



**PERBANDINGAN VOLUME PENGECORAN PADA BETON  
YANG MENGGUNAKAN PASIR SUNGAI MAYANG  
KECAMATAN MAYANG KABUPATEN JEMBER**

**TUGAS AKHIR**

Oleh:

**Muhammad Iqbal Z.**  
**081910301043**

**PROGRAM STRATA I TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2015**



**PERBANDINGAN VOLUME PENGECORAN PADA BETON  
YANG MENGGUNAKAN PASIR SUNGAI MAYANG  
KECAMATAN MAYANG KABUPATEN JEMBER**

**TUGAS AKHIR**

diajukan guna melengkapi proyek akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh:

**Muhammad Iqbal Z.**  
**081910301043**

**PROGRAM STRATA I TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2015**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Diri saya sendiri yang telah berjuang melawan kemalasan yang berkepanjangan
2. Allah SWT
3. Kedua orang tuaku, Achmd Siri dan Suharti yang senantiasa mendoakan dan selalu melimpahkan kasih sayang.
4. Kakakku-adikku Rifqi Riva Amalia yang selalu memberikan semangat dan Silvia Ilma Rosida yang selalu mengingatkan dan mendukung.
5. Keluarga besarku yang selalu memberikan dukungan.
6. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi yang telah memberikan ilmu dan membimbingku dengan sabar.
7. Bapak dosen pembimbing skripsiku setia bapak Ir.Hernu Suyoso, M.T yang sudah setia membimbingku mulai dari nol.
8. Teman-temanku teknik sipil 2008, Anggik, Ono, Dodo, Onik dan Metri senasib seperjuangan, terima kasih atas kerjasama dan kekompakannya selama ini.
9. Kakak Puji Mukti Hariyadi yang tidak lelahnya memarahi, menakut-nakuti, dan mengingatkan tentang perkuliahan yang tak kunjung rampung ini.
10. Pacarku Meita yang selalu memberi doa dan dukungannya.
11. Almamater Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

**MOTTO**

Semua ini Terjadi karena Ketidakpedulian-mu.  
*(Iqbal Sendok)*

Teman Adalah Musuh yang Belum Menyerang Kita.  
*(Skipper)*

Rise and Shine.  
*(Surya)*

Aku Tidak Peduli Kalaupun Harus MatiKetika Berjuang Meraih Mimpiku, Aku tidak  
Menyesalinya  
*(Monkey D. Luffy)*

Every Power can be a Poison or Medicine, depending on the User's Intention  
*(Narumi Sensei)*

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Iqbal Zakaria

NIM : 081910301043

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: *Perbandingan Volume Pengecoran Pada Beton Yang Menggunakan Pasir Sungai Mayang Kecamatan Mayang Kabupaten Jember* adalah benar – benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 23 Desember 2015

Yang Menyatakan,

Muhammad Iqbal Z  
NIM 081910301043

**SKRIPSI**

**PERBANDINGAN VOLUME PENGECORAN PADA BETON  
YANG MENGGUNAKAN PASIR SUNGAI MAYANG  
KECAMATAN MAYANG KABUPATEN JEMBER**

Oleh

MUHAMMAD IQBAL ZAKARIA  
NIM 081910301043

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Hernu Suyoso., MT.

Dosen Pembimbing Anggota : Dwi Nurtanto, ST., MT.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “*Perbandingan Pengecoran Pada Beton yang Menggunakan Pasir Sungai Mayang Kecamatan Mayang Kabupaten Jember*” (Muhammad Iqbal Zakaria, 081910301043) telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 23 Desember 2015

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Menyetujui

Pembimbing

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Ir. Hernu Suyoso, MT.  
NIP. 19551112 198702 1 001

Penguji

Dwi Nurtanto, ST., MT.  
NIP. 19731015 199802 1 001

Penguji I,

Penguji II,

Syamsul Arifin, ST., MT.  
NIP. 19690709 199802 1 001

Ahmad Hasanuddin, ST., MT.  
NIP. 19710327 199803 1 003

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Jember

Ir. Widyono Hadi, MT.  
NIP 19610414 198902 1 001

**RINGKASAN**

**Perbandingan Volume Pengecoran Pada Beton Yang Menggunakan Pasir Sungai Mayang Kecamatan Mayang Kabupaten Jember; Muhammad Iqbal Zakaria**, 081910301043: 2015, 42 halaman; Program Study Strata I; Jurusan Teknik Sipil; Fakultas Teknik; Universitas Jember

Pengecoran beton berbasis perbandingan volume merupakan metode yang banyak dipraktikkan oleh masyarakat. Penelitian ini berguna agar masyarakat punya acuan baru dalam perbandingan volume dalam pengecoran beton. Pasir Sungai Mayang merupakan pasir yang banyak digunakan oleh masyarakat Jember, baik dalam hal konstruksi atau kegunaan lain. Penelitian pembuatan beton ini menggunakan pasir Mayang sebagai agregat halus dalam pencampurannya dengan metode perbandingan volume dengan kuat rencana K-225. Pencampuran dilakukan dalam 3 model pencampuran, yaitu Volume, Mix, dan Volume-Mix, dengan tujuan mengoptimalkan kuat tekan dari perbandingan volume 1:2:3 yang dianggap masyarakat mampu mencapai kuat tekan K-225. Mix dan Volume-mix akan menghasilkan perbandingan volume pencampuran yang baru dan diharapkan dapat mencapai kuat tekan yang direncanakan. Pencampuran perbandingan volume pada beton yang menggunakan agregat halus dari daerah mayang didapatkan, Volume 1:2:3, dengan kuat tekan rata-rata 16,48 Mpa dan perbaikan perbandingan Volume-Mix 1:1,2:1 dengan kuat tekan rata-rata 28,45 Mpa. Dapat disimpulkan bahwa penelitian perbandingan volume 1:1,2:1 mempunyai kuat tekan yang memenuhi kuat tekan rencana.

## SUMMARY

**Mixing Concrete in Volume Based that used Sand from Mayang Quarry, Kabupaten Jember; Muhammad Iqbal Zakaria**, 081910301043: 2015, 42 pages; Strata I Study Program; Civil Engineering; Engineering Faculty; Jember University.

Concrete mixing based volume ratio is a common method practiced by the community. This research is useful so that the public has a new benchmark in the volume ratio in the concrete mixing. Usually people using sand from Kabupaten Lumajang for construction uses, but with high demand and cost of Lumajang sand, people in Jember switching to the local sand in some Jember sand quarry. Mayang River sand is sand that is widely used by people in Jember, both in terms of construction or other uses. Research manufacture of concrete that using Mayang sand as fine aggregate in the mixing with volume based ratio method, that planned to reach K-225 compressive strength. In this research, mixing concrete use 3 model of mixing that is, Volume 1:2:3, Mix, and Volume-mix. The mixing concrete ratio volume of the concrete using fine aggregate from the Mayang river obtained, Volume 1: 2: 3, with an average compressive strength of 16.48 MPa and volume-mix ratio of 1: 1.2: 1 with an average compressive strength of 28, 45 Mpa. It can be concluded that research volume ratio of 1: 1.2: 1 has a compressive strength which meets the planned compressive strength.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul : *Perbandingan Volume Pengecoran Pada Beton Yang Menggunakan Pasir Sungai Mayang Kecamatan Mayang Kabupaten Jember* ini dapat terselesaikan. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari kendala-kendala yang ada, namun berkat dukungan dan arahan dari berbagai pihak, akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik, oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ir. Widyono Hadi, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember ;
2. Dr.Ir.Entin Hidayah, M.U.M selaku Ketua Jurusan Teknik
3. Ir. Hernu Suyoso, MT. selaku Dosen Pembimbing I ;
4. Dwi Nurtanto, ST., MT. selaku Dosen pembimbing II ;
5. Syamsul Arifin, ST., MT. selaku Dosen Penguji I ;
6. Ahmad Hasanuddin, ST., MT. selaku Dosen Penguji II ;
7. Dosen dan seluruh staf karyawan Fakultas Teknik Universitas Jember ;
8. Keluarga yang telah memberi dukungan dan doa ;
9. Mas Puji, Ono, Armando, Anggik, Nyot, Onik, Rian, Dino, Ketot, Lahop para sahabat yang tiada hentinya memberi semangat ;

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat.

