

**PENGARUH PEMANFAATAN SERBUK KACA
SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR TERHADAP MUTU
BETON K 175**

SKRIPSI

**Disusun Oleh:
CHAIRUL ANWAR
13.811.0022**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2020**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 21/12/21

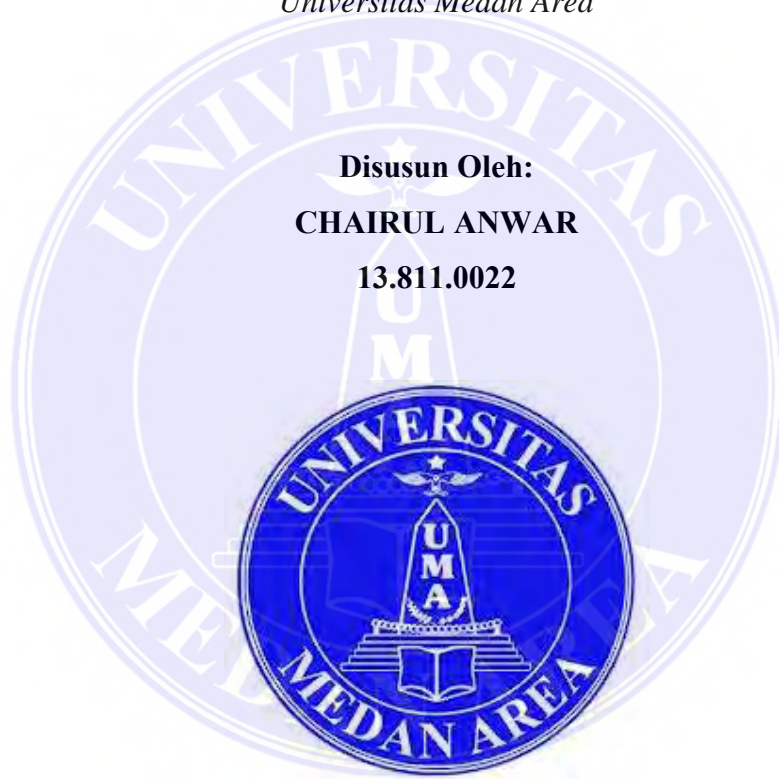
Access From (repository.uma.ac.id)21/12/21

**PENGARUH PEMANFAATAN SERBUK KACA
SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR TERHADAP MUTU
BETON K 175**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil

Universitas Medan Area



Disusun Oleh:

CHAIRUL ANWAR

13.811.0022

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2020**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 21/12/21

Access From (repository.uma.ac.id)21/12/21

**PENGARUH PEMANFAATAN SERBUK KACA
SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR TERHADAP MUTU
BETON K 175**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil
Universitas Medan Area*

Disusun Oleh :

**CHAIRUL ANWAR
13.811.0022**

Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I



(Ir. H. Irwan, MT)

Dosen Pembimbing II



(Ir. Nurmaidah, MT)

Diketahui Oleh :

Dekan

(Dr. H. Diah Maizana, MT)

Ka. Prodi Teknik Sipil

(Ir. Nurmaidah, MT)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

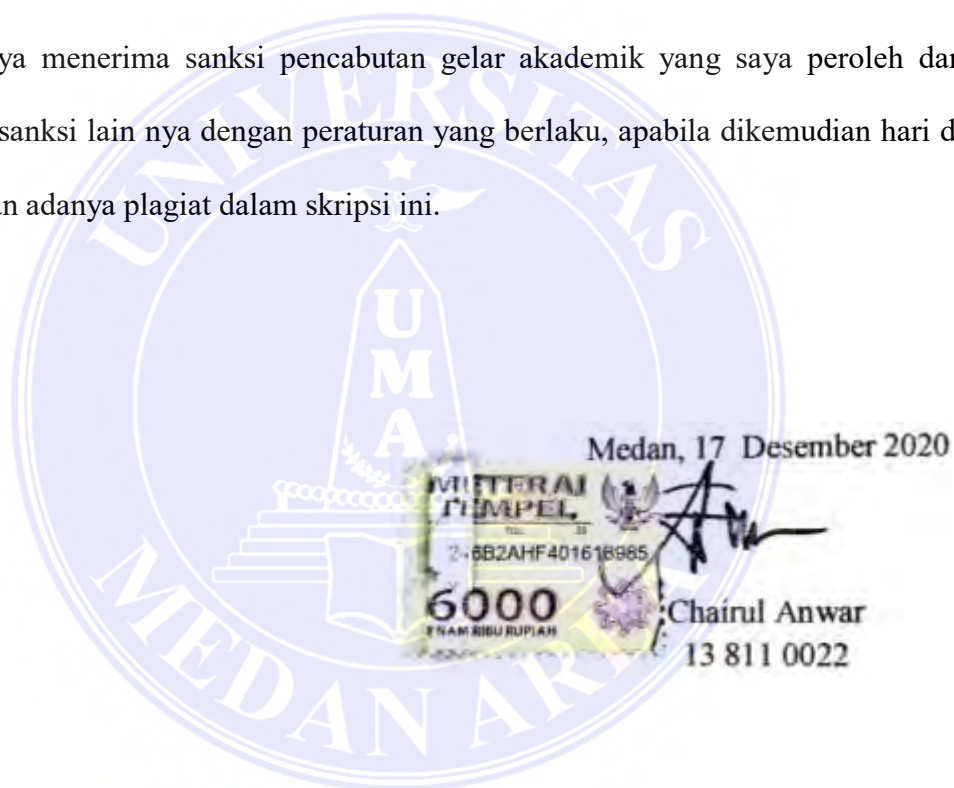
Document Accepted 21/12/21

Access From (repository.uma.ac.id)21/12/21

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun ini, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri, Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah ditulis sumber nya secara jelas sesuai dengan norma kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lain nya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari di temukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

Sebagai civitas akademik Universitas Medan Area, Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Chairul Anwar

NPM : 138110022

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik : Teknik

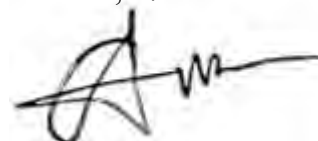
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya saya yang berjudul **Pengaruh Pemanfaatan Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Pasir Terhadap Mutu Beton K 175.**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media /format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database) merawat dan mempublikasikan tugas akhir/Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pecinta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 17 Desember 2020



Chairul Anwar
13 811 0022

ABSTRAK

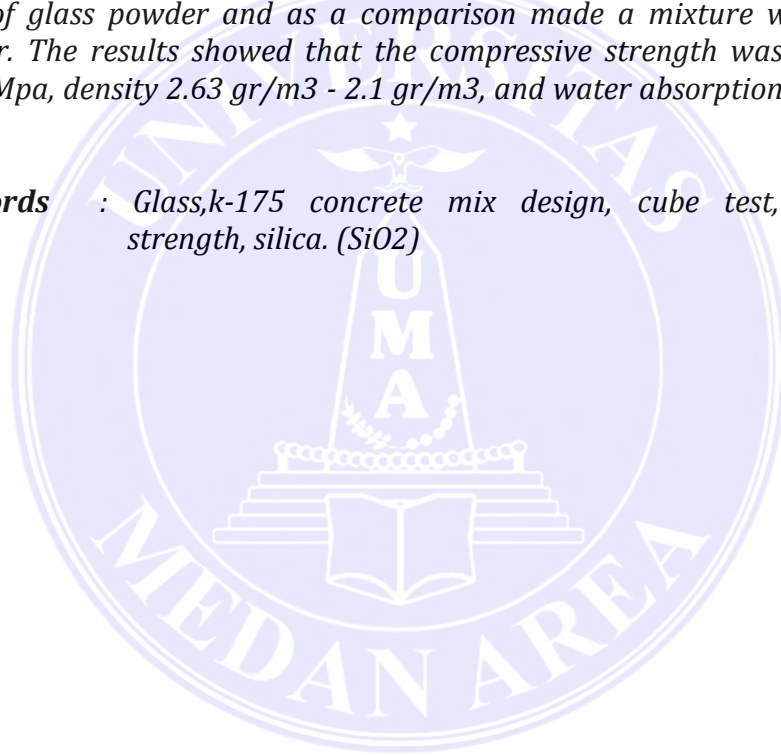
Seiring dengan kemajuan jaman, setiap, produsen Maupun pabrik mebel mengemas produknya dengan bahan material kaca, baik itu untuk tujuan estetika maupun kepraktisan penggunaan, Sehingga menimbulkan banyak limbah terutama dikota kota besar, Hal ini yang menjadi alasan untuk memanfaatkan limbah kaca tersebut sebagai bahan substitusi untuk campuran beton pembuatan beton K 175 dengan menggunakan penambahan serbuk kaca sebagai bahan Substitusi semen dengan waktu perendaman 28 hari. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh terhadap sifat fisis dan mekanis beton K 175 dengan penambahan serbuk kaca, yang dilakukan dengan perbandingan bahan campuran mutu beton K 175 yaitu semen : pasir : kerikil : air adalah 1 : 2 : 3. Serbuk kaca dicampur dengan variasi: 0%, 5%, dan 10%, menggantikan sebagian fungsi semen dengan mengurangi massa semen sebesar massa serbuk kaca tersebut dan sebagai pembanding dibuat campuran dengan serbuk kaca 0%. Dari hasil penelitian diperoleh hasil kuat tekan yaitu 18,62 Mpa–19,78 Mpa, densitas 2,63 gr/m³– 2,1 gr/m³, dan penyerapan air 1,99% - 2,04%

Kata kunci : Kaca, mix design beton k-175, pengujian kubus, kuat tekan, silika. (SiO₂)

ABSTRACT

Along with the progress of the times, every manufacturer or factory of mabel packs their products with glass material, both for aesthetic purposes and practical use, causing a lot of waste, especially in big cities, this is the reason for utilizing glass waste as a substitute material for K175 concrete mixture for making concrete by using the addition of glass powder as a cement substitution material with a soaking time of 28 days. This research was conducted to determine the effect on the physical and mechanical properties of K175 concrete with the addition of glass powder, which was carried out with the ratio of the quality mixture of concrete K175, namely cement: sand: gravel: water was 1: 2: 3. Glass powder mixed with a variation of: 0% , 5%, and 10%, partially replace the function of cement by reducing the mass of cement by the mass of glass powder and as a comparison made a mixture with 0% glass powder. The results showed that the compressive strength was 18.62 Mpa - 19.78 Mpa, density 2.63 gr/m³ - 2.1 gr/m³, and water absorption from 1.99% - 2.04%.

Keywords : *Glass, k-175 concrete mix design, cube test, compressive strength, silica. (SiO₂)*



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan yang maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “PENGARUH PEMANFAATAN SERBUK KACA SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR TERHADAP MUTU BETON K 175”. Laporan skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mengerjakan skripsi pada program Setara-1 jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UNIVERSITAS MEDAN AREA.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, Selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Ibu Dr. Ir. Dina Maizana, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Ibu Ir. Nurmaidah, MT selaku Kepala Program Studi Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.
4. Ibu Mahliza Nst, ST.MT Selaku Dosen Pembimbing Akademik Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.
5. Ucapan terima kasih saya yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua saya bapak Suwardi, SK dan ibu Nursyamsi yang telah banyak memberikan kasih

sayang dan dukungan moril maupun materi serta Do'a yang tiada henti untuk penulis.

6. Teman-teman seperjuangan stambuk 2013 Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area, serta semua pihak yang telah banyak membantu penulis.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari bahwa menyadari skripsi ini tidak luput dari berbagai kekurangan. Penulis mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan dan perbaikannya sehingga akhirnya laporan skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi bidang pendidikan dan penerapan di lapangan serta bisa dikembangkan lagi lebih lanjut. Amin.



Hormat saya
Medan, 17 Desember 2020


Chairul Anwar
138110022

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABLE.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Maksud dan Tujuan Penelitian.....	3
1.3. Manfaat	3
1.4. Rumusan Masalah.....	3
1.5. Batasan Masalah	3
1.6. Tempat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Beton.....	5
2.2. Bahan dan Penyusun Beton Uji.....	12
2.3. Workability.....	24
2.4. Segregation.....	26
2.5. Bleeding	26
2.6. Umur Beton	27
2.7. Kinerja dan Mutu Beton.....	28
2.8. Percetakan Benda Uji dan curing	29
2.9. Pengujian Benda Uji.....	32
BAB III METODE PENELITIAN	34

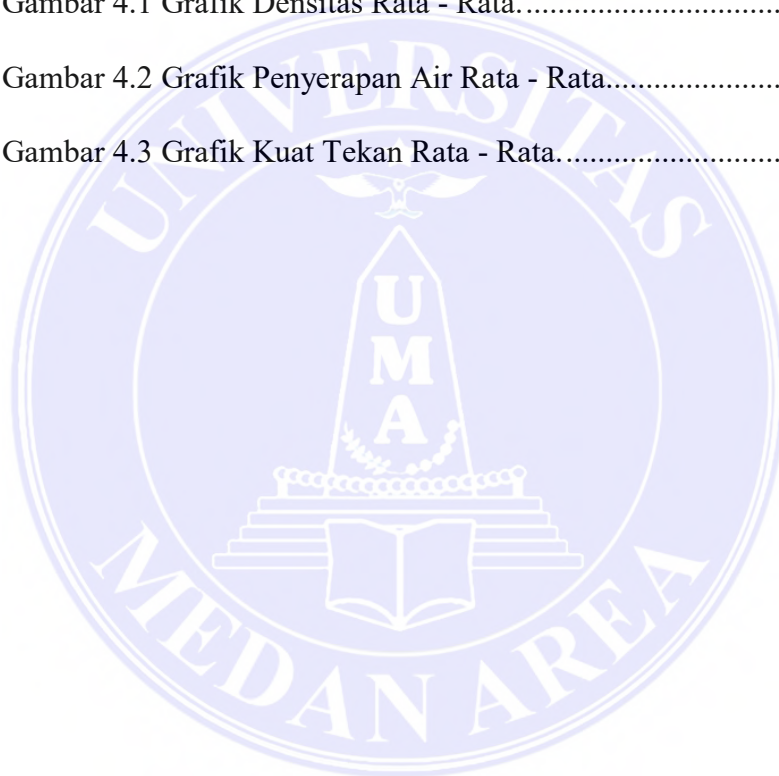
3.1. Umum.....	34
3.2. Lokasi Penelitian	35
3.3. Bahan Baku dan Peralatan.....	35
3.4. Diagram Alir Kegetian Penelitian	38
3.5. Tahap Persiapan Bahan	39
3.6. Penyiapan Benda Uji.....	39
3.7. Perencanaan Mix Design Beton K175	39
3.8. Prosedur Pengujian Sampel Benda Uji	46
BAB IV PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN	49
4.1. Hasil Penelitian	49
4.2. Perhitungan Data	51
4.3. Analisa Data Hasil Penelitian.....	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	61
5.1. Keimpulan	61
5.2. Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	62
DAFTAR LAMPIRAN	63

DAFTAR TABEL

	Halaman
Table 2.1. Kelas dan Mutu Beton.....	8
Table 2.2. Batas Agregat Kasar.....	15
Table 2.3. Batas Gradasi Agregat Halus	18
Table 2.4. Nilai Batas.....	20
Table 2.5. Kandungan Kaca	23
Table 2.6. Hubungan Umur dan Kuat Tekan Beton.....	28
Table 2.6. Kelas dan Mutu Beton.....	29
Table 3.1 Nilai FAS	41
Table 3.2. Penetapan Nilai Slump.....	41
Table 3.3. Kebutuhan Batu Pecah	42
Table 3.4. Kebutuhan Bahan Dalam Satu Benda Uji.....	46
Table 4.1. Berat Benda Uji.....	49
Table 4.2. Data Hasil Pengukuran Densitas	51
Table 4.3. Data Hasil Pengukuran Penyerapan Air.....	54
Table 4.4. Data Hasil Pengukuran Kuat Tekan.....	58

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	38
Gambar 3.2 Faktor Air Semen.	40
Gambar 3.3 Uji Slump.	43
Gambar 3.4 Perkiraan Berat Jenis Beton Basah.....	44
Gambar 4.1 Grafik Densitas Rata - Rata.....	53
Gambar 4.2 Grafik Penyerapan Air Rata - Rata.....	56
Gambar 4.3 Grafik Kuat Tekan Rata - Rata.....	60



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemudahan untuk dapat melakukan KPR atau cicilan untuk pembelian bangunan perumahan mengalami peningkatan, hal ini membuat banyak para investor serta kontraktor membangun perumahan secara besar – besaran dan jumlah yang banyak, untuk memenuhi kebutuhan serta keinginan konsumen yang bervariasi tergantung kebutuhan serta daya beli masyarakat. banyaknya pembangunan perumahan pastinya juga membutuhkan begitu banyak bahan material, Hal ini menyebabkan kebutuhan akan bahan bangunan menjadi meningkat, kebutuhan akan bahan-bahan bangunan berupa batu, kerikil, pasir, semen dan lain – lain ini yang sifatnya memanfaatkan bahan atau material yang terdapat di alam yang tidak dapat diperbarui, hal menjadi landasan penulis untuk melakukan penelitian bahan tambah apakah yang dapat digunakan sebagai bahan pengganti material yang digunakan untuk dapat mengurangi penggunaan material yang terdapat di alam yang sifatnya tidak dapat diperbaharui, terutama bahan yang merupakan limbah yang terdapat dari kehidupan sehari - hari.

