

**ANALISA PENGARUH PENGGUNAAN MATERIAL *UNIFORM* Eks  
SUNGAI GUNG SEBAGAI AGREGAT KASAR DAN  
*SUPERPLASTICIZER* PADA KUAT TEKAN BETON MUTU TINGGI**

**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Syarat guna memperoleh gelar sarjana seperti yang telah  
tercatum dalam kurikulum program studi strata satu (S1)

Program Studi Teknik Sipil

Oleh :

**IFANTRI SUGIONO**

**NPM. 6516500045**

**FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER**

**UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL**

**2023**

## **PERSETUJUAN**

Disetujui oleh dosen pembimbing untuk dipertahankan dihadapan sidang Dewan  
penguji Skripsi Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal

**Dosen Pembimbing 1**



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

**Dosen Pembimbing 2**



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

## HALAMAN PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Skripsi dengan judul ”Analisa Pengaruh Penggunaan Matrial Uniform Eks Sungai Gung Sebagai Agregat Kasar dan Superplastieizer Pada Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi” Karya skripsi dari Ifantri Sugiono dengan NPM:6516500045 telah disetujui oleh dosen pembimbing untuk dipertahankan dihadapan dewan penguji skripsi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.

Pada hari : Senin

Tanggal : 7 Agustus 2023

Ketua Sidang

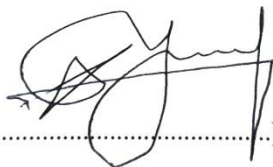
Rusnoto, ST.,M.Eng  
NIPY.14054121974



(.....)

Penguji Utama

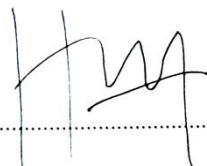
M. Yusuf, MT  
NIPY.24762061967



(.....)

Penguji 1


Okky Hendra H.,ST, MT  
NIPY.24461531983



(.....)

Penguji 2

Teguh Haris Santoso, ST.,MT  
NIPY.2466451973



(.....)

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer



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

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**Analisa Pengaruh Penggunaan Material *Uniform Eks Sungai Gung* Sebagai Agregat Kasar Dan *Superplastizer* Pada Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi**” 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,

Yang membuat pernyataan



SEPULUH RIBU RUPIAH  
1000  
IN METEPAI  
TEMPEL  
B5AKX571481954

IFANTRI SUGIONO

NPM. 651650065

### **MOTTO**

“Ambillah resiko yang lebih besar dari apa yang dipikirkan orang lain aman. Berilah perhatian lebih dari apa yang orang lain pikirkan bijak. Bermimpilah lebih dari apa yang orang lain pikir masuk akal” -Claude T.Bissell

“Perubahan itu menyakitkan, ia menyebabkan orang merasa tidak aman,bingung,dan marah.Orang menginginkan hal seperti sediakala,karena mereka ingin hidup yang mudah.” (Richard Marcinko)

“Jika Anda ingin sukses, temukan siapa dirimu” (Emha Ainun Nadjib)

### **PERSEMBAHAN**

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

#### **Teman Kerja**

Manusia itu memiliki potensi dan kesempatan yang sama pula, maka jangan menyerah untuk terus berusaha mendapatkan yang terbaik

“Semakin keras kamu berusaha,semakin nikmat rasanya ketika kamu berhasil”

#### **Teman-teman .**

Seangkatan dan seperjuangan

#### **Dan Almamaterku**

Universitas Pancasakti Tegal(UPS)

## PERAKATA

Segala puji serta syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT., karena atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan judul “**Analisa Pengaruh Penggunaan Material *Uniform Eks Sungai Gung Sebagai Agregat Kasar Dan Superplastizer Pada Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi***” 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. Okky Hendra H., ST., MT,selaku Kaprodi Teknik Sipil dan ilmu computer Universitas Pancasakti Tegal.
3. Teman sekaligus patner kerja yang selau mensupot segala kekurangan aku sekama ini ,*Thank you* Bro Mahfudz.
4. Bapak Okky Hendra H.,ST.,MT, selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Teguh Haris Santoso., ST.,MT, selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh Dosen dan Staf Fakultas Teknik Universitas Panca Sakti Tegal.
7. Mahasiswa Semester VIII Fakultas Teknik Sipil Kelas C.
8. Seluruh Karyawan PT.NHR yang selalu memberikan saran dan bimbingan khususnya team Laboratorium Baching Plant yang mengijinkan tempat untuk penelitian ini (Mas Mahfudz,Mas Halimi,Mas As,ad) yang selalu membimbing penelitian.
9. Teman-temanku satu atap di base camp PT.NHR wabil khusus Team Lab Teknik Beton.

10. 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, 7 Agustus 2023.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ifantri Sugiono', is written over a light yellow rectangular background.

Ifantri Sugiono

## ABSTRAK

Skripsi ini berjudul “(Analisa Pengaruh Penggunaan Material *Uniform Eks Sungai Gung* Sebagai Agregat Kasar Dan *Superplastizer* Pada Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi)” Skripsi ini ditulis oleh IFANTRI SUGIONO, NPM 6516500065.2023 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 tekan beton adalah kemampuan beton keras untuk menahan gaya tekan dalam setiap satu satuan luas permukaan beton. Secara teoritis, kekuatan tekan beton dipengaruhi oleh kekuatan komponen-komponennya. dalam melakukan penelitian agregat kasar pada beton mutu tinggi 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 Menganalisa kuat tekan beton dengan pemakaian material agregat kasar nilai seragam pada beton mutu tinggi mengurangi biaya pembelian material split yang ukurannya lebih kecil.

Metode Penelitian beton sebagai agregat kasar seragam Pada beton mutu tinggi terhadap nilai kuat tekan yang 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 material 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

Hasil Proporsi campuran sesuai job mix bertujuan untuk Mengurangi biaya pembelian material split yang ukurannya lebih kecil. Penggunaan varian job mix untuk beton mutu tinggi mencapai mutu yang direncanakan sesuai dengan pada job mix beton.