Jember, 23 Desember 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
HALAMAN MOTTO .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
HALAMAN BIMBINGAN .....	vi
HALAMAN PENGESAHAN .....	vii
RINGKASAN .....	viii
SUMMARY .....	ix
KATA PENGANTAR .....	x
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Beton .....	4
2.2 Semen .....	5
2.3 Agregat Kasar (Kerikil) .....	6
2.4 Agregat Halus (Pasir) .....	6
2.5 Air .....	7
2.6 Sifat-Sifat Umum Beton .....	8

2.7 Kuat Tekan Beton.....	9
2.8 Pengaruh Umur Beton Terhadap Kuat Tekan.....	11
2.9 Perencanaan Campuran Beton .....	11
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>19</b>
3.1 Studi kepustakaan .....	19
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	19
3.3 Persiapan Alat dan Bahan .....	19
3.4 Pengujian Material .....	20
3.4.1 Pengujian Agregat Kasar .....	20
3.4.2 Pengujian Agregat Halus .....	21
3.4.3 Pengujian Semen .....	21
3.5 Melakukan Mix Design .....	21
3.6 Pembuatan Benda Uji .....	29
3.7 Perendaman .....	30
3.8 Pengujian Kuat Tekan .....	30
3.9 Analisis Dan Pembahasan .....	31
3.10 Kesimpulan .....	32
3.11 Bagan Alir Penelitian .....	33
<b>BAB 4. ANALISA DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>35</b>
4.1 Data Pengujian Material .....	35
4.1.1 Pengujian Semen .....	35
4.1.2 Pengujian Agregat .....	35
4.2 Perencanaan Pembuatan Campuran Beton Normal .....	38
4.3 Pembuatan Benda Uji .....	39
4.4 Pengujian Beton .....	39
4.4.1 Pengujian Slump .....	39
4.4.2 Perendaman .....	40
4.4.3 Pengujian Kuat Tekan Beton .....	40
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>41</b>

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>42</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>43</b>

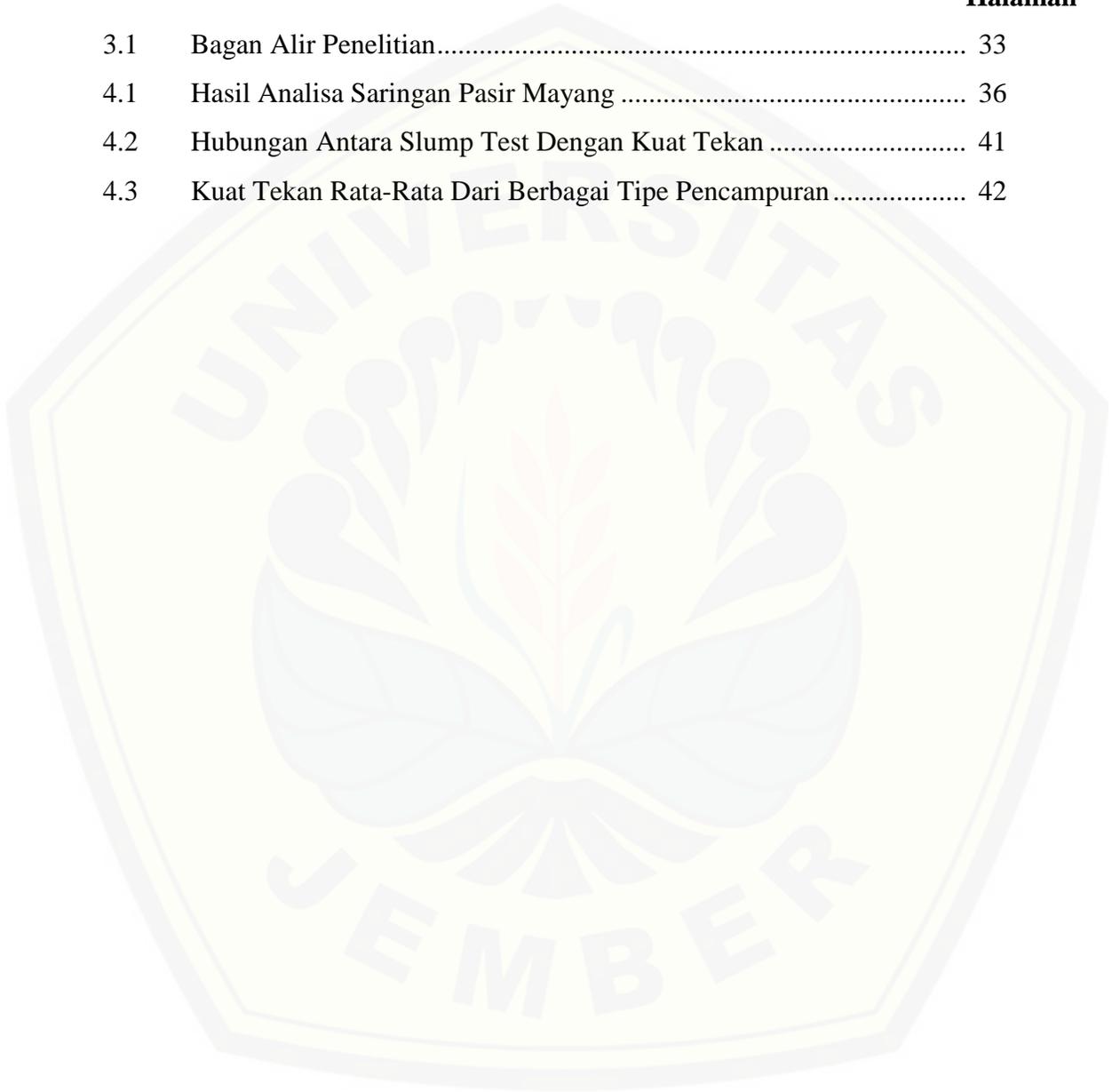


**DAFTAR TABEL**

	<b>Halaman</b>
2.1 Beberapa Jenis Beton Menurut Kuat Tekannya .....	9
2.2 Perbandingan Kuat Tekan Beton Pada Berbagai Umur .....	11
2.3 Faktor Perkalian Deviasi Standart .....	12
2.4 Nilai Deviasi Standart Untuk Berbagai Tingkat Pengendalian Mutu.....	12
2.5 Perkiraan Kuat Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen 0,50 .....	14
2.6 Persyaratan Faktor air Semen Maksimum .....	15
2.7 Penetapan Nilai Slump .....	15
2.8 Perkiraan Kebutuhan air Per Meter Kubik Beton.....	16
2.9 Batas Gradasi Pasir .....	17
3.1 Faktor Perkalian Deviasi Standart .....	22
3.2 Nilai Deviasi Standart Untuk Berbagai Tingkat Pengendalian Mutu.....	22
3.3 Perkiraan Kuat Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen 0,50 .....	24
3.4 Persyaratan Faktor air Semen Maksimum .....	24
3.5 Penetapan Nilai Slump .....	25
3.6 Perkiraan Kebutuhan air Per Meter Kubik Beton.....	26
3.7 Batas Gradasi Pasir .....	27
3.8 Jumlah Pembuatan Beton dan Pengujiannya .....	29
3.9 Jumlah Benda Uji Untuk Masing-Masing Perlakuan .....	32
4.1 Analisa Pengujian Semen .....	35
4.2 Analisa Pengujian Agregat Halus .....	35
4.3 Analisa Pengujian Agregat Kasar .....	37
4.4 Mix Design Campuran Beton Sesuai SNI-15-1990-03 .....	38
4.5 Hasil Konversi Berat Total Campuran Beton Terhadap Kapasitas Molen .....	39
4.6 Hasil Pengujian Slump .....	39
4.7 Kuat Tekan Beton Normal Menggunakan Compression Test.....	41

**DAFTAR GAMBAR**

	<b>Halaman</b>
3.1 Bagan Alir Penelitian.....	33
4.1 Hasil Analisa Saringan Pasir Mayang .....	36
4.2 Hubungan Antara Slump Test Dengan Kuat Tekan .....	41
4.3 Kuat Tekan Rata-Rata Dari Berbagai Tipe Pencampuran .....	42



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Material merupakan salah satu dari keanekaragaman sumber daya alam. Bahan material memiliki sifat dan karakter tertentu yang dapat dimanfaatkan oleh manusia dalam memenuhi kehidupannya. Salah satu contoh dari bahan material yang mempunyai banyak manfaat adalah pasir atau agregat halus. Salah satu manfaat tersebut adalah dalam bidang pembangunan, dan kebutuhan dalam bidang ini akan terus meningkat. Peningkatan akan kebutuhan bahan bangunan ini harus disikapi dengan pemanfaatan dan penemuan bahan bangunan baru yang mampu memberikan alternatif kemudahan pengerjaan serta penghematan dalam biaya.

Manfaat penggunaan agregat halus dalam bidang konstruksi sangat banyak. Salah satu manfaat utamanya dalam bidang konstruksi adalah dalam pembuatan campuran beton. Di bidang konstruksi yang dimaksud dengan beton adalah campuran dari agregat halus dan agregat kasar (pasir, kerikil, batu pecah atau jenis agregat lain) dengan semen, yang dipersatukan oleh air dalam perbandingan tertentu. Berdasarkan SNI 03-4433-1997 beton siap pakai adalah beton yang dicampur dalam suatu mesin pengaduk stationer atau dalam truk pengaduk, dan diserahkan kepada konsumen beton dalam keadaan segar. Dalam hal ini campuran segar tersebut dicetak dan kemudian diuji di laboratorium setelah melalui tahap-tahap yang telah ditentukan.

Dalam pemilihan bahan-bahan pembentuk beton, salah satu yang harus diperhatikan adalah agregat halus, karakteristik kualitas agregat halus yang digunakan sebagai komponen struktural beton memegang peranan penting dalam menentukan karakteristik kualitas beton yang dihasilkan, karena agregat halus mengisi sebagian besar volume beton. Karakteristik agregat halus dari setiap daerah berbeda-beda, jadi harus dilakukan penelitian agar dapat diketahui karakteristik agregat halus dari daerah tersebut sehingga dapat menentukan berapa proporsi campuran untuk mendapatkan beton dengan mutu yang direncanakan.