Dikutip Dari CNN Indonesia, rabu, (25/04/2018) sebanyak 24% sampah di indonesia masih tidak terkelola, artinya dari 65 juta ton sampah yang dihasilkan di indonesia setiap harinya, ada sekitar 15 juta ton yang mengotori ekosistem dan lingkungan yang tidak dapat tertangani. dari kutipan CNN Indonesia tahun 2018 diketahui jenis sampah yang paling banyak dihasilkan adalah jenis sampah organik, sebanyak 60%, sampah plastik 40%, diikuti sampah kertas 9% kaca dan kayu dll sebanyak 12,7%. Hal ini yang mendorong penulis

untuk melakukan riset skripsi yang berkaitan dengan pemanfaatan limbah yang nantinya dapat digunakan untuk bahan pengganti ataupun substitusi pada bahan beton, untuk menemukan bahan tambah yang sesuai serta memanfaatkan limbah yang terdapat pada lingkungan.

Dikutip dari CNBC Indonesia (8 September 2019)“ Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Jenna R, Jambeck dari University of Georgia pada tahun 2010 ada 275 ton sampah yang dihasilkan seluruh dunia” yang bersifat plastik dan botol. Indonesia memiliki populasi pesisir terbesar yang setiap tahunnya menghasilkan 3,22 juta ton sampah plastik dan botol kaca yang tidak terkelola dengan baik, serta 0,48 – 1,29 juta ton sampah tersebut diduga mencemari lautan.

Salah satu limbah yang dihasilkan dari kehidupan sehari-hari ialah limbah kaca. Limbah kaca ini banyak dihasilkan, dari produk-produk baik itu rumah tangga maupun mebel, biasanya yang terdapat dari limbah kaca rumah tangga ialah botol, baik minuman, saus, obat, kaca jendela, peralatan dapur lainnya yang terbuat dari kaca dll, limbah kaca sebagian besar juga didapat dari pabrik atau perusahaan mebel yang produksinya biasanya meliputi pembuatan lemari, meja rias, cermin, meja beserta steling jualan yang banyak dijual, sisa-sisa potongan kecil maupun besar dari kaca ini yang tidak bisa dimanfaatkan lagi oleh pihak mebel yang menjadi limbah dan dibiarkan begitu saja. Yang jika dibiarkan begitu saja dapat menjadi limbah yang korosif tidak termanfaatkan. Sifat kaca yang merupakan material yang tidak dapat didaur ulang secara alami oleh alam seperti sampah organik dapat menimbulkan masalah, seperti sampah kaca medis yang bisa saja mengandung bakteri atau virus serta pecahan kaca rumah tangga yang tentunya dapat mencederai siapa saja..

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk memanfaatkan limbah kaca yang dihasilkan dari kehidupan sehari-hari maupun dari limbah pabrik yang secara ukuran maupun bentuk tidak dapat dimanfaatkan lagi bagi mereka.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat dari limbah kaca itu sendiri yang dimanfaatkan sebagai bahan substitusi pada beton untuk mengurangi penggunaan agregat halus, apakah dapat memberikan dampak positif dari penggunaan terhadap kuat tekan beton nantinya.

1.3 Manfaat

Pengerjaan laporan skripsi ini diharapkan dapat memberikan manfaat setidaknya untuk mengetahui kuat tekan beton k 175 yang dihasilkan dengan bahan substitusi serbuk kaca, serta apakah memberikan dampak positif bagi benda uji tersebut sehingga nantinya dapat menjadi bahan perbandingan dengan beton normal k -175 tanpa substitusi serbuk kaca.

1.4 Rumusan Masalah

Rumusan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari sifat kaca itu sendiri terhadap kuat tekan beton dengan variasi substitusi sebesar 0%, 5% dan 10%

1.5 Batasan Masalah

uraian di atas maka batasan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah mengetahui kuat tekan yang dihasilkan dari perencanaan beton normal k - 175, yang akan dibandingkan dengan substitusi penggunaan serbuk kaca sebesar 0%, 5 % dan 10% .

1.6 Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di UPT. Laboratorium Pengujian dan Pengendalian Mutu Dinas Bina Marga dan Bina Konstruksi yang terletak di jalan Sakti Lubis no.7, Medan.



BAB II

TINJAUAN PUTAKA

2.1 Beton

Beton menurut SNI 2847 : 2013 adalah campuran dari semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambah. (admixture) seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kuat tekan rencana. ($f'c$) pada usia 28 hari. beton memiliki daya kuat tekan yang baik oleh karena itu beton banyak dipakai untuk jenis struktur bangunan jembatan dan jalan. beton terdiri dari lebih kurang 15% semen, 18% air, 3% udara selebihnya pasir dan kerikil, setelah mengeras akan memiliki sifat yang berbeda beda, tergantung pada cara pembuatannya, perbandingan campuran, cara mengangkut, cara mencetak, cara memadatkan dan sebagainya akan mempengaruhi sifat sifat beton. Mulyono Tri, (2004).

Kekuatan, keawetan, dan sifat beton yang lain tergantung pada sifat-sifat bahan-bahan dasar, nilai perbandingan bahan-bahannya, cara pengadukan maupun cara pengerjaan selama penuangan adukan beton, cara pemadatan, dan cara perawatan selama proses pengerasan Tjokrodimuljo, K, (2007). nilai kekuatan serta daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya ialah nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan finishing, temperatur, dan kondisi perawatan pengerasannya. nilai kuat beton relatif tinggi dibandingkan dengan kuat tariknya, dan beton merupakan bahan bersifat getas. nilai kuat tarik hanya berkisar 9% - 15% saja dari kuat tekannya. pada penggunaan sebagai komponen struktural bangunan, umumnya beton diperkuat dengan batang tulangan baja

sebagai bahan yang dapat bekerja sama dan mampu membantu kelemahannya, terutama pada bagian yang menahan gaya tarik .

Keunggulan dan kelemahan beton menurut Tjokrodimuljo, K, (2007) beton memiliki beberapa kelebihan antara lain sebagai berikut ini.

1. Harga yang relatif lebih murah karena menggunakan bahan-bahan dasar yang umumnya mudah didapat
2. Termasuk bahan yang awet, tahan aus, tahan panas, tahan terhadap pengkaratan atau pembusukan oleh kondisi lingkungan, sehingga biaya perawatan menjadi lebih murah
3. Mempunyai kuat tekan yang cukup tinggi sehingga jika dikombinasikan dengan baja tulangan yang mempunyai kuat tarik tinggi sehingga dapat menjadi satu kesatuan struktur yang tahan tarik dan tahan tekan, untuk itu struktur beton bertulang dapat diaplikasikan atau dipakai untuk pondasi, kolom, balok, dinding, perkerasan jalan, landasan pesawat udara, penampung air, pelabuhan, bendungan, jembatan dan sebagainya
4. Pengerjaan atau workability mudah karena beton mudah untuk dicetak dalam bentuk dan ukuran sesuai keinginan. cetakan beton dapat dipakai beberapa kali sehingga secara ekonomi menjadi lebih murah.

Walaupun beton mempunyai beberapa kelebihan, beton jua memiliki beberapa kekurangan, menurut Tjokrodimuljo, K, (2007) kekurangan beton adalah sebagai berikut ini.

- a. Bahan dasar penyusun beton agregat halus maupun agregat kasar bermacam-macam sesuai dengan lokasi pengambilannya, sehingga cara perencanaan dan cara pembuatannya bermacam-macam.

- b. Beton mempunyai beberapa kelas kekuatannya sehingga harus direncanakan sesuai dengan bagian bangunan yang akan dibuat, sehingga cara perencanaan dan cara pelaksanaan bermacam-macam pula.
- c. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga getas atau rapuh dan mudah retak. Oleh karena itu perlu diberikan cara-cara untuk mengatasinya, misalnya dengan memberikan baja tulangan, serat baja dan sebagainya agar memiliki kuat tarik yang tinggi.

Untuk perencanaan beton agar dihasilkan kuat tekan beton yang sesuai dengan rencana diperlukan *mix design* untuk menentukan jumlah masing-masing bahan susun yang dibutuhkan. disamping itu, adukan beton harus diusahakan dalam kondisi yang benar-benar homogen dengan kelecakan tertentu agar tidak terjadi segregasi. Selain perbandingan bahan susunnya, kekuatan beton ditentukan oleh padat tidaknya campuran bahan penyusun beton tersebut. semakin kecil rongga agar dihasilkan kuat tekan beton yang sesuai dengan rencana diperlukan *mix design* untuk menentukan jumlah masing-masing bahan susun yang dibutuhkan. disamping itu, adukan beton harus diusahakan dalam kondisi yang benar-benar homogen dengan kelecakan tertentu agar tidak terjadi segregasi. Selain perbandingan bahan susunnya, kekuatan beton ditentukan oleh padat tidaknya campuran bahan penyusun beton tersebut. semakin kecil rongga yang dihasilkan dalam campuran beton, maka semakin tinggi kuat desak beton yang dihasilkan . Apabila ingin memperoleh beton yang baik maka perhitungan harus sesuai langkah- langkah dan prosedur yang ditetapkan, beton yang baik perubahan volume (kembang susutnya kecil).

Dalam perkembangannya, beton dapat dibuat dengan bahan tambah yang bervariasi. Sesuai dengan SNI 03-2847-2002 yang menyebutkan bahwa, bahan tambahan yang digunakan harus mampu secara konsisten menghasilkan komposisi dan kinerja yang sama dengan yang dihasilkan oleh produk yang digunakan dalam menentukan proporsi campuran beton.

Kinerja beton ini harus disesuaikan dengan kategori bangunan yang dibuat, yang harus memenuhi kriteria konstruksi, kekuatan tekan dan keawetan Beton berdasarkan kelas dan mutu beton dapat dibagi 3 (tiga) seperti tabel berikut ini :

Tabel 2.1 Kelas dan Mutu Beton

Kelas beton	Mutu Beton	σ_{bk} (kg/cm ²)	σ_{bm} (kg/cm ²)	Tujuan	Pengawasan Terhadap	
					Mutu Agregat	Kekuatan Tekan
I	B ₀			Non Struktural	Ringan	Tanpa
	B ₁			Struktural	Sedang	Tanpa
	K- 125	125	200	Struktural	Ketat	Kontinu
	K- 175	175	250	Struktural	Ketat	Kontinu
II	K- 225	225	300	Struktural	Ketat	Kontinu
III	K>225	>225	>300	Struktural	Ketat	Kontinu

Sumber : Mulyono Tri (2006)

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 beton 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. pada mutu B₁,

pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan terhadap mutu bahan-bahan sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan.

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.

Menurut SNI 03-2847-2002 berdasarkan berat satuan beton adalah :

- a. Beton ringan : Berat satuan $\leq 1900 \text{ kg/m}^3$.
- b. Beton normal : Berat satuan $2200 \text{ kg/m}^3 - 2500 \text{ kg/m}^3$.
- c. Beton berat : Berat satuan $> 2500 \text{ kg/m}^3$.

Jenis – jenis konstruksi beton, antara lain:

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 slate residu slag, residu batubara, dan hasil banyak lagi hasil pembakaran vulkanik.

Berat jenis agregat ringan sekitar 1900 kg/m^3 atau berdasarkan kepentingan penggunaan strukturnya berkisar antara $1440 - 1850 \text{ kg/m}^3$, 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 $2200 \text{ kg/m}^3 - 2400 \text{ kg/m}^3$ 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^3 . 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. beton ini biasanya memiliki dimensi ukuran 60 cm atau lebih. Beton ini dituang dalam volume besar dengan ukuran perbandingannya antara volume dan luas permukaannya.

5. Beton bertulang adalah suatu bahan gabungan yang diperoleh dengan cara memberikan suatu tulangan yang berupa ayakan kawat baja sebagai pemberi kekuatan tarik dan daktail 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 detail daripada beton normal.

7. Beton Siklop

Beton ini digunakan sebagai pembuatan bendungan, pangkal jembatan dan sebagainya. Beton ini masuk dalam kategori beton normal perbedaannya dengan beton lain ialah ukurannya yang cukup besar.

Ukuran kasarnya bisa mencapai 20 cm tapi sebaiknya ukurannya tidak lebih dari 20 % ukuran keseluruhannya.

8. Beton Mortar

Beton jenis ini merupakan beton yang dibuat dengan bahan dasar perekat, pasir dan air. campuran ketiga bahan ini memperkuat susunan partikel beton sehingga daya rekatnya lebih kuat.

9. Beton Pracetak

Jenis beton ini biasanya digunakan jika pekerjaan konstruksi yang dilakukan membutuhkan waktu yang sangat cepat. kelebihanannya adalah beton ini dapat dicetak di tempat lain lalu tinggal dipasang di tempat tujuannya. namun kekurangannya daya rekat beton ini tidak sekuat pembuatan beton dengan cara konvensional.

10. Beton Prategang

Beton ini pada dasarnya sama dengan Ferrosemen/Beton bertulang namun perbedaannya kawat baja yang dimasukkan ke dalam campuran beton ditegangkan terlebih dahulu. hal ini dilakukan agar gaya tarik beton ini lebih kuat menahan beban berat.