**Kata Kunci:** Beton, Agregat Kasar Seragam



## **Abstract**

*This thesis is entitled "(Analysis of the Influence of Using Ex Gung River Uniform Materials as Coarse Aggregate and Superplastizer on High Quality Concrete Compressive Strength)" This thesis was written by IFANTRI SUGIONO, NPM 6516500065.2023 Civil Engineering Study Program, Pancasakti University of Tegal, Concrete is a mixture of cement, fine aggregate, coarse aggregate, and water, with no admixtures forming 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 need for concrete in the world of construction, the use of aggregate as a supporting material for concrete is also increasing. Concrete compressive strength is the ability of hard concrete to withstand compressive forces per unit area of concrete surface. Theoretically, the compressive strength of concrete is influenced by the strength of its components. In conducting research on coarse aggregate in high quality concrete on concrete compressive strength values the authors use the experimental method, the experimental method is an action and observation that is planned in order to produce a product that can be useful and used. and by the general public. purpose of writing Analyzing the compressive strength of concrete by using coarse aggregate material of uniform value in high quality concrete. Reducing the cost of purchasing split material which is smaller in size.*

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

*The proportion of the mix according to the job mix aims to reduce the cost of purchasing split material which is smaller in size. The use of job mix variants for high quality concrete achieves the planned quality in accordance with the concrete job mix.*

*Keywords: Concrete, Uniform Coarse Aggregate*

## DAFTAR ISI

	<b>Hal</b>
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
PRAKATA.....	vi
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN .....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian.....	5
E. Manfaat Penelitian.....	6

F. Sistematika Penelitian .....	6
BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA .....	7
A. Landasan Teori.....	7
B. Teori Sebagai Alat Menjawab Permasalahan .....	9
C. Tinjauan Pustaka .....	44
BAB III METODE PENELITIAN.....	49
A. Metode Penelitian.....	49
B. Waktu dan Tempat Penelitian .....	51
C. Sampel Dan Teknik Pengambilan Sampel.....	51
D. Metode Pengumpulan Data.....	52
E. Metode Analisa Data.....	53
F. Spesimen Pengujian .....	53
G. Diagram Alur Penelitian .....	58
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	59
A. Hasil Penelitian .....	59
BAB V PENUTUP.....	73
A. Kesimpulan.....	73
B. Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA .....	75
LAMPIRAN	

## DAFTAR GAMBAR

<b>GAMBAR</b>	<b>Hal</b>
Gambar 2.1. Slump .....	20
Grafik 2.1. Grafik Pasir .....	9
Grafik 2.2. Grafik Krikil .....	14
Grafik 4.1. Gradasi Agregat Pasir Muntilan .....	64
Grafik 4.2. Gradasi Agregat Kasar Murni Split 2-3 .....	66
Grafik 4.3. Kebutuhan Bahan Material 1M3 .....	70
Grafik 4.4. Kuat Tekan Beton .....	71

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Hal</b>
Tabel 2.1. Gradasi Pasir .....	9
Tabel 2.2. Gradasi Krikil.....	14
Tabel 2.3. Nilai Slump .....	21
Tabel 2.4. Nilai Perbandingan Kuat Tekan Beton Rata-rata .....	27
Tabel 2.5. Fraksi Volume Agregat Kasar.....	28
Tabel 2.6. Estimasi Pertama Kebutuhan Air Pencampuran Dan Kadar Udara...	30
Tabel 2.7. Rasio Maksimum Yang Disarankan .....	32
Tabel 2.8. Klasifikasi Beton Berat Satuan .....	34
Tabel 3.1. Berat Isi Agregat Kasar.....	53
Tabel 3.2. Berat Jenis Dan Penyerapan.....	54
Tabel 4.1. Kadar Lumpur Agregat Pasir Muntilan .....	59
Tabel 4.2. Kadar Lumpur Agregat Kasar Split 2-3.....	60
Tabel 4.3. Berat Isi Agregat Halus Pasir Muntilan .....	60
Tabel 4.4. Berat Isi Agregat Kasar Split .....	61
Tabel 4.5. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus Muntilan.....	61
Tabel 4.6. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar .....	62
Tabel 4.7. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar Ful .....	63
Tabel 4.8. Uji Gradasi Agregat Halus Muntilan .....	63
Tabel 4.9. Uji Gradasi Agregat Kasar Murni.....	65

Tabel 4.10. Formula Farian Agregat Kasar Split 2-3.....	67
Tabel 4.11. Kebutuhan Bahan Matrial Dalam 1M3.....	70
Tabel 4.12. Kuat Tekan Beton .....	71
Tabel 4.18. Uji Gradasi Agregat Kasar Limbah Beton 2-1.....	73
Tabel 4.19. Uji Gradasi Agregat Kasar Limbah Beton 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 Beton 100% .....	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 Lentur 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 I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. LATAR BELAKANG**

Dalam dunia konstruksi beton secara umum sudah menjadi kebutuhan masyarakat dalam pembuatan *property* maupun fasilitas infrastruktur pemerintah yang bersifat umum. Saat ini Indonesia merupakan salah satu negara berkembang di Asia yang pesat dalam pembangunan infrastruktur. Infrastruktur merupakan sarana penunjang dalam peningkatan kemajuan ekonomi. Infrastruktur yang dibangun untuk memenuhi kemajuan tersebut antara lain adalah gedunggedung, pabrik, jalan, jembatan, bendung, irigasi, pelabuhan, dan bandar udara. Semua infrastruktur yang tersebut membutuhkan material pembentuk utama, salah satunya adalah beton. Beton adalah suatu gabungan dari beberapa material pembentuk yaitu agregat kasar berupa koral atau batu pecah, agregat halus atau pasir, yang diikat oleh pasta semen yang dicampur dengan air dalam perbandingan tertentu sehingga mendapatkan material baru dengan kekuatan yang direncanakan. Agregat merupakan komponen utama dalam beton. Semua material pembentuk beton tersebut khususnya agregat, mempunyai sifat tertentu yang akan mempengaruhi mutu beton, salah satunya adalah agregat kasar. Agregat kasar dapat berupa koral yang didapat dari sungai, juga bisa didapat dari pecahan batu yang diproduksi secara mekanis atau manual. Dalam rangka usaha pemenuhan kebutuhan terhadap pengadaan agregat kasar berupa batu pecah untuk material beton dengan volume besar

maka agregat batu pecah diproduksi secara mekanis dengan pembuatan instalasi pemecah batu stone crusher. Ada beberapa tipe pemecah batu mekanis antara lain, system jaws dan system cone.

