | 0,15965   | 0,00079825                         | 13,3312112             |
| 40  | 250   | 250000 | 350,3  | 0,17515   | 0,00087575                         | 13,8866784             |
| 41  | 260   | 260000 | 367,8  | 0,1839  | 0,0009195                          | 14,4421455             |
| 42  | 270   | 270000 | 392,8  | 0,1964  | 0,000982                           | 14,9976126             |
| 43  | 280   | 280000 | 425,7  | 0,21285   | 0,00106425                         | 15,5530798             |
| 44  | 290   | 290000 | 448,7  | 0,22435   | 0,00112175                         | 16,1085469             |
| 45  | 300   | 300000 | 483,2  | 0,2416  | 0,001208                           | 16,664014              |
| 46  | 310   | 310000 | 529,7  | 0,26485   | 0,00132425                         | 17,2194812             |
| 47  | 320   | 320000 | 580,7  | 0,29035   | 0,00145175                         | 17,7749483             |
| 48  | 330   | 330000 | 628,1  | 0,31405   | 0,00157025                         | 18,3304155             |
| 49  | 340   | 340000 | 699,1  | 0,34955   | 0,00174775                         | 18,8858826             |
| 50  | 350   | 350000 | 815,5  | 0,40775   | 0,00203875                         | 19,4413497             |
| 51  | 360   | 360000 | 1126,3   | 0,56315   | 0,00281575                         | 19,9968169             |
| 52  | 370   | 370000 | 1367,7   | 0,68385   | 0,00341925                         | 20,552284              |
| 53  | 380   | 380000 | 1675,6   | 0,8378  | 0,004189                           | 21,1077511             |
| 54  | 330   | 330000 | 2377,8   | 1,1889  | 0,0059445                          | 18,3304155             |
| 55  | 230   | 230000 | 2932,5   | 1,46625   | 0,00733125                         | 12,7757441             |

Diperiksa oleh  
Laboran  
LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
*Darussalam*  
DARUSSALAM BUDI TEKNIK SIPIL  
SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
(Darussalam, A.Md.) RTA

Dikerjakan oleh



(Ananda Bagus Budi Hartanto)





LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaliurang km 14.5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

**BENDA UJI SILINDER 2 - SF0%-BK15%**

|          |           |                   |                            |         |     |
|----------|-----------|-------------------|----------------------------|---------|-----|
| Berat    | 12,107    | kg                | 1. maximum beban =         | 420     | KN  |
| Wc       | 2296,735  | kg/m <sup>3</sup> | 2. (40% x max beban) =     | 168     | KN  |
| Diameter | 150       | mm                | 3. mutu beton sebenarnya = | 23,7671 | Mpa |
| Tinggi   | 298,3     | mm                |                            |         |     |
| Luas     | 17671,459 | mm <sup>2</sup>   |                            |         |     |
| Lo       | 200       | mm                |                            |         |     |

| No. | Beban |        | Pembacaan<br>Dial LVDT<br>.....x10 <sup>-3</sup> | $\Delta L$<br>Sebenarnya<br>(1/2 $\Delta L$ )(mm) | Regangan<br>( $\Delta L/L_0$ )(mm) | Tegangan<br>(P/A)(MPa) |
|-----|-------|--------|--|---|------------------------------------|------------------------|
|     | KN    | N      |  |   |                                    |                        |
| 1   | 0     | 0      | 0  | 0   | 0                                  | 0                      |
| 2   | 10    | 10000  | 17   | 0,0085  | 0,0000425                          | 0,55546713             |
| 3   | 11    | 11000  | 17,5   | 0,00875   | 0,00004375                         | 0,61101385             |
| 4   | 12    | 12000  | 18   | 0,009   | 0,000045                           | 0,66656056             |
| 5   | 13    | 13000  | 18,5   | 0,00925   | 0,00004625                         | 0,72210728             |
| 6   | 14    | 14000  | 18,5   | 0,00925   | 0,00004625                         | 0,77765399             |
| 7   | 15    | 15000  | 19   | 0,0095  | 0,0000475                          | 0,8332007              |
| 8   | 16    | 16000  | 19   | 0,0095  | 0,0000475                          | 0,88874742             |
| 9   | 17    | 17000  | 19,5   | 0,00975   | 0,00004875                         | 0,94429413             |
| 10  | 18    | 18000  | 20   | 0,01  | 0,00005                            | 0,99984084             |
| 11  | 19    | 19000  | 20,5   | 0,01025   | 0,00005125                         | 1,05538756             |
| 12  | 20    | 20000  | 21   | 0,0105  | 0,0000525                          | 1,11093427             |
| 13  | 21    | 21000  | 21,5   | 0,01075   | 0,00005375                         | 1,16648098             |
| 14  | 22    | 22000  | 22   | 0,011   | 0,000055                           | 1,2220277              |
| 15  | 23    | 23000  | 22,5   | 0,01125   | 0,00005625                         | 1,27757441             |
| 16  | 24    | 24000  | 23,5   | 0,01175   | 0,00005875                         | 1,33312112             |
| 17  | 25    | 25000  | 25   | 0,0125  | 0,0000625                          | 1,38866784             |
| 18  | 30    | 30000  | 30,5   | 0,01525   | 0,00007625                         | 1,6664014              |
| 19  | 40    | 40000  | 35   | 0,0175  | 0,0000875                          | 2,22186854             |
| 20  | 50    | 50000  | 42,5   | 0,02125   | 0,00010625                         | 2,77733567             |
| 21  | 60    | 60000  | 45,5   | 0,02275   | 0,00011375                         | 3,33280281             |
| 22  | 70    | 70000  | 54,5   | 0,02725   | 0,00013625                         | 3,88826994             |
| 23  | 80    | 80000  | 64,5   | 0,03225   | 0,00016125                         | 4,44373708             |
| 24  | 90    | 90000  | 71,5   | 0,03575   | 0,00017875                         | 4,99920421             |
| 25  | 100   | 100000 | 82   | 0,041   | 0,000205                           | 5,55467135             |

