

TUGAS AKHIR

**“ANALISIS KUAT TEKAN BETON DENGAN VARIASI TRASS DAN SEMEN
GROUTING”**



DISUSUN OLEH :

HASLINDA

4515041046

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA
2020**



LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar No. A. 374/FT/UNIBOS/IX/2020 Tanggal 28 Agustus Perihal Pengangkatan Panitiadan dan Tim Penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari / Tanggal : Jum'at 04 september 2020
Nama : HASLINDA
Nomor Stambuk : 45 14 041 046
Fakultas / Jurusan : TEKNIK / TEKNIK SIPIL
Judul Tugas Akhir : **"ANALISIS KUAT TEKAN BETON DENGAN VARIASI TRASS DAN SEMEN GROUTING"**

Telah diterima dan disahkan oleh Panita Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar setelah dipertahankan di depan tim Penguji Ujian Sarjana Starta Satu (S-1) untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa

TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Ketua (Ex. Officio) : Dr. Ir. M. Natsir Abduh, M.Si (.....)
Sekretaris (Ex. Officio) : Eka Yuniarto, ST. MT (.....)
Anggota : Nurhadijah Yunianti, ST. MT (.....)
Ir. Tamrin Mallawangeng, MT (.....)

Makassar, September 2020

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Bosowa

(Dr. Ridwan, ST. Msi)
NIDN : 09 – 101271 - 01

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Universitas Bosowa

(Nurhadijah Yunianti, ST. MT)
NIDN : 09 – 1606 - 8201



LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP

Tugas Akhir :

**"ANALISIS KUAT TEKAN BETON DENGAN VARIASI TRASS DAN SEMEN
GROUTING"**

Disusun dan diajukan oleh :

Nama : Haslinda

NIM : 45 15 041 046

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Sarjana Teknik Sipil / Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

Telah Disetujui oleh Komisi Pembimbing

Pembimbing I : **Dr. Ir. M. Natsir Abduh, M.Si.** (.....)

Pembimbing II : **Eka Yuniarto, ST. MT** (.....)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Bosowa

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Bosowa


Dr. Ridwan, ST, M.Si.
NIDN : 09 240676 01


Nurhadijah Yunianti, ST, MT.
NIDN : 09 050873 04

PERNYATAAN KEASLIAN DAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nam : **HASLINDA**

Nomor Stambuk : **45 15 041 046**

Program Studi : **Teknik Sipil**

Judul Tugas Akhir : **ANALISI KUAT TEKAN BETON DENGAN VARIASI TRASS
DAN SEMEN GROUTING**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan hasil dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan programming yang tercantum sebagai bagaian dari skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis saya dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Bosowa

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari pihak manapun

Makassar, September 2020

Yang Menyatakan



HASLINDA

45 15 041 046

PRAKATA

Puji syukur atas segala jiwa cipta rasa dan karsa semoga kita senantiasa dalam lindungannya, Aamiin Allahumma Aamiin ya Allah. Berkat kasih karunia yang berlimpah dari Allah SWT penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“ANALISIS KUAT TEKAN BETON DENGAN VARIASI TRASS DAN SEMEN GROUTING”**. Tugas akhir ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Bahan dan Struktur Beton Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan – bantuan pihak lain dalam memberi bantuan dan bimbingan, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan tugas akhir. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Allah SWT sang maha segalanya tempat saya memohon, meminta pertolongan, dan tempat saya akan kembali.
2. Nabi Muhammad SAW, kekasih Allah, panutan saya, idola saya.
3. Kedua orang tua saya, dunia akhirat saya, sumber kebahagiaan saya, motivasi saya, cinta abadi saya bapak dan mama yang tidak pernah berhenti mendoakan segala kebaikan untuk saya.
4. Kakak – kakak saya, kak Judin, Kak Ani, Kak Unni yang selalu mendukung saya dalam hal apapun.

5. Keluarga besar nenek Mallo & Rumi dan nenek Hj. Tjiji & Samaila.
6. Bapak Dr. Ir. M. Natsir Abduh, M.si sebagai pembimbing I, dan bapak Ir. Eka Yuniarto, MT sebagai pembimbing II dan selaku Kepala Laboratorium Bahan dan Struktur Beton yang sudah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan saya sehingga selesainya penyusunan tugas akhir ini.
7. Bapak Dr. H. Ir Syahrul Sariman, MT selaku ketua KBK Struktur
8. Ibu Dr. Hj. Hijriah, MT. Selaku wakil dekan I yang selalu memotivasi saya untuk belajar, mencoba inofasi baru dan hal – hal baik lainnya.
9. Bapak Dekan Fakultas Teknik Dr. Ridwan, ST, M.si.
10. Ibu Nurhadijah Yunianti ST, MT sebagai ketua Jurusan Sipil yang selalu membantu saya, memberikan saya motivasi, jadi ibu saya di kampus.
11. Staff Jurusan Sipil, Kak Marlina Alwi, ST dan Pak Ali.
12. Kak Marlina Alwi, ST selaku asisten Laboratorium Struktur dan Bahan Beton Universitas Bosowa yang sudah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan saya selama penelitian di Laboratorium.
13. Kustiah, Imma, Afni, Rika, Rifka, Febi, Dilla, Desi, Airin, Tejo yang selalu menjadi rumah ternyaman saya ☺
14. Dea, lin, Nantang, Tomo, Arif, Faat, Irsyad , Ari Jeko, Rezki, Faisal, Fahri, Aso, Amran, yang selalu ada, teman main dalam hal apapun.
15. Dela, Wiranda, Jero, Ahmad, Ifal, Satria yang selalu ada.

16. Teman – teman Teknik Sipil 2015, Teknik 2015 dan senior – senior saya.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa pada penulisan akir ini masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan,oleh sebab itu penulis mohon maaf dan mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak.

Akhirnya semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun rekan – rekan mahasiswa lainnya di masa yang akan datang dan semoga segala bantuan dari semua pihak bernilai ibadah disisi Allah.

Makassar, 30 Agustus 2020


Haslinda

UNIVERSITAS

BOSOW



ANALISIS KUAT TEKAN BETON DENGAN VARIASI TRASS DAN SEMEN GROUTING

Haslinda¹⁾ M. Natsir Abduh²⁾ Eka Yuniarto³⁾

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan & Struktur Beton Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar dengan tujuan mengetahui pengaruh penggunaan trass dan semen grouting sebagai substitusi semen terhadap kuat tekan beton, serta mengetahui komposisi optimum penggunaan trass dan semen grouting sebagai substitusi semen terhadap kuat tekan beton. Dalam penelitian ini trass dan semen grouting digunakan sebagai substitusi parsial semen, sehingga mengurangi penggunaan semen. Penelitian ini membandingkan antara kuat tekan beton normal dengan kuat tekan beton variasi, dengan jumlah beton normal 20 sampel, dan beton variasi 18 sampel. Penggunaan trass untuk substitusi parsial semen yakni 0%, 5% dan 10 % dengan presentase semen grouting 10 %. Hasil kuat tekan beton yang dihasilkan yaitu 16,94 Mpa, 17,38 Mpa dan 17,96 Mpa. Untuk variasi selanjutnya semen grouting 0%, 5%, dan 10 % dengan presentase trass 10 %. Hasil kuat tekan yang dihasilkan yaitu 17,96 Mpa, 21,29 Mpa, dan 21,87 Mpa. Hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi presentase penggunaan trass maka semakin rendah kuat tekan beton yang dihasilkan, karena sifat seminisasi trass yang rendah. Dengan bertambahnya penggunaan semen grouting kuat tekan beton variasi yang dihasilkan mengalami kenaikan dari beton normal. Dapat disimpulkan nilai tertinggi kuat tekan rata – rata beton variasi trass dan semen grouting adalah variasi BTS 0-10 = 21,29 Mpa.

Kata Kunci : Trass, Semen Grouting, Kuat Tekan Beton.

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan	ii
Lembar Pengajuan Ujian Tutup	iii
Pernyataan Keaslian dan Tugas Akhir	iv
Prakata.....	iv
Abstrak	v
Daftar Isi	vi
Daftar Gambar	ix
Daftar Tabel.....	x
Daftar Notasi.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-2
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	I-3
1.4 Pokok Bahasan dan Batasan Masalah	I-4
1.5 Sistematika Penulisan	I-4

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum	II-1
2.2 Material Penyusun Beton Normal	II-5
2.3 Material Tambahan	II-13
2.4 Pengujian Karakteristik Agregat	II-15
2.5 Uji Slump	II-19
2.6 Uji Kuat Tekan Beton	II-19
2.7 Deviasi Standar	II-21
2.8 Penelitian Terdahulu	II-24

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian.....	III-1
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	III-1
3.3 Data dan Sumber Data	III-1
3.4 Variabel Penelitian	III-1
3.5 Tahapan Penelitian	III-1
3.6 Bagan Alir Penelitian.....	III-3
3.7 Notasi dan Jumlah Sampel	III-6
3.8 Metode Analisis	III-6

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian..... IV-1

4.2 Pembahasan IV-6

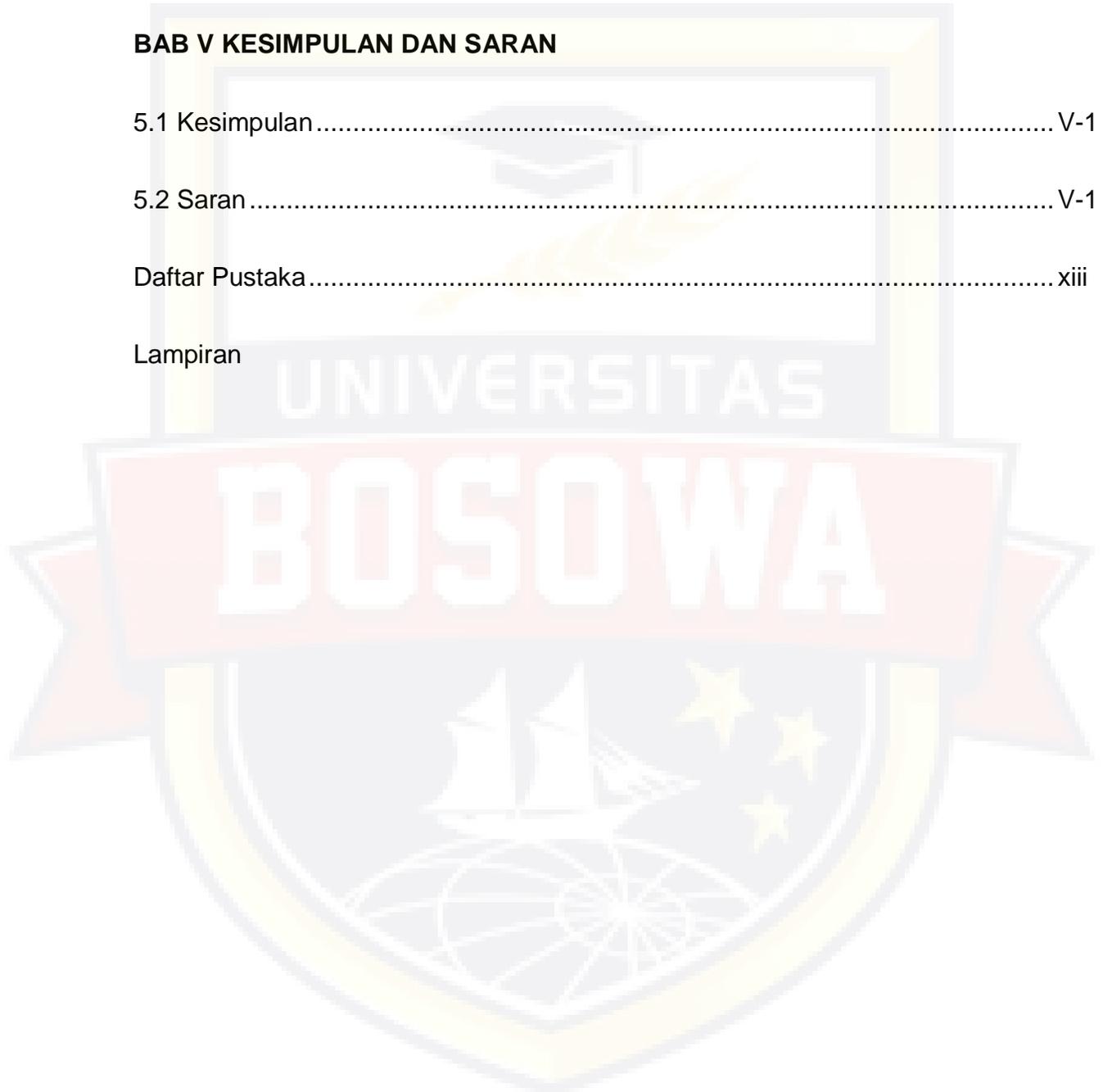
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan..... V-1

5.2 Saran..... V-1

Daftar Pustaka..... xiii

Lampiran



DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Gradasi Penggabungan Agregat	IV-2
Gambar 4.2 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton dengan Variasi Semen Grouting dan Trass	IV-7
Gambar 4.3 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton dengan Variasi Trass dan Semen Grouting	IV-9
Gambar 4.4 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata – rata Beton Variasi dengan Menggunakan Trass dan Semen Grouting.....	IV-10

DAFTAR TABEL

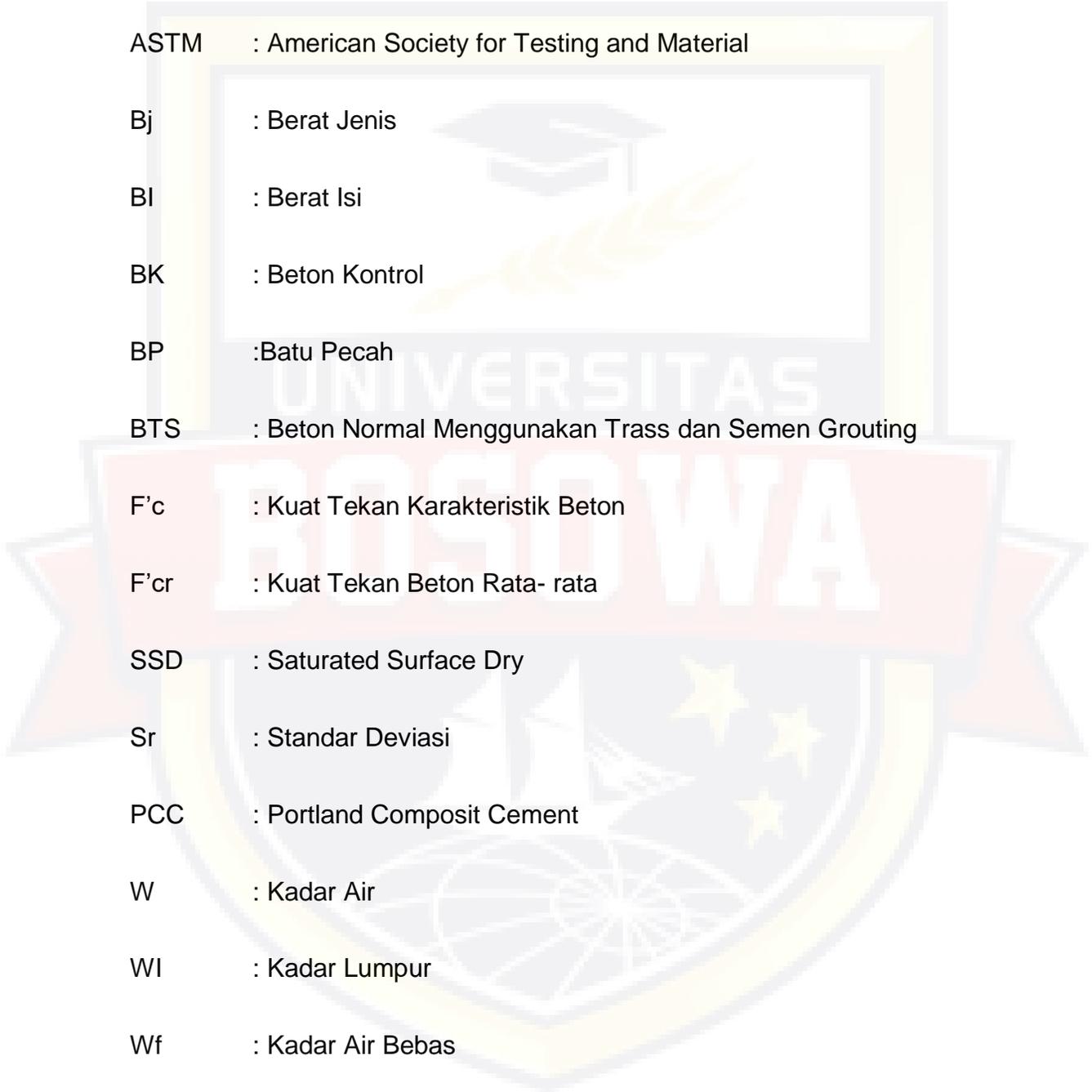
Tabel 2.1 Kelas dan Mutu Beton	II-3
Tabel 2.2 Spesifikasi Semen Portland Komposit (PCC)	II-9
Tabel 2.3 Hasil Pengujian Semen PCC Type 1 Merek Bosowa	II-9
Tabel 2.4 Spesifikasi Karakteristik Agregat Halus	II-10
Tabel 2.5 Spesifikasi Karakteristik Agregat Kasar	II-11
Tabel 2.6 Persyaratan Gradasi Batu Pecah	II-11
Tabel 2.7 Faktor Modifikasi	II-22
Tabel 2.8 Kekuatan Tekan Rata- rata Perlu	II-23
Tabel 3.1 Notasi Sampel	III-6
Tabel 4.1 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Halus	IV-1
Tabel 4.2 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Kasar	IV-1
Tabel 4.3 Komposisi Kebutuhan Bahan Campuran Beton Normal	IV-3
Tabel 4.4 Komposisi Kebutuhan Bahan Campuran Beton Variasi	IV-3
Tabel 4.5 Nilai Slump	IV-4
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal	IV-4
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi	IV-6

Tabel 4.8 Presentase Kenaikan Kuat Tekan Beton Normal dengan Beton Variasi
.....IV-8

Tabel 4.9 Presentase Kenaikan Kuat Tekan Beton Normal dengan Beton Variasi
.....IV-9



DAFTAR NOTASI



A	: Luas Penampang
ASTM	: American Society for Testing and Material
B _j	: Berat Jenis
B _l	: Berat Isi
BK	: Beton Kontrol
BP	: Batu Pecah
BTS	: Beton Normal Menggunakan Trass dan Semen Grouting
F' _c	: Kuat Tekan Karakteristik Beton
F' _{cr}	: Kuat Tekan Beton Rata- rata
SSD	: Saturated Surface Dry
Sr	: Standar Deviasi
PCC	: Portland Composit Cement
W	: Kadar Air
W _l	: Kadar Lumpur
W _f	: Kadar Air Bebas
V	: Volume Wadah

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi semakin maju di segala bidang, termasuk dibidang konstruksi. Dalam bidang konstruksi, material konstruksi yang paling disukai dan sering dipakai adalah beton.