Cara memproduksi dan kualitas material pembentuk batu pecah sangat mempengaruhi mutu dari agregat kasar berupa batu pecah. Berbeda dari agregat kasar berupa koral/gravel yang berasal dari sungai, gradasi batu pecah hasil produksi dari stone crusher cenderung berbentuk single fraksi (gradasi seragam). Butiran agregat batu pecah dapat berbentuk pipih, bulat dan lonjong. Selain itu kekerasan batuan pembentuk batu pecah mempengaruhi kekerasan agregat. Berdasarkan hal-hal tersebut di atas, perlu kiranya bagi kita untuk memahami sifat-sifat dari agregat kasar berupa batu pecah, yang pada akhirnya akan mempengaruhi kualitas beton yang akan dihasilkan. Untuk itu perlu dilakukan penelitian tentang penggunaan agregat kasar batu pecah bergradasi seragam untuk campuran beton normal, dengan tujuan mendapat seberapa besar pengaruhnya terhadap kuat tekan beton yang dihasilkan, sehingga dapat menjadi acuan atau pedoman bagi perencana dan pelaksana lapangan dalam pekerjaan beton. 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 penerapannya 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 41,4 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 pasir pada beton dengan pemanfaatan hasil dari sungai lokal yang keberadaannya cukup melimpah dan memakai split yang lebih besar dengan ukuran 2-3 inci untuk mengurangi biaya pembelian material. Penelitian ini dimaksudkan untuk mendapatkan kuat tekan optimal dengan pemakaian agregat kasar yang nilai seragam. Agregat split yang akan digunakan sebagai perbandingan pada penelitian beton kali ini adalah agregat split yang nilai seragam yang berasal dari sungai Gung . Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil penelitian pemakaian agregat kasar lokal yang paling layak untuk dijadikan sebagai bahan agregat kasar untuk beton mutu tinggi. Dengan harapan jika material split tersebut dapat mengurangi biaya pembelian material split dalam produksi banyak dalam batching plant. Sehingga penggunaan material split dari kali Gung yang nilai seragam dapat dijadikan sebagai material alternatif untuk memenuhi kebutuhan produksi beton untuk wilayah Kabupaten Tegal, Brebes dan sekitarnya.

## **B. BATASAN MASALAH**

1. Beton yang akan dibuat adalah beton mutu tinggi K-400
2. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen portland tipe 1 dengan merek Tiga Roda.
3. Agregat kasar yang digunakan adalah agregat kasar dengan ukuran yang sama.
4. Agregat halus yang digunakan adalah agregat halus dari Bantar Bolang Pemalang.
5. Faktor air semen yang digunakan adalah rentang 0,2-0,5 % (SNI 03-6468-2000).
6. Penambahan *superplasticizer* sebanyak 1,6% dari berat semen, dengan merek yang digunakan adalah *Grolen*.
7. Metode pembuatan benda uji menggunakan beton silinder ( $\varnothing$ 15 cm, tinggi 30 cm)
8. Pengujian material dalam penelitian meliputi kandungan lumpur dalam agregat, berat isi agregat, berat jenis agregat, uji gradasi, dan uji *Saturated Surface Dry (SSD)* agregat.
9. Uji *slump test* pada beton yang di buat penelitian.
10. Uji kuat tekan beton umur 7 hari, 14 hari, 28 hari.

## **C. RUMUSAN MASALAH**

1. Berapa kuat tekan maksimal yang di hasilkan dengan inovasi beton dengan campuran agregat kasar yang seragam split 2-3 dari sungai gung sebagai agregat kasar pada beton.
2. Berapa komposisi yang ideal campuran beton per m<sup>3</sup>.

#### **D. TUJUAN PENULISAN**

Untuk mengetahui menganalisa kuat tekan beton dengan pemakaian material agregat kasar nilai seragam pada beton mutu tinggi K-400

Untuk mengetahui mengurangi biaya pembelian material split yang ukurannya lebih kecil.

#### **E. MANFAAT PENELITIAN**

1. Pemanfaatan penggunaan material lokal untuk pengembangan inovasi beton mutu tinggi.
2. Mengurangi biaya pembelian material split yang ukurannya lebih kecil .

#### **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**

Dalam bab ini akan diterangkan hasil penelitian dan pembahasan beton dengan metode yang sudah di tetapkan secara SNI.

## BAB V PENUTUP

Dalam bab ini penulis menerangkan kesimpulan dan saran .

## BAB II

### LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

#### A. LANDASAN TEORI

1. Beton mutu tinggi 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 dan 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).

## Teori Sebagai Alat Menjawab Permasalahan

### 1. 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)

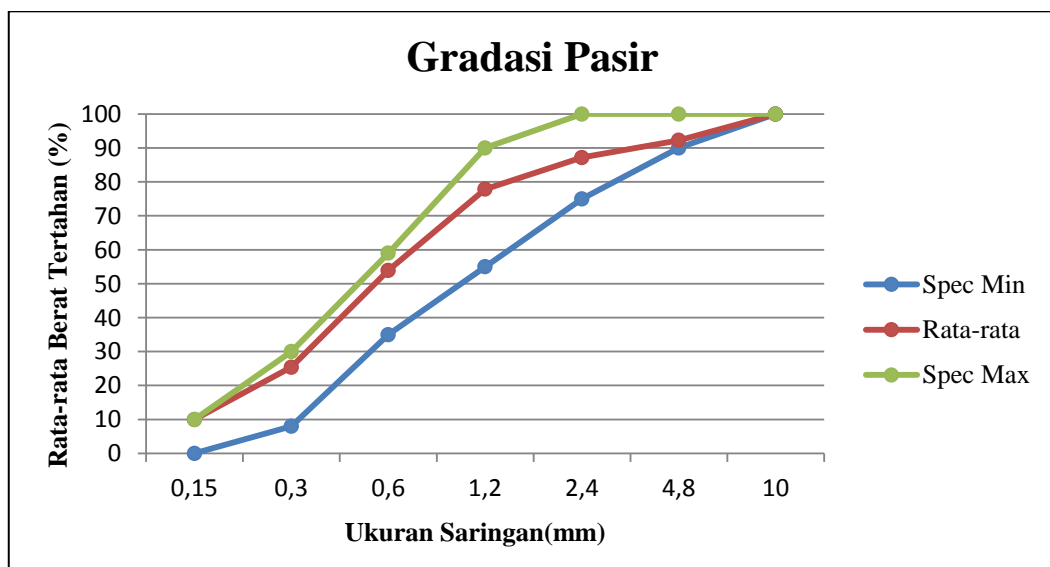
Keterangan:

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  $\text{gr/cm}^3$ . Agregat ini biasanya berasal dari agregat basalt, granit, kuarsa dan sebagainya. Beton yang dihasilkan mempunyai berat jenis sekitar 2,3  $\text{gr/cm}^3$ .

b. Agregat berat.

Agregat berat adalah agregat yang mempunyai berat jenis lebih dari 2,8  $\text{gr/cm}^3$ , misalnya magnetik ( $\text{FeO}_4$ ) atau serbuk besi. Beton yang dihasilkan mempunyai berat jenis tinggi sampai 5  $\text{gr/cm}^3$ . Penggunaannya dipakai sebagai pelindung dari radiasi.

c. Agregat ringan.

Agregat ringan adalah agregat yang mempunyai berat jenis kurang dari 2,0  $\text{gr/cm}^3$  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.

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).

