



**KARAKTERISTIK KUAT TEKAN PASTA, MORTAR, DAN
BETON MUTU TINGGI**

SKRIPSI

Oleh:

**Umi Khazinatin
NIM 111910301076**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2017**



**KARAKTERISTIK KUAT TEKAN PASTA, MORTAR, DAN
BETON MUTU TINGGI**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Strata 1 (S1) Teknik Sipil
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

Umi Khazinatin
NIM 111910301076

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2017**

PERSEMBAHAN

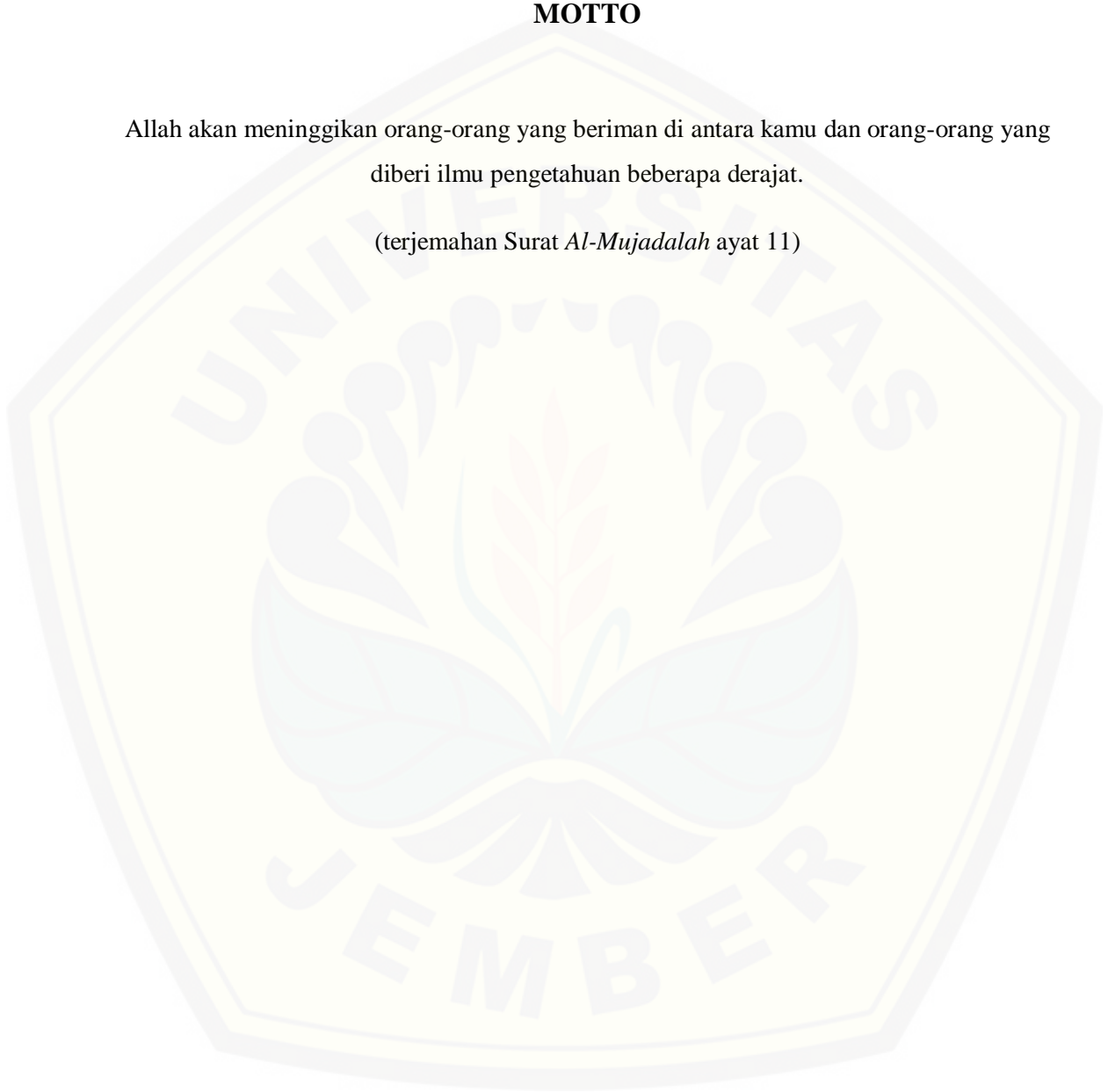
Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibu Lasri dan Bapak Slamet Siswanto yang tercinta;
2. Adik-adikku tersayang Rike Nur Alifah Wardani dan M. Nafa Alfian Kiromul Fasha;
3. Guru-guruku sejak Sekolah Dasar hingga Perguruan Tinggi;
4. Teman-temanku sejak kecil hingga sekarang;
5. Almamater tercinta, Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.

(terjemahan Surat *Al-Mujadalah* ayat 11)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Umi Khazinatin

NIM : 111910301076

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul ” Karakteristik Kuat Tekan Pasta, Mortar, Dan Beton Mutu Tinggi” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh 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, Juni 2017

Yang menyatakan

Umi Khazinatin

NIM111910301076

SKRIPSI

**KARAKTERISTIK KUAT TEKAN PASTA, MORTAR, DAN
BETON MUTU TINGGI**

Oleh

Umi Khazinatin
NIM 111910301076

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dwi Nurtanto, S.T., M.T

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Hernu Suyoso, M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Karakteristik Kuat Tekan Pasta, Mortar, Dan Beton Mutu Tinggi” oleh Shafira Shastri, NIM 131910301071 telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : 12 Juni 2017

tempat : Fakultas Teknik, Universitas Jember

Tim Penguji:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

Dwi Nurtanto, S.T., M.T.

Ir. Hernu Suyoso. M.T

NIP. 19731015 199802 1 001

NIP. 19551112 198702 1 001

Ketua Penguji,

Anggota Penguji,

Sri Wahyuni, S.T., M.T., Ph.D

Nanin Meyfa Utami, S.T., M.T.

NIP. 19711209 199803 2 001

NIP. 7600 14641

Mengesahkan

Dekan,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM

NIP. 19661215 199503 2 001









PRAKATA

Puji syukur kepada Allah SWT. karena atas limpahan rahmat dan kasih sayang-Nya akhirnya Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Jojok Widodo Soetjipto, S.T., M.T selaku dosen pembimbing akademik yang selalu membimbing dan memberi motivasi dari awal semester 1 dan Sri Wahyuni, S.T., M.T., PhD sebagai dosen pembimbing akademik kedua menggantikan Pak Jojok
2. Dwi Nurtanto, S.T., M.T dan Ir. Hernu Suyoso, M.T selaku dosen pembimbing yang telah membimbing saya menyelesaikan tugas akhir ini;
3. Sri Wahyuni, S.T., M.T., PhD dan Nanin Meyfa Utami, S.T., M.T., selaku dosen penguji yang sudah memberikan saran untuk memperbaiki tugas akhir ini;
4. Ibunda Lasri, Ayahanda Slamet Siswanto, Adikku Rike Nur Alifah Wardani dan M. Nafa Alfian Kiromul yang telah memberikan dorongan semangat serta doanya;
5. Sahabat “Bekas Remaja” yang selalu mendukung dan memberikan semangat dari awal semester hingga saat ini, semoga tetap kompak sampai kita tua;
6. Teman seperkardusan, Mas Miftah dan Mas Lendra, yang telah banyak memotivasi demi terselesaikannya skripsi ini;
7. Meylinda, Fahmi, Niki, Rizki, Indra, Alfanda dan Putra yang menemani perjuangan ini sampai akhir;
8. Teman-teman di Teknik Sipil Universitas Jember yang tidak mungkin untuk disebut satu per satu. Terima kasih atas persahabatan yang tak kan pernah terlupakan;
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembacanya.

