



**PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH GRANIT UNPOLISH SEBAGAI  
PENGANTI SEBAGIAN AGREGAT KASAR TERHADAP NILAI KUAT  
TEKAN BETON K-175  
SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Dalam Rangka Memenuhi Penyusunan Studi  
Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik  
Program Studi Teknik Sipil  
Oleh :

**MUHAMMAD LUTHFUL HAKIM  
NPM. 6516500061**

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

**2023**

## PERSETUJUAN

Skripsi yang berjudul “PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH GRANIT  
UNPOLISH SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT KASAR  
TERHADAP NILAI KUAT TEKAN BETON K-175”

NAMA PENULIS : M.LUTHFUL HAKIM

NPM : 6516500061

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 :

### Anggota Penguji

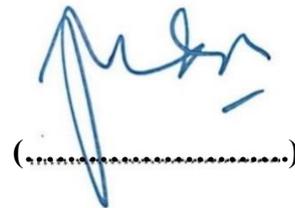
#### Penguji I

Rusnoto, ST.M.Eng  
NIDN. 0604127401



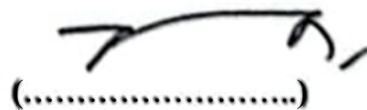
#### Penguji II

Weimintoro, ST.,MT.  
NIPY, 24561101982



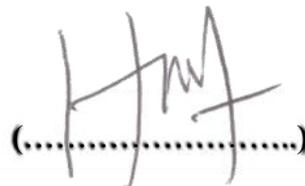
#### Penguji III

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



#### Penguji IV

Okky Hendra H ,ST., MT.  
NIPY, 19466321960



Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik



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

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul **“Pengaruh Penggunaan Limbah Granit Unpolish Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar Terhadap Nilai Kuat Tekan 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, 04 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan



M. Luthful Hakim

NPM. 6516500061

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

1. Pendidikan Merupakan Senjata Paling Ampuh yang Bisa Kamu Gunakan Untuk Merubah Dunia. (Nelson Mandela)
2. Musuh yang Paling Berbahaya di atas Dunia Ini Adalah Penakut dan Bimbang. Teman yang Paling Setia, Hanyalah Keberanian dan Keyakinan yang Teguh. (Andrew Jackson)
3. Melangkah Dengan Penuh Keyakinan Hingga Tercipta Keindahan Dan Injak Segala Kepedihan. (Penulis)
4. Jawaban dari Sebuah Keberhasilan Adalah Terus Belajar, Berusaha dan Tak Kenal Putus Asa. (Penulis)

### **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini penulis persembahkan kepada :

- Ibu Wanita Sempurna, Yang tak bisa dijelaskan dengan kata-kata.
- Bapak Untuk Dunia, Mungkin kamu hanya seseorang, tapi untuk ku, kau adalah dunia itu.
- Istri Tercinta Banyak hal yang telah kau beri untuk perjalananku yang dingin menjadi kehangatan yang tercipta disetiap waktu.
- Seluruh Dosen Teknik Sipil Universitas Pacasakti Tegal
- Seluruh teman baik
- Pembaca yang budiman

## **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 LIMBAH GRANIT UNPOLISH SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT KASAR TERHADAP NILAI KUAT TEKAN 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 dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.
2. Keempat orang tuaku yang tersayang, Bapak Saekhudin Ja'far, Bapak Tirnyanto, Ibu Winarti dan Ibu Rokhani (Almarhum)
3. Istriku Tercinta, Beti Nurhidayah
4. Anaku tersayang, Fathim Khaira Al Amira
5. Saudaraku , Evi Munziah,dan Baihaqi Albar
6. Bapak Okky Hendra H.,ST.,MT,selaku Kaprodi Teknik Sipil Universitas Pancasakti Tegal.
7. Bapak Teguh Haris Santoso, ST.,MT, selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama penyusunan Tugas Akhir ini.
8. Seluruh Dosen dan Staf Fakultas Teknik Universitas Panca Sakti Tegal.
9. Mahasiswa Semester XIV Fakultas Teknik Sipil Kelas C.
10. Seluruh Karyawan PT.NHR yang selalu memberikan saran dan bimbingan khususnya team Laboratorium Baching Plant yang mengijinkan tempat untuk penelitian ini (Bapak Mahfud) yang selalu membimbing penelitian.
11. 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, 04 Agustus 2023

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'M. Luthful Hakim', with a long horizontal stroke extending to the left.

M. Luthful Hakim

NPM. 6516500061

## ABSTRAK

Skripsi ini berjudul “**(Pengaruh Penggunaan Limbah Granit Unpolish Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton K-175)**” Skripsi ini ditulis oleh **M.LUTHFUL HAKIM, NPM 6516500061.2023** Prodi teknik sipil universitas pancasakti tegal, Lantai granit, atau nama lain dari *homogenous tile*, belakangan ini semakin banyak diminati. Material lantai satu ini begitu disukai karena daya tahannya yang kuat sehingga tidak mudah tergores dan rusak. Selain itu, lantai granit juga punya motif yang alami. Motif granit yang dihadirkan pun sangat variatif, membuat lantai granit bisa dipasang di berbagai lokasi, mulai dari area teras depan rumah, garasi, ruang keluarga, hingga dapur.

Tak hanya itu, lantai granit juga memiliki tekstur yang unik. Lantai granit yang tidak terpoles, misalnya, punya tekstur permukaan berserat dan cenderung kasar. Model lantai granit seperti ini sangat cocok dipasang di area yang mudah basah seperti kamar mandi dan area sekitar kolam renang. Tekstur lantai granit tidak terpoles yang berserat akan mengurangi licin.

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 tekan beban beton adalah besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan beton merupakan sifat terpenting dalam kualitas beton dibanding dengan sifat-sifat lain. dalam melakukan penelitian limbah granit unpolish sebagai pengganti sebagian agregat kasar terhadap nilai kuat tekan 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 ubin sebagai agregat kasar pada beton adalah untuk mengetahui kualitas beton yang akan di hasilkan dengan inovasi limbah granit unpolish sebagai agregat kasar.

Penelitian limbah granit unpolish sebagai agregat kasar terhadap nilai kuat tekan beton 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 saringan 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 tekan terbaik. beberapa varian yang di buat antara lain varian matrial murni 50% matrial limbah 50%, Penggunaan varian limbah 80%-20 murni untuk beton mutu K-175 dapat mencapai mutu yang direncanakan sesuai dengan pada job mix beton.

**Kata Kunci:** Beton, Agregat Kasar Limbah Granit Unpolish

## ABSTRACT

*This thesis entitled "(The Effect of Using Unpolished Granite Waste as a Partial Substitute for Coarse Aggregate on the Compressive Strength of K-175 Concrete)" This thesis was written by M.LUTHFUL HAKIM, NPM 6516500061.2023 Civil Engineering Study Program, Pancasakti University of Tegal, Granite Flooring, or another name for Homogeneous tiles, lately more and more in demand. This first floor material is so preferred because of its strong durability so it is not easily scratched and damaged. In addition, granite floors also have natural motifs. The granite motifs that are presented are also very varied, so that granite floors can be installed in various locations, starting from the front porch area of the house, garage, family room, to the kitchen.*

*Not only that, granite floors also have a unique texture. Unpolished granite floors, for example, have a fibrous surface texture and tend to be rough. This type of granite floor is perfect for installation in areas that get wet easily, such as bathrooms and areas around swimming pools. The fibrous texture of unpolished granite floors will reduce slippery.*

*Concrete is a mixture of cement, fine aggregate, coarse aggregate and water, with no additional admixtures to form a solid mass. In a general sense, concrete means a mixture of building materials in the form of sand and gravel or coral, which is then bound with cement mixed with water. With this the higher use of concrete makes the need for concrete production also increase. Not only that, with the high demand for concrete in the world of construction, the use of aggregate as a supporting material for concrete is also increasing.*

*The compressive strength of the concrete load is the amount of load per unit area that causes the concrete specimen to collapse when loaded with a certain compressive force generated by the press machine. Concrete compressive strength is the most important characteristic in concrete quality compared to other properties. in conducting research on unpolished granite waste as a partial substitute for coarse aggregate for the compressive strength of concrete the authors use the experimental method, the experimental method is an action and*

*observation planned in order to produce a product that can be useful and used by the general public.*