| No. | Beban |        | Pembacaan<br>Dial LVDT<br>.....x10 <sup>-3</sup> | $\Delta L$<br>Sebenarnya<br>(1/2 $\Delta L$ )(mm) | Regangan<br>( $\Delta L/L_0$ )(mm) | Tegangan<br>(P/A)(MPa) |
|-----|-------|--------|--|---|------------------------------------|------------------------|
|     | KN    | N      |  |   |                                    |                        |
| 26  | 110   | 110000 | 87,4   | 0,0437  | 0,0002185                          | 6,11013848             |
| 27  | 120   | 120000 | 94,9   | 0,04745   | 0,00023725                         | 6,66560562             |
| 28  | 130   | 130000 | 104,4  | 0,0522  | 0,000261                           | 7,22107275             |
| 29  | 140   | 140000 | 114,4  | 0,0572  | 0,000286                           | 7,77653989             |
| 30  | 150   | 150000 | 123,4  | 0,0617  | 0,0003085                          | 8,33200702             |
| 31  | 160   | 160000 | 150,4  | 0,0752  | 0,000376                           | 8,88747416             |
| 32  | 170   | 170000 | 163,9  | 0,08195   | 0,00040975                         | 9,44294129             |
| 33  | 180   | 180000 | 174,9  | 0,08745   | 0,00043725                         | 9,99840843             |
| 34  | 190   | 190000 | 183,9  | 0,09195   | 0,00045975                         | 10,5538756             |
| 35  | 200   | 200000 | 194,9  | 0,09745   | 0,00048725                         | 11,1093427             |
| 36  | 210   | 210000 | 206,4  | 0,1032  | 0,000516                           | 11,6648098             |
| 37  | 220   | 220000 | 220,9  | 0,11045   | 0,00055225                         | 12,220277              |
| 38  | 230   | 230000 | 237,4  | 0,1187  | 0,0005935                          | 12,7757441             |
| 39  | 240   | 240000 | 249,4  | 0,1247  | 0,0006235                          | 13,3312112             |
| 40  | 250   | 250000 | 259,8  | 0,1299  | 0,0006495                          | 13,8866784             |
| 41  | 260   | 260000 | 276,3  | 0,13815   | 0,00069075                         | 14,4421455             |
| 42  | 270   | 270000 | 294,8  | 0,1474  | 0,000737                           | 14,9976126             |
| 43  | 280   | 280000 | 315,3  | 0,15765   | 0,00078825                         | 15,5530798             |
| 44  | 290   | 290000 | 353,8  | 0,1769  | 0,0008845                          | 16,1085469             |
| 45  | 300   | 300000 | 368,8  | 0,1844  | 0,000922                           | 16,664014              |
| 46  | 310   | 310000 | 408,8  | 0,2044  | 0,001022                           | 17,2194812             |
| 47  | 320   | 320000 | 447,7  | 0,22385   | 0,00111925                         | 17,7749483             |
| 48  | 330   | 330000 | 476,7  | 0,23835   | 0,00119175                         | 18,3304155             |
| 49  | 340   | 340000 | 510,2  | 0,2551  | 0,0012755                          | 18,8858826             |
| 50  | 350   | 350000 | 573,2  | 0,2866  | 0,001433                           | 19,4413497             |
| 51  | 360   | 360000 | 617,6  | 0,3088  | 0,001544                           | 19,9968169             |
| 52  | 370   | 370000 | 660,6  | 0,3303  | 0,0016515                          | 20,552284              |
| 53  | 380   | 380000 | 736,6  | 0,3683  | 0,0018415                          | 21,1077511             |
| 54  | 390   | 390000 | 828  | 0,414   | 0,00207                            | 21,6632183             |
| 55  | 400   | 400000 | 1040,4   | 0,5202  | 0,002601                           | 22,2186854             |
| 56  | 410   | 410000 | 1303,9   | 0,65195   | 0,00325975                         | 22,7741525             |
| 57  | 420   | 420000 | 1505,6   | 0,7528  | 0,003764                           | 23,3296197             |
| 58  | 330   | 330000 | 1707,3   | 0,85365   | 0,00426825                         | 18,3304155             |
| 59  | 230   | 230000 | 1909   | 0,9545  | 0,0047725                          | 12,7757441             |

Diperiksa oleh

Laboran



Dikerjakan oleh

(Ananda Bagus Budi Hartanto)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan kaliurang km 14.5 Telpon (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

**BENDA UJI SILINDER 3 - SF0%-BK15%**

|          |           |                   |                            |         |     |
|----------|-----------|-------------------|----------------------------|---------|-----|
| Berat    | 12,073    | kg                | 1. maximum beban =         | 470     | KN  |
| Wc       | 2295,821  | kg/m <sup>3</sup> | 2. (40% x max beban) =     | 188     | KN  |
| Diameter | 150,4     | mm                | 3. mutu beton sebenarnya = | 26,4553 | Mpa |
| Tinggi   | 296       | mm                |                            |         |     |
| Luas     | 17765,832 | mm <sup>2</sup>   |                            |         |     |
| Lo       | 200       | mm                |                            |         |     |