2.2 Bahan Penyusun Beton uji

1. Semen

Semen adalah bahan hidrolis yang bertindak sebagai pengikat agregat. Hidrolis berarti jika semen bereaksi dengan air akan berubah menjadi pasta. Reaksi kimia antara semen dengan air akan menghasilkan panas dan sifat kekerasan pada pasta semen (proses hidrasi) dan membentuk suatu batuan massa dan tidak larut dalam air, menurut Susanti, (2011).

Semen portland adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya secara sejarah Semen pertama kali ditemukan oleh bangsa romawi, lalu dilakukan pengujian dan pengembangan oleh J. Parker, dan pada awal abad ke – 19 bahan tersebut digunakan di Inggris dan kemudian Perancis . Konstruksi pertama yang dikerjakan berupa pembangunan jembatan beton tak bertulang di Prancis. asal mula nama semen portland (*portland cement*) diusulkan oleh Joseph Aspdin pada tahun 1824 dikarenakan semen bubuk pertama kali diolah di pulau Portland Amerika Serikat. Semen secara umum adalah hasil industri dari paduan bahan baku : batu kapur / gamping sebagai bahan utama dan tanah lempung. bahan penyusun semen terdiri dari bahan – bahan yang terutama mengandung kapur, seperti, kapur, silica, alumina, oksida sulfur, dan potash besi , magnesia, Massa jenis semen di Indonesia Berkisar antara 3-3,15 gr/m³ Umumnya Semen Portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling

klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.

Semen Portland

Semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker terutama dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis (dapat mengeras jika bereaksi dengan air) dengan gips sebagai bahan tambahan. Semen merupakan bahan pengikat yang paling terkenal dan paling banyak digunakan dalam konstruksi beton. Pada dasarnya semen Portland terdiri dari 4 unsur yang paling penting yaitu:

- a. Tricalcium silikat (C3S) atau CaO SiO_2
- b. Dicalcium silikat (C2S) atau 2CaO SiO_2
- c. Tricalcium aluminate (C3A) atau $3\text{CaO Al}_2\text{O}_3$
- d. Tetra-calcium Aluminoforit (C4AF) atau $\text{Al}_2\text{O}_3\text{Fe}_2\text{O}_3$

ASTM (*American Standard For Testing Material*) menentukan komposisi semen berbagai tipe antara lain :

- a. Tipe I adalah semen portland untuk tujuan umum. Jenis ini paling banyak diproduksi karena digunakan untuk hampir semua jenis konstruksi.
- b. Tipe II adalah semen Portland modifikasi. Adalah tipe yang sifatnya setengah tipe IV dan setengah tipe V (moderat) . belakangan lebih banyak diproduksi sebagai pengganti tipe IV.
- c. Tipe III adalah semen Portland dengan kekuatan awal tinggi. Kekuatan 28 hari umumnya dicapai dalam 1 minggu. Semen jenis ini

umum dipakai ketika harus dibongkar secepat mungkin atau ketika struktur harus dapat cepat dipakai.

- d. Tipe IV adalah semen Portland dengan panas hidrasi rendah, yang dipakai untuk kondisi dimana kecepatan dan jumlah panas yang timbul harus minimum misalnya pada bangunan masif seperti bendungan gravitasi yang besar. pertumbuhan kekuatannya lebih lambat dari pada semen tipe I.
- e. Tipe V adalah semen Portland tahan sulfat yang dipakai untuk menghadapi aksi sulfat yang ganas. umumnya dipakai di daerah dimana tanah atau airnya memiliki kandungan sulfat yang tinggi .
- f. PCC (*Portland Composite Cement*) digunakan untuk bangunan-bangunan pada umumnya, sama dengan penggunaan semen Portland tipe I dengan kuat tekan yang sama. PCC mempunyai panas hidrasi yang lebih rendah selama proses pendinginan dibandingkan semen Portland tipe I, sehingga pengerjaannya akan lebih mudah dan menghasilkan permukaan beton / plaster yang lebih rapat dan lebih halus.

2. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah batuan yang ukuran butirannya lebih besar dari 4,8 mm Mulyono Tri, (2005). Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil (koral) sebagai hasil pembentukan alami dari batuan atau berupa batu pecah (split) yang diperoleh dari pemecahan (*Stone Crusher*). Ukuran maksimal agregat kasar dibagi menjadi 3 golongan yaitu gradasi agregat dengan butir maksimum 40 mm, 20 mm, dan 10 mm. ukuran maksimal agregat dapat diketahui melalui analisa

saringan terhadap agregat kasar.

Batasan-batasan gradasi agregat kasar dapat dilihat pada

Tabel 2.2 Batas Agregat Kasar

Ukuran saringan (mm)	Persentase lolos (%)		
	Gradasi agregat		
	40 mm	20 mm	10 mm
76	100		
38	95-100	100	
19	35-70	95-100	100
9,6	30-40	30-60	50-85
4,8	0-5	0-10	0-10

Sumber : Mulyono Tri, (2005)

Kandungan agregat dalam campuran beton berkisar 60 – 70% dari berat campuran beton, walaupun fungsinya sebagai pengisi, tetapi karena komposisinya yang besar maka agregat menjadi sangat penting. Secara garis besar agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir, atau mineral lainnya baik berupa hasil alam maupun buatan (SNI No. 1737-1989-F). Menurut Silvia Sukirman, (2003), agregat merupakan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lain, baik yang berasal dari alam maupun buatan yang berbentuk mineral padat berupa ukuran besar maupun kecil atau fragmen-fragmen.

Keutamaan agregat dalam peranannya pada beton adalah :

- a. Menghemat penggunaan semen Portland.
- b. Menghasilkan kekuatan pada beton.
- c. Mengurangi penyusutan pada pengerasan beton.
- d. Dengan gradasi agregat yang baik, dapat tercapai beton yang padat.

Berdasarkan beratnya, Agregat dapat dibedakan menjadi 3 jenis yaitu:

- a. Agregat ringan

Yaitu agregat yang memiliki berat isi $350 - 880 \text{ kg/m}^3$ untuk agregat kasarnya dan $750 - 1200 \text{ kg/m}^3$ pada agregat halus nya. campuran dari kedua agregat tersebut memiliki berat isi maksimum 1400 kg/m^3 .

b. Agregat Normal

Yaitu agregat yang memiliki berat isi tidak kurang dari 1200 kg/m^3

c. Agregat berat

Yaitu agregat yang memiliki berat isi lebih dari 2800 kg/m^3

Berdasarkan bentuknya agregat dapat dibedakan menjadi :

Agregat bulat

Agregat bulat sebagian dan tidak teratur

Agregat bersudut

Agregat panjang

Agregat pipih

Agregat panjang dan pipih

Berdasarkan tekstur permukaannya agregat dapat dibedakan sebagai berikut :

Agregat licin / halus (*glassy*)

Agregat ini lebih sedikit membutuhkan air dibandingkan dengan agregat permukaan kasar, dari hasil penelitian kekasaran agregat akan menambah kekuatan gesekan antara pasta semen dengan permukaan butir. Sehingga beton yang menggunakan agregat licin cenderung mutunya rendah..

Berbutir (*granular*)

Pecahan agregat jenis ini berbentuk bulat dan seragam.

Kasar

Pecahannya kasar dapat terdiri dari batuan berbutir halus atau kasar yang mengandung bahan-bahan berkrystal yang tidak dapat terlihat jelas melalui pemeriksaan visual.

Kristalin (*crystalline*)

Agregat jenis ini mengandung Kristal-kristal yang nampak dengan jelas melalui pemeriksaan visual

Berbentuk sarang lebah (*honeycombs*)

Tampak dengan jelas pori-porinya dan rongga - rongganya melalui pemeriksaan visual, kita dapat melihat lubang-lubang pada batuanannya.

Ketentuan agregat kasar antara lain :

Agregat kasar harus terdiri dari butiran yang keras dan tidak berpori. Agregat kasar yang butirannya pipih hanya dapat dipakai jika jumlah butir-butir pipihnya tidak melampaui 20% berat agregat seluruhnya. agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% dalam berat keringnya. bila melampaui harus dicuci. agregat kasar tidak boleh mengandung zat yang dapat merusak beton, seperti zat yang relatif alkali. Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil alam dari batu pecah. Agregat kasar harus lewat tes kekerasan dengan bejana penguji Rudeloff dengan beban uji 20 ton. Kadar bagian yang lemah jika diuji dengan goresan batang tembaga maksimum 5%. Angka kehalusan (*Fineness Modulus*) untuk *Coarse Aggregate* antara 6 – 7,5.

Jenis Agregat kasar yang umum adalah :

- a. Batu pecah alami. Bahan ini diperoleh dari cadas atau batu pecah alami yang digali. Batu ini dapat berasal dari gunung berapi, jenis sedimen,

atau jenis metamorf. meskipun dapat menghasilkan kekuatan yang tinggi terhadap beton, batu pecah kurang memberikan kemudahan pengerjaan dan pengecoran dibandingkan dengan jenis agregat kasar lainnya.

- b. Kerikil alami. kerikil diperoleh dari proses alami, yaitu dari pengikisan tepi maupun dasar sungai oleh air sungai yang mengalir. Kerikil memberikan kekuatan yang lebih rendah daripada batu pecah, tetapi memberikan kemudahan pengerjaan yang lebih tinggi.

3. Agregat halus

Agregat halus adalah agregat dengan ukuran lebih kecil dari 4,8 mm Mulyono Tri, (2005). Agregat halus dapat berupa pasir alam (hasil pembentukan alami dari batuan-batuan) atau pasir buatan (dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu). Fungsi utama agregat halus dalam campuran beton adalah mengisi ruang antar butir agregat kasar. ukuran agregat halus dibagi menjadi 4 zona yaitu daerah I, daerah II, daerah III, dan daerah IV yang dapat diketahui dari analisa saringan terhadap agregat halus batasan-batasan gradasi agregat halus dapat dilihat pada

Tabel 2.3 Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Persentase Lolos			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	101	102	103
4,8	90-100	90-100	90-100	90-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3		11-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber : Mulyono Tri, (2005)

Keterangan :

Daerah I : Pasir kasar

Daerah II : Pasir agak kasar

Daerah III : Pasir agak halus

Daerah IV : Pasir Halus

Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat pemecah batu. Agregat ini memiliki ukuran 0.063 mm – 4,76 mm yang meliputi pasir kasar (*Coarse sand*) dan pasir halus (*fine sand*).

Syarat – syarat agregat halus yang baik menurut PBI diantaranya :

- a. Agregat halus harus terdiri dari butiran-butiran tajam, keras dan bersifat kekal artinya tidak hancur oleh pengaruh cuaca dan temperatur seperti terik matahari, hujan, dan lainnya.
- b. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% berat kering, apabila kadar lumpur lebih besar dari 5 % maka agregat halus harus dicuci terlebih dahulu bila ingin dipakai untuk campuran beton.
- c. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan organik (zat hidup) terlalu banyak dan harus dibuktikan dengan percobaan warna dari ABRAMS-HARDER dengan larutan NaOH 3%
- d. Angka kehalusan (*Fineness Modulus*) untuk *fine sand* antara 2,2–3,2
- e. Angka kehalusan (*Fineness Modulus*) untuk *coarse sand* antara 3,2 – 4,5
- f. Agregat halus harus terdiri dari butiran yang beraneka ragam besarnya

3 Air

Beton menjadi keras karena reaksi antara semen dan air. Oleh karena itu, air yang dipakai untuk mencampur kadang-kadang mengubah sifat semen. Air yang

digunakan untuk campuran beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam alkali, zat organik atau bahan lainnya yang dapat merusak beton atau tulangan. Sebaiknya dipakai air tawar yang dapat diminum. Air yang digunakan dalam pembuatan beton pratekan dan beton yang akan ditanami logam aluminium (termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat) tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan. Untuk perlindungan terhadap korosi, konsentrasi ion klorida maksimum yang terdapat dalam beton yang telah mengeras pada umur 28 hari yang dihasilkan dari bahan campuran termasuk air, agregat, bahan bersemen dan bahan campuran tambahan tidak boleh melampaui nilai batas yang diberikan pada

Tabel 2.4 Nilai Batas

Jenis beton	Batas (%)
Beton pratekan	0,06
Beton bertulang yang selamanya berhubungan dengan klorida	0,15
Beton bertulang yang selamanya kering atau terlindung dari basah	1,00
Konstruksi beton bertulang lainnya	0,30

Dalam pemakaian air untuk beton sebaiknya air memenuhi syarat sebagai berikut:

- a. tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter
- b. tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter,
- c. tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter,
- d. tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

4. Kaca

a. Sejarah Kaca

Tahun 1000, kota Alexandria di Mesir menjadi pusat pembuatan kaca paling penting di dunia. Di Eropa pada masa tersebut, seni membuat kaca patri penting bagi gereja dan katedral. Pada masa Perang Salib, manufaktur kaca dikembangkan di Venesia. Dengan cepat, Venesia menjadi pusat pembuatan kaca dunia. Pada 1291, peralatan pembuatan kaca dipindahkan ke pulau Murano. Tahun-tahun selanjutnya, perajin kaca Venesia mulai pergi ke Eropa utara untuk mencari kehidupan yang lebih baik. Mereka mendirikan pabrik-pabrik kaca di tempat mereka yang baru. Hal ini membuat kaca dengan cepat tersebar. Pada 1674, pembuat kaca Inggris George Ravenscroft menemukan kaca timah. Pada 1800-an, permintaan besar-besaran untuk kaca jendela yang disebut kaca mahkota terjadi. Selanjutnya, berbagai barang dibuat dari kaca. Mulai dari jendela, peralatan rumah tangga, hingga lampu .

Pada abad ke-20 penggunaan kaca pada bangunan didukung oleh perkembangan industrialisasi dan penemuan teknologi dalam pengolahan dan produksi kaca. kecenderungan desain dengan meminimalkan ornamen pada abad tersebut juga mendukung penggunaan material kaca. Penggunaan kaca tetap menjadi pilihan dari bangunan-bangunan di era abad 21.

b. Material Penyusun kaca

Kaca adalah salah satu produk industri kimia yang paling akrab dengan kehidupan kita sehari-hari. Dipandang dari segi fisika kaca merupakan zat cair yang sangat dingin. Disebut demikian karena struktur partikel-partikel penyusunnya yang saling berjauhan seperti dalam zat cair, namun kaca sendiri berwujud padat. Ini terjadi akibat proses pendinginan (*cooling*) yang sangat cepat,

sehingga partikel-partikel silika tidak sempat menyusun diri secara teratur. Dari segi kimia, kaca adalah gabungan dari berbagai oksida anorganik yang tidak mudah menguap, yang dihasilkan dari dekomposisi dan peleburan senyawa alkali dan alkali tanah, pasir serta berbagai penyusun lainnya.

