



**PENGARUH PENGGUNAAN SUPERPLASTICIZER DAN LIMBAH
BETON Fc 30 MPA SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT
KASAR PADA BETON K-175**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Dalam Rangka Penyelesaian Studi
Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Sipil

Oleh :

ROHADI

NPM. 6516500073

**FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL**

2023

LEMBAR PERSETUJUAN NASKAH SKRIPSI

Skripsi yang Berjudul “ PENGARUH PENGGUNAAN SUPERPLASTICIZER
DAN LIMBAH BETON F_c 30 MPA SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN
AGREGAT KASAR PADA BETON K-175 ”

NAMA PENULIS : ROHADI

NPM : 6516500073

Telah disetujui oleh dosen pembimbing untuk dipertahankan dihadapan sidang
dewan penguji skripsi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti
Tegal.

Hari :

Tanggal :

Dosen Pembimbing 1



Okky Hendra H, ST., MT.
NIPY. 24461531983

Dosen Pembimbing 2



Teguh Haris Santoso, ST., MT.
NIPY. 2466451973

HALAMAN PENGESAHAN

Telah dipertahankan dihadapan Sidang Dewan Penguji Skripsi Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal.

Pada hari :

Tanggal :

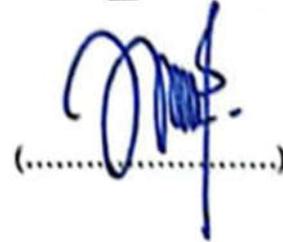
Ketua Penguji

Rusnoto, ST.M.Eng
NIDN. 0604127401



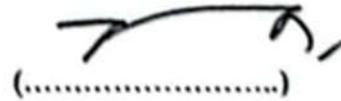
Penguji Utama

Nadya Safira, ST.MT
NIPY. 30161841998



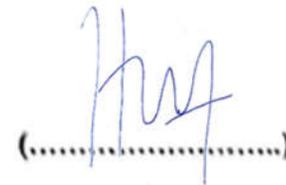
Penguji I

Teguh Haris Santoso, ST.,MT.
NIPY, 2466451973



Penguji II

Okky Hendra H, ST., MT.
NIPY, 24461531983



Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer



(Dr. Agus Wibowo, ST.,MT)
NIPY. 126518101972

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul **“Pengaruh Penggunaan Superplasticizer dan Limbah Beton Fc 30 Mpa Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar Pada Beton K-175”** ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak akan melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini saya siap menanggung resiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Tegal, 02 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan



Rohadi

NPM. 6516500073

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

1. Ridha Allah tergantung pada ridha orang tua dan murka Allah tergantung pada murka orang tua - Hasan. at-Tirmidzi : 1899, HR. al-Hakim : 7249, ath-Thabrani dalam al-Mu'jam al-Kabiir : 14368, al-Bazzar : 2394.
2. Bekerjalah Bagaikan Tak Butuh Uang. Mencintailah bagaikan tak pernah disakiti. Menarilah Bagaikan tak Seorangpun Menonton. - Mark Twain
3. Laki-Laki tak boleh merengek, Sesulit Apapun kau menderita diam dan Bertahanlah - Uchiha Itachi
4. Bila Hidup Sebuah Permainan. Bermainlah Tanpa Ada Penyesalan. – Penulis

PERSEMBAHAN

Syukur Alhamdulillah atas kehadiran Allah SWT dan dengan kerendahan hati, Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik dan saya persembahkan untuk :

1. Ibu , Wanita Sempurna Yang tak bisa dijelaskan dengan kata-kata.
2. Bapak Untuk Dunia, Mungkin kamu hanya seseorang, tapi untuk ku, kau adalah dunia itu.
3. Istri Tercinta, Banyak hal yang telah kau beri untuk perjalananku yang dingin menjadi kehangatan yang tercipta disetiap waktu...
4. Teman-teman, Terimakasih Telah membuat Perjalanan ini semakin berduri.
5. Dan Almamaterku, Universitas Pancasakti Tegal(UPS)

ABSTRAK

Skripsi ini berjudul “**(Pengaruh Penggunaan Superplasticizer dan Limbah Beton Fc 30 MPA Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar Pada Mutu Beton K-175)**” Skripsi ini ditulis oleh **ROHADI, NPM 6516500073.2023** Prodi teknik sipil universitas pancasakti tegal, Beton adalah campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan tanpa bahan campuran tambahan yang membentuk massa padat. dalam pengertian umum beton berarti campuran bahan bangunan berupa pasir dan kerikil atau koral kemudian diikat semen bercampur air. dengan ini penggunaan beton yang semakin tinggi membuat kebutuhan akan produksi beton pun meningkat. tak hanya itu, dengan kebutuhan akan beton yang tinggi dalam dunia konstruksi membuat penggunaan akan agregat sebagai bahan penunjang beton pun semakin meningkat pula.

kuat tarik lentur adalah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan padanya, sampai benda uji patah dan dinyatakan dalam mega pascal (MPa) gaya tiap satuan luas. dalam melakukan penelitian limbah agregat kasar pada beton mutu tinggi terhadap nilai kuat lentur beton penulis menggunakan metode eksperimen, metode eksperimen adalah suatu tindakan dan pengamatan yang direncanakan dalam rangka untuk menghasilkan suatu produk yang dapat bermanfaat serta digunakan dan oleh khalayak umum.

tujuan penulisan inovasi limbah beton sebagai agregat kasar pada beton adalah untuk mengetahui kualitas beton yang akan di hasilkan dengan inovasi limbah beton sebagai agregat kasar.

Penelitian limbah beton sebagai agregat kasar Pada beton mutu tinggi terhadap nilai kuat lentur beton dan kuat tekan akan dilaksanakan di laboratorium PT. Nisajana Hasna Rizqy - Kabupaten Tegal sebagai sarana tempat serta sarana pendukung berlangsungnya penelitian, metode analisa data hasil pengujian laboratorium, uji laboratorium yang dilakukan adalah sebagai berikut, penimbangan matrial menggunakan neraca, Penyaringan agregat menggunakan satu yang di tentukan SNI, Pengujian berat jenis dan penyerapan, berat isi, serta kadar lumpur pada agregat kasar dan agregat halus, pengujian berat isi, volume produksi campuran dan kadar udara beton dengan uji slump, pengujian nilai kuat lentur dengan benda uji beam SNI

Proporsi campuran yang berbeda bertujuan untuk mencari proporsi varian yang mampu menghasilkan nilai kuat lentur terbaik. beberapa varian yang di buat antara lain varian matrial murni 50% matrial limbah 50%, Penggunaan varian murni 20% dan limbah 80% untuk beton mutu K tidak dapat mencapai mutu yang direncanakan sesuai dengan pada job mix beton.

Kata Kunci: Beton, Agregat Kasar Limbah Beton

Abstract

This thesis is titled "(The Effect of Using Superplasticizer and Fc 30 MPA Concrete Waste as a Partial Substitute for Coarse Aggregate on K-175 Concrete Quality)" This thesis was written by ROHADI, NPM 6516500073.2023 Civil Engineering Study Program of pancasakti tegal university, Concrete is a mixture of cement, fine aggregate, coarse aggregate, and water, with no additional mixed materials that make up the solid mass. in the general sense of concrete means a mixture of building materials in the form of sand and gravel or coral then tied cement mixed with water. with this the increasing use of concrete makes the need for concrete production increase. not only that, with the need for high concrete in the construction world, the use of aggregate as concrete supporting materials is also increasing.

Bending tensile strength is the ability of concrete blocks placed on two placings to withstand force with the perpendicular direction of the axis of the test object, which is given to it, until the test object is broken and expressed in mega pascal (Mpa) style of each unit area.in conducting research on crude aggregate waste on high quality concrete against the strong value of bending concrete writers using experimental methods, the experimental method is an action and observation planned in order to produce a product that can be useful as well as used and by the general public.

the purpose of writing concrete waste innovation as a coarse aggregate on concrete is to know the quality of concrete to be produce by innovation of concrete waste as coarse aggregate. Research on concrete waste as a coarse aggregate On high quality concrete against strong value bending concrete and strong press will be carried out in pt laboratory. Nisajana Hasna Rizqy - Tegal Regency as a means of place and means of supporting the ongoing research, data analysis method of laboratory test results, laboratory tests carried out are as follows, matrial weighing using weather, aggregate filtering using one specified SNI, Different mixture proportions aim to find the proportion of variants capable of producing the best flexible strong value.some variants made include pure matrial split variants, pure matrial variants 50% matrial waste 50%,100% variants, Use of 50% - 50% variants and 100% waste for high quality concrete cannot achieve the planned quality in accordance with the concrete job mix.

Keywords: Concrete, Concrete Waste Rough Aggregates

KATA PENGANTAR

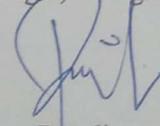
Segala puji serta syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT., karena atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Penggunaan Superplasticizer dan Limbah Beton Fc 30Mpa Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar Pada Beton K-175” Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat dalam rangka menyelesaikan studi S1 Program Studi Teknik Sipil.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak mungkin selesai tanpa mendapat bantuan, dorongan, bimbingan, arahan dan do,a dari berbagai pihak, baik moril maupun material, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya, terutama kepada yang terhormat :

1. Bapak Dr.Agus Wibowo, ST.,MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal.
2. Bapak Okky Hendra H.,ST.,MT. selaku Kaprodi Teknik Sipil dan Dosen Pembimbing I.
3. Bapak Teguh Haris Santoso, MT. selaku Dosen Pembimbing II.
4. Segenap Dosen dan Staf Fakultas Teknik Universitas Panca Sakti Tegal.
5. Seluruh Karyawan PT.NHR yang selalu memberikan saran dan bimbingan khususnya team Laboratorium Baching Plant yang mengizinkan tempat untuk penelitian ini (Bapak Mahfud) yang selalu membimbing penelitian.
6. Semua pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.

Penulis telah mencoba membuat laporan ini sesempurna mungkin sesuai dengan kemampuan penulis, namun demikian masih ada kekurangan yang dimiliki penulis, untuk itu mohon maaf atas kekhilafannya. Harapan penulis, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Tegal, 02 Agustus 2023



Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah.....	3
C. Rumusan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	5

F. Sistematika Penelitian	5
BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Landasan Teori.....	7
B. Tinjauan Pustaka	36
BAB III METODE PENELITIAN.....	41
A. Metode Penelitian.....	41
B. Waktu dan Tempat	44
C. Variabel Penelitian	45
D. Instrumen Penelitian.....	45
E. Metode Pengumpulan Data.....	56
F. Metode Analisa Data.....	65
G. Diagram Alur Penelitian	66
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	67
A. Hasil Penelitian	67
B. Pembahasan.....	87
BAB V PENUTUP.....	88
A. Kesimpulan.....	88
B. Saran.....	89
DAFTAR PUSTAKA	91
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	Hal
Gambar 2.1. Grafik Gradasi Agregat Pasir	9
Gambar 2.2. Grafik Gradasi Agregat Kasar.....	14
Gambar 2.3. Slump	20
Gambar 2.4. Sample Silinder	25
Gambar 3.1. Mesin Molen	45
Gambar 3.2. Mesin Kuat Tekan Beton	46
Gambar 3.3. Satu Set Saringan	46
Gambar 3.4. Timbangan.....	47
Gambar 3.5. Cetak Beton Kubus.....	47
Gambar 3.6. Satu Set Uji Slump	48
Gambar 3.7. Pan, Kompor Dan Wajan	48
Gambar 3.8. Picnometer.....	49
Gambar 3.9. Agregat Kasar	49
Gambar 3.10. Agregat Kasar Limbah	50
Gambar 3.11. Pasir (Sand)	50
Gambar 3.12. Semen Portland	51
Gambar 3.13. Superplasticizer	51
Gambar 4.1. Grafis Gradasi Agregat Pasir Muntilan.....	72
Gambar 4.2. Grafis Gradasi Agregat Kasar Murni 2-1	74

Gambar 4.3. Grafis Gradasi Agregat Kasar Limbah 2-1	75
Gambar 4.4. Grafis Kebutuhan Material 50%-50%.....	82
Gambar 4.5. Grafis Kebutuhan Material 80%-20%.....	83
Gambar 4.6. Grafis Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari.....	84
Gambar 4.7. Grafis Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari.....	85
Gambar 4.8. Grafis Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari.....	86