Beton merupakan campuran antara semen portland/semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Agregat adalah material bangunan yang berjenis granular, di mana contoh agregat halus misalnya pasir dan contoh agregat kasar yaitu kerikil. Beton mempunyai karakteristik yang mendasar yakni kuat terhadap beban tekan namun lemah terhadap beban tarik.

Beton bisa diklasifikasikan menjadi 3 macam menurut volumenya. Di antaranya yaitu beton biasa, beton ringan, dan beton penyekat panas. Kualitas suatu beton bisa dikatakan bagus apabila sanggup memenuhi perencanaan kekuatan, campurannya memiliki permeabilitas tertentu, serta campurannya juga tidak boleh mengalami segregasi atau pemisahan selama proses pengecoran dilakukan. Sedangkan faktor-faktor yang menentukan mutu beton meliputi aktivitas semen, perbandingan air dan semen, kualitas agregat, serta kondisi pengerasan beton. .(*SNI 03-2847-2002 pasal 3.12*)

Pembangunan konstruksi berbahan dasar beton selalu cenderung meningkat dari waktu ke waktu sesuai dengan tuntutan zaman dan permasalahannya, sehingga kebutuhan akan bahan seperti pasir, split dan semen serta air juga semakin banyak, sedangkan bahan yang tersedia di alam ini bukan tanpa batas yang tentunya suatu waktu akan habis.

Trass yang merupakan suatu bahan galian yang berasal dari hasil pelapukan batuan vulkanik bahan dasar pembuatan semen PCC, pembuatan batako, campuran bahan bangunan, dan sebagai semen alam, namun masih banyak masyarakat yang belum mengenal bahan yang banyak mengandung silica (SiO_2) ini. Oleh karenanya menggunakan trass sebagai alternatif pengganti semen.

Semen grouting yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Sika Concrete Refair Mortar, yang berfungsi sebagai komponen untuk memperbaiki beton yang keropos dan juga untuk pengisi celah atau lubang – lubang seperti pada kolom baja, angkur baut dan sebagainya. Adapun keunggulannya adalah siap pakai dan mudah diaplikasikan, tidak susut, mudah mengalir, kekentalan bisa di atur sesuai konsumsi air dan kekuatan mekanis tinggi.

Berdasarkan uraian di atas, maka disusun tugas akhir yang berjudul :

**”ANALISIS KUAT TEKAN BETON DENGAN VARIASI TRASS DAN
SEMEN GROUTING”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan maka dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti yaitu :

1. Bagaimanakah pengaruh penggunaan trass dan semen grouting sebagai substitusi semen terhadap kuat tekan beton ?
2. Bagaimanakah komposisi optimum penggunaan trass dan semen sika grouting terhadap kuat tekan beton ?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Mengetahui pengaruh penggunaan trass dan semen grouting sebagai substitusi semen terhadap kuat tekan beton.
2. Mengetahui komposisi optimum penggunaan trass dan semen grouting sebagai substitusi semen terhadap kuat tekan beton.

1.3.2 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Adapun manfaat teoritis dari penulisan ini adalah :

- a. Sebagai pijakan dan referensi pada penelitian – penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan beton
- b. Mengurangi penggunaan semen yang berdampak pada penurunan emisi CO_2

2. Manfaat Praktis

Adapun manfaat Praktis dari penulisan ini adalah :

- a. Bagi penulis

Dapat menambah wawasan dan pengalaman langsung tentang inovasi dalam pembuatan beton.

1.4 Pokok Bahasan dan Batasan Masalah

1.4.1 Pokok Bahasan

Pokok bahasan dalam penelitian ini meliputi :

1. Melakukan pengujian karakteristik agregat bahan penyusun beton
2. Melakukan pengujian kuat tekan beton
3. Penelitian ini membandingkan kuat tekan beton dengan penggunaan trass dan semen grouting sebagai substitusi semen. Dengan penggunaan trass 0%, 5% dan 10 %. Dan penggunaan semen grouting 0 %, 5% dan 10 %.

1.4.2 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini antara lain :

1. Kuat tekan beton yang direncanakan sebesar $F'c$ 20 Mpa
2. Tidak dilakukan pengujian keausan agregat .
3. Tidak dilakukan pengujian waktu ikat dan berat jenis semen.

1.5 Sistematika Penulisan

Secara garis besar sistematika penulisan yang dapat disajikan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang penulisan, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, serta sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Bab ini berusaha menguraikan dan membahas bahan yang relevan dengan pokok bahasan study, sebagai dasar untuk mengkaji permasalahan yang ada dan menyiapkan landasan teori.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menguraikan tentang pelaksanaan penelitian di laboratorium yang meliputi : Diagram Alur Penelitian, Notasi Sampel, Varisasi Penelitian, Metode Pengujian, Metode Analisis Alat dan Bahan yang Digunakan, serta Prosedur Penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini merupakan inti dari keseluruhan materi pembahasan, dimana dikemukakan hasil- hasil dan pengujian mengenai karakteristik agregat, komposisi rancangan campuran beton, hasil kuat tekan beton yang menggunakan tras dan semen grouting.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menyajikan kesimpulan akhir yang diperoleh dari hasil pengujian yang telah dibahas serta saran perbaikan dan pengembangan hasil penelitian.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

2.1.1 Pengertian Beton

Nama asing dari beton adalah *concrete*, diambil dari gabungan prefiks bahasa Latin *com*, yang artinya bersama-sama, dan *crescere* (tumbuh), yang maksudnya kekuatan yang tumbuh karena adanya campuran zat tertentu. Beton pada umumnya merupakan campuran dari tiga komponen, yaitu bahan yang mengikat seperti kapur atau semen, agregat, dan air. Untuk mendapatkan tujuan khusus atau sifat-sifat tertentu, beton di tambah dengan satu atau lebih admixture sebagai komponen keempat dalam campuran. Dalam campuran beton, air dan semen membentuk perekat atau matriks yang mana sebagai tambahan mengisi kekosongan agregat halus, melapisi permukaan agregat halus dan kasar, dan mengikat mereka bersama-sama. (Tjokrodimulyo, 2007)

Pengertian beton sendiri adalah merupakan campuran yang homogen antara semen, air dan agregat. Karakteristik beton adalah mempunyai tegangan hancur tekan yang tinggi serta tegangan hancur tarik yang rendah. Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*Portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah (*admixture atau additive*). Sampai saat ini beton masih menjadi pilihan utama dalam pembuatan struktur. Selain karena kemudahan dalam mendapatkan material penyusunnya, hal itu juga disebabkan oleh penggunaan tenaga yang cukup besar sehingga dapat mengurangi masalah

penyediaan lapangan kerja. Hal yang menjadi pertimbangan pada proses produksinya berupa kekuatan tekan yang tinggi dan kemudahan pengerjaannya, serta kelangsungan proses pengadaan beton. Pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1% - 2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 40%, dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60% - 75%. Untuk mendapatkan kekuatan yang baik, sifat dan karakteristik dari masing-masing bahan penyusun tersebut perlu dipelajari. Sifat beton yang meliputi : mudah diaduk, di salurkan, di cor, di padatkan dan diselesaikan, tanpa menimbulkan pemisahan bahan susunan adukan dan mutu beton yang disyaratkan oleh konstruksi tetap dipenuhi. (Tri Mulyono, 2003)

Sebagian besar bahan pembuat beton adalah bahan lokal (kecuali semen atau bahan tambah kimia), sehingga sangat menguntungkan secara ekonomi. Namun pembuatan beton akan menjadi mahal jika perencanaan tidak memahami karakteristik bahan – bahan penyusun beton yang harus disesuaikan dengan perilaku struktur yang akan dibuat. Pengaplikasian material beton untuk konstruksi jalan raya khususnya perkerasan kaku (*rigid pavement*) telah banyak dilakukan. Beton dari yang dihasilkan tersebut harus memenuhi kekuatan sesuai yang ditentukan dalam perencanaan. Sifat-sifat dan karakteristik material penyusun beton akan mempengaruhi kinerja dari beton yang dibuat. Kinerja beton ini harus disesuaikan dengan kategori bangunan yang dibuat, yang harus memenuhi kriteria konstruksi, kekuatan tekan dan keawetan.atau durabilitas. Secara umum beton dibedakan kedalam 2 kelompok, yaitu :

a. Beton berdasarkan kelas dan mutu beton.

Kelas dan mutu beton ini, di bedakan menjadi 3 kelas, yaitu :

1. Beton kelas I adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan non struktural. Untuk pelaksanaannya tidak diperlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahan-bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Mutu kelas I dinyatakan dengan B₀.
2. Beton kelas II adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Beton kelas II dibagi dalam mutu-mutu standar B₁, K 125, K 175, dan K 225.
3. Beton kelas III adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural yang lebih tinggi dari K 225. Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Disyaratkan adanya laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap serta dilayani oleh tenaga-tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara kontinu.

Adapun pembagian beton ini, dapat dilihat dalam tabel 2.1 berikut ini :

Tabel 2.1 Kelas dan Mutu Beton

Kelas	Mutu	σ'_{bk} (Kg/cm ³)	σ'_{bm} (Kg/cm ³)	Tujuan	Pengawasan terhadap mutu kekuatan agregat tekan	
					Ringan	Tanpa
I	B ₀	-	-	Non Struktural	Ringan	Tanpa

Kelas	Mutu	σ'_{bk} (Kg/cm ³)	σ'_{bm} (Kg/cm ³)	Tujuan	Pengawasan terhadap mutu kekuatan agregat tekan	
					Sedang	Kontinu
II	B1	-	-	Struktural	Sedang	Kontinu
	K 125	125	200	Struktural	Ketat	Kontinu
	K 175	175	250	Struktural	Ketat	Kontinu
	K 225	225	200	Struktural	Ketat	Kontinu
III	K >225	>225	>300	Struktural	Ketat	Kontinu

(Sumber: Mulyono T, 2003)

b. Berdasarkan jenisnya, beton dibagi menjadi 6 jenis, yaitu :

1. Beton ringan

Beton ringan merupakan beton yang dibuat dengan bobot yang lebih ringan dibandingkan dengan bobot beton normal. Agregat yang digunakan untuk memproduksi beton ringan pun merupakan agregat ringan juga. Agregat yang digunakan umumnya merupakan hasil dari pembakaran *shale*, lempung, *slates*, residu *slag*, residu batu bara dan banyak lagi hasil pembakaran vulkanik. Berat jenis agregat ringan sekitar 1900 kg/m atau berdasarkan kepentingan penggunaan strukturnya berkisar antara 1440–1850 kg/m³, dengan kekuatan tekan umur 28 hari lebih besar dari 17,2 Mpa.

2. Beton normal

Beton normal adalah beton yang menggunakan agregat pasir sebagai agregat halus dan split sebagai agregat kasar sehingga mempunyai berat jenis beton antara 2200 kg/m³ – 2400 kg/m³ dengan kuat tekan sekitar 15 – 40 Mpa.

3. Beton berat

Beton berat adalah beton yang dihasilkan dari agregat yang memiliki berat isi lebih besar dari beton normal atau lebih dari 2400 kg/m. Untuk menghasilkan beton berat digunakan agregat yang mempunyai berat jenis yang besar.

4. Beton massa (*mass concrete*)

Dinamakan beton massa karena digunakan untuk pekerjaan beton yang besar dan masif, misalnya untuk bendungan, kanal, pondasi, dan jembatan.

5. *Ferro-Cement*

Ferro-Cement adalah suatu bahan gabungan yang diperoleh dengan cara memberikan suatu tulangan yang berupa anyaman kawat baja sebagai pemberi kekuatan tarik dan daktil pada mortar semen.

6. Beton serat (*fibre concrete*)

Beton serat (*fibre concrete*) adalah bahan komposit yang terdiri dari beton dan bahan lain berupa serat. Serat dalam beton ini berfungsi mencegah retak-retak sehingga menjadikan beton lebih daktil daripada beton normal.

2.2 Material Penyusun Beton Normal

Beton umumnya tersusun dari tiga bahan penyusun utama yaitu semen, agregat, dan air. Jika diperlukan bahan tambah (*admixture*) dapat ditambahkan untuk mengubah sifat-sifat tertentu dari beton. Komposisi beton yang akan dibuat pada penelitian ini terdiri dua jenis perlakuan dimana pertama dibuat perancangan beton normal, yang kedua perancangan beton variasi dengan substitusi tras dan semen sika grout ke dalam campuran

semen. Komposisi beton normal sendiri terdiri dari semen portland, batu pecah (*split*), pasir dan air, sedangkan komposisi penggantinya terdiri dari semen portland, tras, batu pecah, semen sika grout, pasir dan air sebagai campuran yang akan direncanakan pada perancangan pembuatan beton.

2.2.1 Semen portland

Semen portland adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam perkerjaan beton. Menurut ASTM C-150,1985, semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolik, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.

Menurut *ASTM C150*, semen Portland dibagi menjadi lima tipe, yaitu :

Tipe I : *Ordinary Portland Cement (OPC)*, semen untuk penggunaan umum, tidak memerlukan persyaratan khusus (panas hidrasi, ketahanan terhadap sulfat, kekuatan awal).

Tipe II : *Moderate Sulphate Cement*, semen untuk beton yang tahan terhadap sulfat sedang dan mempunyai panas hidrasi sedang.

Tipe III : *High Early Strength Cement*, semen untuk beton dengan kekuatan awal tinggi (cepat mengeras).

Tipe IV : *Low Heat of Hydration Cement*, semen untuk beton yang memerlukan panas hidrasi rendah, dengan kekuatan awal rendah.

Tipe V : *High Sulphate Resistance Cement*, semen untuk beton yang tahan terhadap kadar sulfat tinggi.

Selain semen Portland di atas, juga terdapat beberapa jenis semen lain :

1. *Blended Cement* (Semen Campur)

Semen campur dibuat karena dibutuhkannya sifat-sifat khusus yang tidak dimiliki oleh semen portland. Untuk mendapatkan sifat khusus tersebut diperlukan material lain sebagai pencampur. Jenis semen campur :

- a) *Portland Pozzolan Cement* (PPC)
- b) *Portland Blast Furnace Slag Cement*
- c) *Semen Mosonry*
- d) *Portland Composite Cement* (PCC)

2. *Water Proofed Cement*

Water proofed cement adalah campuran yang homogen antara semen Portland dengan "*Water proofing agent*", dalam jumlah yang kecil.

3. *White Cement* (Semen Putih) Semen putih dibuat untuk tujuan dekoratif, bukan untuk tujuan konstruktif.