| No. | Beban |        | Pembacaan<br>Dial LVDT<br>.....x10 <sup>-3</sup> | $\Delta L$<br>Sebenarnya<br>(1/2 $\Delta L$ )(mm) | Regangan<br>( $\Delta L/L_0$ )(mm) | Tegangan<br>(P/A)(MPa) |
|-----|-------|--------|--|---|------------------------------------|------------------------|
|     | KN    | N      |  |   |                                    |                        |
| 1   | 0     | 0      | 0  | 0   | 0                                  | 0                      |
| 2   | 10    | 10000  | 33,5   | 0,01675   | 0,00008375                         | 0,55546713             |
| 3   | 11    | 11000  | 34   | 0,017   | 0,000085                           | 0,61101385             |
| 4   | 12    | 12000  | 34   | 0,017   | 0,000085                           | 0,66656056             |
| 5   | 13    | 13000  | 34   | 0,017   | 0,000085                           | 0,72210728             |
| 6   | 14    | 14000  | 35   | 0,0175  | 0,0000875                          | 0,77765399             |
| 7   | 15    | 15000  | 35,5   | 0,01775   | 0,00008875                         | 0,8332007              |
| 8   | 16    | 16000  | 36,5   | 0,01825   | 0,00009125                         | 0,88874742             |
| 9   | 17    | 17000  | 37   | 0,0185  | 0,0000925                          | 0,94429413             |
| 10  | 18    | 18000  | 37,5   | 0,01875   | 0,00009375                         | 0,99984084             |
| 11  | 19    | 19000  | 39   | 0,0195  | 0,0000975                          | 1,05538756             |
| 12  | 20    | 20000  | 39,5   | 0,01975   | 0,00009875                         | 1,11093427             |
| 13  | 21    | 21000  | 39,5   | 0,01975   | 0,00009875                         | 1,16648098             |
| 14  | 22    | 22000  | 40   | 0,02  | 0,0001                             | 1,2220277              |
| 15  | 23    | 23000  | 40   | 0,02  | 0,0001                             | 1,27757441             |
| 16  | 24    | 24000  | 42   | 0,021   | 0,000105                           | 1,33312112             |
| 17  | 25    | 25000  | 42,5   | 0,02125   | 0,00010625                         | 1,38866784             |
| 18  | 30    | 30000  | 53   | 0,0265  | 0,0001325                          | 1,6664014              |
| 19  | 40    | 40000  | 58   | 0,029   | 0,000145                           | 2,22186854             |
| 20  | 50    | 50000  | 72,5   | 0,03625   | 0,00018125                         | 2,77733567             |
| 21  | 60    | 60000  | 79   | 0,0395  | 0,0001975                          | 3,33280281             |
| 22  | 70    | 70000  | 92,9   | 0,04645   | 0,00023225                         | 3,88826994             |
| 23  | 80    | 80000  | 104,4  | 0,0522  | 0,000261                           | 4,44373708             |
| 24  | 90    | 90000  | 113,4  | 0,0567  | 0,0002835                          | 4,99920421             |
| 25  | 100   | 100000 | 126,9  | 0,06345   | 0,00031725                         | 5,55467135             |

| No. | Beban |        | Pembacaan<br>Dial LVDT<br>.....x10 <sup>-3</sup> | $\Delta L$<br>Sebenarnya<br>(1/2 $\Delta L$ )(mm) | Regangan<br>( $\Delta L/L_0$ )(mm) | Tegangan<br>(P/A)(MPa) |
|-----|-------|--------|--|---|------------------------------------|------------------------|
|     | KN    | N      |  |   |                                    |                        |
| 26  | 110   | 110000 | 135,9  | 0,06795   | 0,00033975                         | 6,11013848             |
| 27  | 120   | 120000 | 147,9  | 0,07395   | 0,00036975                         | 6,66560562             |
| 28  | 130   | 130000 | 159,9  | 0,07995   | 0,00039975                         | 7,22107275             |
| 29  | 140   | 140000 | 173,4  | 0,0867  | 0,0004335                          | 7,77653989             |
| 30  | 150   | 150000 | 188,4  | 0,0942  | 0,000471                           | 8,33200702             |
| 31  | 160   | 160000 | 201,4  | 0,1007  | 0,0005035                          | 8,88747416             |
| 32  | 170   | 170000 | 215,4  | 0,1077  | 0,0005385                          | 9,44294129             |
| 33  | 180   | 180000 | 232,4  | 0,1162  | 0,000581                           | 9,99840843             |
| 34  | 190   | 190000 | 247,9  | 0,12395   | 0,00061975                         | 10,5538756             |
| 35  | 200   | 200000 | 262,8  | 0,1314  | 0,000657                           | 11,1093427             |
| 36  | 210   | 210000 | 279,8  | 0,1399  | 0,0006995                          | 11,6648098             |
| 37  | 220   | 220000 | 293,8  | 0,1469  | 0,0007345                          | 12,220277              |
| 38  | 230   | 230000 | 307,3  | 0,15365   | 0,00076825                         | 12,7757441             |
| 39  | 240   | 240000 | 327,8  | 0,1639  | 0,0008195                          | 13,3312112             |
| 40  | 250   | 250000 | 345,8  | 0,1729  | 0,0008645                          | 13,8866784             |
| 41  | 260   | 260000 | 362,3  | 0,18115   | 0,00090575                         | 14,4421455             |
| 42  | 270   | 270000 | 376,3  | 0,18815   | 0,00094075                         | 14,9976126             |
| 43  | 280   | 280000 | 389,8  | 0,1949  | 0,0009745                          | 15,5530798             |
| 44  | 290   | 290000 | 408,3  | 0,20415   | 0,00102075                         | 16,1085469             |
| 45  | 300   | 300000 | 428,2  | 0,2141  | 0,0010705                          | 16,664014              |
| 46  | 310   | 310000 | 458,2  | 0,2291  | 0,0011455                          | 17,2194812             |
| 47  | 320   | 320000 | 479,7  | 0,23985   | 0,00119925                         | 17,7749483             |
| 48  | 330   | 330000 | 495,7  | 0,24785   | 0,00123925                         | 18,3304155             |
| 49  | 340   | 340000 | 536,2  | 0,2681  | 0,0013405                          | 18,8858826             |
| 50  | 350   | 350000 | 554,2  | 0,2771  | 0,0013855                          | 19,4413497             |
| 51  | 360   | 360000 | 584,6  | 0,2923  | 0,0014615                          | 19,9968169             |
| 52  | 370   | 370000 | 605,6  | 0,3028  | 0,001514                           | 20,552284              |
| 53  | 380   | 380000 | 643,6  | 0,3218  | 0,001609                           | 21,1077511             |
| 54  | 390   | 390000 | 672,1  | 0,33605   | 0,00168025                         | 21,6632183             |
| 55  | 400   | 400000 | 705,6  | 0,3528  | 0,001764                           | 22,2186854             |
| 56  | 410   | 410000 | 751  | 0,3755  | 0,0018775                          | 22,7741525             |
| 57  | 420   | 420000 | 820  | 0,41  | 0,00205                            | 23,3296197             |
| 58  | 430   | 430000 | 891  | 0,4455  | 0,0022275                          | 23,8850868             |
| 59  | 440   | 440000 | 1132,3   | 0,56615   | 0,00283075                         | 24,4405539             |
| 60  | 450   | 450000 | 1404,2   | 0,7021  | 0,0035105                          | 24,9960211             |
| 61  | 460   | 460000 | 1678,3   | 0,83915   | 0,00419575                         | 25,5514882             |
| 62  | 470   | 470000 | 2018,1   | 1,00905   | 0,00504525                         | 26,1069553             |
| 63  | 430   | 430000 | 2540,2   | 1,2701  | 0,0063505                          | 23,8850868             |
| 64  | 330   | 330000 | 3256,9   | 1,62845   | 0,00814225                         | 18,3304155             |