DAFTAR TABEL

Tabel	Hal
Tabel 2.1. Gradasi Pasir	9
Tabel 2.2. Gradasi Kerikil.....	14
Tabel 2.3. Nilai Slump Untuk Berbagai Macam Struktur.....	21
Tabel 2.4. Kekuatan Tekan Rata-rata Perlu Jika Data Tidak Tersedia Untuk Menetapkan Deviasi Standar Benda Uji	27
Tabel 2.5. Fraksi Volume Agregat Kasar Yang Disarankan.....	28
Tabel 2.6. Estimasi Pertama Kebutuhan Air Pencampuran dan Kadar Udara Beton Segar Berdasarkan Pasir dengan 35% Rongga Udara.....	30
Tabel 2.7. Rasio $W/(c+p)$ Maksimum yang Disarankan (dengan Superplasticizer)	31
Tabel 2.8. Klasifikasi Beton Berdasarkan Berat Satuan	33
Tabel 3.1. Pengujian Material	57
Tabel 3.2. Kadar Lumpur Agregat Halus.....	57
Tabel 3.3. Kadar Lumpur Agregat Kasar Split Murni Dan Split Limbah.....	58
Tabel 3.4. Berat Isi Agregat Halus.....	58
Tabel 3.5. Berat Isi Agregat Kasar Split Murni Dan Split Limbah.....	58
Tabel 3.6. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus	58
Tabel 3.7. Uji Gradasi Agregat Halus.....	59
Tabel 3.8. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar Split Murni Dan Split Limbah	59

Tabel 3.9. Uji Gradasi Agregat Kasar Split Murni Dan Split Limbah.....	60
Tabel 3.10. Kuat Tekan Beton	60
Tabel 4.1. Kadar Lumpur Agregat Pasir Eks Muntilan	67
Tabel 4.2. Kadar Lumpur Agregat Kasar Split 2-1	68
Tabel 4.3. Kadar Lumpur Agregat Kasar Limbah Beton Split 2-1.....	68
Tabel 4.4. Berat Isi Agregat Pasir Eks Muntilan	68
Tabel 4.5. Berat Isi Agregat Kasar.....	69
Tabel 4.6. Berat Isi Agregat Kasar Limbah Beton.....	69
Tabel 4.7. Berat Jenis Dan Penyerapan varian 1 Agregat Kasar Murni	70
Tabel 4.8. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar Varian 2 Limbah beton 50%-Murni 50%.....	70
Tabel 4.9. Berat Jenis Dan Penyerapan Varian 3 Agregat Kasar Limbah Beton 80%-Murni 20%.....	71
Tabel 4.10. Uji Gradasi Agregat Pasir Eks Muntilan.....	71
Tabel 4.11. Uji Gradasi Agregat Kasar Murni 2-1.....	73
Tabel 4.12. Uji Gradasi Agregat Kasar Limbah Beton 2-1.....	74
Tabel 4.13. Job Mix Design Varian 1 Agregat Kasar Limbah 50% Murni 50%	76
Tabel 4.14. Job Mix Design Varian 2 Agregat Kasar Limbah Beton 80% Limbah 20% Murni	79
Tabel 4.15. Kebutuhan bahan matrial untuk 1 M ³ matrial split murni 50% split limbah 50%	82
Tabel 4.16. Kebutuhan bahan matrial untuk 1 M ³ matrial split limbah 80% split	

murni 20%.....	83
Tabel 4.17. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Pada Umur 7 Hari.....	84
Tabel 4.18. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Pada Umur 14 Hari.....	85
Tabel 4.19. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Pada Umur 28 Hari.....	86
Tabel 5.1. Rekap hasil Uji Kuat Tekan Beton	88

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian.
- Lampiran 2. Hasil Kuat Tekan Beton
- Lampiran 3. Surat Keterangan Laboratorium

ARTI LAMBANG SATUAN DAN SINGKATAN

Fc'	: Mutu Beton
ACI	: American Concrete Institute
PBI	: Peraturan Beton Indonesia
SII	: Standar Industri Indonesia
K	: Karakteristik kg/cm ²
mm	: mili meter
cm	: centi meter
SNI	: Standar Nasional Indonesia
FAS	: Faktor Air Semen
Ø	: diameter
SSD	: <i>Saturated Surface Dry</i>
SDA	: Sumber Daya Alam
HSC	: <i>High Strength Soncrete</i>
MPa	: Mega Pascal
PCC	: Portland Composite Cement

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam dunia konstruksi beton secara umum sudah menjadi kebutuhan masyarakat dalam pembuatan *property* maupun fasilitas infrastruktur pemerintah yang bersifat umum. Penggunaan beton semakin meningkat seiring dengan perkembangan zaman, maka dari itu pemilihan beton sebagai bahan baku utama konstruksi bangunan sangatlah penting. Penggunaan beton sebagai salah satu pilihan disebabkan karena beton memiliki sifat kuat tekan yang tinggi. Selain itu, beton juga banyak digunakan karena memiliki banyak kelebihan lain, diantaranya adalah, beton yang dapat dibentuk sesuai dengan keinginan maupun kebutuhan, dalam pengerjaannya mudah, tahan terhadap perubahan cuaca dan lingkungan sekitar, dapat menggunakan bahan-bahan lokal yang tersedia. Oleh sebab itu kualitas beton yang baik akan sangat dibutuhkan demi pemenuhan standar keamanan dari segi struktur.

Beton sendiri adalah merupakan suatu bahan komposit atau campuran dari beberapa bahan material antara lain agregat halus, agregat kasar, air, serta semen sebagai pengikat. Dengan ini penggunaan beton yang semakin tinggi membuat kebutuhan akan produksi beton pun meningkat. Tak hanya itu, dengan kebutuhan akan beton yang tinggi dalam dunia konstruksi membuat penggunaan akan agregat sebagai bahan penunjang beton pun semakin meningkat pula. Untuk mendapatkan beton dengan kualitas tinggi, maka pemilihan bahan komposit atau campuran beton pun harus melalui uji

kelayakan untuk dapat dijadikan bahan campuran beton. Seperti uji gradasi pada penggunaan agregat kasar maupun agregat halus, serta uji kadar lumpur pada agregat. Karena mutu beton yang dihasilkan sangat bergantung dengan agregat yang digunakan untuk campuran beton. Tak jarang dengan faktor kelayakan bahan, tak semua bahan yang tersedia di sekeliling kita dapat dijadikan bahan campuran pada beton. Dengan adanya syarat yang ditentukan untuk mendapatkan kualitas beton terbaik, produsen beton seringkali mengambil bahan baku beton atau agregat dari luar daerah. Hal ini menjadikan eksploitasi terhadap pasir yang menjadi rujukan layak beton semakin tinggi. Selain harga mobilisasi, faktor ketersediaan pun menjadi salah satu hal yang dapat menghambat produksi beton.

Penggunaan beton dalam dunia konstruksi begitu diminati karena keunggulan yang ditawarkan oleh beton salah satunya adalah untuk menopang pembebanan konstruksi. Dalam penggunaannya beton memiliki sifat lebih fleksibel. Karena beton dapat dibentuk sesuai dengan bentuk struktur yang sudah ditentukan. Selain itu kekuatan beton juga beragam tergantung dari berapa kekuatan yang dibutuhkan untuk struktur. Pemeliharaan maupun pengaplikasiannya di beragam medan tembus yang mudah, serta harga dari beton yang masih relatif terjangkau.

High strength concrete atau biasa disebut dengan beton mutu tinggi memiliki nilai kuat tekan lebih dari sama dengan 40 MPa. Untuk mencapai nilai kuat tekan yang tinggi, peran masing-masing agregat sangat penting. Gradasi pada agregat yang digunakan akan mempengaruhi *workability* pada

beton. Karena setiap agregat akan mengisi rongga-rongga pada beton sehingga tidak adanya rongga udara yang dapat mengurangi nilai mutu yang dihasilkan.

Pada penelitian ini, penulis akan mencoba meneliti penggunaan agregat kasar pada beton dengan pemanfaatan hasil dari limbah beton yang keberadaannya banyak di plant NHR. Penelitian ini dimaksudkan untuk mempelajari apakah limbah beton bias di daur ulang sebagai campuran beton lagi sebagai agregat kasar. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil penelitian limbah agregat kasar layak untuk dijadikan sebagai bahan agregat kasar untuk beton mutu tinggi. Dengan harapan jika material limbah agregat kasar tersebut dapat dijadikan sebagai material rujukan yang layak untuk dijadikan sebagai agregat kasar untuk beton mutu tinggi. Sehingga penggunaan material limbah beton sebagai agregat kasar dapat dijadikan sebagai material alternatif untuk memenuhi kebutuhan produksi beton untuk wilayah Kabupaten Tegal, Brebes dan sekitarnya.

B. Batasan Masalah

1. Mencari kuat tekan beton dengan campuran limbah beton sebagai agregat kasar pada beton dengan varian penggunaan limbah 50% dan 80%.
2. Beton yang akan dibuat adalah mutu beton K-175.
3. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen portland tipe PPC dengan merk Tiga Roda.
4. Agregat kasar yang digunakan adalah agregat kasar dari limbah beton Fc 30.

5. Agregat kasar yang digunakan sebagai campuran adalah agregat eks Balapulung Stone Crusher BAP (*Batu Alam Perdana*).
6. Agregat halus yang akan digunakan sebagai campuran adalah pasir dari muntilan dengan ukuran maksimum 1,2 mm.
7. Faktor air semen yang digunakan adalah rentang 0,2-0,5 % (SNI 03-6468-2000).
8. Metode pembuatan benda uji menggunakan Kubus 15 x 15 x 15cm.
9. Uji kuat tekan beton umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari.
10. Kadar lumpur agregat halus 15% dari kuari/tambang manual.
11. Kadar Lumpur agregat kasar 5 %.

C. Rumusan Masalah

1. Bagaimana kuat tekan yang di hasilkan dengan inovasi beton dengan campuran limbah beton sebagai agregat kasar pada mutu beton normal.
2. Berapa komposisi campuran beton per m³.
3. Bagaimana pengaruh penggunaan limbah beton dengan proporsi masing-masing varian agregat kasar sebanyak 50%-50%, 80%-20% sebagai agregat kasar pada mutu beton normal.

D. Tujuan Penulisan

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah untuk mengetahui sebagai berikut:

1. Mengetahui kuat tekan yang di hasilkan dengan inovasi beton dengan campuran limbah beton sebagai agregat kasar pada mutu beton normal.
2. Mengetahui komposisi campuran beton per m³.
3. Mengetahui pengaruh penggunaan limbah beton dengan proporsi masing-masing varian agregat kasar sebanyak 50%-50%, 80%-20% sebagai agregat kasar pada mutu beton normal.

E. Manfaat Penelitian

1. Pemanfaatan limbah beton untuk pengembangan inovasi beton.
2. Hasil penelitian ini dapat dipergunakan untuk menerapkan Ilmu Pengetahuan yang diperoleh dalam perkuliahan dan menambah pengalaman serta menambah wawasan dalam bidang penelitian ilmiah.
3. Meningkatkan nilai ekonomi Sumber Daya Lingkungan baching plant.
4. Memberikan alternatif penggunaan agregat kasar Limbah Beton Fc 30 Mpa sebagai bahan tambahan dalam pembuatan beton.
5. Hasil penelitian ini dapat menambah pembendaharaan perpustakaan sehingga dapat diperluas ilmu pengetahuan khususnya dibidang teknologi bahan sekaligus sebagai bahan informasi untuk diteliti lebih lanjut.

F. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini akan diuraikan latar belakang masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan, serta sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini akan diuraikan hasil penelitian yang berhubungan dengan teori-teori dasar yang selanjutnya akan digunakan dalam penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini akan diuraikan metodologi penelitian, waktu dan tempat penelitian, sampel dan teknik pengambilan sampel, variabel penelitian, metode pengumpulan data, metode analisis data, serta diagram alur penelitian.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang data-data yang diperoleh dari hasil penelitian selanjutnya dalam proses analisa data.

BAB V PENUTUP

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dan saran terkait analisa pemanfaatan dari hasil penelitian skripsi.

