

**PENGARUH SUBSTITUSI FLY ASH SEBAGAI SEMEN PADA KUAT TEKAN
BETON TANPA CURING**

TUGAS AKHIR

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Fajar**

Oleh:

Adriana Patabang

1820121119



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR
MAKASSAR
2022**

**PENGARUH SUBSTITUSI FLY ASH SEBAGAI SEMEN PADA KUAT TEKAN
BETON TANPA CURING**

Oleh :

Adriana Patabang
1820121119

Menyetujui,
Tim Pembimbing
Makassar, 15 Oktober 2022

Dosen Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Erniati, S.T., M.T.
NIDN : 0906107701

Dosen Pembimbing II



Dr. Ir. Ritawati, S.T., M.T.
NIDN : 0924037901

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Fajar



Prof. Dr. Ir. Erniati, S.T., M.T.
NIDN : 0906107701

Ketua Prodi Teknik Sipil
Universitas Fajar



Fatmawaty Rachim, S.T., M.T.
NIDN : 0919117903

PERNYATAAN ORISINALITAS

Penulis dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir :

**“PENGARUH SUBSTITUSI FLY ASH SEBAGAI SEMEN PADA KUAT
TEKAN BETON TANPA CURING”** adalah karya orisinal saya dan setiap maupun
seluruh sumber yang dijadikan sebagai acuan telah ditulis dengan Panduan
Penulisan Ilmiah yang berlaku di Universitas Fajar.

Makassar, 15 Oktober 2022

Yang menyatakan,



Adriana Patabang

ABSTRAK

Pengaruh Substitusi Fly Ash Sebagai Semen Pada Kuat Tekan Beton Tanpa Curing , Adriana Patabang. Pembangunan dibidang struktur mengalami kemajuan yang sangat pesat, berlangsung diberbagai bidang dengan teknologi beton yang semakin berkembang. Berbagai permasalahan timbul dimasa kontruksi, baik itu dari segi desain maupun metode kontruksi yang dilakukan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui nilai kuat tekan dan pengaruh beton tanpa perawatan (curing) terhadap persentase *fly ash* sebagai substitusi semen yang dihasilkan pada umur beton 28 hari. Berdasarkan hasil penelitian variasi *fly ash* pada penelitian ini adalah 0%, 10%, 15% dan 25% dari berat semen. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 28 hari, dengan hasil pengujian nilai kuat tekan berturut-turut 32,45 MPa; 33,09 MPa; 34,36 MPa; 35,42 MPa. Pengaruh *fly ash* terhadap kuat tekan beton sangat signifikan, sehingga semakin tinggi pula hasil pengujian kuat tekan.

Kata Kunci: Kuat Tekan, Beton, *Fly Ash*, Tanpa Curing.

ABSTRACT

The Effect Of Fly Ash Substitution As Cement On The Compression Strength Of Concrete Without Curing, Adriana Patabang. Development in the field of structure is progressing very rapidly, which takes place in various fields with increasingly developing concrete technology, various problems that arise during the construction period, both in terms of design and construction methods carried out. The purpose of this study was to determine the compressive strength and effect of concrete without curing on the percentage of fly ash as a substitute for cement produced at 28 days of concrete. Based on the results of the study, the variations of fly ash in this study were 0%, 10%, 15% and 25% of the cement weight. The compressive strength test was carried out at the age of 28 days, with the results of the compressive strength testing successively 32.45 MPa; 33.09 MPa; 34.36 MPa; 35.42 MPa. The effect fly ash on the compressive strength of concrete is very significant, so the higher the results of the compressive strength test.

Key Words: *Compressive Strength, Concrete, Fly ash, Without Curing.*

KATA PENGANTAR

Segala syukur dan puji hanya bagi Tuhan Yesus Kristus, oleh karena anugerah-Nya yang melimpah, kemurahan dan kasih setia yang besar akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan proposal ini guna memenuhi salah satu persyaratan dalam mencapai Gelar Sarjana Teknik di Fakultas Teknik Universitas Fajar Makassar.

Adapun judul dari penulisan skripsi ini adalah : **”Pengaruh Substitusi Fly Ash Sebagai Semen Pada Kuat Tekan Beton Tanpa Curing”**

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa proposal ini masih jauh dari kesempurnaan karena menyadari segala keterbatasan yang ada. Untuk itu demi sempurnanya skripsi ini, penulis sangat membutuhkan dukungan dan sumbangsih pikiran yang berupa kritik dan saran yang bersifat membangun.

Kami menyadari bahwa ada banyak sekali pihak yang telah membantu dalam penyusunan proposal ini. Oleh karena itu, kami ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus, yang telah memberikan kemudahan dan kesehatan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan tepat waktu.
2. Kedua orang tua saya Papa Matius Patabang dan Mama Agustina Patarru Serta kepada adek-adek saya (Amelisa, Ardini, Julianti, Alexthaer, Argya, Rannu) dan seluruh keluarga yang juga turut berperan dalam penulisan skripsi penelitian ini.
3. Prof. Dr. Ir. Erniati, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Fajar dan selaku dosen pembimbing 1.
4. Fatmawaty Rachim, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Fajar.
5. Dr. Ir. Ritnawati, ST., MT., selaku dosen pembimbing 2.
6. Asri Mulya Setiawan, ST., MT.,selaku dosen Penasihat Akademik
7. Teman Seperjuangan dari Maba Miftakhul Huda, Ashraf, Rivaldi Nugraha

Putra, Muh. Said Nurdin, Ronal Lampi, Rian Arnada Putra, Ryan Rezirsyah Pwae, Alexzyus Kariwangan, Kurniawan, Mad Imran dan semua teman seperjuanganku lainnya.

8. Tisral Paliling.
9. Saudara dan Saudariku Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Angkatan 2018.

Semoga Tuhan YME senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayahNya selalu. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat, baik bagi penulis pada khususnya maupun bagi yang memerlukan bagi umumnya. Amin...

Makassar, 15 Oktober 2022

Adriana Patabang

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR DAN ILUSTRASI.....	xii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Tujuan Penelitian	2
I.4 Batasan Masalah.....	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1 Beton.....	4
II.2 Abu Terbang (Fly Ash).....	5
II.3 Bahan Penyusun Beton	8
II.4.1 Semen Portland	8
II.4.2 Agregat.....	9

II.4.2.1 Agregat Halus.....	10
II.4.2.2 Agregat Kasar.....	10
II.4.3 Air.....	11
II.5 Slump Test.....	12
II.6 Kuat Tekan Beton.....	12
II.7 Penelitian Terdahulu.....	13
BAB III.....	17
METODE PENELITIAN.....	17
III.1. Waktu dan Lokasi Penelitian.....	17
III.2 Alat dan Bahan.....	17
III.2.1 Alat.....	17
III.3.2 Bahan.....	18
III.3 Pelaksanaan Penelitian.....	18
III.3.1 Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	18
III.3.2 Benda Uji.....	21
III.3.3 Pengujian Kuat Tekan.....	22
III.4. Metode Pengumpulan Data.....	24
III.5. Analisa Data.....	24
III.6. Bagan Alur Penelitian.....	24
BAB IV.....	26
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
IV.1 Karakteristik Penyusun Beton.....	26
IV.1.1 Karakteristik Agregat Halus.....	26
IV.1.2 Karakteristik Agregat Kasar.....	28
IV.1.3 Penggabungan Agregat Halus Dan Agregat Kasar.....	30
IV.2 Rancangan Campuran Beton (mix design concrete).....	31

IV.3 Pengujian Slump Test	33
IV. 4 Pengujian Kuat Tekan	35
IV.4.1 Kuat Tekan	35
BAB V.....	38
PENUTUP.....	38
V.1 Kesimpulan.....	38
V.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Komposisi dan Klasifikasi Fly ash (%)	7
Tabel III.1 Pemeriksaan agregat halus	19
Tabel III.2 Pemeriksaan agregat kasar	20
Tabel III.3 Jumlah Spesimen	21
Tabel IV.1 Hasil Pengujian Agregat Halus.....	26
Tabel IV.2 Rekapitulasi Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus	27
Tabel IV.3 Hasil Pengujian Agregat Kasar.....	28
Tabel IV.4 Rekapitulasi Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar	29
Tabel IV.5 Hasil Penggabungan Agregat.....	30
Tabel IV.6 Rancangan Campuran Beton Normal (0%)	32
Tabel IV.7 Rancangan Campuran Beton <i>Fly Ash</i> (10%)	32
Tabel IV.8 Rancangan Campuran Beton <i>Fly Ash</i> (15%)	33
Tabel IV.9 Rancangan Campuran Beton <i>Fly Ash</i> (25%).....	33
Tabel IV.10 Hasil nilai slump Test	35
Tabel IV.11 Hasil Pengujian Kuat Tekan	36