Pasir adalah salah satu dari sekian banyak bahan penyusun kaca material kaca itu. Pasir kuarsa merupakan pasir yang digunakan, karena tidak sembarang pasir bisa digunakan. hal tersebut dikarenakan pasir kuarsa yang digunakan harus murni dengan kandungan besi yang terkandung dalam pasir tersebut tidak boleh lebih dari 0,015% dalam pembuatan kaca optik atau 0,45% untuk barang gelas. Komposisi yang terkandung dalam pasir yang digunakan, turut menentukan memberikan efek terhadap produk kaca yang dihasilkan. Kaca memiliki sifat-sifat yang khas dibanding dengan golongan keramik lainnya. Kekhasan sifat-sifat kaca ini terutama dipengaruhi oleh keunikan silika (SiO₂) dan proses pembentukannya. Reaksi yang terjadi dalam pembuatan kaca secara ringkas pada persamaan dibawah ini :



Karakteristik dari serbuk kaca dalam pembuatan beton adalah:

1. Kaca merupakan bahan yang tidak menyerap air atau *zero water absorption*.
2. Sifat kaca yang tidak menyerap air dapat mengisi rongga-rongga pada beton secara maksimal sehingga beton bersifat kedap air.
3. Kaca dalam hal ini adalah serbuk kaca mempunyai sifat sebagai

pozzolan yang dapat meningkatkan kuat tekan dari beton.

4. Kaca tidak mengandung bahan yang berbahaya, sehingga pada saat pengerjaan beton aman bagi manusia.
5. Serbuk kaca juga dapat digunakan sebagai bahan pengisi pori atau *filler*, sehingga diharapkan akan diperoleh beton yang lebih padat dengan porositas minimum sehingga kekuatan beton dapat meningkat.

Perkembangan zaman sekarang jumlah barang bekas/limbah yang semakin lama menjadi masalah bagi kehidupan, salah satunya adalah keberadaan limbah kaca yang tidak terpakai lagi. limbah kaca ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan sebagai agregat halus (pasir) untuk meningkatkan kuat tekan beton.

Ada beberapa kandungan kaca berdasarkan jenis-jenis kaca, yaitu: *clear glass*, *amber glass*, *green glass*, *pyrex glass*, dan *fused silica*. Kandungan bahan kimia dalam berbagai jenis kaca seperti dijelaskan pada Tabel 2.5 .

Tabel 2.5 Kandungan Kaca

Jenis Kaca	<i>Cle ar Gla ss</i>	<i>Amb er Gla ss</i>	<i>Gree n Glas s</i>	<i>Pyr ex Gl ass</i>	<i>Fused Silica</i>
SiO ₂	73,2 – 73,5	71,0 – 72,4	71,27	81	99,8 7
Al ₂ O ₃	1,7 – 1,9	1,7 – 1,8	2,22	2	-
Na ₂ O + K ₂ O	13,6 – 14,1	13,8 – 14,4	13,06	4	-
CaO + MgO	10,7 – 10,8	11,6	12,17	-	-
SO ₃	0,2 – 0,24	0,12 – 0,14	0,052	-	-
Fe ₂ O ₃	0,04 – 0,05	0,3	0,599	3,72	-
Cr ₂ O ₃	-	0,01	0,43	12,0 – 13,0	-

Sumber: Setiawan, (2006)

c. Sifat Reaktif Silika pada Kaca

Penggunaan agregat halus kaca yang dibuat dari jenis kaca leburan *soda lime*, mulai dikembangkan untuk membuat beton kinerja tinggi. Agregat halus kaca ini dibuat dalam bentuk bubuk dengan ukuran dan distribusi yang serupa agregat halus/pasir alam. Penggunaannya diharapkan dapat memanfaatkan limbah dari hasil samping industri untuk komponen industri konstruksi dan untuk mengatasi kekurangan pasir alam yang tersedia. berdasarkan ASTM C289-87 dilakukan tes kimia dan tes kereaktifan agregat didapat bahwa bubuk kaca masih layak digunakan sebagai agregat walaupun memiliki sifat merugikan karena mengandung silika reaktif yang dapat bereaksi dengan alkali semen, sehingga mengakibatkan terjadinya ekspansi beton.

2.3 Workability

Salah satu sifat beton sebelum mengeras (beton segar) adalah kemudahan pengerjaan (*workability*). *Workability* (kemudahan pengerjaan) adalah merupakan tingkat kemudahan adukan beton untuk diaduk, diangkut, dituang dan dipadatkan tanpa mengurangi homogenitas beton dan beton tidak terurai (*bleeding*) yang berlebihan untuk mencapai kekuatan yang direncanakan.

Workability akan menjadi lebih jelas pengertiannya dengan adanya sifat-sifat berikut ini.

1. *Mobility* adalah kemudahan adukan beton untuk mengalir dalam cetakan.
2. *Stability* adalah kemampuan adukan beton untuk selalu tetap homogen, selalu mengikat (koheren), dan tidak mengalami pemisahan butiran (*segregasi* dan *bleeding*).
3. *Compatibility* adalah kemudahan adukan beton untuk dipadatkan

sehingga rongga-rongga udara dapat berkurang.

4. *Finishibility* adalah kemudahan adukan beton untuk mencapai tahap akhir yaitu mengeras dengan kondisi yang baik.

Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat *workability* antara lain adalah sebagai berikut ini.

1. Jumlah air yang digunakan dalam campuran adukan beton. semakin banyak air yang digunakan, maka beton segar semakin mudah dikerjakan.
2. Penambahan semen dalam campuran juga akan memudahkan cara pengerjaan adukan betonnya, karena pasti diikuti dengan bertambahnya air campuran untuk memperoleh nilai *f_s* tetap.
3. Gradasi campuran pasir dan kerikil. Bila campuran pasir dan kerikil mengikuti gradasi yang telah disarankan oleh peraturan, maka adukan beton akan mudah dikerjakan.
4. Pemakaian butir-butir batuan yang bulat mempermudah cara pengerjaan beton.
5. Pemakaian butir maksimum kerikil yang dipakai juga berpengaruh terhadap tingkat kemudahan pada saat dikerjakan.
6. Cara pemadatan adukan beton akan menentukan sifat/cara pengerjaan. Bila cara pemadatan dilakukan dengan alat getar maka diperlukan tingkat kelecakan yang berbeda, sehingga diperlukan jumlah air yang lebih sedikit daripada jika dipadatkan dengan tangan Tjokrodimuljo, K, (2007).

2.4 Segregation

Kecenderungan butir-butir kasar untuk lepas dari campuran adukan beton dinamakan *segregation*. Hal ini akan menyebabkan sarang kerikil pada beton akhirnya akan menyebabkan keropos pada beton Mulyono Tri, (2005).

Segregasi disebabkan oleh beberapa hal, yaitu:

1. campuran yang kurang semen,
2. terlalu banyak air,
3. ukuran maksimum butir agregat lebih dari 40 mm,
4. permukaan butir agregat kasar yang terlalu kasar.

Kecenderungan terjadinya segregasi ini dapat dicegah dengan cara berikut:

1. tinggi jatuh diperpendek,
2. penggunaan air sesuai syarat,
3. cukup ruangan antara batang tulangan dengan acuan,
4. ukuran agregat sesuai dengan syarat,
5. pemadatan baik.

2.5 Bleeding

Bleeding adalah kecenderungan air untuk naik ke permukaan (memisahkan diri) pada beton segar yang baru saja dipadatkan. Air akan naik membawa semen dan butir-butir halus pasir, yang pada saat beton mengeras nantinya akan membentuk selaput (*laitance*) Mulyono Tri, (2005). *Bleeding* biasanya terjadi pada campuran beton basah (kelebihan air) atau campuran adukan beton dengan nilai *slump* tinggi.

Bleeding dipengaruhi oleh berbagai hal berikut ini.

1. Susunan butir agregat

Jika komposisinya sesuai kemungkinan *bleeding* kecil.

2. Banyak air

Semakin banyak air akan memungkinkan terjadinya *bleeding*.

3. Kecepatan hidrasi

Semakin cepat beton mengeras semakin kecil terjadinya *bleeding*.

4. Proses pemadatan

Pemadatan yang berlebihan akan menyebabkan *bleeding*.

Bleeding dapat dikurangi dengan cara sebagai berikut:

1. memberi banyak semen,
2. menggunakan air sedikit mungkin,
3. menggunakan butir halus lebih banyak,
4. memasukkan sedikit udara dalam adukan untuk beton khusus.

2.6 Umur Beton

Kekuatan tekan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton. Kekuatan beton akan naik secara cepat (linier) sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil. Kekuatan tekan beton pada kasus tertentu terus akan bertambah sampai beberapa tahun dimuka. Biasanya kekuatan tekan rencana beton dihitung pada umur 28 hari. Untuk struktur yang menghendaki awal tinggi, maka campuran dikombinasikan dengan semen khusus atau ditambah dengan bahan tambah kimia dengan tetap menggunakan jenis semen tipe I (OPC-1) Mulyono Tri, (2005).

Kuat tekan beton akan bertambah tinggi dengan bertambahnya umur. Yang

dimaksud umur disini adalah dihitung sejak beton dicetak. Laju kenaikan kuat tekan beton mula-mula cepat, lama-lama laju kenaikan itu akan semakin lambat dan laju kenaikan itu akan menjadi relatif sangat kecil setelah berumur 28 hari. Sebagai standar kuat tekan beton (jika tidak disebutkan umur secara khusus) adalah kuat tekan beton pada umur 28 hari, Tjokrodimuljo, K, (2007).

Laju kenaikan beton dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu jenis semen portland, suhu keliling beton, faktor air-semen dan faktor lain yang sama dengan faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton. Hubungan antara umur dan kuat tekan beton dapat dilihat pada

Tabel 2.6 Hubungan Umur dan Kuat Tekan Beton

Umur beton	3	7	14	21	28	90	365
Semen portland biasa	0,4	0,65	0,88	0,95	1	1,2	1,35
Semen portland dengan kekuatan awal yang tinggi	0,55	0,75	0,9	0,95	1	1,15	1,2

Sumber: Tjokrodimuljo, K, (2007)

2.7 Kinerja dan Mutu Beton

Sampai saat ini beton masih menjadi pilihan utama dalam pembuatan struktur. Sifat-sifat dan karakteristik material penyusun beton akan mempengaruhi kinerja beton yang dibuat. Kinerja beton ini harus disesuaikan dengan kelas dan mutu beton yang dibuat. Sehingga dalam penggunaannya dapat disesuaikan dengan bangunan ataupun konstruksi yang akan dibangun untuk mendapatkan hasil yang memuaskan dan sesuai dengan dibutuhkan.

Beton dibagi dalam kelas dan mutu sebagai berikut:

Tabel 2.7 : Kelas dan Mutu Beton

Kelas Beton	Mutu Beton	Kekuatan Tekan Minimum (Kgf /cm ²)	Tujuan Pemakaian Beton
I	<i>B₀</i>	50-80	Non-Struktural
II	<i>B₁</i>	100	Rumah
	<i>K125</i>	125	Tinggal
	<i>K175</i>	175	Perumahan
	<i>K225</i>	225	Perumahan
III	<i>K > 225</i>	>225	Perumahan dan Bendungan Jembatan, Bangunan tinggi, Terowongan kereta api

sumber : Gunawan, (2000)

Untuk kepentingan pengendalian mutu disamping pertimbangan ekonomis, beton dengan mutu *B₀* (beton dengan f_c^1 50-80 MPa), perbandingan jumlah agregat (pasir, kerikil atau batu pecah) terhadap jumlah semen tidak boleh melampaui 8:1. Untuk Beton dengan mutu *B₁* (beton dengan 100 MPa), dan *K 125* (beton dengan f_c^1 minimum 125 MPa), dapat memakai perbandingan campuran unsur bahan beton dalam takaran volume 1 pc : 2 Ps : 3 kr atau 3/2 ps : 5/2 kr (*pc* = semen portland, *ps* = pasir, *kr* = kerikil). Apabila hendak menentukan perbandingan antar-fraksi bahan beton mutu *K175* dan mutu lainnya yang lebih tinggi harus dilakukan percobaan campuran rencana guna dapat menjamin tercapainya kekuatan karakteristik yang diinginkan menggunakan bahan-bahan susunan yang ditentukan.

2.8 Pencetakan Benda Uji dan Curing

Cara Pembuatan dengan cetakan Kubus 15 x 15 x 15 Perbuatan dilakukan dengan melakukan pengukuran dimensi beserta menghitung kebutuhan volume

dan membuat bahan bakunya bentuk ini ditujukan untuk mencari kuat tekan yang akan diuji di laboratorium.

Curing adalah perlakuan atau perawatan terhadap benda uji beton selama masa pembekuan. Pengukuran Curing diperlukan untuk menjaga kondisi kelembaban dan suhu yang diinginkan pada benda uji, karena suhu dan kelembaban di dalam secara langsung berpengaruh terhadap sifat – sifat benda uji. Pengukuran Curing mencegah air hilang dari adukan dan membuat lebih banyak hidrasi semen. Untuk memaksimalkan mutu benda uji perlu diterapkan pengukuran Curing sesegera mungkin setelah benda uji dicetak. Curing merupakan hal yang kritis untuk membuat permukaan benda uji yang tahan terhadap beban yang berat. Curing harus dibuat pada setiap bahan bangunan, bagian konstruksi atau produk yang menggunakan semen sebagai bahan baku. Hal ini karena semen memerlukan air untuk memulai proses hidrasi dan untuk menjaga suhu di dalam yang dihasilkan oleh proses ini demi mengoptimalkan pembekuan dan kekuatan semen. Pengaturan suhu di dalam dengan air disebut Curing.

Proses hidrasi yang tidak terkontrol akan menyebabkan suhu semen kelebihan panas dan kehilangan bahan - bahan dasar untuk pengerasan dan kekuatan akhir produk semen seperti beton, mortar, dan lain - lain. Curing yang baik berarti penguapan dapat dicegah atau dikurangi. Secara umum ada 3 jenis utama Curing

yang digunakan pada sektor konstruksi, yaitu:

A. Curing air

Curing air adalah yang paling banyak digunakan. Ini merupakan sistem dimana sangat cocok untuk konstruksi rumah dan tidak memerlukan infrastruktur

atau keahlian khusus. Bagaimanapun Curingair memerlukan banyak air yang mungkin tidak selalu mudah dan bahkan mungkin mahal. Untuk mengekonomiskan penggunaan air perlu dilakukan pengukuran untuk mencegah penguapan air pada produk semen. Misal beton harus dilindungi dari sinar matahari langsung dan angin untuk mencegah penguapan air yang cepat. Cara seperti menutupbeton pasir, serbuk gergaji, rumput dan dedaunan tidaklah mahal, tetapi masih cukup efektif. Selanjutnya plastik, goni bisa juga digunakan sebagai bahan untuk Mencegah penguapan air dengan cepat. Sangat penting seluruh produk semen (batako,paving block, batu pondasi, bata pondasi, pekerjaan plester, pekerjaan lantai, dll) dijaga tetap basah dan jangan pernah kering, jika tidak kekuatan akhir produk semen tidak dapat dipenuhi. Jika proses hidrasi secara dini berakhir akibat kelebihan panas (tanpa Curing), air yang disiram pada produk semen yang telah kering tidak akan mengaktifkan kembali proses hidrasi, kehilangan kekuatan akan permanen.