Jember, Juni 2017

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Manfaat	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1	Peneli
tian Terdahulu.....	4
2.2 Pasta Semen	5
2.3 Mortar	5

2.4 Beton	7
2.5 Material yang Digunakan	8
2.5.1 Agregat Halus	8
2.5.2 Agregat Kasar	8
2.5.3 Semen	9
2.5.4 Air	10
2.5.5 <i>Superplasticizer</i>	10
2.5.6 <i>Silica Fume</i>	11
2.6 Kuat Tekan	12
2.7 Faktor Air Semen	13
BAB 3. METODE PENELITIAN	14
3.1	
Pengujian Material	14
3.1.1..... Pengujian	
Semen	14
3.1.2 Pengujian Agregat Halus	14
3.1.3 Pengujian Agregat Kasar	14
3.2 Rencana Pembuatan Benda Uji	14
3.3 Komposisi Benda Uji	15
3.3.1 Metode SNI 03-6468-2000	15
3.3.2 Metode ACI 211-4	15
3.4 Perawatan Benda Uji	23
3.5 Hasil dan Pembahasan	23
3.6 Kesimpulan	24
3.7 Tahapan Penelitian	25
BAB 4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Data Hasil Penguian Mateial	26
4.1.1 Penguian Semen	26

4.1.2 Pengujian Agregat Halus	27
4.1.3 pengujian Agregat Kasar	28
4.2 Pembuatan Benda Uji	29
4.3 Kuat Tekan Pasta, Mortar, dan Beton	31
BAB 5. PENUTUP	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN-LAMPIRAN	42

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi beton menjadi satu hal yang tidak dapat di pisahkan dari dunia konstruksi. Tidak hanya untuk bangunan gedung, beton pun kini juga dipakai untuk lapisan perkerasan pada konstruksi jalan. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan beton sudah mencakup seluruh bidang dalam pembangunan infrastruktur dalam upaya menunjang seluruh kegiatan manusia.

Beton sendiri erat kaitannya dengan mortar dan pasta semen. Seperti yang diketahui, pasta semen adalah campuran antara semen dan air, sedangkan mortar adalah campuran antara semen, air, dan pasir, dan akan menjadi beton jika ditambah dengan kerikil (agregat kasar). Dalam pembuatan campuran beton, selain kualitas agregat kasar dan halus, ada beberapa faktor lain yang harus di pertimbangkan dan di perhatikan. Salah satu diantaranya adalah kandungan air dalam campuran beton. Kandungan air ini mengambil peran penting dalam proses pengerjaan pembuatan pasta, mortar, maupun beton.

Dalam menentukan jumlah air dalam suatu campuran beton dikenal suatu nilai yang disebut nilai Faktor Air Semen (FAS). Faktor air semen atau water to cementious ratio, adalah rasio total berat air (termasuk air yang terkandung dalam agregat) terhadap berat total semen pada campuran beton. Karena nilai FAS merupakan suatu ukuran kekuatan beton, maka faktor ini harus merupakan kriteria utama dalam desain strktur pada umumnya.

Penelitian tentang pengaruh FAS terhadap kuat tekan masih terus dikembangkan. Penggunaan variasi FAS sebesar 0,41, 0,48, dan 0,57 (Riyu et al. tanpa tahun), pengaruh variasi Faktor Air Semen (FAS) dan jumlah semen terhadap kuat tekan beton dengan variasi Faktor Air Semen (FAS) 0,4 ; 0,5 ; dan 0,6. (Rosie et al. tanpa tahun), adalah beberapa penelitian yang telah dilakukan untuk mengetahui pengaruh FAS terhadap katakteristik kuat tekan beton.

Berdasarkan uraian tersebut diatas, maka dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui katakteristik kuat tekan tidak hanya pada beton tetapi juga pada pasta semen dan mortar yang dibuat dengan nilai fas yang berbeda.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karkteristik kuat tekan pasta, mortar dan beton yang dibuat dengan nilai fas yang berbeda

1.3 Batasan Masalah

Untuk membatasi pembahasan agar tidak meluas, maka dibuatlah batasan masalah dalam penelitian ini antara lain:

- a) Nilai FAS yang digunakan adalah 0,26, 0,27, 0,293, 0,295, 0,322, 0,335
- b) Agregat halus yang di gunakan adalah pasir dari Lumajang
- c) Agregat kasar yang di gunakan adalah batu pecah asal Jember
- d) Bahan tambah yang dipakai adalah Sikafume dan Sikament LN produksi SIKA GROUP.
- e) Semen yang digunakan adalah semen PCC merek Tigaroda.
- f) Benda Uji pasta dan mortar berupa kubus berukuran 5cm x 5 cm dan silinder berdiameter 10 cm dan tinggi 20 cm untuk benda uji beton, dengan jumlah benda uji sebanyak 5 sampel untuk setiap variasi nilai FAS
- g) Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 28 hari.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik kuat tekan dari mix desain yang di buat

1.5 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain:

- a) Memberikan informasi yang jelas kepada pembaca mengenai karakteristik kuat tekan pasta, mortar dan beton yang di desain dengan variasi nilai fas yang berbeda

- b) Memberikan kontribusi maupun menambah kajian di bidang struktur, terutama mengenai beton.
- c) Dapat dijadikan sebagai acuan dalam melakukan penelitian lebih lanjut tentang beton itu sendiri.



Bab 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

1 Penelitian yang dilakukan oleh ST. Nur Asia Adam : “Pengaruh Peambahan Natrium Klorida (NaCl) Terhadap Waktu Ikut, Kuat Tekan Mortar dan Pasta”.

Salah satu focus masalah pada penelitian ini adalah perbandingan kuat tekan antara pasta dan mortar normal air tawar dengan pasta dan mortar dngan penambahan NaCl 2% dan 5%. Hasil yang didapat dari penelitian ini yaitu pasta normal memiliki kuat tekan sebesar 71,152 N/mm² sedangkan mortar normal memiliki kuat tekan sebesar 62,688 N/mm² pada umur 28 hari dengan nilai fas 0,3.

2 Penelitian yang dilakukan oleh Rosie *et al.* (tanpa tahun): “Pengaruh Jumlah Semen Dan FAS Terhadap Kuat tekan Beton Dengan Agregat Yang Berasal Dari Sungai”

Penelitian bertujuan untuk mendapatkan proporsi campuran yang memberikan kekuatan tekan optimum serta mempelajari bagaimana pengaruh variasi Faktor Air Semen (FAS) dan jumlah semen terhadap kuat tekan beton dengan variasi Faktor Air Semen (FAS) 0,4 ; 0,5 ; dan 0,6. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Faktor Air Semen (FAS) optimum berada pada FAS 0,4 dengan jumlah semen 350 kg, yaitu sebesar 37,05 MPa. Kuat tekan tersebut memenuhi persyaratan beton mutu normal dengan nilai kuat tekan kurang dari 42 MPa pada umur 28 hari

3 Penelitian yang dilakukan oleh Riyu *et al.* (tanpa tahun): “Studi Beton Berkekuatan Tinggi (High Performance Concrete) dengan Mix Desain Menggunakan Metode ACI (American Concrete Institute)”.

Dalam penelitian ini mutu beton yang di rencanakan adalah 40 MPa dengan benda uji berbentuk silinder berukuran 15 x 30 cm dan variasi nilai fas 0,41, 0,48,

dan 0,57. Dari penelitian ini didapat nilai kuat tekan pada saat menggunakan fas 0,41 sebesar 45,12 MPa, pada saat menggunakan fas 0,48 nilai kuat tekan 41,48 MPa, dan saat menggunakan fas 0,57 nilai kuat tekan 26,78 MPa.