*The purpose of writing the innovation of tile waste as coarse aggregate in concrete is to determine the quality of the concrete that will be produced with the innovation of unpolished granite waste as coarse aggregate.*

*Research on unpolished granite waste as a coarse aggregate on the compressive strength of concrete will be carried out in the laboratory of PT. Nisajana Hasna Rizqy - Tegal Regency as a means of place and means of supporting research, method of analyzing data from laboratory test results, laboratory tests carried out are as follows, weighing material using a balance, screening aggregate using one specified by SNI, testing specific gravity and absorption, weight content, as well as silt content in coarse aggregate and fine aggregate, testing of density, volume of mixed production and air content of concrete with slump test, testing of flexural strength values with SNI beam test objects*

*The different proportions of the mixture aim to find the proportion of the variant that is capable of producing the best compressive strength values. Some of the variants made include the 50% pure material variant 50% waste material, the use of 80% -20 pure waste variant for K-175 quality concrete can achieve planned quality in accordance with the concrete job mix.*

*Keywords: Concrete, Unpolished Granite Waste Coarse Aggregate*

## DAFTAR ISI

	<b>Hal</b>
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Batasan Masalah.....	3
C. Rumusan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian.....	4

E. Manfaat Penelitian.....	4
F. Sistematika Penulisan.....	5
<b>BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
A. Landasan Teori.....	7
B. Teori Sebagai Alat Menjawab Permasalahan .....	11
C. Tinjauan Pustaka .....	38
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>42</b>
A. Metode Penelitian.....	42
B. Waktu dan Tempat Penelitian .....	45
C. Sampel Dan Teknik Pengambilan Sampel.....	46
D. Metode Pengumpulan Data.....	46
E. Metode Analisa Data.....	51
F. Spesimen Pengujian .....	55
G. Diagram Alur Penelitian .....	63
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>64</b>
A. Uji Material Komposit .....	64
B. Job Mix Formula Design.....	73
C. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton .....	80
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>85</b>
A. Kesimpulan.....	85
B. Saran.....	86

DAFTAR PUSTAKA .....	88
----------------------	----

LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

<b>GAMBAR</b>	<b>Hal</b>
Gambar 2.1. Slump .....	16
Gambar 2.2. Skema Uji Kuat Tekan Benda Uji Kubus .....	19
Gambar 2.3. Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan Dan Faktor Air Semen.....	25
Gambar 2.4. Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan Dan Faktor AIR Semen Bentuk Kubus .....	28
Gambar 2.5. Grafik Persentase Agregat Halus Terhadap Agregat Keseluruhan .	34
Gambar 2.6. Perkiraan Berat Jenis Beton Basah Yang Dimanfaatkan Secara Penuh .....	35
Gambar 3.2. Grafik Kuat Tekan Beton .....	52
Gambar 3.3. Neraca Digital, Neraca, Pengorengan, Kompor .....	57
Gambar 3.4. Mixser, Alat Uji Gradasi, Alat Uji Penyerapan Agregat Kasar, Alat Uji Berat Jenis Dan Penyerapan.....	58
Gambar 4.1. Grafik Gradasi Agregat Pasir Eks Muntilan .....	69
Gambar 4.2. Grafik Gradasi Agregat Kasar Murni Split 2-1 .....	70
Gambar 4.3. Grafik Gradasi Agregat Kasar Murni Split 2-3.....	72
Gambar 4.4. Grafik Gradasi Agregat Kasar Limbah Split 2-1 .....	74
Gambar 4.5. Grafik Gradasi Agregat Kasar Limbah Split 2-3 .....	76
Gambar 4.6. Grafik Kuat Tekan Beton Varian Matrial Limbah Dan Matrial Murni .....	87
Gambar 4.7. Grafik Kuat Tekan Beton Varian Matrial Limbah Dan Matrial Murni .....	88

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Hal</b>
Tabel 2.1. Nilai Slump Untuk Berbagai Macam Struktur .....	17
Tabel 2.2. Notasi Kuat Tekan Beton.....	21
Tabel 2.3. Rumus Konversi Dari Kubus ke Silinder.....	21
Tabel 2.4. Nilai Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal Pada Berbagai Umur Beton Benda Uji Silinder .....	22
Tabel 2.5. Jenis Semen <i>Portland</i> .....	23
Tabel 2.6. Perkiraan Kuat Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen 0,5 dan Jenis Semen dan Agregat Kasar.....	24
Tabel 2.7. FAS Maksimum Berbagai Pembetonan.....	28
Tabel 2.8. Kebutuhan Semen Minimum .....	29
Tabel 2.9. Kebutuhan Semen Minimum dan FAS maksimum Untuk Beton Bertulang .....	30
Tabel 2.10. Penetapan Nilai Slump.....	31
Tabel 2.11. Perkiraan Kebutuhan Air Per Meter Kubik.....	32
Tabel 2.12. Batas Gradasi Pasir .....	32
Tabel 3.1. Pengujian Material .....	48
Tabel 3.2. Kadar Lumpur Agregat .....	48
Tabel 3.3. Kadar Lumpur Agregat Kasar Split Murni Dan Split Limbah.....	48
Tabel 3.4. Berat Isi Agregat Halus.....	49
Tabel 3.5. Berat Isi Agregat Kasar Split Murni Dan Split Limbah.....	49

Tabel 3.6. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus .....	49
Tabel 3.7. Uji Gradasi Agregat Halus.....	50
Tabel 3.8. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar Split Murni Dan Split Limbah .....	50
Tabel 3.9. Uji Gradasi Agregat Kasar Split Murni Dan Split Limbah.....	51
Tabel 1.10. Kuat Tekan Beton .....	51
Tabel 3.11. Kuat Lentur Beton.....	52
Tabel 4.1. Kadar Lumpur Agregat Pasir Muntilan .....	60
Tabel 4.2. Kadar Lumpur Agregat Kasar Split 2-1 .....	61
Tabel 4.3. Kadar Lumpur Agregat Kasar Split 2-3.....	61
Tabel 4.4. Kadar Lumpur Agregat Kasar Limbah Granit Unpolish Split 2-1.....	61
Tabel 4.5. Kadar Lumpur Agregat Kasar Limbah Granit Unpolish Split 2-3.....	61
Tabel 4.6. Berat Isi Agregat Pasir Muntilan .....	62
Tabel 4.7. Berat Isi Agregat Kasar.....	62
Tabel 4.8. Berat Isi Agregat Kasar Limbah Granit Unpolish .....	63
Tabel 4.9. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Pasir Eks Muntilan .....	63
Tabel 4.10. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar .....	64
Tabel 4.11. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar Limbah.....	64
Tabel 4.12. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar Varian 1 Limbah Granit Unpolish 50% Murni 50% .....	65
Tabel 4.13. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar Varian 2 Limbah Granit Unpolish 80% Murni 20% .....	66

Tabel 4.14. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar Varian 3 Murni.....	66
Tabel 4.15. Uji Gradasi Agregat Pasir Eks Muntilan.....	67
Tabel 4.16. Uji Gradasi Agregat Kasar Murni 2-1.....	69
Tabel 4.17. Uji Gradasi Agregat Kasar Murni 2-3.....	71
Tabel 4.18. Uji Gradasi Agregat Kasar Limbah Granit Unpolish 2-1 .....	73
Tabel 4.19. Uji Gradasi Agregat Kasar Limbah Granit Unpolish 2-3 .....	75
Tabel 4.20. Job Mix Design Varian 1 Agregat Kasar Limbah 50% Murni 50%	77
Tabel 4.21. Job Mix Design Varian 2 Agregat Kasar Limbah Granit 80% .....	80
Tabel 4.22. Job Mix Design Varian 3 Agregat Kasar Murni 100%.....	83
Tabel 4.23. Hasil Uji Matrial .....	86
Tabel 4.24. Kuat Lentur Beton Varian Matrial Limbah Dan Matrial Murni .....	86
Tabel 4.25. Kuat Tekan Beton Varian Matrial Limbah Dan Matrial Murni.....	88
Tabel 4.26. Bahan Dan Hasil 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

mm : mili meter

cm : centi meter

SNI : Standar Nasional Indonesia

FAS : Faktor Air Semen

Ø : diameter

*SSD* : *Saturated Surface Dry*

SDA : Sumber Daya Alam

*HSC* : *High Strength Soncrete*

MPa : Mega Pascal

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Lantai granit, atau nama lain dari *homogenous tile*, Material lantai satu ini begitu disukai karena daya tahannya yang kuat sehingga tidak mudah tergores dan rusak. Selain itu, lantai granit juga punya motif yang alami. Motif granit yang dihadirkan pun sangat variatif, membuat lantai granit bisa dipasang di berbagai lokasi, mulai dari area teras depan rumah, garasi, ruang keluarga, hingga dapur.