DAFTAR ISI

Berisi dari sumber-sumber berupa jurnal dan literatur yang digunakan untuk menyusun skripsi.

LAMPIRAN

Berisi lampiran-lampiran berupa tabel hasil pengujian material bahan, gambar hasil pembuatan benda uji, gambar hasil uji kuat tekan dan gambar berat beton dan lembar bimbingan skripsi dsb.

BAB II

LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Beton

Beton mutu normal adalah beton dengan nilai kuat tekan melebihi kuat tekan beton mutu sedang. Beton mutu tinggi *HSC (high strength concrete)* dalam SNI 03-6468-2000 didefinisikan dengan beton dengan kuat tekan $\geq 41,4$ MPa. Benda uji yang digunakan untuk uji mutu kuat tekan beton adalah silinder dengan diameter 150 mm tinggi 300 mm pada umur 28 hari atau 56 hari. Pembuatan cetakan benda uji menggunakan baja (SNI 03-2493-1991). (SNI 03-6468-2000, 2000)

Material pasir sungai sebagai agregat halus pada beton adalah pasir dengan ukuran < 5 mm standar ASTM E 11-70. Hal tersebut bertujuan agar saat beton mengering tidak atau terhindar dari retakan. Kadar lumpur yang dimiliki pasir tidak boleh lebih dari 5% dari berat pasir (SK SNI S 0-04-1989). Agregat kasar yang digunakan untuk beton mutu tinggi sebaiknya memiliki nilai kehalusan 2.5 sampai 3.2. Agregat kasar yang digunakan adalah agregat dengan ukuran 20-25 mm untuk kuat tekan $< 62,1$ MPa, dan ukuran 10-15 mm untuk kuat tekan $> 62,1$ MPa. (SNI 03-6468-2000, 2000)

Untuk menghasilkan beton dengan kekompakan yang baik, diperlukan gradasi agregat yang baik. Gradasi agregat adalah distribusi ukuran kekasaran butiran agregat. Gradasi diambil dari hasil pengayakan dengan lubang ayakan 10 mm, 20 mm, 30 mm dan 40 mm untuk kerikil. Untuk pasir lubang ayakan

4,8 mm, 2,4 mm, 1,2 mm, 0,6 mm, 0,3 mm dan 0,15 mm. Penggunaan bahan batuan dalam adukan beton berfungsi:

1. Menghemat Penggunaan semen portland.
2. Menghasilkan kekuatan yang besar pada betonnya.
3. Mengurangi susut pengerasan.
4. Mencapai susunan pampat beton dengan gradasi beton yang baik.
5. Mengontrol workability adukan beton dengan gradasi bahan batuan baik.

(Antono, 1995) dalam (FANDHI, 2009)

Penggunaan pasir sebagai agregat dalam penelitian ini diambil dari dua tempat berbeda yaitu pasir yang diambil dari sungai Gung, Kabupaten Tegal, dan pasir yang diambil dari sungai Pemali, Kabupaten Brebes, untuk melengkapi data karakteristik pasir sebagai pembanding untuk pembuatan beton. Proses pengambilan pasir di lapangan dilakukan secara manual dibantu dengan alat berat yang dimiliki para penambang. Proses tersebut memenuhi kaidah sampling, sehingga memenuhi syarat cara pengambilan contoh untuk pengujian laboratorium (Watson, DA. 1972) dalam (FANDHI, 2009).

2. Agregat Kasar Dan Agregat Halus

Tabel 2.1. Gradasi Pasir

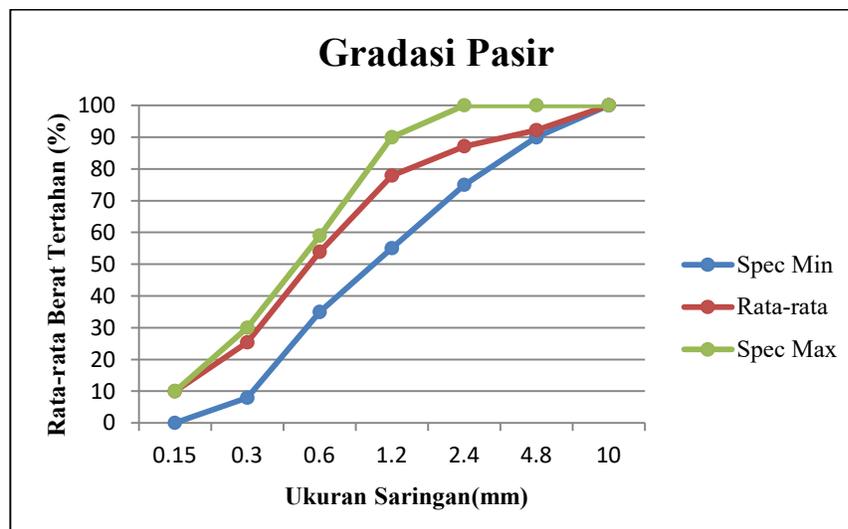
Lubang Ayakan (mm)	% Berat Butir Lolos Saringan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber : (Hakas & Asat, 2018)

Keterangan:

Daerah I : Pasir kasar Daerah III : Pasir agak halus

Daerah II : Pasir agak kasar Daerah IV : Pasir halus



Gambar 2.1. : Grafik Gradasi Agregat Pasir

Agregat halus adalah pasir alam sebagai disintegrasi alami dari batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran terbesar 4,8 mm. Pasir alam dapat digolongkan menjadi 3 (tiga) macam (Kardiyono Tjokrodimulyo, 1992), yaitu:

a. Pasir galian.

Pasir ini diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali. Bentuk pasir ini biasanya tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam walaupun biasanya harus dibersihkan dari kotoran tanah dengan jalan dicuci terlebih dahulu.

b. Pasir sungai.

Pasir ini diperoleh langsung dari dasar sungai, yang pada umumnya berbutir halus, bulat-bulat akibat proses gesekan. Daya lekatan antar butiran agak kurang karena bentuk butiran yang bulat.

c. Pasir laut.

Pasir laut adalah pasir yang diambil dari pantai. Butir-butirnya halus dan bulat karena gesekan. Pasir ini merupakan pasir yang jelek karena mengandung banyak garam. Garam ini menyerap kandungan air dari udara dan mengakibatkan pasir selalu agak basah serta menyebabkan pengembangan volume bila dipakai pada bangunan. Selain dari garam ini mengakibatkan korosi terhadap struktur beton, oleh karena itu pasir lautsebaiknya tidak dipakai.

Agregat kasar berupa pecahan batu, pecahan kerikil atau kerikil alami dengan ukuran butiran minimal 5 mm dan ukuran butiran maksimal

40 mm. Ukuran maksimum dari agregat kasar dalam beton bertulang diatur berdasarkan kebutuhan bahwa agregat tersebut harus dengan mudah dapat mengisi cetakan dan lolos dari celah-celah yang terdapat di antara batang-batang baja tulangan. Berdasarkan berat jenisnya, agregat kasar dibedakan menjadi 3 (tiga) golongan (Kardiyono Tjokrodimulyo, 1992), yaitu:

a. Agregat normal.

Agregat normal adalah agregat yang berat jenisnya antara 2,5-2,7 gr/cm^3 . Agregat ini biasanya berasal dari agregat basalt, granit, kuarsa dan sebagainya. Beton yang dihasilkan mempunyai berat jenis sekitar 2,3 gr/cm^3 .

b. Agregat berat.

Agregat berat adalah agregat yang mempunyai berat jenis lebih dari 2,8 gr/cm^3 , misalnya magnetik (FeO_4) atau serbuk besi. Beton yang dihasilkan mempunyai berat jenis tinggi sampai 5 gr/cm^3 . Penggunaannya dipakai sebagai pelindung dari radiasi.

c. Agregat ringan.

Agregat ringan adalah agregat yang mempunyai berat jenis kurang dari 2,0 gr/cm^3 yang biasanya dibuat untuk beton non struktural atau dinding beton. Kebaikannya adalah berat sendiri yang rendah sehingga strukturnya ringan dan pondasinya lebih ringan.

Dalam pelaksanaan pekerjaan beton, besar butir agregat selalu dibatasi oleh ketentuan maksimal persyaratan agregat, ketentuan itu antara lain:

- a. Ukuran maksimum butir agregat tidak boleh lebih dari $\frac{3}{4}$ kali jarak bersih antara baja tulangan atau antara tulangan dan cetakan.
- b. Ukuran maksimum butir agregat tidak boleh lebih besar dari $\frac{1}{3}$ kali tebal pelat.
- c. Ukuran maksimum butir agregat tidak boleh lebih besar dari $\frac{1}{5}$ kali jarak terkecil antara bidang samping cetakan.

syarat agregat yang dapat dipakai:

- a. Kerikil harus merupakan butir yang keras dan tidak berpori. Kerikil tidak boleh hancur adanya pengaruh cuaca. Sifat keras diperlukan agar diperoleh beton yang keras pula. Sifat tidak berpori, untuk menghasilkan beton yang tidak mudah tembus oleh air.
- b. agregat harus bersih dari unsur organik.
- c. kerikil tidak mengandung lumpur lebih dari 10% berat kering. Lumpur yang dimaksud adalah agregat yang melalui ayakan diameter 0,063 mm, bila lumpur melebihi 1% berat kering maka kerikil harus dicuci terlebih dahulu. Kerikil mempunyai bentuk yang tajam. Dengan bentuk yang tajam maka timbul gesekan yang lebih besar pula yang menyebabkan ikatan yang lebih baik, selain itu dengan bentuk tajam akan memerlukan pasta semen maka akan mengikat agregat dengan lebih baik.

d. Besar ukuran maksimum agregat mempengaruhi kuat tekan betonnya. Pada pemakaian ukuran butir agregat maksimum lebih besar memerlukan jumlah pasta semen lebih sedikit untuk mengisi rongga-rongga antar butirannya, berarti sedikit pula pori-pori betonnya (karena pori-pori beton sebagian besar berada dalam pasta, tidak dalam agregat) sehingga kuat tekannya lebih tinggi. Namun sebaliknya, karena butir-butir agregatnya besar maka luas permukaannya menjadi lebih sempit sehingga lekatan antara permukaan agregat dan pastanya kurang kuat. (Kardiyono Tjokrodimulyo, 1992) dalam (FANDHI, 2009)

Indek yang dipakai untuk ukuran kehalusan dan kekasaran butir agregat ditetapkan dengan modulus halus butir. Pada umumnya pasir mempunyai modulus halus 1,5 sampai 3,8 dan kerikil antara 5 sampai 8.

Modulus halus butir campuran dihitung dengan rumus:

$$W = \frac{K-C}{C-P} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Dengan :

W : Persentase berat pasir terhadap berat kerikil (%).

K : Modulus halus butir kerikil (mm).

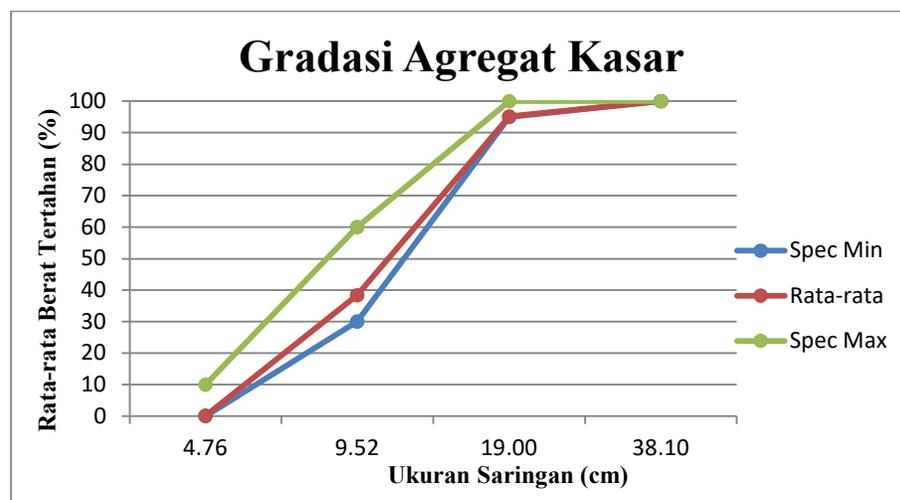
P : Modulus halus butir pasir (mm).