Di provinsi Jawa Timur, khususnya Kabupaten Jember, cenderung sering menggunakan pasir dari Kabupaten Lumajang untuk pembangunan, karena pasir dari Kabupaten Lumajang mempunyai karakteristik yang sangat baik untuk pembangunan. Tetapi dengan meningkatnya penggunaan pasir dari Kabupaten Lumajang, maka tidak menutup kemungkinan harga pasir Lumajang juga akan meningkat. Tidak sedikit juga masyarakat yang menggunakan pasir dari daerahnya masing-masing, contohnya di Kabupaten Jember yang mempunyai beberapa penambangan pasir. Tetapi pasir dari Kabupaten Jember sendiri mempunyai karakteristik yang kurang baik dan mempunyai kadar lumpur lebih tinggi dibandingkan pasir dari Kabupaten Lumajang. Meski kualitas agregatnya kurang begitu baik, tetapi bila dimanfaatkan secara optimal dan dengan mengetahui karakteristik serta proporsi pencampurannya, maka agregat halus (pasir) tersebut dapat memenuhi standart mutu beton yang direncanakan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berapa komposisi perbandingan volume pada beton yang menggunakan pasir lokal Jember guna mencapai kuat tekan rencana K-225 ?

## **1.3 Tujuan**

Untuk mendapatkan proporsi perbandingan volume yang tepat pada pembuatan beton menggunakan pasir jember dengan kuat tekan K-225.

## **1.4 Manfaat**

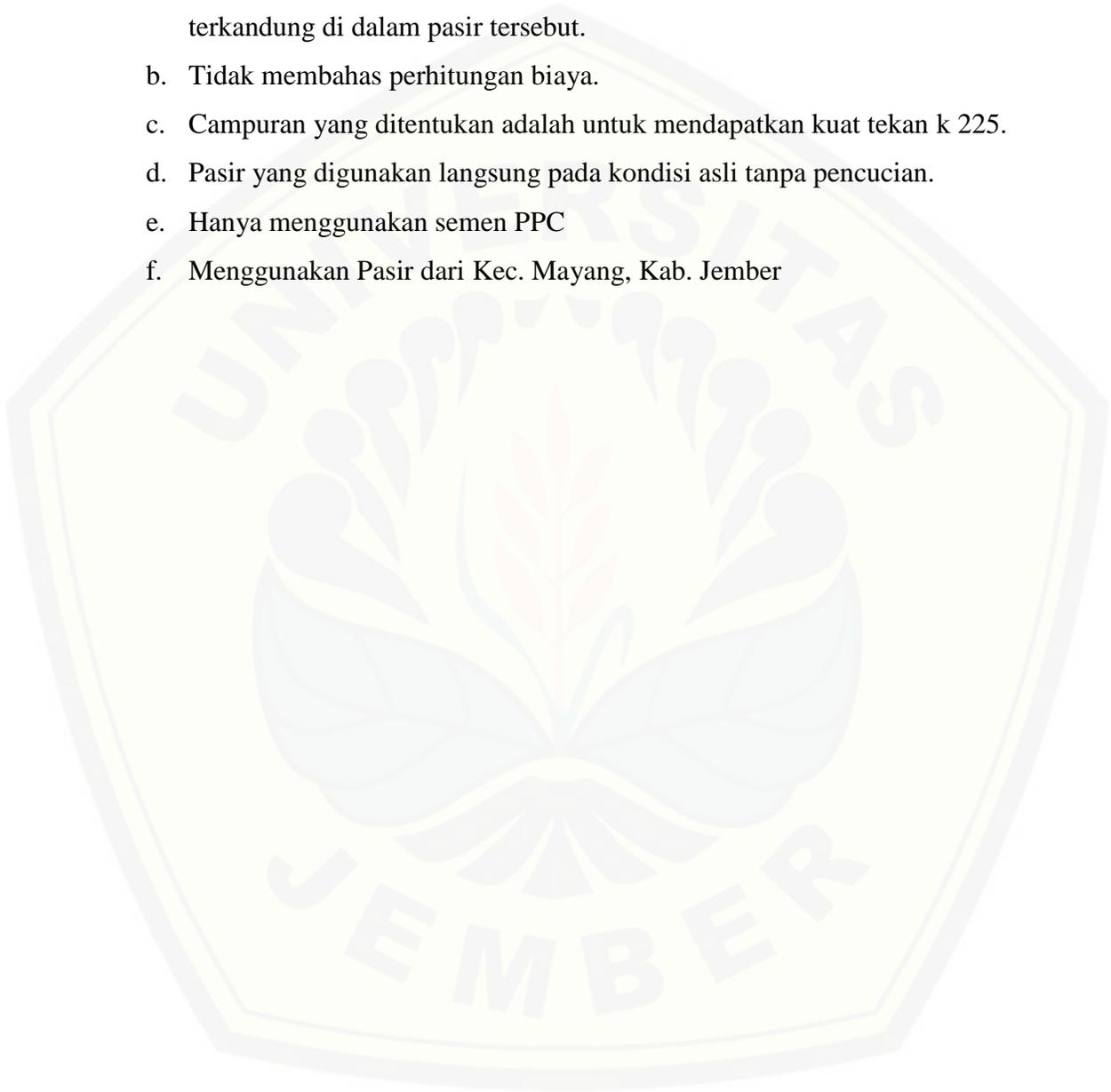
Manfaat dari pengujian ini:

- a. Diharapkan dapat menambah wawasan dalam melakukan proporsi campuran beton atau *Mix Design* bagi mahasiswa pada khususnya.
- b. Menjadi salah satu alternatif acuan bagi masyarakat dalam pembuatan beton dengan pasir lokal agar mendapatkan mutu yang sesuai.

### 1.5 Batasan Masalah

Data yang diharapkan agar penelitian tidak menyimpang dari tujuannya. Maka penelitian akan dibatasi pada permasalahan sebagai berikut:

- a. Hanya dilakukan pengujian kuat tekan dan tidak menguji unsur kimia yang terkandung di dalam pasir tersebut.
- b. Tidak membahas perhitungan biaya.
- c. Campuran yang ditentukan adalah untuk mendapatkan kuat tekan k 225.
- d. Pasir yang digunakan langsung pada kondisi asli tanpa pencucian.
- e. Hanya menggunakan semen PPC
- f. Menggunakan Pasir dari Kec. Mayang, Kab. Jember



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Beton

Beton adalah campuran dari agregat halus dan agregat kasar (pasir, kerikil, batu pecah, atau jenis agregat lain) dengan semen yang dipersatukan oleh air dengan perbandingan tertentu. Untuk menjamin agar beton yang dihasilkan memenuhi persyaratan yang direncanakan, dianjurkan agar melakukan pengujian terlebih dahulu terhadap agregat yang akan digunakan, kemudian membuat uji coba beton atau campuran uji beton setelah rancangan campuran (*mix design*) dilakukan.

Bila dibandingkan dengan bahan bangunan lainnya, beton mempunyai beberapa kelebihan, antara lain :

- a. Termasuk bahan yang awet, tahan keausan, tahan kebakaran, tahan terhadap pengkaratan atau pembusukan oleh kondisi lingkungan, sehingga biaya perawatan murah.
- b. Kuat tekannya cukup tinggi.
- c. Beton segar dapat dengan mudah diangkut maupun dicetak dalam bentuk dan ukuran sesuai keinginan.

Namun meski beton mempunyai beberapa kelebihan, beton juga mempunyai kekurangan. Beberapa kekurangan itu antara lain:

- a. Bahan dasar penyusun beton (agregat halus maupun agregat kasar) bermacam-macam sesuai dengan lokasi pengambilannya, sehingga cara perencanaan dan cara pembuatannya bermacam-macam pula.
- b. Beton keras mempunyai beberapa kelas kekuatan sesuai dengan bagian bangunan yang dibuat, sehingga cara perencanaan dan cara pelaksanaannya bermacam-macam pula.
- c. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga getas/rapuh dan mudah retak. Oleh karena itu perlu diberikan cara-cara mengatasinya, misalnya

memberikan baju tulangan, serat dan sebagainya. (Buku Ajar Teknologi Beton, Ir. Kardiyono Tjokrodinuljo, M.E:2004).

Faktor-faktor yang sangat mempengaruhi kekuatan beton adalah :

- a) Faktor air semen dan kepadatan
- b) Umur beton
- c) Jenis semen
- d) Jumlah semen
- e) Sifat agregat
- f) Cara pelaksanaan pembuatan beton.

## 2.2 Semen

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesif (*adhesive*) dan kohesif (*cohesive*) yang memungkinkan melekatnya *fragmen-fragmen* mineral menjadi suatu massa yang padat. Semen yang dimaksudkan untuk konstruksi beton bertulang adalah bahan yang jadi dan mengeras dengan adanya air atau disebut juga semen hidraulis (*hidraulis semen*).

Semen Portland merupakan komponen utama dalam teknologi beton yang berfungsi sebagai perekat hidrolik untuk mengikat dan menyatukan agregat menjadi massa padat. Berbagai jenis semen Portland, melalui pengaturan rancangan bahan dasar, telah dikembangkan sesuai dengan jenis bangunan dan persyaratan lingkungan dimana beton akan digunakan. Yang umum digunakan untuk membuat beton adalah semen Portland tipe I (PPI). Semen jenis ini dipakai untuk bangunan-bangunan yang tidak memerlukan persyaratan khusus, seperti panas dan atau waktu hidrasi serta kondisi lingkungan agresif [SNI 15-0349-2004]. Dengan perkembangan teknologi dan juga usaha yang dilakukan untuk menghemat biaya dan energi produksi serta mengatasi permasalahan lingkungan, dewasa ini telah diproduksi semen Portland pozzolan (PPC) yang merupakan campuran dari klinker semen Portland dengan bahan yang mempunyai sifat pozzolan [SNI 15-0302-2004].