2.2. Pasta Semen

Pasta semen adalah campuran antara air suling dan semen Portland dengan komposisi tertentu. Salah satu sifat pasta semen adalah faktor air semen yang dimana berat air dibagi dengan berat semen. Jumlah air tidak hanya mempengaruhi kelecakan, tetapi juga hampir semua sifat beton segar maupun beton keras. Meskipun dalam praktik pasta semen hanya dipakai dalam kasus khusus, seperti injeksi semen atau metode *preplaces aggregate*, namun penting sifatnya. Butir agregat dalam mortar atau beton tertanam dan diikat oleh pasta. Jadi kebanyakan sifat teknis yang penting dari beton seperti kohesi, kelecakan, kekuatan, susut permeabilitas dan ketahanan di tentukan terutama (meskipun bukan hanya) oleh sifat pasta.

2.3. Mortar

Menurut SNI 03-6825-2002 mortar didefinisikan sebagai campuran material yang terdiri dari agregat halus (pasir), air suling dan semen Portland dengan komposisi tertentu. Bahan pengikat antara semen dan air Portland bereaksi secara kimia sehingga membuat suatu bahan yang padat dan tahan lama.

Syarat mortar untuk bahan adukan cukup plastis, sehingga mudah untuk di kerjakan, dapat menghasilkan rekatan dan lekatan yang baik, dapat membagi tegangan tekanan secara merata serta tahan lama.

Di tinjau dari bahan pembentuknya, mortar dibedakan menjadi empat tipe yaitu:

- a. Mortar Lumpur, adalah mortar yang dibuat dari campuran pasir, tanah liat atau lumpur dan air.

- b. Mortar Kapur, dibuat dari campuran pasir, kapur dan air. Biasanya di gunakan untuk pembuatan tembok bata.
- c. Mortar Semen, dibuat dari campuran pasir, semen portland, dan air dalam perbandingan campuran yang tepat. Perbandingan antara volume semen dan volume pasir antar 1:3 hingga 1:6 atau lebih besar. Biasanya dipakai untuk tembok, pilar kolom atau bagian lain yang menahan beban.
- d. Mortar khusus, yang mana dibuat dengan menambahkan *asbestos, fibers, jute fibers* (serat rami), butir – butir kayu, serbuk gergaji kayu dan sebagainya. Mortar ini biasa dipakai untuk tungku api dan sebagainya.

Berdasarkan ASTM C270, *Standard Specification for Mortar for Unit Masonry*, mortar untuk adukan pasangan dapat dibedakan atas 5 tipe, yaitu :

1. Mortar Tipe M

Mortar tipe M merupakan campuran dengan kuat tekan yang tinggi yang direkomendasikan untuk pasangan bertulang maupun pasangan tidak bertulang yang akan memikul beban tekan yang besar.

2. Mortar Tipe S

Mortar tipe ini direkomendasikan untuk struktur yang akan memikul beban tekan normal tetapi dengan kuat lekat lentur yang diperlukan untuk menahan beban lateral besar yang berasal dari tekanan tanah, angin dan beban gempa. Karena keawetannya yang tinggi, mortar tipe S juga direkomendasikan untuk struktur pada atau di bawah tanah, serta yang selalu berhubungan dengan tanah, seperti pondasi, dinding penahan tanah, perkerasan, saluran pembuangan dan *mainhole*.

3. Mortar Tipe N

Tipe N merupakan mortar yang umum digunakan untuk konstruksi pasangan di atas tanah. Mortar ini direkomendasikan untuk dinding penahan beban interior maupun eksterior. Mortar dengan kekuatan sedang ini memberikan kesesuaian yang paling baik antara kuat tekan dan kuat lentur, workabilitas, dan dari segi ekonomi yang direkomendasikan untuk aplikasi konstruksi pasangan umumnya.

4. Mortar Tipe O

Mortar tipe O merupakan mortar dengan kandungan kapur tinggi dan kuat tekan yang rendah. Mortar tipe ini direkomendasikan untuk dinding interior dan eksterior yang tidak menahan beban struktur, yang tidak menjadi beku dalam keadaan lembab atau jenuh. Mortar tipe ini sering digunakan untuk pekerjaan setempat, memiliki workabilitas yang baik dan biaya yang ekonomis.

5. Mortar Tipe K

Mortar tipe K memiliki kuat tekan dan kuat lekat lentur yang sangat rendah. Mortar tipe ini jarang digunakan untuk konstruksi baru, dan direkomendasikan dalam ASTM C270 hanya untuk konstruksi bangunan lama yang umumnya menggunakan mortar kapur.

2.4. Beton

Beton adalah campuran antara semen portland agregat halus, agregat kasar dan air, untuk beton khusus ditambahkan bahan tambahan berupa bahan kimia pembantu, serat dan sebagainya. Beton mutu tinggi merupakan beton yang mempunyai karakteristik sebagai material yang padat dengan kuat tekan yang tinggi. Bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan beton mutu tinggi berbeda dengan campuran beton pada umumnya, yaitu ada penambahan *silica fume*, *silica powder*, *superplasticizer* dengan tambahan bendrat sebagai fibernya. Bahan-bahan tambahan yang ditambahkan ini, akan menjadikan beton memiliki kuat tekan yang tinggi, meningkatkan daktilitas beton, meningkatkan beban kejut, ketahanan terhadap pengaruh susut dan meningkatkan kekuatan lentur.

2.5. Material yang Digunakan

2.5.1 Agregat Halus

Agregat halus dapat berupa pasir alam atau pasir buatan yang di hasilkan oleh alat-alat pemecah batu, biasanya memiliki ukuran butiran antara 0,15 mm dan 5 mm. Dalam PBBI 1971 disebutkan beberapa syarat untuk agregat halus, antara lain:

1. Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras dan harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca seperti terik matahari dan hujan,
2. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%, terhadap berat kering. Apabila kadar lumpur melampaui 5%, maka agregat halus harus dicuci.
3. Tidak boleh mengandung bahan-bahan organis terlalu banyak yang harus di buktikan dengan percobaan warna Abrams-Harder (dengan larutan NaOH). Pasir yang tidak memnuhi percobaan warna ini dapat dipakai asal kekuatan tekan adukan agregat tersebut pada umur 7 dan 28 hari tidak kurang dari 95% dari kekuatan adukan agregat yang sama tapi dicuci dalam larutan 3% NaOH yang kemudian dicuci higgsa bersih dengan air, pada umur yang sama.
4. Pasir laut tidak boleh dipakai sebagai agregat halus untuk semua mutu beton.

2.5.2 Agregat Kasar

Agregat kasar dapat berupa kerikil alam ataupun batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu, biasanya berukuran lebih dari 5 mm. Beberapa syarat mengenai agregat kasar menurut PBBI 1971 antara lain:

1. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang keras, tidak berpori dan bersifat kekal. Agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai apabila jumlahnya tidak lebih dari 20% dari berat agregat seluruhnya.
2. Tidak mengandung lumpur lebih dari 1%, jika melebihi itu maka harus dicuci terlebih dahulu.
3. Tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton seperti zat-zat yang reaktif alkali.

Pada umumnya agregat kasar mempunyai proporsi paling besar dalam campuran beton, dibanding dengan agregat halus dan semen.