C : Modulus halus butir campuran (mm).

Tabel 2.2. Gradasi Kerikil

Ukuran Ayakan (mm)	Persentase Berat Bagian Yang Lewat Ayakan		
	Ukuran Agregat (mm)		
	38-4,76	19,0-4,76	9,6-4,74
38,1	95-100	100	
19,0	37-70	95-100	100
9,52	10-40	30-60	50-85
4,76	0-5	0-10	0-10

Sumber : (SNI 03-2834-1993, 1993)



Gambar 2.2. : Grafik Gradasi Agregat Kasar

Sesuai SNI agregat akan melalui proses penyaringan yaitu dengan satu set saringan. Benda uji disiapkan berdasarkan standar yang berlaku dan terkait kecuali apabila butiran yang melalui saringan No. 200 tidak perlu diketahui jumlahnya dan bila syarat-syarat ketelitian tidak menghendaki pencucian.

a. Agregat halus terdiri dari :

- 1) Ukuran maksimum 4,76 mm; berat minimum 500 gram;
- 2) Ukuran maksimum 2,38 mm; berat minimum 100 gram.

b. Agregat kasar terdiri dari :

- 1) Ukuran maks. 3,5"; berat minimum 35,0 kg
 - 2) Ukuran maks. 3"; berat minimum 30,0 kg
 - 3) Ukuran maks. 2,5"; berat minimum 25,0 kg
 - 4) Ukuran maks. 2"; berat minimum 20,0 kg
 - 5) Ukuran maks. 1,5"; berat minimum 15,0 kg
 - 6) Ukuran maks. 1"; berat minimum 10,0 kg
 - 7) Ukuran maks. 3/4" berat minimum 5,0 kg
 - 8) Ukuran maks. 1/2"; berat minimum 2,5 kg
 - 9) Ukuran maks. 3/8"; berat minimum 1,0 kg
- (SNI 03-1968-1990, 1990)

3. Faktor Air Semen

Air pada campuran beton akan berpengaruh terhadap :

- a. Sifat workability adukan beton.
- b. Besar kecilnya nilai susut beton
- c. Kelangsungan reaksi dengan semen portland, sehingga dihasilkan dan kekuatan selang beberapa waktu.
- d. Perawatan keras adukan beton guna menjamin pengerasan yang baik.

Faktor air semen (fas) adalah perbandingan berat air dan berat semen yang digunakan dalam adukan beton. Faktor air semen yang tinggi dapat menyebabkan beton yang dihasilkan mempunyai kuat tekan yang rendah dan semakin rendah faktor air semen kuat tekan beton semakin tinggi. Namun demikian, nilai faktor air semen yang semakin rendah tidak selalu

berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Nilai faktor air semen yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Oleh sebab itu ada suatu nilai faktor air semen optimum yang menghasilkan kuat desak maksimum. Umumnya nilai faktor air semen minimum untuk beton normal sekitar 0,4 dan maksimum 0,65 (Tri Mulyono, 2003) dalam (FANDHI, 2009).

Pada beton mutu tinggi nilai faktor air semen ada dalam rentang 0,2-0,5 (SNI 03-6468-2000). Rumus yang digunakan pada beton mutu tinggi adalah:

$$Fas = \frac{W}{(c + p)} \dots\dots\dots(2)$$

Dengan :

Fas = Faktor air semen (%).

W = Rasio total berat air (kg).

c = Berat semen (kg).

p = Berat bahan tambah pengganti semen (kg)

Nilai faktor air semen pada beton mutu tinggi termasuk berat air yang terkandung di dalam agregat. (Fandhi Hernando, 2009)

4. Semen Portland

Semen portland merupakan bubuk halus yang diperoleh dengan menggiling klinker (yang didapat dari pembakaran suatu campuran yang baik dan merata antara kapur dan bahan-bahan yang mengandung silika, alumina, dan oxid besi), dengan batu gips sebagai bahan tambah dalam

jumlah yang cukup. Bubuk halus ini bila dicampur dengan air, selang beberapa waktu dapat menjadi keras dan digunakan sebagai bahan ikat hidrolis. (Kardiyono, 1989) dalam (FANDHI, 2009)

Semen portland yang digunakan adalah semen portland dengan SNI 15-2049-1994. Kadar bahan bersifat semen per m^3 beton dapat ditentukandengan membagi kadar air dengan (c+p). Bila kadar bahan bersifat semen yang dibutuhkan lebih dari 594 kg/m^3 , proporsi campuran beton disarankan dibuat dengan menggunakan bahan bersifat semen alternatif atau metode perancangan proporsi beton lain. (SNI 03-6468-2000, 2000)

Semen jika dicampur dengan air akan membentuk adukan yang disebut pasta semen, jika dicampur dengan agregat halus (pasir) dan air, maka akan terbentuk adukan yang disebut mortar, jika ditambah lagi dengan agregat kasar (kerikil) akan terbentuk adukan yang biasa disebut beton. Dalam campuran beton, semen bersama air sebagai kelompok aktif sedangkan pasir dan kerikil sebagai kelompok pasif adalah kelompok yang berfungsi sebagai pengisi. (Tjokrodimulyo, 1995) dalam (FANDHI, 2009)

5 tipe semen terdiri atas :

- a. Semen Portland Type I adalah semen Portland untuk penggunaan umum tanpa persyaratan khusus;

- b. Semen Portland Type II adalah semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan kalor hidrasi sedang;
- c. Semen Portland Type III adalah semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi;
- d. Semen Portland Type V adalah semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.
(SNI 03-2834-1993, 1993)

5. *Superplasticizer*

Superplasticizer adalah polimer linear yang mengandung sulfonic acid. *Superplasticizer* tersusun atas asam sulfonat yang berfungsi menghilangkan gaya permukaan pada partikel semen sehingga lebih menyebar, melepaskan air yang terikat pada kelompok partikel semen, untuk menghasilkan viskositas/kekentalan adukan pasta semen atau beton segar yang lebih rendah. Secara umum tujuan yang ingin dicapai dalam penggunaan *superplasticizer* adalah untuk :

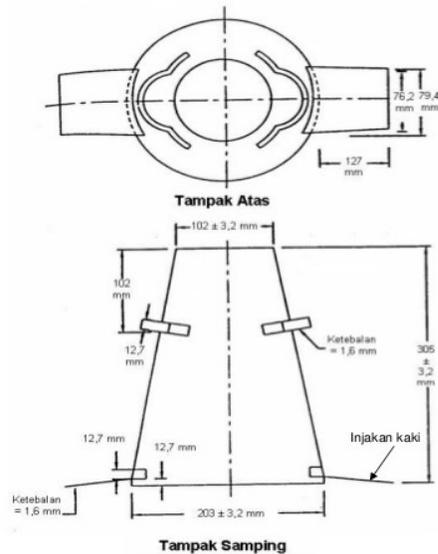
- a. Mencapai pengecoran yang sulit melakukan pemadatan dengan vibrator karena dapat menghasilkan beton segar yang dapat mengalir lebih baik dengan slump hingga 23 cm.
- b. Menghasilkan beton mutu tinggi dengan mengurangi air sehingga sehingga faktor air semen yang merupakan faktor utama penentu

mutu beton dapat diminimalkan sekecil mungkin, sehingga hanya air yang diperlukan untuk reaksi hidrasi semen saja yang digunakan.

- c. Menghasilkan beton dengan permeabilitas yang lebih rendah (lebih kedap air) dengan pengurangan pemakaian air dan kemampuan menyebarkan partikel semen dalam adukan beton segar, dapat menghasilkan kepadatan beton yang lebih baik sehingga lebih kedap air.
- d. Menghasilkan beton yang setara mutunya dengan faktor air semen yang lebih kecil, sehingga pemakaian semen menjadi lebih sedikit. Namun pemakaian dengan tujuan ini tidak terlalu sering digunakan, karena jumlah semen minimum yang disyaratkan untuk beton tertentu harus dipenuhi.

6. *Slump*

Alat uji harus berupa sebuah cetakan yang terbuat dari bahan logam yang tidak lengket dan tidak bereaksi dengan pasta semen. Ketebalan logam tersebut tidak boleh lebih kecil dari 1,5 mm dan bila dibentuk dengan proses pemutaran (*spinning*), maka tidak boleh ada titik dalam cetakan yang ketebalannya lebih kecil dari 1,15 mm.



Gambar 2.3. *Slump*

Cetakan harus berbentuk kerucut terpancung dengan diameter dasar 203 mm, diameter atas 102 mm, tinggi 305 mm. Permukaan dasar dan permukaan atas kerucut harus terbuka dan sejajar satu dengan yang lain serta tegak lurus terhadap sumbu kerucut. Batas toleransi untuk masing-masing diameter dan tinggi kerucut harus dalam rentang 3,2 mm dari ukuran yang telah ditetapkan. Cetakan harus dilengkapi dengan bagian injakan kaki dan untuk pegangan. Bagian dalam dari cetakan relatif harus licin dan halus, bebas dari lekukan, deformasi atau mortar yang melekat. Cetakan harus dipasang secara kokoh di atas pelat dasar yang tidak menyerap air. Pelat dasar juga harus cukup luas agar dapat menampung adukan beton setelah mengalami slump. (SNI 1972:2008, 2008)

Tabel 2.3. Nilai Slump Untuk Berbagai Macam Struktur

URAIAN	Nilai <i>Slump</i> (mm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding, pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	80	25
Pondasi telapak tidak bertulang, kaison dan konstruksi di bawah tanah	80	25
Pelat, balok, kolom dan dinding	100	25
Perkerasan jalan	80	25
Pembetonan missal	50	25

Sumber : Kardiyono Tjokrodimulyo, 1997 dalam (FANDHI, 2009)

Agar dihasilkan kuat desak 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. Syarat yang terpenting dari pembuatan beton adalah:

- a. Beton segar harus dapat dikerjakan atau dituang.
- b. Beton yang dikerjakan harus cukup kuat untuk menahan beban dari yang telah direncanakan.
- c. Beton tersebut harus dapat dibuat secara ekonomis.

Semen dan air dalam adukan beton membuat pasta yang disebut pasta semen. Adapun pasta semen ini selain berfungsi untuk mengisi pori-pori antara butiran agregat halus dan agregat kasar juga mempunyai fungsi sebagai pengikat sehingga terbentuk suatu massa yang kompak dan kuat. Ruang yang tidak ditempati oleh butiran semen, merupakan rongga yang berisi udara dan air yang saling berhubungan yang disebut kapiler. Kapiler yang terbentuk akan tetap tinggal ketika beton sudah mengeras, sehingga beton akan mempunyai sifat tembus air yang besar, akibatnya kekuatan beton berkurang.

Rongga ini dapat dikurangi dengan bahan tambah meskipun penambahan ini akan menambah biaya pelaksanaan. Bahan tambah ini merupakan bahan khusus yang ditambah dalam campuran beton sebagai pengisi dan pada umumnya berupa bahan kimia organik dan bubuk mineral aktif. (FANDHI, 2009)

7. 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 komponenkomponennya yaitu;

- a. Pasta semen,
- b. Volume rongga,
- c. Agregat,

d. Interface (hubungan antar muka) antara pasta semen dengan agregat.

Dalam pelaksanaannya di lapangan, faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton adalah:

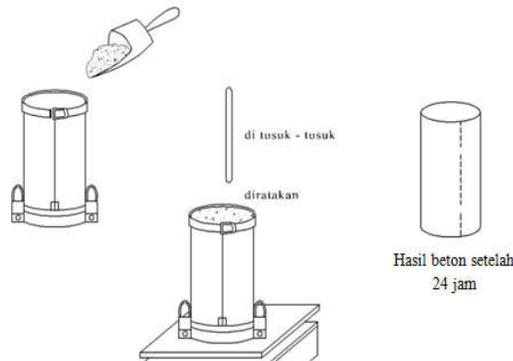
- a. Nilai faktor air semen. Untuk memperoleh beton yang mudah dikerjakan, diperlukan faktor air semen minimal 0,35. Jika terlalu banyak air yang digunakan, maka akan berakibat kualitas beton menjadi buruk. Jika nilai faktor air semen lebih dari 0,60, maka akan berakibat kualitas beton yang dihasilkan menjadi kurang baik.
- b. 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.
- c. 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.
- d. Umur beton. Semakin bertambah 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.
- e. Cara perawatan. Beton dirawat di laboratorium dengan cara perendaman, sedangkan di lapangan dilakukan dengan cara perawatan lembab (menutup beton dengan karung basah) selama 714 hari.