Granit termasuk bahan galian industri yang berkaitan dengan intrusi plutonik batuan asam. Batuan ini terjadi dari proses pembekuan magma bersifat asam, terbentuk jauh di dalam kulit bumi sehingga disebut sebagai batuan dalam. Bentuk intrusi dapat berupa batholit, lakolit maupun phacolite.

Lantai granit juga memiliki tekstur yang unik. Lantai granit yang tidak terpoles, misalnya, punya tekstur permukaan berserat dan cenderung kasar. Model lantai granit seperti ini sangat cocok dipasang di area yang mudah basah seperti kamar mandi dan area sekitar kolam renang. Tekstur lantai granit tidak terpoles yang berserat akan mengurangi licin.

Penggunaan granit unpolish sebagai pengganti sebagian agregat kasar terhadap penggunaan agregat kasar dalam campuran beton merupakan upaya untuk memanfaatkan sisa potongan granit unpolish. Karena granit merupakan batuan berbutir cukup kasar dengan kandungan kuarsa dan feldspar yang tinggi yang umumnya sangat keras dan tahan terhadap erosi.

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.

Dalam perkembangannya banyak ditemukan beton baru hasil modifikasi, seperti beton ringan, beton semprot, beton fiber, beton berkekuatan tinggi, beton berkekuatan sangat tinggi, dll.

Komposisi bahan dalam pembuatan beton yang biasa digunakan adalah 1:2:3 yaitu, 1 untuk volume semen, 2 untuk volume pasir atau agregat halus, dan 3 untuk volume krikil atau agregat kasar.

Kuat tekan beban beton adalah besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan beton merupakan sifat terpenting dalam kualitas beton dibanding dengan sifat-sifat lain

Beton memiliki sifat-sifat yang menguntungkan terhadap api, awet, kuat tekan yang tinggi dan dalam pelaksanaannya mudah untuk dibentuk sesuai dengan yang kita inginkan.

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.

Pada penelitian ini, penulis akan mencoba meneliti penggunaan agregat kasar pada beton dengan pemanfaatan hasil dari limbah granit unpolish . Penelitian ini dimaksudkan untuk mempelajari apakah limbah granit unpolish bisa 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 yang bermutu . 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 granit unpolish 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 granit unpolish sebagai agregat kasar pada beton dengan varian penggunaan limbah 50% dan 80%.
2. Mutu beton yang dipakai acuan sebagai dalam penelitian ini adalah K 175.
3. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen portland tipe 2 dengan merk Gresik.
4. Agregat kasar yang digunakan adalah agregat kasar dari limbah granit unpolish.
5. Agregat kasar yang digunakan sebagai campuran adalah agregat eks sungai gung.
6. Agregat halus yang akan digunakan sebagai campuran adalah pasir dari muntalan 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 (panjang 15 cm, lebar 15 cm, tinggi 15 cm).
9. Uji *slump test* pada beton segar  $10 \pm 2$ .
10. Uji kuat tekan beton umur 7 hari ,14 hari dan 28 hari.
11. Kadar lumpur agregat halus 15% dari kuari/tambang manual.

12. Kadar Lumpur agregat kasar 5 %

### **C. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana kuat tekan yang di hasilkan dengan inovasi beton dengan campuran limbah granit unpolish sebagai agregat kasar pada beton.
2. Bagaimana pengaruh penggunaan limbah granit unpolish dengan proporsi masing-masing varian agregat kasar sebanyak, 50%-50%, 80%-20% sebagai agregat kasar pada beton.

### **D. Tujuan Penelitian**

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

1. Untuk mengetahui pengaruh limbah granit unpolish pada karakteristik kuat tekan pada beton.
2. Untuk menganalisa pengaruh substitusi limbah granit unpolish terhadap penurunan biaya produksi beton normal .

### **E. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti Hasil penelitian ini dapat dipergunakan untuk menerapkan Ilmu Pengetahuan yang diperoleh dalam perkuliahan dan menambah pengalaman serta menambah wawasan dalam bidang penelitian ilmiah.

2. Bagi Industri Memberikan alternatif penggunaan agregat kasar limbah granit unpolish sebagai bahan tambahan dalam pembuatan beton.
3. Bagi akademis 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 yang digunakan sebagai struktur dalam konstruksi teknik sipil , dapat dimanfaatkan untuk banyak hal. Dalam teknik sipil semua struktur akan menggunakan beton, menjadi dalam pekerjaan pondasi. Ditinjau dari sudut est etika, beton juga hanya membutuhkan sedikit pemeliharaan. Selain itu, beton tahan terhadap serangan api.

Sifat – sifat dari beton yang kurang disenangi adalah mengalami deformasi yang tergantung pada waktu dan disertai dengan penyusutan akibat mengeringnya beton serta gejala lain yang berhubungan dengan hal tersebut.

##### **2. Bahan Campuran Beton**

Beton adalah bahan yang diperoleh dengan mencampurkan agregat halus agregat kasar semen Portland dan air.

Beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidraulit yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat.

Agregat didapat dari beberapa jenis bahan yang umumnya menggunakan bahan alam seperti batu. Agregat dibagi menjadi agregat kasar (batu pecah / kerikil) dan agregat halus (pasir), demikian juga semen dibagi menjadi beberapa jenis yang dibedakan dari unsur – unsur kimia yang terkandung didalamnya. Bentuk umum semen adalah sebagai pengikat, kualifikasi semen tergantung pada material khusus. Pemilihan sempurna dan proses yang baik terhadap pasir dan agregat kasar dapat mereduksi jumlah sulfat, lumpur, tanah liat dan debu sampai kepada jumlah tertentu, tetapi bila perlu harus diperhatikan benar-benar bahkan sumber dianggap potensial harus menjalani pemeriksaan yang intensif sebelumnya.

### 3. Kuat Tekan

Menurut SNI 03-1974-1990 memberikan pengertian Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan.

Nilai kuat tekan beton relatif lebih tinggi dibandingkan kuat tariknya, dan beton merupakan bahan bersifat getas. Nilai kuat tariknya hanya berkisar 9%-15% dari kuat tariknya (Nawy 1998:41).

Material pasir sungai sebagai agregat halus pada beton adalah pasir dengan ukuran <5mm 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 samapi 3.2. Agregat kasar yang digunakan adalah agregat dengan ukuran 15-20 mm untuk kuat lentur <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:

- a. Menghemat Penggunaan semen portland.
- b. Menghasilkan kekuatan yang besar pada betonnya.
- c. Mengurangi susut pengerasan.
- d. Mencapai susunan pampat beton dengan gradasi beton yang baik.
- e. Mengontrol workability adukan beton dengan gradasi bahan batuan baik. (Antono, 1995) dalam (FANDHI, 2009)

#### 4. Granit

Granit adalah jenis batuan intrusif, felsik, igneus yang umum dan banyak ditemukan. Sebagian besar granit bertekstur keras dan kuat serta memiliki ketahanan yang lama, oleh karena itu granit banyak digunakan sebagai batuan untuk konstruksi. Kepadatan rata-rata granit adalah 2,75 gr/cm<sup>3</sup> dengan jangkauan antara 1,74 dan 2,80.

Granit terdiri dari 2 jenis berdasarkan proses produksi, dapat dilihat dari proses produksinya, lantai granit dibagi menjadi dua kategori yaitu:

##### a. *Polished*

Polished merupakan jenis lantai granit yang telah melalui proses dengan cara polishing atau pemolesan. Lantai granit dengan permukaan polished juga bersifat reflektif atau memantulkan cahaya. Jenis lantai polished ini sangat cocok jika diaplikasikan pada bangunan besar untuk memberikan kesan mewah dan elegan.

##### b. *Unpolished*

Untuk jenis ini, lantai tidak melalui proses pemolesan. Hasilnya adalah lantai dengan tekstur permukaan yang cenderung kasar dan tidak

licin. Sifatnya yang tidak licin membuat lantai unpolished lebih sering digunakan pada area outdoor seperti garasi atau dasar gazebo, kamar mandi dan teras rumah. Dengan menggunakan lantai granit jenis unpolished, maka risiko tergelincir karena licin pun berkurang.