DAFTAR GAMBAR DAN ILUSTRASI

Gambar III. 1 Bentuk dan Ukuran Spesimen	21
Gambar III. 2 Alur Pengujian Kuat Tekan.....	23
Gambar III. 3 Alat Uji Kuat Tekan Beton.....	23
Gambar IV.1 Grafik Zona Pasir	27
Gambar IV.2 Grafik Zona Kerikil.....	29
Gambar IV.3 Grafik Batas Gradasi Penggabungan	31
Gambar IV.4 Pengujian Slump Variasi Fly Ash 0%.....	34
Gambar IV.5 Pengujian Slump Variasi Fly Ash 10%.....	34
Gambar IV.6 Pengujian Slump Variasi Fly Ash 15%.....	34
Gambar IV.7 Pengujian Slump Variasi Fly Ash 25%.....	34
Gambar IV.8 Grafik Pengaruh Fly Ash terhadap kuat tekan beton untuk 28 hari.....	36
Gambar IV.9 pengujian kuat tekan	37

DAFTAR SINGKATAN

SINGKATAN	NAMA
Al ₂ O ₃	Aluminium Oksida
Al	Aluminium
ASTM	American Standards Testing & Material
ACI	American Civil Institut
CaO	Kalsium Oksida
CO ₂	Karbon Dioksida
Cl	Clorida
Fc'	Kuat Tekan
Fe ₂ O ₃	Ferrioksida
KN	Kilo Newton
Mpa	Mega Paschal
NaOH ₂	Sodium Hiroksida
Na ₂ SiO ₃	Sodium Silikat
OPC	Operation Process Chart
PLTU	Pembangkit Listrik Tenaga Uap
SNI	Standar Nasional Indonesia
Si	Silika
SiO ₂	Silika Dioksida
UTM	Universal Testing Machine

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi belakangan ini berkembang sangat pesat seiring dengan perkembangan jaman. Pembangunan dibidang struktur mengalami kemajuan yang sangat pesat, yang berlangsung diberbagai bidang, misalnya gedung-gedung, jembatan, tower dan sebagainya. Begitu pula dengan teknologi beton yang semakin berkembang, berbagai permasalahan yang timbul dimasa kontruksi, baik itu dari segi desain maupun metode kontruksi yang dilakukan.

Hingga saat ini, material beton masih tetap menjadi bahan yang paling disukai untuk pekerjaan-pekerjaan konstruksi. Pada dasarnya beton merupakan bahan bangunan yang terdiri dari semen,air,kerikil,pasir. Hal lain yang mendasari pemilihan dan penggunaan beton sebagai bahan konstruksi adalah faktor efektifitas dan tingkat efisiensinya.secara umum bahan pengisi (*filler*) beton terdiri dari bahan-bahan yang mudah didapat, mudah diolah (*worksability*) dan mempunyai keawetan (*durability*) serta kekuatan (*strength*) yang sangat diperlukan dalam suatu kontruksi. Dari sifat-sifat yang dimiliki beton itulah menjadikan beton sebagai bahan alternatif untuk dikembangkan baik bentuk fisik maupun metode pelaksanaannya.

Fly ash sebagai material pembentuk beton didasari pada sifat material ini yang memiliki kemiripan dengan sifat semen. Kemiripan ini dapat di tinjau dari dua sifat utama, yaitu sifat fisik dan sifat kimiawi. Secara fisik, material *fly ash* memiliki kemiripan dengan semen dalam kehalusan butir-butirnya. Semakin halus butiran *fly ash* semakin baik. Sifat kimia yang dimiliki oleh *fly ash* berupa sulica dan alumina dengan presentase mencapai 80%. Penggunaan *fly ash* sebagai material pembentuk beton memberikan dampak positif jika ditinjau dari segi lingkungan. *Fly ash* mempunyai butiran yang cukup halus, yaitu lolos ayakan No. 325 (45 mili mikron) 5-27%, dengan spesifik gravity antara 2,15-2,6 dan berwarna abu-abu kehitaman (Setiawati, 2018). Penelitian ini memanfaatkan kondisi alam Indonesia serta

penggunaan material lokal yang memungkinkan untuk pembuatan beton mutu tinggi. Upaya penelitian perlu dilakukan untuk mencari suatu alternatif baru dan material ramah lingkungan. Penggunaan semen yang seefisien mungkin yaitu dengan menggantikan sebagian semen dengan abu terbang (*fly ash*) sehingga penggunaan abu terbang (*fly ash*) diharapkan dapat menghasilkan kuat tekan beton yang lebih tinggi.

(Bachtiar, 2018) telah meneliti tentang beton tanpa curing dimana hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan sampai 12,75% pada umur beton 90 hari. Penurunan kuat tekan dan kuat tarik belah terjadi pada beton tanpa curing ini disebabkan karena adanya proses hidrasi yang tidak optimal (Bachtiar, 2018).

Tetapi dalam penelitian ini peneliti mencoba melakukan pengujian kuat beton tanpa curing menggunakan *fly ash* sebagai substitusi semen. untuk melihat kualitas beton serta mutu beton apakah sama dengan pada saat dilakukan perawatan (*curing*).

Dari penyampaian diatas peneliti tertarik untuk mengadakan penelitian yang berjudul “Pengaruh *fly ash* sebagai substitusi semen pada kuat tekan beton tanpa curing”.

I.2 Rumusan Masalah

Beberapa rumusan masalah yang akan diteliti adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana nilai kuat tekan beton tanpa perawatan (*curing*) terhadap persentase *fly ash* sebagai substitusi semen ?
2. Bagaimana pengaruh *fly ash* sebagai substitusi terhadap nilai kuat tekan beton tanpa perawatan (*curing*) yang dihasilkan pada umur beton 28 hari ?

I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Mengetahui nilai kuat tekan beton tanpa perawatan (*curing*) terhadap persentase *fly ash* sebagai substitusi semen ?

2. Mengetahui pengaruh *fly ash* sebagai substitusi terhadap nilai kuat tekan beton tanpa perawatan (curing) yang dihasilkan pada umur beton 28 hari ?

I.4 Batasan Masalah

Kegiatan penelitian ini dibatasi pada hal-hal berikut:

1. jumlah fly ash yang digunakan sebagai substitusi semen 0%, 10%, 15% dan 25%
2. Nilai kuat tekan beton menggunakan *fly ash* sebagai substitusi semen tanpa curing pada umur 28 hari
3. Tidak diukur dengan suhu ruang sejak umur 0 – 28 hari
4. Pelaksanaan penelitian dilakukan di laboratorium teknik sipil Universitas Fajar Makassar

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Beton

Beton adalah campuran dari beberapa bahan yang bahan utamanya adalah media campuran semen, agregat halus, agregat kasar, air, dan bahan tambahan lainnya dengan perbandingan tertentu. Karena beton merupakan komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing- masing material pembentuk. Karena beton merupakan komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing- masing material pembentuk (Abdul, 2013)

Menurut (Standar Nasional Indonesia, 2013) beton adalah campuran semen Portland dan semen hidraolik lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambah yang membentuk massa padat. Ukuran yang mempengaruhi mutu suatu beton yaitu jumlah semen yang digunakan, serta kekuatan agregat yang digunakan. Bentuk agregat bermacam macam ada yang bulat, ada yang datar, hal inilah yang akan memengaruhi workability campuran beton saat pengadukan. Agregat halus yang digunakan biasanya pasir alam atau pasir yang dihasilkan oleh pemecah batu, sedangkan agregat kasar yang dipakai biasanya batu alam atau batuan yang dihasilkan oleh industri pemecah batu. Seiring dengan bertambahnya usia beton nanti akan menguat dan akan mencapai batas kekuatan rencana ($f'c$) pada waktu 28 hari.

Beton merupakan material yang kuat terhadap kondisi tekan dan lemah dalam kondisi tarik, merupakan elemen struktur yang paling banyak digunakan dalam bangunan karena bahannya yang mudah didapat, mudah dibuat dan harganya murah. Kualitas beton bergantung pada bahan-bahan penyusunnya, namun untuk membuat beton mutu tinggi yang sesuai dengan yang diinginkan tidak serta merta diperoleh dengan hanya mencampur semen portland atau jenis semen yang lain agregat kasar, agregat halus dan air (Suhelmidawati et al., 2021)

Beton merupakan fungsi dari campuran yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*Portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (admixture atau additive). Agregat merupakan komponen yang sangat dominan 70 % - 80 % dari seluruh masa padat beton, oleh karena itu kualitas suatu agregat sangat mempengaruhi terhadap kualitas beton, serta semen sebagai bahan pengikatnya. Agregat halus (pasir) berdasarkan pengambilannya dibedakan menjadi pasir laut, pasir sungai, dan pasir gunung, yang mana masing-masing memiliki keunggulan (Nurmaidah, 2015)

Beton adalah element yang digunakan sebagai struktur dalam konstruksi teknik sipil yang dapat dimanfaatkan untuk banyak hal. Dalam teknik sipil struktur beton digunakan untuk bangunan pondasi, kolom, balok, plat/plat cangkang. Beton dikategorikan mempunyai mutu tinggi jika kuat tekannya 30 MPa. Pada tahun 1960-1970, kriterianya naik menjadi 40 MPa. Saat ini beton dikatakan sebagai beton mutu tinggi jika kuat tekannya diatas 50 MPa dan diatas 80 MPa adalah beton dengan mutu sangat tinggi. Pada tahun 1980an beton mutu tinggi banyak digunakan untuk bangunan tingkat, terutama untuk element struktur (Almufid, 2019).