4. *High Alumina Cement*

High alumina cement dapat menghasilkan beton dengan kecepatan pengerasan yang cepat dan tahan terhadap serangan sulfat, asam akan tetapi tidak tahan terhadap serangan alkali.

5. Semen Anti Bakteri

Semen anti bakteri adalah campuran yang homogen antara semen Portland dengan "*anti bacterial agent*" seperti *germicide*.

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik disektor konstruksi sipil. Semen yang digunakan

untuk pekerjaan beton harus disesuaikan dengan rencana kekuatan dan spesifikasi teknik yang diberikan. Semen portland dibuat dari serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium dan aluminium silikat. Penambahan air pada mineral ini menghasilkan suatu pasta yang jika mengering akan mempunyai kekuatan seperti batu. Berat jenis yang dihasilkan berkisar antara 3.12 dan 3.16 dan berat volume sekitar 1500 kg/cm³. Bahan utama pembentuk semen portland adalah kapur (CaO), silica (SiO₃), alumina (Al₂O₃), sedikit magnesia (MgO), dan terkadang sedikit alkali. Untuk dapat mengontrol komposisinya, terkadang ditambah oksida besi, sedangkan gypsum (CaSO₄.2H₂O) ditambahkan untuk mengatur waktu ikat semen.

Semen portland komposit merupakan bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak semen portland dan gipsum dengan satu atau lebih bahan anorganik. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (*blast furnace slag*), *pozolan*, senyawa silikat, batu kapur, dengan kadar total bahan anorganik 6-35% dari massa semen portland komposit. Semen portland komposit dikategorikan sebagai semen ramah lingkungan dan digunakan untuk hampir semua jenis konstruksi.

Keunggulan dari PCC (*Portland Composite Cement*) yaitu lebih mudah dikerjakan, suhu beton lebih rendah sehingga tidak mudah retak, permukaan acian dan beton lebih halus, lebih kedap air, mempunyai kekuatan yang lebih tinggi dibanding OPC (*Ordinary Portland Cement*). Hasil pengujian kimia dan pengujian fisika dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Spesifikasi Semen Portland Komposit (PCC)

JENIS PENGUJIAN	SATUAN	SNI 15-7064 - 2004	SEMEN TONASA (PCC)
Pengujian Kimia			
SO ₃		Max 4,0	2,16
MgO		Max 6,0	0,97
Hilang Pijar		Max 5,0	1,98
Pengujian Fisika			
Kehalusan			
- Dengan alat <i>Belaine</i>	<i>m²/Kg</i>	Min 280	365
- Sisa diatas ayakan 0,045 mm	%	-	9,0
Waktu Pengikatan (<i>Alat Vicast</i>)			
- Setting awal	<i>Menit</i>	Min 45	120
- Setting akhir	<i>Menit</i>	Max 375	300
Kekekalan dengan <i>Autoclave</i>			
- Pemuaian	%	Max 0,8	-
- Penyusutan	%	Max 0,2	0,02
Kuat Tekan			
- 3 Hari	<i>Kg/cm²</i>	Min 125	185
- 7 Hari	<i>Kg/cm²</i>	Min 200	263
- 28 Hari	<i>Kg/cm²</i>	Min 200	410
Panas hidrasi		Max 12	2,75
- 7 Hari	<i>Cal/gr</i>	-	6,00
- 28 Hari	<i>Cal/gr</i>	-	72,21
Kandungan udara mortar	%	Max 12	5,25

(Sumber: PT. Semen Tonasa)

Tabel 2.3 Hasil Pengujian Semen PCC Type 1

JENIS PENGUJIAN	SPESIFIKASI	HASIL PENGUJIAN
Konsistensi	-	24 %
Berat Jenis	-	3,12 %
Waktu Ikatan Awal	Min. 45 menit	104,71 menit
Waktu Ikatan Akhir	Maks. 375 menit	165 menit
Kehalusan semen	-	4,5 %
Kuat Tekan (28 Hari)	Min. 250 Kg/cm ²	292,2 Kg/cm ²

Sumber : Penelitian Terdahulu (Retno Wulandari,2004)

2.2.2 Agregat

Agregat adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar (aduk) dan beton. Gregat aduk beton juga dapat

didefinisikan sebagai bahan yang dipakai sebagai pengisi atau pengkurus, dipakai bersama dengan bahan perekat, dan membentuk suatu massa yang keras, padat bersatu, yang disebut adukan beton. Fungsi agregat dalam beton mengisi sebagian besar volume beton yaitu antara 50% sampai 80%, sehingga sifat – sifat dan mutu agregat sangat berpengaruh terhadap sifat – sifat dan mutu beton (Wuryati dan Candra, 2001)

a. Agregat halus

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm (SNI 02-2834-2000). Agregat halus dapat berupa pasir alam, pasir olahan atau gabungan dari kedua pasir tersebut. Spesifikasi karakteristik agregat halus (pasir) dapat dilihat pada tabel 2.4

Tabel 2.4 Spesifikasi karakteristik agregat halus (pasir)

JENIS PENGUJIAN	SPEKIFIKASI	SNI
Analisa Saringan	Daerah 1 - 4	SNI 3423 - 2008
Berat Jenis	1,6 % – 3,2 %	SNI 1969 – 2008
Penyerapan	0,2 % – 2 %	SNI 1969 – 2008
Berat Isi	1,4 – 1,9 gr/cm ³	SNI 1973 – 2008
Kadar Air	3 % - 5 %	SNI 1971 – 2011
Kadar lumpur	≤ 5 %	SNI 03 – 4142 - 1996

Sumber : SNI (Standar Nasional Indonesia)

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir sebesar 5mm.

b. Agregat kasar

Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan

mempunyai ukuran butir antara 5 mm – 40 mm (SNI 03-2834-2000). Agregat kasar diperoleh dari alam dan juga dari proses memecah batu alam. Agregat alami dapat diklasifikasikan ke dalam sejarah terbentuknya peristiwa geologi, yaitu agregat beku, agregat sediment dan agregat metamorf, yang kemudian dibagi menjadi kelompok – kelompok yang lebih kecil. Agregat pecahan diperoleh dengan memecah batu menjadi berukuran butiran yang diinginkan dengan cara meledakan, memecah, menyaring, dan seterusnya.

Sfesisifikasi karakteristik agregat kasar (batu pecah) dapat dilihat pada tabel 2.5 dan 2.6

Tabel 2.5. Tabel Sfesisifikasi Karakteristik Agregat Kasar (Batu Pecah)

JENIS PENGUJIAN	SPESIFIKASI	SNI
Analisa Saringan	Daerah 1 -4	SNI 3423 - 2008
Berat Jenis	1,6 % – 3,2 %	SNI 1969 – 2008
Penyerapan	0,2 % – 4,6 %	SNI 1969 – 2008
Berat Isi	1,4 – 1,9 gr/cm ³	SNI 1973 – 2008
Kadar Air	0,5 % - 2 %	SNI 1971 – 2011
Kadar lumpur	≤ 1 %	SNI 03 – 4142 - 1996

Sumber : SNI (Standar Nasional Indonesia)

Tabel 2.6 Persyaratan Gradasi Batu Pecah

UKURAN SARINGAN (mm)	PRESENTASE LOLOS		
	37.5 – 4.75	19.0 – 4.75	12.5 – 4.75
38.1	90 -100	100	-
19	30 – 70	90 - 100	100
9.5	10 - 35	25 - 55	40 - 70
4.75	0 - 5	0 - 10	0 - 15

Sumber : SNI (Standar Nasional Indonesia)

Fungsi agregat kasar pada beton adalah sebagai kekuatan pada beton. Faktor yang mempengaruhi kekuatan agregat pada beton yaitu kekerasan

agregat, kekasaran permukaan agregat dan gradasi agregat. Pada agregat dengan permukaan kasar akan terjadi ikatan yang baik antara pasta semen dengan agregat tersebut.

2.2.3 Air

Air adalah bahan dasar pembuatan beton. Berfungsi untuk membuat semen bereaksi dan sebagai bahan pelumas antara butir-butir agregat. Pada umumnya air minum dapat dipakai untuk campuran beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula atau bahan kimia lainnya, bila dipakai untuk campuran beton akan sangat menurunkan kekuatannya dan dapat juga mengubah sifat-sifat semen. Selain itu air yang demikian dapat mengurangi afinitas antara agregat dengan pasta semen dan mungkin pula mempengaruhi kemudahan pengerjaan. (*Nawy 1998 : 12*). Air yang diperlukan dipengaruhi faktor-faktor di bawah ini :

1. Ukuran agregat maksimum : diameter membesar, maka kebutuhan air menurun.
2. Bentuk butir : bentuk bulat, maka kebutuhan air menurun (batu pecah perlu banyak air).
3. Gradasi agregat : gradasi baik, maka kebutuhan air menurun untuk kelecakan yang sama.
4. Kotoran dalam agregat : makin banyak silt, tanah liat dan lumpur, maka kebutuhan air meningkat.
5. Jumlah agregat halus (dibandingkan agregat kasar) : agregat halus lebih sedikit, maka kebutuhan air menurun. (*Paul Nugraha 2007:74*).

2.3 Material Tambahan

2.3.1 Trass

Tras merupakan bahan galian golongan bahan galian C atau industri (PP No. 27/1980 tentang Penggolongan Bahan Galian). Bahan galian trass yang terdapat di alam umumnya berasal dari batuan piroklastik dengan komposisi andesitis yang telah mengalami pelapukan secara intensif sampai dengan derajat tertentu. Tras sendiri adalah batuan gunung api yang telah mengalami perubahan komposisi kimia yang disebabkan oleh pelapukan dan pengaruh kondisi air bawah tanah. Bahan galian ini berwarna putih kekuningan hingga putih kecoklatan, kompak dan padu.

Proses pelapukan berlangsung pada tras disebabkan oleh adanya air yang mengakibatkan terjadinya pelolosan (leaching) pada sebahagian besar komponen basa seperti : CaO , MgO dan NaO yang dikandung oleh mineral-mineral batuan asal. Komponen CaO yang mengalami proses paling awal kemudian disusul dengan komponen berikutnya sesuai dengan mineral pembentuk batuan dalam reaksi seri Bowen. Dengan terjadinya proses pelolosan tersebut, maka akan tertinggal komponen-komponen SiO_2 , Al_2O_3 yang aktif yaitu yang akan menentukan mutu dari endapan trass yang terjadi pada masa berikutnya. Jumlah komponen-komponen aktif ini sebanding atau sesuai dengan derajat pelapukan dari batuan asal disamping faktor waktu turut berperan pada tingkat proses pelapukan yang terjadi secara terus menerus sepanjang waktu.

Tras disebut pula sebagai pozolan, merupakan bahan yang mengandung senyawa silica dan Alumina dimana bahan pozzolan itu sendiri

tidak mempunyai sifat seperti semen, akan tetapi dengan bentuknya yang halus dan dengan adanya air, maka senyawa-senyawa tersebut akan bereaksi secara kimiawi dengan Kalsium hidroksida (senyawa hasil reaksi antara semen dan air) pada suhu kamar membentuk senyawa Kalsium Aluminat hidrat yang mempunyai sifat seperti semen. Nama pozzolan diambil dari nama desa Puzzouli de Napel, Italia dimana bahan tersebut ditemukan.

Bahan Pozzolan terbagi 2 yaitu :

1. Pozzolan Alam (Natural) : Tufa, abu vulkanis dan tanah Diatomae. Di Indonesia Pozzolan alam dikenal dengan nama **TRASS**.
2. Pozzolan Buatan (sintetis) : yang termasuk dalam jenis ini adalah hasil pembakaran tanah liat dan hasil pembakaran batu bara (**Fly Ash**)

Trass (alam) pada umumnya terbentuk dari batuan vulkanik yang banyak mengandung feldspar dan silica, antara lain breksi andesit, granit, rhyolit, yang telah mengalami pelapukan lanjut. Akibat proses pelapukan feldspar akan berubah menjadi mineral lempung/ kaolin dan senyawa silika amorf. Makin lanjut tingkat kelapukannya makin bagus kualitas tras tersebut.

Sebagai bahan bangunan Tras mempunyai sifat – sifat yang khas, sifat tras yang terpenting adalah apabila di campur dengan kapur padam (kapur tohor) dan air akan mempunyai sifat seperti semen. Sifat ini disebabkan oleh Oksida silica (SiO_2) yang amorf dan oksida alumunia (Al_2O_3) di dalam tras yang menjadikannya bersifat asam.

2.3.2 Semen Grouting

Semen grouting yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen sika grout. Semen sika grout adalah semen grouting yang mempunyai karakteristik tidak menyusut, khusus dikembangkan untuk struktur lingkungan kelautan dan perbaikan beton.

Jenis semen sika grout yang digunakan dalam penelitian ini adalah Sika Concrete Refair Mortar. Sika concrete refair mortar berfungsi sebagai komponen semen grouting untuk memperbaiki beton yang keropos dan juga untuk pengisi celah atau lubang – lubang seperti pada kolom baja, angkur baut dan sebagainya. Adapun keunggulannya adalah siap pakai dan mudah diaplikasikan, tidak susut, mudah mengalir, kekentalan bisa di atur sesuai konsumsi air dan kekuatan mekanis tinggi.

2.4 Pengujian Karakteristik Agregat

Pengujian karakteristik agregat meliputi :

2.4.1 Kadar air

Kadar air merupakan perbandingan anatar berat air yang terkandung dalam agregat dengan berat agregat dalam keadaan kering yang dinyatakan dengan persen (%). Berat air yang terkandung dalam agregat besar sekali pengaruhnya pada pekerjaan yang menggunakan agregat terutama beton. Dengan diketahuinya kadar air yang terkandung dalam agregat, maka perencanaan mix design menjadi lebih akurat karena adanya faktor koreksi kadar air campuran beton pada saat akan dilakukan pengecoran di lapangan.

Adapun rumus kadar air ditunjukkan pada persamaan 1 berikut :

$$W = \frac{W_1 - W_2}{W_2} - 100 \% \quad (1)$$

Dengan :

W : Kadar air (%)

W_1 : Berat agregat sebelum dioven (gr)

W_2 : Berat agregat setelah dioven (gr)

2.4.2 Kadar Lumpur

Agregat yang cocok untuk menghasilkan beton dengan mutu tinggi adalah harus bebas dari lempung, lanau dan bahan organik yang akan mengurangi kekuatannya. Adapun rumus kadar lumpur ditunjukkan pada persamaan 2 berikut :

$$W = \frac{(W_1 - W_2)}{W_1} - 100 \% \quad (2)$$

Dengan :

W : Kadar Lumpur (%)

W_1 : Berat agregat sebelum dicuci (gr)

W_2 : Berat agregat setelah dicuci (gr)

2.4.3. Berat Isi

Berat isi agregat adalah perbandingan antara berat dengan volume yang ditempatinya. Menentukan berat isi agregat dapat dilakukan dalam keadaan lepas dan keadaan padat. Adapun rumus berat volume ditunjukkan pada persamaan 3 berikut :

$$\text{Berat volume agregat} = \frac{W}{V} \quad (3)$$

Dengan :

W : Berat benda uji (kg)

V : Volume wadah (liter, cm^3)

2.4.5 Berat Jenis dan penyerapan untuk agregat kasar

- a. Berat jenis kering adalah perbandingan antara berat kering dan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu. Adapun rumus berat jenis kering ditunjukkan pada

persamaan 4 berikut :

$$\text{Berat jenis kering} = \frac{c}{A-B} \quad (4)$$

Dengan :

A : Berat benda uji kondisi SSD (gr)

B : Berat benda uji kondisi SSD di air (gr)

C : Berat benda uji kering oven (gr)

- b. Berat jenis permukaan (kering SSD) yaitu perbandingan antara berat kering permukaan jenuh dengan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu. Adapun rumus berat jenis permukaan ditunjukkan pada persamaan 5 berikut :

$$\text{Berat jenis kering} = \frac{A}{A-B} \quad (5)$$

Dengan :

A : Berat benda uji kondisi SSD (gr)

B : Berat benda uji kondisi SSD di air (gr)

- c. Berat jenis semu adalah perbandingan antara berat agregat kering oven dengan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam

keadaan jenuh pada suhu tertentu. Adapun rumus berat jenis semu ditunjukkan pada persamaan 6 berikut :

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{C}{C-B} \quad (6)$$

Dengan :

B : Berat benda uji kondisi SSD (gr)

C : Berat benda uji kering oven(gr)

- d. Penyerapan adalah presentase yang menyatakan kebutuhan air yang akan diserap oleh agregat sehingga jenuh permukaan kering (JPK). Adapun rumus penyerapan ditunjukkan pada persamaan 7 berikut :

$$\text{Penyerapan} = \frac{A-C}{C} \times 100 \% \quad (7)$$

Dengan :

A : Berat benda uji kondisi SSD (gr)

C : Berat benda uji kering oven(gr)

2.5.5 Analisa Saringan

Analisa saringan agregat adalah salah satu analisa untuk mengetahui distribusi ukuran agregat kasar dengan menggunakan ukuran saringan standar tertentu yang ditunjukkan dengan lubang saringan (mm) dan untuk menilai apakah agregat kasar yang akan digunakan cocok untuk produksi beton. Selain itu juga mendapatkan presentasi agregat kasar dalam campuran. Adapun modulus kehalusan yang diisyaratkan untuk agregat kasar yaitu 5.5 – 8.5. Adapun rumus modulus kehalusan ditunjukkan pada persamaan 8 berikut :

$$F_{kasar} = \frac{\Sigma \% \text{komulatif tertahan saringan no 100 s / d saringanmaks}}{100} \quad (8)$$

2.5 Uji Slump

Uji slump adalah suatu uji empiris/metode yang digunakan untuk menentukan konsistensi/kekakuan (dapat dikerjakan atau tidak) dari campuran beton segar (*fresh concrete*) untuk menentukan tingkat workabilitynya. Kekakuan dalam suatu campuran beton menunjukkan berapa banyak air yang digunakan. Untuk itu uji slump menunjukkan apakah campuran beton kekurangan, kelebihan, atau cukup air.