## 5. Limbah Granit

Limbah granit yang digunakan adalah jenis granit yang bisa dipergunakan untuk lantai. Bentuk limbah granit ini hampir mirip kerikil. Limbah memiliki syarat yang harus ada pada agregat kasar untuk campuran beton. Adapun syarat yang ada pada kerikil juga ada pada limbah granit adalah:

- a. Keras dan tidak berpori
- b. Tidak mengandung kadar lumpur
- c. Tidak mengandung zat-zat organik

Namun hal ini perlu juga diteliti sifat-sifat dari limbah granit, sehingga dapat memenuhi syarat sebagai pengganti kerikil.

## 6. Pemanfaatan Limbah Granit

Pemanfaatan limbah pecahan granit unpolish antara lain sebagai berikut:

- a. Dapat mengurangi pencemaran lingkungan.
- b. Limbah granit adalah salah satu contoh limbah yang dihasilkan dari pekerjaan finising bangunan. Hal ini didasarkan pada beberapa 22 bangunan dengan bentuk dan luas tertentu yang dalam pemasangan granit lantainya kadangkala diperlukan beberapa pemotongan agar

didapatkan luasan hamparan granit lantai yang sesuai. Misalnya pemasangan granit unpolish pada gedung DPRD Kab. Tegal dengan ukuran 60 x 60 (cm) akan dipasang pada suatu teras berukuran 4,5 x 4,5 m, maka pada pemasangan panjang 4,5 m akan terpotong sebanyak 1 buah lantai granit sebesar 30 cm per granitnya.

- c. Memanfaatkan ide untuk menggunakan beberapa potongan sisa granit lantai unpolish yang tidak digunakan tersebut untuk dipilih lebih dahulu dan dipecahkan lebih kecil agar menjadi agregat kasar sebagai pengganti sebagian agregat kasar terhadap kuat tekan beton.

## B. Dasar Teori Sebagai Alat Menjawab Permasalahan

### 1. Agregat Kasar Dan Agregat Halus

#### a. Agregat Halus

**Tabel 2.1.** Gradasi Agregat Halus Menurut SNI 03-2834-2000

Ukuran Saringan	SNI 03-2834-2000			
	Pasir Kasar	Pasir Sedang	Pasir Agak Kasar	Pasir Halus
	Gradasi 1	Gradasi 2	Gradasi 3	Gradasi 4
9,6	100-100	100-100	100-100	100-100
4,8	90-100	90-100	92-100	95-100
2,4	60-90	60-90	75-200	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 : SNI 03-2834-2000

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:

1.) 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.

2.) 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.

Agregat halus merupakan agregat yang lolos ayakan 4,75 mm. Agregat halus pada beton dapat berupa pasir alam atau pasir buatan. Pasir alam didapatkan dari hasil disintegrasi alami dari batu-batuan (pasir gunung atau pasir sungai). Pasir buatan adalah pasir yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu atau diperoleh dari hasil sampingan dari *stone crusher*. Pasir (*fine aggregate*) berfungsi sebagai pengisi pori-pori yang ditimbulkan oleh agregat yang lebih besar (agregat kasar/*coarse aggregate*). Kualitas pasir sangat mempengaruhi kualitas beton yang dihasilkan. Oleh karena itu, sifat-sifat pasir harus diteliti terlebih dahulu sebelum pasir tersebut digunakan dan harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan.

Persyaratan agregat halus (pasir) menurut PBI 1971 Bab 3.3. adalah:

- a) Terdiri dari butir-butir tajam dan keras. Butir-butirnya harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
- b) Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 5% maka agregat halus harus dicuci.
- c) Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari Abram-Harder (dengan larutan NaOH).
- d) Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan dalam pasal 3.5 ayat (1), harus memenuhi syarat-syarat berikut:
  - Sisa diatas ayakan 4mm harus minimal 2% berat.
  - Sisa diatas ayakan 1mm harus minimal 10% berat.
  - Sisa diatas ayakan 0,25 mm harus berkisar antara 80% dan 90% berat.
- e) Pasir laut tidak boleh dipakai sebagai agregat halus untuk semua mutu beton, kecuali dengan petunjuk-petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui.

## b. Agregat Kasar

**Tabel 2.2.** Gradasi Kerikil

Lubang Ayakan (mm)	Persentase Berat Butiran Yang Lewat Ayakan		
	Ukuran Maks 10mm	Ukuran Maks 20mm	Ukuran Maks 40mm
76	-	-	100-100
38	-	100-100	95-100
19,6	100-100	95-100	85-100
9,6	50-85	30-60	40-10
4,8	0-10	0-10	0-5

Sumber : SNI 03-2834-2000

Agregat kasar adalah agregat yang mempunyai ukuran lebih dari 4,75 mm dan ukuran maksimumnya 40 mm. Agregat ini harus memenuhi syarat kekuatan, bentuk, tekstur maupun ukuran. Agregat kasar yang baik bentuknya bersudut dan pipih (tidak bulat/blondos).

Menurut PBI 1971 Bab 3.4. agregat kasar/*split* harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- 1.) Terdiri dari butir-butir keras dan tidak berpori. Kerikil yang berpori akan menghasilkan beton yang mudah ditembus air. Agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai jika jumlah butirannya tidak melebihi 20% berat agregat seluruhnya. Butir-butir agregat kasar tersebut harus bersifat kekal artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca.

- 2.) Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% apabila lebih dari 1% maka agregat harus dicuci terlebih dahulu.
- 3.) Tidak mengandung zat-zat yang merusak beton, seperti zat-zat yang reaktif dengan alkali.
- 4.) Kekerasan dari butir-butir agregat diperiksa dengan bejana pengujian dari *Rudellof*, atau dengan mesin pengaus *Los Angeles* dimana tidak boleh kehilangan berat lebih dari 50%.
- 5.) Terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya atau bergradasi baik.
- 6.) Besar butiran maksimum tidak boleh lebih dari  $\frac{1}{5}$  jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan,  $\frac{1}{3}$  tebal pelat, atau  $\frac{3}{4}$  dari jarak bersih minimum antar tulangan yang ada.
  - a.) Agregat halus terdiri dari :
    - Ukuran maksimum 4,76 mm; berat minimum 500 gram;
    - Ukuran maksimum 2,38 mm; berat minimum 100 gram.
  - b.) Agregat kasar terdiri dari :
    - Ukuran maks. 3,5"; berat minimum 35,0 kg
    - Ukuran maks. 3"; berat minimum 30,0 kg
    - Ukuran maks. 2,5"; berat minimum 25,0 kg
    - Ukuran maks. 2"; berat minimum 20,0 kg
    - Ukuran maks. 1,5"; berat minimum 15,0 kg
    - Ukuran maks. 1"; berat minimum 10,0 kg
    - Ukuran maks.  $\frac{3}{4}$ " berat minimum 5,0 kg

- Ukuran maks. 1/2"; berat minimum 2,5 kg
  - Ukuran maks. 3/8"; berat minimum 1,0 kg
- (SNI 03-1968-1990, 1990)

## 2. 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).

Hubungan antara factor air semen (FAS) dengan kuat tekan beton secara umum dapat ditulis dengan rumus yang diusulkan Duff Abrams (1919). Dalam Semekto dan Rahmadiyanto (2001). Sebagai berikut :

$$F_c = \frac{A}{B^{1,5}} * X$$

Dimana :

$F_c$  = Kuat tekan beton pada umur tertentu.

$X$  = FAS (yang semula dalam proporsi volume).

$A, B$  = Konstanta.

Dengan demikian semakin besar factor air semen semakin rendah kuat tekan betonnya, walaupun apabila dilihat dari rumus tersebut tampak bahwa semakin kecil factor air semakin tinggi kuat tekan beton, tetapi nilai FAS yang rendah akan menyulitkan pepadatan, sehingga kekuatan beton akan rendah karena beton kurang padat.