| No. | Beban |        | Pembacaan<br>Dial LVDT<br>.....x10 <sup>-3</sup> | $\Delta L$<br>Sebenarnya<br>(1/2 $\Delta L$ )(mm) | Regangan<br>( $\Delta L/L_0$ )(mm) | Tegangan<br>(P/A)(MPa) |
|-----|-------|--------|--|---|------------------------------------|------------------------|
|     | KN    | N      |  |   |                                    |                        |
| 65  | 230   | 230000 | 3695,1   | 1,84755   | 0,00923775                         | 12,7757441             |

Diperiksa oleh

Laboran



Dikerjakan oleh

(Ananda Bagus Budi Hartanto)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaliurang km 14.5 Telpun (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

**BENDA UJI SILINDER 1 - SF3%-BK15%**

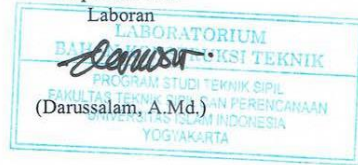
|          |           |                   |                            |         |     |
|----------|-----------|-------------------|----------------------------|---------|-----|
| Berat    | 12,063    | kg                | 1. maximum beban =         | 500     | KN  |
| Wc       | 2245,414  | kg/m <sup>3</sup> | 2. (40% x max beban) =     | 200     | KN  |
| Diameter | 150,2     | mm                | 3. mutu beton sebenarnya = | 28,2189 | Mpa |
| Tinggi   | 303,2     | mm                |                            |         |     |
| Luas     | 17718,614 | mm <sup>2</sup>   |                            |         |     |
| Lo       | 200       | mm                |                            |         |     |

| No. | Beban |        | Pembacaan Dial<br>LVDT .....x10 <sup>-3</sup> | $\Delta L$<br>Sebenarnya<br>(1/2 $\Delta L$ )(mm) | Regangan<br>( $\Delta L/Lo$ )(mm) | Tegangan<br>(P/A)(MPa) |
|-----|-------|--------|---|---|-----------------------------------|------------------------|
|     | KN    | N      |   |   |                                   |                        |
| 1   | 0     | 0      | 0   | 0   | 0                                 | 0                      |
| 2   | 10    | 10000  | 21  | 0,0105  | 5,25E-05                          | 0,56437823             |
| 3   | 11    | 11000  | 22,5  | 0,01125   | 5,63E-05                          | 0,620816053            |
| 4   | 12    | 12000  | 24  | 0,012   | 0,00006                           | 0,677253876            |
| 5   | 13    | 13000  | 24,5  | 0,01225   | 6,13E-05                          | 0,733691699            |
| 6   | 14    | 14000  | 25  | 0,0125  | 6,25E-05                          | 0,790129522            |
| 7   | 15    | 15000  | 25  | 0,0125  | 6,25E-05                          | 0,846567345            |
| 8   | 16    | 16000  | 25,5  | 0,01275   | 6,38E-05                          | 0,903005168            |
| 9   | 17    | 17000  | 25,5  | 0,01275   | 6,38E-05                          | 0,959442991            |
| 10  | 18    | 18000  | 26,5  | 0,01325   | 6,63E-05                          | 1,015880814            |
| 11  | 19    | 19000  | 27,5  | 0,01375   | 6,88E-05                          | 1,072318637            |
| 12  | 20    | 20000  | 29  | 0,0145  | 7,25E-05                          | 1,12875646             |
| 13  | 21    | 21000  | 30,5  | 0,01525   | 7,63E-05                          | 1,185194283            |
| 14  | 22    | 22000  | 31  | 0,0155  | 7,75E-05                          | 1,241632106            |
| 15  | 23    | 23000  | 32  | 0,016   | 0,00008                           | 1,298069929            |
| 16  | 24    | 24000  | 33,5  | 0,01675   | 8,38E-05                          | 1,354507752            |
| 17  | 25    | 25000  | 38,3  | 0,01915   | 9,58E-05                          | 1,410945575            |
| 18  | 30    | 30000  | 43  | 0,0215  | 0,000108                          | 1,69313469             |
| 19  | 40    | 40000  | 48  | 0,024   | 0,00012                           | 2,257512921            |
| 20  | 50    | 50000  | 61  | 0,0305  | 0,000153                          | 2,821891151            |
| 21  | 60    | 60000  | 70,5  | 0,03525   | 0,000176                          | 3,386269381            |
| 22  | 70    | 70000  | 78,5  | 0,03925   | 0,000196                          | 3,950647611            |
| 23  | 80    | 80000  | 94,9  | 0,04745   | 0,000237                          | 4,515025841            |
| 24  | 90    | 90000  | 107,9   | 0,05395   | 0,00027                           | 5,079404071            |
| 25  | 100   | 100000 | 109,4   | 0,0547  | 0,000274                          | 5,643782302            |
| 26  | 110   | 110000 | 118,4   | 0,0592  | 0,000296                          | 6,208160532            |