Kebutuhan semen minimum ini disyaratkan untuk menghindarkan beton dari kerusakan yang diakibatkan oleh adanya pengaruh lingkungan khusus, misalnya

lingkungan korosif, air payau, air laut dan sebagainya. Sifat-sifat yang berhubungan dengan kehalusan butiran semen Portland antara lain :

- a. Kekuatan awal tinggi
- b. Cepat mundurnya mutu semen jika dipengaruhi cuaca
- c. Reaksi kuat dengan bahan agregat reaktif
- d. Retak-retak
- e. Daya penyusutan tinggi
- f. Pengikatan yang cepat
- g. Kebutuhan air yang banyak
- h. Mengurangi bleeding

### **2.3 Agregat Kasar ( kerikil )**

Agregat kasar adalah agregat dengan butiran-butiran tertinggal diatas ayakan dengan lubang 4,8 mm tetapi lolos ayakan 40 mm. Terdapat beberapa syarat yang harus dipenuhi oleh kerikil agar dapat digunakan sebagai agregat beton, diantaranya: penyerapan air dalam agregat, kadar air dalam agregat, ketahanan terhadap cuaca, susunan besar butir atau gradasi, dan kadar lumpur yang terdapat pada agregat.

Pengaruh kekuatan agregat terhadap kekuatan beton sebenarnya tidak begitu besar karena pada umumnya kekuatan agregat lebih besar daripada kekuatan pastanya. Namun, jika dikehendaki kekuatan beton yang tinggi, diperlukan agregat yang kuat agar kekuatan agregat tidak lebih rendah dari kekuatan pastanya. Permukaan agregat akan berpengaruh terhadap kekuatan beton, sebab agregat yang memiliki permukaan kasar akan berpengaruh pada lekatan dan besar regangan saat retak-retak beton mulai terbentuk. Oleh karena itu, kekasaran permukaan agregat berpengaruh terhadap kekuatan beton.

### **2.4 Agregat Halus ( pasir )**

Agregat halus adalah salah satu jenis agregat yang lolos dari ayakan No.4 (lebih kecil dari 3/16 inci). Adapun jenis-jenis pasir diantaranya:

- a) Pasir galian diperoleh langsung dari permukaan tanah atau menggali dari dalam tanah. Pasir ini umumnya tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam yang membahayakan.
- b) Pasir sungai diperoleh langsung dari dasar sungai. Pasir ini umumnya berbutir halus dan berbentuk bulat karena akibat proses gesekan yang terjadi.
- c) Pasir laut diperoleh langsung dari pantai. Bentuk butirannya halus dan bulat serta banyak mengandung garam oleh karena itu kurang baik untuk bahan bangunan.

Didalam beton agregat kasar dan halus mengisi sebagian besar volume beton yaitu antara 50% sampai 80%, sehingga sifat-sifat dan mutu agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat dan mutu beton. (*Teknologi Beton, Dr. Wuryati Samekto, M. Pd, Candra Rahmadiyanto, S.T, 2001*).

Syarat-syarat pasir sebagai bahan bangunan (SK SNI S-04-1989-F:28):

- a. Agregat halus terdiri dari butiran yang tajam dan keras dengan indeks kekerasan  $< 2,2$ .
- b. Jika diuji dengan natrium sulfat bagian hancur maksimal 12%.
- c. Jika diuji dengan magnesium sulfat bagian halus maksimal 10%.
- d. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% apabila melebihi harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.
- e. Pasir tidak boleh mengandung bahan-bahan organik dan garam terlalu banyak.
- f. Susunan besar butir pasir beraneka ragam dengan modulus halus antara 1,5 sampai 3,8.

## 2.5 Air

Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan.

Air pencampur yang digunakan pada beton pratekan atau pada beton yang di dalamnya tertanam logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting namun harganya paling murah. Dalam pembuatan beton air diperlukan untuk:

- a) Bereaksi dengan semen Portland
- b) Menjadi bahan pelumas antara butir – butir agregat, agar dapat mudah dikerjakan (diaduk, dituang, dicetak dan dipadatkan)

Air yang digunakan untuk campuran beton biasanya sesuai dengan yang dipakai untuk minum. Biasanya jumlah air yang diperlukan dalam pembuatan beton berkisar antara 25 % dari jumlah berat semen. Kelebihan air dalam adukan dapat membahayakan karena air bersama-sama dengan semen akan bergerak ke atas permukaan beton, dan ini dinamakan *Bleeding*.

Air yang mengandung kotoran akan mempengaruhi waktu ikatan pengadukan beton dan mengakibatkan lemahnya kekuatan beton setelah mengeras serta daya tahannya menurun.

Air sebagai bahan bangunan sebaiknya memenuhi syarat sebagai berikut (Standart SK SNI S-04-1989-F, Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A):

- a) Air harus bersih
- b) Tidak mengandung lumpur minyak, dan benda melayang lainnya yang dapat dilihat secara visual.
- c) Tidak mengandung unsur garam-garaman yang larut dan dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
- d) Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
- e) Tidak mengandung senyawa sulfat (sebagai  $SO_3$ ) lebih dari 1 gram/liter.

## 2.6 Sifat – Sifat Umum Beton

Pada umumnya beton terdiri dari kurang lebih 15% semen, 8% air, 3% udara, selebihnya adalah pasir dan kerikil. Beberapa sifat beton yang dipakai antara lain :

- a. Kekuatan

- b. Berat jenis
- c. Modulus elastisitas
- d. Kerapatan air
- e. Ketahanan terhadap keausan, cuaca, zat kimia, dsb.

## 2.7 Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar, agregat halus, dan air. Perbandingan air terhadap semen merupakan faktor utama dalam penentuan kekuatan beton.

Semakin rendah perbandingan air semen, semakin tinggi kekuatan tekan beton. Suatu jumlah tertentu air diperlukan untuk memberikan aksi kimiawi di dalam proses pengerasan beton, kelebihan air meningkatkan kemampuan pengerjaan akan tetapi mempengaruhi kekuatan beton. Suatu ukuran dari pengerjaan beton ini diperoleh dengan percobaan slump (*slump test*).

Kekuatan tekan beton didapatkan dari uji tekan beton yang disesuaikan dengan waktu mengerasnya beton. Dalam peraturan uji tekan beton dapat dilakukan untuk waktu 3, 7, 14, 21, dan 28 hari.

Kuat tekan adalah kemampuan benda uji untuk menahan gaya tekan atau kemampuan maksimum benda uji dalam menahan gaya tersebut yang menyebabkan kehancuran. Berdasarkan kuat tekannya beton dapat dibagi menjadi beberapa jenis (lihat table 2.1 ). Pada dasarnya kuat tekan beton tergantung pada 3 hal, yaitu :

1. Kekuatan air dan semen
2. Daya rekat antara pasta dan permukaan butir-butir agregat, dan
3. Kuat tekan agregat.

Tabel 2.1. beberapa jenis beton menurut kuat tekannya.

Jenis beton	Kuat tekan (MPa)
Beton sederhana (plain concrete)	Sampai 10 MPa
Beton normal (beton biasa)	15 – 30 MPa
Beton pra tegang	30 – 40 MPa
Beton kuat tekan tinggi	40 – 80 MPa
Beton kuat tekan sangat tinggi	>80 MPa

Sumber: Ir. Kardiyono Tjokrodimuljo, M.E, 2004.

Kuat tekan beton dipengaruhi oleh faktor – faktor berikut:

- a. Umur beton
- b. Faktor air semen (FAS)
- c. Kepadatan
- d. Jumlah pasta semen
- e. Jenis semen
- f. Sifat agregat

Dimana kuat tekan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$f_c = \frac{\text{Pembacaan dial} \times 100}{A \times \text{koreksi hari}} \times 0,83 \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan:  $f_c$  = Kuat tekan beton

A = Luas benda uji

Kuat tekan rata-rata adalah nilai rata-rata kuat tekan beton dari sejumlah beton yang sama jenisnya. Dimana kuat tekan rata-rata dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$f_{cr} = \frac{\sum f_{ci}}{n} \quad \dots\dots\dots(2.2)$$

Dengan:  $f_{cr}$  = Kuat tekan rata-rata

$f_{ci}$  = Jumlah nilai kuat tekan beton

n = Jumlah benda uji untuk satu jenis perlakuan

Kuat tekan karakteristik beton yang disyaratkan adalah kuat tekan beton karakteristik dengan kemungkinan lebih rendah dari nilai itu sebesar 5% saja (artinya 5% dari beton yang akan dibuat boleh mempunyai kuat desak kurang dari kuat desak karakteristik).

Kuat tekan karakteristik dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$f'_{ck} = f_{cr} - 1,34 s \quad \dots\dots\dots(2.3)$$

Dengan:  $f'_{ck}$  = Kuat tekan karakteristik

$f_{cr}$  = Kuat tekan rata

s = Standart deviasi

Persamaan untuk perhitungan standart deviasi(s)

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (fci - fcr)^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dengan: s = Standart deviasi

$fci$  = Kuat tekan hancur

$fcr$  = Kuat tekan hancur rata-rata

n = Jumlah benda uji

## 2.8 Pengaruh Umur Beton Terhadap Kuat Tekan

Kuat tekan beton bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton. Kecepatan bertambahnya kekuatan beton tersebut sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain f.a.s dan suhu perawatan. Semakin tinggi f.a.s, semakin lambat kenaikan kekuatannya. Pada peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI) 1971, disebutkan perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur beton seperti pada tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur

Umur beton (hari)	3	7	14	21	28	90	365
Semen Portland biasa	0.4	0.65	0.88	0.95	1	1.2	1.35
Semen portland dengan kekuatan awal Yang tinggi	0.55	0.75	0.9	0.95	1	1.15	1.2

Sumber : Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI) 1971.