### **3. Kadar Udara**

Bentuk butiran dan tekstur permukaan agregat halus berpengaruh pada kadar rongga udara pasir. (FANDHI, 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 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. (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 :

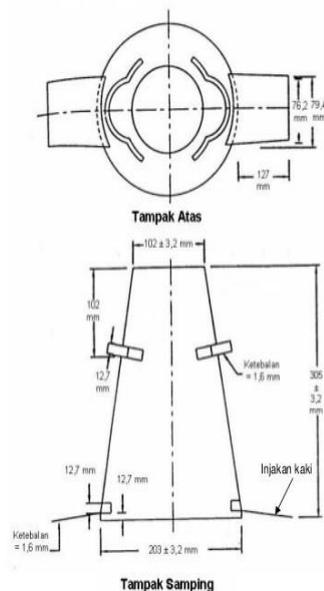
- a. Mencapai pengecoran yang sulit melakukan pemadatan dengan vibrator karena dapat menghasilkan beton segar yang dapat mengalir lebih baik dengan slump hingga 23 cm.
- b. Menghasilkan beton mutu tinggi dengan mengurangi air sehingga sehingga faktor air semen yang merupakan faktor utama penentu mutu 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 2.1. *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 tekan beton yang sesuai dengan rencana diperlukan mix design untuk menentukan jumlah masing-masing bahan susun yang dibutuhkan. Disamping itu, adukan beton harus diusahakan dalam kondisi yang benar-benar homogen dengan kelecakan tertentu agar tidak terjadi segregasi. Selain perbandingan bahan susunnya, kekuatan beton ditentukan oleh padat tidaknya campuran bahan penyusun beton tersebut. Semakin kecil rongga yang dihasilkan dalam campuran beton, maka semakin tinggi kuat desak beton yang dihasilkan. 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. Uji Kuat Tekan Beton**

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton merupakan sifat beton yang paling penting dibandingkan dengan sifat beton lainnya. Ini dikarenakan nilai kuat tekan beton menggambarkan mutu dari beton itu sendiri. Sedangkan nilai kuat tekan beton dipengaruhi oleh factor air semen dan porosititas semen.

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 lentur beton. Pada umumnya, pelaksanaan di lapangan, bekisting dapat dilepas setelah berumur 14 hari, dan dianggap mencapai kuat lentur 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 14 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:
  - 1) gradasi
  - 2) teksture permukaan
  - 3) bentuk

- 4) kekuatan
- 5) kekakuan
- 6) ukuran maksimum agregat.

## 8. Metode Pencampuran

Sesuai (SNI 03-2834-1993, 1993)

- a. Menentukan kuat tekan beton karakteristik yang disyaratkan ( $f_c'$ ) pada umur tertentu.

Perlu dicatat bahwa nilai  $f_c'$  berarti kuat tekan beton dengan benda uji berbentuk silinder. Jika yang diketahui adalah nilai K, maka nilai kuat tekan beton perlu dikonversi. Lebih lanjut tentang konversi ini dapat dibaca di Buku Pedoman Pekerjaan Beton PT Wijaya Karya. Uraian singkat tentang konversi ini adalah sebagai berikut (Rumusan berdasarkan PBBI'71 juga dicantumkan sebagai bahan pertimbangan dan perbandingan):

**Tabel 2.4.** Notasi Kuat Tekan Beton

Notasi	Bentuk Benda Uji	Ukuran	Umur yang Diperhitungkan
K	Kubus	15 x 15 x 15 cm	28 hari
$f_c'$	Silinder	Dia. 15 cm tinggi 30 cm	28 hari

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

**Tabel 2.5.** Rumus Konversi dari K ( $f_{ck}'$  atau  $\sigma_{bk}$ ) ke C ( $f_c'$ ) atau Konversi Kubus ke Silinder

Rumus	Keterangan dan Satuan	Referensi
$f_c' = [0.76 + 0.2^{10} \cdot \log(f_{ck}'/15)]f'$	$f_{ck}'$ = kuat tekan	SNI T-15-1991-03

$C = 0.83 \times K$	K = kuat tekan	PBBI'71
---------------------	----------------	---------

Sumber : (SNI 03-1968-1990, 1990)

Jika umur beton yang dikehendaki saat diuji belum mencapai 28 hari, maka harus dikonversi juga dengan konstanta sebagai berikut :

**Tabel 2.6.** Nilai Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal pada Berbagai Umur untuk Benda Uji Silinder yang Dirawat di Laboratorium

Umur Beton (hari)	3	7	14	21	28	90	365	Referensi
<b>Semen Portland Tipe I</b>	0.46	0.70	0.88	0.96	1.00	-	-	SNI T-15-1990-
<b>Semen Portland Biasa</b>	0.40	0.65	0.88	0.95	1.00	1.20	1.35	PBBI'71
<b>Semen Portland dengan Kuat Awal Tinggi</b>	0.55	0.75	0.90	0.95	1.00	1.15	1.20	

Sumber : (Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, 1990)

\*Beton tidak menggunakan bahan tambahan ataupun agregat ringan.

#### 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:

1/5 lebar minimum acuan.

1/3 tebal pelat beton.

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 2.7.** 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.

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

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/m<sup>3</sup> untuk setiap persen (%) penyimpangan kadar udara dari 35%.

**Tabel 2.8.** Estimasi Pertama Kebutuhan Air Pencampuran dan Kadar Udara Beton Segar Berdasarkan Pasir dengan 35% Rongga Udara

Slump (mm)	Air Pencampur (Liter/m <sup>3</sup> )				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 :

- 1.) Kebutuhan air pencampuran pada tabel di atas adalah untuk beton kekuatan tinggi sebelum diberi *Superplasticizer*.
  - 2.) 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.
  - 3.) 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 2.9.** 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.

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

**Tabel 2.10.** Jenis Semen Portland Menurut PUBI 1982

<b>Tipe PC</b>	<b>Syarat Penggunaan</b>	<b>Pemakaian</b>
I	Kondisi biasa, tidak memerlukan persyaratan Khusus	Perkerasan jalan, gedung, jembatan biasa dan konstruksi tanpa serangan sulfat
II	Serangan sulfat konsentrasi sedang Catatan: semen jenis ini menghasilkan panas hidrasi yang lebih rendah daripada tipe I	Bangunan tepi laut, dam, bendungan, irigasi dan beton massa
III	Kekuatan awal tinggi Catatan: semen tipe ini cepat mengeras dan menghasilkan kekuatan besar dalam waktu singkat, kekuatan beton yang dihasilkan semen tipe ini dalam 24 jam, sama dengan kekuatan beton dengan semen biasa dalam 7 hari	Jembatan dan pondasi dengan beban berat
IV	Panas hidrasi rendah	Pengecoran yang menuntut panas hidrasi rendah dan diperlukan <i>setting time</i> yang lama
V	Ketahanan yang tinggi terhadap sulfat dalam air tanah, daya resistensinya lebih baik dari semen tipe II Catatan: penggunaan terutama ditujukan untuk memberikan perlindungan terhadap bahaya korosi akibat air laut, air danau dan air tambang	Bangunan dalam lingkungan asam, tangki bahan kimia dan pipa bawah Tanah

Sumber : (Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, 1990)

## g. Kadar Pasir

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

Volume pasir =

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

Dikonversi menjadi berat pasir kering oven =

$$\frac{\text{Vol.Pasir}}{1000} \times \text{berat jenis relatif kering} \times 1000 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kg.} \dots\dots\dots(13)$$

## h. Berat volume beton

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

$$\text{Vol. Air} + \text{Vol. Semen} + \text{Vol. Ag. Kasar} + \text{Vol. Ag. Halus} + \text{Superplasticizer} = \underline{\hspace{2cm}} (\text{kg/m}^3) \dots\dots\dots(14)$$

**Tabel 2.11.** Klasifikasi Beton Berdasarkan Berat Satuan

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

SNI 03-2847-2002

i. 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.

j. 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.