B. Curing uap air

Curing uap air dilakukan dimana air sulit diperoleh dan semen berdasarkan unsur -unsur bahan setengah jadi seperti slop toilet, ubin, tangga, jalusi dan lain-lain diproduksi masal. Curing uap air menurunkan waktu Curing dibandingkan dengan Curing air biasa lebih kurang sekitar 50 –60%. Prinsip kerja Curing uap air adalah dengan menjaga produk semen pada lingkungan lembab dan panas yang membolehkan semen mencapai kekuatan lebih cepat daripada Curing air biasa. Untuk menghasilkan lingkungan lembab dan panas ini perlu dibuat suatu ruang pemanasan sederhana dengan dinding dan lantai penahan air yang ditutup dengan plastik untuk membuat matahari memanaskan ruang pemanasan dan mencegah air

menguap. Tinggi permukaan air dari lantai sekitar 5 sampai 7 cm dijaga setiap waktu agar prinsip kerja sistem penguapan dapat bekerja.

C. Curing uap panas

Curing uap panas biasanya hanya digunakan pada pabrik yang sudah canggih yang memproduksi produk semen secara massal. Sistem Curing uap panas mahal dan membutuhkan banyak energi untuk membangkitkan panas yang dibutuhkan untuk uap panas. Bagaimanapun, produk Curing uap panas dapat digunakan setelah kira - kira 24 – 36 jam setelah produksi, yang mempunyai keunggulan dibandingkan Curing sistem lainnya. Pada dasarnya semua aturan dan regulasi untuk pembuatan beton secara benar diikuti, kekuatan beton dapat diperoleh seiring dengan waktu. Bagaimanapun, tingkat kenaikan kekuatan akan berkurang dengan waktu.

2.9 Pengujian Benda Uji

1. Pengujian Densitas

Pengujian Porositas adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetasi pori-pori yang terdapat pada benda uji. Persentase porositas dapat diketahui berdasarkan daya serap bahan terhadap air yaitu dengan perbandingan volume air yang diserap dengan volume total sampel

$$\text{Densitas} = \frac{m}{V} \dots\dots\dots\text{pres. (2.9.1)}$$

Dimana :

m = Massa Benda uji

V = Volume benda uji

2. Daya Serap Air

Daya serap air adalah kemampuan benda untuk menyerap air dalam jangka waktu tertentu umumnya dilakukan perendaman selama 24 jam dalam suhu ruang.

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{m_j - m_k}{m_k} \times 100 \dots\dots\dots\text{pers. (2.9.2)}$$

Dimana : m_k = massa sampel kering (gr)

M_j = massa sampel yang telah direndam di dalam air (gr)

3. Uji Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan Pada benda uji beton ini dilakukan pada usia 28 hari dengan menggunakan alat UTM

Dengan rumus Kuat tekan :

$$F_c' = \frac{F}{A} \dots\dots\dots\text{pers. (2.9.3)}$$

Dengan F_c' = kuat tekan paving Block (kg / cm²)

F = Beban maksimum (kg)

A = Luas Bidang tekan (cm²)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Umum

Metodologi penelitian merupakan Cara ilmiah yang digunakan di suatu penelitian sebagai tolak ukur dari hasil penelitian, dan juga merupakan analisis teoritis mengenai suatu cara atau metode yang kita lakukan yang hasilnya nantinya menunjukkan sebab akibat serta keterkaitan antara kegiatan yang satu dengan yang lainnya, serta sebagai bentuk penyelesaian dari penggunaan metode kualitatif maupun kuantitatif. Pengujian material adukan beton dilakukan di laboratorium, Dinas Pengerjaan Umum Bina Marga Kota Medan

1. Persiapan Dan Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji berbentuk Kubus dilakukan di Laboraturium Bahan Konstruksi Dinas Bina Marga dan Bina Konstruksi Dengan proses Penulis Menyediakan benda uji yang dicetak dengan perencanaan *mix design* k 175 yang akan diuji kuat tekannya Serta penyerapan airnya dari sampel benda uji yang telah disediakan Dengan variasi kandungan atau penambahan pecahan kaca yang lolos pada saringan 100 sebagai bahan substitusi pasir sebanyak 0 %, 5% , 10 %

2. Teknik Pengumpulan Data

Dari Pengujian Kuat tekan penulis akan mendapatkan Data kuat tekan yang dihasilkan benda uji serta penyerapan air pada tiap sampel yang telah dibuat kemudian akan dicatat nantinya.

3. Analisa

Dari hasil angka kuat tekan yang didapatkan penulis akan menganalisis

dan membandingkan sifat kuat tekan antara 0% dengan pergantian 5% pecahan kaca, serta 10 % permintaan agregat halus dengan pecahan kaca

3.2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pengujian dan Pengendalian mutu Dinas Bina Marga dan Bina konstruksi Berlokasi di Jalan Sakti Lubis No.7 Medan

3.3. Bahan Baku Dan peralatan

3.3.1 Bahan Baku

Bahan baku pembuatan benda uji antara lain :

a. Semen

Jenis semen yang digunakan ialah semen Portland dengan merk holcim. Dengannya kelebihan adalah lambat dalam pengeringan, semen yang cepat mengering akan mengakibatkan keretakan serta sulit melakukan perbaikan jika terlalu cepat mengering ketika sudah dilakukan pencetakan atau pemrosesan..

b. Agregat halus

Pasir yang secara umum terdapat di pasaran yang memiliki kualitas yang baik dan sedikit memiliki kadar lempung yang baik digunakan serta dengan kriteria butiran tertentu yang dapat mengikat baik dengan semen, pasir yang digunakan yang tersedia pada LAB .

c. Air

Air yang digunakan adalah air yang tersedia di LAB itu sendiri merupakan air PDAM, yang dapat digunakan untuk konsumsi sehingga aman digunakan.

d Agregat Kasar

Agregat Kasar atau Batu pecah yang mempunyai ukuran butiran antara 5 – 40mm suatu agregat kasar yang dipilih adalah memiliki kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, Serta ketahanan terhadap penyusutan.

f. Pecahan Kaca

Jenis kaca yang digunakan adalah jenis kaca minuman botol yang sering menjadi sampah dapur, Penggunaan agregat halus kaca yang dibuat dari jenis kaca leburan botol minuman soda atau botol kaca lainnya . Agregat halus kaca ini dibuat dalam bentuk bubuk dengan ukuran dan distribusi yang serupa agregat halus/pasir alam. Penggunaan kaca ini karena kaca memiliki senyawa kimia silika yang berperan seperti semen yang bersifat mengikat dengan kelebihan Kaca merupakan bahan yang tidak menyerap air atau *zero water absorption*, Sifat kaca yang tidak menyerap air inilah diharapkan dapat memperkuat mutu beton , karena dapat mengisi rongga-rongga pada beton secara maksimal sehingga beton bersifat kedap air.

3.3.2 Peralatan

a. Timbangan digital

Timbangan yang digunakan dengan ketelitian yang baik baik timbangan digital maupun timbangan untuk berat tertentu.

b. Saringan

Saringan yang digunakan ialah saringan yang sesuai dengan kebutuhan uji mix design..

c. Pan

Pan yang digunakan bervariasi sesuai kebutuhan dengan banyak ukuran

d. Sekop

Sekop yang digunakan ialah sendok pasir sederhana yang akan digunakan untuk mengaduk serta menimbang bahan - bahan

e. Palu karet

Yang digunakan untuk memukul sisi- sisi cetakan yang telah diisi agar gelembung udara naik ke permukaan

f. Oven

Oven yang digunakan ialah oven yang umumnya banyak di sediakan di tempat laboratorium dinas pengerjaan bina marga

g. Gelas Ukur

Digunakan untuk mengukur banyaknya air yang akan digunakan untuk adukan bahan cetakan.

h. Cetakan Kubus

Cetakan Kubus digunakan Sebagai alat cetak benda uji dengan ukuran 15x15x15

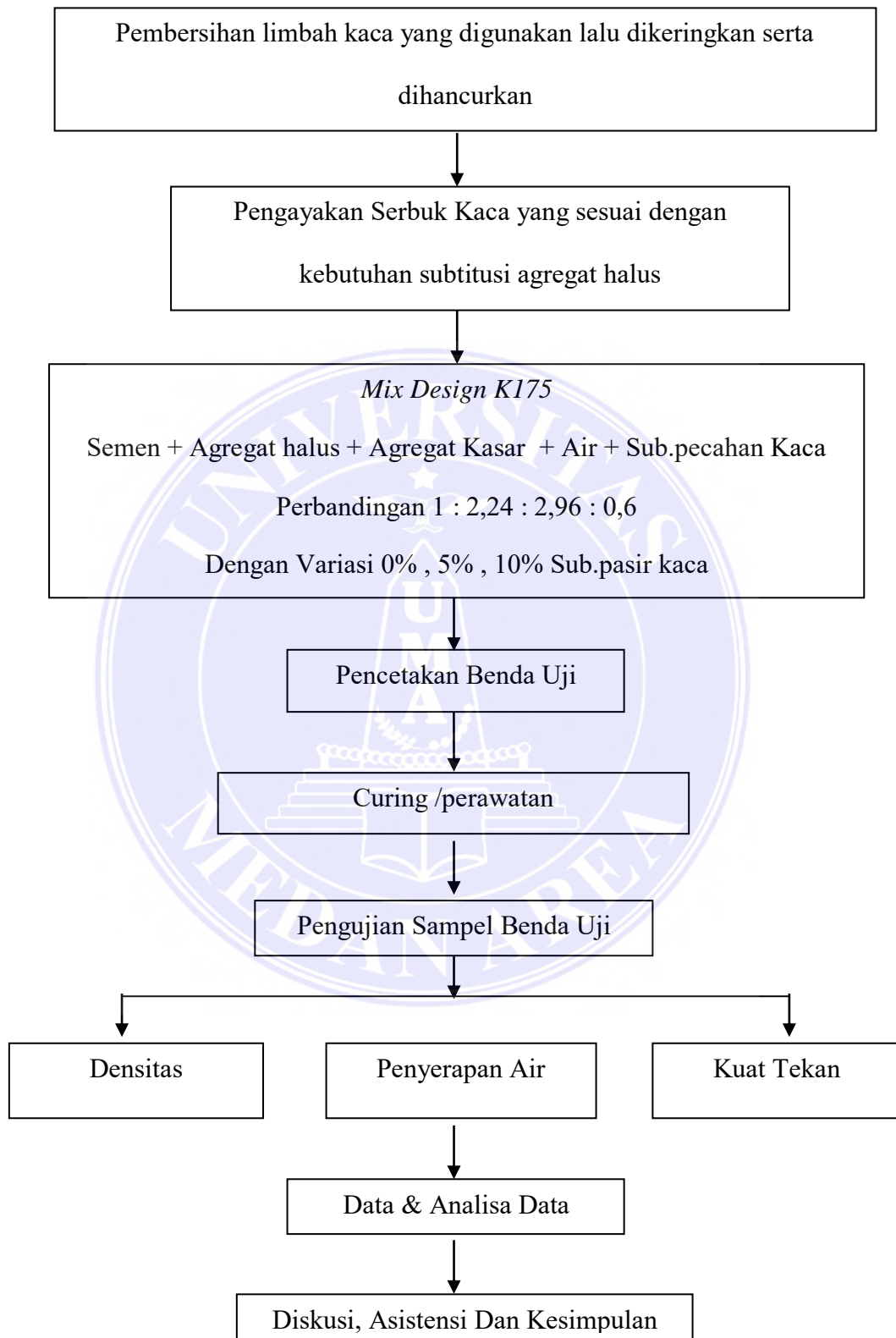
i. Rojokan / vibrator

Untuk memadatkan bahan pengisi cetakan agar tidak terjadinya rongga serta meratakan bahan di cetakan.

j. UTM (*Universal Testing Machine*)

Mesin atau alat yang digunakan untuk mengetahui kuat tekan yang dihasilkan oleh beton dengan cetakan 15x15x15 tersebut

3.4. Diagram Alir Kegiatan Penelitian



Gambar 3.1 : Diagram Alir Penelitian

3.5. Tahap Persiapan Bahan

3.5.1 Pengayakan Serbuk Kaca

Kaca yang telah dikumpulkan lalu dilakukan pembersihan serta penjemuran hingga kaca dalam keadaan kering selanjutnya kaca dilakukan penghancuran lalu penyaringan sehingga didapat ukuran pecahan lolos saringan 100 sesuai butiran agregat yang digunakan.

3.5.2 Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan adalah yang tersedia pada laboratorium yang telah dibersihkan dari kadar lempung lalu di oven hingga kering sehingga bisa dilakukan pengayakan dengan saringan 100 sehingga yang tertahan di 200 dibutuhkan

3.5.3. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan adalah agregat yang terdapat atau yang disediakan di laboratorium, dilakukan pembersihan dan pengayakan sesuai dengan yang dibutuhkan

3.5.4. Air

Air yang digunakan harus lolos minimal dari uji visual, umumnya air yang layak diminum dapat digunakan sebagai air pencampur, secara visual bersih, tidak mengandung minyak, lumpur dan kadar garam yang tinggi air yang digunakan air PDAM yang tersedia di LAB

3.6 Penyiapan Benda Uji

Semua bahan, alat pan, timbangan, sekop, pengaduk, rojikan alat cetak kubus dengan ukuran 15x15x15 disiapkan

3.7 Perencanaan *Mix Design* Beton K 175

- 1 Direncanakan mig design pengujian beton k 175 dengan benda uji kubus
- 2 Mutu beton k 175
- 3 Deviasi Standar S 55 kg/cm²
- 4 Jenis semen yang digunakan adalah tipe I

Menentukan nilai tambah margin (m)

$$\text{Nilai tambah kuat tekan} = 1.64 \times 55 = 90,2$$

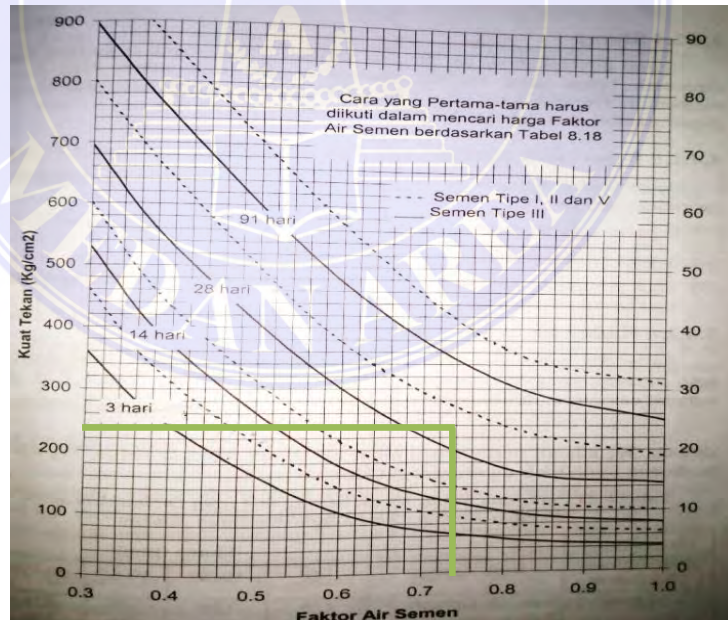
$$\text{Kuat tekan rata rata umur 28 hari} = 175 + 90,2 = 265,2 \text{ km/ cm}^2$$

Jenis agregat yang digunakan

Agregat Kasar = Batu Pecah

Agregat Halus = Pasir Alami

- a. Kuat tekan Umur 28 Hari = 265,2 km/cm²
- b. Faktor air semen dari grafik kuat tekan dengan semen portland I = 0,73



Gambar 3.2 : Hubungan antara Kuat Tekan dan FAS dengan benda Uji Kubus
Sumber : SK SNI T – 15-1990-03