| No. | Beban |        | Pembacaan Dial<br>LVDT .....x10 <sup>-3</sup> | $\Delta L$<br>Sebenarnya<br>(1/2 $\Delta L$ )(mm) | Regangan<br>( $\Delta L/L_0$ )(mm) | Tegangan<br>(P/A)(MPa) |
|-----|-------|--------|---|---|------------------------------------|------------------------|
|     | KN    | N      |   |   |                                    |                        |
| 27  | 120   | 120000 | 128,4   | 0,0642  | 0,000321                           | 6,772538762            |
| 28  | 130   | 130000 | 132,9   | 0,06645   | 0,000332                           | 7,336916992            |
| 29  | 140   | 140000 | 141,9   | 0,07095   | 0,000355                           | 7,901295222            |
| 30  | 150   | 150000 | 156,4   | 0,0782  | 0,000391                           | 8,465673452            |
| 31  | 160   | 160000 | 160,9   | 0,08045   | 0,000402                           | 9,030051682            |
| 32  | 170   | 170000 | 175,9   | 0,08795   | 0,00044                            | 9,594429913            |
| 33  | 180   | 180000 | 180,4   | 0,0902  | 0,000451                           | 10,15880814            |
| 34  | 190   | 190000 | 192,9   | 0,09645   | 0,000482                           | 10,72318637            |
| 35  | 200   | 200000 | 205,8   | 0,1029  | 0,000515                           | 11,2875646             |
| 36  | 210   | 210000 | 226,8   | 0,1134  | 0,000567                           | 11,85194283            |
| 37  | 220   | 220000 | 240,3   | 0,12015   | 0,000601                           | 12,41632106            |
| 38  | 230   | 230000 | 258,8   | 0,1294  | 0,000647                           | 12,98069929            |
| 39  | 240   | 240000 | 274,8   | 0,1374  | 0,000687                           | 13,54507752            |
| 40  | 250   | 250000 | 291,3   | 0,14565   | 0,000728                           | 14,10945575            |
| 41  | 260   | 260000 | 312,8   | 0,1564  | 0,000782                           | 14,67383398            |
| 42  | 270   | 270000 | 338,3   | 0,16915   | 0,000846                           | 15,23821221            |
| 43  | 280   | 280000 | 358,3   | 0,17915   | 0,000896                           | 15,80259044            |
| 44  | 290   | 290000 | 385,8   | 0,1929  | 0,000965                           | 16,36696867            |
| 45  | 300   | 300000 | 417,2   | 0,2086  | 0,001043                           | 16,9313469             |
| 46  | 310   | 310000 | 439,7   | 0,21985   | 0,001099                           | 17,49572513            |
| 47  | 320   | 320000 | 458,2   | 0,2291  | 0,001146                           | 18,06010336            |
| 48  | 330   | 330000 | 487,2   | 0,2436  | 0,001218                           | 18,6244816             |
| 49  | 340   | 340000 | 503,7   | 0,25185   | 0,001259                           | 19,18885983            |
| 50  | 350   | 350000 | 527,7   | 0,26385   | 0,001319                           | 19,75323806            |
| 51  | 360   | 360000 | 551,7   | 0,27585   | 0,001379                           | 20,31761629            |
| 52  | 370   | 370000 | 576,7   | 0,28835   | 0,001442                           | 20,88199452            |
| 53  | 380   | 380000 | 602,6   | 0,3013  | 0,001507                           | 21,44637275            |
| 54  | 390   | 390000 | 624,1   | 0,31205   | 0,00156                            | 22,01075098            |
| 55  | 400   | 400000 | 654,6   | 0,3273  | 0,001637                           | 22,57512921            |
| 56  | 410   | 410000 | 678,1   | 0,33905   | 0,001695                           | 23,13950744            |
| 57  | 420   | 420000 | 713,1   | 0,35655   | 0,001783                           | 23,70388567            |
| 58  | 430   | 430000 | 745,1   | 0,37255   | 0,001863                           | 24,2682639             |
| 59  | 440   | 440000 | 777,5   | 0,38875   | 0,001944                           | 24,83264213            |
| 60  | 450   | 450000 | 816,5   | 0,40825   | 0,002041                           | 25,39702036            |
| 61  | 460   | 460000 | 868,5   | 0,43425   | 0,002171                           | 25,96139859            |
| 62  | 470   | 470000 | 941,4   | 0,4707  | 0,002354                           | 26,52577682            |
| 63  | 480   | 480000 | 1031,4  | 0,5157  | 0,002579                           | 27,09015505            |
| 64  | 490   | 490000 | 1072,5  | 0,53625   | 0,002681                           | 27,65453328            |
| 65  | 500   | 500000 | 1122,3  | 0,56115   | 0,002806                           | 28,21891151            |
| 66  | 450   | 450000 | 1320,6  | 0,6603  | 0,003302                           | 25,39702036            |
| 67  | 350   | 350000 | 1662,8  | 0,8314  | 0,004157                           | 19,75323806            |

| No. | Beban |        | Pembacaan Dial<br>LVDT .....x10 <sup>-3</sup> | $\Delta L$<br>Sebenarnya<br>(1/2 $\Delta L$ )(mm) | Regangan<br>( $\Delta L/L_0$ )(mm) | Tegangan<br>(P/A)(MPa) |
|-----|-------|--------|---|---|------------------------------------|------------------------|
|     | KN    | N      |   |   |                                    |                        |
| 68  | 250   | 250000 | 1909  | 0,9545  | 0,004773                           | 14,10945575            |

Diperiksa oleh  
Laboran



Dikerjakan oleh

(Ananda Bagus Budi Hartanto)

اجتهدوا في العلم





LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan kaliurang km 14.5 Telpom (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