II.2 Abu Terbang (*Fly Ash*)

Fly Ash merupakan sisa hasil proses pembakaran batu bara yang keluar dari tungku pembakaran. Mengingat jumlah limbah yang semakin meningkat setiap tahunnya, maka perlu upaya untuk penanggulangannya. Limbah *Fly Ash* dapat mengakibatkan dampak lingkungan yang cukup membahayakan terutama pencemaran udara terhadap lingkungan sekitarnya. Oleh karena itu diupayakan agar *Fly Ash* dapat menjadi bahan yang berguna, antara lain pemanfaatan *Fly ash* salah satunya sebagai bahan campuran beton (Erviyanto et al., 2016).

Abu terbang atau *Fly ash* sendiri tidak memiliki kemampuan mengikat seperti halnya semen. Tetapi dengan adanya air dan ukuran partikelnya yang halus, oksida silika yang dikandung oleh abu terbang akan bereaksi secara kimiawi dengan kalsium

hidroksida yang berbentuk proses hidrasi semen dan menghasilkan zat yang memiliki kemampuan mengikat.

Fly ash atau abu terbang yang merupakan sisa-sisa pembakaran batu bara yang dialirkan dari ruang pembakaran melalui ketel berupa semburan asap, yang berbentuk partikel halus dan merupakan bahan anorganik yang terbentuk dari perubahan bahan mineral karena proses pembakaran batu bara pada unit pembangkit uap (*boiler*) akan terbentuk dua jenis abu yaitu abu terbang (*Fly ash*) dan abu dasar (*Bottom ash*). Penambahan Abu terbang (*Fly ash*) pada campuran beton bersifat pozzolan, sehingga bisa menjadi bahan tambah mineral yang baik untuk beton. Pozzolan adalah bahan yang mengandung silika atau silika dan alumunium yang bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida pada temperatur biasa membentuk senyawa bersifat cementitious (bersifat mengikat) (Marthinus et al., 2015).

Abu terbang atau biasa kita sebut *fly ash* (FA) merupakan sisa limbah industri atau produk sampingan dari pembangkit listrik yang menggunakan tenaga batu bara. Penggunaan FA dalam industri sangat berguna karena terdapat reaksi pozzlanic dari abu terbang sehingga berfungsi sebagai pengganti semen portlan (misalnya ; kemampuan kerja, evolusi panas, daya tahan, pengembang kekuatan, dll) kemudian biaya yang dihasilkan dari pembuatan beton dengan menggunakan FA terbilang lebih rendah, karena harga FA yang lebih rendah dibandingkan dengan 7 harga semen. Jumlah FA yang digunakan biasa berkisar antara 15% sampai dengan 25 % dari massa total semen (Chen et al., 2019).

Abu terbang atau *fly ash* merupakan sisa-sisa pembakaran batu bara, yang dialirkan dari ruang pembakaran melalui ketel berupa semburan asap, yang telah digunakan sebagai bahan campuran pada beton. Abu terbang dapat dibedakan menjadi 3 jenis yaitu kelas C (Abu terbang yang mengandung CaO lebih dari 10% yang dihasilkan dari pembakaran lignite atau sub-bitumen batu bara atau batu bara muda), kelas F (Abu terbang yang mengandung CaO kurang dari 10% yang dihasilkan dari pembakaran anthracite atau bitumen batu bara) dan kelas N (Pozzolan

alam atau hasil pembakaran yang dapat digolongkan antara lain tanah diatomic, opaline chertz dan shales, tuff dan abu vulkanik) (Simatupang et al., 2016).

Fly Ash adalah sisa hasil proses pembakaran batu bara yang keluar dari tungku pembakaran, sedangkan sisa pembakaran batu bara yang berada pada dasar tungku disebut *Bottom Ash*. Mengingat limbah tersebut meningkat setiap tahunnya, maka perlu penanggulangannya. Limbah *Fly Ash* dapat mengakibatkan dampak lingkungan yang cukup membahayakan terutama polusi udara terhadap kehidupannya sekitarnya. Oleh sebab itu diupayakan agar *Fly Ash* dapat menjadi bahan yang berguna, antara lain pemanfaatan *Fly Ash* salah satunya sebagai bahan campuran beton. (Mohamad et al., 2020).

Sifat kimia dari *fly ash* dipengaruhi oleh jenis batubara yang dibakar, teknik penyimpanan, dan penanganannya. Pembakaran batu bara lignit dan sub-bituminous menghasilkan abu terbang dengan kalsium dan magnesium oksida lebih banyak dari pada jenis bituminous (Setiawati, 2018). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel II.1 Komposisi dan Klasifikasi *Fly ash* (%)

Komponen	Bistuminus	Sub-bituminus	Lignit
Silika (SiO ₂)	20-60	40-60	15-45
Alumina (Al ₂ O ₃)	5-35	20-30	20-25
Besi Oksida (Fe ₂ O ₃)	10-40	4-10	4-15
Kalsium (CaO)	1-12	5-30	15-40
Magnesium (MgO)	0-5	1-6	3-10
Sulfur (SO ₃)	0-4	0-2	0-10
Sodium (Na ₂ O)	0-4	0-2	0-6
Potassium (K ₂ O)	0-3	0-4	0-4
LOi	0-15	0-3	0-5

(Sumber : Setiawati, 2018)

II.3 Bahan Penyusun Beton

Bahan penyusun beton terdiri atas semen portland komposit (PCC) baik berupa agregat kasar maupun agregat halus, dan air pencampur untuk membuat adonan beton.

II.4.1 Semen Portland

Menurut (SNI 15-2049-2004), Semen portland merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain.

Semen portland ialah semen hidrolisis yang dihasilkan dengan cara menghasilkan klinker terutama dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolisis (dapat mengeras jika bereaksi dengan air) dengan gips sebagai bahan tambahan. Semen merupakan bahan pengikat yang paling terkenal dan paling banyak digunakan dalam proses konstruksi beton. Semen yang umum dipakai adalah semen tipe I dan ketergantungan kepada pemakaian semen jenis ini masih sangat besar. Semen portland jika dilihat dari sisi fungsi masih memiliki kekurangan dan keterbatasan yang pada akhirnya akan mempengaruhi mutu mortar (Farhan, 2016)

Semen Portland dibagi menjadi 5 kategori berdasarkan jenis dan penggunaannya sebagai berikut:

- 1) Semen Portland jenis I untuk penggunaan umum yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lainnya. Jenis semen ini banyak dipergunakan luas untuk konstruksi umum seperti perkerasan jalan, gedung, jembatan, dan jenis konstruksi lainnya.
- 2) Semen Portland jenis II yang pada penggunaannya diperlukan untuk ketahanan sulfat dan kalor hidrasi sedang. Dipergunakan untuk bangunan tepi laut, bendungan, irigasi atau beton yang membutuhkan panas hidrasi rendah.

- 3) Semen Portland jenis III yang dalam penggunaannya diperlukan untuk menghasilkan kekuatan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi. Dipergunakan untuk bangunan yang memerlukan kekuatan tekan tinggi seperti jembatan-jembatan dan pondasi-pondasi berat.
- 4) Semen Portland jenis IV yang dalam penggunaannya diperlukan kalor hidrasi yang rendah.
- 5) Semen Portland jenis V dalam penggunaannya diperlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat. Dipergunakan untuk instalasi pengolahan limbah pabrik, konstruksi dalam air, jembatan, terowongan dan pembangkit tenaga nuklir.

II.4.2 Agregat

Agregat yang digunakan dalam pembuatan beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan (*artificial aggregates*). Agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Batasan antara agregat halus dan agregat kasar yaitu 4,80 mm (*British Standard*) atau 4,75 mm (standar ASTM) (Yusra et al., 2018). Agregat adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar (aduk) dan beton. Di dalam beton, agregat (agregat halus dan agregat kasar) mengisi sebagian besar volume beton, yaitu 50%-80%, sehingga sifat-sifat dan mutu agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat dan mutu beton (Sutandar, 2013)

Penggunaan agregat dalam beton adalah untuk :

- 1) Menghemat penggunaan semen portland
- 2) Menghasilkan kekuatan yang besar pada beton
- 3) Mengurangi susut pengerasan pada beton
- 4) Mencapai susunan yang padat pada beton. Dengan gradasi yang baik maka akan didapat beton yang padat.

