

**PENGARUH LIMBAH KACA DAN PLASTIK SEBAGAI
SUBSTITUSI AGREGAT KASAR TERHADAP KUAT
TEKAN BETON**

SKRIPSI

OLEH:

**REZA PRAMANA
198110010**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

i

Document Accepted 16/1/25

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

Access From (repository.uma.ac.id)16/1/25

PENGARUH LIMBAH KACA DAN PLASTIK SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT KASAR TERHADAP KUAT TEKAN BETON

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area



Oleh:

**REZA PRAMANA
198110010**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi: Pengaruh Limbah Kaca Dan Plastik Sebagai Substitusi Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton
Nama: Reza Pramana
NPM: 198110010
Fakultas: Teknik

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing



Samsul A Rahman Sidik Hasibuan, S.T., M.T
Pembimbing



Samsul A Rahman Sidik Hasibuan, S.T., M.T



Reza Ernita Walandari, S.T., M.T
Ka. Program Studi

Tanggal Lulus : 10 September 2024

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima saksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan saksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



Medan, 10 September 2024

Materai
TTD

Reza Pramana
198110010



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Reza Pramana
NPM : 198110010
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non Exclusive Royalty Free-Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Pengaruh Limbah Kaca Dan Plastik Sebagai Substitusi Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton. Dengan hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan
Pada tanggal : 10 September 2024
Yang menyatakan



(Reza Pramana)

RIWAYAT HIDUP

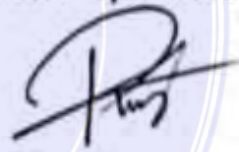
Penulis dilahirkan di Medan Pada tanggal 01 Mei 2000 dari Ayah Alm. Arwin dan Ibu Sri.Rahmayanti Penulis merupakan putra ke 2 dari 4 bersudara. Tahun 2017 Penulis lulus dari SMK Negeri 4 Medan dan pada tahun 2019 terdaftar sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di kim IV pada proyek pembangunan Gudang Reclainer.



KATA PENGHANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang maha kuasa atas segala karunia-Nya sehingga Skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam skripsi ini ialah uji kuat beton dengan judul Pengaruh Limbah Kaca Dan Plastik Sebagai Substitusi Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton. Terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Samsul A Rahman Sidik Hasibuan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing dan Ibu Tika Ermita Wulandari, S.T., M.T. selaku Ka. Prodi Teknik Sipil yang telah banyak memberikan saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada Bapak Samsul A Rahman Sidik Hasibuan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah banyak membantu penulis selama penyusunan skripsi. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Ayah, Ibu serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu, kritik dan saran sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi kalangan akademik maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Penulis, 10 September 2024



(Reza Pramana)

ABSTRAK

Beton merupakan bahan dari campuran antara *Portland cement*, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air dengan tambahan adanya rongga-rongga udara. Campuran bahan-bahan pembentuk beton harus ditetapkan sedemikian rupa, sehingga menghasilkan beton basah yang mudah dikerjakan, memenuhi kekuatan tekan rencana setelah mengeras dan cukup ekonomis, Beton juga suatu bahan bangunan yang telah digunakan secara luas bahan tersebut diperoleh dengan cara mencampurkan semen, air dan agregat pada perbandingan tertentu, dimana dalam jangka waktu tertentu akan mengeras. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Metode eksperimen pada penelitian ini dilakukan dengan cara membandingkan beton normal $f'c = 22,5\text{Mpa}$ sebagai kontrol dengan beton yang akan dieksperimen. Beton yang di substitusikan pada penelitian ini memiliki tiga variasi campuran yaitu 2,5%, 5%, dan 7%. Tujuan penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi kuat tekan beton menggunakan limbah rumah tangga yang tidak terpakai yang dimana akan menyebabkan kerusakan pada lingkungan. Hasil dari pengujian kuat tekan beton uji silinder dengan menggunakan limbah plastik dan kaca mengalami penurunan nilai kuat tekan beton dibandingkan dengan beton yang tidak menggunakan limbah plastik dan kaca pada campuran beton. Pada pengujian beton umur 14 hari didapat hasil yaitu BN sebesar 15 MPa, 2,5% sebesar 13 MPa, 5% sebesar 11 MPa, dan 7,5% sebesar 10 MPa. Dan pada pengujian beton umur 28 hari didapat hasil yaitu 0% sebesar 20 MPa, 2,5% sebesar 17 MPa, 5% sebesar 14 MPa, dan 7,5% sebesar 11 MPa. Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini bahwa penggunaan limbah kaca dan plastik tidak dapat digunakan sebagai bahan substitusi pada campuran beton dikarenakan hasil uji kuat tekan beton mengalami penurunan.

Kata Kunci : Kuat Tekan, Limbah Kaca Dan Plastik, Pengaruh

ABSTRACT

Concrete is a mixture of Portland cement, fine aggregate (sand), coarse aggregate (gravel), water with the addition of air voids. The mixture of concrete forming materials must be determined in such a way, so as to produce wet concrete that is easy to work with, meets the design compressive strength after hardening and is quite economical. Concrete is also a building material that has been widely used. This material is obtained by mixing cement, water and aggregate. at a certain ratio, where within a certain period of time it will harden. The research method used is the experimental method. The experimental method in this research was carried out by comparing normal concrete $f'c = 22.5\text{Mpa}$ as a control with the concrete to be experimented with. The substituted concrete in this research has three mixture variations, namely 2.5%, 5%, and 7%. The aim of this research was to determine the potential compressive strength of concrete using unused household waste which would cause damage to the environment. The results of testing the compressive strength of concrete cylinder tests using plastic and glass waste showed a decrease in the compressive strength value of concrete compared to concrete that did not use plastic and glass waste in the concrete mixture. In testing concrete aged 14 days, the results obtained were BN of 15 MPa, 2.5% of 13 MPa, 5% of 11 MPa, and 7.5% of 10 MPa. And in testing concrete aged 28 days, the results were 0% at 20 MPa, 2.5% at 17 MPa, 5% at 14 MPa, and 7.5% at 11 MPa. The conclusion that can be drawn from this research is that the use of glass and plastic waste cannot be used as a substitute material in the concrete mixture because the results of the concrete compressive strength test have decreased.

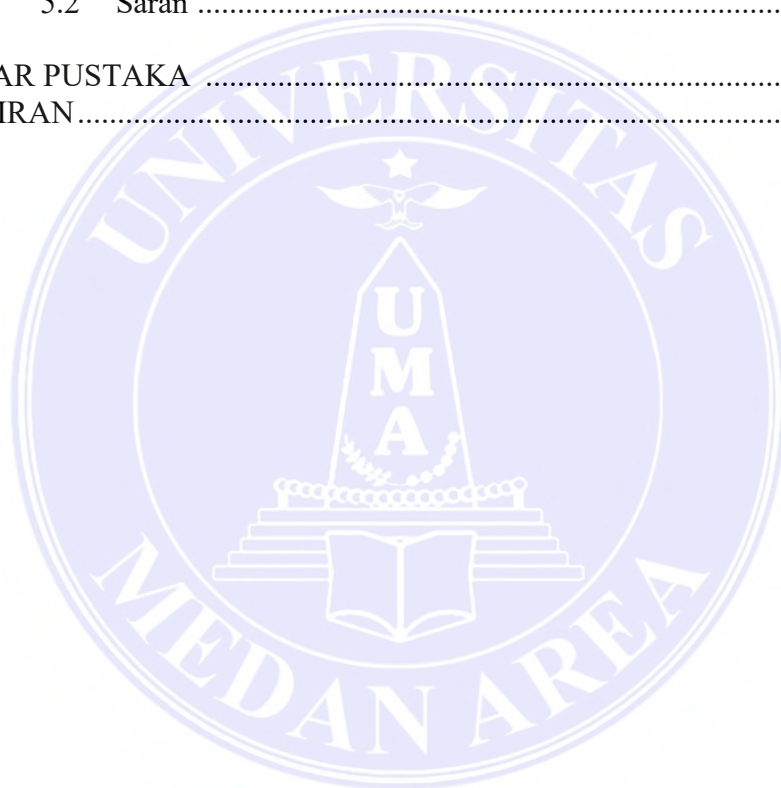
Keywords : Strong compressive, glass and plastic waste, influence



DAFTAR ISI

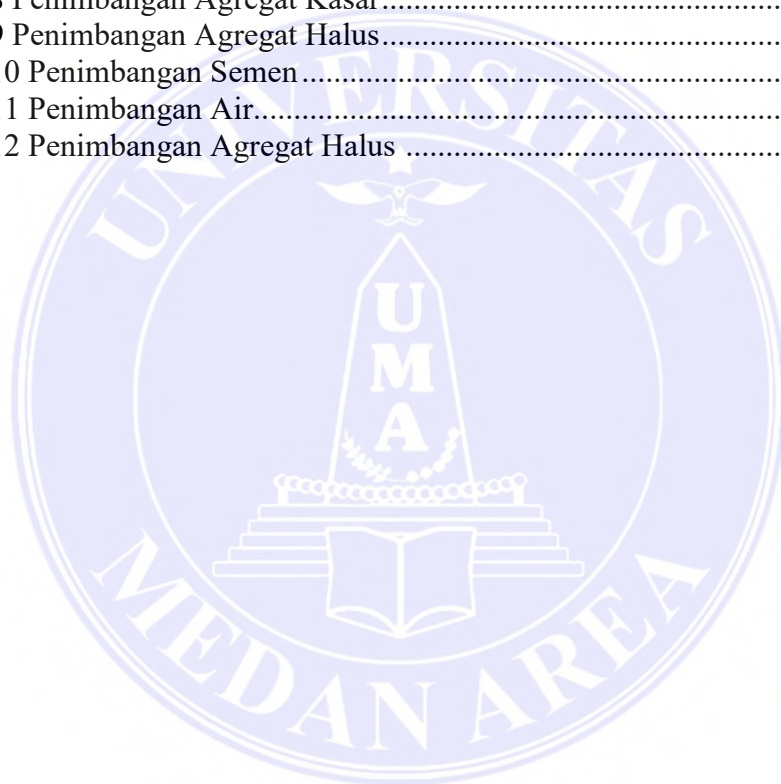
	Halaman
COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
RIWAYAT HIDUP	vi
KATA PENGHANTAR	vii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	4
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Perbedaan Dengan Penelitian Terdahulu	10
2.3 Beton	11
2.3.1 Kelebihan Beton.....	11
2.3.2 Kekurangan Beton.....	12
2.3.3 Sifat-Sifat Beton.....	13
2.3.4 Jenis-Jenis Beton.....	17
2.4 Bahan Penyusun Beton	20
2.5 Bahan Tambah Limbah Plastik Dan Kaca	35
2.6 Pengujian Slump	36
2.7 Pengujian Kuat Tekan Beton	39
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	39
3.1 Metode Penelitian	39
3.2 Kerangka Berfikir	40
3.3 Lokasi Penelitian.....	41
3.4 Bahan Dan Peralatan	42
3.5 Sample Penelitian	43
3.6 Analisa Data	43

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	51
4.1 Hasil Penelitian	51
4.2 Hasil Pengujian Agregat Halus	51
4.3 Hasil Pengujian Agregat Kasar	54
4.4 Hasil Perhitungan Mix Design	57
4.5 Hasil Pengujian Slump	61
4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder (15cm x 30cm)	62
4.7 Pembahasan	64
BAB IV. SIMPULAN DAN SARAN	66
5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN	68



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Proses Pencairan Plastik	68
Tabel 2. Proses Pencampuran Plastik Dan Kaca	68
Tabel 3. Hasil Sample Limbah Kaca Dan Plastik	69
Tabel 4. Sample Limbah Kaca Dan Plastik Yang Sudah Diolah	69
Tabel 5. Proses Penyaringan Limbah Plastik Dan Kaca	70
Tabel 6 Proses Slump Test.....	70
Tabel 7 Pencabutan Krucut Slump Test.....	71
Tabel 8 Penimbangan Agregat Kasar.....	71
Tabel 9 Penimbangan Agregat Halus.....	72
Tabel 10 Penimbangan Semen.....	72
Tabel 11 Penimbangan Air.....	73
Tabel 12 Penimbangan Agregat Halus	73



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Slump Test.....	27
Gambar 2 Diagram Bagian Alir Penelitian	34
Gambar 3 Lokasi PT.Jaya Sentrikon Indonesia	35
Gambar 4 Grafik Analisis Ayakan Pasir	37
Gambar 5 Grafik Analisis Ayakan Kerikil	40
Gambar 6 Grafik Hasil Slump Test.....	47
Gambar 7 Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Beton	49