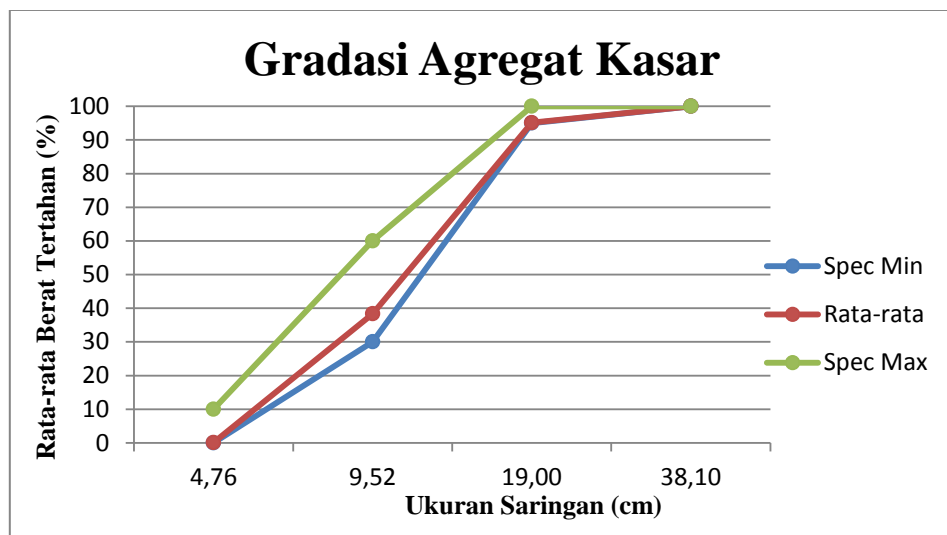
P : Modulus halus butir pasir (mm).

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)

## **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).

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:

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

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)

### 3. Kadar Udara

Bentuk butiran dan tekstur permukaan agregat halus berpengaruh pada kadar rongga udara pasir. (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 oksid 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).

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 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 Test*

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, kaisan 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 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:

- 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.

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

Dengan :

P = beban maksimum (kg)

A = luas penampang (cm<sup>2</sup>)

## 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 pembetonan. *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.

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

Dengan :

$A_k$  = Kadar agregat kasar padat kering oven ( $\text{kg/m}^3$ ).

$V_a$  = Fraksi Vol. Agregat kasar (%)

$M$  = Berat isi padat kering oven ( $\text{kg/m}^3$ ).

**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 2.6. 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	18 4	17 5	1 6 9	1 6 6	
50-75	19 0	18 4	1 7 5	1 7 2	
75-100	19 6	19 0	1 8 1	1 7 8	
Kadar Udara	3, 0	2, 5	2 , 0	1 , 5	Tanpa <i>Superplastic izer</i>
(%)	2, 5	2, 0	1 , 5	1 , 0	Dengan <i>Superplastic izer</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  $\frac{W}{(C+P)}$**

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  $\frac{W}{(C+P)}$

$$F_{cr}' \approx \text{rasio} \frac{W}{(C+P)} = \text{Nilai rasio} \frac{W}{(C+P)} \dots\dots\dots(10)$$

Dengan :

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



**Tabel 2.7. Rasio  $\frac{W}{(C+P)}$  Maksimum yang Disarankan (dengan Superplasticizer)**

Kekuatan Lapangan $f'_{cr}$ (MPa)		$\frac{W}{(C + P)}$			
		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)

### 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.

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

### f. Kadar Pasir

Sesudah ditentukan kadar agregat kasar, kadar air, kadar udara dan kadar semen, maka pasir untuk membuat  $1 \text{ m}^3$  campuran beton dapat dihitung dengan menggunakan Metode Volume Absolut. Kadar Pasir, ditentukan dengan metode Volume Absolut adalah  $1 \text{ m}^3$  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 =

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

**g. 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)

**h. Berat volume beton**

Berat vol beton = Proporsi campuran dasar : (berat kering)  
Vol. Air + Vol. Semen + Vol. Ag. Kasar + Vol. Ag. Halus +  
*Superplasticizer* = .....(kg/m<sup>3</sup>) .....(14)

**Tabel 2.8. 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**

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**

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  $\frac{W}{(C+P)}$  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 Air 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

$\frac{W}{(C+P)}$  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 $\frac{W}{(C+P)}$

Bila kuat tekan yang ditargetkan tidak dapat dicapai dengan menggunakan  $\frac{W}{(C+P)}$  yang ditentukan pada tabel 2.7. campuran coba ekstra dengan perbandingan  $\frac{W}{(C+P)}$  yang lebih rendah dan harus dibuat dan diuji.

#### k. 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.

## **TEORI HARUS RELEVAN**

Berdasarkan dari judul penelitian yang dibuat oleh penulis “ANALISA PENGARUH PENGGUNAAN UNIFORM GRADE EKS SUNGAI GUNG SEBAGAI AGREGAT KASAR PADA KUAT TEKAN BETON MUTU TINGGI” maka penulis akan menjelaskan tentang referensi yang melatar belakangi serta mendukung penelitian penulis.

### **1. Pengaruh Agregat Kasar Batu Pecah Bergradasi Seragam Terhadap Kuat Tekan Beton Normal.**

Perbedaan pada properties dan nilai kuat tekan beton disebabkan oleh perbedaan pada material pembentuk beton dan cara pembuatan beton. Kadang kala penggunaan agregat kasar batu pecah bergradasi seragam tidak dapat dihindari. Penggunaan batu pecah bergradasi seragam dapat berpengaruh pada properties beton dan kuat tekan beton. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan pengaruh penggunaan batu pecah bergradasi seragam pada beton terhadap properties beton dan kuat tekan beton. Dalam penelitian ini, digunakan ukuran agregat batu pecah dari 3 ukuran, yaitu 5 – 20 mm, 5 – 25 mm, 10 – 20 mm dan 20 – 25 mm, dengan nilai factor air semen (w/c) ditetapkan 0,50 untuk 4 variasi campuran dan 0,45 untuk 2 variasi campuran tambahan. Hasil pengujian kuat tekan beton pada penggunaan agregat batu pecah bergradasi seragam dapat mengurangi kuat tekan beton sebesar 12,35 % terhadap penggunaan agregat kasar batu pecah bergradasi menerus. Penurunan penggunaan w/c dari 0,50 menjadi 0,45 dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 20,15%. Penggunaan agregat kasar batu pecah bergradasi

seragam pada campuran beton berpengaruh terhadap sifat mudah dikerjakan (workability) dan pematatan pada beton.