II.4.2.1 Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang semua butirannya menembus ayakan dengan lubang 4,8 mm. agregat halus dapat digolongkan menjadi tiga jenis yaitu, pasir galian, pasir sungai, dan pasir laut (Sutandar, 2013)

Agregat halus dapat berupa pasir sebagai pengisi. Agregat halus yang baik ialah mempunyai kandungan lumpur yang sedikit atau tidak boleh lebih dari 5% berat kering (Desliono et al., 2021)

Menurut (Ervianto et al., 2016) adapun syarat-syarat agregat halus yang baik untuk digunakan dalam campuran beton, yaitu :

- 1) Pasir halus terdiri dari butir-butir tajam dan keras. Hal ini dikarenakan dengan adanya bentuk pasir yang tajam, maka kaitan antar agregat lebih baik.
- 2) Butirnya harus bersifat kekal. Sifat ini berarti pasir tidak mudah hancur.
- 3) Pengaruh cuaca, sehingga beton yang dihasilkan juga tahan terhadap pengaruh cuaca.
- 4) Pasir tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% dari berat kering pasir.
- 5) Lumpur yang menghalangi ikatan antara pasir dan pasta semen, jika konsentrasi lumpur tinggi maka beton yang dihasilkan akan berkualitas rendah.
- 6) Pasir tidak boleh mengandung bahan organik terlalu banyak.

II.4.2.2 Agregat Kasar

Agregat kasar pada umumnya berbutir lebih besar dari 4,80 mm, contoh agregat kasar seperti, kerikil, kerikak, batu pecah, atau split. Kerikil sebagai hasil desintregasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm sampai 40 mm, (Ervianto et al., 2016)

Persyaratan yang harus dipenuhi oleh agregat kasar adalah

- 1) Agregat kasar harus terdiri dari butiran-butiran keras dan tidak berpori. Agregat kasar yang mengandung butiran pipih tidak boleh lebih dari 20% dari berat agregat seluruhnya.

- 2) Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1%. Apabila agregat kasar mengandung lumpur melebihi 1% maka agregat tersebut harus dicuci.
- 3) Kekerasan butir agregat dapat diperiksa dengan mesin pengaus *Los Angeles*, dimana agregat kasar tidak boleh kehilangan berat melebihi 50% setelah 500 kali putaran.
- 4) Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat reaktif alkali
- 5) Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya artinya harus memiliki gradasi baik.

II.4.3 Air

Air merupakan salah satu bahan dasar dalam pembuatan beton yang penting dan paling murah diantara bahan yang lainnya. Penggunaan air digunakan untuk mereaksikan semen sehingga menghasilkan pasta semen yang berfungsi untuk mengikat agregat. Penggunaan air juga berpengaruh pada kuat tekan beton, dan pada penggunaan fas yang terlalu tinggi mengakibatkan bertambahnya kebutuhan air sehingga mengakibatkan pada saat kering beton mengandung banyak pori yang nantinya berdampak pada kuat tekan beton yang rendah (Ervianto et al., 2016)

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen. Membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan. Karena pasta semen merupakan hasil reaksi kimia antara semen dengan air, maka bukan perbandingan jumlah air terhadap total berat campuran yang penting, tetapi justru perbandingan air dengan semen atau yang biasa disebut sebagai faktor air semen (*water cement ratio*) (Jahari, 2018).

Air yang digunakan harus bebas dari asam,alkali,minyak dan garam-garam. Air yang mengandung bahan organik juga harus dihindari karena dapat menghambat pengerasan semen. Secara umum kriteria air yang dapat digunakan sebagai campuran beton adalah air yang dapat diminum, tetapi berdasarkan pengalaman tidak semua air cocok dipakai untuk berbagai jenis semen dan bahan tambahan. Persyaratan mengenai air yang dipakai untuk beton juga diatur dalam PBI 1971.

II.5 Slump Test

Slump test pada beton merupakan pengujian kekentalan pada beton segar untuk memperkirakan kekuatan mutu beton sehingga dilakukan slump test yang baik. Kegiatan ini biasa dilakukan pada beton segar ketika melewati produksi yang terdapat pada batching plan nilai slump digunakan untuk pengukuran terhadap tingkat kelecekan suatu adukan beton, yang berpengaruh pada tingkat pengerjaan beton (*workability*). Semakin besar nilai slump maka beton semakin encer dan semakin mudah untuk dikerjakan, sebaliknya semakin kecil nilai slump, maka beton akan semakin kental dan semakin sulit untuk dikerjakan.

II.6 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, dimana benda uji beton akan hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Pembebanan pada pengujian kuat tekan termasuk pembebanan statik monotorik dengan menggunakan *Compressive Test*. Nilai kuat tekan beton didapatkan dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu dan menggunakan benda uji berupa silinder. Selanjutnya benda uji ditekan dengan mesin tekan sampai pecah. Beban tekan maksimum yang didapat pada saat benda uji pecah kemudian dibagi dengan luas penampang benda uji. Hasil bagi yang didapat merupakan nilai kuat tekan beton yang dinyatakan dalam satuan MPa atau Kg/cm² (Simatupang et al., 2016)

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton secara keseluruhan menerima beban axial tekan maksimum yang ditransferkan ke daerah penampang beton (benda uji). Besaran dari kuat tekan beton didapat dari beban axial tekan maksimum persatuan luas penampang yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan (*Compression Testing Machine*) (Amalia et al., 2018).

Berdasarkan SNI 1974 2011. Kuat tekan beton merupakan besarnya beban persatuan luas, sehingga mengakibatkan silinder beton hancur karena beban yang dihasilkan oleh alat uji tekan. Perhitungan kuat tekan beton digunakan Persamaan (II.1) :

$$\text{Kuat tekan beton} = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (II.1)$$

Keterangan :

P = beban maksimal (N)

A = luas pampang benda uji (mm^2)

II.7 Penelitian Terdahulu

Desliono et al., 2021 Telah meneliti tentang Pemanfaatan *Fly Ash* Sebagai Substitusi Semen Dan Batu Gamping Sebagai Agregat Pada Beton hasil observasi menunjukkan bahwa adanya pengaruh penggunaan *Fly ash* sebagai substitusi semen dengan batu gamping sebagai agregat untuk beton, menghasilkan beton dengan kuat tekan, kuat lentur, dan kuat tarik belah beton, yang maksimal berturut-turut adalah 27,56 MPa, 2,50 MPa, dan 4,68 MPa terhadap beton normal dengan persentase penggunaan *Fly ash* optimum 15%. Berdasarkan hasil pengujian nilai kuat tekan dari 0% sampai 10% mengalami penurunan terhadap beton normal, namun dengan *fly ash* 15% mengalami kenaikan. Akan tetapi pada saat 20%, kembali mengalami penurunan. Jadi, penggunaan *Fly ash* dengan substitusi 15% masih aman untuk digunakan sebagai bahan substitusi semen dalam pembuatan beton

Koraira & Dewi Masyita, 2018 Telah meneliti tentang *Fly Ash* Sebagai Bahan

Pengganti Semen Pada Beton dengan hasil penelitian diperoleh nilai kuat tekan tertinggi pada penggunaan 12,5% *fly ash*, yaitu 404,03 Kg/cm² pada umur 28 hari dengan persentase peningkatan 27,95%. Pada awal umur beton nilai kuat tertinggi pada penggunaan *fly ash* 12,5%, sebesar 231,04 Kg/cm² dengan persentase peningkatan sebesar 60% terhadap beton normal. Dapat disimpulkan bahwa pada awal umur beton, penggunaan *fly ash* mempengaruhi kekuatan beton. Persentase penggunaan *fly ash* 12,5% pada beton, akan menghasilkan beton dengan kuat tekan maksimum.

Pada penelitian Setiawati, 2018 *Fly Ash* Sebagai Bahan Pengganti Semen Pada Beton diperoleh bahwa nilai kuat tekan tertinggi pada penggunaan 12,5% *fly ash*, yaitu 404,03 Kg/cm² pada umur 28 hari dengan persentase peningkatan 27,95%. Pada awal umur beton nilai kuat tertinggi pada penggunaan *fly ash* 12,5%, sebesar 231,04 Kg/cm² dengan persentase peningkatan sebesar 60% terhadap beton normal. Dapat disimpulkan bahwa pada awal umur beton, penggunaan *fly ash* mempengaruhi kekuatan beton. Persentase penggunaan *fly ash* 12,5% pada beton, akan menghasilkan beton dengan kuat tekan maksimum.

Suhelmidawati et al., 2021 Meneliti tentang Eksperimen Beton Mutu Tinggi Berbahan *Fly Ash* Sebagai Pengganti Sebagian Semen Dari penelitian ini didapatkan kuat tekan optimum pada variasi 10% yaitu sebesar 30,770 MPa. Kuat tekan yang terendah terdapat pada variasi 25% yaitu sebesar 20,046 MPa. Kuat tekan tertinggi yang didapat dari penelitian yaitu 30,770 MPa.