- f. 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.
- g. 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.
- h. Kualitas agregat yang meliputi:
 - a. gradasi
 - b. teksture permukaan
 - c. bentuk
 - d. kekuatan
 - e. kekakuan
 - 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.



Gambar 2.4. Sampel Silinder

$$\text{Kuat tekan beton} = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \dots\dots\dots(3)$$

Dengan :

P = beban maksimum (kg)

A = luas penampang (cm²)

8. Metode Pencampuran

Sesuai (SNI 03-6468-2000, 2000)

- a. Tentukan Slump Dan Kekuatan Rata-Rata Yang Ditargetkan.

Slump untuk beton kekuatan tinggi tanpa *superplasticizer* dapat diambil sebesar 50-100 mm disesuaikan dengan kondisi pembebanan.

Slump awal untuk beton kekuatan tinggi dengan *superplasticizer* dapat diambil sebesar 25-50 mm, kemudian sebelum dilaksanakan pengecoran di lapangan ditambah dengan *superplasticizer* sampai

slump yang disyaratkan tercapai. Kuat tekan rata yang ditargetkan untuk proporsi campuran yang dirancang berdasarkan pengalaman di lapangan, diambil yang lebih besar dari pada persamaan (4) atau (5), sedangkan untuk proporsi campuran berdasarkan campuran coba laboratorium diambil sesuai persamaan (6).

Untuk mencapai kuat tekan yang disyaratkan, campuran harus diproporsikan sedemikian rupa sehingga hasil pengujian lapangan lebih tinggi dari kuat tekan rata-rata yang disyaratkan atau f_c' .

Proporsi campuran beton boleh memproporsikan campuran beton kekuatan tinggi berdasarkan pengalaman dilapangan berdasarkan pada kekuatan tekan rata-rata yang ditargetkan f_{cr}' yang kekuatannya lebih besar dari pada dua persamaan berikut:

$$f_{cr}' = f_c' + s \dots\dots\dots(4)$$

$$f_{cr}' = 0,90 f_c' + s \dots\dots\dots(5)$$

Dengan :

f_{cr}' = kuat tekan rata-rata yang ditargetkan (MPa).

f_c' = kuat tekan rata-rata yang disyaratkan (MPa).

s = deviasi standar

dalam hal produsen beton menentukan proporsi campuran berdasarkan campuran coba dilaboratorium, kekuatan tekan rata-rata yang ditargetkan f_{cr}' dapat ditentukan dengan persamaan:

$$f_{cr}' = \frac{f_c' + 9,66 \text{ MPa}}{0,90} \dots\dots\dots(6)$$

Dengan :

f_{cr} = kuat tekan rata-rata yang ditargetkan (MPa).

f_c = kuat tekan rata-rata yang disyaratkan (MPa).

Tabel 2.4. Kekuatan Tekan Rata-Rata Perlu Jika Data Tidak Tersedia Untuk Menetapkan Deviasi Standar Benda Uji

Kekuatan tekan disyaratkan, MPa	Kekuatan tekan rata-rata perlu, MPa
$f_c < 21$	$f_{cr} = f_c + 7,0$
$21 \leq f_c \leq 35$	$f_{cr} = f_c + 8,3$
$f_c > 35$	$f_{cr} = 1,10 f_c + 5,0$

Sumber: (SNI 2847-2013, 2013)

b. Ukuran Agregat Kasar

Untuk kuat tekan rata-rata $<62,1$ MPa, agregat kasar yang digunakan adalah agregat dengan ukuran maksimum 20-25 mm.

Ukuran kuat tekan rata-rata $>62,1$ MPa, agregat kasar yg digunakan adalah agregat dengan ukuran maksimum 10-15 mm.

Ukuran agregat kasar maksimum sesuai SNI 03-2947-1992, yaitu:

- 1) 1/5 lebar minimum acuan.
- 2) 1/3 tebal pelat beton.
- 3) 3/4 jarak bersih minimum antar batang tulangan, kabel prategang.

c. Kadar Agregat Kasar Optimum

Kadar agregat kasar optimum digunakan bersama-sama dengan agregat halus yang mempunyai nilai modulus kehalusan antara 2,5-

3.2. Berat agregat kasar padat kering oven per m^3 beton adalah besarnya fraksi volume padat kering oven dikalikan dengan berat isi padat kering oven (kg/m^3).

Besarnya fraksi volume agregat padat kering oven yang disarankan berdasarkan besarnya ukuran agregat maksimum, tercantum dalam tabel (2.5.).

Tabel 2.5. Fraksi Volume Agregat Kasar Yang Disarankan

Ukuran (mm)	10	15	20	25
Fraksi Volume Padat Kering Oven	0,65	0,68	0,72	0,75

Sumber : Fandhi Hernando, 2009

Dari Ukuran agregat kasar maksimum yang digunakan, maka dari tabel 2.4, didapat fraksi agregat kasar optimum.

$$A_k = V_a \times M = \text{---} \text{ kg/m}^3 \text{(7)}$$

Dengan :

A_k = Kadar agregat kasar padat kering oven (kg/m^3).

V_a = Fraksi Vol. Agregat kasar (%)

M = Berat isi padat kering oven (kg/m^3).

d. Estimasi Kadar Air dan Kadar Udara

Estimasi pertama kebutuhan air dan kadar udara untuk beton segar diberikan pada tabel 2.6. Bentuk butiran dan tekstur permukaan agregat halus berpengaruh pada kadar rongga udara pasir, karena itu kadar rongga udara yang aktual dan kadar air harus dikoreksi dengan persamaan (7) dan (8).

$$V = \frac{[1-M]}{Bk} \times 100\% \dots\dots\dots(7)$$

Dengan :

V = Kadar udara (%)

M = Berat isi padat kering oven (kg).

Bk = Berat jenis relatif kering (kg).

$$\text{Koreksi Kadar Air, liter/m}^3 = [V-35] \times 4,75 \dots\dots\dots(8)$$

Dengan :

V = Kadar udara (%)

$$\text{Kebutuhan air total} = A+B \dots\dots\dots(9)$$

A = estimasi pertama kebutuhan air

B = koreksi kadar air

Penggunaan persamaan ini mengakibatkan penyesuaian air sebanyak 4,75 liter/m³ untuk setiap persen (%) penyimpangan kadar udara dari 35%.

Tabel 2.6. Estimasi Pertama Kebutuhan Air Pencampuran dan Kadar Udara Beton Segar Berdasarkan Pasir dengan 35% Rongga Udara

Slump (mm)	Air Pencampur (Liter/m ³)				Keterangan
	Ukuran Agregat Kasar Maksimum (mm)				
	10	15	20	25	
25-50	184	175	169	166	
50-75	190	184	175	172	
75-100	196	190	181	178	
Kadar Udara	3,0	2,5	2,0	1,5	Tanpa <i>Superplasticizer</i>
(%)	2,5	2,0	1,5	1,0	Dengan <i>Superplasticizer</i>

Sumber (SNI 03-6468-2000, 2000)

Catatan :

- Kebutuhan air pencampuran pada tabel di atas adalah untuk beton kekuatan tinggi sebelum diberi *Superplasticizer*.
- Nilai kebutuhan air di atas merupakan nilai-nilai maksimum jika agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah dengan bentuk butiran yang baik, permukaannya bersih, dan bergradasi baik sesuai ASTM C 33.
- Nilai-nilai harus dikoreksi jika rongga udara pasir bukan 35%, dengan persamaan (8).

e. Tentukan Rasio Air Dengan Bahan Bersifat Semen $W/(c + p)$

Lihat tabel 2.7. untuk beton kekuatan tinggi dengan *superplasticizer* dan ukuran agregat maksimum yang digunakan. Yaitu kuat tekan rata-rata yang ditargetkan untuk kondisi

laboratorium pada umur 28 hari (f_{cr}') persamaan (6), untuk mendapatkan kekuatan lapangan (f_{cr}') persamaan (5). Setelah diinterpolasi maka didapatkan rasio $W/(c + p)$.

$$f_{cr}' \approx \text{rasio } W/(c + p) = \text{Nilai rasio } W/(c + p) \dots\dots\dots(10)$$

Dengan :

f_{cr}' = kekuatan tekan rata-rata yang ditargetkan dilapangan.

Tabel 2.7. Rasio $W/(c + p)$ Maksimum yang Disarankan (dengan Superplasticizer)

Kekuatan Lapangan f'_{cr} (MPa)		$W/(c + p)$			
		Ukuran Agregat Kasar Maksimum (mm)			
		10	15	20	25
48,3	28 hari	0,50	0,48	0,45	0,43
	56 hari	0,55	0,52	0,40	0,38
55,2	28 hari	0,44	0,42	0,40	0,38
	56 hari	0,48	0,45	0,35	0,38
62,1	28 hari	0,38	0,36	0,35	0,34
	56 hari	0,42	0,39	0,37	0,36
69,0	28 hari	0,33	0,32	0,31	0,30
	56 hari	0,37	0,35	0,33	0,32
75,9	28 hari	0,30	0,29	0,27	0,27
	56 hari	0,33	0,31	0,29	0,29
82,8	28 hari	0,27	0,26	0,25	0,25
	56 hari	0,30	0,28	0,27	0,26

Catatan : $f'_{cr} = f'_c + 9,66$ (MPa)

f. Tentukan Kadar Bahan Bersifat semen

Kadar bahan bersifat semen per m^3 beton dapat ditentukan dengan membagi kadar air dengan $(c + p)$. Bila kadar bahan bersifat semen yang dibutuhkan lebih dari $594 \text{ kg}/m^3$, proporsi campuran beton disarankan dibuat dengan menggunakan bahan bersifat semen alternatif atau metode perancangan proporsi beton lain.

$$\text{Kadar bahan bersifat semen} = \text{Kadar air} : \frac{W}{(c + p)} \dots\dots\dots(11)$$

g. Kadar Pasir

Sesudah ditentukan kadar agregat kasar, kadar air, kadar udara dan kadar semen, maka pasir untuk membuat 1 m^3 campuran beton dapat dihitung dengan menggunakan Metode Volume Absolut. Kadar Pasir, ditentukan dengan metode Volume Absolut adalah 1 m^3 dikurangi volume per m^3 beton dari semen portland, abu terbang, agregat kasar, air dan rongga udara. Volume semua bahan kecuali pasir per m^3 campuran beton adalah sebagai berikut:

Volume pasir =

$$1000 - (\text{vol. Air} + \text{vol. Udara} + \text{vol. Semen} + \text{vol. Ag. Kasar}) \dots\dots(12)$$

Dikonversi menjadi berat pasir kering oven =

$$\frac{\text{Vol.Pasir}}{1000} \times \text{berat jenis relatif kering} \times 1000 = \dots \text{ kg.} \dots\dots\dots(13)$$

h. Kadar *Superplasticizer*

Superplasticizer harus memenuhi SNI 03-2495-1991 tentang Spesifikasi Bahan Tambahan untuk Beton. Bila *Superplasticizer* yang digunakan berbentuk cair, maka kadarnya dinyatakan dalam satuan ml/kg (c+p), dan bila berbentuk tepung halus jumlahnya dinyatakan dalam berat kering gr/kg (c+p). (Fandhi Hernando 2009)

i. Berat volume beton

Berat vol beton = Proporsi campuran dasar : (berat kering)

Vol. Air + Vol. Semen + Vol. Ag. Kasar + Vol. Ag. Halus +
Superplasticizer =(kg/m³)(14)

Tabel 2.8. Klasifikasi Beton Berdasarkan Berat Satuan

Jenis beton	Berat satua (Kg)
Beton ringan	≤1.900
Beton normal	2.200-2.500
Beton berat	>2.500

SNI 03-2847-2002

j. Campuran Coba

Dari setiap proporsi campuran harus dibuat campuran coba untuk pemeriksaan karakteristik kelecakan dan kekuatan beton dari proporsi tersebut. Berat pasir, berat agregat kasar dan volume air harus dikoreksi sesuai kondisi kebasahan agregat saat itu. Setelah pengadukan, setiap adukan harus menghasilkan campuran yang

merata dalam volume yang cukup untuk pembuatan sejumlah benda uji.

k. Penyesuaian Proporsi Campuran Coba

Bila sifat-sifat beton yang diinginkan tidak tercapai, maka proporsi campuran coba semula harus dikoreksi agar menghasilkan sifat-sifat beton yang diinginkan.