2.5.3 Semen *Portland*

Semen *Portland* di Indonesia dibedakan menjadi 5 jenis kategori sesuai dengan tujuan pemakaiannya (SK SNI S-04-1989-F) yaitu:

- a. Tipe I, untuk penggunaan umum, tidak memerlukan persyaratan khusus seperti yang di syartkan pada semen tipe lain. Dapat digunakan untuk bangunan rumah pemukiman, gedung-gedung bertingkat, perkerasan jalan, struktur rel, dan lain-lain
- b. Tipe II, dimana dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau panas hidrasi sedang. Semen *Portland* tipe II ini disarankan untuk dipakai pada bangunan seperti bendungan, dermaga dan landasan berat yang ditandai adanya kolom-kolom dan dimana proses hidrasi rendah juga merupakan pertimbangan utama.
- c. Tipe III, untuk persyaratan kekuatan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi, misalnya untuk pembuatan jalan beton, bangunan-bangunan tingkat tinggi, bangunan-bangunan dalam air yang tidak memerlukan ketahanan terhadap serangan sulfat. Beton yang dibuat dengan semen *Portland* tipe III dalam waktu 24 jam dapat mencapai kekuatan yang sama dengan kekuatan yang dicapai semen tipe I dalam waktu 3 hari, dan pada umur 7 hari semen portlan tipe III kekuatannya menyamai beton dengan menggunakan semen *Portland* tipe I.
- d. Tipe IV, untuk persyaratan panas hidrasi yang rendah. Digunakan untuk keperluan konstruksi yang memerlukan jumlah dan kenaikan panas harus diminimalkan. Oleh karena itu semen jenis ini akan memperoleh tingkat kuat beton dengan lebih lambat ketimbang *Portland* tipe I. Tipe semen seperti ini digunakan untuk struktur beton masif seperti dam gravitasi besar yang mana kenaikan temperatur akibat panas yang dihasilkan selama proses curing merupakan faktor kritis.

- e. Tipe V, untuk persyaratan sangat tahan terhadap sulfat dan sangat cocok untuk instalasi pengolahan limbah pabrik, konstruksi dalam air, jembatan, terowongan, pelabuhan, dan pembangkit tenaga nuklir.

2.5.4 Air

Air merupakan komponen penting dari campuran pasta dan mortar yang memegang salah satu faktor penting, karena air dapat bereaksi dengan semen, yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Kualitas air mempengaruhi kekuatan pasta dan mortar, maka kemurnian dan kualitas air untuk campuran pasta, mortar, dan beton perlu mendapat perhatian. Sebaiknya digunakan air bersih, air tawar, tidak berbau, bila dihembuskan dengan udara tidak keruh, tidak berasa, dan dapat diminum.

Kebutuhan air pada campuran beton, dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu:

- a. Jika diameter semakin besar, maka kebutuhan air semakin sedikit
- b. Jika bentuk bulat, kebutuhan air menurun
- c. Jika gradasi baik, maka kebutuhan air menurun untuk kelacakan yang sama.
- d. Semakin banyak silt, tanah liat dan lumpur, maka kebutuhan air meningkat.
- e. Jika agregat halus semakin sedikit, maka kebutuhan air menurun.

Air yang digunakan dalam campuran beton, mempunyai persyaratan, antara lain:

- a. Bersih dan bebas dari bahan-bahan yang dapat merusak beton dan tulangan, misalnya oli, asam, alkali, garam dan bahan organik.
- b. Air yang digunakan dalam campuran beton adalah air yang dapat diminum.
- c. Tidak boleh mengandung klorida.

2.5.5 *Superplasticizer*

Superplasticizer adalah bahan yang dapat menambah besarnya slump. Bahan ini dapat mengurangi kadar air hingga 30%, sehingga sering digunakan pada beton mutu tinggi. Prinsip kerja *superplasticizer* adalah menghasilkan gaya tolak menolak pada semen, sehingga tidak terjadi penggumpalan. Penggumpalan pada semen, dapat menyebabkan terjadinya rongga udara, sehingga dapat menurunkan kekuatan atau

mutu beton. *Superplasticizer* mempunyai kelemahan, yaitu sifat *flowability* tinggi, sehingga hanya dapat bertahan 30-60 menit, setelah itu terjadi *slump loss*.

Superplasticizer dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu:

1. SMFC (*Sulphonate Melamine Formaldehyde Condensate*)
2. SNFC (*Sulphonate Naphtalene Formaldehyde Condensate*)
3. PCE (*Polycarboxilate Ethers*)

Superplasticizer ini, mempunyai kegunaan untuk:

- a. Meningkatkan *workability*
- b. Mengurangi kebutuhan air
- c. Memudahkan pembuatan beton yang sangat cair

Kelemahan *superplasticizer* antara lain:

- a. *Slump loss*
- b. Kadar udara hanya 1,2-2,7 %, bisa tanpa pepadatan
- c. Mempunyai resiko pemisahan (segregasi) dan pendarahan (*bleeding*)
- d. Harga relatif mahal

2.5.6 *Silica Fume*

Silica fume adalah salah satu bahan tambah yang di pakai untuk membuat beton mutu tinggi. Di lihat dari bentuknya, butiran *silica fume* tampak seperti bulatan yang sempurna dengan diameter berkisar kurang dari 0.1 μm sampai 1 or 2 μm , atau 100 kali lebih kecil dari ukuran rata-rata partikel semen (Aitcin, 1998:143). *Silica fume* memiliki berat jenis sebesar 2,2.

Peranan silika fume :

- a. Sebagai *water reduction*, sehingga fas kecil dan kuat tekan meningkat.
- b. Sebagai *filler* (pengisi rongga-rongga udara) karena ukurannya sangat kecil (1/100 diameter semen).

Penggunaan silika fume dalam beton dimaksudkan untuk menghasilkan beton dengan kekuatan tekan yang tinggi dibandingkan dengan beton tanpa silika fume. Hal ini dikarenakan penggunaan bahan tambah silika fume yang bersifat pozolanik

dengan ukuran butiran 0,1 μm sehingga pori-pori dalam beton dapat terisi oleh silika fume, sehingga kuat tekan beton dengan penggunaan silika fume lebih tinggi dibandingkan kuat tekan beton tanpa silika fume

Dalam penelitian Mohamad Afif (2013), beton dengan penambahan 2% *silica fume* dan 5% *superplasticizer* menghasilkan kuat tekan 51.33 MPa, lebih besar dari pada beton dengan tambahan 0% *silica fume* dan 5% *superplasticizer* yaitu sebesar 43.97 MPa di umur 28 hari. Begitupun pada umur 45 hari dan 56 hari.

2.6. Kuat Tekan

Kekuatan tekan adalah kemampuan pasta dan mortar menerima gaya tekan persatuan luas. Seperti pada beton, kekuatan pasta dan mortar ditentukan oleh kandungan semen dan faktor air semen dari campuran. Kuat tekan beton dipengaruhi oleh proporsi material beton yang digunakan. Beton dapat diuji pada waktu beton berumur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari.

Kuat tekan beton dipengaruhi oleh:

- a. Faktor air semen, yaitu semakin rendah faktor air semen, semakin tinggi kuat tekan beton
- b. Jenis semen dan kualitasnya, mempengaruhi kuat tekan rata-rata dan kuat batas beton
- c. Jenis dan permukaan agregat, yaitu batu pecah akan menghasilkan kuat tekan lebih besar daripada kerikil
- d. Efisiensi dan perawatan (*curing*), yaitu beton dapat kehilangan kekuatannya hingga 40 % bila terjadi pengeringan sebelum waktunya.
- e. Umur beton, yaitu kuat tekan beton akan bertambah, seiring dengan bertambahnya umur beton.