Angjaya et al., 2013 Telah meneliti tentang Perbandingan Kuat Tekan Antara Beton Dengan Perawatan Pada Elevated Temperature & Perawatan Dengan Cara Perendaman Serta Tanpa Perawatan. Nilai kuat tekan beton umur 3 hari pada perawatan dengan perendaman sebesar 16.59 MPa (55,32%) dan perawatan oven 1 hari tanpa perendaman sebesar 20.05 MPa (66.84%), perawatan oven 1 hari dengan perendaman sebesar 15.79 MPa (52.63%) serta beton tanpa perawatan sebesar 10.7 MPa (35.67%). Persentase kuat tekan didapat dari hasil perbandingan nilai kuat tekan

dengan kuat tekan rencana sebesar 30 MPa (100%). Dari 4 perlakuan yang diterapkan, perawatan oven 1 hari tanpa perendaman menghasilkan nilai kuat tekan yang paling tinggi. Nilai kuat tekan beton umur 28 hari pada perawatan dengan perendaman sebesar 31.32 MPa (104.41%) dan perawatan oven 1 hari tanpa perendaman sebesar 27.08 MPa (90.26%), perawatan oven 1 hari dengan perendaman sebesar 28.61 MPa (95.35%) serta beton tanpa perawatan sebesar 18.02 MPa (60.07%). Persentase kuat tekan didapat dari hasil perbandingan nilai kuat tekan dengan kuat tekan rencana sebesar 30 MPa (100%). Dari 4 perlakuan yang diterapkan, perawatan dengan perendaman menghasilkan nilai kuat tekan yang diinginkan yaitu 31.32 MPa. Perawatan pada elevated temperature terbagi 2 yaitu : Perawatan dengan menggunakan oven 1 hari tanpa perendaman menghasilkan nilai kuat tekan pada umur 3 hari = 20.05 MPa (66.84%) dan 7 hari = 25.59 MPa (85.31%) melebihi perbandingan kuat tekan menurut SK SNI T-15-1991-03 pada umur beton untuk 3 hari = 40% dan 7 hari = 65%. Perawatan dengan menggunakan oven 1 hari dengan perendaman menghasilkan nilai kuat tekan pada umur 3 hari = 15.79 MPa (52.63%) dan 7 hari = 19.54 MPa (65.15%) lebih rendah dibandingkan dengan perawatan dengan menggunakan oven 1 hari tanpa perendaman.

Dari pengujian Sutandar, 2013 tentang Pengaruh Pemeliharaan (*Curing*) Pada Kuat Tekan Beton Normal didapatkan hasil bahwa kuat tekan beton dengan dipelihara (*curing*) dengan cara direndam ternyata mempunyai kekuatan dan akhir yang lebih tinggi dari pada dibiarkan di udara terbuka/tanpa di-*curing*. Dimana kekuatan beton yang di-*curing* ternyata melebihi kekuatan tekan dari kekuatan tekan rencana awal. Sedangkan untuk beton yang tidak di-*curing* ternyata kekuatan tekan yang didapatkan kurang dari kekuatan tekan yang direncanakan. Kuat tekan yang direncanakan telah didapatkan lebih besar dari rencana awal yang telah dibuat sebesar 12,5 MPa dengan komposisi campuran menurut ACI.

Mulyati & Arkis, 2020 telah melakukan penelitian tentang Pengaruh metode perawatan beton dengan suhu normal terhadap kuat tekan beton mutu tinggi. Metode eksperimental dan studi literatur digunakan pada penelitian ini Benda uji yang

digunakan berbentuk silinder dengan tinggi 30 cm dan berdiameter 15 cm dengan mutu awal beton 36,6 MPa. Variasi yang digunakan adalah cara perawatan beton (tanpa perawatan, perawatan direndam, perawatan disiram,) . Pengujian kuat tekan dilakukan saat umur beton 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan tertinggi didapat dengan metode perawatan direndam dengan nilai kuat tekan yaitu 38,15 MPa.

Amalia et al., 2018 dengan hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin bertambahnya kadar fly ash maka workability dari beton segar tersebut semakin baik. Pengujian beton keras dilakukan untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton. Kuat tekan yang dihasilkan HVFA.28.50, HVFA.28.60, HVFA.28.70, dan NC.28 berturut turut adalah 49,86 MPa, 39,16 MPa, 23,71 MPa, dan 47,78 MPa. Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin banyak penambahan kadar *fly ash* maka kuat tekan semakin menurun. Hal tersebut diakibatkan karena tidak hanya menurunnya bahan ikat utama beton tetapi juga fly ash belum bereaksi secara optimal pada usia 28 hari.

BAB III

METODE PENELITIAN

III.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan selama \pm dua bulan yakni bulan Juli s/d September 2022. Penelitian ini dilakukan dilaboratoium Struktur dan Bahan Program Studi Teknik Sipil Univeristas Fajar.

III.2 Alat dan Bahan

III.2.1 Alat

Penelitian ini menggunakan alat uji sebagai berikut :

- 1). Timbangan dengan kapasitas 50 kg untuk menimbang agregat, semen, air.
- 2). Oven dengan tempratur 300 oC dan daya listrik 2200 W untuk mengeringkan material.
- 3). Ayakan dengan ukuran diameter saringan 38 mm; 25 mm; 19 mm; 12,5 mm; 9,5 mm; 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 0,85 mm; 0,3 mm; 0,15 mm; pan, dan mesin penggetar ayakan (*vibrator*) yang digunakan untuk pengujian gradasi agregat halus dan kasar.
- 4). Cetakan benda uji berupa silinder. 25
- 5). *Compression Testing Machine.*
- 6). *Universal Testing Machine.*

Alat bantu lain :

- a. Spatula.
- b. Gelas ukur kapasitas 250 ml untuk uji agregat.
- c. Gelas ukur 2000 ml untuk menakar air.
- d. Stopwatch.
- e. Lap kering.
- f. Ember.
- g. Alat tulis.

h. Formulir penelitian.

i. Kamera.

III.3.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan untuk pembuatan benda uji adalah :

- 1). Semen Portland
- 2). Agregat Halus (pasir)
- 3). Agregat Kasar (kerikil)
- 4). Air
- 5). *Fly Ash*

Sebelum penelitian dilakukan terlebih dahulu dilakukan pengkajian bahan dasar beton bertujuan untuk mengetahui apakah bahan penyusun memenuhi kelayakan standar yang nantinya akan dipakai untuk melakukan pembuatan benda uji beton. Pengujian ini dilakukan terhadap karakteristik agregat halus dan agregat kasar. Pemeriksaan agregat yang dilakukan dalam penelitian ini berdasarkan ASTM seperti yang terlihat pada tabel III.1 dan III.

III.3 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental di laboratorium. Variabel yang digunakan disini berupa *fly ash* (abu terbang) dengan beberapa variasi proporsi pada campuran beton. Dengan dilakukannya variasi proporsi pada *fly ash* tersebut, maka akan hasil yang diharapkan nantinya akan memiliki workability campuran yang memenuhi standar. Pengujian dalam penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Fajar Makassar. Proporsi variasi campuran substitusi *fly ash* sebagai pengganti semen adalah 0%, 10%, 15% dan 25% dengan proses tanpa curing selama 28 hari.

III.3.1 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

1. Tahap 1 persiapan studi literatur

Pada tahap ini melakukan pencarian jurnal-jurnal yang relevan dengan penelitian ini yang akan digunakan sebagai referensi dalam melakukan penelitian, pengolahan dan penyusunan tugas akhir.

2. Tahap 2 persiapan alat dan bahan

Pada tahap ini peneliti mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini agar dapat berjalan dengan lancar dan sesuai dengan rencana yang direncanakan.

3. Tahap 3 pengujian karakteristik

Pada tahap ini peneliti melakukan pengujian karakteristik bahan penyusun beton mutu tinggi yaitu agregat halus dan agregat kasar bertujuan untuk mengetahui apakah bahan penyusun memenuhi kelayakan standar yang nantinya akan dipakai untuk melakukan pembuatan benda uji beton. Dalam pengujian ini persyaratan disesuaikan dengan spesifikasi karakteristik agregat sesuai ASTM yang terlihat pada tabel III.1 dan III.2

Tabel III.1 Pemeriksaan agregat halus

NO	Jenis Pemeriksaan	Standar yang digunakan
1.	Pemeriksaan Analisa Saringan	ASTM C 136-01
2.	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan	ASTM C 128-01
3.	Pemeriksaan Berat Volume	ASTM C 29M-97
4.	Pemeriksaan Berat Air	ASTM C 566-97
5.	Pemeriksaan Kadar Lumpur	ASTM 117-97
6.	Pemeriksaan Kadar Organik	ASTM C 40-99

Tabel III.2 Pemeriksaan agregat kasar

NO	Jenis Pemeriksaan	Standar yang digunakan
1.	Pemeriksaan Analisa Saringan	ASTM C 136-01
2.	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan	ASTM C 127-01
3.	Pemeriksaan Berat Volume	ASTM C 29M-97
4.	Pemeriksaan Berat Air	ASTM C 566-97
5.	Pemeriksaan Kadar Lumpur	ASTM 117-97
6.	Pemeriksaan Abrasi/Keausan	ASTM C 131-03

4. Tahap 4 perencanaan mix design

Pada tahap ini dilakukan perencanaan mix design beton mutu tinggi yang sesuai standard SNI yang merupakan pedoman atau acuan dalam perhitungan kebutuhan bahan.