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Proses Pencairan Plastik	53
Lampiran 2 Proses Pencampuran Plastik Dan Kaca	53
Lampiran 3 Hasil Sampel Limbah Kaca Dan Kaca	54
Lampiran 4 Sampel Limbah Plastik Dan Kaca Sudah Dipecahkan 19mm.....	54
Lampiran 5 Proses Penyaringan Limbah Plastik Dan Kaca	54
Lampiran 6 Proses Slump Test	55
Lampiran 7 Pencabutan Krucut Slump Test	55
Lampiran 8 Penimbangan Agregat Kasar Untuk 2Sampel (BN).....	57
Lampiran 9 Penimbangan Agregat Halus Untuk 2 Sampel (BN).....	57
Lampiran 10 Penimbangan Semen Untuk 2 Sampel (BN)	57
Lampiran 11 Air Untuk 2 Sampel (BN).....	58
Lampiran 12 Penimbangan Agregat Halus Untuk 4 Sampel (BN).....	58
Lampiran 13 Penimbangan Agregat Kasar Untuk 4 Sampel (BN).....	59
Lampiran 14 Penimbangan Semen Untuk 4 Sampel (BN)	59
Lampiran 15 Air Untuk 6 Sampel (2,5%).....	60
Lampiran 16 Penimbangan Semen Untuk 6 Sampel (2,5%).....	60
Lampiran 17 Penimbangan Agregat Halus Untuk 6 Sampel (2,5%)	61
Lampiran 18 Penimbangan Agregat Kasar Untuk 6 Sampel (2,5%)	61
Lampiran 19 Air Untuk 6 Sampel (2,5%).....	62
Lampiran 20 Limbah Kaca Dan Plastik 6 Sampel (2,5%).....	62
Lampiran 21 Penimbangan Semen Untuk 6 Sampel (5%)	63
Lampiran 22 Penimbangan Agregat Halus Untuk 6 Sampel (5%)	63
Lampiran 23 Penimbangan Agregat Kasar Untuk 6 Sampel (5%)	64
Lampiran 24 Air Untuk 6 Sampel (5%).....	64
Lampiran 25 Limbah Kaca Dan Plastik 6 Sampel (5%).....	65
Lampiran 26 Penimbangan Semen Untuk 6 Sampel (7,5).....	65
Lampiran 27 Penimbangan Agregat Halus Untuk 6 Sampel (7,5%)	66
Lampiran 28 Penimbangan Agregat Kasar Untuk 6 Sampel (7,5%)	66
Lampiran 29 Air Untuk 6 Sampel (7,5%).....	67
Lampiran 30 Limbah Kaca Dan Plastik 6 Sampel (7,5%).....	67
Lampiran 31 Material Yang Digunakan Untuk Uji Kuat Beton	68
Lampiran 32 Hasil Beton Normal	68
Lampiran 33 Hasil Beton Limbah Kaca Dan Plastik 2,5%.....	69
Lampiran 34 Hasil Beton Limbah Kaca Dan Plastik 5%.....	69
Lampiran 35 Hasil Beton Limbah Kaca Dan Plastik 7,5%.....	70
Lampiran 36 Uji Kuat Beton Normal	70
Lampiran 37 Uji Kuat Beton Limbah Plastik Dan Kaca 2,5%	71
Lampiran 38 Uji Kuat Beton Limbah Plastik Dan Kaca 5%	71
Lampiran 39 Uji Kuat Beton Limbah Plastik Dan Kaca 7,5%	72
Lampiran 40 Kondisi Beton Setelah Dilakukan Uji Streng	72
Lampiran 41 Kondisi Beton Setelah Dilakukan Uji Streng.....	73

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Beton merupakan bahan dari campuran antara Portland cement, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air dengan tambahan adanya rongga-rongga udara. Campuran bahan-bahan pembentuk beton harus ditetapkan sedemikian rupa, sehingga menghasilkan beton basah yang mudah dikerjakan, memenuhi kekuatan tekan rencana setelah mengeras dan cukup ekonomis. Beton adalah suatu bahan bangunan yang telah digunakan secara luas bahan tersebut diperoleh dengan cara mencampurkan semen, air dan agregat pada perbandingan tertentu, dimana dalam jangka waktu tertentu akan mengeras. Beton foam adalah campuran antara semen, air, agregat dengan bahan tambah (*admixture*) tertentu yaitu dengan membuat gelembung-gelembung gas atau udara dalam adukan semen sehingga terjadi banyak pori-pori udara didalam betonnya (Husin, 2008 dalam Prayitno, 2013).

Limbah dari sampah organik adalah suatu limbah yang berasal dari sisa makhluk hidup yang terdapat di alam, seperti sisa makanan, sayuran, daun-daun kering, dan sebagainya, Sampah organik merupakan jenis sampah yang ramah lingkungan dan bahkan pada umumnya dapat dimanfaatkan kembali dengan melakukan pengolahan yang tepat seperti pupuk kompos dan berbagai macam makan ternak. lingkungan dari pencemaran sampah anorganik khususnya sampah plastik yang membahayakan berbagai upaya telah dilakukan pemerintah, Upaya-upaya yang telah dilakukan tersebut antara lain meminimalisir kantung plastik sebagai tempat belanja, menghimbau konsumen untuk membawa tas belanja

sendiri, memanfaatkan sampah plastik sebagai bahan dasar berbagai kerajinan dan mensosialisasikan penggunaan plastik dan menjadikan barang yang mempunyai nilai ekonomi. Penelitian ini kami menawarkan inovasi yaitu dengan membuat beton dari campuran agregat plastik, Maka pembuatan beton sebagai komponen utama sangat dibutuhkan dalam pembangunan. Komposisi pembuatan beton itu salah satunya yaitu batu, batu merupakan salah satu sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui dalam penelitian ini penggunaan batu dikurangi dan diganti dengan kaca dan plastik sebagai bahan campuran pembuatan beton. Mengemukakan bahwa plastik dan kaca merupakan material yang jika dipanaskan dengan suhu tertentu akan menjadi lunak dan cair sehingga bisa dicetak dan dibentuk sesuai dengan keinginan. Berbagai produk yang terbuat dari plastik dan antara lain berbagai macam limbah seperti botol minum, kantong plastik, lain-lainnya (Purnawingrum, 2016).

Banyak riset yang dilakukan untuk mengganti material (alam) beton dengan material lain seperti halnya penggunaan material limbah konstruksi yaitu limbah beton, Pemanfaatan limbah beton sebagai salah satu alternatif pengganti agregat kasar memiliki potensi untuk diteliti karena limbah beton masih jarang dilakukan. Agregat kasar yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa kerikil hasil desintergrasi alam dari batuan atau dapat berupa limbah yang sudah dikelola menyerupai agregat kasar dengan ukuran butiran lebih dari 20 mm, Kerikil dapat pula diganti dengan limbah yang sudah dikelola, Kerikil atau limbah dengan ukuran lebih dari 20 mm tidak baik digunakan untuk campuran beton Penggunaan agregat kasar pada campuran beton yang menggunakan limbah plastik dan kaca pada pembuatan beton ready mix ini untuk mengurangi limbah rumah tangga

yang berlebihan yang dimana saat ini volume limbah rumah tangga yang berupa kaca dan plastik yang ada dilingkungan kita saat ini sangat banyak, yang dimana penggunaan bahan limbah sebagai agregat kasar pada campuran beton bisa mengurangi volume limbah plastik dan kaca terhadap lingkungan. Mengganti atau mengurangi krikil yang terdapat pada beton *ready mix* dapat mengurangi anggaran biaya yang akan dikeluarkan untuk membuat beton *ready mix* dan membantu pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah plastik dan kaca yang tidak terpakai lagi yang akan menyebabkan banjir (Patah, 2022)

Kemungkinan memakai limbah rumah tangga seperti plastik sebagai agregat pada beton semakin mendapat perhatian belakangan ini, sebagai solusi yang penuh harapan atas menajaknya masalah limbah padat. Limbah industri sudah puluhan tahun digunakan sebagai bahan *pozzolan* dan juga *blast-furnace slag* sebagai agregat dan sebagai material perekat. Pemakaian benda limbah padat buangan sebagai bahan pengganti akhir-akhir ini banyak dibicarakan hal ini sebenarnya bukan konsep yang baru, limbah padat ini dapat berupa plastik bekas, juga bahan-bahan bekas bongkaran bangunan, maupun sampah padat dari limbah industri atau rumah tangga. Sebelum barang ini dipakai sebaiknya ditinjau dari sisi ekonomi apakah menguntungkan dibandingkan dengan memakai agregat alami, dan juga mempertimbangkan hasil dari sisi tekniknya, kemudahan pengerjaannya dan terutama hasil akhir dan kekuatan betonnya (Mulyono, 2004

1.2. Rumusan Masalah

Apakah limbah rumah tangga seperti kaca dan plastik berpotensi mempengaruhi kuat tekan beton ?

1.3. Maksud Dan Tujuan Penelitian

Maksud dan tujuan penelitian yang dilakukan untuk mengetahui potensi kuat tekan beton menggunakan limbah rumah tangga yang tidak terpakai yang dimana akan menyebabkan kerusakan pada lingkungan.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah ini dibuat agar masalah yang akan diteliti lebih terarah untuk dapat dipahami. Adapun batasan-batasan masalah tersebut adalah dibawah ini:

1. Membuat kuat beton dengan cara mengganti isi agregat kasar menggunakan bahan limbah kaca dan plastik
2. Memperhitungkan komposisi campuran limbah plastik dan kaca yang akan menggantikan agregat utama yang ada didalam campuran beton
3. Mencari kekuatan beton dengan standart beton yang akan dicapai menggunakan agregat bahan limbah plastik dan kaca

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah membuat uji kuat tekan beton menggunakan bahan limbah rumah tangga plastik dan kaca yang dimana ketika pengujian penelitian yang dilakukan berhasil, akan mengurangi limbah rumah tangga yang dimana limbah tersebut akan membuat pencemaran lingkungan, dan pemilihan bahan pengganti beton memakai limbah rumah tangga agar limbah yang tidak dipakai bisa dipergunakan dengan baik yang akan mempunyai dampak kedepannya mengurangi pencemaran lingkungan terhadap lingkungan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Indrawijaya, (2019). Melakukan penelitian dengan judul, Pemanfaatan limbah plastik LDPE sebagai pengganti agregat untuk pembuatan *paving blok* beton. Metode yang digunakan spesimen *paving blok* dengan cara Penyiapan spesimen uji Spesimen *paving blok* beton model tidak saling mengait dibuat dengan dimensi 200 mm x 100 mm x 60 mm. Beton dilepas dari cetakannya setelah 24 jam dari proses pencetakan. Selanjutnya dilakukan curing dengan pengeringan pada kondisi terbuka serta dilakukan pembasahan dengan air sebanyak dua kali sehari. Spesimen diuji setelah curing pada hari ke 7, 14 dan 28 sesuai dengan parameter uji, Sebagai parameter uji adalah densitas beton dan uji kekuatan tekan. yang dimana penelitian berikut memiliki tujuan menentukan kondisi terbaik untuk memperoleh *paving blok* beton yang dibuat menggunakan komposit limbah plastik LDPE. Pada penelitian ini limbah plastik jenis LDPE digunakan untuk pembuatan *paving blok* beton digunakan sebagai pengganti agregat beton. hasil kuat tekan *paving blok* 0% (tanpa penambahan limbah plastik LDPE) menghasilkan nilai kuat tekan 23,68 MPa. Sementara nilai kuat tekan tertinggi berada pada 10% (penambahan limbah plastik LDPE) yaitu 23,98 MPa. Hal ini sesuai dengan standar mutu B yaitu digunakan untuk pelataran parkir. Sesuai standar SNI 03-0691-1996 standar mutu B memiliki nilai kuat tekan Selain itu, untuk penambahan 20% limbah plastik LDPE memperoleh nilai kuat tekan minimal 17,0 MPa dan rata-rata 20 MPa.

Rodji, (2022). Melakukan penelitian dengan judul, Analisis kuat tekan beton menggunakan limbah botol kaca sebagai pengganti sebagian agregat halus dan gula merah sebagai bahan tambah / aditif beton. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen di Laboratorium Beton dengan melakukan percobaan terhadap bahan baku agregat kasar, agregat halus, air, semen. Penelitian ini menggunakan benda uji silinder dengan ukuran $\varnothing 15$ cm x 30 cm dengan variasi beton menggunakan limbah kaca dan gula merah, menggunakan limbah botol kaca 5% gula merah 0,25 % dan menggunakan limbah kaca 10% gula merah 0,5 %. Umur pengujian selama 7 hari, 14 hari dan 28 hari setelah lebih dahulu dilakukan perawatan (*curing*) beton dengan cara perendaman benda uji di dalam bak berisi air bersih dan pengeringan menggunakan mesin oven. Penelitian ini bertujuan menganalisis kuat tekan beton dengan menggunakan limbah botol kaca dan gula merah sebagai pengganti agregat halus dan air. *Mix Design* dalam penelitian ini menggunakan metode SNI 2000. Komposisi limbah botol kaca sebesar 5% dan 10% terhadap agregat halus sedangkan gula merah sebesar 0,25% dan 0,50% terhadap air. Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 24 benda uji dengan umur 7, 14 dan 28 hari. Hasil rata – rata kuat tekan beton Variasi 1 (0,25 % Gula Merah dan 5 % Botol kaca) pada umur 28 hari yakni sebesar 16,06 MPa, sedangkan untuk beton Variasi 2 (0,50 % Gula Merah dan 10 % Botol kaca) pada umur 28 hari yakni sebesar 14,99, maka dapat disimpulkan beton Variasi 1 dan Variasi 2 terjadi penurunan mutu beton sebesar 3,94 MPa dan 5,01 MPa.