Dalam suatu adukan / campuran beton, kadar air sangat diperhatikan karena menentukan tingkat workabilitynya atau tidak. Campuran beton yang terlalu cair akan menyebabkan mutu beton rendah, dan lama mengering. Sedangkan campuran beton yang terlalu kering menyebabkan adukan tidak merata dan sulit untuk dicetak.

2.6 Uji Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beto merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Walaupun dalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton tersebut. Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan melalui pemeriksaan menggunakan alat uji kuat tekan dan benda uji (kubus atau silinder) pada umur 28 hari.

Kuat tekan beton adalah besarnya beban maksimum persatuan luas atau parameter yang menunjukkan besarnya beban yang dapat ditahan persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin kuat tekan, kuat

tekan beton merupakan gambaran dari mutu beton yang berkaitan dengan struktur beton. Kuat tekan beton merupakan parameter terpenting adalah lebih tahan terhadap tekan daripada tarik (Tjokrodimuljo, K.,1996). Kuat tekan beton merupakan salah satu sifat penting untuk menentukan mutu beton, sedangkan kualitas beton itu sendiri yang ditentukan oleh perbandingan semen, agregat halus, agregat kasar, air dan berbagai jenis bahan tambahan.

Beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan tekan beton yaitu proporsi bahan – bahan penyusunannya, metode perancangan, perawatan dan keadaan saat pengecoran dilaksanakan.

Pembuatan benda uji untuk kuat tekan adalah dengan cara memasukkan beton yang masih segar (fresh concrete) secara tiga lapis kedalam cetakan. Setiap lapis dipadatkan dengan cara menusuk – nusuknya dengan sebatang besi tumpul berdiameter 1 cm kemudian ditumbuk sebanyak 25 kali tiap lapisnya. Berdasarkan ASTM C39/C39M-01 pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari. Benda uji dirawat dengan cara merendam dalam air. Sebelum dilakukan pengujian, benda uji dikeluarkan dari bak perendam dan dianginkan selama kurang lebih dua hari agar kering. Pengujian dilakukan dengan memberikan gaya tekan pada beton sampai benda uji pecah. Benda uji diratakan pada sisi atas (capping) agar beban yang terjadi benar – benar beban merata dan tidak terkonsentrasi.

Pengujian kuat tekan benda uji silinder 15 x 30 cm menggunakan alat Compression Testing Machine kapasitas 1500 Kn.

Rumus – rumus yang digunakan untuk menghitung kekuatan tekan beton adalah :

$$f'c = \frac{P}{A} \text{ (Mpa)} \quad (9)$$

Kekuatan tekan adalah beton rata – rata dihitung berdasarkan rumus berikut :

$$f'_{cr} = \frac{\sum f'c}{N} \text{ (Mpa)} \quad (10)$$

Sedangkan kekuatan tekan hancur karakteristik beton sesuai dengan peraturan SNI 2847 : 2013 dengan $f'c \leq 35$ Mpa dapat dihitung dengan rumus :

$$f'_{cr} = f'c - 1.34 S_r \quad (11)$$

$$f'_{cr} = f'c - 2.33 \cdot S_r + 3.5 \quad (12)$$

Untuk $f'c \geq 35$ Mpa dapat dihitung dengan rumus

$$f'_{cr} = f'c + 1.34 S_r \quad (13)$$

$$f'_{cr} = 0.90 f'c + 2.33 \cdot S_r \quad (14)$$

Gunakan nilai $f'c$ yang terbesar

Setelah mendapatkan nilai $f'c$ yang terbesar maka $f'c$ di bagi jumlah faktor modifikasi untuk deviasi standard benda uji.

2.7. Deviasi Standar

Bila fasilitas produksi beton mempunyai catatan benda uji kekuatan tidak lebih dari 24 bulan lamanya, deviasi standard contoh uji S_r harus didapatkan. Catatan uji dari mana S_r di hitungan.

- a. Harus mewakili material, prosedur kualitas dan kondisi yang serupa dengan yang diharapkan, dan perubahan – perubahan pada material ataupun proporsi campuran dalam data pengujian tidak perlu dibuat lebih ketat dari yang digunakan pada pekerjaan yang akan dilakukan.
- b. Harus mewakili beton yang dibuat untuk memenuhi kekuatan yang diisyaratkan atau kekuatan tekan $f'c$ pada misaran 7 Mpa.
- c. Harus terdiri dari sekurang - kurangnya 30 hasil pengujian secara berurutan atau dua kelompok pengujian berurutan yang jumlahnya sekurang – kurangnya 30 hasil pengujian.

Jika fasilitas produksi beton tidak mempunyai catatan hasil uji kekuatan yang memenuhi persyaratan, tetapi mempunyai catatan uji tidak lebih dari 24 bulan lamanya berdasarkan pada pengujian sebanyak 15 sampai 29 hasil pengujian secara berurutan, maka deviasi standard S_r di tentukan sebagai hasil perkalian antara nilai deviasi standard benda uji yang dihitung dan faktor modifikasi dari tabel 2.7 faktor modifikasi untuk deviasi standard benda uji jika jumlah pengujian kurang dari 30 sampel dan faktor modifikasi untuk deviasi standar benda uji jika jumlah pengujian kurang dari 30 sampel.

Tabel 2.7 Faktor Modifikasi Untuk Deviasi Standard Benda Uji

Jumlah Pengujian	Faktor Modifikasi untuk Deviasi Standar Benda Uji
Kurang dari 15	Gunakan Tabel 2.5
15	1.16

Jumlah Pengujian	Faktor Modifikasi untuk Deviasi Standar Benda Uji
20	1.08
25	1.03
30 atau lebih	1.00
Interpolasi untuk jumlah pengujian yang berada di antara nilai – nilai di atas	

Bila fasilitas produksi beton tidak mempunyai catatan hasil uji kekuatan lapangan untuk perhitungan S_r yang memenuhi ketentuan, maka kekuatan rata – rata perlu f'_{cr} harus di tetapkan dari tabel 2.5 kekuatan tekan rata – rata perlu jika data tidak tersedia untuk menetapkan deviasi standar benda uji

Tabel 2.8 Kekuatan tekan rata – rata perlu jika data tidak tersedia untuk menetapkan deviasi standar benda uji.

Tabel 2.8 Kekuatan tekan rata – rata

Kekuatan tekan diisyaratkan , Mpa	Kekuatan tekan rata rata perlu, Mpa
$f'_c < 21$	$f'_{cr} = f'_c + 7.0$
$21 \leq f'_c \leq 35$	$f'_{cr} = f'_c + 8.3$
$f'_c > 35$	$f'_{cr} = 1.10 f'_c + 5.0$

Standar deviasi dapat dihitung dengan rumus :

$$S_r = \sqrt{\frac{\sum (f'_c - f'_{cr})^2}{n-1}}$$

Dengan :

f'_{cr} : Kekuatan tekan rata – rata beton (Kg/cm^2)

n : Jumlah benda uji

f'_c : Kekuatan tekan karakteristik (Kg/cm^2)

P : Beban yang bekerja (kg)

A : Luas penampang benda uji cm^2

S_r : Nilai Standart deviasi (Kg/cm^2)

2.8. Penelitian Terdahulu

1. ***Pemanfaatan Tras dari Samigaluh Kulon Progo Sebagai Bahan***

Pozolan Untuk Campuran Mortar; oleh Ari Dwi Hariyanto; Iman

Satyarno;Widiasmoro;Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada

Penelitian ini menguraikan singkat penggunaan tras sebagai bahan untuk campuran mortar. Percobaan pertama adalah mengidentifikasi

karakteristik material mortar. kemudian dibuat campuran dalam 4 rasio variasi campuran kapur-kapur (1: 4, 2: 3, 3: 2 dan 4: 1). Rasio

campuran dengan penamabahn tras yang menghasilkan mortar kuat tekan tertinggi digunakan sebagai subtitusi semen. rasio mortar

campuran semen dan pasir adalah 1: 4 variasi penambahan tras adalah 1: 0,1: 4,2: 3,3: 2,4: 1, dan 0: 1

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rasio campuran penambahan tras 2: 3 memiliki kekuatan kompresi tertinggi.

2. ***Pengaruh Penggunaan Tras dan Air Laut Terhadap Kuat Tekan***

Beton; oleh Lambertud Pehan Koten; Jurusan Teknik Sipil Fakultas

Teknik Universitas Bosowa Makassar.

Penelitian ini menguraikan singkat tentang penggunaan tras sebagai substitusi semen dengan menggunakan perendaman air laut. Presentase penambahan tras yakni 5 %, 10 %, 15 %. Dari hasil pengujian kuat tekan beton semakin tinggi presentase penambahan tras maka kuat tekan beton semakin rendah.

3. Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Sika Concrete Refair Mortar Sebagai Pengganti Semen Pada Campuran Beton K300;
Oleh Asrullah ; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palembang.

Penelitian ini menguraikan singkat tentang penggunaan semen sika Concrete refair mortar sebagai pengganti semen. Kuat tekan beton K 300 maksimal didapat dari penamabahan semen sika sebanyak 5 % dengan nilai kuat tekan $311,89 \text{ kg/cm}^2$. Kuat tekan beton K 300 terkecil adalah dengan penambahan semen sika sebanyak 20 % dengan nilai kuat tekan 193.46 kg/cm^2 .

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian pada tugas akhir ini adalah penelitian kuantitatif.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan dan Struktur Beton, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa selama 5 bulan yang dimulai pada bulan Januari sampai Mei 2020

3.3 Data dan Sumber Data

1. Data primer

Data primer dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh langsung dari pengujian di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar.

2. Data sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini adalah jurnal – jurnal penelitian terdahulu yang berkaitan dengan judul skripsi.

3.4 Variabel Penelitian

1. Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu agregat kasar, dan halus
2. Variable bebas dalm penelitian ini yaitu semen trass dan semen grouting.

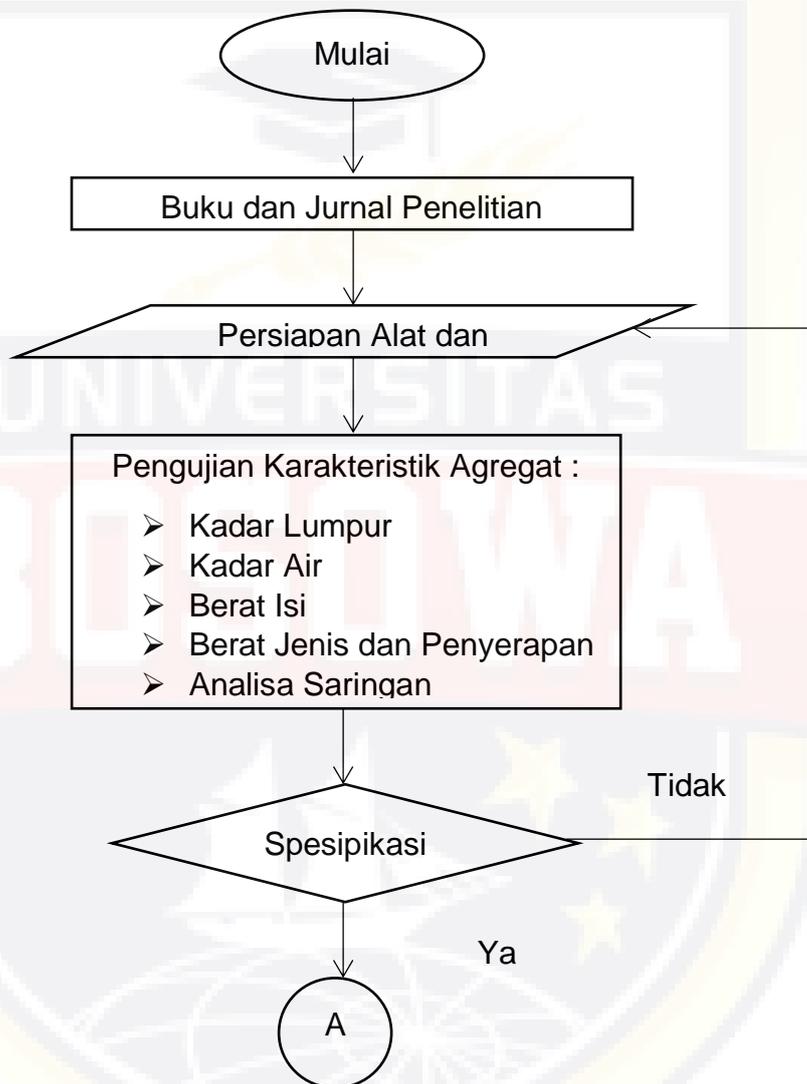
3.5 Tahapan Penelitian

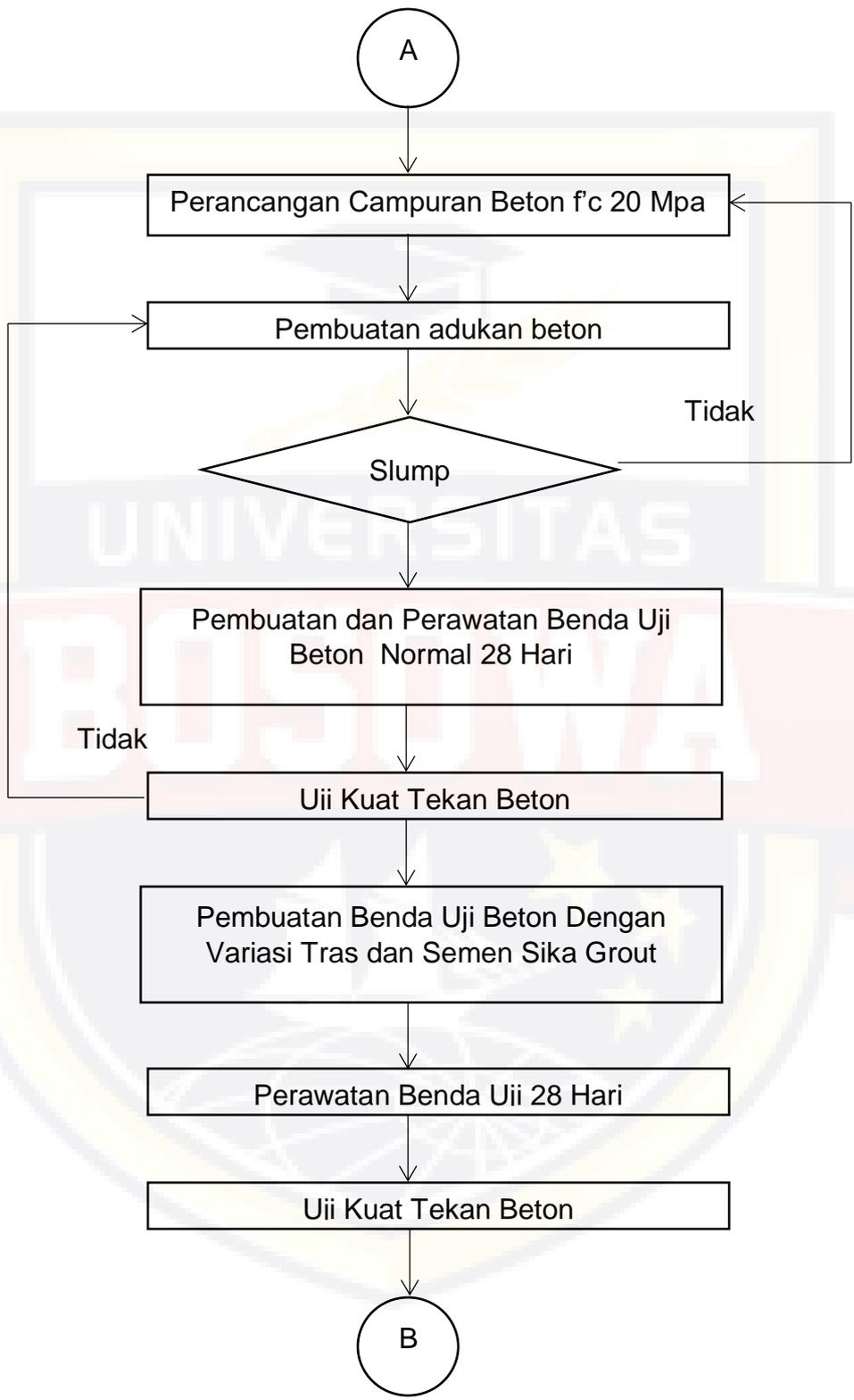
1. Kajian Pustaka
2. Persiapan alat dan bahan material
 - a. Agregat Kasar (Batu pecah 1-2)