5. Tahap 5 pembuatan benda uji

Pada tahap ini dilakukan pembuatan benda uji berdasarkan hasil dari mix design yang sesuai dengan SNI.

6. Tahap 6 perawatan curing beton (air laut) Pada tahap ini dilakukan perawatan beton gan menggunakan udara (tanpa *curing*) untuk mengetahui pengaruh terhadap kuat tekan beton dan dilakukan selama 28 hari.

7. Tahap 7 pengujian benda uji

Pada tahap ini dilakukan pengujian benda uji silinder pada umur beton 28 hari.

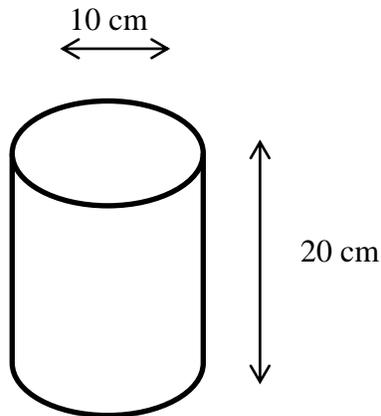
8. Tahap 8 analisis dan pembahasan

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data dari hasil pengujian dan melakukan analisis hasil dan pengujian kuat tekan beton silinder.

9. Tahap 9 kesimpulan pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan data dari hasil penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan ini berdasarkan daari analisis data pada tahap sebelumnya sebagai jawaban dari masalah yang telah diajukan sebelumnya

III.3.2 Benda Uji

Pada penelitian ini, spesimen dibuat dalam bentuk silinder dengan ukuran 100 x 200 mm.



Gambar III. 1 Bentuk dan Ukuran Spesimen

Tabel III.3 Jumlah Spesimen

NO	Kode Benda Uji	%FAS	Benda Uji Buah
			KT
1	AU-T 0%	0	3
2	AU-T 10%	10	3
3	AU-T 15%	15	3
4	AU-T 25%	25	3
Jumlah benda uji			12

keterangan :

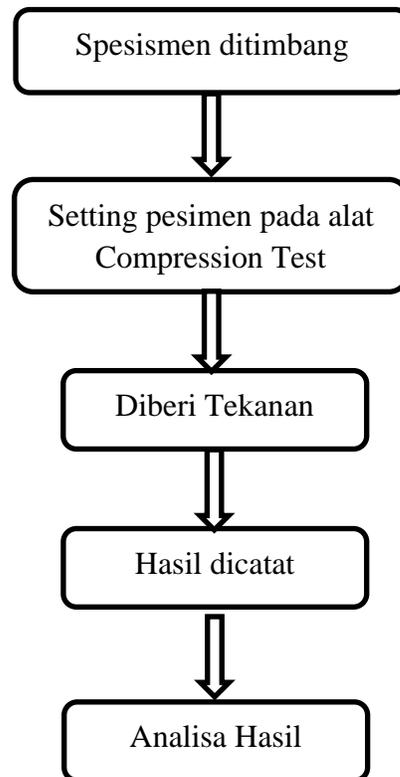
- **AU-T 0%** : Beton dengan persentase fly ash 0%
- **AU-T 10%** : Beton dengan persentase fly ash 10%
- **AU-T 15%** : Beton dengan persentase fly ash 15%
- **AU-T 25%** : Beton dengan persentase fly ash 25%
- **%FAS** : Presentase fly ash pengganti semen
- **KT** : Kuat Tekan

III.3.3 Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan merupakan salah satu pengujian dalam beton dimana tujuannya adalah untuk memperoleh besar beban per satuan luas. Penyebab dari benda uji beton yang hancur adalah apabila dibebani gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kekuatan tekan beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah lainnya.

Langkah-langkah pengujian kuat tekan beton adalah sebagai berikut :

- 1) Menyiapkan benda uji yang akan ditekan, kemudian bersihkan benda uji dari kotoran yang menempel dengan menggunakan kail lembab.
- 2) Timbang benda uji sebelum ditekan dan tentukan ukuran benda uji yang akan ditekan.
- 3) Letakkan benda uji pada mesin uji tekan secara sentries, sesuai dengan tempat tes kuat tekan beton, yaitu di tengah.
- 4) Nyalakan mesin kuat tekan beton dengan penambahan beton konstan berdasar 2 sampai 4 kg/cm² per detik.
- 5) Lakukan pembebanan sampai benda uji hancur dan catatlah berapa beban maksimum yang diperoleh dari hasil pemeriksaan.
- 6) Timbang Kembali benda uji yang sudah ditekan.
- 7) Kemudian hitung nilai rata-rata dari pengujian kuat tekan beton, sesuai dengan umur beton dan kodenya



Gambar III. 2 Alur Pengujian Kuat Tekan



Gambar III. 3 Alat Uji Kuat Tekan Beton
(sumber: musahir, 2021)

III.4. Metode Pengumpulan Data

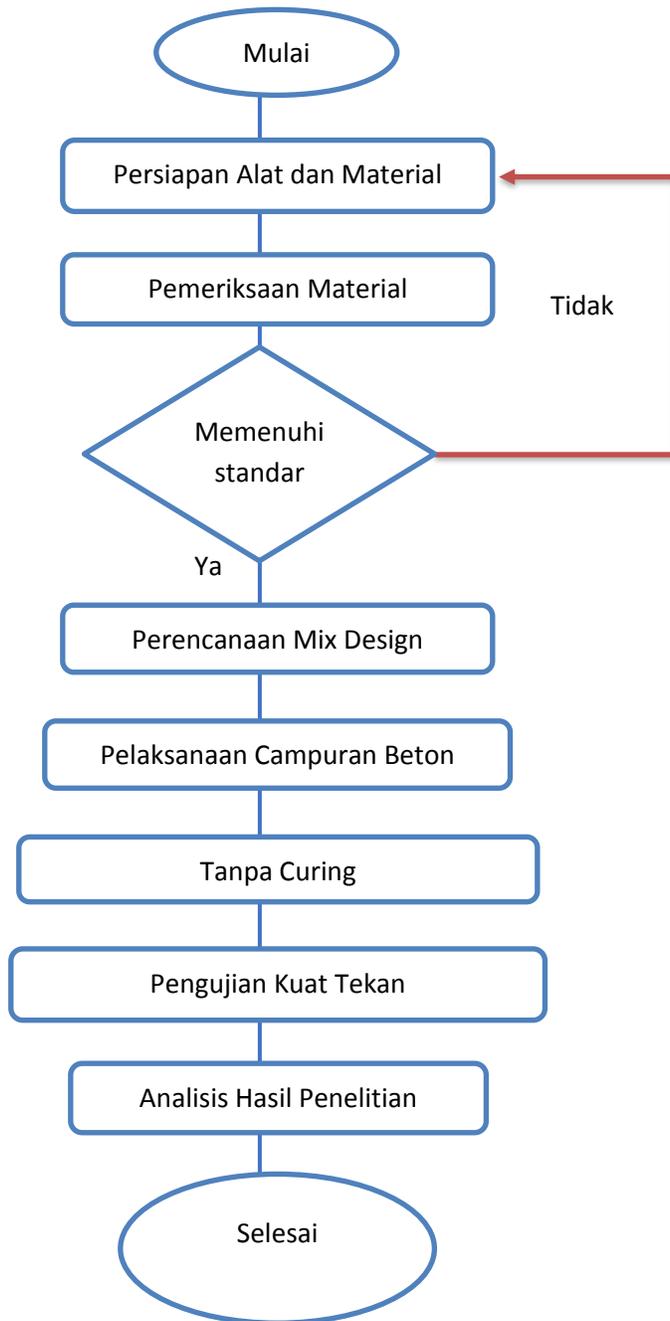
Pada penelitian ini, pengumpulan data nantinya diperoleh dari pengujian yang akan dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Fajar yaitu berupa data dari hasil pengujian agregat dan data dari hasil pengujian kuat tekan setelah beton telah berumur 28 hari.