### BENDA UJI SILINDER 2 - SF3%-BK15%

|          |           |                   |                            |         |     |
|----------|-----------|-------------------|----------------------------|---------|-----|
| Berat    | 12,024    | kg                | 1. maximum beban =         | 550     | KN  |
| Wc       | 2218,206  | kg/m <sup>3</sup> | 2. (40% x max beban) =     | 220     | KN  |
| Diameter | 150,7     | mm                | 3. mutu beton sebenarnya = | 30,8352 | Mpa |
| Tinggi   | 303,9     | mm                |                            |         |     |
| Luas     | 17836,777 | mm <sup>2</sup>   |                            |         |     |
| Lo       | 200       | mm                |                            |         |     |

| No. | Beban |        | Pembacaan Dial<br>LVDT .....x10 <sup>-3</sup> | $\Delta L$<br>Sebenarnya<br>(1/2 $\Delta L$ )(mm) | Regangan<br>( $\Delta L/L_0$ )(mm) | Tegangan<br>(P/A)(MPa) |
|-----|-------|--------|---|---|------------------------------------|------------------------|
|     | KN    | N      |   |   |                                    |                        |
| 1   | 0     | 0      | 0   | 0   | 0                                  | 0                      |
| 2   | 10    | 10000  | 19  | 0,0095  | 4,75E-05                           | 0,56437823             |
| 3   | 11    | 11000  | 19,5  | 0,00975   | 4,88E-05                           | 0,620816053            |
| 4   | 12    | 12000  | 20  | 0,01  | 0,00005                            | 0,677253876            |
| 5   | 13    | 13000  | 20,5  | 0,01025   | 5,13E-05                           | 0,733691699            |
| 6   | 14    | 14000  | 21  | 0,0105  | 5,25E-05                           | 0,790129522            |
| 7   | 15    | 15000  | 21,5  | 0,01075   | 5,38E-05                           | 0,846567345            |
| 8   | 16    | 16000  | 22,5  | 0,01125   | 5,63E-05                           | 0,903005168            |
| 9   | 17    | 17000  | 23  | 0,0115  | 5,75E-05                           | 0,959442991            |
| 10  | 18    | 18000  | 23,5  | 0,01175   | 5,88E-05                           | 1,015880814            |
| 11  | 19    | 19000  | 24  | 0,012   | 0,00006                            | 1,072318637            |
| 12  | 20    | 20000  | 25  | 0,0125  | 6,25E-05                           | 1,12875646             |
| 13  | 21    | 21000  | 26  | 0,013   | 0,000065                           | 1,185194283            |
| 14  | 22    | 22000  | 27,5  | 0,01375   | 6,88E-05                           | 1,241632106            |
| 15  | 23    | 23000  | 29  | 0,0145  | 7,25E-05                           | 1,298069929            |
| 16  | 24    | 24000  | 29,5  | 0,01475   | 7,38E-05                           | 1,354507752            |
| 17  | 25    | 25000  | 30,5  | 0,01525   | 7,63E-05                           | 1,410945575            |
| 18  | 30    | 30000  | 41  | 0,0205  | 0,000103                           | 1,69313469             |
| 19  | 40    | 40000  | 50  | 0,025   | 0,000125                           | 2,257512921            |
| 20  | 50    | 50000  | 58  | 0,029   | 0,000145                           | 2,821891151            |
| 21  | 60    | 60000  | 68,5  | 0,03425   | 0,000171                           | 3,386269381            |
| 22  | 70    | 70000  | 78,5  | 0,03925   | 0,000196                           | 3,950647611            |
| 23  | 80    | 80000  | 88,4  | 0,0442  | 0,000221                           | 4,515025841            |
| 24  | 90    | 90000  | 98,4  | 0,0492  | 0,000246                           | 5,079404071            |
| 25  | 100   | 100000 | 109,9   | 0,05495   | 0,000275                           | 5,643782302            |
| 26  | 110   | 110000 | 118,9   | 0,05945   | 0,000297                           | 6,208160532            |

| No. | Beban |        | Pembacaan Dial<br>LVDT .....x10 <sup>-3</sup> | $\Delta L$<br>Sebenarnya<br>(1/2 $\Delta L$ )(mm) | Regangan<br>( $\Delta L/L_0$ )(mm) | Tegangan<br>(P/A)(MPa) |
|-----|-------|--------|---|---|------------------------------------|------------------------|
|     | KN    | N      |   |   |                                    |                        |
| 27  | 120   | 120000 | 129,9   | 0,06495   | 0,000325                           | 6,772538762            |
| 28  | 130   | 130000 | 142,4   | 0,0712  | 0,000356                           | 7,336916992            |
| 29  | 140   | 140000 | 151,4   | 0,0757  | 0,000379                           | 7,901295222            |
| 30  | 150   | 150000 | 153,9   | 0,07695   | 0,000385                           | 8,465673452            |
| 31  | 160   | 160000 | 164,4   | 0,0822  | 0,000411                           | 9,030051682            |
| 32  | 170   | 170000 | 178,9   | 0,08945   | 0,000447                           | 9,594429913            |
| 33  | 180   | 180000 | 182,9   | 0,09145   | 0,000457                           | 10,15880814            |
| 34  | 190   | 190000 | 190,4   | 0,0952  | 0,000476                           | 10,72318637            |
| 35  | 200   | 200000 | 201,9   | 0,10095   | 0,000505                           | 11,2875646             |
| 36  | 210   | 210000 | 213,1   | 0,10655   | 0,000533                           | 11,85194283            |
| 37  | 220   | 220000 | 227,9   | 0,11395   | 0,00057                            | 12,41632106            |
| 38  | 230   | 230000 | 244,3   | 0,12215   | 0,000611                           | 12,98069929            |
| 39  | 240   | 240000 | 257,8   | 0,1289  | 0,000645                           | 13,54507752            |
| 40  | 250   | 250000 | 280,8   | 0,1404  | 0,000702                           | 14,10945575            |
| 41  | 260   | 260000 | 294,8   | 0,1474  | 0,000737                           | 14,67383398            |
| 42  | 270   | 270000 | 313,8   | 0,1569  | 0,000785                           | 15,23821221            |
| 43  | 280   | 280000 | 341,3   | 0,17065   | 0,000853                           | 15,80259044            |
| 44  | 290   | 290000 | 352,8   | 0,1764  | 0,000882                           | 16,36696867            |
| 45  | 300   | 300000 | 366,8   | 0,1834  | 0,000917                           | 16,9313469             |
| 46  | 310   | 310000 | 379,3   | 0,18965   | 0,000948                           | 17,49572513            |
| 47  | 320   | 320000 | 395,3   | 0,19765   | 0,000988                           | 18,06010336            |
| 48  | 330   | 330000 | 407,8   | 0,2039  | 0,00102                            | 18,6244816             |
| 49  | 340   | 340000 | 425,2   | 0,2126  | 0,001063                           | 19,18885983            |
| 50  | 350   | 350000 | 444,7   | 0,22235   | 0,001112                           | 19,75323806            |
| 51  | 360   | 360000 | 460,7   | 0,23035   | 0,001152                           | 20,31761629            |
| 52  | 370   | 370000 | 485,2   | 0,2426  | 0,001213                           | 20,88199452            |
| 53  | 380   | 380000 | 503,2   | 0,2516  | 0,001258                           | 21,44637275            |
| 54  | 390   | 390000 | 522,7   | 0,26135   | 0,001307                           | 22,01075098            |
| 55  | 400   | 400000 | 548,7   | 0,27435   | 0,001372                           | 22,57512921            |
| 56  | 410   | 410000 | 568,7   | 0,28435   | 0,001422                           | 23,13950744            |
| 57  | 420   | 420000 | 586,6   | 0,2933  | 0,001467                           | 23,70388567            |
| 58  | 430   | 430000 | 615,6   | 0,3078  | 0,001539                           | 24,2682639             |
| 59  | 440   | 440000 | 640,1   | 0,32005   | 0,0016                             | 24,83264213            |
| 60  | 450   | 450000 | 660,1   | 0,33005   | 0,00165                            | 25,39702036            |
| 61  | 460   | 460000 | 682,6   | 0,3413  | 0,001707                           | 25,96139859            |
| 62  | 470   | 470000 | 721,6   | 0,3608  | 0,001804                           | 26,52577682            |
| 63  | 480   | 480000 | 756   | 0,378   | 0,00189                            | 27,09015505            |
| 64  | 490   | 490000 | 797,5   | 0,39875   | 0,001994                           | 27,65453328            |
| 65  | 500   | 500000 | 831,5   | 0,41575   | 0,002079                           | 28,21891151            |
| 66  | 510   | 510000 | 869,5   | 0,43475   | 0,002174                           | 28,78328974            |
| 67  | 520   | 520000 | 941,4   | 0,4707  | 0,002354                           | 29,34766797            |