Maka diambil faktor air semin yang lebih kecil sesuai tabel 3.1

Tabel 3.1 Nilai Faktor Air Semen (FAS)

Jenis pembetonan	Jumlah semen minimum m ³ beton	Nilai faktor air semen maksimum
Beton di dalam ruangan bangunan :		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0.60
b. Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0.52
Beton diluar bangunan :		
Tidak terlindung oleh hujan dan terik matahari langsung	325	0,6
b. Terlindung oleh hujan dan terik matahari langsung	275	0,6
Beton yang masuk ke dalam tanah :		
Mengalami keadaan basah kering berganti-ganti	325	0.55
Mendapat pengaruh sifat dan alkali dari tanah	375	0.52
Beton yang kontinu berhubungan dengan air :		
a Air tawar	275	0.57
b Air laut	375	0.52

Sumber : Hasil Penelitian 2019

5. Penetapan nilai slump sesuai dengan tabel slump

Untuk Nilai slump dapat dilihat pada beton dapat dilihat pada tabel 3.2 berikut:

Tabel 3.2 Penetapan Nilai Slump

Pemakaian Beton	Slump (cm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding, Pelat Pondasi dan Pondasi Telapak Bertulang	12,5	5,0
Pondasi Telapak tidak bertulang, kaison dan struktur bawah tanah	9,0	2,5
Pelat, Balok, Kolom dan Dinding	15,0	7,5
Perkerasan Jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal	7,5	2,5

- Slump ditetapkan setinggi : 60 – 180 mm .
- Ukuran agregat maksimum ditetapkan 20 mm
- Kadar air bebas

Untuk kebutuhan batu pecah mengacu pada data pada tabel 3.3 berikut:

Tabel 3.3 Perkiraan kebutuhan Batu Pecah Per Meter Kubik Beton

Ukuran maks. Agregat (mm)	Jenis batuan	Slump			
		0-10	10-30	30-60	60-
					180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
30	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Sumber : SNI –T-15_1990-03-13

Untuk agregat gabungan yang berupa campuran antara pasir alami dan batu pecah, maka kadar air bebas harus diperhitungkan antara 195 – 225 kg/m³, memakai rumus:

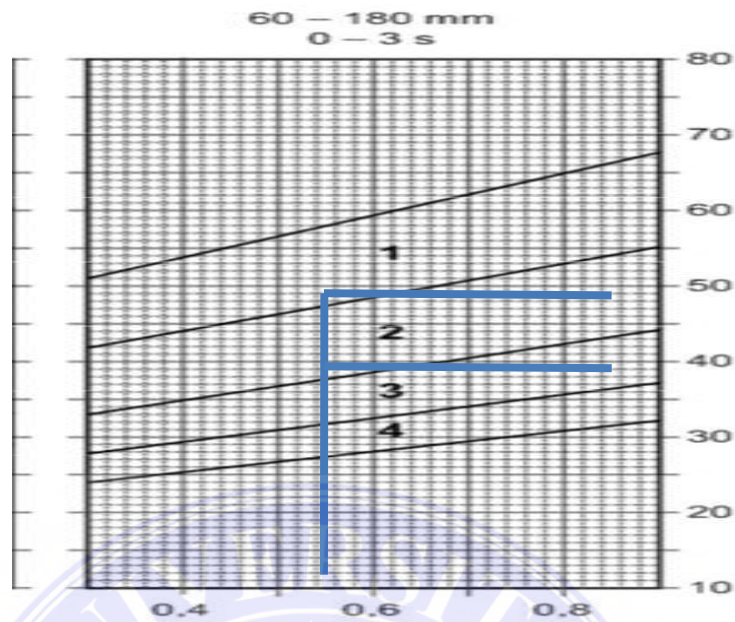
$$\text{Kadar air bebas} = \frac{2}{3}W_h + \frac{1}{3}W_k = \frac{2}{3}195 + \frac{1}{3}225 = 205 \text{ kg/m}^3$$

6 Menghitung Jumlah semen

$$\text{Kadar semen} : 205 / 0.6 = 341,6 \text{ kg/m}^3.$$

7. Berdasarkan ukuran maksimum agregat =20 mm , slump = 60- 180

$$\text{Fas} = 0.6 \text{ gradasi agregat halus pada zona 2}$$



Gambar 3.3 : uji slump

Maka diperoleh Grafik Persentase Agregat halus = $(38 + 48) / = 43\%$

Persen agregat kasar = $100\% - \text{Persen agregat halus}$

$$= 100\% - 43\%$$

$$= 57\%$$

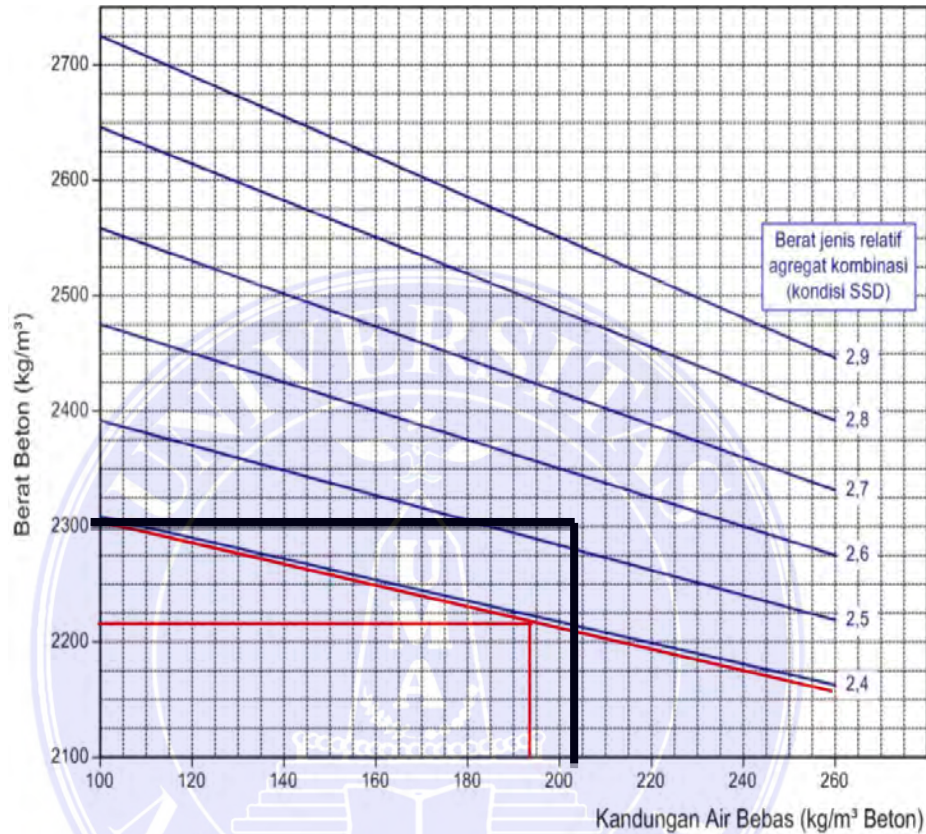
Bj Agregat Gabungan = $\% \text{ Agregat halus} \times \text{Bj Agregat halus} + \% \text{ agregat Kasar} + \text{Bj agregat kasar}$

$$\text{BJ gabungan} = (0,43 \times 2,49) + (0,57 \times 2,62)$$

$$= 2,564 \text{ gram/cm}^3$$

8. Berat jenis beton : diperoleh dari grafik, dengan jalan membuat grafik linier yang sesuai dengan nilai berat jenis agregat gabungan yaitu 2.56. titik potong grafik.

baru ini sesuai dengan garis tegak lurus yang menunjukkan kadar air bebas (dalam hal ini 205 kg/m³). Menunjukkan nilai berat jenis beton yang dirancang, diperoleh angka 2327 kg/m³.



Gambar 3.4 : Perkiraan Berat Jenis Beton Basah

Sumber : SK SNI T-15-1990-03

Kadar agregat gabungan : = Bj Beton segar – kadar semen – kadar air bebas

$$= 2327 - 341,6 - 205$$

$$= 1780,4 \text{ kg / m}^3$$

Kadar agregat halus = % Ag. Halus x kadar agregat gabungan

$$= 0,43 \times 1780,4$$

$$= 765,572 \text{ kg/cm}^3$$

Kadar agregat kasar = % Ag. Kasar x kadar agregat gabungan

$$= 0,57 \times 1780,4$$

$$= 1014 \text{ kg/cm}^3$$

Maka dari hasil perhitungan didapat hasil perbandingan sebagai berikut :

Semen	Ag, Halus	Ag Kasar	Air
341,6	765,5	1014	205

Proporsi dalam berat : 1 : 2,24 : 2,96 : 0,6

Perhitungan kebutuhan Bahan.

Vol. Kubus: sisi³

Vol. Kubus 15x15x15 = 3375 cm³

$$= 3375 : 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$= 0,003375 \text{ cm}^3$$

Perhitungan kebutuhan Semen dalam 1 benda uji kubus:

$$\frac{1}{6,80} \times 0,003375 \times 3150 = 1563 \text{ gr}$$

Perhitungan kebutuhan Agregat halus dalam 1 benda uji kubus :

$$\frac{2,24}{6,80} \times 0,003375 \times 1400 = 1,556 \text{ gr}$$

Perhitungan kebutuhan Agregat Kasar dalam 1 benda uji kubus:

$$\frac{2,96}{6,80} \times 0,003375 \times 1800 = 2644 \text{ gr}$$

Perhitungan Kebutuhan Air dalam 1 benda uji Kubus

$$\frac{0,6}{6,80} \times 3375 = 297 \text{ gr}$$

$$297 \text{ cm}^3 = 297 \text{ ml air}$$

Dari perhitungan didapatkan hasil perhitungan kebutuhan bahan untuk pembuatan benda uji seperti tabel 3.4 berikut:

Tabel 3.4 : Kebutuhan Bahan Dalam Satu Benda Uji

Variasi benda Uji	Semen	Ag. Halus	Ag.Kasar	Pecahan kaca/ Pasir kaca	Air
Variasi 0 %	1563 gr	1556 gr	2644 gr	—	294 ml
Variasi 5%	1563 gr	1478,2 gr	2644 gr	77.8 gr	294 ml
Variasi 10%	1563 gr	1400,4 gr	2644gr	155.6 gr	294 ml

Sumber : Data Penelitian 2019

3.8. Prosedur Pengujian Sampel Benda Uji

Pengukuran densitas terhadap sampel benda uji ini dilakukan setelah benda uji melalui masa curing selama 28 hari. Pengukuran densitas menggunakan sampel benda uji beton berbentuk kubus. Jumlah sampel benda uji yang diukur terdiri dari : 20 buah sampel dengan campuran 0% serbuk kaca , 20 buah sampel dengan campuran 5 % abu Serbuk Kaca, dan 20 buah sampel dengan campuran 10% serbuk kaca, yang massanya masing-masing diambil dari massa semen dengan cara mengurangi massa semen sebesar komposisi serbuk kaca tersebut, sehingga komposisi serbuk kaca menjadi 0%, 5% dan 10%. Perhitungannya dapat ditentukan menggunakan persamaan (3.4).

Cara Pengujian:

1. Benda uji diukur panjang, lebar dan tingginya.
2. Hitung volume benda uji (v).
3. Kemudian ditimbang massanya (m).

3.8.1. Pengukuran Penyerapan Air

Pengukuran penyerapan air terhadap sampel benda uji ini dilakukan setelah beton melalui masa curing selama 28 hari. Pengukuran penyerapan air (*water absorption*) menggunakan sampel benda uji beton berbentuk kubus. Jumlah sampel Beton yang diukur terdiri dari: 20 buah sampel benda uji dengan campuran 0% Serbuk Kaca, 20 buah sampel benda uji dengan campuran 0% Serbuk Kaca, 20 buah sampel benda uji dengan campuran 5% Serbuk Kaca, dan 20 buah sampel benda uji dengan campuran 10% Serbuk Kaca yang massanya masing-masing diambil dari massa semen dengan cara mengurangi massa semen sebesar komposisi Serbuk Kaca tersebut, sehingga komposisi Serbuk Kaca menjadi 0%, 5% dan 10%, yang massanya masing-masing diambil dari massa semen dengan cara mengurangi massa semen sebesar komposisi Serbuk Kaca tersebut. Perhitungannya dapat ditentukan menggunakan persamaan rumus (2.9.2).

Cara pengujian:

1. Benda uji ditimbang massanya (m_k).
2. Benda uji direndam dalam air selama 24 jam.
3. Benda uji diangkat dari perendaman, benda uji di diamkan hingga kering permukaan, lalu ditimbang massanya (m_b).

3.8.2 Pengujian kuat tekan

Pengujian kuat tekan terhadap sampel benda uji Beton dilakukan setelah Beton setelah melalui masa curing selama 28 hari. Pengujian kuat tekan menggunakan benda uji berbentuk kubus. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM) kapasitas 5000 kg (gambar alat terlampir). Jumlah sampel benda uji Beton yang diuji terdiri dari: 20 buah sampel benda uji dengan campuran 0% Serbuk Kaca, 20 buah sampel benda uji dengan campuran 5% serbuk kaca dan 20 buah sampel benda uji dengan campuran 10% Serbuk Kaca, .

Perhitungannya dapat ditentukan menggunakan persamaan (2.9), berikut Cara pengujian :

1. Sampel benda uji yang akan diuji diukur luas permukaannya (A).
2. Benda uji diletakkan di atas bentangkan menumpu dan tepat berada di tengah dibawah menekan alat UTM.
3. Masukkan data sampel benda uji yang dibutuhkan alat UTM yaitu dimensi benda uji, berat benda uji dan berat jenis benda uji.
4. Alat dihidupkan, kemudian setelah sampel hancur alat UTM menghasilkan data, lalu print data hasil pengujian alat tersebut, catat nilai *Maximum load* (kgf) sebagai nilai P, alat juga akan menghasilkan nilai kuat tekan yaitu *Stress* (kg.f/cm²) tetapi hasil *Maximum load* dapat dimasukan pada rumus persamaan (2.9) agar perhitungan hasil kuat tekan lebih akurat.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang diperoleh dan dari analisa data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut uji kuat tekan yang dilakukan dengan benda uji kubus di dapat hasil kuat tekan rata-rata 18,62 untuk variasi 0%, dengan penyerapan air rata – rata 2,63 % dan densitas yang dihasilkan 1,99%, untuk variasi 5% kuat tekan rata rata yang dihasilkan ialah 18,98, dengan penyerapan air rata –rata sebesar 2,39 %, dan kuat tekan rata rata yang dihasilkan oleh variasi benda uji 10% ialah 19,78 dengan penyerapan air rata –rata 2,10 serta densitas yang dihasilkan 2,04%. Pecahan Kaca dapat dipergunakan sebagai bahan substitusi Pasir dalam pembuatan beton K 175 karena kaca itu sendiri mengandung silika, zat pengikat seperti yang terdapat pada semen.

5.2 Saran

Perlu kiranya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan serbuk kaca yang bervariasi, sebagai substitusi pasir dalam pembuatan beton mutu tinggi untuk mendapatkan beton dengan karakteristik yang lebih tinggi serta beton yang lebih padat dan tidak mudah menyerap air.