Rizaldo, (2021). Melakukan penelitian dengan judul, Analisis pengaruh penambahan agregat limbah plastik (*Polyethylene Terephthalate*) terhadap kuat

beton. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, metode penelitian menggunakan eksperimen untuk mengetahui pengaruh penam bahan limbah plastik untuk campuran beton terhadap kuat tekan beton. Penelitian direncanakan secara eksperimental yang dilakukan dilaboratorium. Pada tahap awal penelitian dilakukan pengujian pendahuluan pada material pembentuk beton. Hasil pengujian pendahuluan diperlukan untuk merancang komposisi masing-masing agregat (*jobt mix*) beton. Penelitian ini bertujuan untuk untuk mengurangi limbah plastik yang menyebabkan kerusakan lingkungan maka volume limbah ini dimanfaatkan dalam pembangunan. Berdasarkan data penelitian, mendapatkan nilai perbandingan kekuatan tekan beton normal dengan beton campuran Plastik. Berdasarkan hasil perbandingan kuat tekan beton umur 7, 14 dan 28 didapatkan beton normal umur 7 hari = 10,62 Mpa, umur 14 hari= 12,74 MPa dan umur 28 hari t= 15,57 MPa, sedangkan benton dengan campuran Limbah Plastik kuat tekannya umur 7 hari = 9,1 MPa, umur 14 hari = 11MPa dan umur 28 hari = 14,4 MPa. Beton dengan campuran Limbah Plastik 10% kuat tekan umur 7 hari = 12,5 MPa, umur 14 hari = 12,1 MPa dan umur 28thari = 17 MPa

Basri, (2021). Melakukan penelitian dengan judul, Beton ringan dengan bahan plastik sebagai agregat kasar untuk konstruksi diatas lahan gambut. Beton Ringan dengan Bahan Plastik sebagai Agregat Kasar untuk Konstruksi di Atas Lahan Gambut. Hasil yang didapat dari penelitian tersebut ialah: Dari hasil penelitian berikut dapat disimpulkan semakin tinggi campura PET sebagai pengganti Agregat kasar massa/berat beton semakin ringan dan mutu beton semakin rendah. Pada 0% PET berat beton 7,75 kg dan pada 100% PET berat beton 5,81 kg. Sementara mutu beton umur 28 hari pada 0% PET sebesar K-265

dan pada 100% PET mutu beton turun menjadi K-143. Hasil penelitian yang termasuk beton ringan terdapat pada campuran 70% dan 100% PET dengan berat kurang atau sama dengan 6,4 kg. Untuk campuran 70% PET termasuk beton ringan dengan mutu sedang dengan mutu K-193. Campuran 70% PET ini dapat digunakan pada konstruksi di atas lahan gambut.

Oli, 2021. Melakukan penelitian dengan judul, Limbah kaca sebagai pengganti sebagian agregat halus untuk beton ramah lingkungan. Metode penelitian dilakukan beberapa tahapan. Tahapan tersebut adalah tahap persiapan limbah kaca sebagai pengganti sebagian agregat halus, agregat dan semen. Limbah kaca yang digunakan berasal dari botol kaca yang dihancurkan hingga menjadi pecahan kaya lolos di saringan No.4. Agregat kasar (batu pecah) yang digunakan pada penelitian ini berasal dari AMP (Asphalt Mixing Plant) Bongomeme dan agregat halus (pasir) berasal dari Sungai Bone. Semen yang digunakan merupakan Semen Portland (PC). Tujuan dari penelitian yang dilakukan untuk memperbaiki lingkungan, Meningkatnya kesadaran akan daur ulang kaca mempercepat perubahan penggunaan limbah kaca dengan bentuk berbeda di berbagai bidang Salah satu kontribusinya yang signifikan adalah pada bidang konstruksi dimana limbah kaca digunakan kembali untuk produksi beton. Hasil dari penelitian yang dilakukan mendapatkan hasil yang bervariasi 20% dan 40% limbah kaca mengalami penurunan uji kuat tekan apabila dibandingkan dengan beton normal (27,934 Mpa), yaitu masing-masing 6,3% dan 9,1% dari kuat tekan beton normal Sampel beton kubus dengan variasi 60%, 80%, dan 100% limbah kaca memiliki kuat tekan rata-rata lebih rendah dari kuat tekan rencana, masing-masing 23,636 Mpa; 21,670 Mpa; dan 21,058 Mpa.

2.2. Perbedaan Dengan Penelitian Terdahulu

Tabel 1. Perbedaan Dengan Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Perbedaan
1.	Indrawijaya, (2019)	Limbah Plastik Yang Digunakan Sebagai Bahan Tambah Untuk Bahan Paving Block, Sedangkan Penelitian Yang dilakukan Dengan Bahan Limbah Plastik Dan Kaca Digunakan Untuk Bahan Tambah Campuran Uji Kuat Beton
2.	Basri, (2021)	Limbah plastik yang digunakan sebagai material pengganti agregat kasar pada penelitian uji kuat beton ringan yang akan dilakukan, sedangkan penelitian yang akan dilakukan menggunakan limbah kaca dan plastik sebagai material pengganti agregat kasar yang akan dilakukan penelitian
3.	Oli, 2021	Bahan yang digunakan pada peneliti terdahulu kaca yang dimana sebagai bahan pengganti agregat halus yang diolah dengan cara dihaluskan, sedangkan penelitian yang akan dilakukan menggunakan kaca dan plastik yang diolah menjadi bahan pengganti agregat kasar
4.	Rodji, (2022)	Bahan yang digunakan pada peneliti terdahulu untuk membuat uji kuat tekan beton menggunakan limbah kaca 5% dan gula merah 0,25% sedangkan penelitian yang akan dilakukan dengan bahan limbah kaca dan plastik dengan menggunakan limbah kaca dan plastik dengan komposisi 1:3 yang dimana 100gr plastik 300gr kaca.
5.	Rizaldo, (2021)	Limbah plastik yang digunakan pada penelitian terdahulu untuk campuran beton sebagai bahan pengganti semen, sedangkan penelitian yang digunakan limbah plastik dan kaca yang dimana sebagai bahan pengganti agregat kasar atau krikil.

2.3. Beton

Beton adalah suatu komposit dari beberapa bahan batu-batuan yang direkatkan oleh bahan ikat. (SKSNI T-15-1991-03). Terdapat pendapat lain

mengenai beton yaitu menurut Nawy (1985:8) beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimia sejumlah material pembentuknya. DPU-LPMB memberikan definisi tentang beton sebagai campuran antara semen portland atau semen hidrolis yang lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan membentuk massa padat (SK.SNI T-15-1990-03:1). Campuran dari beton berupa campuran bahan bangunan berupa pasir dan kerikil atau koral kemudian diikat semen bercampur air. Sifat beton berubah karena sifat semen, agregat dan air, maupun perbandingan pencampurannya. Untuk mendapatkan beton optimum pada penggunaan yang khas, perlu dipilih bahan yang sesuai dan dicampur secara tepat.

2.3.1. Kelebihan Beton

1. Biaya pembuatan beton terbilang cukup murah mengingat bahan-bahan penyusunnya bisa diperoleh dari daerah lokal, kecuali untuk semen portland yang harus didatangkan dari luar daerah.
2. Begitu pun dengan biaya pemeliharaan beton terhitung cukup rendah karena material ini mempunyai tingkat ketahanan yang tinggi.
3. Di samping tahan terhadap aus, beton juga tahan terhadap api dan air sehingga penghuni bangunan senantiasa bisa merasa aman.
4. Beton memiliki daya kekuatan dan daya dukung yang sangat tinggi sehingga bisa diaplikasikan pada segala desain bangunan.
5. Kondisi beton juga tidak mudah terpengaruh oleh lingkungan sehingga risiko mengalami korosi dan pembusukan kecil sekali.
6. Tidak seperti pasangan batu, partikel-partikel pada beton mampu membentuk susunan yang padat dengan ukuran yang lebih kecil.

7. Beton bersifat fleksibel artinya bisa dibuat dalam bentuk dan ukuran yang sesuai dengan keinginan tanpa mempengaruhi kualitasnya secara langsung.

2.3.2. Kekurangan Beton

1. Walaupun beton mampu menahan gaya beban dengan baik, tetapi kekuatannya saat menerima gaya tarik cukup rendah.
2. Selama proses pengeringan, beton yang masih basah bisa mengalami penyusutan akibat strukturnya mengerut.
3. Demikian juga bila beton basah, maka struktur beton tersebut bisa mengembang sehingga kekuatannya menurun.
4. Beton bisa mengalami keretakan rambut dan keretakan struktur akibat perubahan suhu yang drastis dalam waktu relatif singkat.
5. Sifat alamiah beton yakni dapat menyerap air melalui pori-porinya, di mana air justru bisa merusak beton secara perlahan, terutama yang mengandung kadar garam yang tinggi.
6. Sifat asal beton yang lain adalah getas atau tidak daktail, sehingga analisa pekerjaannya harus benar-benar dihitung secara detail dan tepat.

2.3.3. Sifat-Sifat Beton

Pada umumnya beton terdiri dari kurang lebih 15% semen, 8% air, 3% udara, dan selebihnya agregat kasar dan agregat halus. Campuran tersebut setelah mengeras mempunyai sifat yang berbeda-beda tergantung pada cara pembuatan, perbandingan campuran, cara mencampur, cara mengangkut, cara mencetak, cara memadatkan, cara merawat, dan sebagainya, akan mempengaruhi sifat-sifat beton.

Sifat-sifat beton yang di uraikan tidak selalu sama semua harus dimiliki oleh setiap konstruksi beton, dan sifat-sifat tersebut juga relatif ditinjau dari sudut

pemakaian beton itu sendiri. Yang penting beton harus memiliki sifat-sifat yang sesuai dengan tujuan pemakaian beton. Misalnya suatu kolom bangunan, yang terpenting harus memiliki kuat tekan yang tinggi yang cukup kuat untuk menahan beban bangunan itu, sedang sifat kerapatan air tidak penting untuk diperhatikan, sebaliknya suatu bak air harus memiliki sifat rapat air.

Sifat-sifat beton pada umumnya dipengaruhi oleh kualitas bahan, cara pengerjaan, dan cara perawatannya. Karakteristik semen mempengaruhi kualitas beton dan kecepatan pengerasannya. Gradasi agregat halus mempengaruhi pengerjaannya, sedang gradasi agregat kasar mempengaruhi kekuatan beton. Kualitas dan kuantitas air mempengaruhi pengerasan dan kekuatan (Murdock dan Brook, 2003). Untuk keperluan perancangan dan pelaksanaan struktur beton, maka pengetahuan tentang sifat-sifat beton setelah mengeras perlu diketahui, sifat-sifat tersebut antara lain:

1. Tahan lama (*Durrability*)

Merupakan kemampuan beton bertahan seperti kondisi yang direncanakan tanpa terjadi korosi dalam jangka waktu yang direncanakan. Dalam hal ini perlu pembatasan nilai factor air semen maksimum maupun pembatasan dosisi semen minimum yang digunakan sesuai dengan kondisi lingkungan. Sifat tahan lama pada beton dapat dibedakan dalam beberapa hal, antara lain sebagai berikut

- a. Tahan terhadap pengaruh cuaca Pengaruh cuaca yang dimaksud adalah pengaruh yang berupa hujan dan pembekuan pada musim

dingin, serta pengembangan dan penyusutan yang diakibatkan oleh basah dan kering silih berganti.

b. Tahan terhadap zat kimia Daya perusak kimiawi oleh bahan-bahan seperti air laut, rawa-rawa, dan limbah, zat kimia hasil industry, buangan air kotor dari kota, dan sebagainya perlu diperhatikan terhadap keawetan beton.

c. Tahan terhadap erosi Beton dapat mengalami kikisan yang diakibatkan oleh adanya orang yang berjalan kaki dan gerakan lalu lintas di atasnya, gerakan ombak laut, atau oleh partikel yang terbawa oleh air laut atau angin laut.

2. Kuat Tekan

Kuat tekan Kuat tekan ditentukan berdasarkan pembebanan uniaxial bend uni silinder beton dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm dengan satuan Mpa (N/mm²) untuk SKSNI 1991.

3. Kuat Tarik

Kuat tarik Kuat tarik beton jauh lebih kecil dari kuat tekannya, yaitu sekitar 10%-15% dari kuat tekannya. Kuat tarik beton merupakan sifat yang penting untuk untuk memprediksi retak dan defleksi balok.

4. Modulus elastisitas

Modulus elastisitas beton adalah perbandingan antara kuat tekan beton dengan regangan beton biasanya ditentukan pada 25%- 50% dari kuat tekan beton.

5. Rangkak (*creep*)

Rangkak (*creep*) Merupakan salah satu sifat dimana beton mengalami deformasi terus menerus menurut waktu dibawah beban yang dipikul.

6. Susut (*shrinkage*)

Susut (*shrinkage*) Merupakan perubahan volume yang tidak berhubungan dengan pembebanan.

7. *Workability* *Workability* adalah kemampuan untuk dilaksanakan atau dikerjakan, yang meliputi bagaimana beton itu mudah untuk dibawa dan ditempatkan di mana-mana, mudah dikerjakan, mudah dipadatkan, dan mudah untuk dilakukan *finishing*. Beton yang cenderung “kering” alias kekurangan air tentu saja agak susah dibentuk, susah dipindahkan, bahkan nantinya susah *difinishing*. Kalo tidak dibangun dengan benar, beton tersebut tidak akan kuat dan tahan lama.

Workability beton dapat diuji dengan melakukan slump test. Pengujian ini akan dibahas di bagian ke-3. Apa saja yang mempengaruhi *workability*?