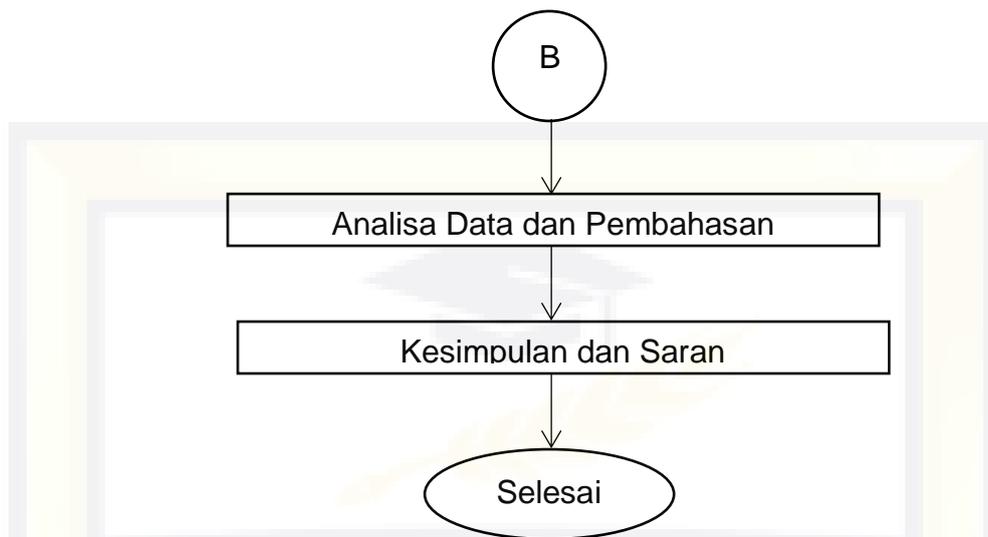
- b. Agregat Halus (Pasir)
 - c. Semen
 - d. Trass
 - e. Semen Grouting
3. Pengujian Material :
- a. Analisa saringan (*SNI 3423 – 2008*)
 - b. Berat Jenis (*SNI 1969 – 2008*)
 - c. Berat Isi (*SNI 1973 - 2008*)
 - d. Kadar Air (*SNI 1971 – 2011*)
 - e. Kadar Lumpur (*SNI 03 – 4142 – 1996*)
4. Pembuatan Benda Uji /*Mix Design* (*SNI 2847 -2013*)
- a. Beton Normal
5. Pengujian Slump Beton (*SNI 1972 – 2008*)
6. Perawatan beton (Perendaman) selama 28 hari
7. Pengujian Kuat Tekan Beton $F'c$ 20 MPa (*SNI 1974 – 2011*)
8. Pembuatan Benda Uji /*Mix Design* (*SNI 2847 -2013*)
- a. Beton Variasi
9. Pengujian Slump Beton (*SNI 1972 – 2008*)
10. Perawatan beton (Perendaman) selama 28 hari
11. Pengujian Kuat Tekan Beton $F'c$ 20 MPa (*SNI 1974 – 2011*)

3.6 Bagan Alir Penelitian

Adapun Alur penelitian ini secara garis besar dapat dilihat pada diagram alir berikut ini.







Gambar 3.1. Diagram alir penelitian

3.7 Notasi dan Jumlah Sampel

Tabel 3.1 Notasi Sampel

NO	VARIASI	AIR (%)	SEMEN (%)	TRASS (%)	SEMEN GROUTING (%)	PASIR (%)	BP 1-2 (%)	NOTASI	JUMLAH
1	Beton Kontrol	0.0329	0.0603	-	-	0.1142	0.1645	BK	20
2	Beton Trass + Semen Grouting	0.0329	0.05431	0.00603	0	0.1142	0.1645	BTS 10 - 0	3
3	Beton Trass + Semen Grouting	0.0329	0.05129	0.00603	0.00302	0.1142	0.1645	BTS 10 - 5	3
4	Beton Trass + Semen Grouting	0.0329	0.04828	0.00603	0.00603	0.1142	0.1645	BTS 10 - 10	3
5	Beton Trass + Semen Grouting	0.0329	0.05431	0	0.00603	0.1142	0.1645	BTS 0 - 10	3
6	Beton Trass + Semen Grouting	0.0329	0.05129	0.00302	0.00603	0.1142	0.1645	BTS 5 - 10	3
7	Beton Trass + Semen Grouting	0.0329	0.04828	0.00603	0.00603	0.1142	0.1645	BTS 10 - 10	3

3.8 Metode Analisis

3.8.1 Analisis Spesifikasi Karakteristik Agregat

1. Agregat Kasar

JENIS PENGUJIAN	SPESIFIKASI	SNI
Analisa Saringan	Daerah 1 -4	SNI 3423 - 2008
Berat Jenis	1,6 % – 3,2 %	SNI 1969 – 2008
Penyerapan	0,2 % – 4,6 %	SNI 1969 – 2008
Berat Isi	1,4 – 1,9 gr/cm ³	SNI 1973 – 2008

JENIS PENGUJIAN	SPESIFIKASI	SNI
Kadar Air	0,5 % - 2 %	SNI 1971 – 2011
Kadar lumpur	≤ 1 %	SNI 03 – 4142 - 1996

2. Agregat Halus

JENIS PENGUJIAN	SPESIFIKASI	SNI
Analisa Saringan	Daerah 1 - 4	SNI 3423 - 2008
Berat Jenis	1,6 % – 3,2 %	SNI 1969 – 2008
Penyerapan	0,2 % – 2 %	SNI 1969 – 2008
Berat Isi	1,4 – 1,9 gr/cm ³	SNI 1973 – 2008
Kadar Air	3 % - 5 %	SNI 1971 – 2011
Kadar lumpur	≤ 5 %	SNI 03 – 4142 - 1996

3.8.2 Pengaruh trass dan semen grouting sebagai substitusi semen terhadap kuat tekan beton

Analisis pengaruh kuat tekan beton dengan menggunakan trass dan semen grouting.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian

4.1.1 Karakteristik Agregat

Pengujian karakteristik agregat didasarkan pada SNI. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan 4.2

Tabel. 4.1 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Halus

NO	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	HASIL PENGAMATAN	KETERANGAN
1	Kadar Lumpur	Maks 5 %	2.67%	Memenuhi
2	Kadar Air	3 % - 5 %	3.07%	Memenuhi
3	Berat Isi :	1.6-1.9 gr/cm ³		
	- Lepas		1.3 gr/cm ³	Memenuhi
	- Padat		1.5 gr/cm ³	Memenuhi
4	Absropsi	Maks 2 %	0.78%	Memenuhi
5	Berat Jensi Spesifik			
	- Bj. Curah	1.6 - 3.3%	2.3 %	Memenuhi
	- Bj. SSD	1.6 - 3.3%	2.3 %	Memenuhi
	- Bj. Semu	1.6 - 3.3%	2.4 %	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengujian

Tabel. 4.2 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Kasar

NO	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	HASIL PENGAMATAN	KETERANGAN
1	Kadar Lumpur	Maks 1 %	0.82 %	Memenuhi
2	Kadar Air	0.2 % - 5 %	0.9%	Memenuhi
3	Berat Isi :	1.4-1.9 gr/cm ³		
	- Lepas		1.5 gr/cm ³	Memenuhi

NO	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	HASIL PENGAMATAN	KETERANGAN
	- Padat		1.6 gr/cm ³	Memenuhi
4	Absropsi	Maks 4 %	2.68 %	Memenuhi
5	Berat Jensi Spesifik			
	- Bj, Curah	1.6 - 3.3%	2.6 %	Memenuhi
	- Bj. SSD	1.6 - 3.3%	2.7 %	Memenuhi
	- Bj. Semu	1.6 - 3.3%	2.8 %	Memenuhi

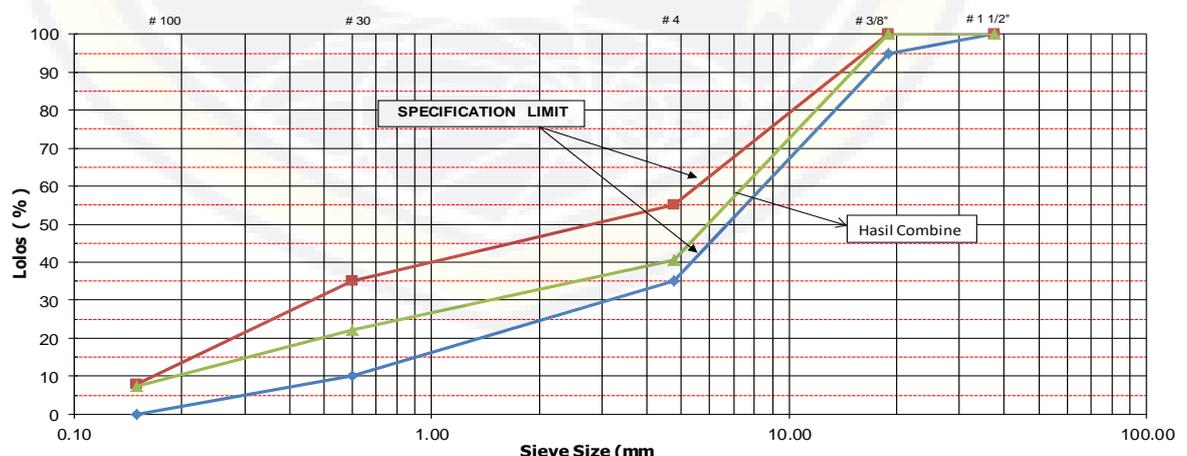
Sumber : Hasil Pengujian

Material yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari agregat alam yaitu agregat halus (pasir) dan agregat kasar (batu pecah ukuran maksimum 20 mm) yang berasal dari Pakkato, Gowa. Berdasarkan pelaksanaan pemeriksaan agregat di Laboratorium Bahan dan Struktur Beton Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar, diperoleh hasil pemeriksaan karakteristik.

4.1.2 Gradasi Gabungan Agregat

Gradasi penggabungan agregat diperoleh berdasarkan pengujian karakteristik agregat yang dapat dilihat pada Gambar 4.1 :

Gambar 4.1 Gambar gradasi penggabungan agregat



Sumber : Hasil Pengujian Analisa Saringan,

Dari kombinasi penggabungan agregat didapatkan komposisi yang akan digunakan dalam pencampuran beton (mix design).

4.1.3 Mix Design

Pada penelitian ini digunakan mix design metode Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 03-2834-2000 untuk komposisi beton normal sedangkan beton variasi dilakukan sesuai variasi yang telah ditentukan.

Tabel 4.3 Komposisi kebutuhan bahan campuran beton normal per 3 slinder

BAHAN BETON	BERAT/M ³ BETON (kg)	VOLUME BENDA UJI	BERAT 3 SAMPEL (kg)
Air	207.05	0.0159	3.29
Semen	379.63	0.0159	6.03
Pasir	718.26	0.0159	11.42
Bp Maks 20	1035.06	0.0159	16.45

Sumber : Hasil Mix Design

Tabel 4.4 Komposisi kebutuhan bahan campuran beton variasi per 3 slinder

NO	BETON VARIASI	SEMEN (KG)	TRASS (KG)	SEMEN GROUTING (KG)	AIR (L)	PASIR (KG)	BP 1-2 (KG)
1	BTS (90%:10%:0%)	5.431	0.603	0	3.29	11.42	16.454
2	BTS (85%:10%:5%)	5.129	0.603	0.302	3.29	11.42	16.454
3	BTS (80%:10%:10%)	4.828	0.603	0.603	3.29	11.42	16.454
4	BTS (90%:0%:10%)	5.431	0	0.603	3.29	11.42	16.454
5	BTS (85%:5%:10%)	5.129	0.302	0.603	3.29	11.42	16.454
6	BTS (80%:10%:10%)	4.828	0.603	0.603	3.29	11.42	16.454

Sumber : Hasil Mix Design

4.1.4 Pengujian Slump Test

Pengukuran slump test dilakukan untuk mengetahui kelecakan (workability) adukan beton. Kelecakan adukan beton merupakan ukuran dari tingkat kemudahan campuran untuk diaduk, diangkut, dituang, dan dipadatkan tanpa menimbulkan pemisahan bahan penyusun beton (segregasi). Tingkat kelecakan ini dipengaruhi oleh komposisi campuran, kondisi fisik dan jenis bahan pencampurnya.

Tabel 4.5 Nilai Slump

NO	NOTASI	NILAI SLUMP (CM)
1	BK	9.15
2	BTS 10 - 0	8
3	BTS 10- 5	8
4	BTS 10 – 10	8
5	BTS 0 – 10	8
6	BTS 5 – 10	8
7	BTS 10 - 10	8

Sumber : Hasil Pengujian

4.1.5 Hasil Kuat Tekan Beton Normal

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal

NO BENDA UJI	DIAMETER	TINGGI	LUAS	UMUR	BEBAN	KEKUATAN TEKAN
	(CM)	(CM)	PENAMPANG (CM ²)	(HARI)	MAKSIMUM (KN)	(N/MM ²)
1	15	30	176.786	28	350	19.8
2	15	30	176.786	28	345	19.5
3	15	30	176.786	28	365	20.6
4	15	30	176.786	28	380	21.5
5	15	30	176.786	28	390	22.1
6	15	30	176.786	28	385	21.8
7	15	30	176.786	28	390	22.1

NO BENDA UJI	DIAMETER	TINGGI	LUAS	UMUR	BEBAN	KEKUATAN TEKAN
	(CM)	(CM)	PENAMPANG	(HARI)	MAKSIMUM	(N/MM2)
8	15	30	176.786	28	385	21.8
9	15	30	176.786	28	375	21.2
10	15	30	176.786	28	385	21.8
11	15	30	176.786	28	390	22.1
12	15	30	176.786	28	385	21.8
13	15	30	176.786	28	375	21.2
14	15	30	176.786	28	370	20.9
15	15	30	176.786	28	395	22.3
16	15	30	176.786	28	385	21.8
17	15	30	176.786	28	380	21.5
18	15	30	176.786	28	325	18.4
19	15	30	176.786	28	360	20.4
20	15	30	176.786	28	345	19.5
Jumlah						421.98
Kuat Tekan rata - rata (F'cr)						21.10
Standar Deviasi						1.045
Kuat Tekan Karakteristik (F'c)						20.55

Sumber : Hasil Pengujian

Untuk menghitung kekuatan tekan beton rata – rata

$$f'_{cr} = \frac{\sum f'_c}{N} (Mpa) = \frac{421.98}{20} (Mpa) = 21.10 Mpa$$

Untuk menghitung standar deviasi

$$S_r = \frac{\sum (f'_c - f'_{cr})^2}{n-1} = 1.045$$

Untuk menghitung kuat tekan karakteristik

$$f'_{cr} = f'_c - 1.34 S_r$$

$$f'_c = 21.10 - 1.34 (1.045) = 19.70 Mpa$$

Persamaan I

$$f'_{cr} = f'_c - 2.3 (1.045) + 3.5 = 22.20 Mpa$$

Persamaan II

Gunakan nilai terbesar

Faktor modifikasi untuk 20 sampel adalah 1.08

$$f_c = \frac{22.20}{1.08} = 20.55 \text{ Mpa}$$

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari dengan menggunakan silinder berukuran 15 cm x 30 cm sebanyak 20 buah seperti yang tercantum dalam tabel 4.6. Pengujian kuat tekan mengacu pada SNI 2847 2013 (Persyaratan Beton Struktur untuk Bangunan Gedung).