**Tabel 2.12.** Penetapan Nilai Slump (PBI'71)

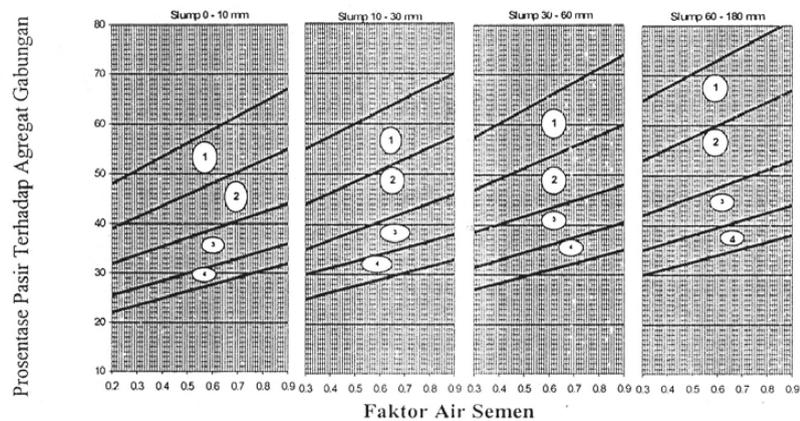
Pemakaian Beton	Maks	Min (cm)
Dinding, plat fondasi dan fondasi telapak bertulang	12.5	5.0
Fondasi telapak tidak bertulang, kaisan dan struktur	9.0	2.5
Pelat, balok, kolom dan dinding	15.0	7.5

Pengerasan jalan	7.5	5.0
Pembetonan masal	7.5	2.5

Sumber : (SNI 03-1968-1990, 1990)

## 2.) Menghitung perbandingan agregat halus dan agregat kasar

Diperlukan untuk memperoleh gradasi agregat campuran yang baik. Pada langkah ini dicari nilai banding antara berat agregat halus dan berat agregat campuran. Penetapan dilakukan dengan memperhatikan besar butir maksimum agregat kasar, nilai *slump*, FAS dan daerah gradasi agregat halus. Berdasarkan data tersebut dan dapat diperoleh persentase berat agregat halus terhadap berat agregat campuran.



**Gambar 2.2.** Grafik Persentase Agregat Halus terhadap Agregat Keseluruhan (Untuk Ukuran Butir Maksimum 10 mm) , (SNI 03-1968-1990, 1990)

## 3.) Menghitung berat jenis agregat campuran

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

= Berat jenis agregat campuran

= Berat jenis agregat halus

- = Berat jenis agregat kasar
- = Persentase agregat halus terhadap agregat campuran
- = Persentase agregat kasar terhadap agregat campuran

Berat jenis agregat ditentukan berdasarkan dengan data hasil uji laboratorium, bila tidak tersedia dapat dipakai nilai dibawah ini :

$$f \text{ Agregat tak dipecah / alami} = 2.6 \text{ gr/cm}^3$$

$$f \text{ Agregat dipecah} = 2.7 \text{ gr/cm}^3$$

4.) Menetapkan besar butir agregat maksimum

Besar butir agregat maksimum tidak boleh melebihi :

*f* Seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan

*f* Sepertiga dari tebal pelat

*f* Tiga perempat dari jarak bersih minimum diantara batang atau berkas- berkas tulangan.

Catatan : *f* = fraksi agregat

5.) Menghitung berat agregat kasar yang diperlukan

Kebutuhan agregat kasar dihitung dengan cara mengurangi kebutuhan agregat dengan kebutuhan agregat halus.

6.) Menetapkan kadar air bebas

a) Untuk agregat tak dipecah dan agregat dipecah menggunakan table dibawah ini :

**Tabel 2.13.** Perkiraan Kebutuhan Air (liter) Per Meter Kubik Beton

Besarnya Maksimum Agregat (mm)	Jenis Batuan	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Sumber : SNI T-15-1990-03

Catatan:

- Koreksi suhu diatas  $20^{\circ}\text{C}$ , setiap kenaikan  $5^{\circ}\text{C}$  harus ditambah air 5 liter per  $\text{m}^3$  adukan beton.
  - Kondisi permukaan: untuk permukaan agregat yang kasar harus ditambah air  $\pm 10$  liter per  $\text{m}^3$  adukan beton.
- b) Untuk agregat campuran (gabungan antara agregat tak dipecah dan agregat dipecah), dihitung menurut rumus berikut;

$$A = 0.67A_h + 0.33 A_k$$

Dengan: A = Jumlah air yang dibutuhkan ( $\text{lt}/\text{m}^3$  beton)

$A_h$  = Jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat halus nya

$A_k$  = Jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat kasarnya

#### 7) Kadar Udara

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

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

Bila kuat tekan yang ditargetkan tidak dapat dicapai dengan menggunakan  $W/(c + p)$  yang ditentukan pada tabel 2.9. campuran coba ekstra dengan perbandingan  $W/(c + p)$  yang lebih rendah dan harus dibuat dan diuji.

## 9) Koreksi proporsi campuran

Dalam perhitungan diatas, agregat halus dan agregat kasar dianggap dalam keadaan jenuh kering muka (SSD), sehingga di lapangan yang pada umumnya keadaan agregatnya tidak jenuh kering muka, harus dilakukan koreksi terhadap kebutuhan bahannya. Koreksi harus dilakukan minimum satu kali per hari.

Jika kadar air agregat melebihi kemampuan penyerapan agregat, maka agregat sudah mengalami kejenuhan dan mengandung air berlebih, maka harus mengurangi kadar air bebas agar komposisi tetap seimbang dan demikian pula sebaliknya.

Hitungan koreksi dilakukan dengan rumus berikut:

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

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

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

Dengan: B = Jumlah kebutuhan air ( $\text{kg/m}^3$  atau  $\text{ltr/m}^3$ )

C = Jumlah kebutuhan agregat halus ( $\text{kg/m}^3$ )

D = Jumlah kebutuhan agregat kasar ( $\text{kg/m}^3$ )

Ck = Kandungan air dalam agregat halus (%)

Dk = Kandungan air dalam agregat kasar (%)

Ca = Absorpsi air pada agregat halus (%)

Da = Absorpsi air pada agregat kasar (%)

## C. 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 minilam 80 Mpa. Proporsri 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 proporsri limbah yang

digunakan. Serta nilai modulus elastis yang dihasilkan juga ikut menurun seiring dengan penurunan kuat tekan beton. (Hamid et al., 2014)

#### **4. Bana Ervadius, ST.,MT (2016)**

Alternatif Penggunaan Lim Bah Batu Granit Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar Pada Cam Puran Beton. Penelitian menggunakan beton silinder dengan umur beton 7 Hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari pada sampel beton silinder. Kekuatan tekan beton tergantung dari air semen, selain itu juga tergantung dari pemadatan saat pelaksanaan, kekuatan tekan beton ( $F_c'$ ) ditentukan dari hasil percobaan silinder standart (berukuran 15 cm x 30 cm) yang dirawat dibawah kondisi standart laboratorium pada kecepatan tertentu pada umur 28 hari kekuatan beton pada specimen yang berbeda adalah tidak sama.

#### **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 pro[orsi agregat limbah sebesar 25%, 50%, 75%, dan 100%. Hasil penelitian ini menunjukkan semakin besar penggunaan proposri limbah beton sebagai agregat kasar mengakibatkan semakin besar pula penurunan kuat tekan serta modulus elastis yang dihasilkan oleh beton. (Soelarso et al., 2016)

#### **6. 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 0%, 15%, 30% dan 50% dengan mutu beton rencana K225, dengan umur rencana beton 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)

#### **7. Surya hadi, (2020)**

Penelitian beton dengan memanfaatkan limbah granit terhadap kuat tekan beton. Penelitian menggunakan beton silinder dengan umur beton 7 Hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari pada sampel beton silinder. Kuat tekan beton normal (BN) sebesar 26.09 MPa. Pada penambahan limbah granit dengan persentase 8 % (BT I) sebesar 24.58 MPa, penambahan 10 % (BT II) adalah 22.69 MPa, dan pada penambahhan 12 % (BT III) sebesar 21.28 MPa.

#### **8. Lisa Cahya Pratiwi, Ilham Apri Wardana (2022)**

Penelitian beton menggunakan limbah granit dan limbah karbit sebagai substitusi semen terhadap kuat tekan beton. Berdasarkan hasil penelitian, variasi prosentase penambahan 2,5% limbah karbit dan 2,5% limbah granit dari jumlah semen yang digunakan mempunyai kuat tekan cukup optimum dengan besar 27,27 MPa dibandingkan pada variasi 5% limbah granit dari jumlah semen yang digunakan maupun variasi 5% limbah

karbit dari jumlah semen yang digunakan yaitu sebesar 24,04 Mpa dan 24,05 Mpa. Peningkatan kuat tekan beton pada variasi persentase 2,5% limbah granit dan 2,5% limbah karbit dari jumlah semen yang ditambahkan mampu menambah kuat tekan beton sebanyak 24,5% daripada beton normal atau konvensional.