- a. Jumlah semen pasta (adukan semen). Semen pasta adalah campuran semen dan air. Semakin banyak pasta semen yang dicampur dengan agregat kasar dan halus, maka semakin besar *workability* nya.
- b. Tingkat gradasi agregat. *Well-graded* (tergradasi dengan baik), permukaan halus, dan bentuk cenderung bulat cenderung meningkatkan *workability* dari campuran beton.
- c. Untuk meningkatkan *workability*, dapat dilakukan dengan
 - 1) Menambah pasta semen (air + semen)
 - 2) Menggunakan *well-graded* agregat
 - 3) Menggunakan *admixture*

2.3.4. Jenis-Jenis Beton

Jenis-jenis beton yang umum digunakan untuk konstruksi suatu bangunan yaitu, sebagai berikut :

1. Beton Non-Pasir

Beton non-pasir, proses pembuatannya sama sekali tidak menggunakan pasir. Hanya kerikil, semen, dan air. Hal ini menyebabkan terbentuknya rongga-rongga yang berisi udara di celah-celah kerikil sehingga total berat jenisnya pun lebih rendah. Karena tanpa pasir, persentase semen pada beton ini juga lebih sedikit. Beton non-pasir biasanya digunakan pada pembuatan struktur ringan, kolom dan dinding sederhana, bata beton, serta buis beton.

2. Beton Ringan

Beton ringan dibuat dengan memakai agregat yang berbobot ringan. Seringkali ditambahkan zat aditif yang dapat menyebabkan terbentuknya gelembung-gelembung udara di dalam adonan beton. Banyaknya gelembung udara yang terjadi menyebabkan volume adonan juga semakin besar sementara bobotnya lebih ringan dibandingkan beton lain dengan volume yang sama. Beton ringan biasanya digunakan untuk dinding non-struktural.

3. Beton Hampa

Beton jenis ini banyak digunakan untuk pembangunan gedung-gedung tinggi, karena memiliki kekuatan yang cukup tinggi. Hal ini disebabkan karena proses penyedotan air pengencer adonan beton dengan alat vakum sehingga adonan hanya mengandung air yang sudah tercampur dengan semen saja.

4. Beton Serat

Beton serat dibuat dengan menambahkan serat-serat tertentu ke dalam adonan beton, seperti: asbestos, plastik, kawat baja, dan sebagainya. Dengan penambahan serat, beton yang dihasilkan memiliki nilai keuletan tinggi (*ductility*) sehingga tidak mudah retak.

5. Beton Mortar

Beton mortar terdiri atas mortar, pasir, dan air. Ada tiga jenis mortar yang sering digunakan antara lain semen, kapur, dan lumpur.

6. Beton Massa

Beton massa adalah penuangan beton yang sangat besar di atas kebutuhan rata-rata. Umumnya, beton massa memiliki dimensi yang berukuran lebih dari 60 cm. Perbandingan antara volume dan luas permukaannya pun sangat tinggi. Beton

ini digunakan dalam pembuatan pilar-pilar bangunan, pondasi berukuran besar, dan juga bendungan.

7. Beton Bertulang

Beton bertulang adalah adukan beton yang diberi tulangan dari baja. Penambahan tulangan baja ini akan meningkatkan kekuatan terhadap gaya tarik dan juga *ductility* struktur bangunan. Beton bertulang cocok digunakan dalam struktur dengan bentangan yang lebar, seperti jalan raya, jembatan, pelat lantai dan sebagainya.

8. Beton Prategang

Beton prategang adalah beton bertulang yang tulangan bajanya diberi tegangan lebih dulu sebelum dicor, sehingga kuat untuk menyangga struktur dengan bentangan lebar.

9. Beton Pracetak

Beton pracetak adalah beton yang dicetak terpisah di luar area pekerjaan. Hal ini biasanya dilakukan karena terbatasnya lahan area pekerjaan dan juga karena alasan kepraktisan. Pengerjaan bangunan dapat dipersingkat sehingga lebih efektif dan efisien.

10. Beton Siklop

Beton jenis ini menggunakan bahan tambahan agregat yang berukuran besar (sekitar 15 sampai 20 cm) dalam adonan beton. Hal ini untuk meningkatkan daya tahan beton untuk digunakan dalam pengerjaan bangunan yang bersinggungan dengan air, seperti jembatan dan bendungan.

2.4. Bahan Penyusun Beton

Bahan penyusun beton meliputi air, semen portland, agregat kasar dan agregat halus serta bahan tambahan, di mana setiap bahan penyusun mempunyai kegunaan dan pengaruh yang berbeda-beda. karakteristik yang utama pada beton adalah kuat tekan, bila kuat tekan tinggi maka sifat-sifat yang lain pada umumnya juga baik. Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton terdiri dari kualitas bahan penyusun, nilai faktor air semen, gradasi agregat, ukuran maksimum agregat, 19 cara pengerjaan (pencampuran, pengangkutan, pemadatan dan perawatan) serta umur beton.

1. Semen

Penggunaan semen sudah dilakukan sejak zaman dahulu. Orang-orang Mesir Kuno menggunakan gips yang mengandung kalsium sebagai perekat bahan-bahan bangunan, yang ditambahkan dengan air, pasir, split untuk membuat campuran beton pada piramida. Orang Yunani dan Romawi juga menggunakan batu kapur tersebut sebagai bahan perekat. Tetapi karena bahan kapur tersebut tidak akan mengeras jika terendam air, maka untuk mengecor bangunan-bangunan yang selalu terendam air, mereka pun menggunakan debu vulkanis. Debu vulkanis tersebut mengandung silika aktif dan alumina, menyatu dengan kapur membentuk sebuah bahan perekat. Bahan perekat tersebut akhirnya dikenal sebagai semen atau lebih dikenal sebagai *pozzolanic cement*. Setelah masa Revolusi Industri di Eropa pada pertengahan abad ke 18, penelitian-penelitian penting mengenai semen telah banyak dikembangkan.

Pada tahun 1756, John Smeaton, seorang penemu berkebangsaan Inggris, menemukan bahwa mortar (campuran semen + air) yang baik diperoleh jika *pozzolanic cement* dicampur dengan batuan kapur (*limestone*) yang banyak

mengandung material-material tanah liat (*clayey material*), yang kemudian menghasilkan *hydraulic lime*, yang dipakai untuk membangun gedung “*Eddystore Lighthouse*”. Pada tahun 1797, James Parker, seorang penemu yang juga berkebangsaan Inggris, menemukan suatu pembaharuan dengan membuat semen *hydraulic* dengan cara membakar batu kapur dan batuan silika. Semen inilah yang akhirnya dikenal dengan nama “Roman Cement”, yang banyak digunakan pada periode tersebut. Pada tahun 1824, John Aspeden, seorang pengukir batu di Inggris, menemukan cara pembuatan bahan perekat dengan jalan memanaskan campuran butiran-butiran halus tanah liat (*finely divided clay*) dan batuan kapur keras (*hard limestone*) dalam tungku pembakaran, hingga CO₂ hasil pembakaran tersebut keluar dari campuran. Hasil dari proses tersebut adalah sebuah campuran yang akhirnya dikenal sebagai “Portland Cement”, karena bentuk semen yang telah mengeras mirip dengan “*Portland Stone*” yang merupakan bahan bangunan pada waktu itu.

Kira-kira 20 tahun kemudian, setelah pembaharuan oleh John Aspeden, barulah mulai diproduksi semen dengan kualitas yang dapat diandalkan. Dalam hal penelitian tentang pembuatan semen ini, prestasi dari Issac C. Johnson yang mulai meletakkan dasar-dasar proses kimia dalam pembuatan semen juga tidak dapat dilupakan. Ia memperbaiki cara John Aspeden dengan jalan membakar campuran tanah liat dengan kapur sampai menjadi *klinker* sehingga reaksi yang diperlukan untuk membentuk ikatan material semen terjadi. Dan baru kira-kira tahun 1850, Portland Cement dengan kualitas yang baik dikembangkan di Inggris dengan dibukanya 4 (empat) buah pabrik semen. Kapasitas produksi pun mengalami kenaikan secara menyolok. Pada tahun 1908 mulai diperkenalkan

rotary kilns sebagai inovasi dari shaft kain. Semen merupakan salah satu komponen penting dalam membuat bangunan permanen. Semen merupakan perekat non-organik dan biasa digunakan bersama-sama dengan pasir, agregat, atau bahan-bahan berupa fiber untuk membuat beton. Semen juga digunakan untuk membuat material-material yang akan digunakan sebagai komponen dalam pekerjaan konstruksi seperti bata berlubang, ornamen cetak dan lain-lain.

a. Bahan Dasar Semen

1) Batu Kapur

Batu kapur Batu kapur merupakan Komponen yang banyak mengandung CaCO_3 dengan sedikit tanah lia, Magnesium Karbonat, Alumina Silikat dan senyawa oksida lainnya. Senyawa besi dan organik menyebabkan batu kapur berwarna abu-abu hingga kuning.

2) Tanah Liat

Tanah Liat Komponen utama pembentuk tanah liat adalah senyawa Alumina Silikat Hidrat Klasifikasi Senyawa alumina silikat berdasarkan kelompok mineral yang dikandungnya : Kelompok Montmorilonite Meliputi : Monmorilosite, beidelite, saponite, dan nitronite Kelompok Kaolin Meliputi : kaolinite, dicnite, nacrite, dan halaysite Kelompok tanah liat beralkali Meliputi : tanah liat mika (ilite).

3) Pasir Besi Dan Pasir Silikat

Pasir Besi dan Pasir Silikat Bahan ini merupakan Bahan koreksi pada campuran tepung baku (*Raw Mix*) Digunakan sebagai pelengkap komponen kimia esensial yang diperlukan untuk pembuatan semen Pasir

Silika digunakan untuk menaikkan kandungan SiO_2 Pasir Besi digunakan untuk menaikkan kandungan Fe_2O_3 dalam *Raw Mix*.

4) Gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$)

Gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) Berfungsi sebagai retarder atau memperlambat proses pengerasan dari semen Hilangnya kristal air pada gipsium menyebabkan hilangnya atau berkurangnya sifat gipsium sebagai retarder

b. Jenis Semen

Pada dasarnya terdapat beberapa semen dengan kualitas yang berbed-beda. Penggunaan tipe semen sesuai dengan kebutuhan yang di perlukan. Terdapat beberapa jenis-jenis semen yaitu :

1) Tipe I (*Ordinary Portland Cement*)

Semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti yang dipersyaratkan pada tipe-tipe lain. Tipe semen ini paling banyak diproduksi dan banyak dipasaran

2) Tipe II (*Moderate Sulfat Resistance*)

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau panas hidrasi sedang. Tipe II ini mempunyai panas hidrasi yang lebih rendah dibanding semen portland Tipe I. Pada daerah tertentu dimana suhu agak tinggi, maka untuk mengurangi penggunaan air selama pengeringan agar tidak terjadi penyusutan yang besar perlu ditambahkan sifat moderat "Heat of Hydration". Semen portland Tipe II ini disarankan untuk digunakan pada bangunan seperti bendungan, dermaga

dan landasan berat yang ditandai adanya kolom – kolom dan dimana proses hidrasi rendah juga merupakan pertimbangan utama.

3) Tipe III (*High Early Strength*)

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan yang tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi. Semen Tipe III ini dibuat dengan kehalusan yang tinggi blaince biasa mencapai 500cm²/gr dengan nilai C3S nya juga tinggi. Beton yang dibuat menggunakan semen portland Tipe III ini dalam waktu 24jam dapat mencapai kekuatan yang sama dengan kekuatan yang dicapai semen portland Tipe I pada umur 3hari, dan umur 7hari.

4) Tipe IV (*Low Heat Of Hydration*)

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi rendah.penggunaan semen ini bnyak di tujukan untuk struktur concrete (beton) yang massive dan dengan volume yang besar,seperti bendungan, dan,lapangan udara.Dimana kenaikan temperatur dari panas yang dihasilkan selama periode pengerasan diusahakan semminimal mungkin sehingga tidak terjadi pengembangan volume beton yang bias menimbulkan *cracking* (retak). Pengembangan kuat tekan (strenght)dari semen jenis ini juga sangat lambat jika dibanding semen portland tipe I.

5) Tipe V (*Sulfat Resistance Cement*)

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.semen ini jenis ini cocok digunakan untuk pembuatan beton pada daerah yang tanah dan airnya mempunyai kandungan garam sulffa tinggi seperti: air laut, daerah tambang,air payau dsb.

c. Pengikatan dan Pengerasan Semen

Semen dan air saling bereaksi, persenyawaan ini diamankan hidrasi sedangkan hasil yang terbentuk disebut hidrasi semen. Proses reaksi berjalan sangat cepat. Seperti yang telah di jelaskan bahwa sebelumnya akan ditambah beberapa persen bahan tambahan gips. Gips bersifat menghambat pengikatan semen dan air. dengan adanya penambahan ini, akhirnya beton dapatdiangkut dan dikerjakan sebelum pembentukan ikatan akhir. Kecepatan yang mempengaruhi waktu pengikatan adalah :

- A. Kehalusan semen
- B. Faktor air-semen
- C. Temperatur

Kehalusan penggilingan semen mempengaruhi kecepatan pengikatan. Kehalusan penggilingan dinamakan *penampang spesifik* (adalah total diameter penampang semen). Jika seluruh permukaan penampang lebih besar semen akan memperluas bidang kontak (persinggungan) dengan air semakin besar.