4.1.6 Hasil Kuat Tekan Beton Variasi

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi

SIMBOL	NO BENDA UJI	TRASS %	SEMEN GROUTING %	LUAS PENAMPANG (cm ²)	BEBAN MAKSIMUM (KN)	KEKUATAN TEKAN (Mpa)
BTS 10 - 0	1	10	0	176,786	200	17,38
	2			176,786	195	16,94
	3			176,786	190	16,51
Rata-rata						16,94
BTS 10 - 5	1	10	5	176,786	225	19,55
	2			176,786	190	16,51
	3			176,786	185	16,07
Rata-rata						17,38
BTS 10 - 10	1	10	10	176,786	250	21,72
	2			176,786	180	15,64
	3			176,786	190	16,51
Rata-rata						17,96
BTS 0 - 10	1	0	10	176,786	215	18,68
	2			176,786	250	21,72
	3			176,786	290	25,20
Rata-rata						21,87
BTS 5 - 10	1	5	10	176,786	225	19,55
	2			176,786	310	26,93
	3			176,786	200	17,38
Rata-rata						21,29
BTS 10 - 10	1	10	10	176,786	250	21,72
	2			176,786	180	15,64
	3			176,786	190	16,51
Rata-rata						17,96

Sumber: Hasil Pengujian

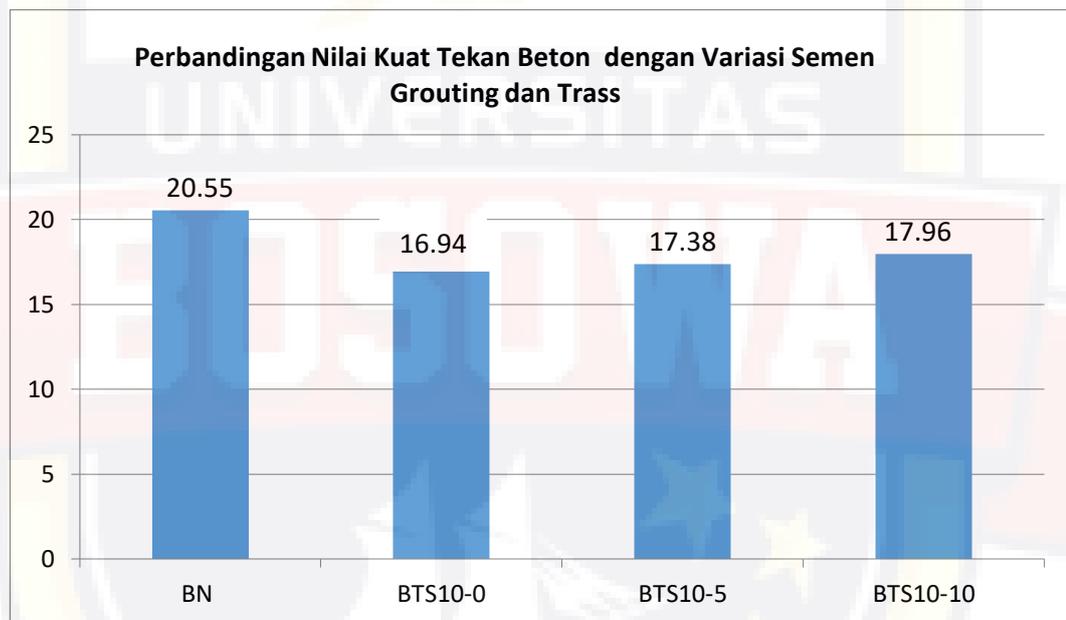
4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengaruh Trass

Pada penelitian ini, trass menjadi material substitusi semen dengan presentase tetap yakni 10 % untuk setiap variasi dengan presentase semen grouting berbeda – beda yakni 0%, 5%, dan 10 %.

Berdasarkan Gambar.4.2 di bawah ini, dapat di gambarkan gambar perbandingan kuat tekan beton normal terhadap substitusi trass dan semen grouting sebagai berikut :

Gambar.4.2 Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal Terhadap Substitusi Semen Grouting Dan Trass



Sumber: Hasil Pengujian

Dari Gambar 4.2 dapat dijelaskan bahwa nilai kuat tekan rata – rata dari substitusi trass dan semen grouting ke dalam semen dengan presentase trass tetap 10 %, dan semen grouting berbeda – beda yakni, 0%, 5%, dan 10% didapatkan berurut – turut 16.94 Mpa, 17.38 Mpa, dan 17.96 Mpa.

Adapun perbandingan presentase kenaikan kuat tekan beton normal dengan beton variasi yakni :

Tabel 4.8 Presentase Kenaikan Kuat Tekan Beton Normal Dengan Beton Variasi

PRESENTASE SELISIH KUAT TEKAN BETON NORMAL DENGAN BETON VARIASI			
No	Notasi	Hasil Kuat Tekan	Selisih (%)
1	BK	20,55	-21,31%
2	BTS 10 - 0	16,94	
3	BK	20,55	-18,24%
4	BTS10 - 5	17,38	
5	BK	20,55	-14,45%
6	BTS 10 - 10	17,96	

Nilai kuat tekan rata – rata untuk benda uji yang menggunakan trass dan semen grouting sebagai substitusi parsial yang paling optimum pada penelitian ini diperoleh pada variasi BTS 10-10.

4.2.2 Pengaruh Semen Grouting

Pada variasi sebelumnya digunakan presentase trass yang tetap yakni 10 % dengan presentase semen grouting berbeda – beda. Pada variasi ke-2 digunakan presentase semen grouting yang tetap yakni 10 % dengan presentase trass yang berbeda – beda yakni 0%, 5% dan 10 %.

Berdasarkan Gambar.4.3 di bawah ini, dapat di gambarkan gambar perbandingan kuat tekan beton normal terhadap penambahan trass dan semen grouting sebagai berikut :

Gambar 4.3 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Trass Dan Semen Grouting



Dari Gambar 4.3, dapat dijelaskan bahwa nilai kuat tekan rata – rata dari substitusi trass dan semen grouting ke dalam semen dengan presentase semen grouting tetap 10 %, dan trass berbeda – beda yakni, 0%, 5%, dan 10% didapatkan berurut – turut 21.87 Mpa, 21.29 Mpa, dan 17.96 Mpa.

Adapun perbandingan presentase kenaikan kuat tekan beton normal dengan beton variasi yakni :

Tabel 4.9 Presentase Kenaikan Kuat Tekan Beton Normal Dengan Beton Variasi

PRESENTASE SELISIH KUAT TEKAN BETON NORMAL DENGAN BETON VARIASI			
1	BK	20,55	+ 6,02%
2	BTS 0 -10	21,87	
3	BK	20,55	+ 3,46%
4	BTS 5 -10	21,29	
5	BK	20,55	- 14,45%
6	BTS 10 -10	17,96	

Nilai kuat tekan rata – rata untuk benda uji yang menggunakan semen grouting dan trass sebagai substitusi parsial yang paling optimum pada penelitian ini diperoleh pada variasi BTS 0-10.

4.2.3 Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal dengan Beton Variasi Trass dan Semen Grouting

Pada penelitian ini, Trass dan semen grouting menjadi material substitusi semen dengan presentase trass 0%, 5%, 10 % dan semen grouting 10 % dari total berat semen. Begitu pula dengan penggunaan semen grouting dengan presentase 0%, 5%, 10% dan trass 10 % dari total berat semen.

Berdasarkan Gambar 4.4 dibawah ini, dapat di gambarkan perbandingan nilai kuat tekan beton normal dengan beton variasi menggunakan trass dan semen grouting sebagai substitusi parsial semen.

Gambar 4.4 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata – rata Beton Variasi dengan menggunakan Trass dan Semen Grouting



Dari Gambar 4.4. dapat dijelaskan bahwa nilai kuat tekan rata – rata dari substitusi Trass ke dalam semen sebesar 0 %, 5%, 10% dan semen grouting 10 % didapatkan berturut – turut 21.87 Mpa, 21.29 Mpa, dan 17.96 Mpa. Untuk nilai kuat tekan rata – rata dari substitusi Semen grouting ke dalam semen sebesar 0%, 5%,10% dan trass 10% didapatkan berturut – turut 16.94 Mpa, 17.38 Mpa, dan 17.96 Mpa. Kadar optimum penggunaan trass dan semen grouting terdapat pada variasi BTS 0 – 10 dengan kuat tekan rata – rata 21.87 Mpa. Semakin tinggi presentase trass yang digunakan maka semakin rendah kuat tekan yang dihasilkan. Karena trass memiliki sifat seminisasi yang rendah.

4.2.4 Workability

Dengan penggunaan trass dan semen grouting, pada penelitian ini workability pada pengerjaan beton variasi umumnya sama dengan workability pada pengerjaan beton normal.

BAB V

Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. Pengaruh penggunaan trass dan semen grouting, dari penggunaan trass pada beton variasi semakin tinggi kadar trass dalam substitusi parsial semen maka akan semakin rendah kuat tekan beton yang dihasilkan. Dengan penggunaan semen grouting, dengan bertambahnya kadar penggunaan semen grouting maka kuat beton yang dihasilkan semakin bertambah.
2. Kadar optimum penggunaan trass dan semen grouting yakni BTS 0 - 10, Dengan kenaikan presentase 6,02 % dari kuat tekan beton rencana yakni 20 Mpa.

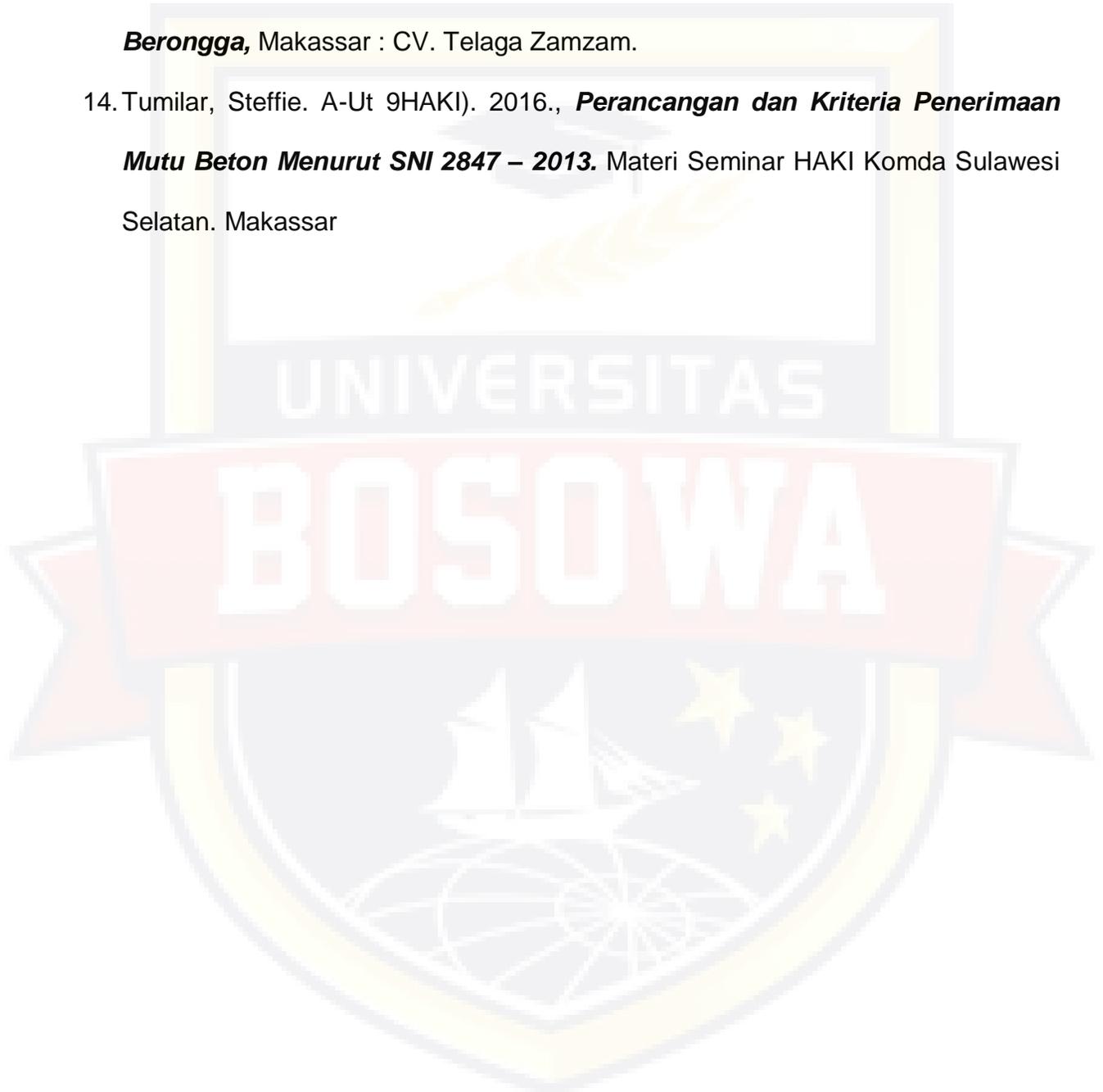
5.2 Saran

1. Dibutuhkannya penelitian lebih lanjut yang meneliti tentang penggunaan trass dan semen grouting. Apabila nilai kuat tekan beton yang ingin dihasilkan sesuai nilai kuat tekan beton normal, substitusi trass dan semen grouting tidak boleh lebih dari semen grouting 10 % dan trass 5 %.

DAFTAR PUSTAKA

1. ASTM C33 – 08, **Standar Specification For Concrete Aggregates**
2. Ari Dwi Hariyanto; Iman Satyarno;Widiasmoro., **Pemanfaatan Tras dari Samigaluh Kulon Progo Sebagai Bahan Pozolan Untuk Campuran Mortar**, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.
3. Asrullah., **Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Sika Concrete Refair Mortar Sebagai Pengganti Semen Pada Campuran Beton K300**, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palembang.
4. Chelmi Ahmad, 20011., **Tinjauan Pemanfaatan Trass sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Beton**, Tugas Akhir, UNISQ, Wonosobo.
5. Kardiyono, Tjokrodimuljo, 1996., **Teknologi Beton**, Yogyakarta : Penerbit Nafiri
6. Lambertud Pehan Koten., **Pengaruh Penggunaan Tras dan Air Laut Terhadap Kuat Tekan Beton**, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.
7. Nugraha, P. 2007., **Teknologi Beton.**, Andi Offset, Yogyakarta
8. SNI 03 -2004 – 2000., **Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal**, Badan Standarisasi Nasional.
9. SNI 03-2847-2013., **Ketentuan Umum Rancang Campur**, Badan Standarisai Nasional.
10. SNI 03-2834-2000., **Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung**, **Badan Standarisasi Nasional.**
11. Teknologi Bahan I., 2011. **Teknologi Bahan.**

12. Tjokrodimuljo, Kardiyono. 2007., **Teknologi Beton**. Yogyakarta: Biro Penerbit Teknik Sipil dan Lingkungan Universitas Gadjah Mada.
13. Tjaronge, M Wirahadi. 2012., **Teknologi Bahan Lanjut, Semen dan Beton Berongga**, Makassar : CV. Telaga Zamzam.
14. Tumilar, Steffie. A-Ut 9HAKI). 2016., **Perancangan dan Kriteria Penerimaan Mutu Beton Menurut SNI 2847 – 2013**. Materi Seminar HAKI Komda Sulawesi Selatan. Makassar





LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

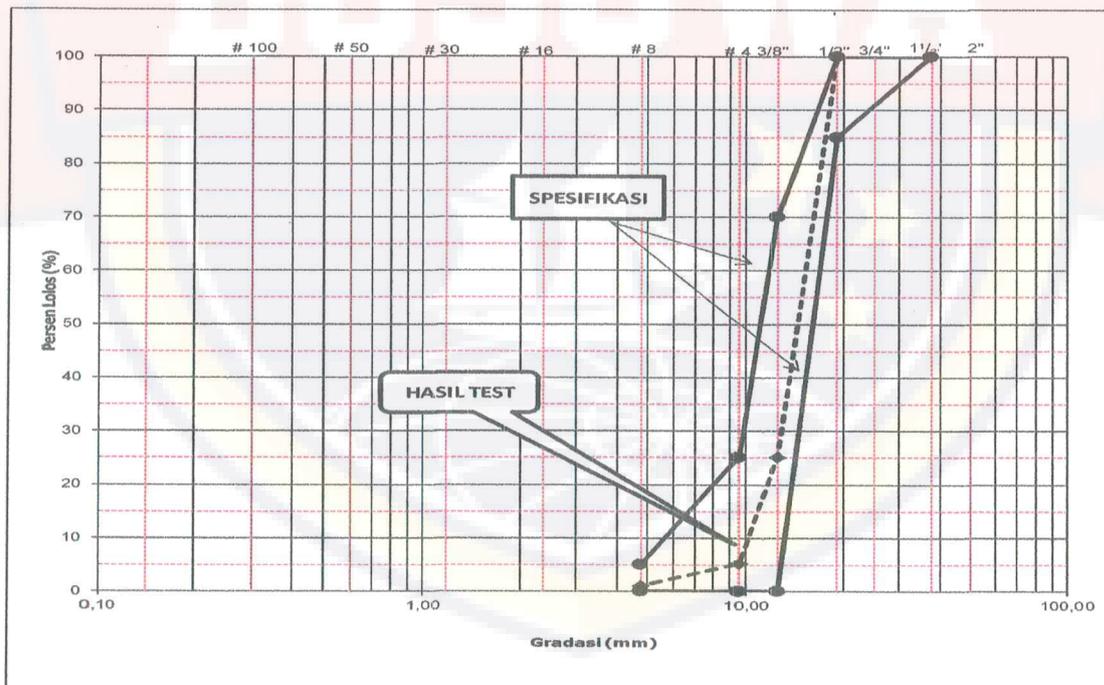
Jln. Urip Sumoharjo km. 4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

ANALASI SARINGAN AGREGAT KASAR

Material : Batu Pecah Maksimum 20 mm
 Tanggal : 13 Januari 2020
 Sumber : Bili – bili

Nama : Haslinda
 Pembimbing :
 1. Dr. Ir. M. Natsir Abduh, M.si.
 2. Ir. Eka Yuniarto, MT

No. Saringan	Total : 2000,2			Total : 2000,7			Rata-Rata % Lolos
	Sampel : 1			Sampel : 2			
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	
2"	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	100,00
1 1/2"	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	100,00
3/4"	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	100,00
1/2"	1620,00	80,99	19,01	1378,20	68,89	31,11	25,06
3/8"	1887,30	94,36	5,64	1904,10	95,17	4,83	5,24
No.4	1973,20	98,65	1,35	1984,90	99,21	0,79	1,07
No.8	1998,20	99,90	0,10	1993,20	99,63	0,37	0,24
No.16	1998,50	99,92	0,08	1993,40	99,64	0,36	0,22
No.30	1998,80	99,93	0,07	1993,60	99,65	0,35	0,21
No.50	1999,10	99,95	0,05	1995,80	99,79	0,21	0,13
No.100	1999,20	99,95	0,05	1996,40	99,83	0,17	0,11
No.200	1999,80	99,98	0,02	1997,30	99,83	0,17	0,09



Makassar, Juni 2020

Diperiksa Oleh
 Asisten Laboratorium Bahan dan Struktur
 Beton

Marlina
 Marlina, S.T.