#### **9. Alan Budi Kusumo, Mardiaman (2022)**

Penelitian beton menggunakan limbah batu granit dan rambut terhadap kekuatan beton komposit. kuat lentur maksimum dengan memasukkan granit dan rambut sebagai filler terjadi dengan penambahan granit dan rambut sebesar 5% ( $33 \text{ kg/cm}^2$ ) pada umur 70 hari. Selanjutnya penambahan granit dan rambut dengan interval 5% tidak menyebabkan kuat lentur naik secara linier namun sebaliknya cenderung menurun. Penurunan terjadi sampai penambahan sebesar 20% kemudian naik Kembali 25%. Pendapat ini juga didukung oleh (Garcya et al., 2018), dimana penambahan limbah saringan minyak kelapa sawit cenderung mengurangi kuat lentur. Semnetara itu nilai kuat lentur balok dengan penambahan lateks 0.75% dan serat rambut 2% rata-rata pada umur 28 hari berturut-turut adalah 6.103 Mpa ( $61.68 \text{ kg/cm}^2$ ). (Hendrik, 2017) Kuat lentur beton maksimum baik normal maupun dengan menambah granit dan rambut sebagai filler terjadi pada usia 70 hari.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Metode Penelitian**

Dalam melakukan penelitian Limbah Granit Unpolish Sebagai Pengganti Agregat Kasar Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton K-175 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 granit unpolish untuk diuji. Pengujian dilakukan dengan pembuatan benda uji beton dengan benda uji kubus P 15, L15, T15 dengan umur beton 7 hari, 14 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 granit unpolish pengganti agregat kasar
- 3) Semen Portland tipe 1 merek gresik
- 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 (P 15 cm, L 15 cm, T 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 lentur dilakukan terhadap sampel kubus beton berukuran P 15 cm, L 15 cm, T 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 Penelitian**

#### **1. Tempat Penelitian**

Penelitian pengaruh penggunaan limbah granit unpolish sebagai pengganti agregat kasar terhadap nilai kuat tekan beton k-175 akan dilaksanakan di Laboratorium PT. Nisajana Hasna Rizqy - Kabupaten Tegal sebagai sarana tempat serta sarana pendukung berlangsungnya penelitian.

#### **2. Waktu Penelitian**

Waktu penelitian dilakukan pada Juni 2023- Juli 2023.

### **C. Sampel, Dan Teknik Pengambilan Sampel**

Dalam penelitian Limbah Granit Unpolish Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton K-175, Granit sampel yang akan digunakan adalah limbah granit unpolish yang akan dijadikan sebagai agregat kasar pada beton untuk mendapatkan beton yang diharapkan dari penelitian ini.

#### **1. Variabel Penelitian**

##### **a. Variabel Bebas**

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

##### **b. Variabel Terikat**

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

### **D. Metode Pengumpulan Data**

Metode yang dilakukan dalam teknik pengumpulan data yaitu dengan mengumpulkan data-data literatur sebagai pendukung dalam melakukan 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.

Berikut ini adalah langkah yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian Penggunaan Limbah Granit Unpolish Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton:

1. Pengambilan Limbah Granit Unpolish 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, 14 hari dan 28 hari)
10. Pengolahan data.
11. Kesimpulan

**Tabel 3.1** Tabel Pengujian Material

Materi Pengujian	Jenis material			
	Agregat Halus Eks. Pemalang	Agregat Kasar Eks Balapulang	Agregat Kasar (Limbah Beton K-175)	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, 2-3 Dan Limbah Split 2-1, 2-3

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	$\frac{C}{D}$				

**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	$\frac{C}{D}$				

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

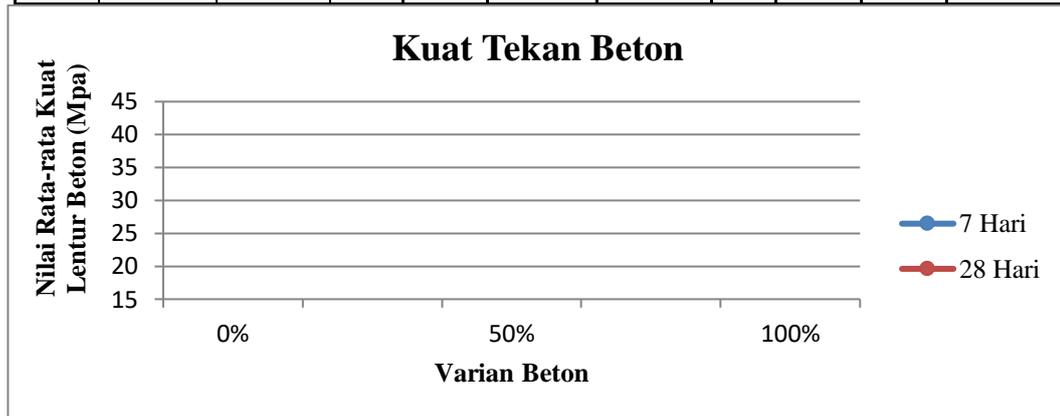
**Tabel 3.7.** Uji Gradasi Agregat Halus

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 3.10.** Kuat Tekan Beton

Varian 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									



### E. Metode Analisa Data

Metode analisa data hasil pengujian laboratorium. Uji laboratorium yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Penimbangan material menggunakan neraca.
2. Penyaringan agregat menggunakan saringan yang ditentukan SNI.
3. Pengujian berat jenis dan penyerapan, berat isi, serta kadar lumpur pada agregat kasar dan agregat halus.
4. Pengujian berat isi, volume produksi campuran dan kadar udara beton dengan uji slump.
5. Pengujian nilai kuat tekan dengan benda uji kubus SNI

### **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 ( $\text{kg/m}^3$  atau  $\text{ltr/m}^3$ )

C = Jumlah kebutuhan agregat halus ( $\text{kg/m}^3$ )

D = Jumlah kebutuhan agregat kasar ( $\text{kg/m}^3$ )

Ck = Kandungan air dalam agregat halus (%)

Dk = Kandungan air dalam agregat kasar (%)

Ca = Absorpsi air pada agregat halus (%)

Da = Absorpsi air pada agregat kasar (%)

### **Rumus Menghitung berat jenis agregat campuran**

$$Bj \text{ camp} = P/100 * bj \text{ ag hls} + K/100 * bj \text{ ag ksr}$$

Keterangan :

Bj ag ksr L = Berat jenis agregat kasar limbah

Bj ag hls = Berat jenis agregat halus

Bj 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**

$$\text{Berat tempat+sempel} = A+C$$

$$\text{Berat sempe} = A-B$$

$$\text{Volume tempat} = \Pi \cdot r^2 \cdot t$$

$$\text{Berat isi sampel} = C/D$$

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. Spesimen Pengujian**

Metode pengujian kuat tekan normal dengan dua titik pembebanan maksud dan tujuan metode pengujian kuat tekan beton normal dengan dua titik pembebanan dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam melaksanakan pengujian kuat lentur beton di laboratorium. Tujuan metode ini adalah untuk memperoleh nilai kuat lentur beton normal guna keperluan perencanaan dan pelaksanaan.

**Langkah Pengujian**

- Siapkan benda uji
- Siapkan mesin tekan beton
- Timbang dan catat berat masing-masing benda uji
- Buat garis-garis melintang sebagai tanda dan petunjuk titik perletakan titik pembebanan.

- Tempatkan benda uji yang sudah di ukur, ditimbang dan diberi tanda pada tumpuan pada tempat yang tepat dengan kedudukan sisi atas benda uji pada waktu pembuatan.