| No. | Beban |        | Pembacaan Dial<br>LVDT .....x10 <sup>-3</sup> | $\Delta L$<br>Sebenarnya<br>(1/2 $\Delta L$ )(mm) | Regangan<br>( $\Delta L/L_0$ )(mm) | Tegangan<br>(P/A)(MPa) |
|-----|-------|--------|---|---|------------------------------------|------------------------|
|     | KN    | N      |   |   |                                    |                        |
| 68  | 530   | 530000 | 1006,4  | 0,5032  | 0,002516                           | 29,9120462             |
| 69  | 540   | 540000 | 1252,9  | 0,62645   | 0,003132                           | 30,47642443            |
| 70  | 550   | 550000 | 1461,35                                       | 0,730675  | 0,003653                           | 31,04080266            |
| 71  | 450   | 450000 | 1594,87                                       | 0,797435  | 0,003987                           | 25,39702036            |
| 72  | 350   | 350000 | 1628,39                                       | 0,814195  | 0,004071                           | 19,75323806            |
| 73  | 250   | 250000 | 1661,91                                       | 0,830955  | 0,004155                           | 14,10945575            |

Diperiksa oleh  
 Laboran  
 LABORATORIUM  
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS BINA INDONESIA  
 (Darussalam, A.Md.)

Dikerjakan oleh  
  
 (Ananda Bagus Budi Hartanto)



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan kaliurang km 14.5 Telpn (0274) 898444 eks 3200 Yogyakarta

**BENDA UJI SILINDER 3 - SF3%-BK15%**

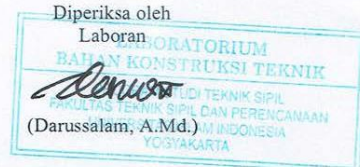
|          |           |                   |                            |         |     |
|----------|-----------|-------------------|----------------------------|---------|-----|
| Berat    | 12,232    | kg                | 1. maximum beban =         | 440     | KN  |
| Wc       | 2217,460  | kg/m <sup>3</sup> | 2. (40% x max beban) =     | 176     | KN  |
| Diameter | 151,6     | mm                | 3. mutu beton sebenarnya = | 24,3761 | Mpa |
| Tinggi   | 305,6     | mm                |                            |         |     |
| Luas     | 18050,460 | mm <sup>2</sup>   |                            |         |     |
| Lo       | 200       | mm                |                            |         |     |