## 2.9 Perencanaan Campuran Beton

Pembuatan benda uji menggunakan *mix design* dengan metode DOE (*Depertemen of Enfironment*). Perencanaan dengan cara DOE ini dipakai sebagai standart perencanaan oleh Depertemen Pekerjaan Umum di Indonesia, dan dimuat standart SK.SNI.T-15-1990-03 dengan judul bukunya “Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal”. Langkah-langkah pembuatan *mix design* dengan metode DOE antara lain :

### a. Penentuan kuat tekan beton yang disyaratkan ( $fc'$ ) pada umur tertentu

Kuat tekan beton yang isyaratkan ditetapkan sesuai dengan persyaratan perencanaan strukturnya dan kondisi setempat. Di Indonesia, yang dimaksud dengan

kuat tekan beton yang disyaratkan ialah kuat tekan beton dengan kemungkinan lebih rendah dari nilai itu hanya sebesar 5% saja.

**b. Penetapan nilai deviasi standart (s)**

Deviasi standart ditetapkan berdasarkan singkat mutu pengendalian pelaksanaan pencampuran betonnya. Semakin baik mutu pelaksanaan semakin kecil nilai deviasi standartnya. Jika jumlah data hasil pengujian kurang dari 30 benda uji, dilakukan koreksi terhadap nilai deviasi standart dengan suatu faktor perkalian, seperti tabel 2.3 berikut ini :

Tabel 2.3 Faktor Perkalian Deviasi Sandart

Jumlah data	30	25	20	15	<15
Faktor pengali	1.0	1.03	1.08	1.16	Tidak boleh

Sumber : Samekto, M.Pd. Dan Rahmadiyanto, S.T, 2001

Jika pelaksanaan tidak mempunyai catatan / pengalaman hasil pengujian beton pada masa lalu yang memenuhi persyaratan tersebut (termasuk data hasil pengujian kurang dari 15 buah), nilai margin dapat langsung diambil 12 Mpa. Untuk memberikan gambaran bagaimana cara menilai tingkat pengendalian mutu pekerjaan beton, disini diberikan pedoman dengan melihat table 2.4 berikut :

Tabel 2.4 Nilai deviasi standart untuk berbagai tingkat pengendalian mutu pekerjaan

Tingkat pengendalian mutu pekerjaan	SD (Mpa)
Memuaskan	2,8
Sangat Baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa kendali	8,4

Sumber : Samekto, M.Pd. Dan Rahmadiyanto, S.T, 2001

**c. Perhitungan nilai tambah (margin)**

Jika nilai tambah ini sudah ditetapkan sebesar 12 Mpa maka langsung kelangkah d. nilai tambah dihitung berdasarkan nilai deviasi standart (s) maka dilakukan dengan rumus berikut :

$$M = k \times sd \quad \dots\dots\dots(3.1)$$

Dengan : M = nilai tambah (Mpa)

$$k = 1.64$$

sd = standart deviasi (Mpa)

**d. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan**

Kuat tekan beton rata-rata yang direncanakan diperoleh dengan rumus:

$$f_{cr} = f_c + M \quad \dots\dots\dots(3.2)$$

Dengan :  $f_{cr}$  = kuat tekan rata-rata (Mpa)

$f_c$  = kuat tekan yang disyaratkan (Mpa)

M = nilai tambah (Mpa)

**e. Menetapkan jenis semen yang akan digunakan untuk pengujian**

Menurut PUBLI 1982 di Indonesia Semen Portland dibedakan menjadi 5 jenis, yaitu jenis I, II, III, IV, dan V. jenis I merupakan jenis semen biasa, adapun jenis III merupakan jenis semen yang dipakai untuk struktur yang menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi, atau dengan kata lain sering disebut semen cepat mengeras.

**f. Menetapkan jenis agregat kasar dan agregat halus yang akan digunakan untuk pengujian**

Jenis agregat yang akan digunakan ditetapkan apakah akan menggunakan pasir alam dan kerikil alam, ataukah pasir alam dan batu pecah (*crushed agregate*).

**g. Menetapkan faktor air semen**

1. Cara menetapkan faktor air semen berdasarkan jenis semen yang dipakai dan kuat tekan rata-rata silinder/kubus beton yang akan direncanakan pada umur tertentu.
2. Cara kedua berdasarkan jenis semen yang dipakai, jenis agregat kasar, dan kuat tekan rata-rata yang direncanakan pada umur tertentu, ditetapkan nilai faktor air semen.

#### h. Menetapkan faktor air semen maksimum

Penetapan nilai faktor air semen maksimum perlu dilakukan dengan tujuan, misalnya agar beton tidak cepat rusak. Penetapan nilai f.a.s maksimum dilakukan dengan menggunakan tabel 2.6. Jika nilai f.a.s maksimum ini lebih rendah dari nilai f.a.s dari langkah g, maka nilai f.a.s maksimum ini yang dipakai untuk perhitungan selanjutnya.

Tabel 2.5 Perkiraan Kuat Tekan Beton (Mpa) dengan Faktor Air Semen 0.50

Jenis semen	Jenis agregat	Kekuatan Tekan (Mpa)				Bentuk Benda uji
		Umur (hari)				
		3	7	28	91	
I,II,IV	Alami	17	23	33	40	Selinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
	Alami	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	23	32	45	54	
III,IV	Alami	21	28	38	44	Selender
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Alami	25	21	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	

Sumber : Samekto, M.Pd. Dan Rahmadiyanto, S.T, 2001

Tabel 2.6 Persyaratan faktor air semen maksimum untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus

Jenis Pembetonan	fas maks
Beton didalam ruang bangunan	
a. keadaan keliling non korosif	0,60
b. keadaan keliling non korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosi	0,52
Beton diluar ruang bangunan	
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,55
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,60
Beton yang masuk kedalam tanah	
a. mengalami keadaan kering dan basah berganti-ganti	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	0,52
Beton selalu berhubungan dengan air tawar atau payau atau laut	0.52 - 0.75

Sumber : Samekto, M.Pd. Dan Rahmadiyanto, S.T, 2001

### i. Penetapan nilai slump

Penetapan nilai slump dilakukan dengan memperhatikan pelaksanaan pembuatan, pengangkutan, penuangan, pemadatan maupun jenis strukturnya. Cara pengangkutan adukan beton aliran dalam pipa yang dipompa dengan tekanan membutuhkan nilai slump yang besar, adapun pemadatan adukan dengan alat getar (*triller*) dapat dilakukan dengan nilai slump yang agak kecil. Nilai slump yang diinginkan dapat diperoleh dari tabel 2.7 berikut.

Tabel 2.7 Penetapan Nilai Slump (cm).

Pemakaian Beton	Max	Min
Dinding, plat fondasi dan fondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur dibawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok, dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan dalam	7,5	15,0
Pembetonan masal	7,5	2,5

*Sumber : Samekto, M.Pd. Dan Rahmadiyanto, S.T, 2001*

### j. Penetapan besar butir agregat maksimum (kerikil)

Penetapan besar butir agregat maksimum dilakukan berdasarkan nilai terkecil dari ketentuan-ketentuan berikut :

1. Jarak bersih minimum antar baja tulangan atau berkas baja tulangan, atau tendon pra-tegang dikalikan perempat.
2. Sepertiga kali tebal plat.
3. Seperlima jarak terkecil antara bidang samping dari cetakan.

- k. Menetapkan kebutuhan air yang diperlukan per meter kubik beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat, jenis agregat, dan slump yang diinginkan. Lihat tabel 2.8**

Tabel 2.8 Perkiraan Kebutuhan Air Per Meter Kubik beton (liter).

Besar ukuran maks. Kerikil (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 : Samekto, M.Pd. Dan Rahmadiyanto, S.T, 2001

**l. Menghitung berat semen yang diperlukan**

Berat semen per meter kubik beton dihitung dengan membagi jumlah air (dari langkah k) dengan faktor air semen yang diperoleh pada langkah (g) dan (h).

**m. Kadar semen maksimum**

Jika kadar semen maksimum tidak ditetapkan, dapat diabaikan.

**n. Kebutuhan semen minimum**

Kebutuhan semen minimum ini ditetapkan untuk menghindari beton dari kerusakan akibat lingkungan khusus yang diakibatkan oleh adanya pengaruh lingkungan khusus, misalnya lingkungan korosif, air payau, air laut dan sebagainya.

**o. Penyesuaian kebutuhan semen**

Apabila kebutuhan semen yang diperoleh oleh langkah (l) ternyata lebih sedikit dari pada kebutuhan semen minimum pada langkah (n) maka kebutuhan semen harus dipakai minimum (yang nilainya lebih besar).

**p. Penyesuaian jumlah air atau faktor air semen**

Jika jumlah semen ada perubahan akibat langkah (n) maka nilai faktor air semen berubah, dapat dilakukan dengan:

- a. Faktor air semen dihitung kembali dengan cara membagi jumlah air dengan jumlah semen minimum.

- b. Jumlah air disesuaikan dengan mengendalikan jumlah semen minimum dengan faktor air semen.

Catatan: cara pertama akan menurunkan faktor air semen, sedangkan cara kedua akan menaikkan jumlah air yang diperlukan.