Kuat tekan beton dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad \dots\dots\dots 2.1$$

Dimana : σ = kuat tekan beton (kg/cm^2)

P = beban maksimum (kg)

A = luas bidang tekan (cm²)

Kuat tekan rata-rata adalah nilai rata-rata kuat tekan beton dari sejumlah beton yang sama jenisnya.

$$f_{cr} = \frac{\sum f_{ci}}{n} \dots\dots\dots 2.3$$

Keterangan : f_{cr} = Kuat tekan rata-rata

$\sum f_{ci}$ = Jumlah nilai kuat tekan individu

n = Jumlah sample benda uji

2.7. Faktor Air Semen

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 fas kuat tekan beton semakin tinggi. Namun demikian, nilai fas yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Nilai fas yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun.

Pada beton mutu tinggi atau sangat tinggi, faktor air semen dapat diartikan sebagai water to cementious ratio, yaitu rasio total berat air (termasuk air yang terkandung dalam agregat dan pasir) terhadap berat total semen dan *additive cementious* yang umumnya ditambahkan pada campuran beton mutu tinggi.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pengujian Material

3.1.1 Pengujian Semen

4 Pengujian Berat Jenis Semen

5 Pengujian Berat Volume Semen

3.1.2 Pengujian Agregat Halus

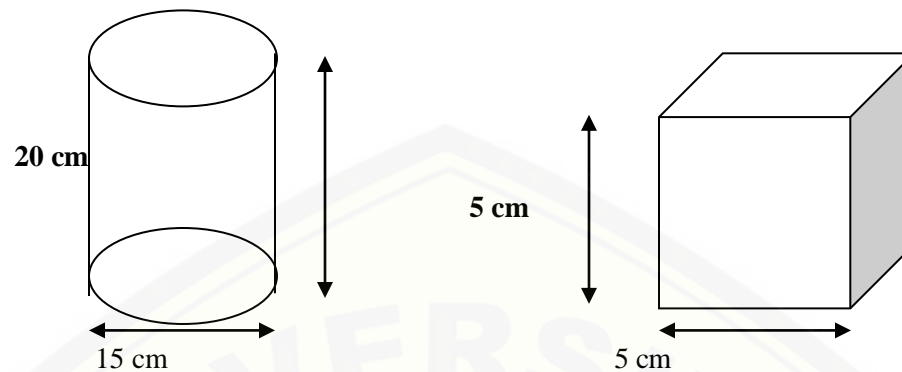
- a. Analisa Saringan
- b. Berat jenis
- c. Berat Volume
- d. Kelembaban
- e. Kadar Lumpur

3.1.3 Pengujian Agregat Kasar

- a. Analisa Saringan
- b. Berat Jenis
- c. Berat Volume
- d. Kelembaban

3.2 Rencana Pembuatan Benda Uji

Komposisi benda uji untuk pengujian kuat tekan pasta, mortar dan beton, terdiri dari semen, pasir, kerikil, air, *superplasticizer*, dan *silica fume* dengan variasi nilai fas sebesar 0,26, 0,27, 0,293, 0,295, 0,322, dan 0,335. Jumlah benda uji yang dibuat sebanyak 30 buah silinder 10 x 20 cm, dan 60 buah kubus 5 x 5 cm dengan rincian benda uji dibuat masing-masing sebanyak 5 buah untuk tiap nilai fas yang di rencanakan. Benda uji diuji pada umur 28 hari



Gambar 3.1 Dimensi benda uji

3.3 Rencana Komposisi Pembuatan Benda Uji

Berikut merupakan rencana komposisi pembuatan beton

Tabel 3.1 komposisi untuk beton

No	Komponen	Kebutuhan bahan (kg/m ³)					
		Fas 0,26	Fas 0,27	Fas 0,293	Fas 0,295	Fas 0,322	Fas 0,335
1	Air (+ SP 1%)	219,87	228,99	219,87	220,07	210,97	214,065
2	Semen	761,08	763,2	674,67	671,4	589,67	575,1
3	Silica Fume	84,56	84,8	74,96	74,6	65,52	63,9
4	Agregat Kasar	993,32	949,495	993,32	993,92	1095,58	1052,15
5	Agregat Halus	180,93	186,55	274,62	278,42	313,67	353,58

Komposisi diatas berdasarkan kebutuhan bahan dalam kg untuk pembuatan beton tiap 1 m³ yang di dapatkan dari perhitungan menurut SNI 03-6468-2000 dan ACI 211.4R. perhitungan komposisi campuran dapat dilihat di lampiran

3.3.1 Metode SNI 03-6468-2000

Langkah-langkah perhitungan:

- 1) Menentukan slump dan kekuatan rata-rata yang di targetkan

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

tinggi dengan superplasticizer dapat diambil sebesar 25-50 mm, kemudian sebelum dilaksanakan pengecoran dilapangn di tambah dengan superplasticizer sampai slump yang disyaratkan tercapai. Kuat tekan rata-rata yang di targetka nuntuk proporsi yang di rancang berdasarkan pengalaman dilapangan, diambil yang lebih besar dari pada persamaan berikut:

$$F_{cr}' = f_c' + 1,34 s \dots\dots\dots(3.1)$$

$$F_{cr}' = 0,90 f_c' + 2,33 s \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan:

F_{cr}' adalah kuat tekan rata-rata yang di targetkan

f_c' adalah kuat tekan rata-rata yang di syaratkan

S adalah deviasi standar

Jika dalam menentukan proporsi campuran beton kekuatan tinggi berdasarkan campuran coba di laboratorium, kekuatan tekan rata-rata yang di tagetkan, f_{cr}' , dapat di tentukan dengan persamaan:

$$f_{cr}' = \frac{f_c' + 9,66 \text{ MPa}}{0,90} \dots\dots\dots(3.3)$$

2) Menentukan ukuran agregat

Untuk kuat tekan rata-rata < 62,1 MPa digunakan ukuran agregat maksimum 20-25 mm untuk kuat tekan rata-rata > 62,1 MPa digunakan ukuran agregat maksimum 10-15 mm.

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

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

3) Menentukan 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 m³ beton adalah besarnya fraksi

volume padat kering oven dikalikan dengan berat isi padat kering oven (kg/m³).

Besarnya fraksi volume agregat padat kering oven yang disarankan berdasarkan besarnya ukuran agregat maksimum, tercantum dalam tabel 3.2 di bawah ini:

Tabel 3.2 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

4) Mengestimasi kadar air dan kadar udara

Estimasi pertama kebutuhan air dan kadar udara untuk beton segar diberikan pada tabel 3.3.

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 (3.4) dan (3.5).

$$\text{Kadar Rongga Udara (V)} = \left(1 - \left(\frac{X}{Y}\right)\right) \cdot 100\% \dots\dots\dots(3.4)$$

Keterangan:

X = Berat isi padat kering oven

Y = Berat jenis relatif kering

$$\text{Koreksi Kadar Air, liter/m}^3 = (V-35) \times 4,75 \dots\dots\dots(3.5)$$

Tabel 3.3 Estimasi Pertama kebutuhan Air Pencampuran dan Kadar Udara Beton Segar Berdasarkan Pasir dengan 35% Rongga Udara

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

5) Menentukan rasio air dengan bahan bersifat semen $W/(c+p)$

Rasio $W/(c+p)$ untuk beton tanpa *superplasticizer* dihitung dengan tabel 3.11 dan untuk beton dengan *Superplasticizer* dihitung dengan tabel 3.12.