### **Rumus Kuat Tekan Beton**

$$KT = F : A$$

Keterangan :

KT : Kuat Tekan

F : Gaya atau beban

A : Luas permukaan penampang awal

**DATA-DATA MATERIAL**

- Agregat Halus ( pasir ) = Muntilan
- Agregat Kasar ( Split ) = Ex. Sungai Gung
- Semen Portland = Ex. Gresik Tipe I
- Air setempat / Sumur / Sungai yang menurut laboratorium memenuhi persyaratan

Uraian Pemeriksaan	Agregat Halus	Agregat Kasar		
		BP. 1½"	:	BP. ¾"
Modulus Kehalusan ( MK )	2,8	25%	:	75%
Berat Jenis ( SSD )	2,674	2,613		2,612
Peresapan ( Absorpsi )	3,342	1,725		2,160
Berat Isi Gembur ( SSD )	1,59	1,359		1,313
Air Bebas di Lapangan	3%		3%	
Ukuran Maksimum Agregat	3/8"		1 1/2 "	

**PORTLAND CEMENT**

Berat Isi : 1,25 Kg / m<sup>3</sup>

Berat Jenis : 3,15 Kg / m<sup>3</sup>

Berat Per Zak semen untuk perhitungan ini Tiga Roda Tipe I 40 kg

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS & PENYERAPAN**

Jenis Material : Batu Pecah 1-2 : 3/4 Inch  
 Sumber Material : Ex.Sungai Gung

			Pengujian		Rata - rata
			1	2	
Berat Contoh Uji Kering Oven		BK	1948,8	2171,7	2060,25
Br. Ct. Uji Kering Permukaan Jenuh		BJ	1987,5	2222,4	2104,95
Berat Contoh Uji didalam air		BA	1226,8	1371	1298,9

Berat Jenis Bulk	$\frac{BK}{BJ - BA}$	2,562	2,551	2,556
Berat Jenis SSD	$\frac{BJ}{BJ - BA}$	2,613	2,610	2,612
Berat Jenis Semu (Apparent)	$\frac{BK}{BK - BA}$	2,699	2,712	2,706
Penyerapan Air	$\frac{BJ-BA \times 100\%}{BK}$	1,986	2,335	2,160

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS & PENYERAPAN**

Jenis Material : Batu Pecah 2-3 : 1 1/2 Inch  
 Sumber Material : Ex.Sungai Gung

			Pengujian		Rata-rata
			1	2	
Berat Contoh Uji Kering Oven		BK	2655	2247,8	2451,4
Br. Ct. Uji Kering Permukaan Jenuh		BJ	2707,4	2281	2494,2
Berat Contoh Uji didalam air		BA	1670,9	1408,3	1539,6

Berat Jenis Bulk	BK		2,576	2,569
	BJ - BA	2,562		
Berat Jenis SSD	BJ		2,614	2,613
	BJ - BA	2,612		
Berat Jenis Semu (Apparent)	BK		2,678	2,688
	BK - BA	2,698		
Penyerapan Air	BJ-BA		1,477	1,725
	X 100% BK	1,974		

### PEMERIKSAAN BERAT JENIS & PENYERAPAN

Jenis Material : Pasir  
 Sumber Material : Ex Muntilan

		Pengujian		Rata - rata
		1	2	
Berat Contoh SSD	a	500	500	500
Berat Contoh Kering Oven	b	483,7	483,8	483,75
Berat Picnometer + Air (Kalibrasi)	c	772,4	693,2	732,8
Berat Picnometer + Air + Contoh	d	1085,2	1008	1046,6

Berat Jenis Bulk	$\frac{b}{c + a - d}$	2,584	2,612	2,598
Berat Jenis SSD	$\frac{a}{c + a - d}$	2,671	2,700	2,674
Berat Jenis Semu (Apparent)	$\frac{a}{c + b - d}$	2,834	2,811	2,823
Penyerapan Air	$\frac{a - b \times 100\%}{b}$	3,370	3,348	3,359

DAFTAR ISI AN RANCANGAN CAMPURAN RENCANA BETON K-175

*Job Mix Formula*

No	Uraian	Tabel / Grafik Perhitungan	Hasil Perhitungan
	1	2	3
A	Kuat Tekan Karakteristik yang disyaratkan	Ditetapkan	175 Kg/cm <sup>2</sup> pada umur 28 hari bagian cacat 5%
B	Kuat Tekan Beton Rata-rata Kubus 15 x 15 x 15 cm	K = 1,64 S = 70	$\alpha_{bm} = \alpha_{bk} + 1,64 \cdot S$ 250 + 98,4 = 348,4 Kg/cm <sup>2</sup>
	Nilai Faktor Air Semen		
	Maks.(kubus 15 x 15 x 15 cm)	Grafik : 1	$\left. \begin{array}{l} 54 \\ \\ \\ 60 \end{array} \right\} \text{diambil nilai} = 54$
	Nilai Faktor Air Semen	- Tabel : 3	
	Maks dalam lingkungan	- Tabel : 4	
	khusus	- Tabel : 5	
1	Kebutuhan Air per Zak semen ( 40 kg )	FAS terkecil x 40 Liter	0,54 x 40 Liter = 21.6 Liter/sak
	- Ukuran Maks Agg	- ditetapkan	1.0 inch atau 38.1 mm
	- Modulus Kehalusan	-ditetapkan	
	- Slump maks yang diijinkan	- ditetapkan	10 cm
2	Kebutuhan Air per zak semen ( slump 18.0 cm)	Point 1 dan Tabel : 12.2 2	21.6 Liter/sak semen (2a) 162.52 Liter/M <sup>3</sup> beton (2b)
3	Penambahan air per M <sup>3</sup> beton	Lihat keterangan	1.03 x 162.52 = 167.4 Ltr/M <sup>3</sup> beton
	karena ada perubahan slump	Tabel : 12.2 2 poin 2b + 3%	
4			<u>167.4</u>

	Faktor semen = jumlah zak semen per m <sup>3</sup> beton	Poin 3 : poin 2a	21.6 = 7.7sak/M <sup>3</sup> beton
5	Volume Absolute Semen	$\frac{\text{Poin 4 x 40}}{\text{Bj PC x 1000}}$	$\frac{7.7 \times 40}{3.15 \times 1000} = 0.0984\text{M}^3$
6	Volume Air	Poin 3 : 1000	$\frac{167.4}{1000} = 0.1674 \text{ M}^3$
7	Volume pasta semen	poin 5 + poin 6	Jumlah = 0.2658 M <sup>3</sup>
8	Volume absolut Agg kasar dan Agg Halus	1 - Poin 7	1.000 - 0.2658 = 0.7342 M <sup>3</sup>
9	Prosentase kebutuhan Agg		Ukuran Maks Agg Kasar = 25 mm
	Halus dari berat Agg		
	Halus dan Kasar		% Agg Halus = 42%
10	Volume Absolut Agg Halus	Poin 8 x Poin 9	0.7342 x 0.42 = 0.3084 M <sup>3</sup>
11	volume absolute Agg kasar	Poin 8 - Poin 10	0.7342 - 0.3084 = 0.4258 M <sup>3</sup>
	Agg Kasar	1 Inch 25%	25% X 0,4258= 0,1065M <sup>3</sup>
		$\frac{3}{4}$ inch 75%	75% X 0,4258= 0,3194M <sup>3</sup>
12	Kebutuhan bahan untuk 1 M <sup>3</sup> beton		
	- Semen	Poin 4 x 40 Kg	7.7 X 40 = 310 Kg
	- Air	Poin 3	= 167 Kg
	- Agg halus SSD	Bj x Poin 10 x 1000	2.674 X 0.3084 X 1000 = 824.56 Kg
	- Agg kasar SSD	BJ x Poin 11 x 1000	
		1 Inch	2,613 x 0,1065x 1000 =278,18 Kg
		$\frac{3}{4}$ Inch	2,612 x 0,3194 x 1000 = 834,21Kg
			Jumlah seluruh bahan = 2414,33Kg
13			

	Kebutuhan bahan untuk 1 zak semen		
	- Semen	1 zak =40 Kg	= 40 Kg
	- Air	Poin 2a	= 21.6 Kg
	- Agg halus SSD	Poin 12 : Poin 4	$824,56 : 7,75 = 106,40 \text{ Kg}$
	- Agg kasar SSD	Poin 12 : Poin 4	
		1 Inch	$278,18 : 7,75 = 35,89 \text{ Kg}$
		$\frac{3}{4}$ Inch	$834,21 : 7,75 = 107,64 \text{ Kg}$
			Jumlah seluruh bahan = 311,53 Kg
	<b>Koreksi Kebutuhan Bahan</b>	Poin 12 & 13	
	<b>Akibat Air Bebas 3 %</b>	dikoreksi	
14	Kebutuhan bahan untuk 1 M <sup>3</sup> beton		
	- Semen		= 310.0 Kg
	- Air	Poin 12 dikoreksi	$167,40 - 3\% ( 824,56 + 1112,38 ) = 109,29 \text{ Kg}$
	- Agg halus SSD		$1,03 \times 824,56 = 849,30 \text{ Kg}$
	- Agg kasar SSD	1 Inch	$1,03 \times 278,18 = 286,52 \text{ Kg}$
		$\frac{3}{4}$ Inch	$1,03 \times 834,21 = 859,23 \text{ Kg}$
			Jumlah seluruh bahan = 2414,33 Kg

### G. Diagram Alur Penelitian