**q. Penentuan daerah gradasi agregat halus.**

Berdasarkan gradasinya (hasil analisa ayakan) agregat halus yang akan dipakai dapat diklasifikasikan menjadi empat daerah. Penentuan daerah gradasi itu didasarkan atas grafik gradasi yang diberikan dalam tabel 2.9 berikut.

Tabel 2.9 Batas Gradasi Pasir

Lubang ayakan (mm)	Persen Berat Yang Lewat Ayakan			
	1	2	3	4
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	34 – 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 : Samekto, M.Pd. Dan Rahmadiyanto, S.T, 2001

**r. Menentukan perbandingan agregat halus dan agregat kasar.**

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

**s. Berat jenis agregat campuran.**

Berat jenis agregat campuran dapat dihitung dengan rumus:

$$BJc = \frac{P}{100} x bjH + \frac{Ka}{100} x bjK \quad \dots\dots\dots(3.3)$$

Dengan :  $B_{jc}$  = berat jenis agregat campuran

$b_{jH}$  = berat jenis agregat halus

$b_{jK}$  = berat jenis agregat kasar

$P$  = persentase agregat halus terhadap agregat campuran

$Ka$  = persentase agregat kasar terhadap agregat campuran

Berat jenis agregat halus dan agregat kasar diperoleh dari hasil pemeriksaan laboratorium, namun jika tidak ada dapat diambil sebesar 2.60 untuk agregat tak pecah/alami dan 2.70 untuk agregat pecahan.

**t. Penentuan berat jenis beton**

Dengan data berat jenis agregat campuran dari langkah (s) dan kebutuhan air tiap meter kubik beton yang telah ditetapkan pada langkah (k).

**u. Menentukan kebutuhan agregat campuran**

$$Agc = P - (a + s) \dots\dots\dots (3.4)$$

Dengan:  $Agc$  = agregat campuran

$P$  = berat beton per  $m^3$

$a$  = kebutuhan air

$s$  = Semen

**v. Menentukan kebutuhan pasir**

$$AgH = agc \times PH \dots\dots\dots (3.5)$$

Dengan :  $AgH$  = agregat halus

$agc$  = agregat campuran

$PH$  = persentase agregat halus terhadap agregat

**w. Menentukan kebutuhan kerikil**

$$Ag.K = agc - ag.H \dots\dots\dots (3.6)$$

Dengan :  $Ag.K$  = kebutuhan agregat kasar

$Agc$  = agregat campuran

$Ag.H$  = agregat halus

## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Studi Kepustakaan

Untuk memperoleh data-data dan informasi mengenai pengujian yang akan dilakukan maka hasil dari peneliti yang terdahulu atau buku petunjuk praktikum yang ada dan literatur-literatur lainnya yang berhubungan dengan penelitian proyek akhir yang dikerjakan. Studi kepustakaan akan dipakai sebagai landasan atau dasar penelitian proyek akhir.

### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

#### a. Tempat

Lokasi penelitian di Laboratorium Struktur Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

#### b. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Nopember sampai bulan Desember tahun 2015.

### 3.3 Persiapan alat dan bahan

Persiapan dari pengujian ini yaitu mempersiapkan alat dan bahan-bahan yang akan digunakan sebagai campuran beton.

#### a. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Satu set saringan ASTM.
2. Alat getar.
3. Timbangan analitis 2600 gr.
4. Timbangan analitis 25 kg.
5. Mold standart.
6. Mesin molen kapasitas  $\frac{1}{2} \text{ m}^3$ .
7. Gerobak dorong.

8. Skop.
9. Perojok besi berdiameter 1,6 cm dan panjang 60 cm.
10. Satu set alat slump test.
11. Mesin uji kuat tekan hancur.
12. Cetakan kubus 15 cm x 15 cm 15x cm.
13. Picnometer.
14. Stopwatch.
15. Oven.
16. Alat bantu lainnya.

**b. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :**

1. Semen PPC.
2. Agregat kasar (batu pecah) ukuran maksimal 20 mm.
3. Agregat halus (pasir) dari Kec. Mayang dan pasir Lumajang sebagai acuan.
4. Air bersih.

### **3.4 Pengujian material**

Pengujian material ini dilakukan untuk memperoleh data-data spesifikasi material yang nantinya akan diperlukan dalam rancangan campuran beton. Pengujian material meliputi pengujian tentang agregat kasar (kerikil), agregat halus (pasir), dan pengujian semen. Material yang akan diuji dibagi tiga macam.

#### **3.4.1 Pengujian agregat kasar (kerikil)**

- 1. Analisa saringan kerikil (ASTM C 136 - 76)**
- 2. Kelembaban kerikil (ASTM C 556 - 72)**
- 3. Berat jenis kerikil (ASTM C 128 - 73)**
- 4. Air resapan kerikil (ASTM C 127 - 77)**
- 5. Berat volume kerikil (ASTM C 29 - 78)**
- 6. Kebersihan kerikil terhadap lumpur dengan cara kering**

### 3.4.2 Pengujian agregat halus (pasir)

1. Analisa saringan pasir (ASTM C 139 - 76)
2. Kelembaban pasir (ASTM C 556 - 72)
3. Berat jenis pasir (ASTM C 128 - 78)
4. Air serapan pasir (ASTM C 128)
5. Berat volume pasir (ASTM C 129 - 78)

### 3.4.3 Pengujian semen PPC

1. Konsistensi nomal (ASTM C 187 - 79)
2. Berat jenis semen (ASTM C 188 - 78)
3. Berat volume semen

## 3.5 Melakukan *mix design*

*Mix design* ini sangat dibutuhkan sebelum melakukan pengecoran. Jadi sebelum melakukan pengecoran, kekuatan beton sudah ditentukan terlebih dahulu dan berapa banyaknya material yang dibutuhkan serta proporsi campurannya. Langkah-langkah *mix desain* dengan menggunakan metode DOE (*Depertemen of Enfironment*) antara lain:

### a. Penentuan kuat tekan beton yang disyaratkan ( $f_c'$ ) pada umur tertentu

Kuat tekan beton yang disyaratkan ditetapkan sesuai dengan persyaratan perencanaan strukturnya dan kondisi setempat. Di Indonesia, yang dimaksud dengan kuat tekan beton yang disyaratkan ialah kuat tekan beton dengan kemungkinan lebih rendah dari nilai itu hanya sebesar 5% saja. Dalam penelitian ini kuat tekan beton yang disyaratkan adalah 22,5 mpa.

### b. Penetapan nilai deviasi standart (s)

Deviasi standart ditetapkan berdasarkan singkat mutu pengendalian pelaksanaan pencampuran betonnya. Makin baik mutu pelaksanaan makin kecil nilai deviasi standartnya. Jika jumlah data hasil pengujian kurang dari 30 benda uji,

dilakukan koreksi terhadap nilai deviasi standart dengan suatu faktor perkalian, seperti table 3.1 berikut ini :

Tabel 3.1 Faktor Perkalian Deviasi Sandart

<b>Jumlah data</b>	30	25	20	15	<15
<b>Faktor pengali</b>	1.0	1.03	1.08	1.16	Tidak boleh

Sumber : Samekto, M.Pd. Dan Rahmadiyanto, S.T, 2001

Jika pelaksanaan tidak mempunyai catatan / pengalaman hasil pengujian beton pada masa lalu yang memenuhi persyaratan tersebut (termasuk data hasil pengujian kurang dari 15 buah), nilai margin dapat langsung diambil 12 Mpa. Untuk memberikan gambaran bagaimana cara menilai tingkat pengendalian mutu pekerjaan beton, disini diberikan pedoman dengan melihat table 3.2 berikut :

Tabel 3.2 Nilai deviasi standart untuk berbagai tingkat pengendalian mutu pekerjaan

<b>Tingkat pengendalian mutu pekerjaan</b>	<b>SD (Mpa)</b>
Memuaskan	2,8
Sangat Baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5.6
Jelek	7,0
Tanpa kendali	8.4

Sumber : Samekto, M.Pd. Dan Rahmadiyanto, S.T, 2001

**c. Perhitungan nilai tambah (margin)**

Jika nilai tambah ini sudah ditetapkan sebesar 12 Mpa maka langsung kelangkah d. nilai tambah dihitung berdasarkan nilai deviasi standart (s) maka dilakukan dengan rumus berikut :

$$M = k \times sd \dots\dots\dots(3.1)$$

Dengan : M = nilai tambah (Mpa)

$$k = 1.64$$

sd = standart deviasi (Mpa)

**d. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan**

Kuat tekan beton rata-rata yang direncanakan diperoleh dengan rumus:

$$f_{cr} = f_c + M \quad \dots\dots\dots(3.2)$$

Dengan :  $f_{cr}$  = kuat tekan rata-rata (Mpa)

$f_c$  = kuat tekan yang disyaratkan (Mpa)

$M$  = nilai tambah (Mpa)

**e. Menetapkan jenis semen yang akan digunakan untuk pengujian**

Menurut PUBLI 1982 di Indonesia Semen Portland dibedakan menjadi 5 jenis, yaitu jenis I, II, III, IV, dan V. jenis I merupakan jenis semen biasa, adapun jenis III merupakan jenis semen yang dipakai untuk struktur yang menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi, atau dengan kata lain sering disebut semen cepat mengeras. Dalam penelitian ini menggunakan semen PPC.