## **2. Penelitian Tugas Akhir Perencanaan Campuran Beton Mutu Tinggi Dengan Penambahan *Superplasticizer* Dan Pengaruh Penggantian Sebagian Semen Dengan *Fly Ash* oleh Fandhi Hernando**

Sebuah penelitian tentang perencanaan pencampuran beton mutu tinggi dengan penambahan *superplasticizer* dan pengaruh penggantian sebagian semen dengan *fly ash* untuk mendapatkan kuat desak beton mutu tinggi dan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penggantian abu terbang dan penambahan *Superplasticizer* terhadap mutu kuat desak beton. Komposisi campuran *Superplasticizer* yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,6% untuk semua variasi dan penggantian abu terbang sebanyak 0%, 20%, 25%, 30% dan 35% dari berat semen. Benda uji yang digunakan adalah berbentuk silinder, mutu beton yang direncanakan 65 MPa yang diuji pada umur 28 hari dengan terlebih dahulu dilakukan perawatan sebelum pengujian. Penelitian ini menguji beton dengan benda uji selinder untuk uji tekan ( diameter 150 mm dan tinggi 300 mm ) sebanyak 50 sampel dan terdiri dari 5 variasi dan masing-masing variasi sebanyak 10 sampel. Kesimpulan dari penelitian tersebut adalah:

a. Kuat desak beton yang tertinggi terdapat pada Campuran Beton penggantian *Fly Ash* 20% yaitu sebesar 59,095 MPa dan kuat desak beton yang terendah terdapat pada Campuran Beton penggantian *Fly Ash* 30% yaitu sebesar 42,927 MPa

- b. Bahwa dengan penggantian 20% *Fly Ash* mempunyai kuat desak lebih tinggi dibandingkan dengan beton variasi campuran *Fly Ash* lainnya.
- c. Adukan dengan tingkat kelecakan tinggi mempunyai resiko yang besar terhadap terjadinya bleeding, hal ini terjadi pada semua sampel beton.

### **3. Pengaruh Gradasi Agregat Terhadap Karakteristik Beton Segar**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa :

- a. Nilai slump sesuai yang disyaratkan diperoleh pada penggunaan agregat halus zone 1 (sangat kasar), zone 2 (kasar), dan zone 3 (halus). Agregat halus yang bersifat sangat kasar hanya memberikan nilai slump yang memenuhi syarat jika dicampurkan dengan agregat kasar ukuran 40 mm.
- b. Nilai bleeding sesuai yang disyaratkan diperoleh pada penggunaan agregat halus zone 1, zone 2, zone 3, dan zone 4. Ukuran butir maksimum agregat kasar tidak berpengaruh terhadap nilai bleeding yang dihasilkan.
- c. Nilai faktor kepadatan sesuai yang disyaratkan diperoleh pada penggunaan agregat halus zone 1 dan zone 2. Ukuran butir maksimum agregat kasar tidak berpengaruh terhadap nilai faktor kepadatan yang dihasilkan.

### **4. Pengaruh Gradasi Terhadap Porositas Dan Kuat Tekan Beton Berpori**

Pembangunan jalan secara umum menggunakan perkerasan lentur dan perkerasan kaku yang kedap air, sehingga pada musim hujan akan terdapat genangan air di permukaan jalan. Genangan air di atas lapisan perkerasan yang terjadi setelah hujan akan mengganggu kelancaran lalu lintas dan dapat menimbulkan terjadinya kerusakan pada perkerasan jalan. Penggunaan beton



berpori diharapkan dapat mengurangi kerusakan pada jalan dengan meresapkan air limpasan dari badan jalan ke dalam tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya workabilitas, porositas, permeabilitas, dan kuat tekan beton berpori, serta untuk mengetahui pengaruh gradasi agregat 1-2 dan 2-3 terhadap kuat tekan, porositas dan permeabilitas dari beton berpori. Penelitian yang dilakukan menggunakan metode eksperimen, yaitu dengan menggunakan agregat dengan gradasi seragam. Agregat yang digunakan adalah batu dengan gradasi seragam 1-2 cm dan 2-3 cm. Agregat halus yang digunakan sebesar 30% dari proporsi agregat halus beton normal. Faktor air semen (FAS) yang dipakai pada mix design sebesar 0,45. Pengujian workabilitas dilakukan setelah beton segar selesai dicampur dengan komposisi sesuai mix design. Pengujian kuat tekan, porositas, dan permeabilitas dengan metode falling head water permeability test dilakukan pada umur beton 28 hari. Dari hasil analisis dengan metode kualitatif, beton berpori dengan batu pecah gradasi 1-2 dan 2-3 dengan FAS 0,45, didapat nilai kuat tekan tertinggi pada campuran agregat 1-2 sebesar 10,584 MPa. Porositas tertinggi terjadi pada campuran agregat 1-2 sebesar 21,758 % (Metode VIM). Permeabilitas horisontal tertinggi terjadi pada campuran agregat 1-2 sebesar 1,711 cm/dt. Permeabilitas secara vertikal tertinggi terjadi pada campuran 1-2 dengan nilai 0,448 cm/dt. Jadi dari hasil analisis beton berpori yang kuat dan terjaga nilai porositasnya adalah beton berpori dengan campuran agregat 1-2.

## **5. Pengaruh Variasi Butiran Agregat Pada Kuat Tekan Dan Kecepatan Gelombang Ultrasonik**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- a. Mutu beton dengan diameter agregat maksimum 40 mm, 20 mm dan 10 mm semakin besar, sejalan dengan menurunnya faktor air semen. Tetapi kuat tekan beton meningkat seiring dengan peningkatan diameter agregat maksimum, baik pada agregat Bantak dan agregat Celereng.
- b. Kecepatan gelombang meningkat sejalan dengan meningkatnya diameter agregat maksimum, untuk agregat Bantak dan agregat Celereng. Kecepatan gelombang dipengaruhi jenis agregat, bahwa kecepatan gelombang pada beton dengan agregat celereng menghasilkan kecepatan gelombang lebih tinggi dari pada agregat bantak.
- c. Pada kecepatan gelombang yang sama agregat Bantak mempunyai kuat tekan lebih tinggi dari pada agregat Celereng, tetapi pasta semen yang dibutuhkan semakin banyak. Pada kuat tekan yang sama agregat celereng menghasilkan kecepatan gelombang yang lebih tinggi dari pada agregat Bantak.
- d. Dari hasil pengujian direct, dengan pendekatan persamaan eksponensial mendapatkan persamaan hubungan kecepatan dan kuat tekan pada agregat Bantak dengan diameter maksimum 40 mm, 20 mm dan 10 mm berturut-turut adalah

$$Y=0,187e^{1.291x}$$

$$Y=0,03e^{1.756x}$$

$Y=0,020e^{1.840x}$  dan korelasi pada setiap persamaan berturut-turut sebesar  $R^2=0,907, R^2=0,896, R^2=0,760$

e. Dari hasil pengujian direct, dengan pendekatan persamaan eksponensial mendapatkan persamaan hubungan kecepatan dan kuat tekan pada agregat Celereng dengan diameter maksimum 40 mm, 20 mm dan 10 mm berturut-turut adalah

$$Y=0,411e^{1.007x}$$

$$Y=0,091e^{1.460x}$$

$Y=0,014e^{1.188x}$  dan korelasi pada setiap persamaan berturut-turut sebesar  $R^2=0,907, R^2=0,896, R^2=0,760$