III.5. Analisa Data

Perancangan (*mix design*) pada penelitian ini menggunakan Trial Mix dan data penelitian diperoleh dari hasil uji mekanik beton (kuat tekan), kemudian disajikan dalam bentuk tabel, gambar dan grafik menggunakan *Microsoft Office Excel* dengan persamaan linear ataupun non-linear. Analisa data pada penelitian ini memiliki tujuan yaitu untuk mengetahui karakteristik agregat campuran beton dan pengaruh dari variasi aktivator. Data-data yang diperoleh akan selanjutnya akan dianalisis untuk mendapatkan suatu kesimpulan dari tujuan penelitian ini, yaitu untuk mengetahui komposisi optimal dari variasi aktivator terhadap kuat tekan beton yang menggunakan fly ash sebagai bahan substitusi semen.

III.6. Bagan Alur Penelitian

Berikut adalah gambar bagan yang akan menggambarkan alur penelitian yang akan peneliti lakukan. Dapat dilihat pada Tabel III.4



Tabel III.4 Bagan Alur Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Karakteristik Penyusun Beton

Pengujian karakteristik material beton bertujuan untuk mengetahui jenis agregat yang telah digunakan telah lolos spesifikasi sesuai dengan Standar Nasional Indonesia, pada karakteristik material beton ini terdiri dari agregat halus, agregat kasar dan fly ash.

IV.1.1 Karakteristik Agregat Halus

Material yang dipakai dalam penelitian ini adalah agregat yang berasal dari alam yaitu agregat halus (pasir). Pengujian karakteristik agregat halus dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Fajar Makassar. Hasil pengujian agregat halus (pasir) berdasarkan pada SNI (Standar Nasional Indonesia) dapat dilihat pada Tabel IV.1

Tabel IV.1 Hasil Pengujian Agregat Halus

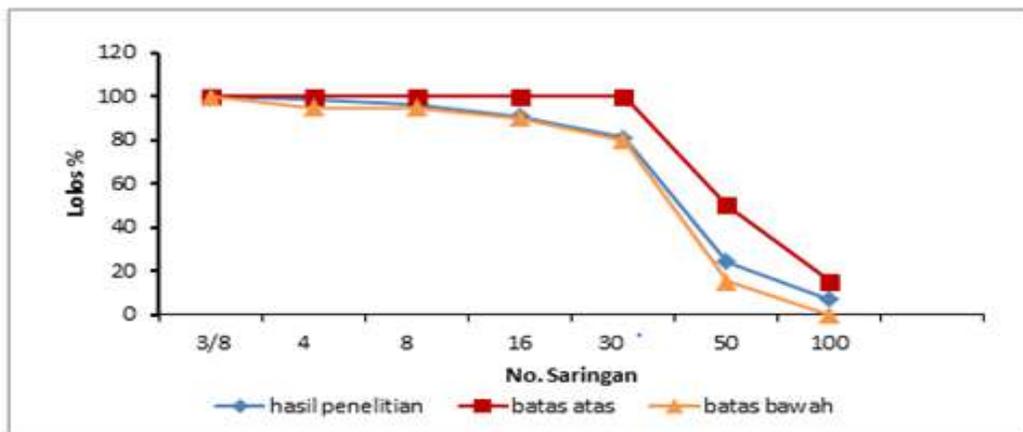
No	Jenis pengujian	Hasil Pengujian Agregat Halus	Interval	Keterangan
1	Kadar Lumpur	1,79%	0,2% - 5%	Memenuhi
2	Kadar Air	4.61%	3% - 5%	Memenuhi
3	Berat Volume			
	a. Kondisi Lepas	1,50	1,4 - 1,9 kg/liter	Memenuhi
	b. Kondisi Padat	1,55	1,4 - 1,9 kg/liter	Memenuhi
4	Absorpsi	1.64%	0,2 - 2%	Memenuhi
5	Berat Jenis			
	a. Bj. Nyata	2,56	1,60 - 3,33	Memenuhi
	b. Bj. Dasar Kering	2,46	1,60 - 3,33	Memenuhi
	c. Bj. Kering Permukaan	2,50	1,60 - 3,33	Memenuhi
6	Modulus Kehalusan	3,01	2,3 - 3,1	Memenuhi
7	Kadar Organik	No.2	<No.3	Memenuhi

Dari Tabel IV.1 memperlihatkan semua nilai karakteristik agregat halus memenuhi syarat sebagai material penyusun beton. Karakteristik agregat halus mempengaruhi kualitas beton

Tabel IV.2 Rekapitulasi Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus

NOMOR SARINGAN	BERAT TERTAHAN	PERSEN TERTAHAN	Σ PERSEN TERTAHAN	PERSEN LOLOS
Mm	gram	%	%	%
No. 4	15	1.50	1.50	98.50
No.8	25	2.50	4.00	96.00
No. 16	50	5.00	9.00	91.00
No. 30	100	10.00	19.00	81.00
No. 50	570	57.00	76.00	24.00
No. 100	170	17.00	93.00	7.00
No. 200	50	5.00	98.00	2.00
Pan	20	2.00	100.00	0
Jumlah	1000	100.00	300.50	

Hasil analisa agregat halus (pasir) yang sudah dilakukan dimasukkan kedalam bentuk grafik batas gradasi sehingga pasir yang digunakan diketahui masuk dalam zona 4 sesuai standar SNI 03-2834-2000



Gambar IV.1 Grafik Zona Pasir

IV.1.2 Karakteristik Agregat Kasar

Material yang dipakai dalam penelitian ini adalah agregat yang berasal dari sungai Bili-Bili. Pengujian karakteristik agregat halus dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Fajar Makassar. Hasil pengujian agregat halus (pasir) berdasarkan pada SNI (Standar Nasional Indonesia) dapat dilihat pada Tabel IV.2

Tabel IV.3 Hasil Pengujian Agregat Kasar

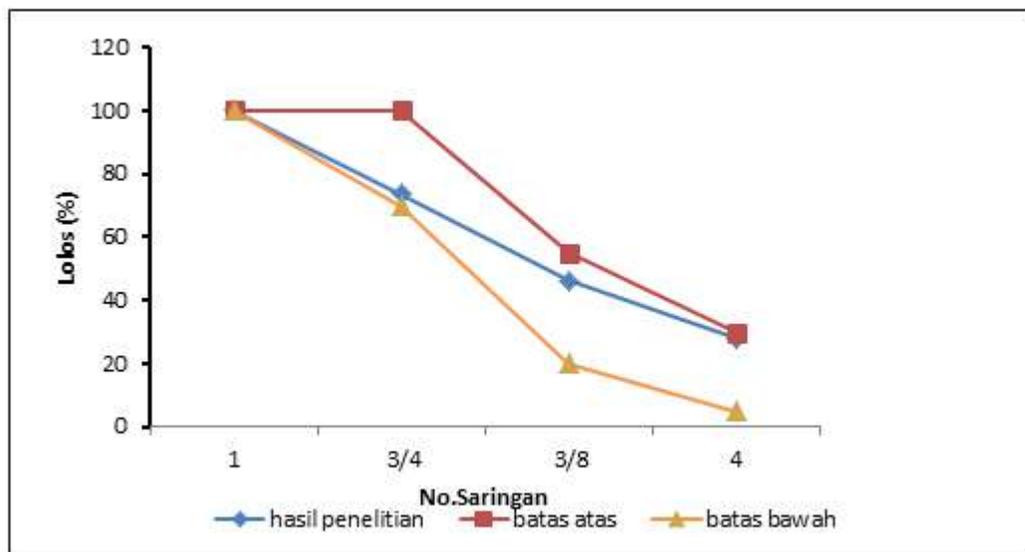
No	Jenis pengujian	Hasil Pengujian Agregat Kasar	Interval	Keterangan
1	Kadar Lumpur	0,60%	Maks 1%	Memenuhi
2	Kadar Air	1,21%	0,5% - 2%	Memenuhi
3	Berat Volume			
	a. Kondisi Lepas	1,69	1,6 - 1,9 kg/liter	Memenuhi
	b. Kondisi Padat	1,71	1,6 - 1,9 kg/liter	Memenuhi
4	Absorpsi	1,12%	Maks 4%	Memenuhi
5	Berat Jenis			
	a. Bj. Nyata	2,70	1,60 - 3,33	Memenuhi
	b. Bj. Dasar Kering	2,62	1,60 - 3,33	Memenuhi
	c. Bj. Kering Permukaan	2,65	1,60 - 3,33	Memenuhi
6	Modulus Kehalusan	6,52	6 - 7,1	Memenuhi
7	Keausan	38,12%	Maks 50%	Memenuhi

Dari Tabel IV.3 memperlihatkan semua nilai karakteristik agregat kasar memenuhi syarat sebagai material penyusun beton. Karakteristik agregat kasar mempengaruhi kualitas beton