Lebih besar bidang persinggungannya semakin cepat kecepatan bereaksinya. Faktor air semen (FAS) adalah perbandingan antara berat air dan berat semen :

$$FAS = \frac{\text{berat air}}{\text{berat semen}} \dots\dots\dots (1)$$

Semen bersenyawa dengan air. Dari persenyawaan ini butiran-butiran membentuk suatu produksi. Suatu hubungan yang erat akan ditimbulkan bila produksi-reaksi dari seluruh butiran-butiran semen seakan-akan saling tumbuh menyatu. Faktor air semen yang rendah (kadar air sedikit) menyebabkan air diantara bagian-bagian semen sedikit, sehingga jarak antara butiran-butiran semen

pendek. Akibatnya massa semen menunjukkan lebih berkaitan, karenanya kekuatan awal lebih dipengaruhi dan akhirnya batuan-semen mencapai kepadatan tinggi.

2. Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan.

Air merupakan bahan dasar yang sangat penting dalam pembuatan beton. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen serasat untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat sehingga mudah dikerjakan. 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.

Karena pengerasan beton berdasarkan reaksi antara semen dan air, maka sangat diperlukan agar memeriksa apakah air yang akan digunakan memenuhi beberapa syarat-syarat tertentu. Air tawar yang dapat diminimum, tanpa diragukan boleh dipakai. Air minum tidak semua ada dan bila tidak ada disarankan untuk mengamati apakah air tersebut tidak mengandung bahan-bahan yang merusak beton.

Pertama-tama harus diperhatikan kejernihan air tawar. Apabila ada beberapa kotoran yang terapung, maka air tidak boleh digunakan. Disamping

pemeriksaan visual, harus juga apakah air itu tidak mengandung bahan-bahan perusak. Contohnya fosfat, minyak, asam, alkali, bahan-bahan organis atau garam-garam. penelitian semacam ini harus dilakukan dilaboraturium kimia. selain air dibutuhkan untuk reaksi pengikatan, dipakai pula sebagai perawatan sesudah beton dituang. Suatu metode perawatan selanjutnya yaitu secara membasahi terus menerus atau beton yang baru dituang direndam air. Air ini pun harus memenuhi syarat-syarat yang lebih tinggi dari pada air untuk pembuatan beton. Misalkan air untuk perawatan selanjutnya keasaman tidak boleh $pH > 6$, juga tidak boleh terlalu sedikit mengandung kapur.

a. Jenis-Jenis Air

Pada umumnya air yang dapat diminum dapat digunakan sebagai air pengaduk pada beton. Adapun jenis-jenis air yang dapat digunakan untuk air pengaduk beton adalah:

1. Air hujan, air hujan menyerap gas-gas serta uap dari udara pada saat jatuh ke bumi. Udara terdiri dari komponen-komponen utama yaitu zat asam atau oksigen, nitrogen dan karbon dioksida. Bahan-bahan padat serta garam yang larut dalam air hujan terbentuk akibat peristiwa kondensasi.
2. Air tanah. Biasanya mengandung unsur kation dan anion. Selain itu juga kadang-kadang terdapat unsur CO_2 , H_2S dan NH_3 .
3. Air permukaan, terdiri dari air sungai, air danau, air genangan dan air reservoir. Air sungai atau danau dapat digunakan sebagai air pencampur beton asal tidak tercemar limbah industri. Sedangkan air rawa atau air genangan yang mengandung zat-zat alkali tidak dapat digunakan.

4. Air laut. Air laut mengandung 30.000 – 36.000 mg/liter garam (3 % - 3,6 %) dapat digunakan sebagai air pencampur beton tidak bertulang. Air laut yang mengandung garam di atas 3 % tidak boleh digunakan untuk campuran beton. Untuk beton pratekan, air laut tidak diperbolehkan karena akan mempercepat korosi pada tulangnya.

b. Persyaratan Air Untuk Campuran Beton

Air yang digunakan untuk mencampur beton harus mempunyai syarat syarat tertentu. Adapun syarat mutu air untuk adukan beton adalah sebagai berikut

1. Garam-garam Anorganik Ion-ion yang terdapat dalam air adalah kalsium, magnesium, natrium, kalium, bikarbonat, sulfat, klorida dan nitrat. Gabungan ion-ion tersebut yang terdapat dalam air maksimum 2000 mg/liter. Garam-garam ini akan menghambat waktu pengikatan pada beton sehingga kuat tekannya turun. Selain itu garam-garam ini membuat beton bersifat higroskopis, sehingga beton selalu basah, beton menjadi bercak putih, ditumbuhi lumut dan tulangan menjadi elektrolit dan berkarat. Konsentrasi garam-garam ini pada air pencampur beton maksimum 500 ppm.
2. NaCl dan Sulfat Konsentrasi NaCl dalam air diizinkan maksimum 20000 ppm. Garam ini membuat beton bersifat higroskopis dan bila bereaksi dengan agregat yang mengandung alkali akan membuat beton mengembang. Pengaruh garam sulfat terhadap beton adalah membuat beton tidak awet.
3. Air Asam Air yang mempunyai nilai asam tinggi ($PH > 3,0$) akan menyulitkan pekerjaan beton.

4. Air Basa Air dengan kandungan natrium hidroksida kurang dari 0,5 % dari berat semen tidak mempengaruhi kekuatan beton. Sebaliknya NaOH lebih dari 0,5 % dari berat semen akan menurunkan kekuatan beton.
5. Air Gula Penambahan gula sebesar 0,25 % ke atas akan menyebabkan bertambahnya waktu ikat semen dan juga menurunkan kekuatan beton.
6. Minyak Air yang mengandung minyak tanah lebih dari 2 % menyebabkan kekuatan beton turun sebesar 20 %. Oleh karena itu air yang tercemar oleh minyak sebaiknya tidak digunakan untuk campuran beton.
7. Rumput Laut Air yang tercampur dengan rumput laut mengakibatkan daya lekat semen berkurang dapat menimbulkan gelembung-gelembung udara pada beton. Akibatnya beton menjadi keropos dan akhirnya kekuatannya akan turun.
8. Zat-zat Organik, lanau dan bahan-bahan terapung Air yang banyak mengandung zat organik biasanya keruh, berbau dan mengandung butir-butir lumut. Air ini dapat mengganggu proses hidrasi 27 semen, apalagi bila agregat yang digunakan banyak mengandung alkali. Ini akan menyebabkan beton mengembang yang akhirnya retak. Air yang mengandung lumpur halus kurang dari 2000 ppm bila akan digunakan untuk beton harus diendapkan terlebih dahulu agar lumpur tidak mengganggu proses hidrasi semen.
9. Air Limbah Air limbah biasanya mengandung senyawa organik sebanyak 400 ppm. Air ini dapat digunakan untuk campuran beton bila

senyawa organik diencerkan/dinetralsisir sampai air hanya mengandung senyawa organik sebesar maksimum 20 ppm.

3. Agregat

Agregat adalah bahan-bahan yang campuran beton yang salin diikat dengan perekat (semen). Agregat umumnya digunakan adalah pasir, kerikil, dan batu pecah. Mengingat bahwa agregat menempati 70 – 75% dari volume beton maka kualitas agregat sangat berpengaruh terhadap kualitas beton. Dengan agregat yang baik, beton dapat dikerjakan (*workable*), kuat, tahan lama (*durable*) dan ekonomis.

Dalam pencampuran beton. Sifat Agregat Pengaruh pada Sifat Beton Bentuk, tekstur, gradasi Beton cair Keleccakan, pengikatan dan pengerasan Sifat fisik, sifat kimia, mineral Beton keras Kekuatan, kekerasan, ketahanan (*durability*) Pengaruh sifat agregat pada sifat beton 17 Ada dua peraturan berlaku untuk penentuan agregat pada campuran beton. Pertama, SII menyebutkan “Mutu dan Cara Uji Agregat Beton”. kedua, ASTM C33 “*Standard Specification for Concrete Aggregate*”. Mengingat agregat lebih ekonomis dari pada semen maka akan lebih ekonomis bila agregat dimasukkan sebanyak mungkin selama secara teknis memungkinkan, dan kandungan semennya minimum. Meskipun dulu agregat dianggap sebagai maerialpasif, berperann sebagai pengisi saja, kin disadari adanya kontribusi positif agregat pda sifat beton.

Seperti stabilitas volume, ketahanan abrasi dan ketahanan umum (*durability*).

a. Jenis-jenis agregat Agreagt diklasifikasikan menurut kriterianya :

- 1) Ukuran dan Produksi Perbedaan antara agregat kasar dan halus adalah pada ayakan 5 mm (3/16"). Agregat halus adalah agregat yang lebih kecil dari ukuran 5 mm dan agregat kasar adalah agregat dengan ukuran lebih besar dari 5 mm. Agregat dapat diambil dari batuan alam dari ukuran kecil maupun ukuran besar yang dipecah.
- 2) Kepadatan Tidak ada batas yang jelas antara agregat biasa dengan agregat ringan atau agregat berat. Perlu dibedakan antara kepadatan (density) agregat dengan kepadatan beton. Jenis Kepadatan (kg/m³) Ringan 300 – 1800 Sedang 2400 – 3000 Berat >4000
- 3) Petrologi Klasifikasi menurut BS 812 yang membaginya ke dalam kelompok Artifisial, Basalt, Flint, Gabbro, Giant, Gritstone, Hornfels, Batu kapur, Prophyry, Quartzite dan Schist.
- 4) Mineralogi Menurut ASTM C294, klasifikasi komposit mineral semen portland adalah felpspars, mineral-mineral silika, karbon, sulfat, besi sulfida, besi magnesia, zeolit, oksida besi dan mineral tanah liat.

b. Gradasi Gradasi (pembagian/distribusi butir, grading)

ialah distribusi ukuran butir agregat. Agregat diayak berurutan menurut ayakan standart, yang disusun mulai dari ayakan terbesar dibagian paling atas sampai dibagian bawah yaitu pan. Agregat diletakkan dibagian atas tersebut. Kemudian digetarkan cukup lama, berat agregat yang tertahan pada setiap ayakan dicatat beratnya, lalu hitung persentasenya. Presentase Kumulatif Tertahan dan presentase Kumulatif Lolos kemudian dihitung.

Kurva gradasi suatu agregat dapat dibuat dengan menggunakan hasil dari analisis ayakan/ analisis saringan. Kurva gradasi digambarkan pada skala semilog,

yaitu dengan “ukuran ayakan”. Pada absis berskalalog dan “% berat yang melalui ayakan” pada ordinat berskala. Menurut Fuller dan Thompson, pada tahun 1907.

Namun dalam pratiknya ternyata kurva parabolik ini tidak berlaku. Rongga udara akan minimal bila diameter butir kecil, sementara diameter yang terlalu kecil tidaklah praktis. Selain itu tegangan permukaan dan tegangan antar butir tidak memungkinkan butir dipasang berdempetan.

b. Klasifikasi agregat berdasarkan bentuknya adalah sebagai berikut:

- 1) Agregat Bulat Agregat ini terbentuk karena terjadinya pengikisan oleh air atau keseluruhannya terbentuk karena penggeseran. Rongga udaranya minimum 33%, sehingga rasio luas permukaannya kecil. Beton yang dihasilkan dari agregat ini kurang cocok untuk struktur yang menekankan pada kekuatan atau untuk beton mutu tinggi, karena ikatan antara agregat kurang kuat.
- 2) Agregat Bulat Sebagian Atau Tidak Teratur Agregat ini secara alamiah berbentuk tidak teratur. Sebagian terbentuk karena penggeseran sehingga permukaan atau sudut-sudutnya berbentuk bulat. Rongga udara pada agregat ini lebih tinggi, sekitar 35% - 38%, sehingga membutuhkan lebih banyak pasta semen agar mudah dikerjakan. Beton yang dihasilkan dari agregat ini belum cukup baik untuk struktur yang menekankan pada kekuatan atau untuk beton mutu tinggi, karena ikatan antar agregat belum cukup baik (masih kurang kuat).
- 3) Agregat Bersudut Agregat ini mempunyai sudut-sudut yang tampak jelas, yang terbentuk di tempat-tempat perpotongan bidang-bidang

degan permukaan kasar. Rongga udara pada agregat ini berkisar antara 38%-40%, sehingga 19 membutuhkan lebih banyak pasta semen agar mudah dikerjakan. Beton yang dihasilkan dari agregat ini cocok untuk struktur yang menekankan pada kekuatan atau untuk beton mutu tinggi karena ikatan antar agregatnya baik (kuat). Agregat ini dapat juga digunakan untuk bahan lapis perkerasan (*rigid pavement*).

- 4) Agregat Panjang Agregat ini panjangnya jauh lebih besar dari pada lebarnya dan lebarnya jauh lebih besar dari pada tebalnya. Agregat tersebut panjang jika ukuran terbesarnya lebih dari $9/5$ dari ukuran rata-rata. Ukuran rata-rata ialah ukuran ayakan yang meloloskan dan menahan butiran agregat. Sebagai contoh, agregat dengan ukuran rata-rata 15 mm, akan lolos ayakan 19 mm dan tertahan oleh ayakan 10 mm. Agregat ini dinamakan panjang jika ukuran terkecil butirannya lebih kecil dari 27 mm ($9/5 \times 15$ mm). Agregat jenis ini akan berpengaruh buruk pada mutu beton yang akan di buat. Agregat jenis ini cenderung berada di rata-rata air sehingga akan terdapat rongga dibawahnya. Kekuatan tekan dari beton yang menggunakan agregat ini buruk.
- 5) Agregat Pipih Agregat disebut pipih jika perbandingan tebal agregat terhadap ukuran lebar dan tebalnya lebih kecil. Agregat pipih sama dengan agregat panjang, tidak baik untuk campuran beton mutu tinggi. Dinamakan pipih jika ukuran terkecilnya kurang dari $3/5$ ukuran rata-ratanya. Untuk contoh di atas agregat disebut pipih jika lebih kecil dari 9 mm.