**f. Menetapkan jenis agregat kasar dan agregat halus yang akan digunakan untuk pengujian**

Jenis agregat yang digunakan ditetapkan apakah pasir alam dan kerikil alam, atau pasir alam dan batu pecah (*crushed aggregate*). Pada penelitian ini menggunakan batu pecah ukuran maksimal 20 mm dan pasir alam dari beberapa tempat penambangan pasir di Jember, serta pasir alam dari Lumajang sebagai pembandingan.

**g. Menetapkan faktor air semen**

1. Cara menetapkan faktor air semen berdasarkan jenis semen yang dipakai dan kuat tekan rata-rata silinder/kubus beton yang akan direncanakan pada umur tertentu.
2. Cara kedua berdasarkan jenis semen yang dipakai, jenis agregat kasar, dan kuat tekan rata-rata yang direncanakan pada umur tertentu, ditetapkan nilai faktor air semen.

**h. Menetapkan faktor air semen maksimum**

Penetapan nilai faktor air semen maksimum perlu dilakukan dengan tujuan,

misalnya agar beton tidak cepat rusak. Penetapan nilai f.a.s maksimum dilakukan dengan menggunakan tabel 3.3. Jika nilai f.a.s maksimum ini lebih rendah dari nilai f.a.s dari langkah g, maka nilai f.a.s maksimum ini yang dipakai untuk perhitungan selanjutnya.

Tabel 3.3 Perkiraan Kuat Tekan Beton (Mpa) dengan Faktor Air Semen 0.50

Jenis semen	Jenis agregat	Kekuatan Tekan (Mpa)				Bentuk Benda uji
		Umur (hari)				
		3	7	28	91	
I,II,IV	Alami	17	23	33	40	Selinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
	Alami	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	23	32	45	54	
III,IV	Alami	21	28	38	44	Selender
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Alami	25	21	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	

Tabel 3.4 Persyaratan faktor air semen maksimum untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus

Jenis Pembetonan	fas maks
Beton didalam ruang bangunan	
a. keadaan keliling non korosif	0,60
b. keadaan keliling non korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosi	0,52
Beton diluar ruang bangunan	
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,55
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,60
Beton yang masuk kedalam tanah	
a. mengalami keadaan kering dan basah berganti-ganti	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	0,52
Beton selalu berhubungan dengan air tawar atau payau atau laut	0.52 - 0.75

Sumber : Samekto, M.Pd. Dan Rahmadiyanto, S.T, 2001

### **i. Penetapan nilai slump**

Penetapan nilai slump dilakukan dengan memperhatikan pelaksanaan pembuatan, pengangkutan, penuangan, pemadatan maupun jenis strukturnya. Cara pengangkutan adukan beton aliran dalam pipa yang dipompa dengan tekanan membutuhkan nilai slump yang besar, adapun pemadatan adukan dengan alat getar (*triller*) dapat dilakukan dengan nilai slump yang agak kecil. Nilai slump yang diinginkan dapat diperoleh dari tabel 3.5 berikut ini:

Tabel 3.5 Penetapan Nilai Slump (cm).

<b>Pemakaian Beton</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>
Dinding, plat fondasi dan fondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur dibawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok, dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan dalam	7,5	15,0
Pembetonan masal	7,5	2,5

*Sumber : Samekto, M.Pd. Dan Rahmadiyanto, S.T, 2001*

### **j. Penetapan besar butir agregat maksimum (kerikil)**

Penetapan besar butir agregat maksimum dilakukan berdasarkan nilai terkecil dari ketentuan-ketentuan berikut :

1. Jarak bersih minimum antar baja tulangan atau berkas baja tulangan, atau tendon pra-tegang dikalikan perempat.
2. Sepertiga kali tebal plat.
3. Seperlima jarak terkecil antara bidang samping dari cetakan.

**k. Menetapkan kebutuhan air yang diperlukan per meter kubik beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat, jenis agregat, dan slump yang diinginkan. Lihat tabel 3.6.**

Tabel 3.6 Perkiraan Kebutuhan Air Per Meter Kubik beton (liter).

Besar ukuran maks. Kerikil (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 : Samekto, M.Pd. Dan Rahmadiyanto, S.T, 2001

#### **l. Menghitung berat semen yang diperlukan**

Berat semen per meter kubik beton dihitung dengan membagi jumlah air (dari langkah k) dengan factor air semen yang diperoleh pada langkah (g) dan (h).

#### **m. Kadar semen maksimum**

Jika kadar semen maksimum tidak ditetapkan, dapat diabaikan.

#### **n. Kebutuhan semen minimum**

Kebutuhan semen minimum ini ditetapkan untuk menghindari beton dari kerusakan akibat lingkungan khusus yang diakibatkan oleh adanya pengaruh lingkungan khusus, misalnya lingkungan korosif, air payau, air laut dan sebagainya.

#### **o. Penyesuaian kebutuhan semen**

Apabila kebutuhan semen yang diperoleh oleh langkah (l) ternyata lebih sedikit dari pada kebutuhan semen minimum pada langkah (n) maka kebutuhan semen harus dipakai minimum (yang nilainya lebih besar).

#### **p. Penyesuaian jumlah air atau faktor air semen**

Jika jumlah semen ada perubahan akibat langkah (n) maka nilai factor air semen berubah, dapat dilakukan dengan:

- a. Faktor air semen dihitung kembali dengan cara membagi jumlah air dengan jumlah semen minimum.
- b. Jumlah air disesuaikan dengan mengendalikan jumlah semen minimum dengan faktor air semen.

Catatan: cara pertama akan menurunkan faktor air semen, sedangkan cara kedua akan menaikkan jumlah air yang diperlukan.

**q. Penentuan daerah gradasi agregat halus.**

Berdasarkan gradasinya (hasil analisa ayakan) agregat halus yang akan dipakai dapat diklasifikasikan menjadi empat daerah. Penentuan daerah gradasi itu didasarkan atas grafik gradasi yang diberikan dalam tabel 3.7 berikut ini.

Tabel 3.7 Batas Gradasi Pasir

Lubang ayakan (mm)	Persen Berat Yang Lewat Ayakan			
	1	2	3	4
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	34 – 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 : Samekto, M.Pd. Dan Rahmadiyanto, S.T, 2001*

**r. Menentukan perbandingan agregat halus dan agregat kasar.**

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

**s. Berat jenis agregat campuran.**

Berat jenis agregat campuran dapat dihitung dengan rumus:

$$BJc = \frac{P}{100} xbjH + \frac{Ka}{100} xbjK \quad \dots\dots\dots(3.4)$$

Dengan : Bjc = berat jenis agregat campuran

bj H = berat jenis agregat halus

bj K = berat jenis agregat kasar

P = persentase agregat halus terhadap agregat campuran

Ka = persentase agregat kasar terhadap agregat campuran

Berat jenis agregat halus dan agregat kasar diperoleh dari hasil pemeriksaan laboratorium, namun jika tidak ada dapat diambil sebesar 2.60 untuk agregat tak pecah/alami dan 2.70 untuk agregat pecahan.

**t. Penentuan berat jenis beton**

Dengan data berat jenis agregat campuran dari langkah (s) dan kebutuhan air tiap meter kubik beton yang telah ditetapkan pada langkah (k).

**u. Menentukan kebutuhan agregat campuran**

$$Agc = P - (a + s) \quad \dots\dots\dots (3.5)$$

Dengan: Agc = agregat campuran

P = berat beton per m<sup>3</sup>

a = kebutuhan air

s = Semen

**v. Menentukan kebutuhan pasir**

$$Ag H = ag c x PH \quad \dots\dots\dots(3.6)$$

Dengan : Ag H = agregat halus

ag c = agregat campuran

PH = persentase agregat halus terhadap agregat

**w. Menentukan kebutuhan kerikil**

$$Ag.K = agc - ag.H \quad \dots\dots\dots(3.7)$$

Dengan : Ag.K = kebutuhan agregat kasar

Agc = agregat campuran

Ag.H = agregat halus

### 3.6 Pembuatan benda uji

Setelah melakukan perhitungan *mix design*, dilakukan pengecoran benda uji dengan material yang sesuai dengan apa yang ada pada *mix design* tersebut. Kuat tekan beton yang direncanakan adalah 22,5 Mpa. Benda uji menggunakan beton normal. Total jumlah benda uji sebanyak 60 buah benda uji untuk 3 macam pencampuran beton. Jumlah benda uji pada setiap perlakuan yang akan diuji adalah 20 buah benda uji menggunakan kubus dengan diameter 15 cm x 15 cm x 15 cm dengan rincian sebagai berikut :

Tabel 3.8 Jumlah Pembuatan Beton dan Pengujiannya

Kode sampel	Beton Normal	Compression tes (buah)
A	20	20
B	20	20
C	20	20

Langkah-langkah pembuatan benda uji sebagai berikut :

1. Menyiapkan alat-alat yang diperlukan dalam pengecoran
2. Menyiapkan peralatan (timbangan analitis 25 kg, molen, kerucut abrais, cetakan kubus, bak wadah material, gerobak dorong, dan alat bantu lainnya).
3. Menyiapkan bahan pengisi beton (semen, pasir, kerikil , air) sesuai dengan volume yang direncanakan.
4. Memasukkan kerikil ditambah air ke dalam mesin pengaduk, aduk sampai merata.
5. Memasukkan semen ditambah air ke dalam mesin pengaduk, aduk sampai merata.
6. Kemudian masukkan pasir ditambah air, sampai hanya tersisa 20%- 25% air, aduk hingga merata

7. Pengadukan dilakukan sampai adukan merata / homogen, untuk menghindari terjadinya segregasi.
8. Setelah semuanya tercampur dengan merata/homogen lakukan pengujian slump dengan menggunakan kerucut Abrams.
9. Tuangkan adukan beton segar kedalam cetakan secara bertahap.
10. Diamkan cetakan beton selama 18 jam atau 24 jam ditempat yang aman.