## **6. Pengaruh Pencampuran Dua Jenis Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pencampuran dua jenis agregat kasar terhadap kuat tekan beton. Agregat kasar yang digunakan yaitu koral quarry Sukaraja (KS) dan koral quarry Pondok Kubang (KP). Perencanaan campuran beton menggunakan perbandingan adukan 1 semen : 2 pasir : 3 koral, dengan menggunakan 2 macam campuran koral (50% KS + 50% KP dan 35% KS + 65% KP), dan menggunakan 2 macam pasir (pasir sungai dan pasir laut). Benda uji beton yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 32 benda uji. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari. Hasil uji kuat tekan beton menunjukkan untuk campuran 50% KS + 50% KP dapat meningkatkan nilai

kuat tekan beton terhadap beton normal (KS) sebesar 16,76% (pasir sungai) dan 17,98% (pasir laut), campuran 50% KS + 50% KP kuat tekan beton meningkat sebesar 31,9% (pasir sungai) dan 30% (pasir laut) terhadap beton normal (KP), untuk campuran 35% KS + 65% KP kuat tekan beton meningkat sebesar 6,22% (pasir sungai) dan 15,97% (pasir laut) terhadap beton normal (KS), dan campuran 35% KS + 65% KP kuat tekan beton meningkat sebesar 20% (pasir sungai) dan 27,78% (pasir laut) terhadap beton normal (KP).

#### **7. Pengaruh Ukuran Butiran Agregat Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Kinerja Tinggi Grade 80**

Penggunaan material reaktif dengan butiran yang lebih halus seperti mikrosilica (silica fume) dan superplasticizer yang lebih baik memungkinkan diperolehnya beton yang lebih padat dengan faktor air semen yang rendah. Beton yang lebih padat akan meningkatkan kuat tekan beton. Salah satu cara meningkatkan kuat tekan beton dengan pembuatan beton ekstra padat yang menggunakan gradasi agregat yang baik dengan partikel yang berukuran mikro. Apabila agregat mempunyai ukuran butiran yang lebih halus dan dengan ukuran yang bervariasi, maka volume pori beton menjadi kecil. Hal ini disebabkan butiran yang lebih kecil akan mengisi pori antara butiran yang lebih besar, sehingga pori-porinya menjadi sedikit dan beton memiliki kemampuan yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran butiran agregat terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas beton dengan menggunakan metode eksperimen berupa 6 campuran beton grade 80

dengan ukuran butiran agregat maksimum yang bervariasi. Tiap variasi ada 3 sampel, sehingga total benda uji 18 buah. Benda uji yang digunakan adalah silinder berukuran diameter 7,62 cm dan tinggi 15,24 cm. Pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas dilakukan pada umur beton 28 hari. Kuat tekan beton dengan ukuran butiran yang lebih besar mempunyai nilai kuat tekan yang lebih rendah dibandingkan beton dengan ukuran butiran kecil. Beton lolos saringan 19 mm memiliki kuat tekan terkecil sebesar 24,90 MPa dan modulus elastisitas 23500 MPa, dan beton lolos saringan 0,85 mm memiliki kuat tekan terbesar sebesar 31,1 MPa dan modulus elastisitas 25310 MPa. Gradasi agregat yang baik dan ukuran agregat yang kecil akan mampu menghasilkan kepadatan (density) yang maksimum dan porositas yang minimum. Hal ini berkontribusi dalam menghasilkan kuat tekan beton yang lebih tinggi.

## **B. TINJAUAN PUSTAKA**

**1. Mawardi<sup>1</sup>, Besperi<sup>2</sup>**“pengaruh nilai kekasaran permukaan agregat kasar terhadap kuat tekan beton” Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan disimpulkan kerikil bulat yang digunakan untuk sebagai agregat kasar pada beton dapat menurunkan kuat tekan beton 12 %. Untuk menggunakan kerikil bulat sebagai agregat kasar harus dilakukan pembuatan job mix ulang. Saran : Perlunya penelitian selanjutnya dengan FAS yang berbeda sehingga dapat di peroleh FAS yang optimum pada beton dengan agregat kerikil bulat/tanpa dipecah

**2.Amirudin<sup>1</sup> ,Ibrahim<sup>2</sup> ,Ika Sulianti<sup>3</sup> ,**Penelitian “pengaruh perubahan ukuran maksimum agregat kasar terhadap jumlah semen untuk pembuatan beton scc dengan bahan tambah sp430 dan rp260 ” kesimpulannya, Dari hasil penelitian ini bahwa modifikasi metode pembuatan beton dari SNI 03-2834-1993 dapat dilakukan dengan kesimpulan sebagai berikut:

- a. Perubahan ukuran maximum agregat dari 30 mm menjadi 10 mm dibutuhkan penambahan pemakaian semen sebesar 15% dengan fas dipakai 0,3 menjadi beton sangat kental untuk mendapatkan mutu beton yang tetap K 300 kg/cm<sup>2</sup>.
- b.Perubahan jumlah agregat ditukar dengan jumlah pasir dan sebaliknya dibutuhkan penambahan semen 6% dengan fas tetap 0,3, namun tetap didapatkan beton yang sangat kental.
- c. Untuk membuat beton SCC dapat dilakukan hanya apabila ditambahkan admixture, sebab tanpa pemakaian admixture tidak dapat membuat beton dapat mengalir sendiri.

**3.Herry Widhiarto<sup>1</sup>, Bambang Sujatmiko<sup>2</sup> (2012)** Penelitian “analisis campuran beton berpori dengan agregat bergradasi terpisah ditinjau terhadap mutu dan biyayah” kesimpulanya Kuat tekan beton berpori variasi BP-C sebesar 20,48 Mpa sedangkan kuat tarik belah beton pada variasi BP-C sebesar 5,92 Mpa, lebih rendah dari beton normal pada umur 28 hari. Dengan demikian Mutu beton tidak mencapai kuat tekan rata-rata yang ditargetkan yaitu 30 Mpa. Porositas dan resapan beton berpengaruh

pada mutu beton, semakin besar nilai porositas menyebabkan meningkatnya resapan dan menurunnya mutu beton, begitu pula sebaliknya. Hal ini dapat dibuktikan dari hasil penelitian ini bahwa variasi PB-C nilai porositas 21,42% dan nilai resapan 3,91%, diperoleh kuat tekan sebesar 20,48 MPa, sedangkan porositas beton normal 14,70% dan nilai resapan 3,62%, diperoleh

**4. Deanris Kurnia Anggriawan<sup>1</sup>, M.Agus Salim Al-Fathoni<sup>2</sup>, Amris Azizi<sup>3</sup>**, Penelitian “pengaruh ukuran agregat terhadap kuat tekan beton” kesimpulannya adalah kualitas bahan campuran beton berpengaruh terhadap kinerja suatu struktur, Agregat kasar merupakan salah satu bahan campuran beton yang memiliki beberapa variasi ukuran sesuai dengan kebutuhan, Agregat kasar dapat mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahanya terhadap desintegrasi beton, cuaca, dan efek-efek perusak lainnya, penelitian dilakukan dengan membandingkan kuat tekan beton yang menggunakan 2 ukuran agregat kasar (1/2 dan 2/3) dengan membuat 3 sampel tiap ukuran agregat dengan menggunakan mollen sebagai alat pencampur bahan, berdasarkan uji kuat tekan beton diperoleh hasil bahwa agregat kasar dengan ukuran 1/2 memiliki kuat tekan rata-rata terbesar yaitu 27,94 Mpa, sedangkan agregat dengan ukuran 2/3 memiliki kuat tekan rata-rata yang paling mendekati rencana yaitu 27,13 Mpa.