1) Slump Awal

Jika slump awal campuran coba di luar rentang slump yang diinginkan, maka pertama-tama harus dikoreksi adalah kadar air. Kemudian kadar bahan bersifat semen dikoreksi agar rasio $W/(c + p)$ tidak berubah dan kemudian baru dilakukan koreksi kadar pasir untuk menjamin tercapainya slump yang diinginkan.

2) Kadar *Superplasticizer*

Bila digunakan bahan *superplasticizer* maka kadarnya harus divariasikan pada suatu rentang yang cukup besar untuk mengetahui efek yang timbul pada kelecakan dan kekuatan beton.

3) Kadar Agregat Kasar

Setelah campuran coba dikoreksi untuk mencapai kelecakan yang direncanakan, harus dilihat apakah campuran menjadi terlalu kasar untuk pengecoran atau untuk finishing. Bila perlu, kadar agregat kasar boleh direduksi dan kadar pasir disesuaikan supaya kelecakan yang diinginkan tercapai.

Proporsi ini dapat mengakibatkan kebutuhan air bertambah sehingga kebutuhan total bahan bersifat semen juga meningkat agar rasio $W/(c + p)$ terjaga konstan.

4) Kadar Udara

Bila kadar udara hasil pengukuran berbeda jauh dari yang diperkirakan pada persamaan (7), jumlah Superplasticizer harus direduksi atau kadar pasir dikoreksi untuk mencapai kelecakan yang direncanakan.

5) Rasio $W/(c + p)$

Bila kuat tekan yang ditargetkan tidak dapat dicapai dengan menggunakan $W/(c + p)$ yang ditentukan pada tabel 2.7. campuran coba ekstra dengan perbandingan $W/(c + p)$ yang lebih rendah dan harus dibuat dan diuji.

1. Penentuan Proporsi Campuran yang Optimum

Setelah campuran coba yang dikoreksi menghasilkan kelecakan dan kekuatan yang diinginkan, benda-benda uji harus dibuat dengan proporsi campuran coba tersebut sesuai dengan kondisi di lapangan.

Untuk mempermudah prosedur produksi dan pengontrolan mutu, maka pelaksanaan pembuatan benda uji itu harus dilakukan oleh personil dengan menggunakan peralatan yang akan digunakan di lapangan.

Hasil uji kekuatan untuk menentukan proporsi campuran optimum yang akan digunakan berdasarkan dua pertimbangan utama yaitu kekuatan beton dan biaya produksi.

B. Tinjauan Pustaka

1. Manurung & Hermawan, (2006)

Lumpur pada agregat merupakan salah satu faktor berpengaruh yang dapat menyebabkan terganggunya proses pengikatan pada beton serta pengerasan beton. Lumpur tidak dapat menjadi satu dengan semen sehingga menghalangi penggabungan antara semen dengan agregat yang pada akhirnya menyebabkan kekuatan tekan beton akan berkurang karena tidak adanya saling mengikat. Kadar lumpur yang diijinkan menurut untuk agregat halus (pasir) adalah maksimal 5% dan untuk agregat kasar (split) maksimal 1%. (Hermawan et al., 2006)

2. Itsna Fauziyah Royani, Achmad Basuki, Sunarmatso (2014)

Penelitian beton menggunakan limbah plastik PET dan limbah serbuk kayu untuk mencari nilai kuat tekan beton, kuat tarik, kuat lentur, serta redaman bunyi pada panel dinding beton. Penelitian dilakukan dengan membuat 12 benda uji yaitu 3 silinder dengan diameter 7,5 cm dan tinggi 15 cm, 3 balok untuk pengujian kuat tarik, 3 pelat panel ukuran 50 x 30 x 3 cm untuk pengujian kuat lentur, serta 3 silinder dengan ukuran diameter 10 cm dan tebal 3 cm untuk uji redam bunyi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan limbah plastik PET dan serbuk kayu memenuhi syarat dan hasil yang diinginkan untuk pengaplikasian panel dinding beton. (Basuki et al., 2014)

3. Deni Anwar Hamid, Solihin As'ad, Endah Safitri (2014)

Penelitian beton dengan menggunakan limbah beton sebagai agregat baru pengganti agregat alam terhadap kuat tekan serta modulus elastis pada beton berkinerja tinggi *grade* 80 atau kuat tekan minimal 80 Mpa. Proporsi campuran yang digunakan adalah 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100%. Benda uji yang digunakan adalah silinder dengan diameter 7,62 cm dan tinggi 15,24 cm. Dari hasil penelitian menunjukkan penurunan kuat tekan yang cukup signifikan mengikuti besarnya proporsi limbah yang digunakan. Serta nilai modulus elastis yang dihasilkan juga ikut menurun seiring penurunan kuat tekan beton. (Hamid et al., 2014)

4. Conita Saleh, Titik Penta Artiningsih, Damar Susilowati (2016)

Penelitian beton dengan memanfaatkan limbah beton readymix sebagai agregat pada beton secara optimal. Penelitian menggunakan beton silinder dengan umur beton 7 Hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari pada sampel beton silinder. Menghasilkan kuat tekan beton 24,59 Mpa atau 98 % dari kuat tekan rencana yaitu 25 Mpa. (Saleh et al., 2016)

5. Soelarso, Baehaki, Nur Fatah Sidik (2016)

Penelitian beton dengan menggunakan limbah beton sebagai agregat kasar pada beton. Beton yang dibuat adalah beton normal dengan

kuat tekan rencana 25 Mpa dan nilai slump 30-60 mm. Penggunaan proporsi agregat limbah sebesar 25%, 50%, 75%, dan 100%. Hasil penelitian ini menunjukkan semakin besar penggunaan proporsi limbah beton sebagai agregat kasar mengakibatkan semakin besar pula penurunan kuat tekan serta modulus elastis yang dihasilkan oleh beton. (Soelarso et al., 2016)

6. Dewi Sulistyorini, Iskandar Yasin, Bassilius Emilda Judu (2018)

Penelitian beton menggunakan *recycling* aspal sebagai agregat halus pada beton serta penggunaan kawat kasa. Sampel beton yang dibuat adalah sampel beton silinder dengan diameter 150 mm serta tinggi 300 mm dan plat beton dengan panjang 500 mm, lebar 250 mm dan tebal 100 mm. Proporsi penggunaan *recycling* sebesar 0%, 10%, 20% dan 30%. Penelitian ini menghasilkan kuat tekan beton rata-rata 22,58 Mpa. Pengaplikasian kawat kasa pada beton menghasilkan kenaikan kuat lentur pada beton. (Sulistyorini et al., 2018)

7. Munther, (2019)

Beton merupakan faktor utama dalam bidang konstruksi pada saat ini. Beton dipilih sebagai bahan bangunan karena mempunyai kekuatan tekan yang tinggi.

Secara struktural beton mempunyai tegangan tekan cukup besar, sehingga bermanfaat untuk struktur yang menahan gaya-gaya tekan. Akan tetapi, beton juga memiliki kelemahan yaitu kekuatan tariknya sangat rendah

dan bersifat getas (*brittle*), sehingga untuk menahan gaya tarik tersebut ditambahkan baja tulangan.

Penambahan baja tulangan pun belum memberikan hasil yang optimal. Sering kita jumpai pada suatu balok, terdapat retak memanjang atau retak halus yang disebabkan oleh gaya tarik yang bekerja pada balok tersebut. Kekuatan beton bergantung pada beberapa aspek, salah satunya adalah faktor air semen (FAS) yang dipakai dalam adukan beton. Untuk mencapai adukan beton yang memenuhi syarat, maka adukan beton yang menggunakan nilai fas yang besar, akan lebih sedikit membutuhkan pasta semen, sebaliknya adonan beton yang menggunakan nilai fas yang kecil, akan lebih banyak membutuhkan pasta semen. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui kuat tarik belah beton serta pengaruh dari penggunaan limbah pecahan beton dengan variasi limbah 50% - 50% dan 80% - 20% dengan mutu beton rencana K250, dengan umur rencana beton 7 hari, 24 hari dan 28 hari. Kuat tarik beton relatif rendah, kira-kira 10%-15% dari kekuatan tekan beton, kadangkadang 20%. Kekuatan ini lebih sukar untuk diukur dan hasilnya berbeda-beda dari satu bahan percobaan ke bahan percobaan yang lain dibandingkan untuk silinder-silinder tekan. (Munther et al., 2019)

8. Dahliah Patah, (2022)

Pengaruh Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Kekuatan Beton. Melalui uji kuat tekan pada umur beton 28 Hari. Dengan menghasilkan kuat tekan optimum yaitu sebesar 34,39 Mpa pada penggunaan limbah Beton sebesar 30%. (Dahliah et al., 2022)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Dalam melakukan penelitian Limbah Agregat Kasar Pada Beton Mutu K-250 Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton penulis menggunakan metode eksperimen. Metode eksperimen adalah suatu tindakan atau pengamatan yang direncanakan dalam rangka untuk menghasilkan suatu produk yang dapat bermanfaat serta digunakan dan oleh khalayak umum.

Penelitian akan dilakukan dengan pengambilan sampel limbah beton untuk diuji. Pengujian dilakukan dengan pembuatan benda uji beton dengan benda uji silinder diameter 15 cm, tinggi 30 cm. dengan umur beton 7 hari, 24 hari dan 28 hari.

Penelitian dibagi menjadi beberapa tahapan, yaitu:

1. Tahap I

Disebut dengan tahap persiapan, yaitu mempersiapkan bahan dan peralatan yang digunakan dalam penelitian.

a. Bahan :

- 1) Pasir Sungai
- 2) Limbah beton pengganti agregat kasar
- 3) Semen tipe PPC merek tiga roda
- 4) Air
- 5) Obat beton tipe D (aditon)

b. Alat :

- 1) Oven untuk uji kadar air pada agregat dan kebersihan lumpur pada agregat.
- 2) Neraca digital kapasitas 100 kg. dengan ketelitian mencapai 0,1 gram
- 3) Satu set saringan agregat bentuk lubang ayakannya persegi dengan diameter 25,4 mm, 19,0 mm, 12,7 mm, 9,5 mm, 4,76 mm, dan pan.
- 4) Mixer mini (mesin molen)
- 5) Sendok semen
- 6) Satu set *slump test*
- 7) Cetakan benda uji
- 8) Alat penusuk dari batang besi
- 9) Ember
- 10) Picnometer
- 11) Gelas ukur, dengan kapasitas 1000 ml untuk menakar kebutuhan air pada proses pencampuran bahan beton serat.
- 12) Gelas ukur, dengan kapasitas 250 ml untuk meneliti kandungan zat organik dan kadar lumpur dalam agregat halus.
- 13) Mesin uji kuat tekan
- 14) Pipet, untuk mengambil air semen pada saat pengambilan data *blending*.

- 15) Sekop besar, untuk alat pengambil material.
- 16) Kuas dan sikat.
- 17) Nampan material, sebagai tempat agregat halus, agregat kasar, dan semen pada saat penimbangan dan pengovenan pada pengujian material.

2. Tahap II

Disebut dengan tahap uji material bahan. Yaitu tahap untuk melakukan uji terhadap sifat dan karakteristik material bahan yang akan digunakan sebagai komposit beton. Sehingga akan diketahui kelayakan bahan komposit.

- a. Analisa pembagian butiran.
- b. Uji berat jenis agregat.
- c. Uji gradasi.
- d. Uji penyerapan air (*SSD*).
- e. Uji berat satuan.

3. Tahap III

Disebut dengan tahap pembuatan benda uji. Pada tahap ini dilakukan pekerjaan sebagai berikut:

- a. Pembuatan *mix design*.
- b. Pembuatan komposit beton.
- c. Pemeriksaan nilai slump beton segar.
- d. Pembuatan benda uji Kubus 15 x 15 x 15 cm.