- 6) Agregat Pipih dan Panjang Agregat jenis ini mempunyai panjang yang jauh lebih besar dari pada lebarnya, sedangkan lebarnya jauh lebih besar dari tebalnya

2.5. Bahan Tambah Limbah Plastik Dan Kaca

Limbah plastik dan kaca limbah yang banyak digunakan oleh rumah tangga yang dimana limbah tersebut banyak dibuang dan tidak dikelola dengan baik oleh penduduk yang akan menyebabkan pencemaran dan penumpukan sampah dengan volume yang berlebihan

Limbah plastik dan kaca ini dapat kita jumpai dimana saja dan sangat gampang untuk kita temukan di Indonesia karena untuk saat ini limbah dengan potensi volume yang cukup besar yaitu limbah plastik dan kaca yang tidak dapat dipergunakan lagi.

Adapun pengolahan yang akan dibuat dengan limbah plastik dan kaca menjadi agregat kasar yaitu dengan cara sebagai berikut :

1. Mengumpulkan limbah plastik dan kaca dengan volume yang sudah ditentukan.
2. Mencuci limbah plastik dan kaca yang sudah dikumpulkan
3. Setelah dilakukan pencucian terhadap limbah yang akan dipakai sebaiknya limbah tersebut dikeringkan terlebih dahulu sebelum dikelola menjadi agregat kasar.
4. Setelah limbah yang dicuci tersebut kering kita bisa mengelola limbah tersebut dengan cara mencairkan limbah tersebut dengan cara memanaskan limbah tersebut.

5. Ketika limbah kaca dan plastik sudah mencair secara bersamaan limbah yang sudah cair tersebut selanjutnya dibekukan dengan cara meletak limbah tersebut disuatu wadah dan mebiarkan limbah tersebut selama hinggna 3-5hari sehingga limbah yang dibekukan tersebut bener bener mengeras
6. Dan ketika limbah kaca dan plastik tersebut sudah mengeras limbah tersebut bisa dipecahkan secara perlahan sehingga berbentuk seperti batu split yang dimana akan menggantikan agregat kasar yang ada didalam komposisi beton

Pada kali ini penelitian yang saya lakukan membuat uji kuat beton dengan cara mengganti agregat inti beton yang biasa menggunakan batu split atau biasa diucapkan sebagai batu pecah, yang dimana didalam penelitian ini saya akan menggantikan agregat kasar yang ada didalam beton tersebut menggunakan bahan limbah plastik dan kaca.

2.6. Pengujian Slump

Slump test dilakukan untuk mengetahui mutu beton yang akan digunakan apakah sesuai dengan perencanaan dan pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air beton/keleccakan beton. Pada pengujian *slump* digunakan panduan SNI1972-2008. Dalam proyek nilai *slump test* yang di pakai yaitu 12 ± 2 cm untuk struktur atas dan $16 - 18 \pm 2$ cm untuk struktur bawah. *Slump test* dilakukan pada saat sebelum pengecoran berlangsung. Untuk itu uji slump test menunjukkan apakah campuran beton berkurang, kelebihan, atau cukup air. dalam satu adukan /campuran beton, kadar air sangat diperhatikan karena menentukan tingkat workabilitinya atau tidak. Campuran beton yang terlalu cair akan menyebabkan

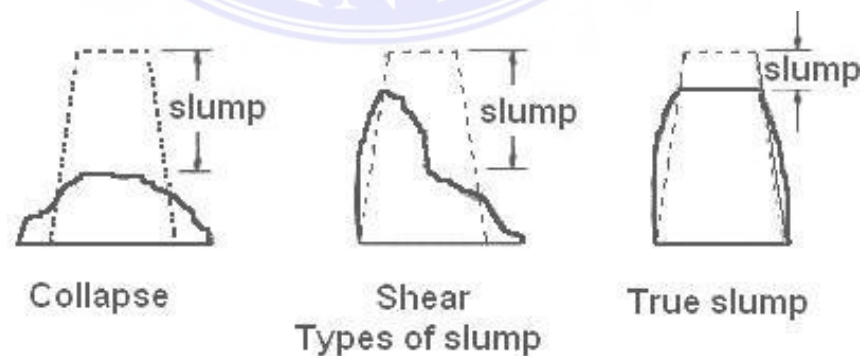
mutu beton menjadi rendah, dan lama mengering. Sedangkan campuran beton yang terlalu kering menyebabkan adukan tidak merata dan sulit untuk di cetak.

Nilai yang tertera dinyatakan dalam satuan internasional (SI) dan mempunyai standar. Nilai *slump* adalah nilai yang diperoleh dari hasil uji *slump* dengan cara beton segar diisikan ke dalam suatu corong baja berupa kerucut terpancung, kemudian bejana ditarik ke atas sehingga beton segar meleleh kebawah.

Besar penurunan permukaan beton segar di ukur dan di sebut nilai *slump*. Makin besar nilai slump maka beton segar makin encer dan ini berarti semakin mudah untuk dikerjakan. Tahapan-tahapan *slup test* :

- a. Bahan:
 - 1) Beton Segar (*fresh concrete*) yang diambil secara acak agar dapat mewakili beton secara keseluruhan.
- b. Peralatan:
 - 1) Kerucut terpancut sebagai cetakan *slump*. Ukuran cetakan dengan diameter dasar 203 mm, diameter atas 102 mm, tinggi 305 mm.
 - 2) Batang logam bulat dengan panjang ± 50 cm diameter 10-16 mm.
 - 3) Pelat logam rata dan kedap air sebagai alas
 - 4) Sendok adukan
 - 5) Pita Ukur
- c. Tahapan Uji *Slump*:
 - 1) Basahi cetakan kerucut dan plat
 - 2) Letakkan cetakan di atas plat

- 3) Isi 1/3 cetakan dengan beton segar, padatkan dengan batang logam sebanyak merata dengan menusukkannya. Lapisan ini penusukan bagian tepi dilakukan dengan besi dimiringkan sesuai dengan dinding cetakan. Pastikan besi menyentuh dasar. Lakukan 25 tusukan.
- 4) Isi 1/3 bagian berikutnya (menjadi terisi 2/3) dengan hal yang sama sebanyak 25 tusukan. Pastikan besi menyentuh lapisan pertama.
- 5) Isi 1/3 akhir seperti tahapan nomor 4 33
- 6) Setelah selesai dipadatkan, ratakan permukaan benda uji, tunggu kira-kira 1/2 menit. Sambil menunggu bersihkan kelebihan beton di luar cetakan dan di plat.
- 7) Cetakan diangkat perlahan tegak lurus ke atas
- 8) Ukur nilai slump dengan membalikkan kerucut di sebelahnya menggunakan perbedaan tinggi rata-rata dari benda uji.
- 9) Toleransi nilai slump dari beton segar ± 2 cm 10. Jika nilai slump sesuai dengan standar, maka beton dapat digunakan. Pengujian slump ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Cara Slump

2.7. Pengujian Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton keras untuk menahan gaya tekan dalam setiap satu satuan luas permukaan beton. Secara teoritis, kekuatan tekan beton dipengaruhi oleh kekuatan komponen-komponennya yaitu; a) pasta semen, b) volume rongga, c) agregat, dan d) interface (hubungan antar muka) antara pasta semen dengan agregat. Dalam pelaksanaannya di lapangan, faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton adalah:

1. Nilai faktor air semen. Untuk memperoleh beton yang mudah dikerjakan, diperlukan faktor air semen minimal 0,35. Jika terlalu banyak air yang digunakan, maka akan berakibat kualitas beton menjadi buruk. Jika nilai faktor air semen lebih dari 0,60, maka akan berakibat kualitas beton yang dihasilkan menjadi kurang baik.
2. Rasio agregat-semen. Pasta semen berfungsi sebagai perekat butir-butir agregat, sehingga semakin besar rasio agregat-semen semakin buruk kualitas beton yang dihasilkan, karena kuantitas pasta semen yang menyelimuti agregat menjadi berkurang.
3. Derajat kepadatan. Semakin baik cara pemadatan beton segar, semakin baik pula kualitas yang dihasilkan. Pemadatan di lapangan biasa dilakukan dengan potongan besi tulangan $\varnothing 16$ yang ditumpulkan, atau dengan alat bantu vibrator. Umur beton. Semakin bertambah
4. umur beton, semakin meningkat pula kuat tekan beton. Pada umumnya, pelaksanaan di lapangan, bekisting dapat dilepas setelah

berumur 14 hari, dan dianggap mencapai kuat tekan 100% pada umur 28 hari.

5. Cara perawatan. Beton dirawat di laboratorium dengan cara perendaman, sedangkan di lapangan dilakukan dengan cara perawatan lembab (menutup beton dengan karung basah) selama 7- 14 hari.
6. Jenis semen. Semen tipe I cenderung bereaksi lebih cepat daripada PPC. Semen tipe I akan mencapai kekuatan 100% pada umur 28 hari, sedangkan PPC diasumsikan mencapai kekuatan 100% pada umur 90 hari.
7. Jumlah semen. Semakin banyak jumlah semen yang digunakan, semakin baik kualitas beton yang dihasilkan, karena pasta semen yang berfungsi sebagai matriks pengikat jumlahnya cukup untuk menyelimuti luasan permukaan agregat yang digunakan.
8. Kualitas agregat yang meliputi:
 - a) gradasi
 - b) teksture permukaan
 - c) bentuk
 - d) kekuatan
 - e) kekakuan dan
 - f) ukuran maksimum agregat.

Prosedur pengujian kuat tekan beton di Indonesia dapat dilakukan dengan mengacu SNI : 03-1974-1990. Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil uji kuat tekan beton meliputi: a) kondisi ujung benda uji, b) ukuran benda uji, c) rasio diameter benda uji terhadap ukuran maksimum agregat, d) rasio panjang terhadap

diameter benda uji, e) kondisi kelembaban, f) suhu benda uji, g) arah pembebanan terhadap arah pengecoran, h) laju penambahan beban pada compression testing machine, dan i) bentuk geometri benda uji.

Tata cara pengujian kuat beton berdasarkan SNI- 03-1974- 1990 ialah Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh alat uji tekan. Peralatan yang diperlukan dalam pelaksanaan uji kuat tekan beton menurut SNI 03-1974-1990, terdiri dari:

Cetakan silinder dengan diameter 152 mm dan tinggi 305 mm,

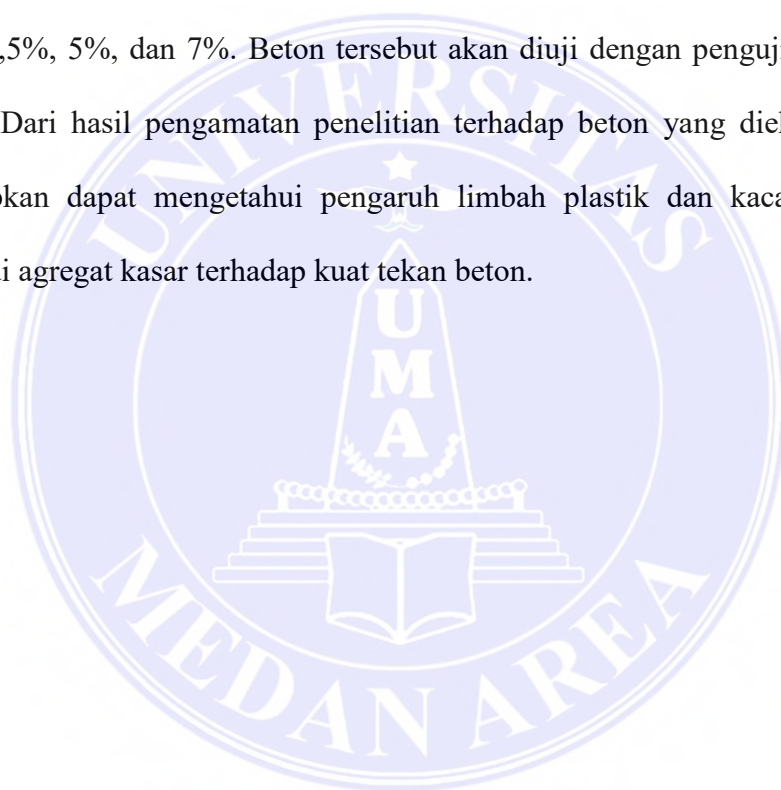
1. Tongkat pemadat terbuat dari baja yang bersih dan bebas karat, berdiameter 16 mm, panjang 600 mm, dan ujungnya dibulatkan,
2. Mesin pengaduk (*mixer*),
3. Timbangan,
4. Mesin uji tekan (*compression testing machine*),
5. Sendok cekung,
6. Sarung tangan.

Untuk keperluan uji kuat tekan beton, perlu dipersiapkan adukan beton dengan volume 10% lebih banyak daripada volume yang dibutuhkan. Pengadukan campuran beton dapat dilakukan dengan mesin (*mixer*) ataupun secara manual dengan tangan. Perlu dicatat bahwa pengadukan dengan tangan akan menyebabkan hasil pekerjaan kurang baik. Menurut SNI 03-2493-1991, pengadukan secara manual hanya diperbolehkan maksimal 7 liter adukan setiap kali dilakukan pengadukan.