DAFTAR PUSTAKA

<https://www.cnnindonesia.com/gaya-hidup/20180425101643282293362/riset-24-persen-sampah-di-indonesia-masih-tak-terkelola>. CNN Indonesia

CNN Indonesia <https://halosemarang.id/menengok-perjuangan-warga-kinibalu-semarang-untuk-memerangi-sampah-plastik-di-wilayahnya>.

Gunawan, Margaret, (2000), *Konstruksi Beton I*, Penerbit Delta Teknik Group, Jakarta

Mulyono Tri, 2005, <http://e-journal.uajy.ac.id/7077/3/TS213770.pdf>.

Mulyono, Tri. 2004. *Teknologi Beton*. CV. Andi Offset, Yogyakarta.

SNI – 2847 2013 Persyaratan Beton Struktural

<http://staffnew.uny.ac.id/upload/132256207/pendidikan/sni-2847-2013.pdf>.

SNI 03-2847-2002. *Perencanaan Struktur Beton*.

Susanti, 2011, *Pemanfaatan Serbuk Kaca Sebagai Bahan Tambah Dalam Pembuatan Batako*. <http://e-journal.uajy.ac.id/7077/3/TS213770.pdf>.

SNI-03-2847-2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional, Bandung.

Sukirman, Silvia. 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*. Grafika Yuana Marga : Bandung.

Tjokrodimuljo, K 2007. *Teknologi Beton. Teknik Sipil dan Lingkungan* universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Tjokrodimuljo, K., (2004), *Teknologi Bahan Konstruksi*, Buku Ajar, Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

LAMPIRAN

Peralatan Dan Bahan :

1. *Universal Testing Machine (UTM).*



2. Neraca / Timbangan Ketelitian 0,00 gr.



3. Oven.



1. Cetakan Benda Uji.



2. Saringan.



3. Persiapan Semen Portland dan Agregat.



4. Limbah Kaca



5. Serbuk Kaca



6. Gelas Ukur.



7. Pencetakan benda uji



8. Benda uji dalam masa curing



9. Uji Kuat tekan



Certificate

PEMERINTAH PROVINSI SUMATERA UTARA
DINAS BINA MARGA DAN BINA KONSTRUKSI
UPT. PENGUJIAN DAN PENGENDALIAN MUTU

TUV NORD
ISO 9001:2008
Certified Company
Cert. No. 12 186 947

Jl. Sakti Lubis No.77 Tel / Fax. (061) 78677172 MEDAN 20219
Email : uptppmdinasbinamargaprovsu@gmail.com

Medan, 20 Desember 2019

Nomor	: 070/UPT.PPM/ 5 /2019	Kepada Yth :
Sifat	:	Bapak Dekan
lampiran	: 1 (satu) Berkas	Universitas Medan Area
Perihal	: Selesai Melakukan Penelitian Dan Pengambilan Data Tugas Akhir	di- <u>Tempat</u>

Menindak lanjuti surat Dekan Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area Nomor : 297/FE.1/01.10/VIII/2018 bahwasanya :

Nama : Chairul Anwar
NPM : 138110022
Judul Penelitian : Pengaruh Pemanfaatan Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Pasir Terhadap Mutu Beton K175

Yang bersangkutan telah selesai melaksanakan penelitian dan pengambilan data tugas akhir di UPT. Pengujian dan Pengendalian Mutu Dinas Bina Marga dan Bina Konstruksi Provinsi Sumatera Utara.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat, agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Kepala UPT Pengujian dan Pengendalian Mutu
Dinas Bina Marga dan Bina Konstruksi
Provinsi Sumatera Utara


Dr. Jhony Edward Siregar, Msi
Pembina Tk.I
NIP.19650813 199303 1 0002



Pengaruh Pemanfaatan Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Pasir Terhadap Mutu Beton K 175

The Effect of The Use Glass Powder As a Sand Substitution to Quality of The K-175 Concrete

Chairul Anwar

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas Medan Area, Indonesia

Email: Chairulanwar799@gmail.com

ACE
15/1/2021
Mudat

Abstrak

Seiring dengan kemajuan jaman, setiap, produsen maupun pabrik mebel mengemas produknya dengan bahan material kaca, baik itu untuk tujuan estetika maupun kepraktisan penggunaan, Sehingga menimbulkan banyak limbah terutama dikota kota besar, Hal ini yang menjadi alasan untuk memanfaatkan limbah kaca tersebut sebagai bahan substitusi untuk campuran beton pembuatan beton K 175 dengan menggunakan penambahan serbuk kaca sebagai bahan Substitusi semen dengan waktu perendaman 28 hari. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh terhadap sifat fisis dan mekanis beton K 175 dengan penambahan serbuk kaca, yang dilakukan dengan perbandingan bahan campuran mutu beton K 175 yaitu semen : pasir : kerikil : air adalah 1 : 2 : 3. Serbuk kaca dicampur dengan variasi: 0%, 5%, dan 10%, menggantikan sebagian fungsi semen dengan mengurangi massa semen sebesar massa serbuk kaca tersebut dan sebagai pembanding dibuat campuran dengan serbuk kaca 0%. Dari hasil penelitian diperoleh hasil kuat tekan yaitu 18,62 Mpa-19,78 Mpa, densitas 2,63 gr/m³ - 2,1 gr/m³, dan penyerapan air 1,99% - 2,04%.

Kata kunci :Kaca, mix design beton k-175, pengujian kubus,kuat tekan,silika. (SiO₂)

ABSTRACT

Along with the progress of the times, every manufacturer or factory of mabel packs their products with glass material, both for aesthetic purposes and practical use, causing a lot of waste, especially in big cities, this is the reason for utilizing glass waste as a substitute material for K175 concrete mixture for making concrete by using the addition of glass powder as a cement substitution material with a soaking time of 28 days. This research was conducted to determine the effect on the physical and mechanical properties of K175 concrete with the addition of glass powder, which was carried out with the ratio of the quality mixture of concrete K175, namely cement: sand: gravel: water was 1: 2: 3. Glass powder mixed with a variation of: 0% , 5%, and 10%, partially replace the function of cement by reducing the mass of cement by the mass of glass powder and as a comparison made a mixture with 0% glass powder. The results showed that the compressive strength was 18.62 Mpa - 19.78 Mpa, density 2.63 gr/m³ - 2.1 gr/m³, and water absorption from 1.99% - 2.04%.

Keywords *Glass, K175 concrete mix design, cube test, compressive strength, silica. (SiO₂)*

PENDAHULUAN

Dalam bidang teknik utama pada teknik sipil diharapkan adanya inovasi pada kegiatan pembangunan baik itu berupa bahan maupun design bangunan itu sendiri. sebagai bentuk dari inovasi tersebut serta bentuk cara penanggulangan limbah yang ada pada lingkungan sekitar. Dikutip dari CNN Indonesia ,rabu 25/04/2018 ada sampah sebanyak 65 juta ton tiap harinya yang mana 60% sampah organik, 14% plastik, 9% kertas serta 12% kaca kayu. Limbah –limbah tersebut tidak semua mengalami proses penghancuran alami oleh alam bahkan diantaranya bisa membutuhkan waktu bertahun tahun tidak dapat tertangani sehingga menjadi limbah yang merusak ekosistem dan lingkungan.

Hal inilah yang melatarbelakangi untuk membuat penelitian tentang Pemanfaatan Limbah pada substitusi beton, yang mana kaca itu sendiri bersifat korosif yang tidak mudah lebur oleh seleksi alam, hal yang lebih parahnyalah sampah medis yang bersifat kaca yang mana bisa saja mengandung virus dan bakteri yang berbahaya jika menjadi limbah yang tidak termanfaatkan. Untuk itulah sebagai bentuk pemanfaatan serta inovasi dalam penelitian dilakukannya uji penambahan serbuk kaca pada mutu beton.

Maksud dan Tujuan Penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk memanfaatkan limbah kaca yang dihasilkan dari kehidupan sehari hari ataupun dari limbah pabrik yang secara ukuran ataupun

bentuk tidak dapat dimanfaatkan lagi bagi mereka.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat dari limbah kaca itu sendiri yang dimanfaatkan sebagai bahan substitusi pada beton untuk mengurangi penggunaan agregat halus, apakah dapat memberikan dampak positif dari penggunaannya terhadap kuat tekan beton nantinya.

BETON

Beton menurut SNI 2847 : 2013 adalah campuran dari semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambah. (admixture) seiring dengan penambahan umur ,beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kuat tekan rencana.(f'c) pada usia 28 hari. Beton memiliki daya kuat tekan yang baik oleh karena itu beton banyak dipakai untuk jenis strukrurbangunan jembatan dan jalan.Beton terdiri dari lebih kurang 15 % semen, 18 % air, 3% udara selebihnya pasir dan kerikil, setelah mengeras akan memiliki sifat yang berbeda beda, tergantung pada cara membuatnya, perbandingan campuran, cara mengangkut, cara mencetak, cara memadatkan dan sebagainya akan mempengaruhi sifat sifat beton. tri Mulyono (2004)

Menurut Tjokrodimuljo, (2007) beton memiliki beberapa kelebihan antara lain sebagai berikut ini.

1. Harga yang relatif lebih murah karena menggunakan bahan-bahan dasar yang umumnya mudah didapat .
2. Termasuk bahan yang awet, dan tahan aus, tahan panas, serta tahan terhadap pengkaratan ataupun pembusukan oleh

kondisi lingkungan, sehingga biaya perawatan menjadi lebih murah.

3. Mempunyai kuat tekan yang cukup tinggi sehingga apabila dikombinasikan dengan baja tulangan yang mempunyai kuat tarik tinggi sehingga dapat menjadi satu kesatuan struktur yang tahan tarik dan tahan tekan, untuk itu struktur beton bertulang dapat diaplikasikan atau dipakai untuk pondasi, kolom, balok, dinding, perkerasan jalan, landasan pesawat udara, penampung air, pelabuhan, bendungan, jembatan dan sebagainya.

4. Pengerjaan atau workability mudah karena beton mudah untuk dicetak dalam bentuk dan ukuran sesuai keinginan. Cetakan beton dapat dipakai beberapa kali sehingga secara ekonomi menjadi lebih murah.

Menurut SNI 03-2847-2002 berdasarkan berat satuan beton adalah :

- a. Beton ringan : Berat satuan ≤ 1900 kg/m³.
- b. Beton normal : Berat satuan 2200 kg/m³ – 2500 kg/m³.
- c. Beton berat : Berat satuan > 2500 kg/m³

Jenis –jenis konstruksi beton, antara lain:

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 itu sendiri pun merupakan agregat ringan juga, Agregat yang digunakan pada umumnya merupakan hasil dari pembakaran shale, lempung slates residu slag ,residu batu bara, dan juga banyak lagi hasil dari pembakaran vulkanik. Berat jenis agregat ringan sekitar 1900 kg/m³ yang mana 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 Massa lebih dari 2400 kg/m³. Untuk menghasilkan beton berat digunakan agregat yang mempunyai berat jenis yang besar

4. Beton massa (mass concrete)

Dinamakan beton massa hal itu karena digunakan untuk pekerjaan beton yang besar dan bersifat masif, misalnya untuk bendungan, kanal, pondasi, dan jembatan. Beton ini biasanya memiliki dimensi ukuran 60 cm atau lebih. Beton ini dituang dalam volume besar dengan ukuran perbandingannya antara volume dan luas permukaannya.

5. Beton bertulang

Beton Bertulang adalah suatu bahan gabungan yang diperoleh dengan cara memberikan suatu tulangan yang berupa anyaman kawat baja sebagai pemberi kekuatan tarik dan daktail 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 daktail dari pada beton normal.

7. Beton Siklop

Beton ini digunakan sebagai pembuatan bendungan, juga pangkal jembatan dan

sebagainya. Beton ini masuk dalam kategori beton normal perbedaannya dengan beton lain ialah ukurannya yang cukup besar. Ukuran kasarnya bisa mencapai 20 cm akan tetapi sebaiknya ukurannya tidak lebih dari 20 % ukuran keseluruhannya.

8. Beton Mortar

Beton jenis ini merupakan beton yang dibuat dengan bahan dasar perekat, pasir dan air. Campuran ketiga bahan ini memperkuat susunan partikel beton sehingga daya rekatnya lebih kuat.

9. Beton Pracetak

Jenis beton ini biasanya digunakan jika pekerjaan konstruksi yang dilakukan membutuhkan waktu yang sangat cepat. Kelebihan adalah beton ini dapat dicetak di tempat lain lalu beton tinggal dipasang di tempat tujuannya. Namun kekurangannya daya rekat beton ini tidak sekuat pembuatan beton dengan cara konvensional.

10. Beton Prategang

Beton ini pada dasarnya sama dengan Ferrosemen/Beton bertulang namun perbedaannya dasar kawat baja yang dimasukkan ke dalam campuran beton ditegangkan terlebih dahulu. Hal ini dilakukan agar gaya tarik beton ini lebih kuat menahan beban berat.

Rumus Perhitungan Pengujian

Pengukuran Densitas

Benda uji yang telah berumur 28 hari lalu di uji dengan pengukuran densitas pada setiap variasi dan seluruh benda uji

$$\text{Densitas}(\rho) = \frac{m}{v} \dots \dots \text{Pers. (2.9.1)}$$

m = massa benda uji (gr)

V = volume benda uji (cm³)

Cara Pengujian:

1. Benda uji diukur diameternya (d),
2. tebalnya (t),
3. dilakukan pengukuran berat massanya (m).

Pengukuran Penyerapan Air

Pengukuran penyerapan air yang dilakukan terhadap sampel benda uji kubus ini dilakukan setelah kubus dikeringkan selama 28 hari. Pengukuran penyerapan air sendiri atau (*water absorption*) menggunakan sampel benda uji kubus .

(Tri Mulyono Teknologi Beton Indonesia 2004)

Penyerapan(%)

$$= \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \dots \dots \text{Pers. (2.9.2)}$$

mb = Massa basah dari sampel (gr)

mk = Massa kering dari sampel (gr)

Cara pengujian:

1. Benda uji ditimbang massanya (mk).
2. Benda uji direndam dalam air
3. Benda uji diangkat dari rendaman, setelah permukaan benda uji kering ditimbang massanya (mb).

Pengujian kuat tekan

Uji kuat tekan benda uji beton dilakukan setelah sampel dari benda uji berumur 28 . Dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM) kapasitas 5000 kg. Jumlah sampel benda uji batako yang diuji terdiri dari: 20 buah sampel benda uji dengan variasi campuran 0% serbuk kaca, 20 buah sampel benda uji dengan campuran 5% serbuk kaca dan juga 20 buah sampel benda uji dengan campuran 10 % serbuk kaca

Dengan rumus sebagai berikut :

$$F_c = \frac{P}{A} \dots \dots \text{Pers. (2.9.3)}$$

Dengan:

f_c = Kuat tekan (MPa)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas penampang bahan (mm²)

Berikut Cara pengujian :

1. Sampel benda uji yang akan diuji diukur luas permukaannya.
2. Benda uji diletakkan di atas bentangkan menumpu dan tepat berada di tengah tepat dibawah menekan alat UTM.
3. data sampel benda uji yang dibutuhkan alat UTM yaitu dimensi benda uji, berat benda uji
4. Alat uji dihidupkan, kemudian setelah itu dilakukan penekanan hingga mendapatkan maximum loadnya akan menjadi nilai p

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium UPT pengujian dan pengendalian mutu Dinas Bina Bina Marga dan Bina konstruksi berlokasi di Jalan Sakti Lubis No.7 Medan Sumatera Utara

Bahan Penyusun Beton Uji

Semen

Semen yang digunakan ialah semen berjenis portland yang digunakan sebagai bahan Pengikat, semen yang digunakan merk holcim pemeriksaan dilakukan secara visual, Semen harus dalam keadaan bubuk tidak menggumpal atau mengeras serta butirannya terasa halus. hal ini biasanya terjadi karena ketidak rapatannya dalam menutup karung semen yang teh terbuka atau dipakai sehingga mengurangi mutu

semen jika ingin digunakan selanjutnya. Yang akan berakibat pada mutunya.