Diuji Oleh
 Mahasiswa

Haslinda
 Haslinda



LABOARATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo km. 4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

ANALASI SARINGAN AGREGAT HALUS

Material : Pasir

Nama : Haslinda

Tanggal : 13 Januari 2020

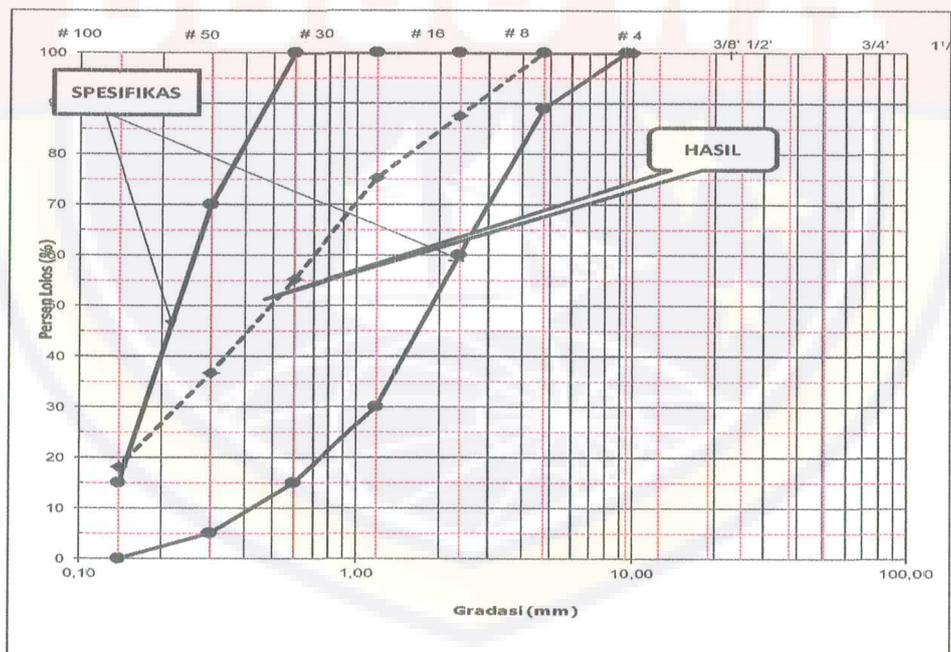
Pembimbing :

Sumber : Bili – bili

1. Dr. Ir. M. Natsir Abduh, M.si.

2. Ir. Eka Yuniarto, MT

No. Saringan	Total : 1500,3			Total : 1500,1			Rata-Rata % Lolos
	Contoh : Kumulatif Tertahan	1 % Tertahan	% Lolos	Contoh : kumulatif Tertahan	2 % Tertahan	% Lolos	
2"	0	0	100	0	0,00	100	100
1 1/2"	0	0	100	0	0,00	100	100
3/4"	0	0	100	0	0,00	100	100
1/2"	0	0	100	0	0,00	100	100
3/8"	0	0	100	0	0,00	100	100
No. 4	0,0	0	100	0	0,00	100	100
No.8	162,70	10,84	89,16	213,20	14,21	85,79	87,47
No.16	326,10	21,74	78,26	415,10	27,67	72,33	75,30
No.30	617,50	41,16	58,84	724,20	48,28	51,72	55,28
No.50	910,00	60,65	39,35	987,20	65,81	34,19	36,77
No.100	1214,30	80,94	19,06	1239,10	82,60	17,40	18,23



Makassar, Juni 2020

Diperiksa Oleh
 Asisten Laboratorium Bahan dan Struktur
 Beton

Marlina

Marlina, S.T.

Diuji Oleh
 Mahasiswa

Haslinda
 Haslinda

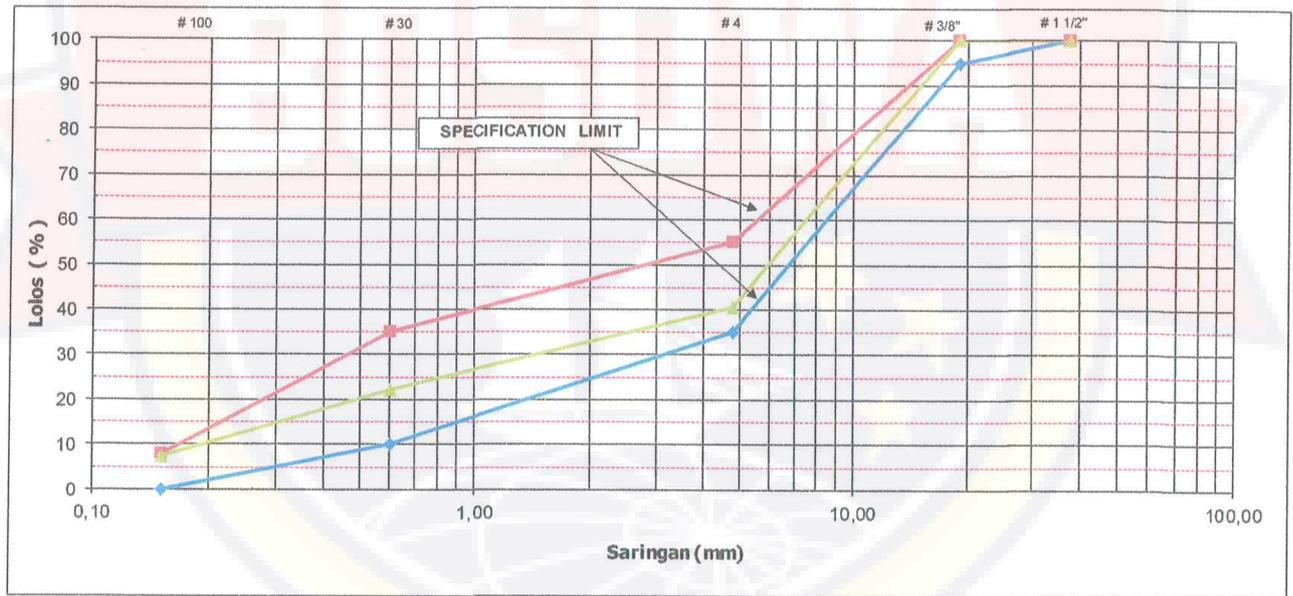


LABOARATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo km. 4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

GRADASI PENGGABUNGAN AGREGAT COMBINED

No. Saringan	Gradasi Agregat Individu (Rata - Rata)				Gradasi Penggabungan Agregat BETON (Maksimum Nominal 20 mm)											Spesifikasi 2010 Revisi 3	
	a	b	c	d	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI		
1 1/2"	100	100			100,0												100
3/8"	100,00	100			100,0												95 - 100
No. 4	1,07	100			40,6												35 - 55
No. 30	0,21	55,28			22,2												10 - 35
No. 100	0,11	18,23			7,4												0 - 8
Rasio Komposisi Agregat (% Terhadap Total Agregat)	a. Batu pecah 1-2 cm				60												
	b. Pasir				40												
Total Luas Permukaan Agregat (M ² / KG)																	



Makassar, Juni 2020

Diperiksa Oleh
Asisten Laboratorium Bahan dan Struktur
Beton

Marlina
Marlina, S.T.

Diuji Oleh
Mahasiswa

Haslinda
Haslinda



LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo km. 4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Material : Batu Pecah Maksimum 20 mm
Tanggal : 13 Januari 2020
Sumber : Bili – bili

Nama : Haslinda
Pembimbing :
1. Dr. Ir. M. Natsir Abduh, M.si.
2. Ir. Eka Yuniarto, MT

	A	B	Rata - rata
Berat benda uji kering oven B_k	2433,9	2451,2	2442,55
Berat benda uji kering - permukaan jenuh B_j	2497,6	2518,4	2508
Berat benda uji didalam air B_a	1569,9	1589,9	1579,9

	A	B	Rata - rata
Berat jenis (Bulk) $\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2,62	2,64	2,63
Berat jenis kering - permukaan jenuh $\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2,69	2,71	2,70
Berat jenis semu (Apparent) $\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2,82	2,85	2,83
Penyerapan (Absorption) $\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	2,62	2,74	2,68

Makassar, Juni 2020

Diperiksa Oleh
Asisten Laboratorium Bahan dan Struktur

Beton

Marlina, S.T.

Diuji Oleh
Mahasiswa

Haslinda



LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo km. 4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Material : Pasir

Nama : Haslinda

Tanggal : 13 Januari 2020

Pembimbing :

Sumber : Bili – bili

1. Dr. Ir. M. Natsir Abduh, M.si.

2. Ir. Eka Yuniarto, MT

	A	B	Rat a - rata
Berat benda uji kering - permukaan jenuh (SSD) _____ 500	500,3	500,2	500,125
Berat benda uji kering oven _____ B_k	496,7	496,1	496,4
Berat Piknometer diisi air (25°C) _____ B	693,7	657,4	675,6
Berat piknometer + benda uji (SSD) + air(25°C) _____ B_t	960,4	967,8	964,1

	A	B	Rata - rata
Berat jenis (Bulk) $\frac{B_k}{(B + 500 - B_t)}$	2,13	2,61	2,37
Berat jenis kering - permukaan jenuh $\frac{500}{(B + 500 - B_t)}$	2,14	2,64	2,39
Berat jenis semu (Apparent) $\frac{B_k}{(B + B_k - B_t)}$	2,16	2,67	2,42
Penyerapan (Absorption) $\frac{(500 - B_k)}{B_k} \times 100\%$	0,72	0,83	0,78

Makassar, Juni 2020

Diperiksa Oleh
Asisten Laboratorium Bahan dan Struktur
Beton

Marlina, S.T.

Diuji Oleh
Mahasiswa

Haslinda



LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo km. 4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT KASAR

Material : Batu Pecah Maksimum 20 mm

Nama : Haslinda

Tanggal : 14 Januari 2020

Pembimbing :

Sumber : Bili – bili

1. Dr. Ir. M. Natsir A. bduh, M.si.

2. Ir. Eka Yuniarto, MT

LEPAS :

Nomor Benda Uji	I	II
Berat Container (A) (gr)	7668	7668
Berat Container + Agregat (B) (gr)	11625	11630
Berat Agregat (C) = (B) - (A) (gr)	3957	4120
Volume Container (D) (cm ³)	2659,22832	2659,22832
Berat Isi Agregat = C/D (gr/cm ³)	1,49	1,55
Berat Isi Rata-rata Agregat (gr/cm ³)	1,52	

PADAT :

Nomor Benda Uji	I	II
Berat Container (A) (gr)	7668	7668
Berat Container + Agregat (B) (gr)	12123	12070
Berat Agregat (C) = (B) - (A) (gr)	4455	4402
Volume Container (D) (cm ³)	2659,22832	2659,22832
Berat Isi Agregat = C/D (gr/cm ³)	1,68	1,66
Berat Isi Rata-rata Agregat (gr/cm ³)	1,67	

Mole	I	I
Diameter (cm)	14,2	14,2
Tinggi (cm)	16,8	16,8
Berat (gram)	7668	7668



LABOARATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo km. 4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT HALUS

Material : Pasir

Tanggal : 13 Januari 2020

Sumber : Bili – bili

Nama : Haslinda

Pembimbing :

1. Dr. Ir. M. Natsir Abduh, M.si.

2. Ir. Eka Yuniarto, MT

LEPAS :

Nomor Benda Uji	I	II
Berat Container (A) (gr)	7668	7668
Berat Container + Agregat (B) (gr)	11390	11335
Berat Agregat (C) = (B) - (A) (gr)	3722	3667
Volume Container (D) (cm ³)	2659,23	2659,23
Berat Isi Agregat = C/D (gr/cm ³)	1,40	1,38
Berat Isi Rata-rata Agregat (gr/cm ³)	1,39	

PADAT :

Nomor Benda Uji	I	II
Berat Container (A) (gr)	7668	7668
Berat Container + Agregat (B) (gr)	11795	11915
Berat Agregat (C) = (B) - (A) (gr)	4127	4247
Volume Container (D) (cm ³)	2659,23	2659,23
Berat Isi Agregat = C/D (gr/cm ³)	1,55	1,60
Berat Isi Rata-rata Agregat (gr/cm ³)	1,57	

Mole	I	I
Diameter (cm)	14,2	14,2
Tinggi (cm)	16,8	16,8
Berat (gram)	7668	7668



LABOARATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo km. 4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT KASAR

Material : Batu Pecah Maksimum 20 mm
Tanggal : 15 Januari 2020
Sumber : Bili – bili

Nama : Haslinda

Pembimbing :

1. Dr. Ir. M. Natsir Abduh, M.si.
2. Ir. Eka Yuniarto, MT

			I	II
Berat benda uji	gram	A	1500,3	1500
Berat benda uji kering oven	gram	B	1485,6	1486,2
Berat Air	gram	$C = (A - B)$	14,7	13,8
Kadar Air	%	$(C/B)*100$	0,99	0,92
Kadar Air Rata- rata	%		0,95	

Makassar, Juni 2020

Diperiksa Oleh
Asisten Laboratorium Bahan dan Struktur
Beton

Marlina, S.T.

Diuji Oleh
Mahasiswa

Haslinda



LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo km. 4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT HALUS

Material : Batu Pecah Maksimum 20 mm
Tanggal : 15 Januari 2020
Sumber : Bili – bili

Nama : Haslinda

Pembimbing :

1. Dr. Ir. M. Natsir Abduh, M.si.
2. Ir. Eka Yuniarto, MT

			I	II
Berat benda uji	gram	A	1500,5	1500,9
Berat benda uji kering oven	gram	B	1454,4	1456,3
Berat Air	gram	$C = (A - B)$	46,1	44,6
Kadar Air	%	$(C/B)*100$	3,17	2,97
Kadar Air Rata- rata		%	3,07	

Makassar, Juni 2020

Diperiksa Oleh
Asisten Laboratorium Bahan dan Struktur
Beton

Marlina, S.T.

Diuji Oleh
Mahasiswa

Haslinda



LABOARATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo km. 4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

PEMERIKSAAN BAHAN LOLOS SARINGAN NO. 200

Batu pecah 1-2 cm

NoTest			I	II
Berat Agregat (semula)	gram	A	1500,1	1500,3
Berat Agregat Kering Oven (sesudah di cuci)	gram	B	1479,3	1496,7
Jumlah Bahan Lolos Saringan No. 200	%	C/B *100	1,41	0,24
Rata-Rata Jumlah Bahan Lolos Saringan No.200	%		0,82	

Pasir

NoTest			I	II
Berat Agregat (semula)	gram	A	1500,2	1500,4
Berat Agregat Kering Oven (sesudah di cuci)	gram	B	1457,2	1465,3
Jumlah Bahan Lolos Saringan No. 200	%	C/B *100	2,95	2,40
Rata-Rata Jumlah Bahan Lolos Saringan No.200	%		2,67	

Makassar, Juni 2020

Diperiksa Oleh
Asisten Laboratorium Bahan dan Struktur
Beton

Marlina, S.T.