4. Tahap IV

Disebut dengan tahap perawatan beton (*curing*). Pada tahap ini akan dilakukan perawatan terhadap benda uji yang telah dibuat pada tahap III sesuai SNI T-15-1990-03.

5. Tahap V

Disebut dengan tahap pengujian. Pada tahap ini pengujian kuat tekan dilakukan terhadap sampel kubus 15 x 15 x 15 cm.

6. Tahap VI

Disebut dengan tahap analisa data. Data yang dihasilkan dari pengujian akan dianalisa serta dilakukan penarikan kesimpulan penelitian.

B. Waktu dan Tempat

1. Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilakukan pada Juni 2023 -Juli 2023.

2. Tempat Penelitian

Penelitian Pengaruh Penggunaan Superplasticizer dan Limbah Beton Fc 30 Mpa Sebagai Pengganti Sebagian Agregat kasar Pada Beton K-175 Terhadap Nilai Kuat Tekan akan dilaksanakan di Laboratorium PT. Nisajana Hasna Rizqy - Kabupaten Tegal sebagai sarana tempat serta sarana pendukung berlangsungnya penelitian.

C. Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas

Inovasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan limbah beton sebagai bahan agregat kasar. Kekuatan yang diteliti pada penelitian ini adalah kuat tekan beton dengan menggunakan benda uji Kubus.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat penelitian ini adalah SK SNI T-15-1990-03.

D. Instrumen Penelitian

Instrumen-instrumen pada pelaksanaan penelitian ini sebagai berikut:

1. Alat

Peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian yaitu:

a. Mesin Molen

Mesin Molen adalah Mesin yang digunakan untuk mengaduk bahan campuran beton.



Gambar 3.1 Mesin Molen

Sumber : Dokumentasi Pribadi

b. Mesin Kuat Tekan Beton (*Compression Testing Machine*)

Mesin Kuat Tekan Beton (*Compression Testing Machine*) berguna untuk pengujian kuat tekan pada beton.



Gambar 3.2 Mesin Kuat Tekan Beton

Sumber : Dokumen Pribadi

c. Satu Set Saringan

Satu Set Saringan digunakan untuk pengujian agregat halus dari agregat kasar.



Gambar 3.3 Satu set Saringan

Sumber : Dokumen Pribadi

d. Timbangan

Timbangan adalah salah satu peralatan laboratorium umum yang digunakan untuk menimbang berat komposisi campuran beton.



Gambar 3.4 Timbangan

Sumber : Dokumen Pribadi

e. Cetakan Beton Kubus

Cetakan beton Kubus merupakan alat pencetak beton yang digunakan untuk pengujian kekuatan, komposisi, dan sebagainya sebelum membuat konstruksi beton sesungguhnya. Cetakan beton Kubus dengan Panjang 15 cm Lebar 15 cm dan tinggi 15 cm.



Gambar 3.5 Cetakan Beton Kubus

Sumber : Dokumen Pribadi

f. Satu Set Uji Slump

Adalah pengujian yang dilakukan untuk mengukur tingkat konsisten dari adonan beton yang baru dibuat sebelum digunakan.



Gambar 3.6 Satu Set Uji Slump

Sumber : Dokumen Pribadi

g. Pan, Kompor Dan Wajan

Pan, kompor dan wajan adalah alat yang digunakan untuk memasak tanah agar menjadi kering dengan suhu termometer 110°C .



Gambar 3.7 Pan, Kompor Dan Wajan

Sumber : Dokumen Pribadi

h. Picnometer

Picnometer adalah untuk pemeriksaan berat jenis Saturated Surface Dry (SSD).



Gambar 3.8 Picnometer

Sumber : Dokumen Pribadi

2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan untuk penelitian meliputi sebagai berikut:

a. Agregat Kasar

Agregat kasar 1-2



Gambar 3.9 Agregat kasar

Sumber : Dokumen Pribadi

b. Limbah Beton Fc 30 Mpa (Sebagai Pengganti Agregat Kasar)

Limbah Beton Fc 30 Mpa adalah bahan yang digunakan untuk penambahan sebagai pengganti sebagian agregat kasar terhadap kuat tekan beton. Agregat kasar 1-2.



Gambar 3.10 Agregat Kasar

Sumber : Dokumen Pribadi

c. Pasir (Sand)

Agregat halus (pasir Muntilan)



Gambar 3.11 Pasir (Sand)

Sumber : Dokumen Pribadi

d. Semen Portland

Adalah jenis semen yang digunakan secara umum sebagai bahan dasar beton, mortar, plester dan adukan. jenis semen yang digunakan secara umum sebagai bahan dasar beton, mortar, plester dan adukan.



Gambar 3.12 Semen Portland

Sumber : Dokumen Pribadi

e. Superplasticizer

Adalah polimer linear yang mengandung sulfonic acid, berfungsi menghilangkan gaya permukaan pada partikel semen sehingga lebih menyebar.



Gambar 3.13 Superplasticizer

Sumber : Dokumen Pribadi

3. Tahap dan Prosedur Penelitian

Dalam penelitian ini penulis menggunakan beberapa tahap penelitian supaya bisa mendapatkan hasil yang maksimal. Beberapa tahap yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

a. Penyediaan alat dan bahan

Pada tahap pertama menyediakan bahan dan alat yang digunakan untuk penelitian harus di siapkan dengan baik agar dalam penelitian sistematika jelas.

b. Pengujian dan Pemeriksaan material

Pada tahan kedua adalah tahap uji bahan yang dilakukan pada agregat halus dan agregat kasar. Tahapan ini dimaksudkan untuk mengetahui dari karakteristik pada bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian dan tahap uji bahan yang berguna untuk acuan membuat mix design.

1) Pemeriksaan kadar lumpur

Yaitu pemeriksaan dengan cara pengujian sederhana untuk melihat kadar lumpur pasir.

- a) Masukkan pasir sebanyak 230 ml kedalam gelas ukur
- b) Lalu masukan air lagi sebanyak 70 ml kedalam gelas ukur
- c) Diamkan selama 1 jam untuk melihat hasilnya
- d) Cara menentukan pasir yang kualitas baik yaitu: warna air naik kebersihkan permukaan tidak berwarna coklat lumpur, pasir yang baik diantara beberapa sample tersebut warna airnya paling bening

2) Pemeriksaan gradasi

- a) Bersihkan agregat yang akan diuji kemudian keringkan dalam oven dengan suhu $110 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ sampai beratnya tetap.

- b) Kemudian susun saringan dimulai dari saringan paling besar, lalu curahkan benda uji pada perangkat saringan dan digunjangkan dengan mesin selama 15 menit.
 - c) Setelah di guncangkan masing-masing saringan ditimbang kembali (w_2) dan akan diperoleh berat benda uji yang tertahan pada masing-masing saringan.
- 3) Pemeriksaan kadar air
- a) Agregat halus (pasir) sebanyak 600 gram
 - b) Agregat kasar (ukuran 10 – 10 mm) sebanyak 1.500 gram
 - c) Agregat kasar (ukuran 10 – 20 mm) sebanyak 2.500 gram
- Perhitungan kadar air = $(W_3 - W_5) / (W_5) \times 100\%$
- Dimana: W_3 = berat contoh semula (gram)
- W_5 = berat contoh kering (gram)
- 4) Pemeriksaan berat jenis agregat
 - 5) Pemeriksaan berat satuan
 - 6) Pemeriksaan keausan agregat
- c. Pembuatan benda uji

Pada tahap ketiga adalah pembuatan benda uji. Pembuatan benda uji diawali dengan perencanaan campuran beton (mix design) dilakukan menggunakan mix design yang mengacu pada peraturan (SNI 7656:2012, 2012). Dengan mutu kuat tekan beton K-175. Pembuatan bahan campuran beton (mix design) dimulai dari agregat kasar, agregat halus, semen, air, dan tambahan dari pasir. Bahan-

bahan tersebut kemudian dicampurkan kedalam mesin pengaduk beton kemudian lakukan uji slump sesuai SNI 1972-2008, setelah beton segar sudah sesuai dengan standar yang ditentukan, selanjutnya adalah pembuatan benda uji beton berupa Kubus.

Pembuatan benda uji dilakukan dalam 1(satu) kali pengujian, dengan tahapan produksi sebagai berikut:

- 1) Masukkan agregat halus dan semen kedalam mixer/mesin molen sampai semen dan agregat halus tercampur dengan halus tercampur dengan baik sambil menambahkan air sedikit demi sedikit.
- 2) Putar mixer/mesin molen ± 2 menit dengan menambahkan sejumlah kerikil (agregat halus) tapi perlahan lalu sedikit demi sedikit.
- 3) Setelah semua tercampur rata tambahkan Superplasticizer.
- 4) Tambahkan sisa air ke mixer/mesin molen.
- 5) Matikan mixer/mesin molen terlebih dahulu untuk memeriksa atau melihat apakah adukan beton yang menempel pada alat didalamnya jika ada yang menempel tusukan dengan, memasukan sedikit besi kedalam lubang agar adukan/adonan beton tercampur rata dengan lainnya.
- 6) Nyalakan Kembali mesin mixer/mesin molen, lalu tambahkan sisa air hingga adonan tercampur rata.
- 7) Jika campuran/beton tercampur dengan baik, matikan mixer/mesin molen dan lakukan uji slump.

- 8) Setelah hasil uji slump yang baik, campuran beton segar/mortar dimasukkan kedalam cetakan Kubus.
 - 9) Kemudian padakan dengan menggunakan besi.
 - 10) Tekan bagian dalam cetakan. Kemudian biarkan adukan/adonan beton dicetak menjadi lebih padat, lalu gunakan mesin fibrator pada bagian samping cetakan lalu ratakan dan haluskan bagian permukaanya.
 - 11) Diamkan adukan/adonan beton dalam cetakan ± 24 jam. Setelah ± 24 jam, bongkar cetakan dan keluarkan betonnya dan rendam beton selama 7, 14 hari dan 28 hari.
- d. Pemeriksaan nilai slump

Untuk menguji slump beton terlebih dahulu kita persiapan alat-alat sebagai berikut:

- 1) Cetakan (kerucut abram) adalah cetakan yang terbuat dari bahan logam dengan ketebalan 1,15 mm yang tidak lengket dan bereaksi dengan pasta semen. Cetakan harus berbentuk terpancung dengan diameter dasar 200 mm, diameter 100 mm dan tinggi 300 mm.
- 2) Tongkat pemadat adalah tongkat pemadat harus merupakan batang baja yang lurus, penampang lingkaran dengan diameter 16 mm dan panjang sekitar 600 mm, pada ujung batang berbentuk setengah bola berdiameter 16 mm.
- 3) Cetak
- 4) Mistar pengukur (penggaris dari baja)

5) Tatakan untuk dasar cetakan

e. Perawatan beton

Pada tahap ini adalah tahap perawatan benda uji yang mengacu pada SNI 2493-2011 tentang tata cara dan perawatan beton.

f. Pengujian kuat tekan beton umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari

Pada tahap ini adalah tahap pengujian beton. Yang dengan uji kuat tekan beton pada umur 7, 14 dan 28 hari.

g. Analisa data

Pada tahap ini hasil pengujian yang diperoleh dari hasil pengujian kuat tekan beton untuk mengetahui hasil dari variabel yang diteliti.

h. Kesimpulan dan saran

Pada tahap ini dilakukan kesimpulan dan saran guna sebagai hasil akhir dari tujuan penelitian menggunakan pasir silika sebagai substitusi sebagian agregat halus terhadap kuat tekan beton.

E. Metode Pengumpulan Data

Metode yang dilakukan dalam teknik pengumpulan data yaitu dengan mengumpulkan data-data literatur sebagai pendukung dalam melakukan penelitian maupun materi yang diperlukan dalam penelitian serta dengan melakukan uji laboratorium.

Mengacu pada SNI, untuk dapat melanjutkan kedalam proses pembuatan benda uji beton maka hal yang harus dilakukan adalah melakukan uji pada agregat yang akan digunakan. Untuk menghindari adanya penyimpangan

maka metode pengujian sampel pun harus sesuai dengan metode pengujian berdasarkan SNI.

Data-data yang dihasilkan dari pengujian kemudian diolah lebih lanjut untuk mengetahui hubungan/korelasi antar satu data hasil pengujian dengan data hasil pengujian lainnya. Sehingga akan menghasilkan nilai uji yang dapat digunakan sebagai acuan penelitian maupun kesimpulan penelitian.