**5.Hakas Prayuda, As’at Pujiyanto** (2018) Penelitian “Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Menggunakan Komparasi Agregat Gamalama, Agregat Merapi, Dan Agregat Kaliprogo” kesimpulannya adalah seluruh beton dari

ketiga daerah ini dapat digunakan untuk beton mutu tinggi diatas 50 MPa dengan agregat asal kali progo merupakan agregat yang menghasilkan kuat tekan beton paling tinggi.

**6. Agus Purwati<sup>1</sup>, Sholihin As'ad<sup>2</sup>, Sunarmasto<sup>3</sup>** “pengaruh ukuran butiran agregat terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas beton kinerja tinggi grade 80” kesimpulannya adalah Susunan butiran (gradasi) yang baik dapat menghasilkan kepadatan (density) maksimum dan porositas (voids) minimum. Sifat penting dari suatu agregat baik agregat kasar maupun agregat halus adalah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan beton, sehingga beton dengan gradasi yang baik akan mampu menghasilkan kuat tekan yang tinggi.



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. METODE PENELITIAN**

Secara garis besar tahapan penelitian ini dapat dibagi menjadi 5 (lima)

tahapan, yaitu:

- 1) pengadaan material, untuk batu pecah dan pasir diperoleh dari stockpile material batching plant PT.NHR, sedangkan semen diperoleh di toko bangunan.
- 2). Pengujian agregat kasar untuk masing-masing fraksi, meliputi gradasi agregat, berat jenis dan penyerapan, sedangkan untuk agregat halus dilakukan analisa saringan, serta berat jenis dan penyerapan.
- 3).merencanakan mix design campuran beton untuk kuat tekan beton rencana 300 kg/cm<sup>2</sup> untuk agregat kasar bergradasi menerus dan agregat kasar bergradasi seragam.
- 4). Pembuatan benda uji, pengujian slump dan perawatan benda uji, serta pengujian berat isi beton dan kuat tekan beton sesuai dengan umur beton 7 hari dan 28 hari. Dengan mutu beton yang direncanakan adalah 42 MPa.

Penelitian dibagi menjadi beberapa tahapan, yaitu:

##### **a.Tahap I**

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

a. Bahan :

- 1) Air

2) Semen portland tipe 1 merek Tiga roda

3) Kerikil

4) Pasir

5) *Superplasticizer*

b. Alat :

1) Neraca digital kapasitas 100 kg. dengan ketelitian mencapai 0,1 gram

2) Satu set saringan agregat bentuk lubang ayakannya persegi dengan diameter 9,5 mm, 4,75 mm, 2,0 mm, 0,60 mm, 0,425 mm, 0,25 mm, 0,15 mm, 0,075 mm dan pan.

3) Oven untuk uji kadar air pada agregat dan kebersihan lumpur pada agregat.

4) Cawan

5) Sendok semen

6) Mixer mini (mesin molen)

7) Satu set *slump test*

8) Cetakan benda uji silinder Ø15 cm, tinggi 30 cm

9) *Compression testing machine* (mesin uji kuat tekan)

10) Alat penusuk dari batang besi

11) Gelas ukur, dengan kapasitas 1000 ml untuk menakar kebutuhan air pada proses pencampuran bahan beton.

12) Gelas ukur, dengan kapasitas 250 ml untuk meneliti kandungan zat organik dan kadar lumpur dalam agregat halus.

13) Sekop besar, untuk alat pengambil material.

- 14) Nampan material, sebagai tempat agregat halus, agregat kasar, dan semen pada saat penimbangan dan pengovenan pada pengujian material.
- 15) Kuas dan sikat.

### **b.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. Pemeriksaan kadar lumpur pada agregat.
- b. Uji gradasi.
- c. Uji kadar air pada agregat.
- d. Uji berat jenis agregat.
- e. Uji berat satuan.
- f. Uji penyerapan air (*SSD*).

### **c.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 silinder ( $\varnothing 15$  cm, tinggi 30 cm).

### **d.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 2493-2011.

#### **e.Tahap V**

Disebut dengan tahap pengujian. Pada tahap ini pengujian kuat tekan dilakukan terhadap sampel silinder beton berukuran Ø15 cm, tinggi 30 cm.

#### **f.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**

Akan dilaksanakan di Laboratorium PT. Nisajana Hasna Rizqy Desa Daawarih kecamatan Balapulag - Kabupaten Tegal sebagai sarana tempat serta sarana pendukung berlangsungnya penelitian.

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

Waktu penelitian dilakukan pada Maret 2023-April 2023.

### **C.SAMPEL, DAN TEKNIK PENGAMBILAN SAMPEL**

Dalam penelitian Penggunaan Pasir pemalang Dan batu split di ambil di stok pel PT NHR. Kedua sampel matrial ini akan dijadikan sebagai agregat pada beton untuk mendapatkan beton mutu tinggi sebagaimana yang diharapkan dari penelitian ini.

#### **D.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.

Berikut ini adalah langkah yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian Persiapan kebutuhan alat yang digunakan selama proses penelitian.

1. Pengujian pada agregat yang akan digunakan pada *mixing* beton.
2. Pembuatan rencana pencampuran beton (*mix design*).
3. *Mixing design*.
4. Pengujian slump.
5. Pembuatan benda uji.
6. Perawatan benda uji.

7. Pengujian kuat tekan benda uji (umur beton 7 hari, dan 28 hari)
8. Pengolahan data.
9. Kesimpulan

## **E.METODE ANALISA DATA**

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

1. Penimbangan material menggunakan neraca.
2. Penghitungan kadar lumpur agregat menggunakan gelas ukur.
3. Penyaringan agregat menggunakan satu set saringan agregat.
4. Pengujian penyerapan air pada agregat kasar dan agregat halus.
5. Pengujian keausan agregat dengan mesin abrasi.
6. Pengujian berat isi, volume produksi campuran dan kadar udara beton dengan uji slump.
7. Pengujian nilai kuat tekan dengan benda uji silinder SNI diameter 150 mm dan panjang 300 mm.