Diuji Oleh
Mahasiswa

Haslinda



LABOARATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo km. 4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

RANCANG CAMPURAN BETON
(CONCRETE MIX DESIGN)

F'c 20 Mpa

Material : Rancangan Campuran Beton (Mix Design)

Tanggal : 18 Januari 2020

Data :

Slump	=	10 ± 2	cm
Kuat tekan yang disyaratkan F'c	=	20,0	Mpa
Deviasi Standar (Sr)	=	-	
Nilai Tambah (Margin)	=	7	Mpa
Kekuatan rata-rata yang ditargetkan F'cr	=	27,0	Mpa
Faktor Air Semen Bebas (Fas)	=	0,54	(Grafik)
Faktor Air Semen Maksimum	=	0,55	(Tabel)
Kadar Air Bebas	=	205	kg/m ³
Kadar Semen Maksimum	=	379,63	kg/m ³
Kadar Semen Minimum	=	325	(Tabel)
Berat Isi Beton	=	2340	(Grafik)
Berat Agregat Gabungan	=	1755,37	kg/m ³
Berat Agregat Halus	=	702,15	kg/m ³
Berat Agregat Kasar	=	1053,22	kg/m ³
Berat Jenis Gabungan	=	2,58	kg/m ³

a. Menghitung nilai tambah (margin)

Tabel 5.3.22 SNI 2847-2013

$$M = 70 \text{ Karena dibawah 25 Mpa}$$

b. Menghitung kuat tekan rata-rata

$$f_{c_r} = f_c + M$$
$$f_{c_r} = 20 + 7,00 = 27 \text{ Mpa}$$

c. Penetapan Faktor Air Semen

Besar faktor air semen (fas) diambil dari grafik

$$\text{- berdasarkan kuat tekan rata-rata (f'c}_r\text{)} = 0,540 \text{ (berdasarkan grafik korelasi F'cr)}$$



LABOARATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo km. 4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

e. Penetapan kadar air bebas

Berdasarkan nilai slump cm dan f maksimum agregat 20 mm, maka diperoleh :

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar air bebas alami (Wf)} &= 195 \text{ kg/m}^3 \text{ beton} \\
 \text{Kadar air bebas bt. pecah (Wc)} &= 225 \text{ kg/m}^3 \text{ beton} \\
 \text{Kadar air bebas} &= (2/3 \times Wf) + (1/3 \times Wc) \\
 &= (2/3 \times 195) + (1/3 \times 225) \\
 &= 205
 \end{aligned}$$

f. Penetapan kadar semen

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar semen Maks} &= \frac{\text{Kadar air bebas (Wf)}}{\text{Faktor air semen (fas)}} = \frac{205}{0,540} = 379,63 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Kadar semen minimum} &= 325 \text{ kg/m}^3 \text{ beton} \quad (\text{diperoleh dari tabel} \Rightarrow \text{Tidak Terlindung dari Hujan dan Terik Matahari Langsung})
 \end{aligned}$$

g. Berat jenis gabungan agregat

$$\text{Bj. Gabungan} = 0,40 \times 2,39 + 0,60 \times 2,70 = 2,58$$

h. Berat volume beton segar

30,74

Berdasarkan nilai bj. Gabungan 2.58 dan kadar air bebas 205 kg/m³ (grafik), maka diperoleh :

$$\text{Berat volume beton segar} = 2340 \text{ kg/m}^3$$

i. Berat total agregat (pasir+kerikil)

Berat total agregat = Berat Volume Beton Segar - Kadar Air Bebas - Kadar Semen Maksimum

$$\text{Berat total agregat} = 2340 - 205 - 379,63 = 1755,37 \text{ kg/m}^3$$

j. Berat masing-masing agregat

Berat pasir	=	40%	X	1755,37		702,15 kg/m ³ beton
Berat kerikil 1-2	=	60%	X	1755,37		1053,22 kg/m ³ beton
Jumlah						1755,37 kg/m ³ beton

k. Hasil mix design SSD karakteristik agregat

Sebelum Koreksi

Sesudah Koreksi

(Untuk semen, tidak dikoreksi)

Air (Wa)	205,00	kg/m ³		Air (Wa)	=	207,05 kg/m ³
Semen (Ws)	379,63	kg/m ³		Semen (Ws)	=	379,63 kg/m ³
Pasir (B _{SSDp})	702,15	kg/m ³		Pasir (B _{SSDp})	=	718,26 kg/m ³
Kerikil 1-2 (B _{SSDk})	1053,22	kg/m ³		Kerikil 1-2(B _{SSDk})	=	1035,06 kg/m ³
Jumlah	2340,00	kg/m ³		Jumlah	=	2340,0 kg/m ³



LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON

JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo km. 4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

I. Koreksi campuran beton untuk pelaksanaan

$$\begin{aligned}
 \text{Koreksi Air} &= \text{Jumlah Air} - (\text{Kadar Air Pasir} - \text{Absorpsi Pasir}) \times (\text{Jumlah Pasir})/100 \\
 &\quad - \text{Kadar Air Kerikil 1-2} - \text{Absorpsi Kerikil 1-2}) \times (\text{Jumlah Kerikil 1-2})/100 \\
 &= 205 - (3,07 - 0,78) \times (702,15 / 100) \\
 &\quad - (0,95 - 2,68) \times (1053,22 / 100) \\
 &= 205 - 16,11 - 18,16 \\
 &= 207,05
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Koreksi Pasir} &= \text{Jumlah Pasir} + (\text{Kadar Air Pasir} - \text{Absorpsi Pasir}) \times (\text{Jumlah Pasir})/100 \\
 &= 702,15 + (3,07 - 0,78) \times (702,15 / 100) \\
 &= 718,262
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Koreksi Bp 1-2} &= \text{Jumlah Kerikil} + (\text{Kadar Air Kerikil 1-2} - \text{Absorpsi Kerikil 1-2}) \times (\text{Jumlah Kerikil 1-2})/100 \\
 &= 1053,22 + (0,95 - 2,68) \times (1053,22 / 100) \\
 &= 1035,06 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Perencanaan mix design adalah sebagai berikut :

BAHAN BETON	BERAT/M ³ BETON (kg)	VOLUME BENDA UJI	BERAT UTK 6 SAMPEL (kg)
Air	207,05	0,0318	6,58
Semen	379,63	0,0318	12,07
Pasir	718,26	0,0318	22,84
Bp 1-2	1035,06	0,0318	32,91

Perhitungan Volume Benda Uji

Silinder 15 cm x 30 cm

$$V = 1/4 \times \pi \times D^2 \times t$$

$$V = 1/4 \times 3,14 \times (0,15)^2 \times 0,3$$

$$V = 0,00530 \text{ m}^3 \quad (\text{Untuk 1 Benda Uji})$$

$$V = 0,00530 \times 6 \times 1$$

$$V = 0,03179 \text{ m}^3 \quad (\text{Untuk 6 Benda Uji})$$

Dimana 1,2 adalah Faktor Koreksi

V = Volume Benda Uji

D = Jari - Jari

V = Volume Benda Uji

Perencanaan mix design adalah sebagai berikut :

BAHAN BETON	BERAT/M ³ BETON (kg)	VOLUME BENDA UJI	BERAT UTK 3 SAMPEL (kg)
Air	207,05	0,0159	3,29
Semen	379,63	0,0159	6,03
Pasir	718,26	0,0159	11,42
Bp 1-2	1035,06	0,0159	16,45

Perhitungan Volume Benda Uji

Silinder 15 cm x 30 cm

$$V = 1/4 \times \pi \times D^2 \times t$$

$$V = 1/4 \times 3,14 \times (0,15)^2 \times 0,3$$

$$V = 0,00530 \text{ m}^3 \quad (\text{Untuk 1 Benda Uji})$$

$$V = 0,00530 \times 3 \times 1$$

$$V = 0,01590 \text{ m}^3 \quad (\text{Untuk 3 Benda Uji})$$

Dimana 1,2 adalah Faktor Koreksi

V = Volume Benda Uji

D = Jari - Jari



LABOARATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo km. 4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

Perencanaan Mix Design Variasi adalah sebagai berikut :

No	Beton Variasi	Semen (Kg)	Trass (Kg)	Sika (Kg)	Air (l)	Pasir (Kg)	Bp 1-2 (Kg)
1	Semen +Trass + S	5,431	0,603	0	3,29	11,42	16,454
2	Semen +Trass + S	5,129	0,603	0,302	3,29	11,42	16,454
3	Semen +Trass + S	4,828	0,603	0,603	3,29	11,42	16,454
4	Semen +Trass + S	5,431	0	0,603	3,29	11,42	16,454
5	Semen +Trass + S	5,129	0,302	0,603	3,29	11,42	16,454
6	Semen +Trass + S	4,828	0,603	0,603	3,29	11,42	16,454

Makassar, Juni 2020

Diperiksa Oleh
Asisten Laboratorium Bahan dan Struktur
Beton

Marlina, S.T.

Diuji Oleh
Mahasiswa

Haslinda



LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo km. 4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

KEKUATAN TEKAN BETON (Slinder)
(SNI 2847 - 2013)

Tanggal Test : 28 Februari 2020

No Benda Uji	Tanggal	Slump	Berat	Diameter	Tinggi	Luas	Umur	Beban	Kekuatan Tekanan	Target Benda Uji
	Pembuatan	(cm)	(kg)	(cm)	(cm)	Penampang (cm ²)	(Hari)	aksimum (K)	(N/mm ²)	28 hari (Mpa)
1	24 Januari 2020	9	11,815	15	30	176,786	28	350	19,8	20
2	24 Januari 2020	9	12,220	15	30	176,786	28	345	19,5	20
3	24 Januari 2020	9	12,040	15	30	176,786	28	365	20,6	20
4	24 Januari 2020	8	12,010	15	30	176,786	28	380	21,5	20
5	24 Januari 2020	8	12,075	15	30	176,786	28	390	22,1	20
6	24 Januari 2020	8	12,000	15	30	176,786	28	385	21,8	20
7	24 Januari 2020	8	11,965	15	30	176,786	28	390	22,1	20
8	24 Januari 2020	8	11,995	15	30	176,786	28	385	21,8	20
9	24 Januari 2020	8	12,281	15	30	176,786	28	375	21,2	20
10	24 Januari 2020	11	12,000	15	30	176,786	28	385	21,8	20
11	24 Januari 2020	11	12,050	15	30	176,786	28	390	22,1	20
12	24 Januari 2020	11	11,740	15	30	176,786	28	385	21,8	20
13	24 Januari 2020	10	12,040	15	30	176,786	28	375	21,2	20
14	24 Januari 2020	10	12,010	15	30	176,786	28	370	20,9	20
15	24 Januari 2020	10	12,120	15	30	176,786	28	395	22,3	20
16	24 Januari 2020	9	12,260	15	30	176,786	28	385	21,8	20
17	24 Januari 2020	9	12,230	15	30	176,786	28	380	21,5	20
18	24 Januari 2020	9	12,130	15	30	176,786	28	325	18,4	20
19	24 Januari 2020	9	11,995	15	30	176,786	28	360	20,4	20
20	24 Januari 2020	9	12,000	15	30	176,786	28	345	19,5	20
Jumlah								7460	421,98	
Rata - rata								373	21,10	

Standar Deviasi

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

s = 1,045

Kekuatan Tekan Rata - rata

fc = Fcr' - 1,34 S Pers I
 fc = Fcr' - 2,33 S + 3,5 Pers II

Persamaan I

fc = Fcr' - 1,34 S
 = 21,10 - 1,34 x 1,045
 = 21,10 - 1,400
 = 19,70 Mpa

Persamaan II

fc = Fcr' - 2,3 x S + 3,5
 = 21,10 - 2,3 x 1,045 + 3,5
 = 22,20 Mpa

Keterangan : Gunakan nilai terbesar

Faktor Modifikasi untuk 20 sampel = 1,08

fc = 22,20 / 1,08
 fc = 20,55 Mpa > fc Rencana = 20 Mpa

Makassar, Juni 2020
 Mengetahui
 Kepala Laboratorium Bahan dan Struktur Beton



Ir. Eka Yuniarto, MT



LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo km. 4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

Tabel Rekapitulasi Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Halus

No	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	HASIL PENGAMATAN	KETERANGAN
1	Kadar Lumpur	Maks 5 %	2.67%	Memenuhi
2	Kadar Air	3 % - 5 %	3.07%	Memenuhi
3	Berat Isi :	1.6-1.9 gr/cm ³		
	- Lepas		1.39 gr/cm ³	Memenuhi
	- Padat		1.57 gr/cm ³	Memenuhi
4	Absropsi	Maks 2 %	0.78%	Memenuhi
5	Berat Jensi Spesifik			
	- Bj, Curah	1.6 - 3.3%	2.37 %	Memenuhi
	- Bj. SSD	1.6 - 3.3%	2.39 %	Memenuhi
	- Bj. Semu	1.6 - 3.3%	2.42 %	Memenuhi

Tabel Rekapitulasi Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Kasar

No	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	HASIL PENGAMATAN	KETERANGAN
1	Kadar Lumpur	Maks 1 %	0.82 %	Memenuhi
2	Kadar Air	0.2 % - 5 %	0.95%	Memenuhi
3	Berat Isi :	1.4-1.9 gr/cm ³		
	- Lepas		1.52 gr/cm ³	Memenuhi
	- Padat		1.67%	Memenuhi
4	Absropsi	Maks 4 %	2.68 %	Memenuhi
5	Berat Jensi Spesifik			
	- Bj, Curah	1.6 - 3.3%	2.63 %	Memenuhi
	- Bj. SSD	1.6 - 3.3%	2.70 %	Memenuhi
	- Bj. Semu	1.6 - 3.3%	2.83 %	Memenuhi

Makassar, Juni 2020

Mengetahui
Kepala Laboratorium Bahan dan Struktur Beton



Ir. Eka Yuniarto, MT

Diperiksa Oleh
Asisten Laboratorium Bahan dan Struktur Beton

Marlina, S.T.



LABORATORIUM BAHAN & STRUKTUR BETON
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo km. 4 Telephone (0411) 452901 Fax : (0411) 424568

Tabel Rekapitulasi Hasil Nilai Kuat Tekan Rata – Rata Beton Variasi

Simbol	No Benda Uji	Trass	Semen Grouting	Luas	Beban	Kekuatan Tekan (Mpa)
				Penampang (cm ²)	Maksimum (KN)	
BTS 10 - 0	1	10	0	176,786	200	17,38
	2			176,786	195	16,94
	3			176,786	190	16,51
Rata-rata						16,94
BTS 10 - 5	1	10	5	176,786	225	19,55
	2			176,786	190	16,51
	3			176,786	185	16,07
Rata-rata						17,38
BTS 10 - 10	1	10	10	176,786	250	21,72
	2			176,786	180	15,64
	3			176,786	190	16,51
Rata-rata						17,96
BTS 0 - 10	1	0	10	176,786	215	18,68
	2			176,786	250	21,72
	3			176,786	290	25,20
Rata-rata						21,87
BTS 5 - 10	1	5	10	176,786	225	19,55
	2			176,786	310	26,93
	3			176,786	200	17,38
Rata-rata						21,29
BTS 10 - 10	1	10	10	176,786	250	21,72
	2			176,786	180	15,64
	3			176,786	190	16,51
Rata-rata						17,96

Makassar, Juni 2020
Mengetahui
Kepala Laboratorium Bahan dan Struktur Beton


Ir. Eka Yuniarto. MT



LAMPIRAN DOKUMENTASI

UNIVERSITAS

BOSOWA



MENIMBANG MATERIAL UNTUK UJI KARAKTERISTIK



MEMBERSIHKAN MATERIAL UNTUK UJI LOLOS SARINGAN NO.200



MENIMBANG AGREGAT KASAR UNTUK UJI ANALISA SARINGAN



MENIMBANG MOL UNTUK UJI BERAT ISI



UJI BERAT ISI DENGAN METODE PADAT



UJI BERAT JENI AGREGAT KASAR



UJI BERAT JENIS AGREGAT HALUS



PEMBUATAN BENDA UJI (BETON NORMAL)



PENGUKURAN SLUMP BENDA UJI



BENDA UJI UNTUK DI TES KUAT TEKAN



UNIVERSITAS

UJI KUAT TEKAN BETON NORMAL



MATERIAL TRASS UNTUK BETON VARIASI



PERSIAPAN PEMBUATAN BETON VARIASI



MIX BETON VARASI



CAPPING BETON VARIASI



UJI KUAT TEKAN BETON VARIASI