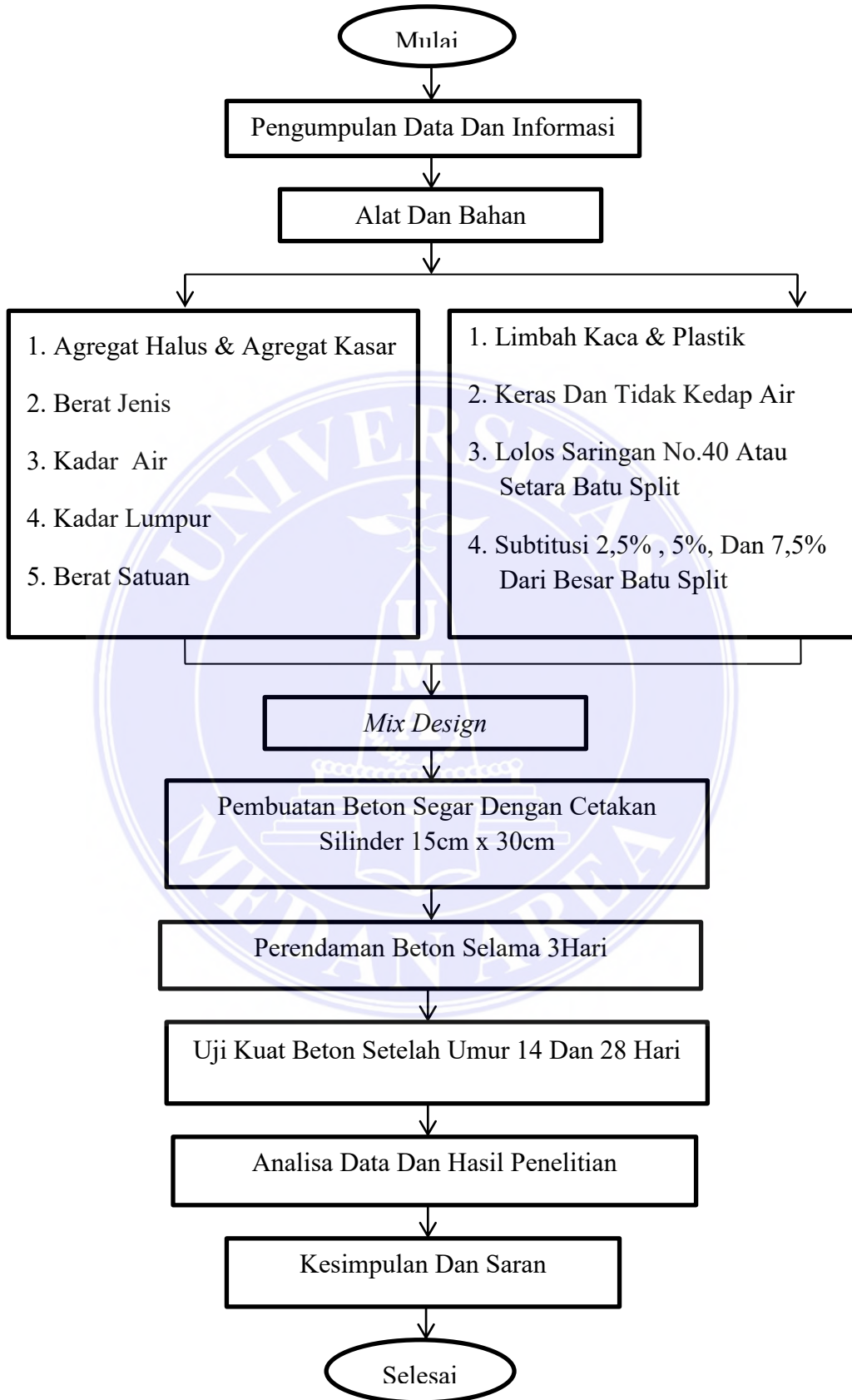
BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Metode eksperimen pada penelitian ini dilakukan dengan cara membandingkan beton normal $f'c = 22,5\text{Mpa}$ sebagai kontrol dengan beton yang akan dieksperimen. Beton yang di substitusikan pada penelitian ini memiliki tiga variasi campuran yaitu 2,5%, 5%, dan 7%. Beton tersebut akan diuji dengan pengujian kuat tekan beton. Dari hasil pengamatan penelitian terhadap beton yang dieksperimenkan, diharapkan dapat mengetahui pengaruh limbah plastik dan kaca yang diolah menjadi agregat kasar terhadap kuat tekan beton.



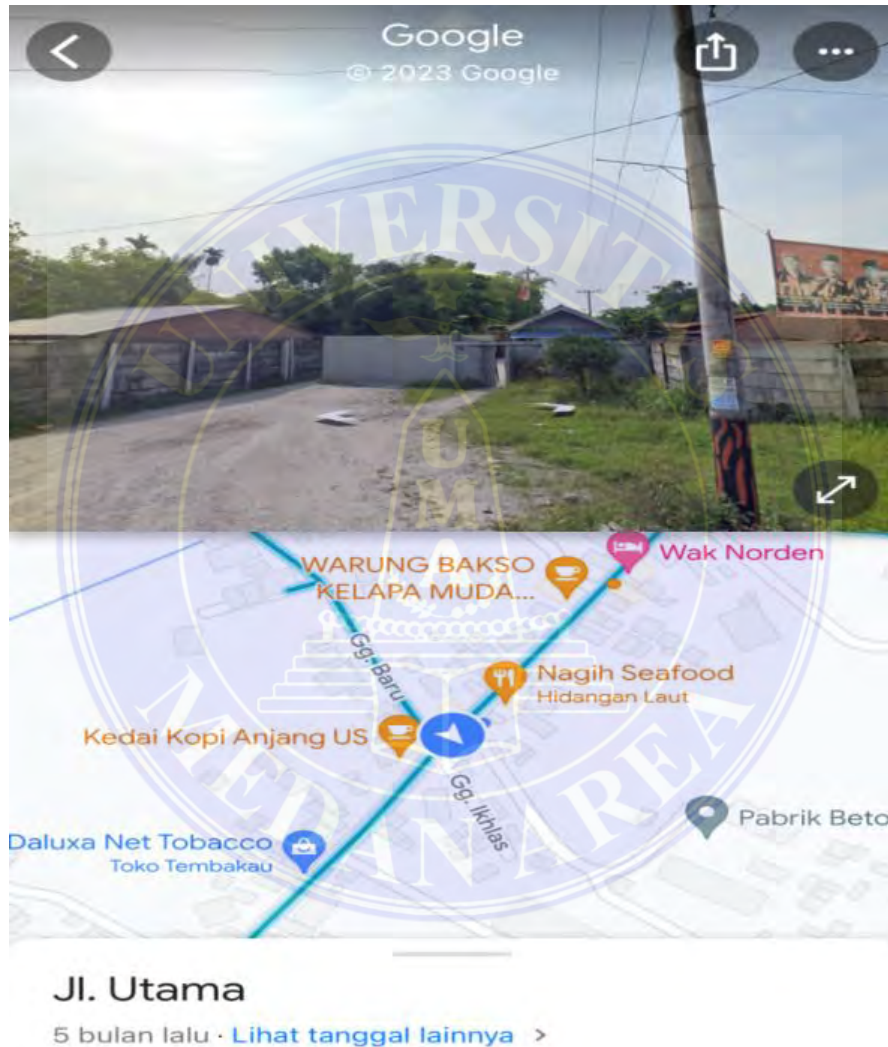
3.2. Kerangka Berfikir



Gambar 2. Diagram Metode Penelitian

3.3. Lokasi Penelitian

Penelitian uji kuat tekan beton yang tersebut dilakukan di PT.JAYA SENTRIKON INDONESIA Jln.Sei Blumai Hilir,Buntu Bedimbar, Kec. Tj.Morawa Kabupaten Deli Serdang. Gambar 3 menampilkan lokasi PT.PROVI SINAR CONCRETE yang diperoleh dari google map,



Gambar 3. Lokasi PT.JAYA SENTRIKON INDONESIA

3.4. Bahan Dan Pralatan

Bahan yang digunakan pada penelitian uji kuat tekan beton saat ini yaitu :

1. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen padang tipe I. Semen tipe I digunakan untuk penggunaan dalam konstruksi beton tidak memerlukan sifat-sifat khusus.

2. Agregat halus

Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini adalah agregat halus yang diperoleh dari binjai. Disebabkan agregat yang berasal dari sungai binjai mengandung kadar lumpur yang rendah.

3. Agregat kasar

Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini berasal dari sumber yang sama.

4. Limbah Kaca Dan Plastik

Limbah Kaca Dan Plastik yang digunakan diperoleh dari limbah rumah tangga yang tidak terpakai seperti kaca gelas dan botol-botol plastik yang dimana akan diolah menjadi agregat kasar yang akan di campur kedalam beton yang akan diuji.

5. Air

Air yang digunakan berasal dari PDAM Tirtanadi Medan

Alat – Alat yang digunakan untuk pengerjaan penelitian saat ini yaitu :

- a) Satu set daringan untuk agregat halus dan agregat kasar.
- b) Satu set alat pemeriksaan berat jenis agregat halus dan agregat kasar.

- c) Bak pengaduk beton kedap air atau mesin pengaduk/concrete mixer (molen)
- d) Cetakan berbentuk kubus dengan sisi 15 cm
- e) Alat kuat tekan (*compression*)
- f) Mesin *Los Angeles*
- g) Satu set alat *slump test*
- h) Timbangan *digital*
- i) Bak perendaman
- j) Mistar
- k) Sekop tangan
- l) Pan
- m) Gelas ukur

3.5. Sampel Penelitian

Pembuatan beton yang telah direncanakan yaitu 24 sampel dengan variasi campuran limbah plastik dan kaca yang sudah di kelola menjadi agregat kasar sebanyak BN, 2,5%, 5%, 7,5% dengan bentuk benda uji silinder (15 cm x 30 cm) yang akan diuji kuat tekan betonnya pada umur 14 hari dan 28 hari.

3.6. Analisa Data

Di dalam pemeriksaan material agregat kasar dan agregat halus di lakukan di laboratorium serta mengikuti buku panduan praktikum teknologi bahan program studi teknik sipil fakultas teknik UMA. Perhitungan pemeriksaan kadar lumpur disesuaikan dengan SNI S-04-1989-F. Perhitungan pemeriksaan kadar air disesuaikan dengan SNI 03-4804-1998. Perhitungan pemeriksaan berat jenis dan penyerapan disesuaikan dengan SNI 03-1970-1990. Perhitungan pemeriksaan

berat isi disesuaikan dengan SNI 03-1970-1990. Perhitungan pemeriksaan analisa saringan disesuaikan dengan SNI M-08-1989-F. Perhitungan beton normal disesuaikan dengan SNI-03-2834-2000. Perhitungan kuat beton silinder disesuaikan mengikuti SNI-1974-2023.

3.6.1. Analisa Agregat Halus

1. Analisis saringan agregat halus

Analisis ayakan (saringan) bertujuan untuk mengetahui gradasi agregat yang akan digunakan dengan menggunakan saringan. Gradasi digunakan untuk menentukan komposisi material pembentuk beton.

Derajat kehalusan atau kekerasan suatu agregat ditentukan oleh modulus kehalusan atau *finelles modulus*.

Nilai Modulus Halus Butiran (MHB) dapat dicari dengan rumus :

$$MHB = \frac{\sum \% \text{ tertahan komulatif}}{100}$$

Pada umumnya pasir dapat dikelompokkan menjadi 3 tingkat kehalusan, yaitu :

- a. Pasir halus : 2,20 – 2,60
- a. Pasir sedang : 2,60 – 2,90
- b. Pasir kasar : 2,90 – 3,20

Alat yang digunakan untuk pengujian :

- a. Pan
- b. Ayakan
- c. Mesin ayakan (*shieve sheker machine*)
- d. Timbangan

Tahapan pengujian :

- a. Ambil pasir yang kering dengan berat sampel 500 gram.
 - b. Sediakan ayakan dan susun berurut dari atas ke bawah sesuai ukurannya 4.75, 2.36, 1.18, 0.6, 0.3, 0.15 dan pan.
 - c. Masukkan pasir kedalam ayakan kemudian tutup.
 - d. Letakan ayakan di atas mesin penggetar (*shieve shaker machine*).
 - e. Hidupkan mesin selama 15 menit.
 - f. Timbang sampel yang tertahan pada masing-masing ayakan.
2. Berat jenis dan penyerapan agregat halus

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berat jenis (*bulk*), berat kering permukaan jenuh atau *Saturated Surface Dry (SSD)* dan berat jenis semu (*apparent*), serta penyerapan air oleh agregat halus.

Alat yang digunakan untuk pengujian :

- a. Pan
- b. Piknometer
- c. Timbangan
- d. Cetakan kerucut (*mould*)
- e. Batang penumbuk
- f. Saringan no. 4

Tahapan pengujian :

- a. Sediakan pasir secukupnya
- b. Rendam pasir ke dalam air selama 24 jam
- c. Setelah 24 jam keringkan pasir dengan cara dianginkan hingga kering permukaan.

- d. Untuk menentukan pasir dalam kondisi SSD yaitu, masukkan pasir ke dalam mould 1/3 tinggi mould, lalu tumbuk 25 kali, kemudian isi lagi sebanyak 2/3 tinggi, tumbuk lagi sebanyak 25 kali, demikian seterusnya isi hingga penuh dan tumbuk sebanyak 25 kali. Setelah itu angkat mould secara perlahan. Dan apabila pasir runtuh pada bagian tepi atasnya berarti pasir dalam keadaan SSD.
- e. Sediakan pasir dalam keadaan SSD dengan berat 500 gram. Kemudian masukkan pasir ke dalam piknometer dan kemudian diisi dengan air dan diguncang berulang-ulang dengan tujuan agar udara dalam pasir keluar, yang ditandai dengan adanya buih dalam air. Buih yang terdapat dalam piknometer dibuang.
- f. Timbang berat piknometer + air + pasir.
- g. Buang isi piknometer lalu isi dengan air bersih hingga batas maksimum air.
- h. Timbang berat piknometer yang berisi air, dan catat hasilnya
- i. Untuk pasir yang sudah dikeringkan lakukan penimbangan.

Persyaratan untuk berat SSD harus berada diantara berat jenis kering dan berat jenis semu, sedangkan untuk spesifikasi absorbs harus $< 5\%$ dari hasil pemeriksaan yang didapat, maka material tersebut memenuhi persyaratan.

1. Berat isi agregat halus

Berat isi agregat sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis, gradasi agregat, diameter maksimum agregat. Dalam SNI No. 52-1989, berat isi agregat beton disyaratkan harus lebih dari 1,2 kg/liter.

Alat yang digunakan dalam pengujian :

- a. Bejana
- b. Timbangan
- c. Tongkat penumbuk

Tahapan pengujian :

a. Dengan cara gembur :

- 1) Timbang berat bejana dan catat
- 2) Masukkan pasir ke dalam bejana dan ratakan permukaan bejana
- 3) Timbang bejana yang sudah berisi pasir lalu catat
- 4) Kemudian timbang bejana yang berisi air lalu catat

b. Dengan cara padat :

- 1) Masukkan pasir 1/3 bagian bejana lalu dirojak sebanyak 25 kali, tambahkan pasir 2/3 bagian bejana dan dirojak sebanyak 25 kali, kemudian masukkan pasir pada bejana sampai penuh lalu dirojak sebanyak 25 kali, dan ratakan permukaan bejana
- 2) Timbang bejana yang sudah berisi pasir lalu catat
- 3) Kemudian timbang bejana yang sudah berisi air lalu catat.

2. Kadar lumpur agregat halus

Tujuan penelitian :

Menerangkan prosedur pemeriksaan kadar air pada agregat dan menghitung presentase kadar air pada agregat.

Pedoman Penelitian :

Kandungan lumpur tidak dibenarkan melebihi 5% apabila melebihi maka pasir harus dicuci.

Prosedur Pengujian :

- a. Timbang pasir seberat 250 gr
- b. Rendam pasir dengan menggunakan air selama 24 jam
- c. Masukkan pasir ke dalam ayakan lalu cuci pasir dengan cara di remas-remas, sampai air cucian dalam ayakan terlihat jernih
- d. Pasir yang telah bersih diletakkan ke dalam pan, dan keringkan pasir sampai kering. Timbang dan catat beratnya.

3.6.2. Analisis Agregat Kasar

1. Analisis Ayakan Agregat Kasar

Tujuan analisis ayakan :

Untuk mengetahui gradasi dari agregat kasar dan menghitung modulus halus butiran (MHB).

Prosedur pengujian :

- a. Benda uji dikeringkan terlebih dahulu.
- b. Timbang benda uji sesuai dengan berat yang diisyaratkan.
- c. Susun saringan ayakan
- d. Masukkan agregat kasar dari atas dan tutup
- e. Letakkan saringan di alat penggetar dan mulai diayak selama ± 15 menit.
- f. Timbang berat agregat yang tertahan di setiap ayakannya.

Gradasi yang digunakan adalah gradasi untuk analisis saringan terhadap penelitian ini adalah gradasi untuk ukuran maksimal 20 mm.

2. Berat Jenis Agregat Kasar

Tujuan :

Untuk menentukan berat jenis dan presentase air yang dapat diserap oleh agregat kasar.

Prosedur penelitian :

- a. Timbang kerikil seberat 1000 gram
- b. Rendam kerikil selama 24 jam, lalu keringkan dengan menggunakan lap kain, sample dalam keadaan ini disebut dalam keadaan SSD.
- c. Ambil kerikil yang jenuh kering permukaan (SSD) masukkan ke dalam bejana bercorong dan isi air sampai penuh.
- d. Keluarkan air dari bejana sampai air yang dikeluarkan habis.
- e. Masukkan sample ke dalam keranjang, timbang dan catat beratnya.
- f. Lalu sample dihampar di atas pan dan masukkan ke dalam oven selama 24 jam.

3. Berat Isi Agregat Kasar

Tujuan :

Untuk mengetahui berat isi dari pada agregat kasar (kerikil) dalam satuan isi.

Prosedur Pengujian :

- a. Berat isi lepas :
 - 1) Ambil sampel dengan menggunakan sekop, tuangkan ke dalam bejana secara perlahan-lahan, jarak antara sekop dengan bejana 5 cm
 - 2) Pengisian dilakukan sampai bejana penuh dan diratakan
 - 3) Kemudian bejana dengan isinya ditimbang beratnya dan dicatat

- 4) Buang isi bejana, kemudian isi air dan ukur air dengan thermometer
 - 5) Lakukan percobaan ini sebanyak 2 kali.
- b. Berat isi padat :
- 1) Ambil sample kerikil, masukkan ke dalam 1/3 dari tinggi bejana, lalu dirojok-rojok menggunakan besi perojok sebanyak 25 kali
 - 2) Tambah sample 1/3 bagian lagi sehingga 2/3 bagian, lakukan kembali perojok sebanyak 25 kali dengan ketentuan tidak melewati bagian pertama
 - 3) Tambah 1/3 sample rojok kembali sebanyak 25 kali, lalu tambah lagi sampai terisi penuh rojok 25 kali dan ratakan
 - 4) Bejana yang telah terisi ditimbang dan dicatat beratnya
 - 5) Buang isi bejana, kemudian bejana ditimbang beratnya
 - 6) Bejana diisi dengan air sampai penuh, lalu ditimbang beratnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan data hasil uji kuat tekan beton yang telah dilakukan pada penelitian penggunaan limbah plastik dan kaca yang sudah diolah sebagai agregat kasar yang dijadikan bahan substitusi pada campuran beton maka ada beberapa hal yang dapat menjadi kesimpulan pada penelitian ini yaitu :

Hasil dari pengujian kuat tekan beton uji silinder dengan menggunakan limbah plastik dan kaca mengalami penurunan nilai kuat tekan beton dibandingkan dengan beton yang tidak menggunakan limbah plastik dan kaca pada campuran beton. Pada pengujian beton umur 14 hari didapat hasil yaitu BN sebesar 15 MPa, 2,5% sebesar 13 MPa, 5% sebesar 11 MPa, dan 7,5% sebesar 10 MPa. Dan pada pengujian beton umur 28 hari didapat hasil yaitu 0% sebesar 20 MPa, 2,5% sebesar 17 MPa, 5% sebesar 14 MPa, dan 7,5% sebesar 11 MPa. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan limbah kaca dan plastik tidak dapat digunakan sebagai bahan substitusi pada campuran beton dikarenakan hasil uji kuat tekan beton mengalami penurunan.

5.2. Saran

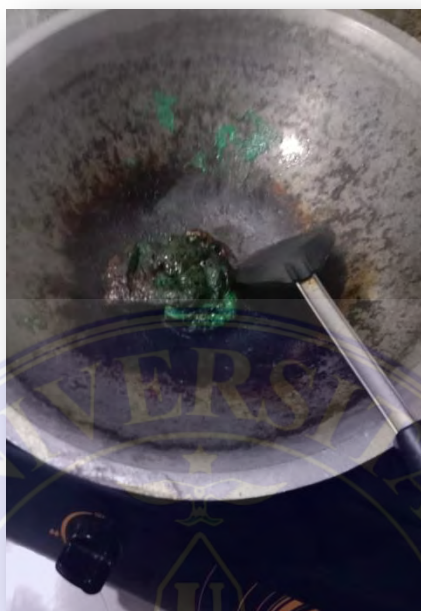
Penggunaan bahan limbah plastik dan kaca tidak dapat digunakan untuk sebagai bahan substitusi campuran beton dikarenakan mengalami penurunan yang drastis, saran untuk penelitian uji kuat beton menggunakan limbah kaca dan plastik diteliti ulang lagi untuk mendapatkan hasil yang dibutuhkan

DAFTAR PUSTAKA

- Basri, D. R., dan Mubarak, H., 2021. Melakukan penelitian dengan judul, Beton ringan dengan bahan plastik sebagai agregat kasar untuk konstruksi diatas lahan gambut. Jurnal Teknik Sipil ITP. 8 (1), 8- 12
- Indrawijaya, B., 2019., Melakukan penelitian dengan judul, Pemanfaatan limbah plastik LDPE sebagai pengganti agregat untuk pembuatan paving blok beton. Skripsi. Universitas Pamulang.
- Mulyono, T.,2024. Teknologi beton. Yogyakarta. Andi offset.
- Olii, M. R., Poe, I. E., Ichsan, I., dan Olii, A., 2021. Melakukan penelitian dengan judul, Limbah kaca sebagai pengganti sebagian agregat halus untuk beton ramah lingkungan. Teras Jurnal. 11(1), 113-124.
- Rizaldo, M. D., 2021. Melakukan penelitian dengan judul, Analisis pengaruh penambahan agregat limbah plastik (Polyethylene Terephthalate) terhadap kuat beton. Jurnal ensiklopediaku. 3(3), 243-252.
- Rodji, A. F., 2002. Melakukan penelitian dengan judul, Analisis kuat tekan beton menggunakan limbah botol kaca sebagai pengganti sebagian agregat halus dan gula merah sebagai bahan tambah / aditif beton. Jurnal sipilkrisna, 8(2), 34-44
- Purba, A.G., close, C., aulia, f., pratama, toni., napitupulu, E., dan sinaga, e.k.,2021. Pengaruh fariasi gradasi limbah beton sebagai bahan pengganti agregat terhadap kuat tekan beton. Jurnal teknik sipil 7(2),111-115
- Prayitno, S., sunarmasto, agustya, H.,2013 pengaruh panjang sambungan lewatan lebih dari syarat SNI-2847-2013 terhadap kuat lentur pada balok beton bertulang tulangan baja ulir.jurnal matriks teknik sipil.892-898

LAMPIRAN

Lampiran 1. Proses Pencairan Plastik



Lampiran 2. Proses Pencampuran Plastik Dan Kaca



Lampiran 3. Hasil Sampel Limbah Kaca Dan Plastik



Lampiran 4. Sampel Limbah Plastik Dan Kaca Yang Sudah Dipecahkan 19mm



Lampiran 5. Proses Penyaringan Limbah Plastik Dan Kaca



Lampiran 6. Proses Slump Test



Lampiran 7. Pencabutan Krucut Slump Test



Lampiran 8. . Penimbangan Agregat Kasar Untuk 2 Sampel (BN)



Lampiran 9. Penimbangan Agregat Halus Untuk 2 Sampel (BN)



Lampiran 10. Penimbangan Semen Untuk 2 Sampel (BN)



Lampiran 11. Air Untuk 2 Sampel



Lampiran 12. . Penimbangan Agregat Halus Untuk 4 Sampel (BN)



Lampiran 13. . Penimbangan Agregat Kasar Untuk 4 Sampel (BN)



Lampiran 14. . Penimbangan Semen Untuk 4Sampel (BN)



Lampiran 15. Air Untuk 6 Sampel (BN)



Lampiran 16. Penimbangan Semen Untuk 6 Sampel (2.5%)



Lampiran 17. Penimbangan Agregat Halus Untuk 6 Sampel (2.5%)



Lampiran 18. Penimbangan Agregat Kasar Untuk 6 Sampel (2.5%)



Lampiran 19. Air Untuk 6 Sampel (2.5%)



Lampiran 20. Limbah kaca Dan Plastik 6 Sampel (2.5%)



Lampiran 21. Penimbangan Semen Untuk 6 Sampel (5%)



Lampiran 22. Penimbangan Agregat Halus Untuk 6 Sampel (5%)



Lampiran 23. Penimbangan Agregat Kasar Untuk 6 Sampel (5%)



Lampiran 24. Air Untuk 6 Sampel (5%)



Lampiran 25. Limbah kaca Dan Plastik 6 Sampel (5%)



Lampiran 26. Penimbangan Semen Untuk 6 Sampel (7,5%)



Lampiran 27. Penimbangan Agregat Kasar Untuk 6 Sampel 7,5%)



Lampiran 28. Penimbangan Agregat Halus Untuk 6 Sampel 7,5%)



Lampiran 29. Air Untuk 6 Sampel (5%)



Lampiran 30. Limbah kaca Dan Plastik 6 Sampel (7.5%)



Lampiran 31. Material Yang Digunakan Untuk Uji Kuat Beton



Lampiran 32. Hasil Beton Normal



Lampiran 33. Hasil Beton Limbah Kaca Dan Plastik 2.5%



Lampiran 34. Hasil Beton Limbah Kaca Dan Plastik 5%



Lampiran 35. Hasil Beton Limbah Kaca Dan Plastik 7,5%



Lampiran 36. Uji Kuat Beton Normal



Lampiran 37. Uji Kuat Beton Limbah Plastik Dan Kaca 2.5%



Lampiran 38. Uji Kuat Beton Limbah Plastik Dan Kaca 5%



Lampiran 39. Uji Kuat Beton Limbah Plastik Dan Kaca 7.5%



Lampiran 40. Kondisi Beton Setelah Dilakukan Streng



Lampiran 41. Kondisi Beton Setelah Dilakukan Streng