Tabel 3.4 Rasio $W/(c+p)$ Maksimum yang Disarankan (Tanpa *Superplasticizer*)

Kekuatan lapangan F_{cr}' (MPa)		$W / (c + p)$			
		Ukuran Agregat Maksimum (mm)			
		10	15	20	25
48,3	28 hari	0,42	0,41	0,40	0,39
	56 hari	0,46	0,45	0,44	0,43
55,2	28 hari	0,35	0,34	0,33	0,33
	56 hari	0,38	0,37	0,36	0,35
62,1	28 hari	0,30	0,29	0,29	0,28
	56 hari	0,33	0,32	0,32	0,30
69,0	28 hari	0,26	0,26	0,25	0,25
	56 hari	0,29	0,28	0,27	0,26

$$F_{cr}' = f_c' + 9,66 \text{ (MPa)}$$

Tabel 3.5 Rasio W/(c+p) Maksimum yang Disarankan (Dengan Superplasticizer)

Kekuatan lapangan F _{cr} ' (MPa)		W / (c + p)			
		Ukuran Agregat Maksimum (mm)			
		10	15	20	25
48,3	28 hari	0,50	0,48	0,45	0,43
	56 hari	0,55	0,52	0,48	0,46
55,2	28 hari	0,44	0,42	0,40	0,38
	56 hari	0,48	0,45	0,42	0,40
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

$f_{cr}' = f_c' + 9,66$ (MPa)

6) Menentukan kadar bahan bersifat semen

Kadar bahan bersifat semen per m³ beton dapat ditentukan dengan membagi kadar air dengan (c + p).

7) Menghitung proporsi campuran dasar tanpa bahan bersifat semen lainnya

Salah satu campuran harus dibuat hanya dengan semen portland saja sebagai campuran dasar.

Penentuan proporsi campuran dasar harus menggunakan persyaratan berikut:

- Kadar Semen untuk campuran dasar, karena semen portland merupakan satu-satunya bahan bersifat semen yang digunakan, maka kadar semen

portland sama dengan berat total bahan bersifat semen yang dihitung pada prosedur (6).

- Kadar Pasir, sesudah ditentukan kadar agregat kasar, kadar air, kadar udara dan kadar semen, maka pasir untuk membuat 1 m³ campuran beton dapat dihitung dengan menggunakan Metode Volume Absolut.

8) Menghitung proporsi varian campuran dengan bahan bersifat semen lainnya

Penentuan proporsi varian campuran mengikuti persyaratan berikut:

- Tipe Abu Terbang (Fly Ash) harus sesuai dengan Pd M-09-1997-03.
- Kadar Abu Terbang sebagai pengganti sebagian semen portland.
Abu Terbang kelas F 15-25% berat semen portland.
Abu Terbang kelas C 20-35% berat semen portland.
- Berat Abu Terbang, setelah persentase penggantian semen portland ditentukan, berat abu terbang yang akan digunakan untuk setiap varian campuran coba dapat dihitung dengan mengalikan berat bahan semen total dari prosedur (6) dengan persentase penggantian yang telah ditentukan. Karena itu untuk setiap varian campuran berat abu terbang ditambah berat semen tetap sama dengan berat total bahan bersifat semen yang dihitung pada prosedur (6).
- Volume Abu Terbang, adalah volume total bahan bersifat semen dikurangi volume semen portland.
- Kadar Pasir, ditentukan dengan metode Volume Absolut adalah 1 m³ dikurangi volume per m³ beton dari semen portland, abu terbang, agregat kasar, air dan rongga udara.

Bahan campuran yang di gunakan untuk penelitian ini adalah *silica fume* dengan kadar sebesar 10% dari berat semen

3.3.2 Metode ACI 211.4

Langkah-langkah perhitungan:

- 1) Menentukan slump dan kekuatan rata-rata yang di targetkan

Nilai slump yang di rekomendasikan untuk membuat beton tercantum di tabel 3.6

Tabel 3.6 Nilai slump yang di rekomendasikan untuk beton dengan atau tanpa *superplasticizer* (HRWR)

Beton dengan HRWR	
Slump sebelum penambahan HRWR	1 sampai 2 inch
Beto tanpa HRWR	
slump	2 sampai 4 inch

- 2) Menentukan ukuran agregat

Ukuran maksimum agregat yang di sarankan berdasarkan kekuatan yang di rencanakan tercantum pada tabel 3.7

Tabel 3.7 Ukuran agregat kasar maksimum yang disarankan

Kuat tekan yang dikehendaki, psi	Ukuran agregat kasar yag di sarankan, inch
< 9000	¾ sampai 1
>9000	3/8 sampai ½ *

*ketika menggunakan HRWR dan agregat kasar yang dipilih, kuat tekan beton dalam rentang 9000 sampai 12000 psi akan tercapai dengan menggunakan agregat kasar yang lebih besar dari ukuran maksimum yang disarankan hingga 1 inchi

- 3) Menentukan kadar agregat kasar optimum

Kadar agregat kasar optimum tergantung pada karakteristik kekuatan potensial dan ukuran maksimumnya. Kadar agregat kasar optimum yang disarankan, tercantum pada Tabel 3.8

Tabel 3.8. Volume agregat kasar per satuan volume beton yang direkomendasikan

Kadar agregat kasar optimum untuk nominal ukuran maksimum agregat yang akan digunakan dengan pasir dengan modulus kehalusan 2,5 – 3,2				
Nominal ukuran maksimum (in)	3/4	1/2	3/4	1
*Volume agregat kasar kering oven	0,65	0,68	0,72	0,75

*Volume berdasarkan agregat dengan kondisi kering oven

Setelah konten agregat kasar optimum telah dipilih berdasarkan tabel 3.15, berat kering oven (OD) agregat kasar dari beton dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$OD = (\% \times DRUW) \times (\% \times 27)$$

4) Mengestimasi kadar air dan kadar udara

Jumlah air per satuan volume beton yang dibutuhkan

Untuk menghasilkan slump tertentu tergantung pada ukuran maksimum, bentuk partikel, gradasi agregat, jumlah semen, dan jenis campuran air yang digunakan. Jika HRWR digunakan, kadar air dalam campuran ini dihitung menjadi bagian dari w/c + p. Tabel 3.9 memberikan perkiraan pencampuran yang dibutuhkan untuk beton mutu tinggi

Tabel 3.9 Perkiraan pertama dari pencampuran kebutuhan air dan kadar air dari beton berdasarkan penggunaan pasir dengan kadar void 35 %

Slump, in	Campuran Air, lb/yd ³			
	Maximum-size coarse aggregate, in.			
	3/8	1/2	3/4	1
1 to 2	310	295	285	280
2 to 3	320	310	295	290
3 to 4	330	320	305	300
Entrapped	3	2,5	2	1,5
Air content*	(2,5)	(2,0)	(1,5)	(1,0)

*Hasil yang diberikan harus menggunakan pasir selain 35% menggunakan persamaan **4-3**

*Campuran dibuat menggunakan HRWR

Hasil dari campuran kebutuhan air yang ditampilkan pada tabel 3.16 berlaku ketika agregat halus yang digunakan memiliki kadar void sebesar 35%. Kadar void (V) agregat halus bisa dihitung menggunakan persamaan **4-2**

$$\text{Kadar void, } V, \% = \left(1 - \frac{\text{Oven-dry rodded unit weight}}{\text{Bulk specify gravity (dry)} \times 62,4} \right) \times 100 \quad (4-2)$$

Ketika agregat halus dengan kadar void tidak sama sampai 35%, maka penyesuaian harus dilakukan dengan menggunakan pencampuran kadar air yang direkomendasikan. Penyesuaian tersebut dapat dihitung menggunakan persamaan **4-3**

$$\text{Mixing water adjustment, } \text{ls/yd}^3 = (V - 35) \times 8 \quad (4-3)$$

5) Menentukan rasio air dengan bahan bersifat semen $W/(c+p)$

Tabel 3.10 (a) dan (b), $w/c+p$ maksimum yang direkomendasikan ditampilkan sebagai fungsi dari ukuran agregat maksimum untuk mendapatkan perbedaan kuat tekan dari 28 atau 56 hari. Penggunaan HRWR bisa menambah kuat tekan beton. Nilai $w/c+p$ yang ditampilkan pada tabel 3. 10 (a) adalah beton yang dibuat tanpa HRWR, sedangkan tabel 3.10 (b) adalah beton yang dibuat menggunakan HRWR.