| No. | Beban |        | Pembacaan Dial<br>LVDT .....x10 <sup>-3</sup> | $\Delta L$<br>Sebenarnya<br>(1/2 $\Delta L$ )(mm) | Regangan<br>( $\Delta L/L_0$ )(mm) | Tegangan<br>(P/A)(MPa) |
|-----|-------|--------|---|---|------------------------------------|------------------------|
|     | KN    | N      |   |   |                                    |                        |
| 1   | 0     | 0      | 0   | 0   | 0                                  | 0                      |
| 2   | 10    | 10000  | 22,5  | 0,01125   | 5,63E-05                           | 0,56437823             |
| 3   | 11    | 11000  | 23,5  | 0,01175   | 5,88E-05                           | 0,620816053            |
| 4   | 12    | 12000  | 24  | 0,012   | 0,00006                            | 0,677253876            |
| 5   | 13    | 13000  | 24,5  | 0,01225   | 6,13E-05                           | 0,733691699            |
| 6   | 14    | 14000  | 24,5  | 0,01225   | 6,13E-05                           | 0,790129522            |
| 7   | 15    | 15000  | 25  | 0,0125  | 6,25E-05                           | 0,846567345            |
| 8   | 16    | 16000  | 26,5  | 0,01325   | 6,63E-05                           | 0,903005168            |
| 9   | 17    | 17000  | 28  | 0,014   | 0,00007                            | 0,959442991            |
| 10  | 18    | 18000  | 29  | 0,0145  | 7,25E-05                           | 1,015880814            |
| 11  | 19    | 19000  | 30,5  | 0,01525   | 7,63E-05                           | 1,072318637            |
| 12  | 20    | 20000  | 31,5  | 0,01575   | 7,88E-05                           | 1,12875646             |
| 13  | 21    | 21000  | 33  | 0,0165  | 8,25E-05                           | 1,185194283            |
| 14  | 22    | 22000  | 34,5  | 0,01725   | 8,63E-05                           | 1,241632106            |
| 15  | 23    | 23000  | 35,5  | 0,01775   | 8,88E-05                           | 1,298069929            |
| 16  | 24    | 24000  | 36,5  | 0,01825   | 9,13E-05                           | 1,354507752            |
| 17  | 25    | 25000  | 37,5  | 0,01875   | 9,38E-05                           | 1,410945575            |
| 18  | 30    | 30000  | 46,5  | 0,02325   | 0,000116                           | 1,69313469             |
| 19  | 40    | 40000  | 59  | 0,0295  | 0,000148                           | 2,257512921            |
| 20  | 50    | 50000  | 70  | 0,035   | 0,000175                           | 2,821891151            |
| 21  | 60    | 60000  | 81  | 0,0405  | 0,000203                           | 3,386269381            |
| 22  | 70    | 70000  | 93,4  | 0,0467  | 0,000234                           | 3,950647611            |
| 23  | 80    | 80000  | 104,9   | 0,05245   | 0,000262                           | 4,515025841            |
| 24  | 90    | 90000  | 108,4   | 0,0542  | 0,000271                           | 5,079404071            |
| 25  | 100   | 100000 | 114,4   | 0,0572  | 0,000286                           | 5,643782302            |
| 26  | 110   | 110000 | 123,4   | 0,0617  | 0,000309                           | 6,208160532            |

| No. | Beban |        | Pembacaan Dial<br>LVDT .....x10 <sup>-3</sup> | $\Delta L$<br>Sebenarnya<br>(1/2 $\Delta L$ )(mm) | Regangan<br>( $\Delta L/L_0$ )(mm) | Tegangan<br>(P/A)(MPa) |
|-----|-------|--------|---|---|------------------------------------|------------------------|
|     | KN    | N      |   |   |                                    |                        |
| 27  | 120   | 120000 | 134,4   | 0,0672  | 0,000336                           | 6,772538762            |
| 28  | 130   | 130000 | 145,4   | 0,0727  | 0,000364                           | 7,336916992            |
| 29  | 140   | 140000 | 157,4   | 0,0787  | 0,000394                           | 7,901295222            |
| 30  | 150   | 150000 | 168,9   | 0,08445   | 0,000422                           | 8,465673452            |
| 31  | 160   | 160000 | 175,9   | 0,08795   | 0,00044                            | 9,030051682            |
| 32  | 170   | 170000 | 182,4   | 0,0912  | 0,000456                           | 9,594429913            |
| 33  | 180   | 180000 | 195,4   | 0,0977  | 0,000489                           | 10,15880814            |
| 34  | 190   | 190000 | 213,4   | 0,1067  | 0,000534                           | 10,72318637            |
| 35  | 200   | 200000 | 231,3   | 0,11565   | 0,000578                           | 11,2875646             |
| 36  | 210   | 210000 | 250,8   | 0,1254  | 0,000627                           | 11,85194283            |
| 37  | 220   | 220000 | 276,3   | 0,13815   | 0,000691                           | 12,41632106            |
| 38  | 230   | 230000 | 297,8   | 0,1489  | 0,000745                           | 12,98069929            |
| 39  | 240   | 240000 | 313,3   | 0,15665   | 0,000783                           | 13,54507752            |
| 40  | 250   | 250000 | 339,8   | 0,1699  | 0,00085                            | 14,10945575            |
| 41  | 260   | 260000 | 364,8   | 0,1824  | 0,000912                           | 14,67383398            |
| 42  | 270   | 270000 | 381,3   | 0,19065   | 0,000953                           | 15,23821221            |
| 43  | 280   | 280000 | 392,3   | 0,19615   | 0,000981                           | 15,80259044            |
| 44  | 290   | 290000 | 408,8   | 0,2044  | 0,001022                           | 16,36696867            |
| 45  | 300   | 300000 | 424,2   | 0,2121  | 0,001061                           | 16,9313469             |
| 46  | 310   | 310000 | 450,7   | 0,22535   | 0,001127                           | 17,49572513            |
| 47  | 320   | 320000 | 466,2   | 0,2331  | 0,001166                           | 18,06010336            |
| 48  | 330   | 330000 | 488,2   | 0,2441  | 0,001221                           | 18,6244816             |
| 49  | 340   | 340000 | 507,7   | 0,25385   | 0,001269                           | 19,18885983            |
| 50  | 350   | 350000 | 526,2   | 0,2631  | 0,001316                           | 19,75323806            |
| 51  | 360   | 360000 | 552,2   | 0,2761  | 0,001381                           | 20,31761629            |
| 52  | 370   | 370000 | 572,2   | 0,2861  | 0,001431                           | 20,88199452            |
| 53  | 380   | 380000 | 594,6   | 0,2973  | 0,001487                           | 21,44637275            |
| 54  | 390   | 390000 | 620,1   | 0,31005   | 0,00155                            | 22,01075098            |
| 55  | 400   | 400000 | 666,1   | 0,33305   | 0,001665                           | 22,57512921            |
| 56  | 410   | 410000 | 727,6   | 0,3638  | 0,001819                           | 23,13950744            |
| 57  | 420   | 420000 | 801   | 0,4005  | 0,002003                           | 23,70388567            |
| 58  | 430   | 430000 | 866,5   | 0,43325   | 0,002166                           | 24,2682639             |
| 59  | 440   | 440000 | 933,9   | 0,46695   | 0,002335                           | 24,83264213            |
| 60  | 350   | 350000 | 1135,5  | 0,56775   | 0,002839                           | 19,75323806            |
| 61  | 250   | 250000 | 1354,9  | 0,67745   | 0,003387                           | 14,10945575            |

Diperiksa oleh

Laboran



Dikerjakan oleh

(Ananda Bagus Budi Hartanto)