Tabel 3.1 Tabel Pengujian Material

Materi Pengujian	Jenis material			
	Agregat Halus Eks. Muntilan	Agregat Kasar Eks Balapulang	Agregat Kasar (Limbah Beton Fc 30 Mpa)	Semen Portland
Uji berat jenis agregat dan penyerapan air	✓	✓	✓	
Analisa pembagian butiran.	✓	✓	✓	
Uji gradasi	✓	✓	✓	
Uji kadar lumpur	✓	✓	✓	
Uji berat isi agregat	✓	✓	✓	✓

Tabel 3.2. Kadar Lumpur Agregat Halus

Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2
Berat agregat kering (semula) + cawan	(gr)		
Berat agregat kering (akhir) + cawan	(gr)		
Berat cawan	(gr)		
Berat agregat kering (semula) (A)	(gr)		
Berat agregat kering (akhir) (B)	(gr)		
Kadar Lumpur = $\frac{(A-B)}{A} \times 100 \%$	(gr)		
Kadar Lumpur rata – rata	(%)		

Tabel 3.3. Kadar Lumpur Agregat Kasar Split 2-1 Dan Limbah Split 2-1

Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2
Berat agregat kering (semula) + cawan	(gr)		
Berat agregat kering (akhir) + cawan	(gr)		
Berat cawan	(gr)		
Berat agregat kering (semula) (A)	(gr)		
Berat agregat kering (akhir) (B)	(gr)		
Kadar Lumpur = $\frac{(A-B)}{A} \times 100 \%$	(gr)		
Kadar Lumpur rata – rata	(%)		

Tabel 3.4. Berat Isi Agregat Halus

			I (Kg)	II (Kg)	III (Kg)	Rata-rata
Berat Tempat + Sampel	A	A+B				
Berat Tempat	B					
Berat Sampel	C	A-B				
Volume Tempat	D	PxLxT				
Berat Isi Sampel	E	C/D				

Tabel 3.5. Berat Isi Agregat Kasar Murni Dan Limbah

			I (Kg)	II (Kg)	III (Kg)	Rata-rata
Berat Tempat + Sampel	A	A+B				
Berat Tempat	B					
Berat Sampel	C	A-B				
Volume Tempat	D	PxLxT				
Berat Isi Sampel	E	C/D				

Tabel 3.6. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus

		Pengujian (gr)		Rata-rata
		Sampel 1	Sampel 2	
Berat Contoh SSD	A			
Berat contoh Kering Oven	B			
Berat Picnometer + Air Kalibrasi	C			
Berat Picnometer + Air + Sampel	d			

Berat jenis bulk	$\frac{b}{c + a - d}$			
Berat jenis SSD	$\frac{a}{c + a - d}$			
Berat Jenis Semu (apparent)	$\frac{a}{c + b - d}$			
Penyerapan Air	$\frac{a - b \times 100\%}{b}$			

Tabel 3.7. Uji Gradasi Agregat Halus

Ukuran Saringan (mm)	Komulatif						Rata-rata Berat Tertahan (gr)	Ukuran Saringan (mm) % Tertahan
	Berat Tertahan (gr)		% Tertahan		% Lolos			
	A	B	C	D	E	F		
4,76								90-100
2,38								75-100
1,19								40-90
0,59								25-80
0,279								10-40
0,149								0-15
0,074								0-5
Pan = Gram								
Berat Sampel = Gram								

Tabel 3.8. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar Split 2-1 Dan Limbah Split 2-1

		Pengujian (gr)		Rata-rata
		Sampel 1	Sampel 2	
Berat contoh Kering Oven	BK			
Berat Sampel Kering permukaan Jenuh	BJ			

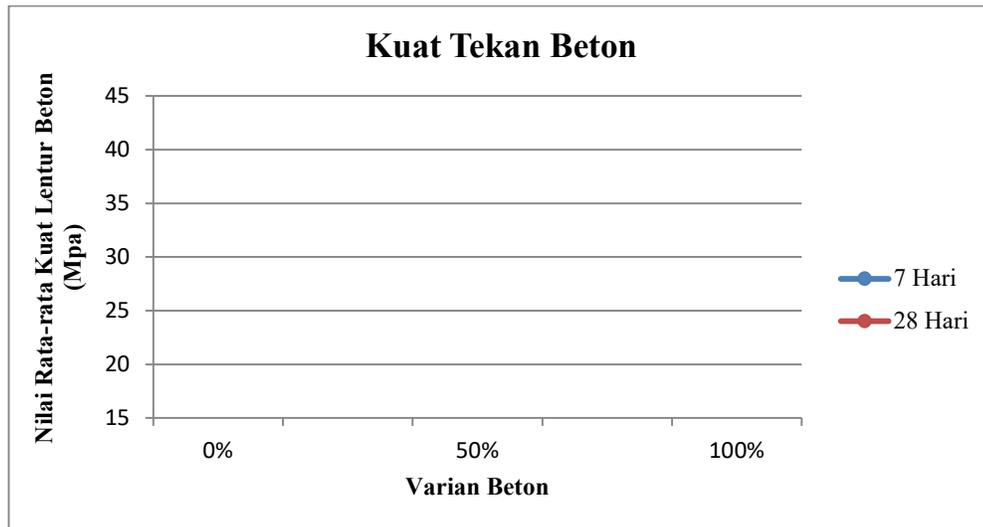
Berat Sampel Uji Didalam Air	BA			
Berat jenis bulk	$\frac{BK}{BJ - BA}$			
Berat jenis SSD	$\frac{BJ}{BJ - BA}$			
Berat Jenis Semu (apparent)	$\frac{BK}{BK - BA}$			
Penyerapan Air	$\frac{BJ - BK \times 100\%}{BK}$			

Tabel 3.9. Uji Gradasi Agregat Kasar Split 2-1 Dan Limbah Split 2-1

Ukuran Saringan (mm)	Kumulatif						Rata-rata Berat Tertahan (gr)	Ukuran Saringan (mm) % Tertahan
	Berat Tertahan (gr)		% Tertahan		% Lolos			
	A	B	C	D	E	F		
12,7								90-90
9,5								40-40
4,76								0-15
2,38								0-15
1,19								0

Tabel 3.10. Kuat Tekan Beton

Variasi Beton	Proporsi Campuran Agregat Kasar (%)	Slump (mm)	Nilai Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari (Mpa)			Rata-rata (Mpa)	Nilai Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari (Mpa)			Rata-rata (Mpa)
			I	II			III	IV		
1	0	10 Cm								
2	50									
3	100									



Rumus Faktor Air Semen

$$Fas = \frac{W}{(c + p)}$$

Keterangan :

Fas = Faktor air semen (%).

W = Rasio total berat air (kg).

c = Berat semen (kg).

p = Berat bahan tambah pengganti semen (kg)

Rumus Koreksi Campuran

$$\text{Air} = B - [(Ck - Ca) \times C / 100] - [(Dk - Da) \times D / 100]$$

$$\text{Agregat halus} = C + [(Ck - Ca) \times C / 100]$$

$$\text{Agregat kasar} = D + [(Dk - Da) \times D / 100]$$

Keterangan :

B = Jumlah kebutuhan air (kg/m^3 atau ltr/m^3)

C = Jumlah kebutuhan agregat halus (kg/m^3)

D = Jumlah kebutuhan agregat kasar (kg/m^3)

C_k = Kandungan air dalam agregat halus (%)

D_k = Kandungan air dalam agregat kasar (%)

C_a = Absorpsi air pada agregat halus (%)

D_a = Absorpsi air pada agregat kasar (%)

Rumus Menghitung berat jenis agregat campuran

$B_j \text{ camp} = P/100 \cdot b_j \text{ ag hls} + K/100 \cdot b_j \text{ ag ksr}$

Keterangan :

$B_j \text{ ag ksr L}$ = Berat jenis agregat kasar limbah

$B_j \text{ ag hls}$ = Berat jenis agregat halus

$B_j \text{ ag ksr}$ = Berat jenis agregat kasar

P = Persentase agregat halus terhadap agregat campuran

K = Persentase agregat kasar terhadap agregat campuran

Kadar Lumpur Agregat

$\text{Kadar Lumpur} = \frac{(A-B)}{A} \times 100 \%$

Keterangan :

A = Berat agregat kering (semula)

B = Berat agregat kering (akhir)

Rumus Berat Isi Agregat

Berat tempat+sempel = $A+C$

Berat sempe = $A-B$

Volume tempat = $\Pi \cdot r^2 \cdot t$

Berat isi sempel = C/D

Keterangan:

A= Berat tempat+sempel

B= Berat tempat

C= Berat sampel

D= Volume tempat

Rumus Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus

$$\text{Berat jenis bulk} = \frac{b}{c+a-d}$$

$$\text{Berat jenis SSD} = \frac{a}{c+a-d}$$

$$\text{Berat Jenis Semu (apparent)} = \frac{a}{c+b-d}$$

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{a-b \times 100\%}{b}$$

Keterangan:

A=Berat contoh SSD

B=Berat contoh kering oven

C=Berat Picnometer + Air Kalibrasi

D= Berat Picnometer + Air + Sampel

Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar

$$\text{Berat jenis bulk} = \frac{BK}{BJ-BA}$$

$$\text{Berat jenis SSD} = \frac{BJ}{BJ-BA}$$

$$\text{Berat Jenis Semu (apparent)} = \frac{BK}{BK-BA}$$

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{BJ-BA \times 100\%}{BK}$$

Keterangan

BK= Berat contoh Kering Oven

BJ= Berat Sampel Kering permukaan Jenuh

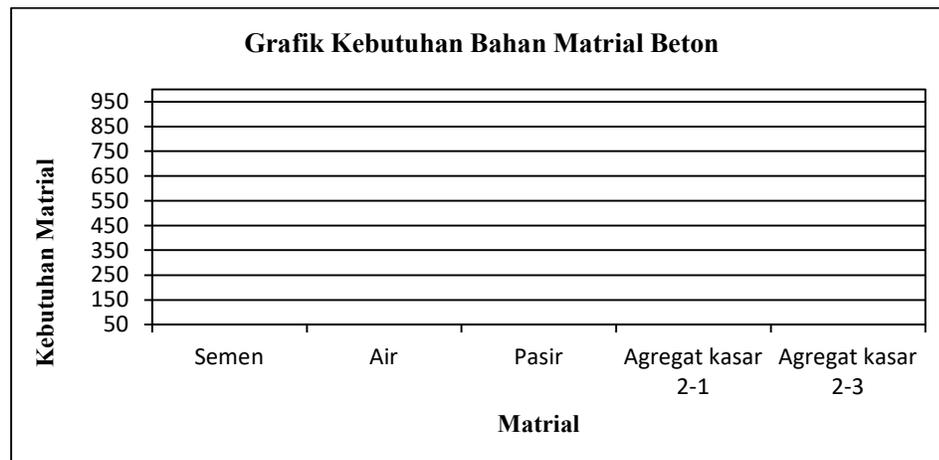
BA= Berat Sampel Uji Didalam Air

Campuran beton

- a. Pasir
- b. Semen
- x. agregat kasar
- e. air
- y. campuran beton

$$y = x + b$$

$$b = a+b+e$$



F. Metode Analisa Data

Metode analisa data yang akan digunakan yaitu dengan pengujian kuat tekan beton pada umur 7, 14 dan 28 hari. Berikut Langkah-langkah dalam penelitian penggunaan limbah beton fc 30 Mpa sebagai pengganti Sebagian agregat kasar terhadap kuat tekan beton adalah sebagai berikut:

1. Pengambilan Limbah Beton Benda Uji sebagai bahan material uji beton.
2. Persiapan kebutuhan alat yang digunakan selama proses penelitian.
3. Pengujian pada agregat yang akan digunakan pada *mixing* beton.
4. Pembuatan rencana pencampuran beton (*mix design*).
5. *Mixing design*.
6. Pengujian slump.
7. Pembuatan benda uji.
8. Perawatan benda uji.
9. Pengujian kuat tekan benda uji (usia 7 hari, dan 28 hari)
10. Pengolahan data.
11. Kesimpulan dan saran

G. Diagram Alur Penelitian