Tabel 3.10 (a) Maximum w/c + p yang direkomendasikan untuk beton yang dibuat tanpa HRWR

Field Strength Fcr', psi		w/c + p			
		Maximum-size agregat kasar, in			
		3/8	1/2	3/4	1
7000	28 hari	0,42	0,41	0,40	0,39
	56 hari	0,46	0,45	0,44	0,43
8000	28 hari	0,35	0,34	0,33	0,33
	56 hari	0,38	0,37	0,36	0,35
9000	28 hari	0,30	0,29	0,29	0,28
	56 hari	0,33	0,32	0,31	0,30
10.000	28 hari	0,26	0,26	0,25	0,25
	56 hari	0,29	0,28	0,27	0,26

$$*f_{cr} = f_c' + 1400$$

Tabel 3.10 (b) Maximum w/c + p yang direkomendasikan untuk beton yang dibuat menggunakan HRWR

Field Strength Fcr', psi		w/c + p			
		Maximum-size agregat kasar, in			
		3/8	1/2	3/4	1
7000	28 hari	0,50	0,48	0,45	0,43
	56 hari	0,55	0,52	0,48	0,46
8000	28 hari	0,44	0,42	0,40	0,38
	56 hari	0,48	0,45	0,42	0,40
9000	28 hari	0,38	0,36	0,35	0,34
	56 hari	0,42	0,39	0,37	0,36
10.000	28 hari	0,33	0,32	0,31	0,30
	56 hari	0,37	0,35	0,33	0,32
11.000	28 hari	0,30	0,29	0,27	0,27
	56 hari	0,33	0,31	0,29	0,29
12.000	28 hari	0,27	0,26	0,25	0,25
	56 hari	0,30	0,28	0,27	0,26

$$*f_{cr}' = f_c' + 1400$$

Catatan: Perbandingan dari nilai yang ditampilkan di tabel 3.17 (a) dan 3.17 (b) disimpulkan menjadi:

1. Untuk rasio bahan sarat air baku, kekuatan lapangan beton lebih besar dengan penggunaan HRWR, dan tingginya kuat tekan dapat dicapai dalam jangka waktu yang lebih singkat
 2. Dengan penggunaan HRWR, kekuatan lapangan beton tertentu bisa jadi dicapai dalam periode waktu tertentu dengan menggunakan bahan yang kurang sarat semen ketika tidak menggunakan HRWR
- 6) Menentukan kadar bahan bersifat semen
- Berat bahan semen yang dibutuhkan per yd^3 beton bisa ditentukan dengan membagi jumlah campuran air per yd^3 beton (Langkah 4) dengan rasio $w / c + p$ (Langkah 5). Namun, jika spesifikasinya termasuk dalam minimum limit dari jumlah bahan semen per yd^3 beton, ini bisa di kategorikan memuaskan. Oleh karena itu, campuran harus proporsional agar mengandung lebih besar jumlah bahan semen yang dibutuhkan. Ketika bahan semen dari tabel melebihi 1000 lb, campuran yang lebih praktis dapat diproduksi menggunakan bahan semen alternatif. Proses ini berada di luar jangkauan panduan ini.
- 7) Menghitung proporsi campuran dasar tanpa bahan bersifat semen lainnya
 - 8) Menghitung proporsi varian campuran dengan bahan bersifat semen lain

3.4 Perawatan Benda Uji

Setelah beton keras, beton dikeluarkan dari cetakan. Beton dirawat dengan cara direndam dalam air, sampai beton tersebut diuji kuat tekannya pada umur 28 hari.

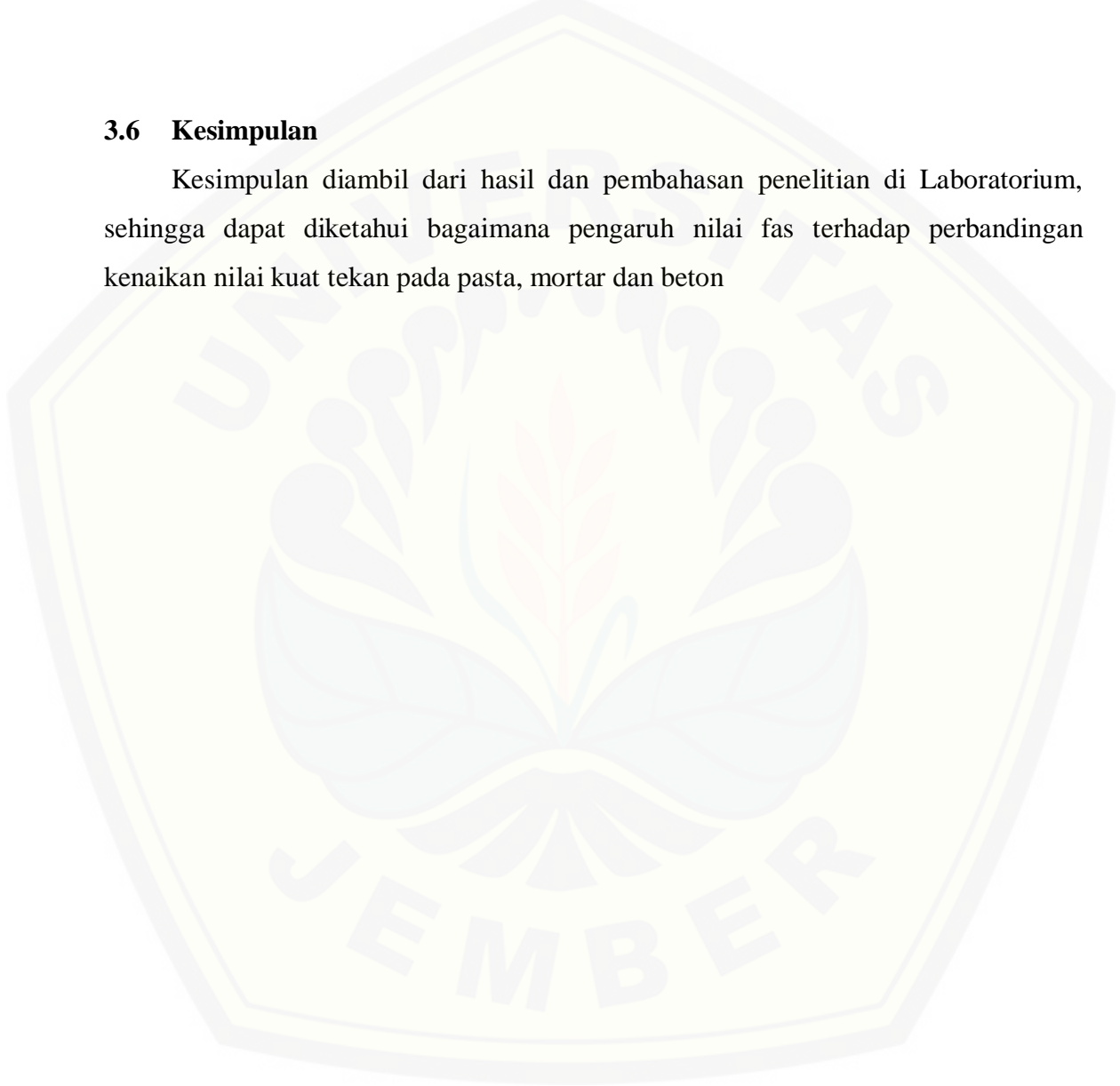
3.5 Hasil dan Pembahasan

Setiap penelitian yang dilakukan di Laboratorium, dilakukan dan diamati secara detail dan dibahas. Hasil yang dibahas antara lain:

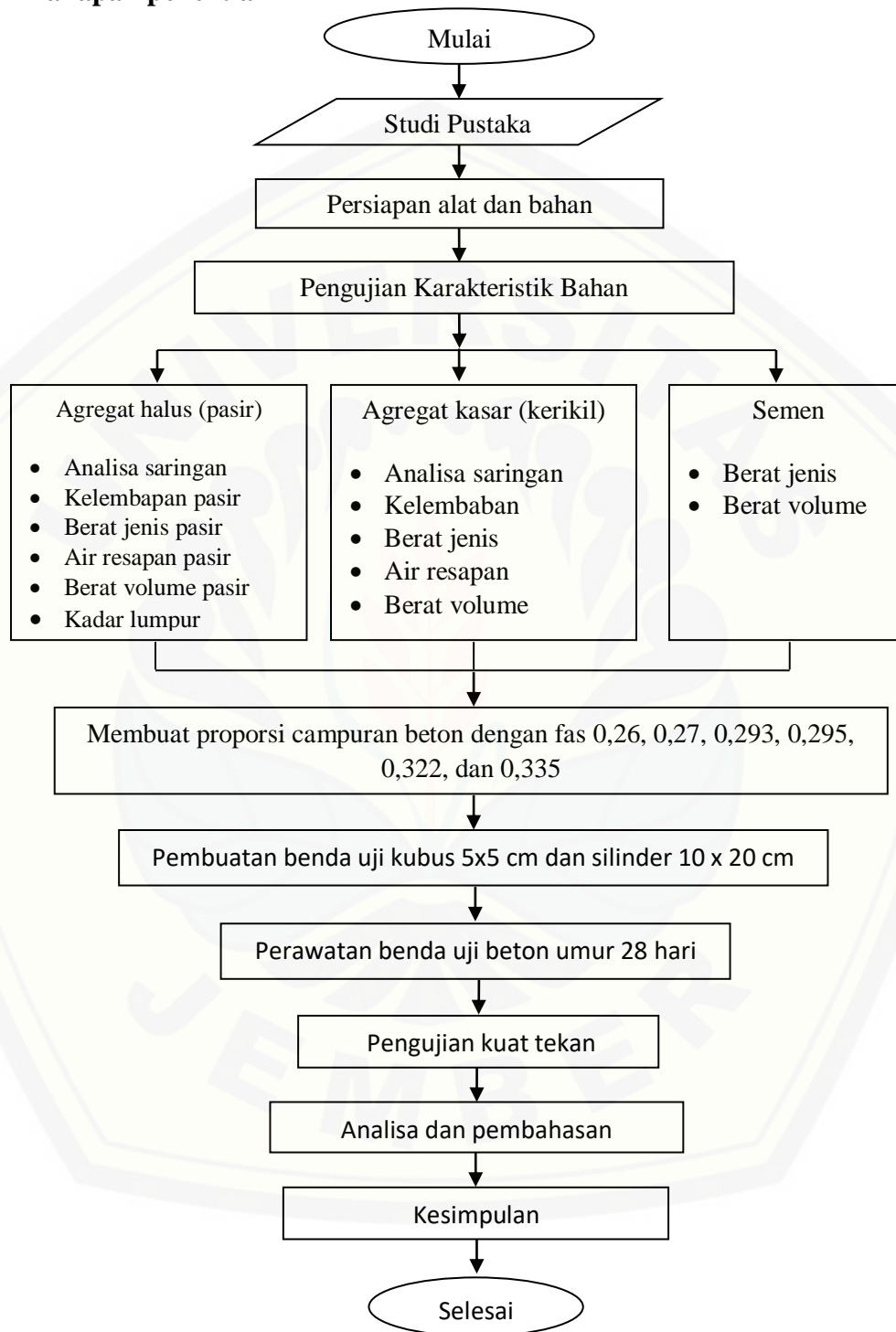
1. Pembahasan hasil pengujian material yang terdiri dari pengujian pasir, kerikil, dan semen.
2. Pembahasan hasil pengujian kuat tekan pasta, mortar, dan beton.

3.6 Kesimpulan

Kesimpulan diambil dari hasil dan pembahasan penelitian di Laboratorium, sehingga dapat diketahui bagaimana pengaruh nilai fas terhadap perbandingan kenaikan nilai kuat tekan pada pasta, mortar dan beton



3.7 Tahapan penelitian



Gambar 3.2 Flow chart penelitian

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa perhitungan dapat disimpulkan bahwa dari hasil pengujian:

- 2) nilai FAS sangat mempengaruhi nilai kuat tekan beton yang dihasilkan. Makin tinggi kadar air, makin tinggi nilai fas, makin rendah kuat tekan yang dihasilkan.
- 3) Dalam penelitian ini, nilai fas terendah yaitu 0,26 menghasilkan kuat tekan pasta sebesar 62,66 MPa, kuat tekan mortar sebesar 60,06 MPa dan kuat tekan beton sebesar 48,40 Mpa. Sementara untuk nilai fas tertinggi yaitu sebesar 0,335 di dapatkan nilai kuat tekan pasta sebesar 54,97 MPa, kuat tekan mortar sebesar 56,51 MPa, dan kuat tekan beton sebesar 35,69 MPa.

5.2 Saran

Untuk penelitian lebih lanjut, hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk variasi nilai fas lainnya.
2. Dalam pembuatan benda uji rendahnya nilai kuat tekan dari benda uji mungkin disebabkan karena proses pembuatan, perawatan, dan pengujian benda uji yang kurang sempurna, untuk itu hendaknya proses-proses tersebut harus dilakukan lebih baik lagi.
3. Dikarenakan keterbatasan alat, pada proses pembuatan pasta dan mortar penelitian ini di kerjakan secara manual, disarankan untuk menggunakan mixer pada penelitian berikutnya agar hasil yang didapat lebih maksimal

DAFTAR PUSTAKA

- Aci 211.4R-3. 1998. *Guide for Selecting Proportions for High-Strength Concrete with Portland Cement and Fly Ash*. Reapproved.
- Adam, ST. Nur Asia. 2014. *Pengaruh Penambahan Natrium Klorida (NaCl) Terhadap Waktu Ikat, Kuat Tekan Mortar Dan Pasta*. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Makassar: Universitas Hasanuddin
- Afif, Muhammad. 2013. *Pengaruh Penambahan Silika Fume Dan Superplasticizer Dengan Pemakaian Semen Tipe Ppc Dan Tipe Pcc Terhadap Peningkatan Mutu Beton* Tidak Diterbitkan. Skripsi. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Aitcin, P.C. 1997. *High Performance Concrete*. E & FN Spon : London.
- Hernando, Fandhi. 2009. *Perencanaan Campuran Beton Mutu Tinggi Dengan Penambahan Superplasticizer dan Pengaruh Pengganti Sebagian Semen Dengan Fly Ash*. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia
- Nugraha, Paul dan Antoni. 2007. *Teknologi Beton "Dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi"*. Penerbit Andi : Surabaya.
- Pujianto, A., Putro, T. R. Y. S., Ariska, O. (Tanpa Tahun). *Beton Mutu Tinggi dengan Admixture Superplastisizer dan Aditif Silicafume*. Diterbitkan. Jurnal. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Riyu, Mungok, C.D., dan Aryanto. (tanpa Tahun). *Studi Beton Berkekuatan Tinggi (High Performance Concrete) Dengan Mix Design Menggunakan Metode Aci (American Concrete Institute)*. Diterbitkan. Jurnal. Pontianak: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
- SNI 03-6468-2000, Tata Cara Perencanaan Campuran Tinggi Dengan Semen Portland Dengan Abu Terbang, 2000