Setelah beton mengeras keluarkan beton dari cetakan dan masukkan ke dalam bak rendaman.

### 3.7 Perendaman

Beton yang sudah dikeluarkan dari cetakan kemudian direndam. Perendaman ini adalah salah satu cara untuk perawatan beton agar beton terhindar dari pengaruh cuaca karena beton dalam proses pengerasan dan juga dapat mempengaruhi kekuatan beton, perendaman ini dilakukan sesuai dengan umur yang sudah direncanakan, yaitu 28 hari.

### 3.8 Pengujian kuat tekan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kuat tekan beton yang telah di buat, apakah sesuai dengan kekuatan yang rencanakan di dalam *mix design* atau lebih besar atau bahkan lebih rendah dari *mix design*. Pengujian kuat tekan beton ini dilakukan pada umur 28 hari dengan menggunakan alat *compression test*.

#### 1. Compression Test

Pengujian kuat tekan dihentikan setelah dial pembacaan pada alat *compression tes* berhenti. Hal ini menunjukkan bahwa kuat tekan dari benda uji tersebut sudah maksimal. Tekanan dikerjakan pada bidang-bidang sisi yang rata.

Pengujian ini bertujuan untuk menguji dan mengetahui kuat tekan beton dengan pasir sebagai agregat halusnya. Langkah-langkah dalam pengujian benda uji adalah:

- a. Menyiapkan benda uji sesuai umur hari yang direncanakan (28 hari).
- b. Menyiapkan peralatan.
- c. Menimbang benda uji untuk mendapatkan data berat volume.
- d. Meratakan permukaan beton dengan alat yang tersedia apabila permukaan beton tidak rata.
- e. Menempatkan benda uji ke dalam mesin kuat tekan.
- f. Mengatur mesin hingga menempel erat pada beton kemudian memutar tuas oli hidrolis hingga pada posisi terkunci.
- g. Menyalakan mesin kuat tekan supaya benda uji mendapatkan beban. Pengujian kuat tekan dihentikan setelah pembacaan pada alat *compression tes* menunjukkan nilai minus.
- h. Mencatat beban maximum yang dapat diterima benda uji.
- i. Mengeluarkan benda uji.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton, antara lain :

- a. Faktor air semen (FAS).
- b. Jenis semen.
- c. Jumlah pasta semen.
- d. Kekerasan agregat halus dan agregat kasar/sifat agregat.
- e. Prosedur pengecoran, pengangkutan serta pemadatan di lapangan.
- f. Umur beton.

### 3.9 Analisis dan Pembahasan

Dalam penelitian ini akan dilakukan beberapa analisa dan pembahasan, diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. Analisis dan pembahasan hasil pengujian pasir sebagai agregat halus.
- b. Analisis dan pembahasan hasil pengujian kerikil sebagai agregat kasar.
- c. Analisis dan pembahasan hasil pengujian semen.

d. Analisis dan pembahasan pembuatan dan perendaman benda uji.

e. Analisis dan pembahasan hasil pengujian kuat tekan beton.

Pengujian kuat tekan dilakukan sampai pada umur 28 hari, rincian pengujian dapat dilihat pada tabel 3.9 berikut :

Tabel 3.9 Jumlah benda uji untuk masing-masing perlakuan

Benda uji	Sampel Pengujian		
	A	B	C
Beton normal	20	20	20

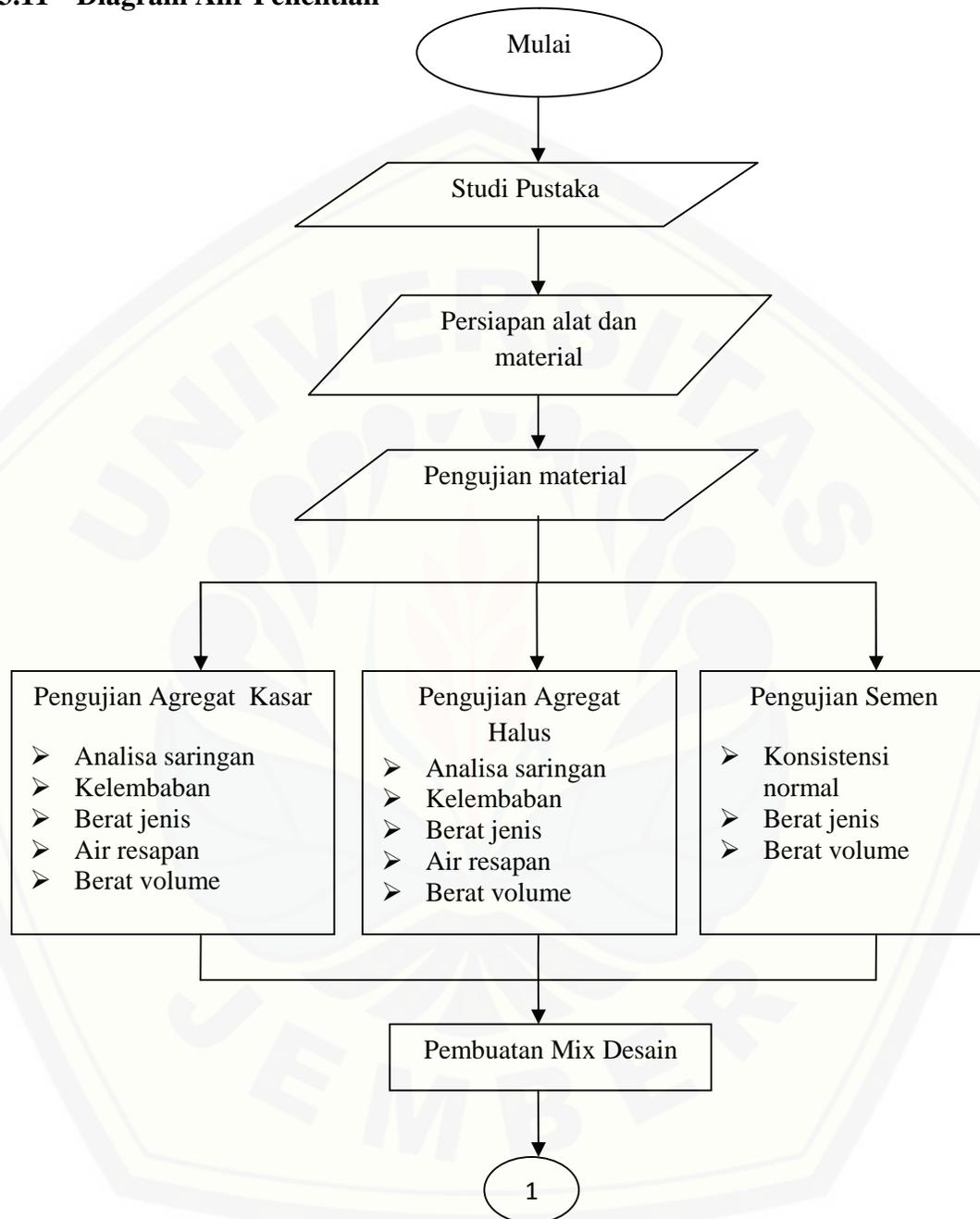
f. Perhitungan kuat tekan rata-rata

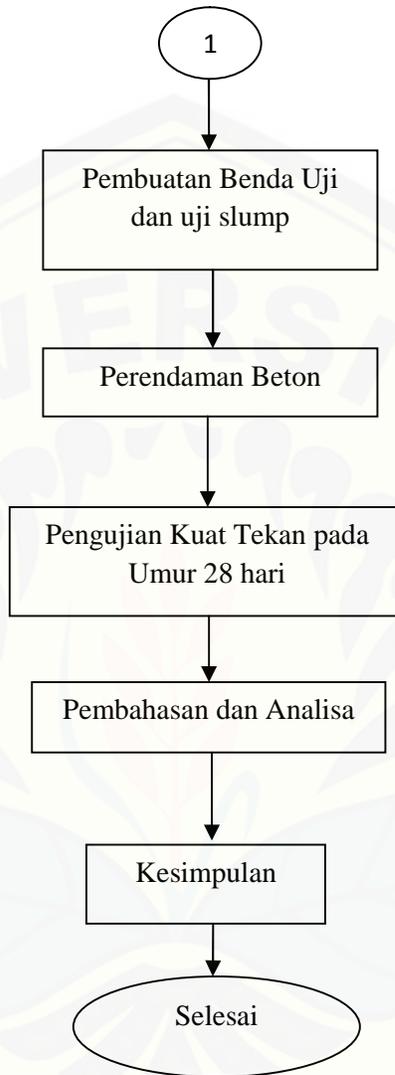
Merupakan rata-rata dari catatan 8 benda uji yang sama (satu perlakuan).

g. Hasil analisa akan dibuat berbentuk tabel, diagram dan grafik.

### 3.10 Kesimpulan

Kesimpulan harus singkat, mudah dimengerti, dan dapat menjawab apa yang telah dirumuskan dalam rumusan masalah. Kesimpulan diambil dari analisa dan pembahasan terhadap data-data yang dihasilkan dalam penelitian. Diagram alir pelaksanaan Tugas Akhir ditampilkan pada gambar diagram alir berikut ini:

**3.11 Diagram Alir Penelitian**



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian