

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PENGGUNAAN
LIMBAH KACA SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT
HALUS TERHADAP KUAT TEKAN BETON**



**JURUSAN TEKNIK SIPIL –FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2020**

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PENGGUNAAN
LIMBAH KACA SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT
HALUS TERHADAP KUAT TEKAN BETON**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan Program Strata-1
pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Andalas*

Oleh :

DIKI RAMADAN

1510921049

Pembimbing :

Prof. ZAIDIR, Dr.Eng.

SRI UMIATI, M.T.



**JURUSAN TEKNIK SIPIL –FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2020**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK SIPIL – FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PENGGUNAAN
LIMBAH KACA SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT HALUS
TERHADAP KUAT TEKAN BETON



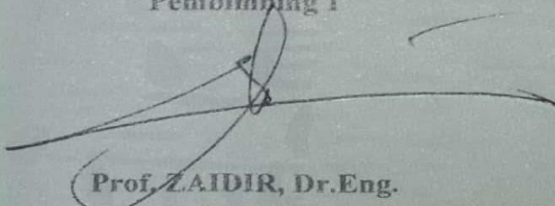
Oleh:

Nama : DIKI RAMADAN

BP : 1510921049

Pembimbing 1

Pembimbing 2



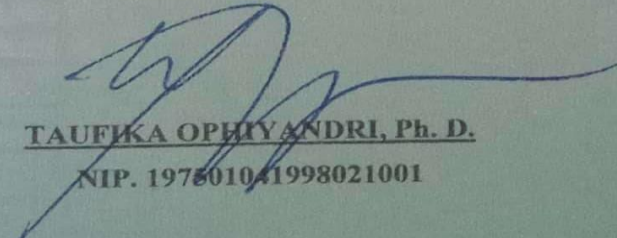
Prof. ZAIDIR, Dr.Eng.



SRI UMIATI, M.T.

Padang, 06 April 2020

Ketua Jurusan



TAUFIKA OPHIYANDRI, Ph. D.

NIP. 197501041998021001

**LEMBAR BERITA ACARA SIDANG TUGAS AKHIR
JURUSAN TEKNIK SIPIL – FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS**

Pada hari ini Senin, 06 April 2020 telah dilaksanakan Sidang Tugas Akhir untuk mahasiswa:

Nama : DIKI RAMADAN
No BP : 1510921049
Judul : STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH
PENGUNAAN LIMBAH KACA SEBAGAI
PENGGANTI AGREGAT HALUS TERHADAP
KUAT TEKAN BETON

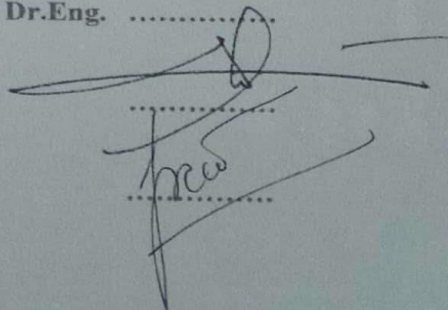
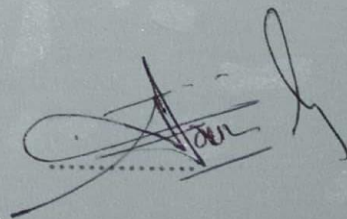
Tim Penguji:

Ketua : Prof. FAUZAN, Dr.Eng.

Anggota : Prof. JAFRIL TANJUNG, Dr.Eng.

Prof. ZAIDIR, Dr.Eng.

SRI UMIATI, M.T.



PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

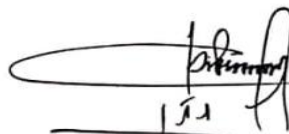
Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Diki Ramadan
BP : 1510921049
Tempat, Tanggal Lahir : Padang, 17 Januari 1997
Alamat : Jl Dr. M Hatta Pasar Ambacang Rt 003 Rw
001 No 44 Kec Kuranji, Kel Pasar
Ambacang, Padang

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **Studi Eksperimental Pengaruh Penggunaan Limbah Kaca Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton** adalah hasil pekerjaan saya. Seluruh ide, pendapat, atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi yang akan dikenakan kepada saya termasuk pencabutan gelar Sarjana Teknik yang nanti saya dapatkan.

Padang, 06 April 2020

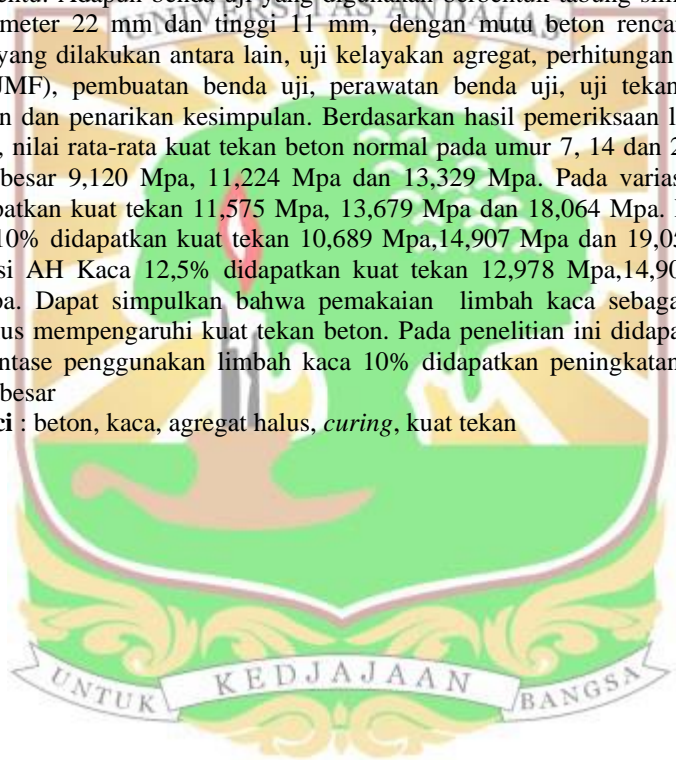


Diki Ramadan

Abstrak

Limbah merupakan sisa proses dari sebuah produksi, bahan yang tidak mempunyai nilai atau tidak lagi berharga untuk maksud biasa atau utama, dalam pembuatan atau pemakaiannya ataupun barang rusak atau cacat dalam proses produksi. Pada penelitian ini, dilakukan pencampuran semen, air, agregat halus (AH), agregat kasar serta penambahan material kaca yang berperan sebagai pengganti dari agregat halus dengan variasi tertentu. Adapun benda uji yang digunakan berbentuk tabung silinder dengan ukuran diameter 22 mm dan tinggi 11 mm, dengan mutu beton rencana 25 Mpa. Pengujian yang dilakukan antara lain, uji kelayakan agregat, perhitungan Job Mixing Formula (JMF), pembuatan benda uji, perawatan benda uji, uji tekan benda uji, pembahasan dan penarikan kesimpulan. Berdasarkan hasil pemeriksaan laboratorium didapatkan, nilai rata-rata kuat tekan beton normal pada umur 7, 14 dan 28 hari yang nilainya sebesar 9,120 Mpa, 11,224 Mpa dan 13,329 Mpa. Pada variasi AH Kaca 7,5% didapatkan kuat tekan 11,575 Mpa, 13,679 Mpa dan 18,064 Mpa. Pada variasi AH Kaca 10% didapatkan kuat tekan 10,689 Mpa, 14,907 Mpa dan 19,052 Mpa dan pada variasi AH Kaca 12,5% didapatkan kuat tekan 12,978 Mpa, 14,907 Mpa dan 16,485 Mpa. Dapat disimpulkan bahwa pemakaian limbah kaca sebagai pengganti agregat halus mempengaruhi kuat tekan beton. Pada penelitian ini didapatkan bahwa pada persentase menggunakan limbah kaca 10% didapatkan peningkatan kuat tekan terbesar terbesar

Kata Kunci : beton, kaca, agregat halus, curing, kuat tekan



DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
----------------------	---

DAFTAR ISI	vii	
DAFTAR GAMBAR	viv	
DAFTAR TABEL	vii	
DAFTAR LAMPIRAN	viii	
KATA PENGANTAR	ix	
BAB I PENDAHULUAN		
1.1 Latar Belakang	1	1.2
Tujuan Penelitian	6	1.3
Manfaat Penelitian	7	1.4
Batasan Masalah	7	1.5
Sistematika Penulisan	8	
BAB II TINJAUAN PUSTAKA		2.1
Beton 9		
2.1.1 <i>Kelebihan dan Kekurangan Beton</i>	9	
2.1.2 <i>Material Pembentuk Beton</i>	11	2.2
Kaca 19		
2.2.1 <i>Komposisi Kimia Kaca</i>	22	
2.3 Kuat Tekan Beton	23	
BAB III METODA DAN PROSEDUR KERJA		3.1
Uraian Umum	26	3.2
Benda Uji 26		3.3 Alat dan Bahan 27
3.3.1 <i>Alat</i>	27	
3.3.2 <i>Bahan</i>	288	3.4
Diagram Alir Penelitian	288	3.5
Prosedur Penelitian	31	3.6
Pembahasan dan Analisis	34	
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		4.1
Hasil Pemeriksaan Material	35	
4.1.1 <i>Agregat Kasar</i>	35	

4.1.2 Agregat Halus	35
4.1.3 Semen	35
4.1.4 Air	36
4.1.5 Kaca	36
Pembuatan Benda Uji	366
4.2.1 Benda Uji	366
4.2.2 Perencanaan Campuran Beton	377
4.2.3 Pengujian Slump Beton	388
4.2.4 Proses Perawatan Beton	399
4.2.5 Uji Tekan	399
BAB V KESIMPULAN	
5.1 Kesimpulan	455
5.2 Saran	455
UCAPAN TERIMAKASIH	
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
DAFTAR GAMBAR	
Gambar 1.1 Grafik Kuat tekan beton	6
Gambar 3.1 Model Benda Uji	26
Gambar 3.2 Bahan - Bahan yang digunakan	28
Gambar 4.1 Proses Pengujian Slump Beton	38
Gambar 4.2 Bak Curing	39
Gambar 4.3 Alat Universal Testing Machine	39
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Nilai Slump Beton	38
Gambar 4.5 Grafik Nilai Kuat tekan Beton Normal	40

Gambar 4.6 Grafik Nilai Kuat Tekan Beton Variasi Agregat Halus Kaca 7,5% 41

Gambar 4.7 Grafik Nilai Kuat Tekan Beton Variasi Agregat Halus Kaca 10% 41

Gambar 4.8 Grafik Nilai Kuat Tekan Beton Variasi Agregat Halus Kaca 12,5%
42

Gambar 4.9 Grafik Nilai Perbandingan Kuat Tekan Beton 43

Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Nilai Rata-rata Kuat Tekan Beton
43



Tabel 1.1 Klasifikasi Limbah 2

Tabel 2.1 Berat Jenis Kaca 21

Tabel 2.2 Kandungan Kaca 22

Tabel 2.3 Kandungan Serbuk Kaca 23

Tabel 2.4 Konversi Nilai Uji Tekan Beton Menurut Dimensinya 25

Tabel 3.1 Jumlah Sampel Beton 27

Tabel 4.1 Campuran Beton untuk Volume $0,2 \text{ m}^3$ 37

Tabel 4.2 Campuran Beton untuk Volume 1 m^3 37



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A** Laporan Pemeriksaan Agregat di Laboratorium
- Lampiran B** Tahap Pelaksanaan Pembuatan Benda Uji
- Lampiran C** Tahap Pengujian Benda Uji
- Lampiran D** Perhitungan Nilai
- Lampiran E** Dokumentasi

KATA PENGANTAR

Bismillah, tiada untaian kata terindah selain puji syukur atas kehadiran Allah Swt. Berkat rahmat, nikmat dan karunia-Nya penulis bisa menyelesaikan skripsi ini. Sholawat beserta salam semoga terlimpah untuk Nabi Muhammad Saw. Allahumma Soli'ala Muhammad wa'ala ali Muhammad.

Adapun skripsi penulis berjudul “**Studi Ekperimental Pengaruh Penggunaan Limbah Kaca Sebagai Pengganti Agregat Halus terhadap Kuat Tekan Beton**” disusun untuk memenuhi persyaratan akademis, dalam rangka menyelesaikan studi Program Strata-1 pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas Padang. Terima kasih kepada Keluarga, Teman-teman dan semua yang terlibat membantu penulis, khususnya kepada Bapak Prof. Zaidir, Dr.Eng dan Ibu Sri Umiati, M.T selaku Pembimbing dalam penyusunan laporan. Penulis juga menyadari bahwa, penulisan skripsi yang penulis buat mungkin masih terdapat kesalahan dalam penyusunannya, untuk menyikapi hal tersebut, penulis berharap adanya kritik dan saran yang memberikan pengarahannya menuju ke yang lebih baik, diharapkan hendaknya skripsi ini berfaedah bagi kepentingan ilmu pengetahuan kedepannya.

Padang, Januari 2020



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah adalah sisa proses dari sebuah produksi, bahan yang tidak mempunyai nilai atau tidak lagi berharga, untuk maksud biasa atau utama dalam pembuatan ataupun barang rusak atau cacat dalam proses produksi (KBBI).

Menurut permen No. 101 tahun 2004, yang dapat dikatakan limbah adalah sisa dari suatu usaha atau suatu kegiatan. Menurut Keputusan Menperindag RI NO. 231/MPP/KEP/7/1997 Pasal 1, limbah merupakan bahan atau barang sisa atau bekas dari suatu kegiatan atau proses produksi yang mana fungsinya sudah berubah dari aslinya, kecuali yang dapat dimakan oleh manusia dan hewan.

Salah satu limbah yang sulit untuk diolah adalah limbah kaca, limbah kaca tergolong kepada limbah padat yang anorganik, karena kaca merupakan material yang anorganik, kegiatan daur ulang sampah perlu dilakukan adanya karena jenis sampah ini sulit untuk terurai, Cullet (Pecahan Kaca) mencakup limbah yang cukup besar dalam limbah domestik.

Adapun limbah dapat diklasifikasikan sebagai berikut, seperti yang terlihat pada tabel 1.1

Tabel 1.1 Klasifikasi Limbah

Klasifikasi Limbah		
Berdasarkan wujud	Berdasarkan Sumber	Berdasarkan Senyawa
Limbah Gas	Limbah Pertanian	Limbah Organik
CO ₂ , (CO), HCL, NO ₂ , SO ₂	merupakan limbah yang ditimbulkan karena kegiatan pertanian	kulit buah dan sayur, kotoran manusia dan hewan.
Limbah Cair	Limbah Industri	Limbah Anorganik
air cucian, rembesan AC air sabun	merupakan jenis limbah yang berasal dari industri pabrik dan perusahaan.	limbah anorganik ialah plastik, kaca dan baja.
Limbah Padat	Limbah Pertambangan	
kotak kemasan, bungkus jajanan, plastik, botol, kertas, kardus, ban bekas dan beberapa lainnya.	merupakan limbah yang asalny dari kegiatan pertambangan.	
	Limbah Radioaktif	
	jenis limbah berasal dari setiap pemanfaatan tenaga nuklir, baik pemanfaatan untuk pembangkitan daya listrik menggunakan reaktor nuklir, maupun pemanfaatan tenaga nuklir untuk keperluan industri dan rumah sakit.	

Dari segi penggunaan kaca sendiri banyak digunakan untuk berbagai keperluan manusia, yang mana menuntut produksi kaca dalam jumlah besar. Oleh sebab itu jumlah produksi kaca yang tergolong besar menimbulkan dampak pada lingkungan sebab kaca tidak bersifat korosif (Malla\wany,2002). Kaca yang sudah tidak terpakai nantinya, merupakan limbah yang tidak akan terurai secara alami oleh zat organik. Maka oleh hal demikian perlu adanya penanganan alternative untuk

menjadikan limbah kaca menjadi bermanfaat, salah satunya yaitu dengan menambahkan limbah kaca sebagai bahan dari pencampuran beton. Salah satu material konstruksi yang sudah sangat umum digunakan yaitu beton, banyak sekali gedung-gedung di Indonesia menggunakan beton sebagai bahan material konstruksinya.

Beton merupakan campuran yang terdiri dari semen, air, agregat kasar dan halus, yang telah tercampur dengan rata baik ditambah zat adiktif maupun tidak yang membentuk massa padat, apabila telah mengeras. DPULPMB mengartikan bahwa beton merupakan, campuran antara semen Portland atau semen hidrolik, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambah yang membentuk massa padat (SNI 03-2847-2002).

Dipohusodo (1994), berpendapat beton merupakan pencampuran bahan atau material seperti agregat kasar, agregat halus maupun batu pecah, pasir dengan semacanya dengan ditambahkan semen sebagai bahan perekat dan menggunakan air, agar terjadinya reaksi kimiawi saat proses mengeras dan proses perawatan beton berlangsung.

Salah satu faktor yang menentukan kualitas atau tinggi rendahnya kinerja suatu beton, juga bergantung pada material penyusunnya beton itu sendiri, maupun material substitusi yang digunakan untuk memberikan alternative dalam pengolahan sampah khususnya limbah kaca. Maka dilakukan penelitian mengenai pemanfaatan limbah kaca pada material bahan bangunan (beton). Disini limbah kaca berperan sebagai pengganti dari agregat halus dengan variasi tertentu.

Adapun tujuan yang ingin diketahui yaitu bagaimana pengaruh penggunaan limbah kaca sebagai pengganti agregat halus pada kuat tekan beton, dan untuk mengetahui kadar limbah kaca maksimum yang dapat digunakan sebagai pengganti agregat halus pada beton.

Penelitian mengenai penggunaan limbah kaca pada substitusi material beton, sebelumnya juga telah dilakukan diantaranya Yohanes (2013), dengan judul kuat tekan beton dengan bahan tambah serbuk kaca sebagai substitusi parsial semen, didapatkan bahwa f_c beton pada umur 1 hari berkisar antara 2057-2149 kg, masih tergolong kedalam beton berbobot normal. Menurut ACI dan SNI semakin banyak digunakan serbuk kaca maka f_c beton akan berkurang, adapun hasil kuat tekannya didapatkan sebagai berikut, beton pada umur 28 hari didapatkan pada variasi kaca 6%, 8% dan 10% mengalami peningkatan, jika dibandingkan dengan tanpa penambahan material kaca atau dengan kata lain kaca 0% (beton normal), tetapi pada persentase berikutnya yaitu pada persentase kaca 12% dan 15% mengalami penurunan, jika dibandingkan dengan beton normal atau tanpa penambahan material kaca, adapun kuat tekan optimum didapatkan pada variasi kaca 10% yang memiliki nilai sebesar 31 Mpa.

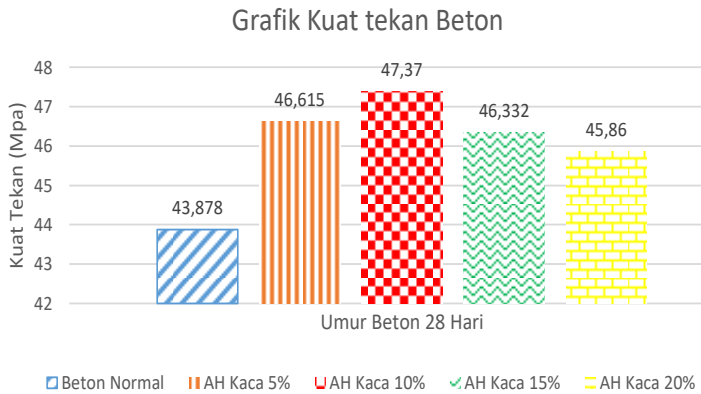
Judea (2013), dalam penelitian yang berjudul "Optimalisasi Konsentrasi Tailing sebagai Substitusi Parsial Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Agregat Halus Pecahan Kaca dan Pasir" disebutkan bahwa, kuat tekan optimum dihasilkan oleh beton dengan tambahan serbuk kaca 10% dari berat agregat halus dan juga didapatkan proporsi tailing dengan bahan tambah sikacim sebesar 5% dengan kuat tekan 32,35 Mpa pada saat umur beton 28 hari.

Herbudiman dan Januar (2011), melakukan research tentang Pemanfaatan Serbuk Kaca Sebagai Powder pada Self Compacting Concrete, mendapatkan hasil bahwa kadar optimum substitusi parsial serbuk kaca adalah sebesar 10%, dari konfigurasi didapatkan menghasilkan nilai kuat tekan dan kuat tarik belah rata-rata 49,08 MPa dan 4,08 MPa, yang mana dapat menunjukkan peningkatan kekuatan sebesar +0,33% dan +4,88%. Untuk kadar serbuk kaca hingga 20% masih menghasilkan beton diatas kuat tekan rencana 40 MPa. Pada penambahan kadar serbuk kaca hingga 30%, pada beton struktural masih dapat menghasilkan kuat tekan sebesar 32,23 MPa.

Gautam, Srivastava dan Agarwal (2012), Youth Education and Research Trust (YERT) yang berjudul Use of glass wastes as fine aggregate in Concrete, Saat menggunakan limbah kaca sebagai pengganti agregat halus, kekuatan 28 hari ditemukan sedikit meningkat hingga level penggantian 20%, penurunan kekuatan marjinal diamati pada tingkat penggantian 30 hingga 40% gelas limbah dengan agregat halus kaca dapat secara efektif digunakan sebagai pengganti agregat halus. Tingkat penggantian gelas limbah optimal sebagai agregat halus adalah 10%.

Ananda Welas Asih (2018), Jurusan Teknik Sipil Universitas Mataram dalam penelitian Pengaruh serbuk kaca sebagai bahan pengganti sebagian agregat halus pada beton mutu tinggi, didapat kesimpulan bahwa kuat tekan beton dengan substitusi serbuk kaca untuk semua variasi lebih tinggi, jika dibandingkan dengan beton tanpa substitusi serbuk kaca, dimana didapatkan kuat tekan maksimum pada

variasi serbuk kaca 10% terhadap volume pasir, dengan persentase peningkatan sebesar 7,957% dapat kita lihat pada gambar 1.1 berikut :



Gambar 1.1 Grafik kuat tekan beton

Oleh sebab itu, maka perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruhnya apabila agregat halus diganti dengan kaca terhadap kekuatan tekan beton.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh penggunaan limbah kaca sebagai pengganti agregat halus pada kuat tekan beton
2. Untuk mengetahui berapa kadar limbah kaca optimum yang dapat digunakan sebagai pengganti agregat halus pada beton.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Sebagai informasi bagaimana pengaruh limbah kaca sebagai pengganti agregat halus terhadap nilai uji tekan beton
2. Sebagai informasi untuk memberikan analisa dan pembahasan yang dapat digunakan oleh pihak yang membutuhkan maupun oleh pihak kampus.

1.4 Batasaan Masalah

Adapun untuk menyekat ruang lingkup penelitian ini dan pembahasan yang terfokus maka diperlukan adanya batasan masalah sebagai berikut :

1. Pengujian dilakukan di Laboratorium Material dan Struktur (LMS) Fakultas Teknik UNAND, Limau Manis, Padang
2. Bahan yang diperlukan untuk kegunaan dalam penelitian ini antara lain Semen (Semen PCC), Agregat Kasar (Batu Pecah), Agregat Halus (Pasir dan Limbah kaca (Green Glass), Air (air suling)
3. Pemeriksaan yang dites yaitu uji slump, uji tekan
4. Cetakan yang digunakan atau benda uji dari Pipa Paralon yaitu seperti tabung dengan diameter 110 mm dan tinggi 220 mm
5. Beton diberi dua perlakuan berbeda yaitu campuran beton dengan limbah kaca sebanyak 7,5%, 10%, 12,5% dan 0% (tanpa penggunaan limbah kaca)
6. Mutu beton yang direncanakan 25 Mpa
7. Total sampel yang direncanakan sebanyak 36 buah sampel

8. Waktu pengesanan dilaksanakan pada beton umur 7, 14 dan 28 hari.

1.5 Sistematika Penulisan

Penelitian ini terbagi dalam 5 bagian yang dapat kita lihat yaitu:

BAB I Pendahuluan

Berisikan mengenai latar belakang, tujuan, manfaat, batasan masalah, sistematik penulisan dan penjelasan mengenai penelitian ini secara umum

BAB II Tinjauan Pustaka

Pada bagian ini berisikan tentang referensi-referensi mengenai penelitian ini serta teori-teori yang berguna untuk menunjang penelitian

BAB III Metoda dan Prosedur Kerja

Berisi kerangka dasar penelitian metodologi penelitian yang berupa bagan alir mulai dari langkah pertama sampai langkah akhir

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Terdiri dari pengumpulan data hasil pengamatan, pengolahan data dengan metode yang telah ditetapkan, dan analisis

BAB V Kesimpulan

Berisi kesimpulan mengenai hasil dari penelitian yang telah dilaksanakan dan saran yang berguna untuk penelitian yang akan datang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

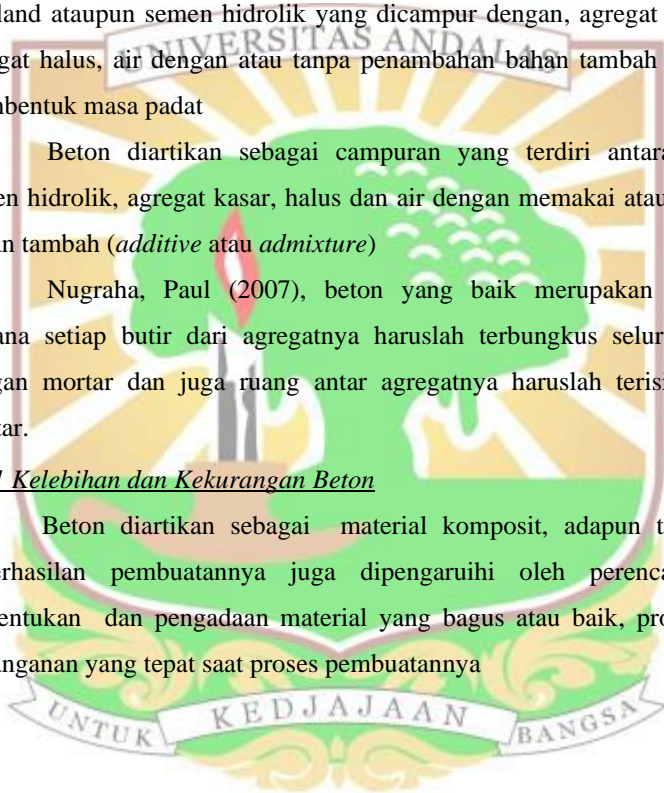
Menurut (SNI 03-2847-2002), beton merupakan semen Portland ataupun semen hidrolis yang dicampur dengan, agregat kasar, agregat halus, air dengan atau tanpa penambahan bahan tambah yang membentuk masa padat

Beton diartikan sebagai campuran yang terdiri antara lain semen hidrolis, agregat kasar, halus dan air dengan memakai atau tidak bahan tambah (*additive* atau *admixture*)

Nugraha, Paul (2007), beton yang baik merupakan beton dimana setiap butir dari agregatnya haruslah terbungkus seluruhnya dengan mortar dan juga ruang antar agregatnya haruslah terisi oleh mortar.

2.1.1 Kelebihan dan Kekurangan Beton

Beton diartikan sebagai material komposit, adapun tingkat keberhasilan pembuatannya juga dipengaruhi oleh perencanaan, menentukan dan pengadaan material yang bagus atau baik, prosedur penanganan yang tepat saat proses pembuatannya



Menurut (Nugraha P, 2007). Adapun kelebihan dan kekurangan beton dapat dilihat sebagai berikut:

1) Kelebihan beton antara lain :

- a) Kemudahan saat digunakan (*versatility*)
- b) *Adaptability* atau bisa disebut bisa beradaptasi maksudnya beton dapat dicetak atau dibuat dengan bentuk maupun ukuran yang diinginkan
- c) mudah mendapatkan material dasarnya
- d) Pada temperatur tinggi cukup tahan
- e) Untuk melakukan pemeliharaan biayanya cukup kecil
- f) Dapat memikul beban berat

2) Kekurangan beton antara lain :

- a) Beton memiliki berat sendiri yang besar, sekitar 2400 kg/cm^3
- b) Lemah terhadap Kuat Tarik
- c) Memiliki kecendrungan mudah retak, karena semennya hidrolis
- d) Kualitas dari sebuah beton sangat tergantung kepada proses pengerjaannya apakah baik atau tidak, meskipun memakai rumus dan campurannya sama
- e) Struktur yang menggunakan beton sukar untuk dipindahkan, dan juga pemakaian kembali ataupun dengan kata lain daur ulang sulit untuk digunakan dan juga tidak ekonomis.

2.1.2 Material Pembentuk Beton

2.1.2.1 Semen

Pada sejarahnya awalnya semen ialah temuan dari nenek moyang zaman romawi, pada awalnya merupakan batu kapur dan abu vulkanis yang dicampur dengan air dan telur kemudian dijadikan sebagai bahan ikat untuk material bangunan.

Kemudian bahan ini mengalami perkembangan pada abad ke-18 yang dipelopori oleh John Smeaton. Kemudian disusul oleh Joseph Aspdin pada tahun 1824 yang menemukan proporsi campuran semen yang tidak jauh dari prinsip yang digunakan oleh Smeaton yang sampai saat ini dikenal sebagai semen portland.

Semen yang asal katanya *caementum* yang mempunyai arti memotong hingga menjadi bagian-bagian kecil tak beraturan. Selanjutnya dalam pengertiannya semen merupakan zat yang berfungsi sebagai perekat antara lain batu bata, batako dan bahan bangunan lainnya.

Semen dikelompokkan menjadi 2 bagian, antara lain:

1. Semen non *hidraulis* dimana keadaannya semen tidak dapat mengeras di dalam air atau dengan kata lain tidak stabil jika didalam air, adapun yang termasuk yaitu *lime*
2. Semen *hidraulis* dimana kebalikan dari non hidrolis yaitu semen bisa mengeras didalam air, dan oleh hal tersebut maka semen tersebut juga bersifat sebagai berikut :
 - a) Bisa mengeras bila dibaur air
 - b) Tak hancur dalam air
 - c) Akan tetap bisa mengeras walau berada didalam air

Adapun contoh dari semen *hidraulis* diantaranya semen khusus, semen Portland, semen campur, dan lainnya

Adapun jenis-jenis semen adalah sebagai berikut:

a. Semen Putih (*White Cement*)

ialah dimana semen ini merupakan lebih kalis/murni dibandingkan semen pada umumnya (semen berwarna abu) yang biasanya pengaplikasiannya pada pekerjaan finishing, ataupun sebagai pengisi, adapun bahan utama pembuatan semen ini ialah kalsit (*calcite*) *limestone* murni.

b. Semen Sumur Minyak (*Oil Well Cement*)

merupakan salah yang dipergunakan saat proses pengeboran gas maupun minyak bumi, yang dilakukan di darat atau yang dilakukan dilepas pantai.

c. Semen Portland

Semen Portland ialah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghasilkan klinker terutama dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis (dapat mengeras jika bereaksi dengan air) dengan gips sebagai bahan tambahan.

Sesuai dengan tujuan penggunaannya, semen portland di Indonesia dapat dibagi menjadi beberapa tipe, yaitu:

1) Tipe I

Adalah perekat hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling klinker, yang kandungan utamanya kalsium silikat dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk dari kristal senyawa kalsium sulfat. Adapun komposisi senyawa pada tipe ini ialah 49%

(C₃S), 29% (C₂S), 12% (C₃A), 8% (C₄AF), 2,8% (MgO), 2,9% (SO₃). Semen Portland tipe I lazimnya difungsikan pada bangunan, jembatan, gedung, jalan dan lain-lain, dan dipergunakan pada pekerjaan konstruksi yang sekiranya tidak terjadi agresi sulfat dari tanah yang menimbulkan panas hidrasi tinggi.

2) Tipe II

pengaplikasiannya dimana pada daerah dengan kadar sulfat dan panas hidrasi sedang. Komposisi pembentuknya : 46% (C₃S), 29% (C₂S), 6% (C₃A), 11% (C₄AF), 2,9% (SO₃). Tipe II digunakan bagi pekerjaan bangunan air (bendungan maupun saluran irigasi) maupun bangunan pinggir pantai yang dimana panas hidrasinya rendah.

3) Tipe III

Pada semen tipe ini terjadi peningkatan kekuatan di fase awal yang tinggi, akibat dari pengikatan kadar C₃S yang tinggi dan juga ukuran butiran yang sangat halus. Tipe ini dipergunakan pada bangunan yang membutuhkan kekuatan tekan tinggi, contohnya pondasi-pondasi berat dan jembatan-jembatan, bangunan dengan struktur besar.

4) Tipe IV

Tipe ini membutuhkan panas hidrasi rendah, agar kandungan C₃S dan C₃A menjadi rendah. Semen tipe ini digunakan pada pekerjaan pengecoran yang mana tidak terjadi panas atau pengecoran yang melakukan penyemprotan (*setting time* lama).

5) Tipe V

Tipe ini memerlukan tahanan tinggi terhadap sulfat, komposisi senyawanya yaitu 12% (C_4AF), 1,9% (MgO), 1,8% (SO_3), 43% (C_3S), 36% (C_2S), 4% (C_3A). Semen tipe V ini pada pengaplikasiannya yaitu pada konstruksi dalam air, terowongan, pelabuhan, pembangkit listrik tenaga nuklir maupun instalasi pengolahan limbah.

d. Semen Portland Komposit (PCC)

Menurut (SNI-15-2049-2015) mengenai *specification* semen PCC, dapat diartikan dimana pengikat hidrolis klinker dan campuran antara semen portland dengan bahan organik lain. Adapun bahan an-organik lainnya seperti batu kapur, senyawa silikat, pozzolan dengan kandungan bahan anorganik totalnya mencapai 6-35% dari massa semen. Maka oleh hal tersebut PCC masuk dalam kategori *special blended cement* yang mana berarti memiliki spesifikasi berbeda dibandingkan dengan semen OPC. Kandungan dari silica yang cukup besar dari pozzolan menyebabkan semen ini akan menjadi lambat untuk mengeras dan juga memiliki panas hidrasi yang rendah, tetapi memiliki kekuatan beton yang akan terus meningkat secara pesat pada umur beton menginjak 28 hari. Adapun pengaplikasiannya pada pekerjaan konstruksi yang lebih umum seperti pekerjaan jalan, pekerjaan beton, pekerjaan pemasangan batu bata,

pembuatan bagian bangunan khusus seperti panel beton, bata beton, beton pracetak dan lain sebagainya.

2.1.2.2 Air

Tjokrodimuljo (2007), air pada dasarnya ialah bahan fundamen pembuatan beton paling mudah didapatkan dan juga harganya tergolong murah, untuk kegunaannya pada saat pembuatan beton. Air akan bereaksi dengan semen Portland sebagai bahan pelumas diantara butir-butir agregat supaya dapat dengan mudah dalam pengerjaannya (dituang, diaduk dan di padatkan).

Pada campuran beton, air mengakibatkan terjadinya proses hidrasi bersama semen. Air dalam takaran pas akan menyebabkan mudahnya dalam proses pengerjaannya. Air yang berlebih akan menyebabkan penurunan kekuatan beton. Tetapi air yang kurang akan mengakibatkan proses hidrasi pada beton menjadi tidak menyebar (Mulyono, 2004).

Dalam kegunaannya air untuk beton alangkah baiknya memenuhi persyaratan seperti berikut ini : (Tjokrodimuljo, 2007)

1. Tak terdapat kandungan senyawa sulfat > dari 1 gram/ liter.
2. Didalamnya tidak ada bahan organik (benda melayang lainnya) > dari 2 gram/liter.
3. Tidak menyimpan klorida (Cl) > dari 0,5 gram/liter.
4. Tidak terdapat garam-garam yang akan dapat merusak beton (asam, zat organik, dll) > 15 gram/liter.

Faktor air semen (fas) sama dengan dimana perbandingan berat antara air dan semen yang tercampur dalam adukan beton, dalam

kenyataannya atau pembuatannya yang mana nilai fas beredar antara 0,4 sampai 0,6.

2.1.2.3 Agregat

Yaitu butir mineral dari alam yang berguna sebagai pengisi pada bahan campuran beton dimana agregat akan menempati sebanyak lebih kurang 70% volume beton, dan untuk dapat membedakan agregat atau jenis agregat itu sendiri berdasarkan pada ukuran dari agregat itu sendiri (butirnya), agregat yang memiliki butir kasar maka tergolong kedalam agregat kasar, begitupun sebaliknya agregat yang memiliki butir-butir kecil maka tergolong dengan agregat halus (Tjokrodinuljo, 2007).

(Silvia Sukirman, 2003) agregat ialah bahan yang berasal dari alam antara lain butiran-butiran kerikil, batu pecah, dan mineral lainnya baik berukuran kecil atau bagian-bagian kecil maupun ukuran yang besar

Menurut (SNI-15-1991-03), yang disebut dengan agregat adalah butiran kerikil atau batu pecah, maupun mineral lainnya yang bersumber dari alam, maupun tidak bersumber dari alam atau buatan yang digunakan bersamaan dengan semen sebagai bahan pengikat yang akan membentuk beton, dalam persentasenya dalam beton terkandung lebih kurang 70-75% persen dari volume sebuah beton

Berdasarkan ukurannya, dibedakan menjadi :

- Agregat halus, diameter 0 – 5 mm disebut pasir, yang dibedakan menjadi
 - Pasir halus : \emptyset 0 – 1 mm
 - Pasir kasar : \emptyset 1 – 5 mm

- Agregat kasar, diameter ≥ 5 mm, biasanya berukuran antara 5 – 40 mm yang disebut kerikil

Jenis- jenis agregat dikelompokkan menjadi 2 bagian seperti berikut:

1. Agregat Halus

Berfungsi sebagai pengisi didalam campuran beton yaitu diantara agregat kasar maka akan terjadi ikatan yang lebih kuat didalam beton. Dapat dikatakam sebagai agregat halus yang baik apabila agregat tidak mengandung lumpur $>5\%$, dan tidak mengandung bahan-bahan organik serta memiliki ukuran butiran yang bervariasi dan beragam. (SNI 03-6820-2002) Agregat halus ialah agregat yang asalnya dari alam dan memiliki butir maksimum sebesar 4,76 mm. Jenis lainnya yaitu agregat halus hasil olahan dimana agregat ini dihasilkan dari pecahan-pecahan ataupun pemisahan butiran yang bisa didapat dengan cara menyaring ataupun metode lain seperti terak tanur tinggi. Berdasarkan (ASTM C33) pada umumnya agregat halus adalah berupa pasir maupun partikel yang memiliki butir kecil dari 5 mm, dan jika menurut saringannya yaitu lolos saringan ukuran No. 4 tertahan saringan No. 200

2. Agregat Kasar

Coarse Aggregate atau pada umumnya disebut dengan agregat kasar atau kerikil, merupakan hasil alam berupa batuan atau bisa juga pecahan dari batuan maupun dari industri batu pecah yang mana ukurannya berkisar 4,76-150 mm, Adapun bentuknya dapat berupa kerikil, batu pecah,

terak tanur tiup. Sesuai dengan (SNI 03-2847-2002) yang merupakan Agregat kasar, apabila memiliki ukuran butir 5,00-40 mm. Agregat kasar yang nantinya akan digunakan dalam proses pencampuran beton haruslah memenuhi kriteria sebagai berikut :

- a. Haruslah memiliki sifat kekal atau dengan kata lain tidak mudah hancur oleh perubahan suhu dan haruslah keras serta tidak memiliki pori, adapun untuk keadaan agregat yang memiliki bentuk pipih hanya boleh diizinkan penggunaannya tidak boleh lebih dari 20% dari berat agregat seluruh.
- b. Agregat yang digunakan, tidak bisa terkandung didalamnya bahan reactive terhadap alkali, jika beton tersebut akan bersentuhan dengan tanah yang basah ataupun lembab secara terus menerus, dan diperbolehkan apabila alkali setara dengan Natrium Oksida yang besarnya tidak boleh besar dari 0,6% atau dengan bahan yang sekiranya bisa mencegah terjadinya pemuai.an
- c. Adapun sifatnya yang kekal bisa kita uji dengan larutan jenuh garam sulfat
- d. Tidak boleh terkandung bahan-bahan yang reaktif atau dengan kata lain, memuat bahan-bahan yang mana dapat merusak beton apabila terkandung bahan-bahan tersebut, maka untuk membuktikan nya dilakukan

pengujian dengan menyelidiki warna menggunakan larutan NaOH

- e. Agregat yang akan digunakan untuk pembuatan beton, tidak terkandung didalamnya lumpur dan tidak lebih dari 1% terhadap berat agregat dalam keadaan kering, dan bila terbukti mengandung lumpur maka agregat yang akan digunakan tersebut harus dicuci hingga bersih
- f. Agregat tersebut haruslah memiliki ukuran yang beragam dan apabila dilakukan uji saringan, haruslah sesuai dengan standar ISO dan juga syaratnya harus terpenuhi. Sebagai berikut.
- g. Ukuran butir dari agregat kasar yang maksimum tidak boleh besar dari $\frac{1}{5}$ dari jarak terkecil disamping bidang cetakan, atau $\frac{1}{3}$ dari tebal plat, $\frac{3}{4}$ jarak bersih yang minimum antara berkas tulangan.

2.2 Kaca

Merupakan produk industri yang sudah umum kita tahu. Alat-alat yang kita gunakan sehari-hari kebanyakan mengandung bahan dari material kaca tersebut. Seperti gelas, piring dan peralatan dapur lainnya, zat keras yang rapuh yang dibuat dengan menggabungkan silikat dengan soda atau kalium, kapur, dan juga terkadang logam oksida menjadi massa cair yang didinginkan dengan cepat untuk mencegah yang namanya kristalisasi, untuk menghilangkan tekanan yang kita sebut dengan kaca. Jika kita kaji secara fisika kaca juga termasuk kedalam zat cair yang sangat dingin. Mengapa disebut demikian, karena struktur

penyusun kaca didalam partikelnya tersusun saling berjauhan sama seperti zat cair.

Apabila kita perhatikan maka ada kaca yang berwarna hijau, warna tersebut ditambahkan dari ionfero, jika kita ingin menghilangkan hijau tersebut maka bisa kita tambahkan zat nitrat atau mangan dioksida pada saat pembuatannya. Untuk lebih jelasnya pewarnaan pada kaca dapat kita lihat sebagai berikut :

1. Warna hijau ditambahkan dengan ionfero
2. Warna biru ditambahkan dengan kobalt osida
3. Warna ungu ditambah menggunakan mangan oksida
4. Warna merah, emas juga dengan mangan oksida
5. Kuning dengan ditambah uranium oksida
6. Warna coklat dengan Ionfero
7. Hitam dengan tambahan iridium oksida atau campuran oksida lain
8. Kaca susu diciptakan dari campuran kalsium florida, arsen trioksida, alumunium oksida, seng oksida, dan juga kalsium fosfat

Kaca yang aman pada umumnya, ialah kaca yang tidak gampang rusak atau dengan kata lain tahan terhadap benturan. Biasanya kaca tersebut terdiri dari dua buah kaca yang direkatkan satu sama lain, menggunakan lapisan tipis dari serat selulosa asetat ataupun bahan lainnya.

Karakteristik dari serbuk kaca sehingga cukup cocok digunakan dalam proses pembuatan beton adalah :

1. Kaca memiliki sifat tidak menyerap adanya air atau dengan istilah *zero water absorption*
2. Karena sifat diatas tersebut berguna untuk dapat bermanfaat karena bisa mengisi rongga-rongga pada beton secara maksimum dan juga menjadi kedap terhadap air
3. Serbuk kaca yang bersifat sebagai pozzolan diharapkan dapat meningkatkan kekuatan tekan dari beton
4. Pada saat pengerjaannya tergolong aman karena kaca sendiri bahan-bahannya tidak berbahaya bagi manusia
5. Diharapkan karena memiliki ukuran yang sangat kecil, serbuk kaca bisa mengisi pori-pori dari pada beton atau sebagai pengisi, agar didapatkan beton yang lebih padat dengan porositas yang minimum dan oleh hal tersebut maka otomatis kuat tekan beton akan meningkat nantinya.

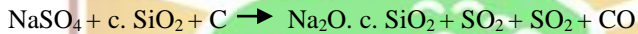
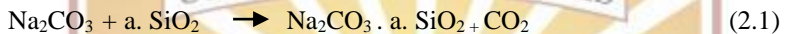
Selain karakteristik diatas kaca juga memiliki berat jenis dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.1 Berat Jenis Kaca
(Sumber : Mason/Material)

Product	Spesific Gravity -SG
Glass min	2,4
Glass max	2,8
Glass crystal min	2,9
Glass crystal max	3
Glass plate min	2,45
Glass plate max	2,72

2.2.1 Komposisi Kimia Kaca

Salah satu alasan kenapa kaca memiliki sifat yang eksklusif, jika dibandingkan dengan kategori keramik lainnya adalah sifat khas kaca itu sendiri utamanya pada silika (SiO_2) adapun proses pembuatan kaca dapat kita lihat secara ringkas sebagai berikut pada persamaan 2.1 (Wibowo,2013):



Menurut penggolongan jenis-jenis kaca yang ada memiliki beberapa kandungan kaca. Pada tabel 2.2 akan dijelaskan kandungan tersebut antara lain:

Tabel 2.2 Kandungan Kaca
(Sumber : Setiawan 2006)

Jenis Kaca	Clear Glass	Amber Glass	Green Glass	Pyrex Glass	Fused silica
SiO_2	73,2-73,5	71,5-72,4	71,27	81	99,87
Al_2O_3	1,7-1,9	1,7-1,8	2,22	2	-
$\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	13,6-14,1	13,8-14,4	13,06	4	-
$\text{CaO}+\text{MgO}$	10,7-10,8	11,6	12,17		-
SO_3	0,2-0,24	0,12-0,14	0,052	-	-
Fe_2O_3	0,04-0,05	0,3	0,509	3,37	-
Cr_2O_3	-	0,01	0,43	12,0- 13,0	-

Beberapa komposisi zat yang terkandung yaitu SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 dan CaO seperti yang ada pada tabel 2.3 berikut :

Tabel 2.3 Kandungan Serbuk Kaca

(Sumber : Hanafiah,2011)

Unsur	Serbuk Kaca
SiO_2	61,72%
Al_2O_3 ,	3,45%
Fe_2O_3	0,18%
CaO	2,59%

2.3 Kuat Tekan Beton

Suatu kemampuan dimana beton mampu menahan atau menerima gaya akibat tekan per satuan luas inilah yang dinamakan dengan kuat tekan beton. Berbicara tentang cara menggolongkan kekuatan suatu struktur maka apabila semakin tinggi kuat beton yang diinginkan maka semakin tinggi pulalah mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, 2004)

Apabila ingin mengetahui nilai kuat tekan suatu beton, dapat kita ketahui dengan cara melakukan pengujian standar menggunakan alat untuk uji tekan, yang mana prinsip dari alat ini yaitu dengan menyalurkan beban secara merata kepermukaan beton secara bertahap sampai beton mulai hancur. Acuan peraturan yang digunakan dalam pengujian kuat tekan beton yaitu ASTM C 39/C 39M-04a dan SNI 03-6805-2002.

Menurut (ASTM C 39-86) mengenai standar pengujian kuat tekan benda uji berbentuk kubus, dapat dihitung dengan cara membagi beban maksimum yang didapat ketika pengujian dengan luas permukaan benda uji, secara matematis persamaan kuat tekan beton (f_c') dapat dihitung sebagai berikut :

$$f_c' = \frac{P}{A} \quad (2.2)$$

Dimana :

f_c' = kuat tekan beton (Mpa)

P = beban tekan maksimum (N)

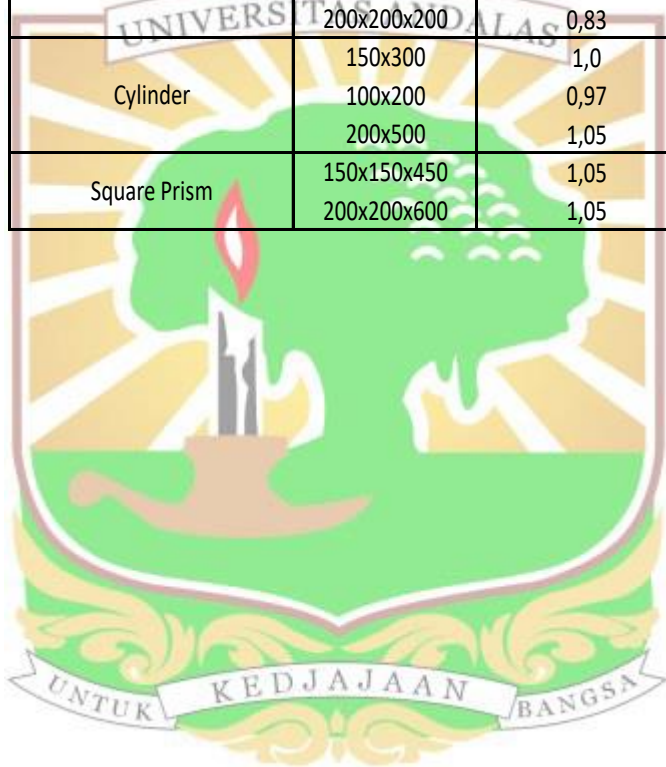
A = luas penampang tertekan (mm^2)

Pengujian nilai kuat tekan beton di laboratorium bertujuan untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton yang mana mewakili dari mutu beton yang diujikan tersebut. Untuk mendapatkan nilai yang dapat diakui dan diterima. Salah satunya yaitu mengikuti standar-standar yang telah ditentukan misalnya untuk dimensi dari benda uji haruslah sesuai dengan peraturan internasional seperti ASTM (*American Standar for Testing Materials*). Berikut adalah faktor nilai konversi dari benda uji yang bervariasi ke benda uji standar menurut ASTM

Tabel 2.4 Konversi Nilai Uji Tekan Beton Menurut Dimensinya

(Sumber : ASTM,1986)

Shape of Test Specimen	Size in mm	Modification Factor
Cube	100x100x100	0,8
	150x150x150	0,8
	200x200x200	0,83
Cylinder	150x300	1,0
	100x200	0,97
	200x500	1,05
Square Prism	150x150x450	1,05
	200x200x600	1,05



BAB III

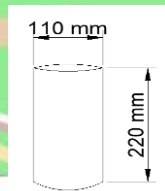
METODA DAN PROSEDUR KERJA

3.1 Uraian Umum

Pengujian berupa ekperimental, yang dilaksanakan di Laboratorium Material dan Struktur Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas. Eksperimen yang dilakukan dimulai dari pembuatan benda uji, dengan ukuran diameter 110 mm dan tinggi 220 mm. Perawatan dengan direndam air tawar, adapun target mutu yang direncanakan $f_c' 25$ Mpa, serta pengujian kuat tekan beton menggunakan alat (UTM), yang ada di Laboratorium Material dan Struktur Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas.

3.2 Benda Uji

Bentuk benda uji yang dipakai dalam penelitian ini berbentuk silinder dengan diameter penampang 110 mm dan tinggi 220 mm, dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Model benda uji

Pada penelitian ini direncanakan target mutu beton 25 Mpa. Benda uji diberi dua perlakuan berbeda, yaitu campuran beton dengan limbah kaca sebanyak 7,5%, 10%, 12,5% dan 0% (tanpa penggunaan limbah kaca) dengan jumlah sampel keseluruhan 36 buah dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Jumlah Sampel Beton

No	Variasi Beton	Umur Beton			Total
		7Hari	14 Hari	28 Hari	
1	Beton Normal	3	3	3	9
2	Agregat Halus Kaca 7,5%	3	3	3	9
3	Agregat Halus Kaca 10%	3	3	3	9
4	Agregat Halus Kaca 12,5%	3	3	3	9
Jumlah Sampel Total					36

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Adapun alat-alat selama penelitian yang digunakan berasal dari Lab LMS (Material dan struktur) yang mana lab ini berada di jurusan Teknik Sipil UNAND, dimana terdiri atas :

- a. Alat uji material (*Sieve Shaker* & set saringan, Oven, *Los Angeles Machine*, Timbangan digital dan manual, Piknometer, dan peralatan tambahan lainnya)
- b. Alat yang digunakan saat proses pembuatan benda uji, (Tongkat pemadat adonan beton, ember, sekop, perata talam, set alat pemeriksaan slump, dan peralatan tambahan lainnya)
- c. Alat yang digunakan saat proses perawatan dan pengujian kuat tekan beton (*Universal Testing Machine*, bak curing beton, dan peralatan tambahan lainnya).

3.3.2 Bahan

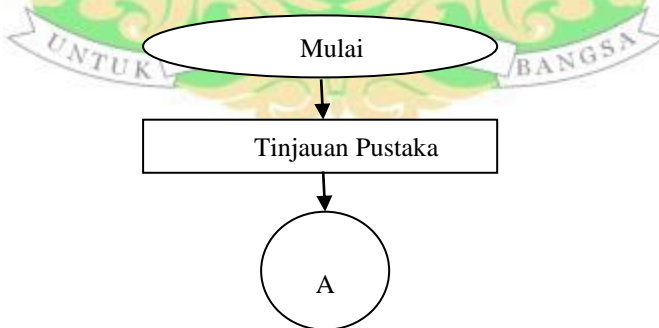
Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini sudah sangat sering kita jumpai antara lain agregat kasar ukuran 10-20 dan ukuran medium, agregat halus (kaca dan pasir), semen pcc, air tawar dapat dilihat pada gambar 3.2 berikut :



Gambar 3.2 Bahan-bahan yang digunakan

3.4 Diagram Alir Penelitian

Prosedur penelitian dapat dilihat sebagai berikut :



A

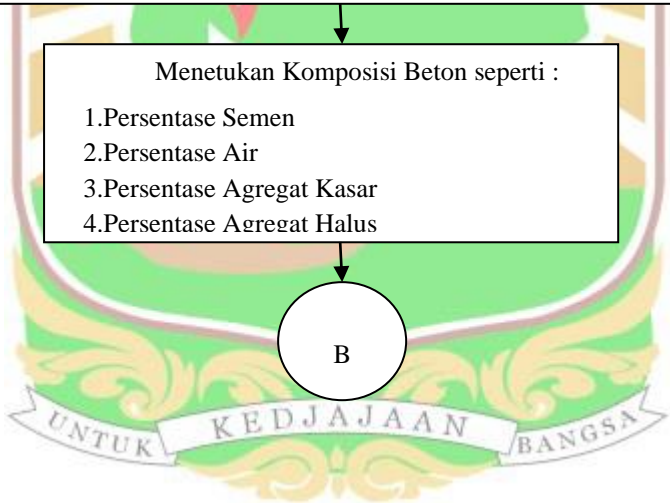
Melakukan Uji Material

1. Berat Volume Agregat
2. Analisis Saringan
3. Kadar Air Agregat
4. Analisis Specific Gravity dan Penyerapan pada Agregat Halus
5. Analisis Specific Gravity dan Penyerapan pada Agregat Kasar
6. Keausan

Menentukan Komposisi Beton seperti :

1. Persentase Semen
2. Persentase Air
3. Persentase Agregat Kasar
4. Persentase Agregat Halus

B



B

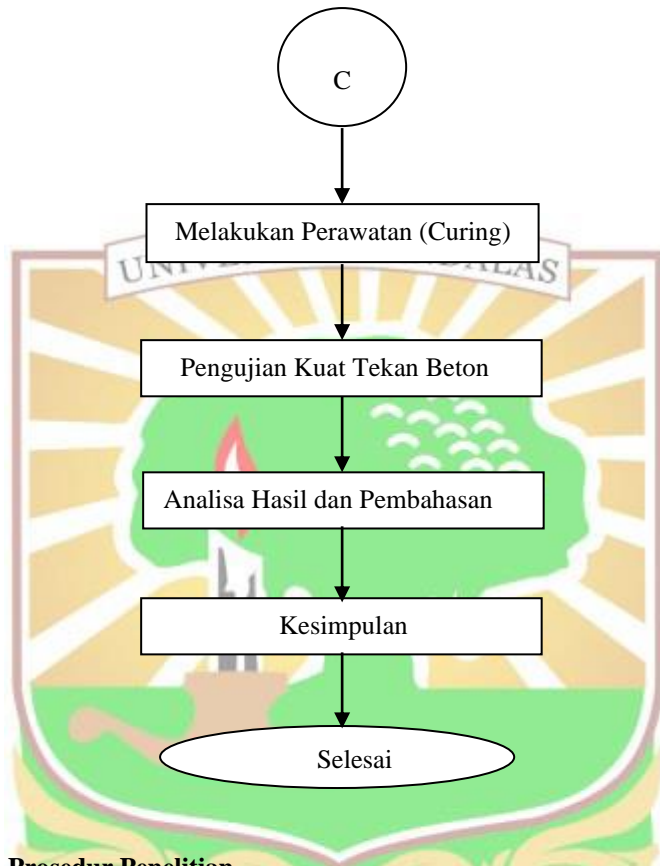
Cara Mengolah Agregat Halus (Limbah Kaca) :

- 1.Sediakan limbah botol kaca (*green glass*)
- 2.Bersihkan dan cuci limbah botol kaca dari debu dan kotoran yang menempel
- 3.Setelah itu lap hingga permukaannya bersih dan kering
- 4.Hancurkan limbah botol kaca menjadi ukuran yang diinginkan menggunakan Mesin LA (*Lost Angeles*)
- 5.Masukkan limbah botol kaca kedalam mesin LA (*Lost Angeles*)dengan menambahkan bola baja dan atur jumlah putarannya
- 6.Keluarkan limbah botol kaca dari mesin LA (*Lost Angeles*)lalu saring menggunakan saringan lolos no 4 tertahan no 200

Pembuatan Beton

Melakukan Uji Slump

C



3.5 Prosedur Penelitian

Penelitian ini terdapat 4 tahapan pelaksanaan agar tercapai tujuan yang diinginkan, yaitu sebagai berikut :

1) Tahap Persiapan

Pada tahapan ini meliputi persiapan alat dan bahan yang digunakan, serta juga dilakukan pengujian material yang digunakan pada penelitian ini, seperti pengujian kadar air, kadar organik, keausan dan lain-lain dan apabila agregat

layak digunakan maka akan dilanjutkan ke tahap berikutnya jika agregat tidak layak digunakan, maka agregat akan diganti dengan yang baru

2) Tahap Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji akan dilakukan apabila telah melalui tahap persiapan selesai dilakukan, sebelumnya dilakukan terlebih dahulu perhitungan job mixing formula bertujuan untuk perbandingan campuran yang akan kita rencanakan, setelah itu maka tahap selanjutnya pembuatan benda uji dengan tahapan sebagai berikut:

- a. Persiapkan bahan campuran beton sesuai dengan yang telah direncanakan
- b. Masukkan agregat kasar kedalam molen
- c. Masukkan agregat halus kedalam molen, lalu biarkan tercampur hingga merata
- d. Tambahkan semen secara perlahan agar tidak berserakan keluar molen
- e. Lalu tambahkan air secara perlahan sedikit demi sedikit hingga dihasilkan adukan beton yang tercampur merata
- f. Biarkan adukan tercampur didalam molen beberapa waktu
- g. Apabila telah tercampur, keluarkan sedikit adonan beton dari molen untuk dilakukan pengujian slump
- h. Apabila nilai slump beton telah sesuai dengan yang direncanakan keluarkan semua adonan dari molen

untuk masuk ke tahap selanjutnya apabila belum tercapai nilai slump maka dilakukan penambahan air

- i. Selanjutnya adonan beton segar dimasukkan kedalam cetakan berbentuk silinder yang telah diberi pelumas sebelumnya
- j. Adonan dimasukkan secara bertahap, mulai dari $\frac{1}{3}$ dari tinggi cetakan lalu ditumbuk sebanyak 25 kali ,lalu ditambahkan adonan beton sampai mencapai $\frac{2}{3}$ dari tinggi cetakan lalu ditumbuk lagi sebanyak 25 kali, setelah itu tuangkan adonan sampai memenuhi cetakan lalu tumbuk lagi 25 kali setelah itu ratakan
- k. Biarkan adonan didalam cetakan selama kurang lebih 24 jam agar beton dapat mengeras
- l. Setelah lebih kurang 24 jam beton dikeluarkan dari cetakan lalu dilakukan perawatan dengan menyimpannya dibak perawatan

3) Tahap Pengujian

Tahap pengujian beton atau uji tekan dilakukan pada benda uji yang telah berumur 7, 14 dan 28 hari menggunakan Universal Testing Machine (UTM), langkahnya timbang benda uji terlebih dahulu, setelah itu masukkan benda uji ke UTM setelah itu baca angka dial yang tertera pada UTM

4) Tahap analisis dan kesimpulan

Pada tahapan analisi dan penarikan kesimpulan akan terlaksana ,setelah semua data terkumpul maka dilakukan

pengolah data, dilakukan pembuatan grafik nilai kuat tekan, dilakukan analisis data serta penarikan kesimpulan dari hasil penelitian dan juga saran yang bisa diberikan

3.6 Pembahasan dan Analisis

Menurut (ASTM C 39-86) mengenai standar pengujian kuat tekan benda uji berbentuk kubus dapat dihitung dengan cara membagi beban maksimum yang dicapai ketika pengujian dengan luas permukaan benda uji, secara matematis persamaan kuat tekan beton (f_c') dapat dihitung sebagai berikut :

$$f_c' = \frac{P}{A} \quad (3.1)$$

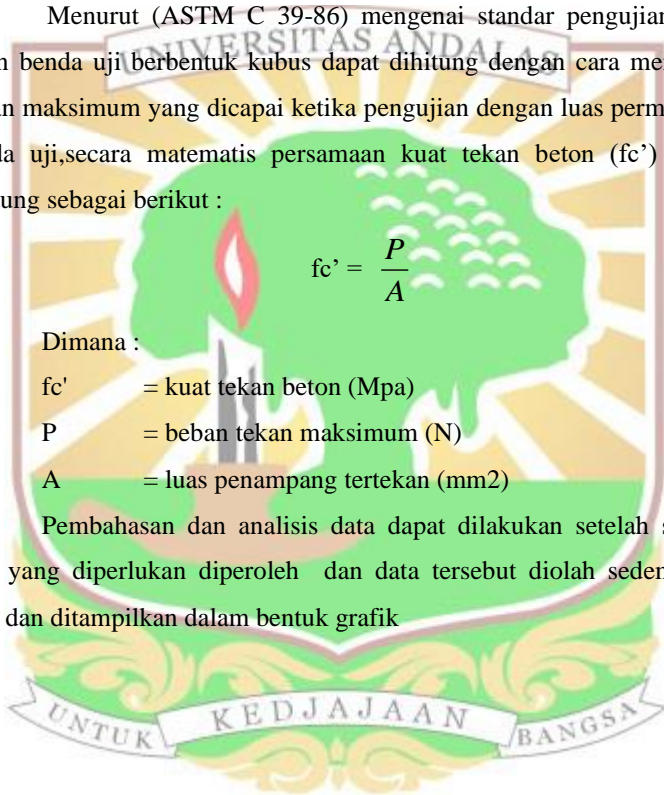
Dimana :

f_c' = kuat tekan beton (Mpa)

P = beban tekan maksimum (N)

A = luas penampang tertekan (mm²)

Pembahasan dan analisis data dapat dilakukan setelah semua data yang diperlukan diperoleh dan data tersebut diolah sedemikian rupa dan ditampilkan dalam bentuk grafik



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pemeriksaan Material

Dibawah ini adalah rincian dari hasil pengujian kelayakan bahan yang nantinya akan digunakan didalam penelitian kali ini :

4.1.1 Agregat Kasar

Agregat yang digunakan yaitu batu pecah (split), Agregat kasar yang dimaksud yaitu agregat yang tertahan pada saringan No. 4 dan ukuran maksimum 20 mm, split dari hasil pemeriksaan agregat didapatkan nilai keausan sebesar 18,74%, berat jenis yaitu 2,739%, penyerapan agregat sebesar 2,493%, kadar air sebesar 1,143% bobot isi sebesar 1,488 kg/liter dan modulus kehalusan sebesar 6,6237.

4.1.2 Agregat Halus

Yang dipakai adalah pasir sungai, defenisi dari agregat halus yaitu dimana apabila agregat atau pasir yang kita gunakan sesuai dengan ukuran saringan dengan lolos pada saringan No.4 dan juga akan tertahan pada saringan No. 200, pemeriksaan agregat didapatkan nilai berat jenis sebesar 2,613 penyerapan sebesar 1,833% kadar air sebesar 7,759% dan bobot isi sebesar 1,470 kg/liter dan nilai modulus kehalusan sebesar 1,9385.

4.1.3 Semen

Untuk penggunaan Semen pada percobaan ini menggunakan semen produk lokal yaitu Semen Padang dengan tipe semen PCC (Semen Portland Komposit), dengan standard produk berdasarkan SNI 7064-2014.

4.1.4 Air

Disini menggunakan air tawar biasa, karena haruslah air yang bebas dari partikel bahaya dan zat kimia.

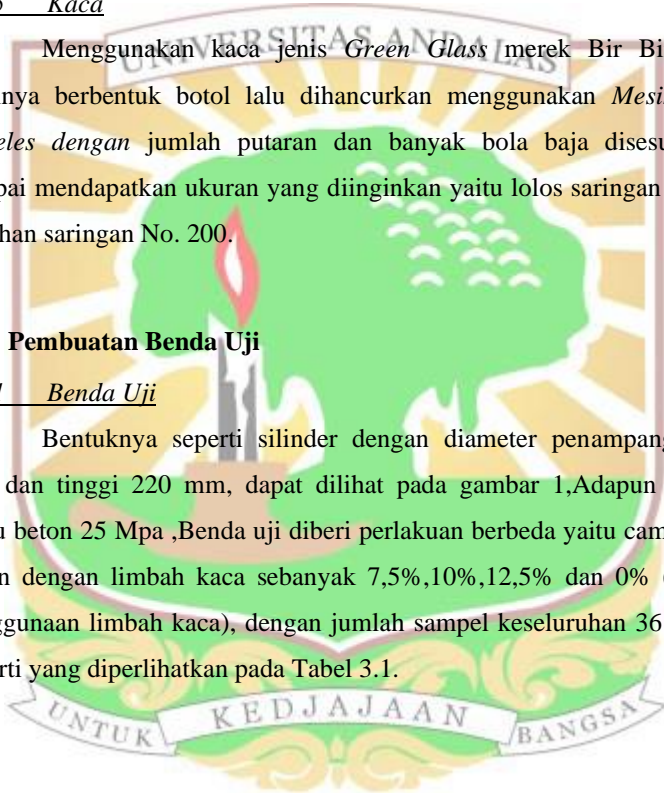
4.1.5 Kaca

Menggunakan kaca jenis *Green Glass* merek Bir Bintang, awalnya berbentuk botol lalu dihancurkan menggunakan *Mesin Los Angeles* dengan jumlah putaran dan banyak bola baja disesuaikan sampai mendapatkan ukuran yang diinginkan yaitu lolos saringan No. 4 tertahan saringan No. 200.

4.2 Pembuatan Benda Uji

4.2.1 Benda Uji

Bentuknya seperti silinder dengan diameter penampang 110 mm dan tinggi 220 mm, dapat dilihat pada gambar 1, Adapun target mutu beton 25 Mpa, Benda uji diberi perlakuan berbeda yaitu campuran beton dengan limbah kaca sebanyak 7,5%, 10%, 12,5% dan 0% (tanpa penggunaan limbah kaca), dengan jumlah sampel keseluruhan 36 buah, seperti yang diperlihatkan pada Tabel 3.1.



4.2.2 Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan ini berguna menentukan perbandingan atau komposisi dari setiap material yang akan dipakai dalam pembuatan campuran beton, seperti ditampilkan pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 berikut :

Tabel 4.1 Tabel Campuran Beton untuk Volume 0,2 m³

KOMPOSISI MATERIAL BETON / M ³ UNTUK KAPASITAS MOLEN				
Material	Beton Normal	Agregat Halus Kaca 7,5%	Agregat Halus Kaca 10 %	Agregat Halus 12,5%
	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)
Semen	11,685	11,685	11,685	11,685
Air	4,940	4,940	4,940	4,940
Agregat Halus (Pasir)	19,388	17,934	17,449	16,965
Agregat Halus (Kaca)	-	1,454	1,939	2,424
Split ϕ (5-9,5) Medium	16,179	16,179	16,179	16,179
Split ϕ (10 - 20)	10,786	10,786	10,786	10,786

Tabel 4.2 Tabel Campuran Beton untuk Volume 1 m³

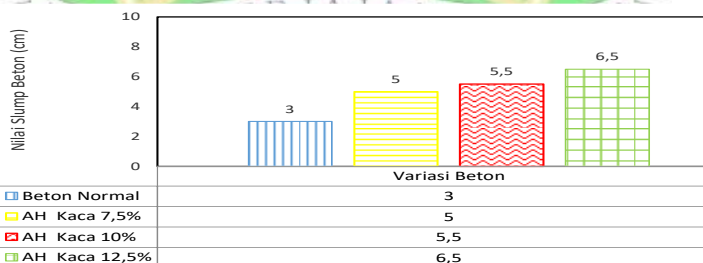
Komposisi Material Beton/m ³ Kondisi Lapangan			
34	Semen (13)	417,312	kg
35	Air (22+30+32)	176,435	kg
36	Agregat Halus (23+33)	692,423	kg
37	Agregat Kasar (24+31)	963,049	kg

4.2.3 Pengujian Slump Beton

Pengujian ini dilakukan menggunakan kerucut *Abrams* dan bertujuan untuk mengetahui tingkat kekentalan adukan beton, dan juga tingkat *workability* dapat dilihat pada Gambar 4.1. Nilai slump dipengaruhi oleh faktor air semen. Semakin tinggi fas maka nilai slump akan semakin tinggi. Yakni menggunakan banyak air dan sedikit semen, sehingga pasta semen lebih encer dan mengakibatkan nilai slump lebih tinggi. Semakin besar nilai slump test berarti adukan beton semakin mudah dikerjakan, serta menentukan apakah nilai slump yang didapat sesuai dengan nilai *slump* pada mutu 25 Mpa yang telah direncanakan. Nilai slump yang direncanakan yaitu 2,5 cm – 10 cm, dari hasil yang didapat semua nilai slump masih masuk kedalam rentang nilai yang direncanakan, dapat dilihat pada Gambar 4.2.



7 Gambar 4.1 Proses Pengujian Slump Beton



Gambar 4.2 Grafik perbandingan nilai slump beton

4.2.4 Proses Perawatan Beton

Adapun prosesnya dimulai pada saat beton dikeluarkan dari cetakan, lalu dimasukkan kedalam bak curing, bak berisi air tawar dapat dilihat pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Gambar bak curing

4.2.5 Uji Tekan

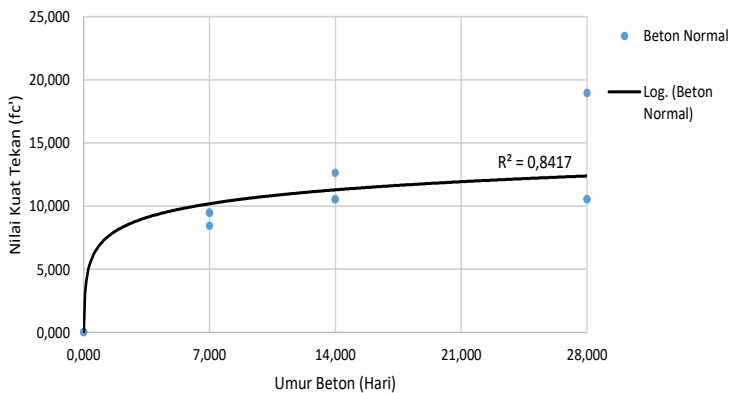
Uji Tekan dilaksanakan di LMS (laboratorium material dan struktur) menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM) dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut



Gambar 4.4 Alat *Universal Testing Machine*

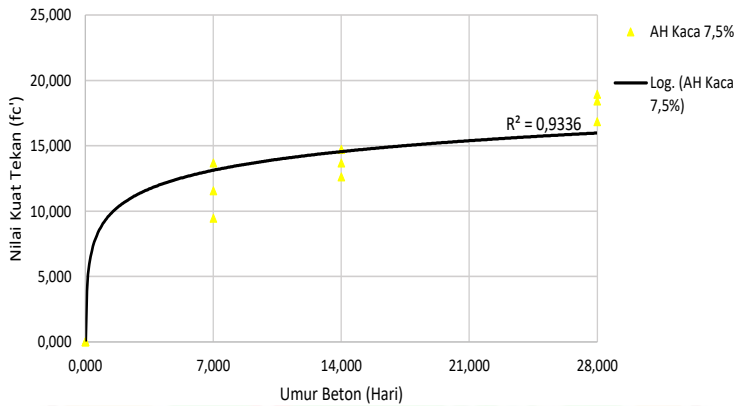
pengujian dilakukan pada umur beton 7, 14 dan 28 hari. Hasil dari penelitian yang dilakukan didapatkan bahwa beton dengan penambahan variasi kaca sebagai pengganti agregat halus mengalami peningkatan kekuatan jika dibandingkan dengan beton normal.

Hasil dari nilai uji tekan dapat dilihat pada grafik nilai kuat tekan beton dari masing-masing variasi berikut, seperti yang terlihat pada Grafik 4.5 sampai Grafik 4.7 berikut.

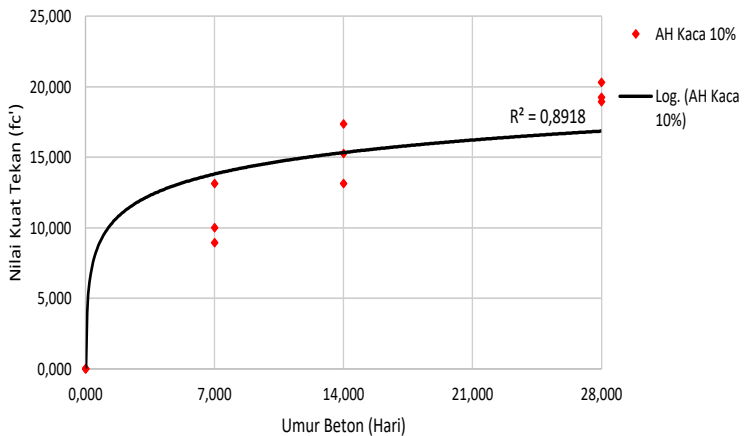


Gambar 4.5 Grafik Nilai Kuat Tekan Beton Normal

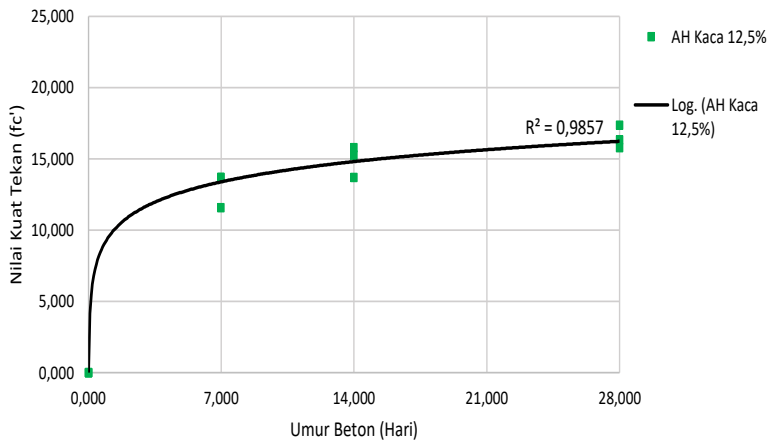




Gambar 4.6 Grafik Nilai Kuat Tekan Beton Variasi Agregat Halus Kaca 7,5%

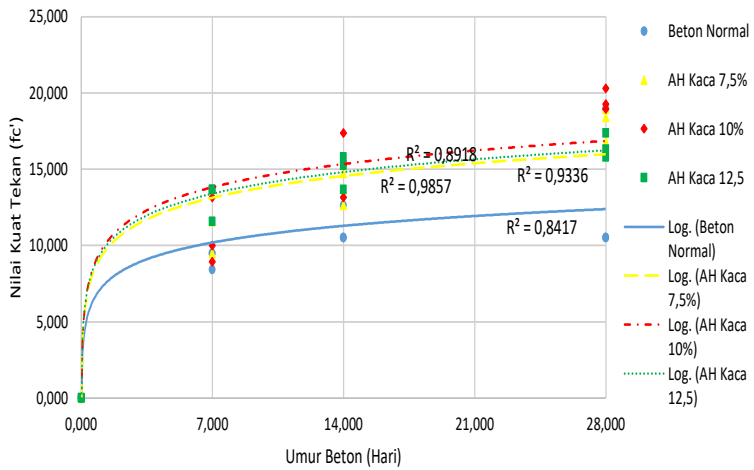


Gambar 4.7 Grafik Nilai Kuat Tekan Beton Variasi Agregat Halus Kaca 10%

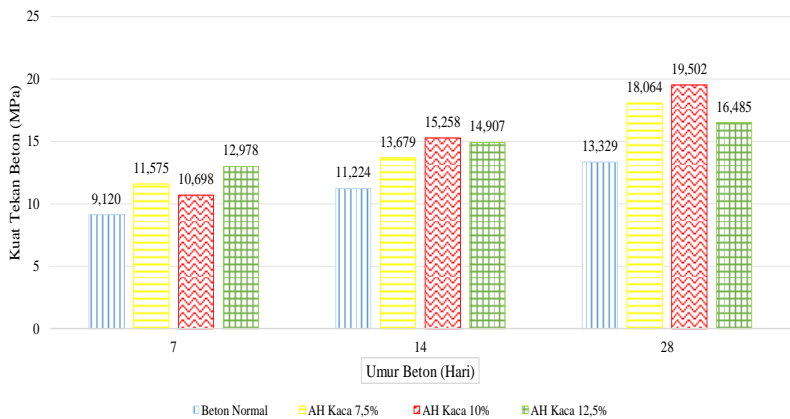


Gambar 4.8 Grafik Nilai Kuat Tekan Beton Variasi Agregat Halus Kaca 10%

Dari Grafik 4.5 sampai Grafik 4.7 diatas, garis trendline yang cocok digunakan adalah garis tren logaritmik, dimana data dimulai dengan perubahan yang tajam lalu kemudian mendatar dan sedikit naik, dari penggunaan garis tren tersebut, didapatkan nilai R^2 berturut-turut dengan nilai 0,8417, 0,9336, 0,8918 dan 0,9857. Nilai R^2 menandakan seberapa dekat garis tren mengikuti data yang diinputkan pada grafik. Semakin mendekati 1 nilainya maka semakin dekat garis tren mengikuti data. Pada Grafik 4.8 pada gambar dibawah dapat dilihat grafik perbandingan nilai kuat tekan beton dari semua variasi dan didapatkan nilai $R^2= 0,9857$ paling mendekati 1 yaitu pada variasi kaca 12,5%



Gambar 4.9. Grafik Nilai Perbandingan Kuat Tekan Beton



Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Nilai Rata-Rata Kuat Tekan Beton

Pada Grafik 4.10 dilihat bahwa nilai rata-rata kuat tekan beton, menunjukkan atau memperlihatkan terjadinya peningkatan kuat tekan beton menggunakan penggantian agregat halus dengan variasi campuran agregat halus kaca. Dimana didapatkan nilai rata-rata kuat tekan maksimum pada persentase agregat halus kaca 10% sebesar 19,502 Mpa atau mengalami peningkatan sebesar 46,312% dari beton normal pada umur beton 28 hari dan pada umur beton 14 hari didapatkan nilai rata-rata kuat tekan maksimum pada persentase agregat halus kaca 10% sebesar 15,258 Mpa atau mengalami peningkatan sebesar 35,940% dari beton normal sedangkan pada umur beton 7 hari didapatkan nilai rata-rata kuat tekan maksimum pada persentase agregat halus kaca 12,5% sebesar 12,978 Mpa atau mengalami peningkatan sebesar 42,302%

Jika kita bandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ananda Welas Asih (2018), Jurusan Teknik Sipil Universitas Mataram dalam penelitian Pengaruh Serbuk Kaca Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Agregat Halus Pada Beton Mutu Tinggi, dimana didapatkan kuat tekan maksimum pada variasi serbuk kaca 10% terhadap volume pasir dengan persentase peningkatan sebesar 7,957%, disini terlihat bahwa penambahan yang optimal juga terjadi pada persentase 10%



BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian, dapat dibandingkan nilai kuat tekan beton normal dengan nilai kuat tekan beton menggunakan variasi agregat halus kaca sebagai berikut :

1. Beton dengan Penggunaan Limbah kaca sebagai pengganti dari agregat halus berpengaruh pada kuat tekan beton. Beton yang menggunakan limbah kaca mengalami kenaikan kuat tekan antara 7 - 47,5%
2. Dari hasil pengujian kuat tekan beton ini didapatkan nilai optimum penggunaan limbah kaca pada persentase agregat halus kaca 10%, dengan nilai kuat tekan beton sebesar 20,309 Mpa atau mengalami peningkatan sebesar 7,222% jika dibandingkan dengan beton normal. Rata-rata kuat tekan beton juga terjadi pada persentase agregat halus kaca 10%. nilainya sebesar 19,502 Mpa atau mengalami peningkatan sebesar 46,312% jika dibandingkan dengan beton normal.

5.2 Saran

Dari penelitian yang telah penulis lakukan untuk itu penulis juga memberikan saran agar penelitian yang akan datang dapat lebih baik kedepannya antara lain sebagai berikut:

1. Pada penelitian selanjutnya bisa menggunakan jenis kaca yang bervariasi agar dapat dibandingkan pengaruh penggunaan jenis kaca pada kuat tekan beton

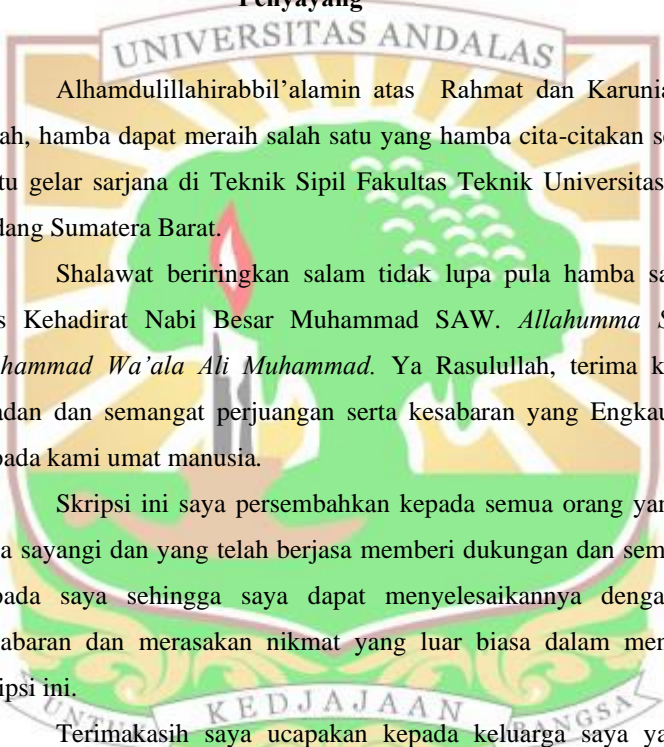
2. Pada penelitian selanjutnya bisa menggunakan ukuran benda uji yang sesuai dengan standar misalnya silinder ukuran 15 cm x 30 cm
3. Pada penelitian selanjutnya bisa menggunakan 2 jenis semen yang berbeda untuk mendapatkan pengaruh lain.



UCAPAN TERIMA KASIH

Bismillahirrahmanirrahim

**“Dengan Menyebut Nama Allah Yang Maha Pengasih Lagi Maha
Penyayang”**



Alhamdulillahirabbil'alamin atas Rahmat dan Karunia-Mu Ya Allah, hamba dapat meraih salah satu yang hamba cita-citakan selama ini yaitu gelar sarjana di Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas Padang Sumatera Barat.

Shalawat beriringkan salam tidak lupa pula hamba sampaikan atas Kehadirat Nabi Besar Muhammad SAW. *Allahumma Shalli'ala Muhammad Wa'ala Ali Muhammad.* Ya Rasulullah, terima kasih atas teladan dan semangat perjuangan serta kesabaran yang Engkau ajarkan kepada kami umat manusia.

Skripsi ini saya persembahkan kepada semua orang yang sangat saya sayangi dan yang telah berjasa memberi dukungan dan semangatnya kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikannya dengan penuh kesabaran dan merasakan nikmat yang luar biasa dalam mengerjakan skripsi ini.

Terimakasih saya ucapkan kepada keluarga saya yang telah menyupport saya baik secara moril maupun materil ,ilmu dapat dicari namun yang tak kalah penting dalam proses mencari ilmu sangat dibutuhkan dorongan dan semangat dari orang paling terdekat dalam hidup yaitu keluarga

Terimakasih saya ucapkan kepada dosen pembimbing saya kepada bapak dan ibu semoga selalu diberikan kemudahan dalam hidup ,terimakasih atas ilmu dan bimbingan bapak dan ibu selama pembuatan skripsi saya ,ilmu-ilmu baru yang bapak dan ibu ajarkan akan sangat berguna bagi saya



DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D7611. Standard Practice for Coding Plastic Manufactured Articles for Resin Identification.
- Asih, Ananda Welas [Skripsi] (2018), Pengaruh serbuk kaca sebagai bahan pengganti sebagian agregat halus pada beton mutu tinggi, Universitas Mataram
- Badan Standar Nasional. (2002). Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung. SNI 03-2847. Jakarta: BSN.
- Badan Standar Nasional. (2004). Semen Portland. SNI 15-2049. Jakarta: BSN.
- Badan Standar Nasional. (1992). Semen Pemboran. SNI 15-3044. Jakarta: BSN.
- Badan Standar Nasional. (2004). Semen Portland Komposit. SNI 15-7064. Jakarta: BSN.
- Badan Standar Nasional. (2013). Persyaratan Beton Struktural untuk Gedung. SNI 2847. Jakarta: BSN.
- Badan Standar Nasional. (1989). Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A. SK SNI S-04-1989-F. Jakarta: BSN.
- Badan Standar Nasional. (2003). Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. SNI T 15-1991. Jakarta: BSN.
- Dektorat Penyelidikan Bahan Bangunan. (2009). Peraturan Beton Bertulang Indonesia. 1971. Cetakan VII. Bandung
- Dipohusodo, Istimawan. (1994). Struktur Beton Bertulang. Jakarta: Gramedia pustaka utama

- Egosi, N.G. (1992). Solusi pemrosesan gelas pecah campuran. Di Proc. Pemanfaatan bahan limbah dalam konstruksi teknik sipil
- Gautam S.P., Srivastava Vikas and Agarwal V.C. (2012), Use of glass wastes as fine aggregate in Concrete Youth Education and Research Trust (YERT) Civil Engg. Dept., SHIATS (formerly AAI-DU), Allahabad-211007, UP, India
- Herbudiman B , Januar C ., [Jurnal] (2011), Pemanfaatan Serbuk Kaca Sebagai Powder pada Self – Compacting Concrete, Institut Teknologi Nasional, Bandung
- Ihsan.Nur, M., Hakas, P., Fadillawaty,S., [Jurnal] (2016.)Pengaruh Penambahan Kaca Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Agregat Halus dan Penambahan Fiber Optik Terhadap Kuat Tekan Beton Serat .Jurnal Ilmiah Semesta Teknika. Volume 19 No.2,148-156
- Judea, R., T., [Jurnal] (2013), Optimalisasi Konsentrasi Tailing Sebagai Substitusi Parsial Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Beragregat Halus Pecahan Kaca dan Pasir, laporan tugas akhir, Universitas Sam Ratulangi Manado.
- SNI 03 - 2847 – (2002). Standar Nasional Indonesia , Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung . Bandung
- Suyoto, Bagong. (2008). Fenomena Gerakan Mengolah Sampah . Jakarta. PT Prima Infosarana Media
- Tjokrodimuljo, K., (2007), Teknologi Beton, Biro Penerbit Teknik Sipil Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknik , Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Yohanes, H.; K.; Tenda W ., (2013), Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambah Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Parsial Semen,laporan tugas akhir, Universitas Sam Ratulangi, Manado

Faizah, Eva, dalam “Industri-Semen”, dalam <http://evafaizah.blogspot.com/2009/04/industri-semen> (diakses 3 Oktober 2018)

<https://id.wikipedia.org/wiki/Limbah> (diakses 07-04-2020 23:00 WIB)

<https://www.zonareferensi.com/pengertian-limbah/> (diakses 7 April 2020)

<http://www.farm.net/mason/material/specific-gravity.html> (diakses 3 Oktober 2018, pada 14:02 WIB)

<https://id.wikipedia.org/wiki/Beton> (diakses 3 Oktober 2018)

<https://id.wikipedia.org/wiki/Kaca> (diakses 3 Oktober 2018)



LAMPIRAN

Lampiran A Laporan Pemeriksaan Agregat di Laboratorium

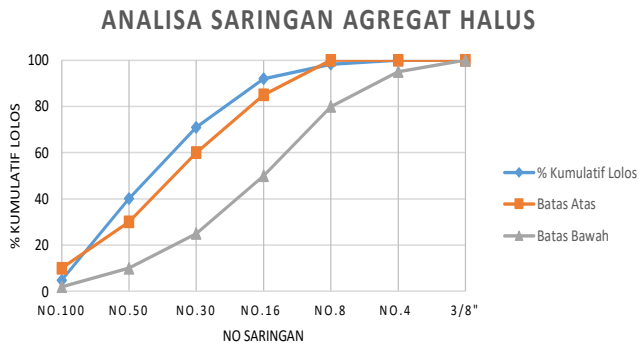
a. Pemeriksaan Bobot Isi Agregat Halus

PEMERIKSAAN BOBOT ISI AGREGAT HALUS			
Kondisi Sampel : Kering			
Tanggal	Ukuran		
	ISI PADAT	ISI LEPAS	SATUAN
A. Volume Mould	2826	2826	Liter
B. Berat Material	4153	3856	Kg
BOBOT ISI = B/A	1470	1364	Kg/Liter

b. Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Halus

Analisa Saringan Agregat Halus							
Tanggal :		Asal Material : Pasir Sungai					
Ukuran Agregat : 2,38 - 0,149 mm		Berat Material : 2000 gram					
Saringan	Ukuran (mm)	Berat Tertahan (gr)	% Tertahan	% Kumulatif Tertahan	% Kumulatif Lolos	Batas Atas	Batas Bawah
3/8"	4,75	0	0	0	100	100	100
No.4	4,8	0	0	0	100	100	95
No.8	2,38	34	1,7	1,7	98,3	100	80
No.16	1,19	127	6,35	8,05	91,95	85	50
No.30	0,595	419	20,95	29	71	60	25
No.50	0,27	619	30,95	59,95	40,05	30	10
No.100	0,149	704	35,2	95,15	4,85	10	2
Plate		97	4,85	100	0		
Total		2000	100				
Modulus Kehalusan		1,939					

c. Grafik Analisis Saringan Agregat Halus



d. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus

Kadar Air Agregat Halus		
Tanggal :	Kondisi Sampel : Lapangan	
A. Berat Material	500	gram
B. Berat Material Kering	464	gram
Kadar Air = $(A-B)/B \times 100\%$	7,759	%

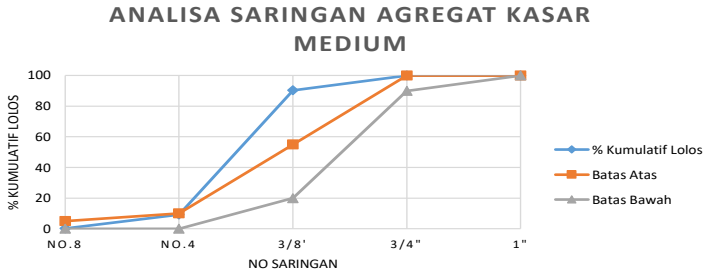
e. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus		
Tanggal	Kondisi Sampel :	
A. Berat Material Kondisi SSD	500	gram
B. Berat Material Kondisi Jenuh	994	gram
C. Berat Material Kondisi Kering	703	gram
D. Material Kering	491	gram
<i>Apparent Specific Gravity</i>	2,455	
<i>Bulk Specific Gravity (Kondisi Kering)</i>	2,349	
<i>Bulk Specific Gravity (Kondisi SSD)</i>	2,392	
Penyerapan (Absorpsi)	1,833	%

f. Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar Ukuran Medium

Analisa Saringan Agregat Kasar							
Tanggal :	Asal Material :						
Ukuran Agregat : Medium	Berat Material : 2000 gram						
Saringan	Ukuran (mm)	Berat Tertahan (gr)	% Tertahan	% Kumulatif Tertahan	% Kumulatif Lolos	Batas Atas	Batas Bawah
1"	25	0	0	0	100	100	100
3/4"	19	0	0	0	100	100	90
3/8"	9,6	192	9,6	9,6	90,4	55	20
No.4	4,8	1623	81,15	90,75	9,25	10	0
No.8	2,4	181	9,05	99,8	0,2	5	0
Plate		4	0,2	100	0		
	Total	2000	100				

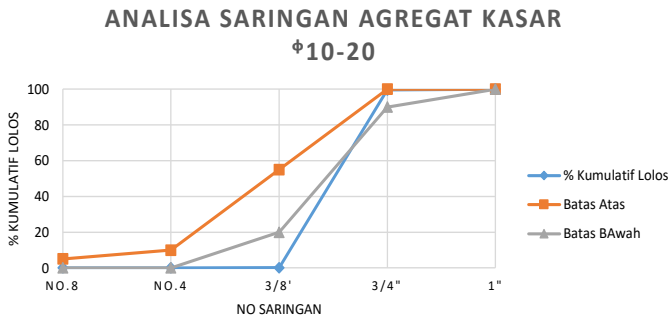
g. Grafik Pengujian Analis Saringan Agregat Kasar Ukuran Medium



h. Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar Ø10-20

Analisa Saringan Agregat Kasar							
Tanggal :			Asal Material :				
Ukuran Agregat : ϕ 10-20			Berat Material : 5000 gram				
Saringan	Ukuran (mm)	Berat Tertahan (gr)	% Tertahan	% Kumulatif Tertahan	% Kumulatif Lolos	Batas Atas	Batas Bawah
1"	25	0	0	0	100	100	100
3/4"	19	24	0,48	0,48	99,52	100	90
3/8"	9,6	4970	99,4	99,88	0,12	55	20
No.4	4,8	3	0,06	99,94	0,06	10	0
No.8	2,4	2	0,04	99,98	0,02	5	0
Plate		1	0,02	100	0		
Total		5000	100				
Modulus Kehalusan			7,003				

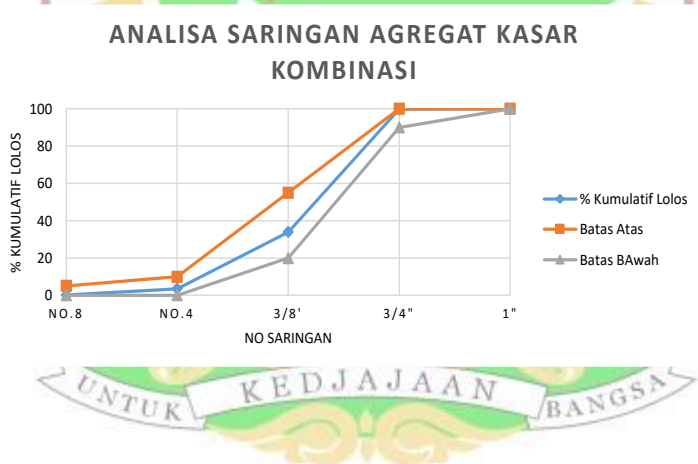
i. Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar Ø10-20



j. Tabel Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar Kombinasi

Analisa Saringan Agregat Kasar Kombinasi									
Tanggal :					Asal Material :				
Ukuran Agregat :Medium (60%), #10-20 (40%)					Berat Material : 3200 gram				
Saringan	Ukuran (mm)	Berat Tertahan Medium (gr)	Berat Tertahan #10-20mm (gr)	Berat Tertahan Total (gr)	% Tertahan	% Kumulatif Tertahan	% Kumulatif Lolos	Batas Atas	Batas Bawah
1"	25	0	0	0	0	0	100	100	100
3/4"	19	0	9,6	9,6	0,3	0,3	99,7	100	90
3/8"	9,6	115,2	1988	2103,2	65,73	66,03	33,98	55	20
No.4	4,8	973,8	1,2	975	30,47	96,49	3,51	10	0
No.8	2,4	108,6	0,8	109,4	3,42	99,91	0,09	5	0
Plate		2,4	0,4	2,8	0,09	100	0		
Total		1200	2000	3200	100				
Modulus Kehalusan		6,627							

k. Grafik Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar Kombinasi



1. Tabel kadar air agregat kasar

Kadar Air Agregat Kasar		
Tanggal :	Kondisi Sampel : Lapangan	
	Ukuran : Medium	
A. Berat Material	2000	gram
B. Berat Material Kering	1977	gram
Kadar Air = $(A-B)/B \times 100\%$	1,163	%
Kadar Air Agregat Kasar		
Tanggal :	Kondisi Sampel : Lapangan	
	Ukuran : $\phi 10-20\text{mm}$	
A. Berat Material	3000	gram
B. Berat Material Kering	2967	gram
Kadar Air = $(A-B)/B \times 100\%$	1,112	%
Kadar Air Kombinasi	1,143	%

m. Pemeriksaan Bobot Isi Agregat Kasar Ukuran Medium

Bobot Isi Agregat Kasar			
Tanggal :	Kondisi Sampel : Kering		
	Ukuran : Medium		
	Isi Padat	Isi Lepas	Satuan
A. Volume Mould	2,826	2,826	liter
B. Berat Material	4,138	3,796	kg
Berat Volume = B/A	1,464	1,343	kg/liter

n. Pemeriksaan Bobot Isi Agregat Kasar Ø10-20

Bobot Isi Agregat Kasar			
Tanggal	Kondisi Sampel : Kering Ukuran : ϕ 10-20mm		
	Isi Padat	Isi Lepas	Satuan
A. Volume Mould	9,435	9,435	liter
B. Berat Material	14,370	13,589	kg
Berat Volume = B/A	1,523	1,440	kg/liter

o. Pemeriksaan Bobot Isi Agregat Kasar Kombinasi

Berat Volume Kombinasi	Isi Padat	Isi Lepas	Satuan
	1,488	1,382	kg/liter

p. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar Ukuran

Medium

Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar Ukuran Medium	
Tanggal	Kondisi Sampel : Ukuran : Medium
A. Berat Material Kondisi SSD	2000 gram
B. Berat Material Kondisi Jenuh	1234 gram
C. Berat Material Kondisi Kering	1944 gram
<i>Apparent Specific Gravity</i>	2,738
<i>Bulk Specific Gravity</i> (Kondisi Kering)	2,538
<i>Bulk Specific Gravity</i> (Kondisi SSD)	2,611
Penyerapan (Absorpsi)	2,876 %

q. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar Ø10-20

Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar	
Tanggal	Kondisi Sampel : Ukuran : ϕ 10-20mm
A. Berat Material Kondisi SSD	3000 gram
B. Berat Material Kondisi Jenuh	1870 gram
C. Berat Material Kondisi Kering	2944 gram
<i>Apparent Specific Gravity</i>	2,741
<i>Bulk Specific Gravity</i> (Kondisi Kering)	2,605
<i>Bulk Specific Gravity</i> (Kondisi SSD)	2,655
Penyerapan (Absorpsi)	1,919 %

r. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar
Kombinaasi

Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar Kombinasi	
<i>Apparent Specific Gravity</i>	2,739
<i>Bulk Specific Gravity</i> (Kondisi Kering)	2,565
<i>Bulk Specific Gravity</i> (Kondisi SSD)	2,629
Penyerapan (Absorpsi)	2,493 %

s. Pemeriksaan Kadar Keausan Agregat

Uji Keausan Agregat dengan Mesin <i>Los Angeles</i>		
Tanggal	Kondisi Sampel : Kering	
	Berat amSampel : 5000 gram	
Ukuran Saringan		Berat Agregat Sesuai
Lolos (mm)	Tertahan (mm)	Gradasi B (gram)
76,20	63,50	
63,50	50,80	
50,80	38,10	
38,10	25,40	
25,40	19,05	
19,05	12,70	2500
12,70	9,51	2500
9,51	6,35	
6,35	4,75	
4,75	2,36	
A. Berat Awal		5000
B. Berat Tertahan Saringan No.12		4063
Keausan (%) = $(A-B)/A \times 100\%$		18,74

Lampiran B Tahap Pelaksanaan Pembuatan Benda Uji

a. Tabel Perencanaan Campuran Beton

PERENCANAAN CAMPURAN BETON		
Tanggal :		
Kelompok :		Volume :
VARIABEL		
1	Jenis Konstruksi (TABEL 4.20)	Pelat dan Beton Bertulang
2	Slump (TABEL 4.20)	2,5-10 cm
	Kuat Tekan Rencana	307,038 kg/cm ²
3	Kuat Tekan Rencana	25 MPa
	Kuat Tekan Rencana Ditambah <i>Safety Factor</i>	33,5 MPa
4	Modulus Kehalusan Agregat Halus	1,939
5	Ukuran Maksimum Agregat Kasar	19,05 cm
6	<i>Bulk Specific Gravity</i> Agregat Halus (SSD)	2,392
7	<i>Bulk Specific Gravity</i> Agregat Kasar (SSD)	2,629
8	Berat Volume Agregat Kasar	1382 kg/m ³
9	Massa Jenis Semen	3150 kg/m ³
PERHITUNGAN KOMPOSISI BETON		
10	Berat Air Rencana Campuran / m ³ (TABEL 4.22)	204,9 kg
11	Udara (TABEL 4.22)	1,996
12	Perbandingan W/C (TABEL 4.23)	0,491
13	Berat Semen (10) / (12)	417,312 kg
14	Volume Agregat Kasar / Volume Beton (TABEL	0,7065
15	Berat Agregat Kasar / m ³ (14) x (8)	976,383 kg
16	Volume Semen (13) / (9)	0,132 m ³
17	Volume Air 0,001 x (10)	0,205 m ³
18	Volume Agregat Kasar 0,001 x (15) / (7)	0,371 m ³
19	Volume Udara (11)	0,01996 m ³
20	Volume Agregat Halus (1m ³ - [(16) + (17) + (18) + (19)])	0,272 m ³
KOMPOSISI MATERIAL / M ³ BETON PADA KONDISI SSD		
21	Semen (13)	417,312 kg
22	Air (10)	204,9 kg
23	Agregat Halus (20) x (6) x 1000	650,624 kg
24	Agregat Kasar (15)	976,383 kg
25	Faktor Semen (21) / 50	8,346

KOREKSI AIR PADA KONDISI LAPANGAN			
26	Kadar Air Agregat Kasar (mk)	0,01143	
27	Penyerapan Agregat Kasar (ak)	0,02493	
28	Kadar Air Agregat Halus (mh)	0,07759	
29	Penyerapan Agregat Halus (ah)	0,01833	
30	Penambahan Air Campuran untuk Agregat Kasar (24) x [(ak-mk) / (1-mk)]	13,334	kg
31	Penambahan Air Campuran pada Kondisi	-13,334	kg
32	Penambahan Air Campuran untuk Agregat Halus (23) x [(ah-mh) / (1-mh)]	-41,799	kg
33	Penambahan Air Campuran pada Kondisi	41,799	kg
KOMPOSISI MATERIAL BETON / M ³ KONDISI LAPANGAN			
34	Semen (13)	417,312	kg
35	Air (22) + (30) + (32)	176,435	kg
36	Agregat Halus (23) +(33)	692,423	kg
37	Agregat Kasar (24) + (31)	963,049	kg
KOMPOSISI MATERIAL BETON / M ³ UNTUK KAPASITAS MOLEN			
38	Semen	11,685	kg
39	Air	4,940	kg
40	Agregat Halus	19,388	kg
	Agregat Kasar	26,965	kg
41	Split Medium ϕ	16,179	kg
	Split ϕ (10 - 20)	10,786	kg
DATA SETELAH PENCAMPURAN			
42	Air yang Hilang		kg
43	Penambahan Air		kg
44	Jumlah Air		kg
45	Slump	3	cm

b. Tabel Nilai Slump Beton

No	Jenis	Nilai Slump (cm)
1	Beton Normal	3
2	AH Kaca 7,5%	5
3	AH Kaca 10%	5,5
4	AH Kaca 12,5%	6,5

c. Pemeriksaan Bobot Isi Beton

Variasi Beton	Durasi Curing (Hari)	W(Kg)	V (m ³)	D (kg/m ³)	
Beton Normal	7	5,000	0,00209073	2391,509	
		5,000	0,00209073	2391,509	
		5,000	0,00209073	2391,509	
AH Kaca 7,5%		4,999	0,00209073	2391,031	
		4,917	0,00209073	2351,810	
		4,915	0,00209073	2350,854	
AH Kaca 10%		4,842	0,00209073	2315,938	
		4,896	0,00209073	2341,766	
AH Kaca 12,5%		4,839	0,00209073	2314,503	
		4,910	0,00209073	2348,462	
		4,960	0,00209073	2372,377	
Beton Normal		14	4,919	0,00209073	2352,767
			5,000	0,00209073	2391,509
			5,000	0,00209073	2391,509
AH Kaca 7,5%	5,000		0,00209073	2391,509	
	5,000		0,00209073	2391,509	
AH Kaca 10%	4,984		0,00209073	2383,856	
	4,876		0,00209073	2332,200	
	4,896		0,00209073	2341,766	
AH Kaca 12,5%	4,857		0,00209073	2323,112	
	4,845		0,00209073	2317,372	
	4,896		0,00209073	2341,766	
Beton Normal	28		4,979	0,00209073	2381,465
			5,000	0,00209073	2391,509
			5,200	0,00209073	2487,170
AH Kaca 7,5%		5,300	0,00209073	2535,000	
		4,964	0,00209073	2374,290	
AH Kaca 10%		4,913	0,00209073	2349,897	
		4,977	0,00209073	2380,508	
		5,000	0,00209073	2391,509	
AH Kaca 12,5%		5,000	0,00209073	2391,509	
		5,000	0,00209073	2391,509	
		4,978	0,00209073	2380,987	
AH Kaca 12,5%		5,000	0,00209073	2391,509	
		5,000	0,00209073	2391,509	
BOBOT ISI BETON RATA-RATA				2376,390	

d. Tabel Komposisi Pembentuk Beton

Komposisi Unsur Pembentuk Beton	Persentase
Agregat kasar + agregat halus	60-70%
Air	14-21%
Semen	7-15%
Udara	1-8%

e. Tabel hubungan antara W/C Ratio dengan Kekuatan Beton (Tabel II)

Kuat Beton Umur 28 Hari Mpa	Water-cement ratio	
	Non-Air-Entrained Concrete	Air-entrained Concrete
40	0,42	-
35	0,47	0,39
30	0,54	0,45
25	0,61	0,52
20	0,69	0,6
15	0,79	0,7

Sumber: Tabel AI.5.3.4(a) Relationships between water-cement and compressive strength of concrete (SI)

f. Tabel Ukuran Slump yang dianjurkan bagi berbagai jenis konstruksi (Tabel III)

Jenis konstruksi	Slump, mm	
	Maks	Min
Dinding pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	75	25
Pelat telapak, caisson dan dinding bawah tanah	75	25
Pelat dan balok bertulang	100	25
Kolom Bangunan	100	25
Perkerasan dan Slab	75	25
Pembetonan massal	75	25

Sumber: Tabel AI.5.3.1 ACI Manual of Concrete Practice 1995

g. Jumlah air yang diperlukan untuk setiap m³ Beton dan Udara yang terperangkap untuk Berbagai Slump dan Ukuran Maksimum Agregat

(Tabel IV)

Slump,mm	Berat air (kg/m ³)beton untuk ukuran agregat Berbeda							
	9,5	12,5	19	25	37,5	50	75	150
Non air-entrained concrete								
25 to 50	207	199	190	179	166	154	130	113
75 to 100	226	216	205	193	181	169	145	124
150 to 175	243	228	216	202	190	178	160	-
Persentase udara yang ada dalam unit beton (%)	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2

Sumber:Tabel A1.5.3.3 ACI Manual of Concrete Practice 1995

h. Tabel Persentase Volume Agregat Kasar/Satuan Volume Beton

(Tabel V)

Ukuran Maksimum Agregat kasar (mm)	Volume agregat kasar dibandingkan dengan satuan volume beton untuk modulus kehalusan agregat halus tertentu			
	2,40	2,60	2,80	3,00
9,5	0,5	0,48	0,46	0,44
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53
19	0,66	0,64	0,62	0,6
25	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5	0,75	0,73	0,71	0,69
50	0,78	0,76	0,74	0,72
75	0,82	0,8	0,78	0,76
150	0,87	0,85	0,83	0,81

Sumber:Tabel A1.5.3.6 ACI Manual of Concrete Practice 1995

Lampiran C Tahap Pengujian Benda Uji

a. Nilai Kuat Tekan Beton

Variasi Beton	Durasi Curing (Hari)	No. Sampel	Kuat Tekan (Kn)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)
Beton Normal	7	1	90	9,470	9,120
		2	80	8,418	
		3	90	9,470	
AH Kaca 7,5%		1	90	9,470	11,575
		2	110	11,575	
		3	130	13,679	
AH Kaca 10%		1	85	8,944	10,698
		2	95	9,997	
		3	125	13,153	
AH Kaca 12,5%	1	110	11,575	9,120	
	2	130	13,679		
	3	130	13,679		
Beton Normal	14	1	120	12,627	11,224
		2	100	10,523	
		3	100	10,523	
AH Kaca 7,5%		1	120	12,627	13,679
		2	130	13,679	
		3	140	14,732	
AH Kaca 10%		1	125	13,153	15,258
		2	145	15,258	
		3	165	17,362	
AH Kaca 12,5%		1	130	13,679	14,907
		2	150	15,784	
		3	145	15,258	
Beton Normal	28	1	100	10,523	13,329
		2	100	10,523	
		3	180	18,941	
AH Kaca 7,5%		1	160	16,836	18,064
		2	175	18,415	
		3	180	18,941	
AH Kaca 10%		1	180	18,941	19,502
		2	183	19,256	
		3	193	20,309	
AH Kaca 12,5%	1	150	15,784	16,485	
	2	155	16,310		
	3	165	17,362		

Lampiran D Perhitungan Nilai

a. Perhitungan Nilai Kuat Tekan

Diketahui :

- Diameter Benda Uji = 11 cm
- Tinggi Benda Uji = 22 cm

No Benda Uji	Berat(Kg)	Dial UTM(KN)
1	5	180
2	5	183
3	5	193
Rata-rata		185,33

Ditanya : Nilai Kuat Tekan (f_c')

Penyelesaian :

- Luas permukaan benda uji (A)

$$A = \pi r^2$$

$$A = \pi \times (55\text{mm}) \times (55\text{mm})$$

$$A = 9503.318 \text{ mm}^2$$

- Nilai P (Beban) yang diterima

$$P = 185330 \text{ N}$$

- Maka Nilai $f_c' = P/A$

$$f_c' = P/A$$

$$f_c' = 185330 \text{ N} / 9503.318 \text{ mm}^2$$

$$F_c' = 19,50 \text{ N/mm}^2$$

$$F_c' = 19,50 \text{ Mpa}$$

b. Perhitungan Nilai Kuat Tekan

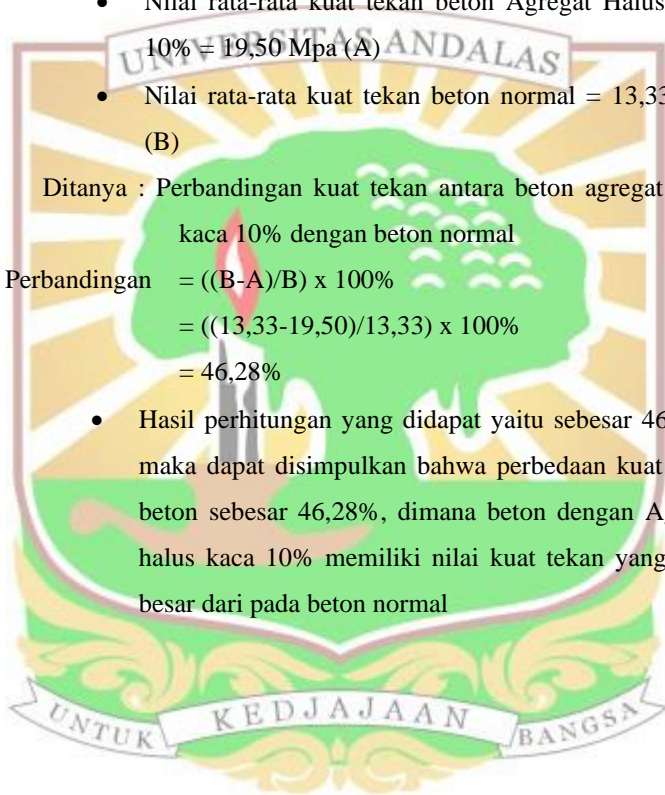
Diketahui :

- Nilai rata-rata kuat tekan beton Agregat Halus Kaca 10% = 19,50 Mpa (A)
- Nilai rata-rata kuat tekan beton normal = 13,33 Mpa (B)

Ditanya : Perbandingan kuat tekan antara beton agregat halus kaca 10% dengan beton normal

$$\begin{aligned} \text{Perbandingan} &= ((B-A)/B) \times 100\% \\ &= ((13,33-19,50)/13,33) \times 100\% \\ &= 46,28\% \end{aligned}$$

- Hasil perhitungan yang didapat yaitu sebesar 46,28%, maka dapat disimpulkan bahwa perbedaan kuat tekan beton sebesar 46,28%, dimana beton dengan Agregat halus kaca 10% memiliki nilai kuat tekan yang lebih besar dari pada beton normal



Lampiran E Dokumentasi



Gambar 1. Semen PCC



Gambar 2. Agregat Halus



Gambar 3. Agregat Medium ϕ 3,5-5mm



Gambar 4. Agregat Kasar ϕ 10-20mm



Gambar 5. Penyaringan Agregat Halus



Gambar 6. Penyaringan Agregat Kasar



Gambar 7. *Quartening* Agregat



Gambar 8. *Mould* untuk Pengujian Berat Volume Agregat



Gambar 9. Pengujian Berat Volume Agregat Halus



Gambar 10. Pengujian Berat Volume Agregat Kasar



Gambar 11. *Sieve Shaker* untuk Analisa Saringan



Gambar 12. Pengujian *Specific Gravity* Agregat



Gambar 13. Pengujian Kadar Lumpur pada Agregat Halus



Gambar 14. Pengujian Zat Organik pada Agregat Halus



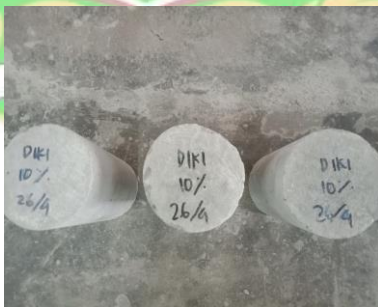
Gambar 15. *Mixing*



Gambar 16. Pengujian Slump



Gambar 17. Pipa untuk Bekisting



Gambar 18. Beton yang Telah dibuka dari Bekisting



Gambar 19. *Curing* Beton



Gambar 20. Molen



Gambar 21. *Metal Sandcone*



Gambar 22. Mesin *Los Angeles*



Gambar 23. *Universal Testing Machine*