## **F.Job Mix Design Fs-45**

### **3.1 .Berat Isi Agregat Kasar**

			I (Kg)	II (Kg)	III (Kg)	Rata-rata
Berat Tempat + Sampel	A	A+B	47,3	46,8	46,5	46,86
Berat Tempat	B		27,0	27,0	27,0	27,0
Berat Sampel	C	A-B	20,3	19,8	19,5	59,6
Volume Tempat	D	PXLXT	0,0135	0,0135	0,0135	0,0135
Berat Isi Sampel	E	$C/D$	1503,71	1466,66	1444,45	1471,61

### 3.2 .Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar

		Pengujian (gr)		Rata-rata
		Sampel 1	Sampel 2	
Berat contoh Kering Oven	BK	2667,3	2913,3	2790,3
Berat Sampel Kering permukaan Jenuh	BJ	2665,5	2911,5	2788,5
Berat Sampel Uji Didalam Air	BA	1814,5	1860,5	1837,5
Berat jenis bulk	$\frac{BK}{BJ - BA}$	3,13	2,77	2,95
Berat jenis SSD	$\frac{BJ}{BJ - BA}$	3,13	2,77	2,95
Berat Jenis Semu (apparent)	$\frac{BK}{BK - BA}$	3,13	2,76	2,94
Penyerapan Air	$\frac{BJ - BA \times 100\%}{BJ}$	31,90	36,07	33,98

No	Uraian	Tabel / Grafik Perhitungan	Hasil Perhitungan
	1	2	3
A	Kuat Tekan Karakteristik yang disyaratkan	Ditetapkan	45 Kg pada umur 28 hari bagian cacat 5%
B	Nilai tambah ( MARGIN)	$f_{cr} > f_c > 12$ Mpa	
	Kuat Tekan Beton Rata-rata		9.45 Kg
	Beam 15 x 15 x 60 cm	$k = A + B$	45 Kg + 9.45 Kg = 54.45 Kg
	Nilai Faktor Air Semen		
	Maks.(kubus 15 x 15 x 15 cm)	Grafik : 1	$\left. \begin{array}{l} 42 \\ \\ \end{array} \right\} \text{diambil nilai} = 42$
	Nilai Faktor Air Semen	- Tabel : 3	
	Maks dalam lingkungan	- Tabel : 4	

	khusus	- Tabel : 5	50
1	Kebutuhan Air per Zak	FAS terkecil	
	semen ( 50 kg )	x 50 Liter	0,42 x 50 Liter =21.0 Liter/sak
	- Ukuran Maks Agg	- ditetapkan	1.0 inch atau 38.1 mm
	- Modulus Kehalusan	-ditetapkan	
	- Slump maks yang diijinkan	- ditetapkan	7 cm
2	Kebutuhan Air per zak semen	Point 1 dan	21.0 Liter/sak semen (2a)
	( slump 7.0 cm)	Tabel : 12.2 2	183.49 Liter/M <sup>3</sup> beton (2b)
3	Penambahan air per M <sup>3</sup> beton	Lihat keterangan	1.03 x 183.49 = 189.0 Ltr/M <sup>3</sup> beton
	karena ada perubahan slump	Tabel : 12.2 2 poin 2b + 3%	
4	Faktor semen = jumlah zak semen per m <sup>3</sup> beton	Poin 3 : poin 2a	$\frac{189}{21.0} = 9.00\text{sak/M}^3\text{beton}$
5	Volume Absolute Semen	$\frac{\text{Poin 4 x 50}}{\text{Bj PC x1000}}$	$\frac{9.0 \times 50}{3.15 \times 1000} = 0.1429 \text{ M}^3$
6	Volume Air	Poin 3 : 1000	$\frac{189.0}{1000} = 0.1890 \text{ M}^3$
7	Volume pasta semen	poin 5 + poin 6	Jumlah = 0.3318 M <sup>3</sup>
8	Volume absolut Agg kasar dan Agg Halus	1 - Poin 7	1.000 - 0.3318 = 0.6682 M <sup>3</sup>
9	Prosentase kebutuhan Agg		Ukuran Maks Agg Kasar = 25 mm
	Halus dari berat Agg		



	Halus dan Kasar		% Agg Halus = 34%
10	Volume Absolut Agg Halus	Poin 8 x Poin 9	$0.6682 \times 0.34 = 0.2272 \text{ M}^3$
11	volume absolute Agg kasar	Poin 8 - Poin 10	$0.6682 - 0.2272 = 0.4410 \text{ M}^3$
	Agg Kasar	1 Inch	25% $25\% \times 0.4410 = 0.1102 \text{ M}^3$
		$\frac{3}{4}$ inch	75% $75\% \times 0.4410 = 0.3307 \text{ M}^3$
12	Kebutuhan bahan untuk 1 $\text{M}^3$ beton		
	- Semen	Poin 4 x 50 Kg	$9.00 \times 50 = 450 \text{ Kg}$
	- Air	Poin 3	$= 189.0 \text{ Kg}$
	- Agg halus SSD	Bj x Poin 10 x 1000	$2.682 \times 0.2272 \times 1000 = 609.35 \text{ Kg}$
	- Agg kasar SSD	BJ x Poin 11 x 1000	
		1 Inch	$2.77 \times 0.1102 \times 1000 = 305.38 \text{ Kg}$
		$\frac{3}{4}$ Inch	$2.95 \times 0.3307 \times 1000 = 975,67 \text{ Kg}$
			Jumlah seluruh bahan = 2529.30 Kg
13	Kebutuhan bahan untuk 1 zak semen		
	- Semen	1 zak =50 Kg	$= 50 \text{ Kg}$
	- Air	Poin 2a	$= 21.0 \text{ Kg}$
	- Agg halus SSD	Poin 12 : Poin 4	$609.27 : 9.00 = 67.70 \text{ Kg}$
	- Agg kasar SSD	Poin 12 : Poin 4	
		1 Inch	$305.38 : 9.00 = 33.93 \text{ Kg}$
		$\frac{3}{4}$ Inch	$975.67 : 9.00 = 108.41 \text{ Kg}$
			Jumlah seluruh bahan = 281.04 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		= 450.0 Kg
	- Air	Poin 12 dikoreksi	188.99 - 3% (609.27+1281.05)= 132.29 Kg
	- Agg halus SSD		1.03 x 609.27 = 627.55 Kg
	- Agg kasar SSD	1 Inch	1.03 x 305.38 = 314.54 Kg
		¾ Inch	1.03 x 975.67 = 1004.94 Kg
			Jumlah seluruh bahan = 2529.30 Kg

### C. Diagram Alur Penelitian