Agregat Halus

Agregat Halus yang digunakan ialah yang telah disediakan dicuci bersih lalu di oven pada suhu 150°C hingga kering selama 24 jam, dikeluarkan dari oven lalu didinginkan hingga suhu ruang, lalu disaring dengan saringan no.4, no.8, no.10, no.16, no.39, no.50, no.100, no.200 dan pan, lalu yang lolos saringan no.4, no.8, no.10, no.16, no.30, no.50, no.100 dapat digunakan untuk bahan cetakan benda uji sisa yang terdapat pada pan merupakan lempung.

Agregat Kasar

Secara umum agregat Kasar atau batu pecah mempunyai ukuran butiran antara 5-40 mm yang telah melalui saringan. Suatu agregat kasar yang dipilih yang memiliki ketahan hancur dan juga tahan benturan yang juga dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, serta ketahanannya terhadap penyusutan. Agregat kasar yang dipilih ialah yang tersedia di laboratorium yang telah memiliki standar dan kriteria sendiri untuk pengujian Dinas Bina Marga sehingga sudah terstandar.

Air

Air yang digunakan sebagai bahan campuran cetakan haruslah dilakukan pengujian minimal secara visual yang terlihat , umumnya air yang layak minum dapat digunakan sebagai air pencampur. Secara visual bersih, tidak mengandung lumpur, minyak, garam dan sampah organik, air yang digunakan disini adalah air PDAM yang tersedia di laboratorium.

kaca

Kaca yang dimanfaatkan merupakan

kaca yang berasal dari limbah mabel ataupun toko kaca dengan ukuran kecil serta potongan yang berbeda-beda atau tidak beraturan yang tidak dapat di manfaatkan lagi oleh mabel. Kaca-kaca yang telah dikumpulkan tersebut lalu dibersihkan dan dihancurkan secara manual, setelahnya di saring sesuai ukuran saringan agregat halus, sesuai yang dibutuhkan.

Tabel 1 Daftar mix design Beton

No	Uraian	Tabel / grafik perhitungan	Nilai
1	Kuat tekan yang disyaratkan (28 hari)	Ditetapkan	175 kg/cm ²
2	Deviasi standar	Diketahui	55 kg/cm ²
3	Nilai tambah (margin)	Diketahui	90,2 kg/cm ²
4	Kuat tekan rata-rata target	(1) + (3)	265,2 kg/cm ²
5	Jenis semen	Ditetapkan	Tipe I
6	Jenis agregat kasar Jenis agregat halus	Ditetapkan Ditetapkan	Batu pecah Alami
7	Faktor air semen bebas	Ditetapkan	0,73
8	Faktor air semen maksimum	Ditetapkan	0.6
9	Slump	Ditetapkan	60 – 180 mm
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	20 mm
11	Kadar air bebas	Tabel 1	205 kg/m ³
12	Kadar semen	(11)/(8)	341,6 kg/m ³
13	Kadar semen maksimum	Ditetapkan	kg/m ³
14	Kadar semen minimum	Ditetapkan	325 kg/m ³
15	Faktor air semen penyesuaian	-	-

16	Gradasi agregat halus		Zona 2
17	Persen agregat halus	Gambar 3.3	43%
18	Berat jenis relative (ssd)	Diketahui	2.56
19	Berat isi beton	Gambar 3.4	2327 kg/m ³
20	Kadar agregat gabungan	(20)-(12)-(11)	1780,4 kg/m ³
21	Kadar agregat halus	(18)x(21)	765,572 kg/m ³
22	Kadar agregat kasar	(21)-(22)	1014 kg/m ³

Sumber : Data Penelitian, 2020 perhitungan berdasarkan teknologi beton tentang Perencanaan mix design

Analisa Campuran

Perhitungan Mix design campuran berdasarkan panduan Buku teknologi beton untuk mendapatkan mutu beton dengan Dengan standar SNI untuk menghasilkan kuat tekan yang direncanakan dengan perbandingan yang didapatkan adalah:

$$1 : 2,24 : 2,96 : 0,6$$

Hasil dari mix design yang didapat berupa perbandingan lalu digunakan sebagai dasar perhitungan kebutuhan pencetakan benda uji berdasarkan dari perbandingan tersebut maka diperoleh Tabel 2 : Kebutuhan dalam satu benda uji Kebutuhan Variasi 0%

Semen	Ag halus	Ag, kasar	Serbuk Kaca	Air
1563 gr	1556 gr	2644 gr	-	294 ml

Kebutuhan Variasi 5%

Semen	Ag halus	Ag, kasar	Serbuk Kaca	Air
1563 gr	1478,2 gr	2644 gr	77,8 gr	294 ml

Kebutuhan Variasi 10%

Semen	Ag halus	Ag, kasar	Serbuk Kaca	Air
1563 gr	1400,4	2644 gr	155,6	294

gr	gr	ml
----	----	----

Sumber : Data Penelitian, 2020 perhitungan kebutuhan bahan

Proses Benda Uji

Pencampuran

Pencampuran sampel benda uji beton dilakukan sesuai dengan takaran kebutuhan variasinya. dari setiap bahan yang telah ditentukan berdasarkan perencanaan yang ingin dilakukan persiapan alat seperti pan, alat pengaduk dan lainnya bahan yang telah diukur seperti semen, agregat halus, agregat kasar, air serta serbuk kaca itu sendiri, tergantung pada varian yang di proses. Lalu diaduk hingga merata, serta setiap material menjadi homogen kira kira selama ± 15 menit. Hingga dapat dilakukan pencetakan.

Benda Uji

Dari proses pencampuran yang dilakukan lalu acian benda uji beton di masukan kedalam cetakan benda uji berbentuk kubus $15 \times 15 \times 15$ dengan benda uji sebanyak 20 sampel dengan variasi normal ,5% serbuk kaca dan 10% substitusi dari serbuk kaca Tunggu selama 24 jam untuk agar beton mengeras dan bisa membuka cetakan benda uji. Lalu beton dilakukan perawatan atau curing beton. Pengujian beton dilakukan pada umur 28 hari .

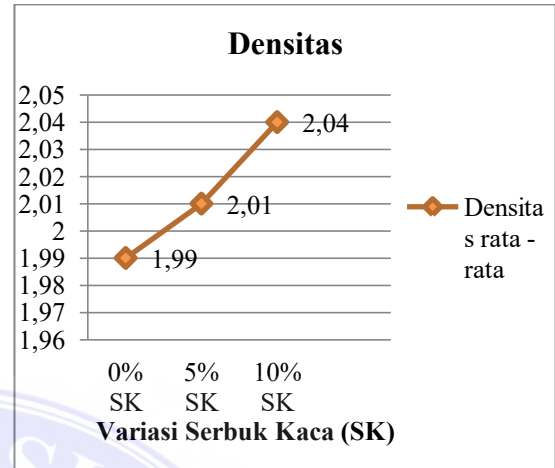
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Densitas

Hasil dari pengukuran uji densitas yang dilakukan didapat rata-rata $1,99 \text{ gr/cm}^3$ untuk beton normal sedangkan untuk variasi 5% sk sebesar $2,01 \text{ gr/cm}^3$ dan untuk variasi 10% sk nilai densitas yang dihasilkan sebesar $2,04 \text{ gr/cm}^3$. Dari hasil pengukuran densitas maka dapat dikatakan bahwa semakin tinggi penggunaan serbuk kaca yang digunakan

maka semakin besar pula nilai berat jenis yang didapat.

Berikut grafik densitas dari hasil pengujian.



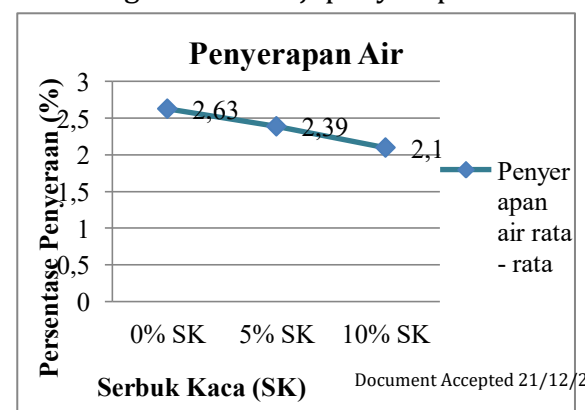
(Grafik 1 :Pengukuran Densitas)

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2019

Pengujian penyerapan Air

Hasil dari pengukuran penyerapan air benda uji didapat rata - rata penyerapan besarnya penyerapan ialah untuk hasil uji beton normal penyerapan air yang didapat sebesar 2,63 0% , untuk varian 5% didapat hasil 2,39%, sedangkan untuk variasi serbuk kaca 10% sebesar 2,10%. Hasil dari pengujian yang didapat menunjukkan bahwa penambahan serbuk kaca sebagai bahan substitusi agregat halus dapat memberikan nilai positif terlihat dari semakin kecilnya nilai hasil dari uji penyerapan air. Hal ini terjadi karena sifat dari kaca itu sendiri yang tidak menyerap air berbeda dengan hal dengan pasir yang menyerap air.

Berikut grafik hasil uji penyerapan air.



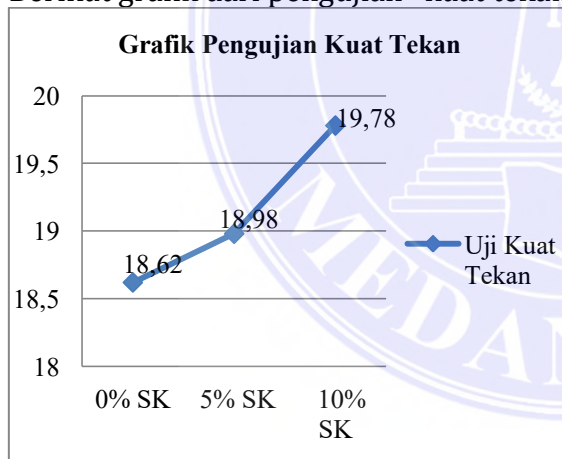
(Grafik 2. Pengukuran Penyerapan Air)
Sumber (Hasil Pengujian Laboratorium, 2019)

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2019

Pengujian Kuat Tekan

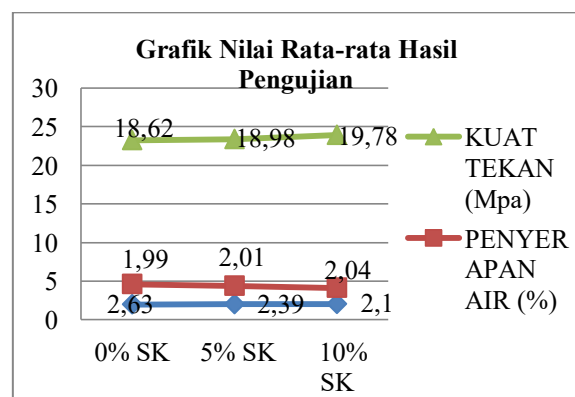
Setelah benda uji berumur 28 hari maka dilakukan pengujian, dari hasil uji kuat tekan didapatkan hasil kuat tekan rata rata untuk benda uji normal sebesar 18,62 Mpa, dan untuk benda uji variasi 5% serbuk kaca sebesar 18,98 Mpa serta kuat tekan dengan substitusi serbuk kaca 10% sebesar 19,78 Mpa. Dari hasil uji kuat tekan yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa penggunaan dari serbuk kaca dapat menambah kuat tekan pada beton hal itu dikarenakan sifat kaca yang tidak menyerap air sehingga beton lebih terpadatkan, serta kaca mengandung terbentuk dari silika yang mengandung pozzoland artinya sifat kaca dapat merekatkan atau mengikat seperti semen.

Berikut grafik dari pengujian kuat tekan



(grafik 3. Nilai pengujian kuat tekan)

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2019



(grafik 4. Nilai rata-rata pengujian)

SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang diperoleh dan dari analisa data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut uji kuat tekan yang dilakukan dengan benda uji kubus di dapat hasil kuat tekan rata-rata 18,62 untuk variasi 0%, dengan penyerapan air rata – rata 2,63 % dan densitas yang dihasilkan 1,99%, untuk variasi 5% kuat tekan rata rata yang dihasilkan ialah 18,98, dengan penyerapan air rata –rata sebesar 2,39 %, dan kuat tekan rata rata yang dihasilkan oleh variasi benda uji 10% ialah 19,78 dengan penyerapan air rata –rata 2,10 serta densitas yang dihasilkan 2,04%. Pecahan Kaca dapat dipergunakan sebagai bahan substitusi Pasir dalam pembuatan beton K 175 karena kaca itu sendiri mengandung silika, zat pengikat seperti yang terdapat pada semen.

DAFTAR PUSTAKA

CNN Indonesia

<https://www.cnnindonesia.com/gaya-hidup/20180425101643-282-293362/riset-24-persen-sampah-di-indonesia-masih-tak-terkelola>.

CNN Indonesia

<https://halosemarang.id/menengok-perjuangan-warga-kinibalu-semarang-untuk-memerangi-sampah-plastik-di-wilayahnya>.

Gunawan, Margaret, (2000),

Konstruksi Beton I, Penerbit Delta Teknik Group, Jakarta

Mulyono Tri, 2005,

<http://e-journal.uajy.ac.id/7077/3/TS213770.pdf>.

Mulyono, Tri. 2004.

Teknologi Beton. CV. Andi Offset,
Yogyakarta.

SNI – 2847 2013 Persyaratan Beton
Struktural

<http://staffnew.uny.ac.id/upload/132256207/pendidikan/sni-2847-2013.pdf>.

SNI 03-2847-2002.Perencanaan Struktur
Beton.

Susanti, 2011,

*Pemanfaatan Serbuk Kaca Sebagai
Bahan Tambah Dalam*

Pembuatan Batako. <http://ejournal.uajy.ac.id/7077/3/TS213770.pdf>.

SNI-03-2847-2002.

Tata Cara Perhitungan Struktur
Beton Untuk Bangunan Gedung,
Badan Standarisasi Nasional,
Bandung.

Sukirman, Silvia. 2003.

Beton Aspal Campuran Panas.
Grafika Yuana Marga : Bandung.

Tjokrodinuljo, K 2007.

Teknologi Beton.Teknik Sipil dan
Lingkungan universitas Gadjah
Mada, Yogyakarta.

Tjokrodinuljo, K., (2004),

Teknologi Bahan Konstruksi, Buku
Ajar, Jurusan Teknik Sipil dan
Lingkungan Fakultas Teknik,
Universitas Gadjah Mada
Yogyakarta.