Tabel IV.4 Rekapitulasi Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar

NOMOR SARINGAN	BERAT TERTAHAAN	PERSEN TERTAHAAN	Σ PERSEN TERTAHAAN	PERSEN LOLOS
Mm	gram	%	%	%
1	0	0.00	0.000	100.00
3\4	661.35	26.45	26.454	73.55
3\8	681.21	27.25	53.702	46.30
4	459.44	18.38	72.080	27.92
8	698	27.92	100.000	0.00
16	0	0.00	100.000	0.00
30	0	0.00	100.000	0.00
50	0	0.00	100.000	0.00
100	0	0.00	100.000	0.00
Pan	0	0.00	100.000	0.00
Jumlah	2500	125.00	652.236	

Hasil analisa agregat kasar (kerikil) yang sudah dilakukan dimasukkan kedalam bentuk grafik batas gradasi sehingga kerikil yang digunakan diketahui masuk dalam gradasi no.89 sesuai ASTM C-33



Gambar IV.2 Grafik Zona Kerikil

IV.1.3 Penggabungan Agregat Halus Dan Agregat Kasar

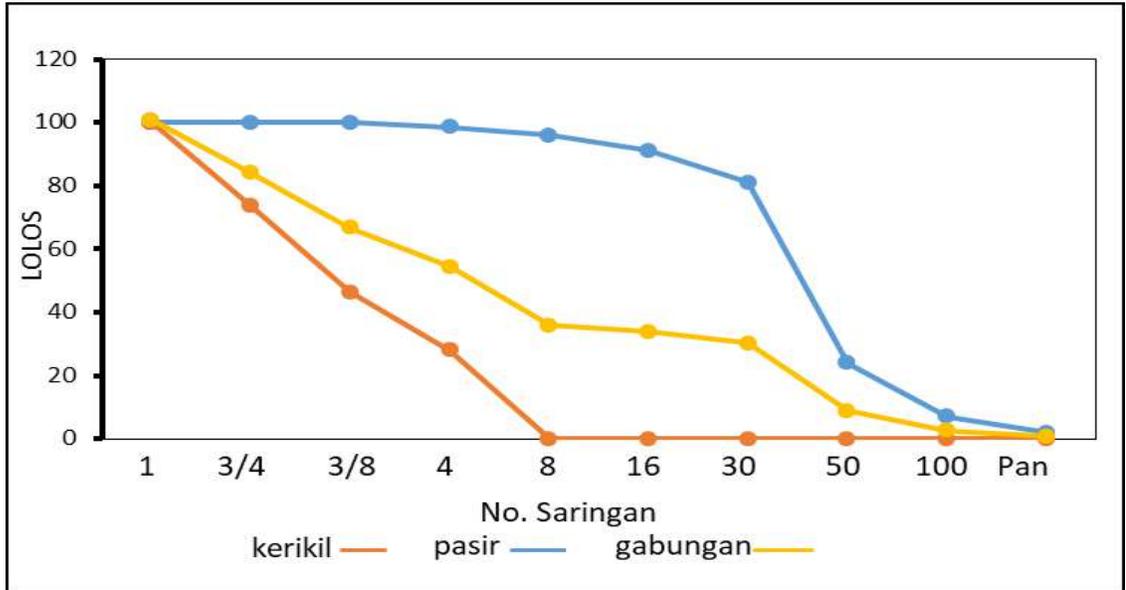
Dari hasil pengujian Analisa saringan agregat halus (pasir) dan agregat kasar(kerikil) yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel IV.5 hasil penggabungan agregat.

Tabel IV.5 Hasil Penggabungan Agregat

Nomor Saringan mm	Persentase lolos (%)		Pasir X 37%	Kerikil X 63%	Agregat Gabungan
	Pasir	Kerikil			
1	100	100.00	37.0	63.0	100.0
0.75	100	73.55	37.0	46.3	83.3
0.375	100	46.30	37.0	29.2	66.2
4	98.50	27.92	36.5	17.6	54.1
8	96.00	0.00	35.5	0.0	35.5
16	91.00	0.00	33.7	0.0	33.7
30	81.00	0.00	30.0	0.0	30.0
50	24.00	0.00	8.9	0.0	8.9
100	7.00	0.00	2.6	0.0	2.6
pan	2.00	0.00	0.7	0.0	0.7
Jumlah	699.50	247.77	258.99	156.03	415.03

Tabel IV.5 terlihat perbandingan agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil) sebesar 37%-63%.

Dari hasil analisa saringan agregat halus (pasir) dan agregat kasar yang sudah dilakukan dimasukkan kedalam bentuk grafik batas gradasi.



Gambar IV.3 Grafik Batas Gradasi Penggabungan

Pada Gambar IV.3 diketahui batas gradasi hasil penggabungan agregat berada diantara batas agregat halus (pasir) dan batas agregat kasar (kerikil).

IV.2 Rancangan Campuran Beton (*mix design concrete*)

Pada rancangan campuran beton ini menggunakan metode SNI. Perencanaan mutu beton pada penelitian ini yaitu f'_c 30 MPa. Pada penelitian ini pula menggunakan bahan tambah berupa Sikament-NN. adapun komposisi dari setiap material yang digunakan pada 1 m³ disajikan pada Tabel IV.6 untuk campuran adukan beton normal, Tabel IV.7 untuk rancangan campuran adukan beton 10% *Fly Ash*, Tabel IV.8 untuk rancangan campuran adukan beton 15% *Fly Ash*, dan Tabel IV.8 untuk rancangan campuran adukan beton 25% *Fly Ash*.

Tabel IV.6 Rancangan Campuran Beton Normal (0%)

Bahan Beton	Berat beton (kg/m ³)	Berat untuk 1 sampel (kg)	Berat untuk 3 sampel (kg)
Air	205	0,386	1,159
Semen	455,556	0,859	2,577
Pasir	625,094	1,178	3,536
Kerikil	1064,35	2,007	6,021
Zat Adiktif	5,47	0,010	0.0309

Tabel IV.7 Rancangan Campuran Beton *Fly Ash* (10%)

Bahan Beton	Berat beton (kg/m ³)	Berat untuk 1 sampel (kg)	Berat untuk 3 sampel (kg)
Air	205	0,386	1,159
Semen	410	0,773	2,319
Pasir	625,09	1,178	3,536
Kerikil	1064,35	2,007	6,021
<i>Fly Ash</i>	57,15	0,079	0.236
Zat Adiktif	5,47	0,009	0,027

Tabel IV.8 Rancangan Campuran Beton *Fly Ash* (15%)

Bahan Beton	Berat beton (kg/m ³)	Berat untuk 1 sampel (kg)	Berat untuk 3 sampel (kg)
Air	205	0,386	1,159
Semen	387,22	0,730	2,191
Pasir	625,09	1,178	3,536
Kerikil	1064,35	2,007	6,021
<i>Fly Ash</i>	85,73	0,188	0.353
Zat Adiktif	5,47	0,008	0,026

Tabel IV.9 Rancangan Campuran Beton *Fly Ash* (25%)

Bahan Beton	Berat beton (kg/m ³)	Berat untuk 1 sampel (kg)	Berat untuk 3 sampel (kg)
Air	205	0,386	1,159
Semen	341,67	0,640	1,93
Pasir	625,09	1,178	3,536
Kerikil	1064,35	2,007	6,021
<i>Fly Ash</i>	142,89	0,196	0.589
Zat Adiktif	5,47	0,007	0,023

IV.3 Pengujian Slump Test

Pengujian slump test dilakukan untuk mengetahui kekentalan (*workability*) adukan beton. Kekentalan adukan beton merupakan ukuran dari tingkat kemudahan

campuran untuk dikerjakan dalam pekerjaan konstruksi tanpa menimbulkan pemisahan dalam penyusun beton (*segresi*). Tingkat kekentalan dapat dipengaruhi oleh jumlah air, jumlah semen, jumlah butir agregat, dan jumlah zat adiktif yang digunakan.

Untuk pengujian slump test pada penelitian ini dilakukan sebanyak 1 kali untuk masing-masing variasi seperti yang terlihat Tabel IV.10



Gambar IV.4 Pengujian Slump Variasi Fly Ash 0%



Gambar IV.5 Pengujian Slump Variasi Fly Ash 10%



Gambar IV.6 Pengujian Slump Variasi Fly Ash 15%



Gambar IV.7 Pengujian Slump Variasi Fly Ash 25%

Tabel IV.10 Hasil nilai slump Test

NO	Nama	Variasi	Nilai Slump Test (cm)
1	AU-T_ 0%	0%	20
2	AU-T_ 10%	10%	20.5
3	AU-T_ 15%	15%	20
4	AU-T_ 25%	25%	21

Ket : AU-T_ 0% = Beton dengan persentase fly ash 0%
 AU-T_ 10% = Beton dengan persentase fly ash 10%
 AU-T_ 15% = Beton dengan persentase fly ash 15%
 AU-T_ 25% = Beton dengan persentase fly ash 25%

IV. 4 Pengujian Kuat Tekan

IV.4.1 Kuat Tekan

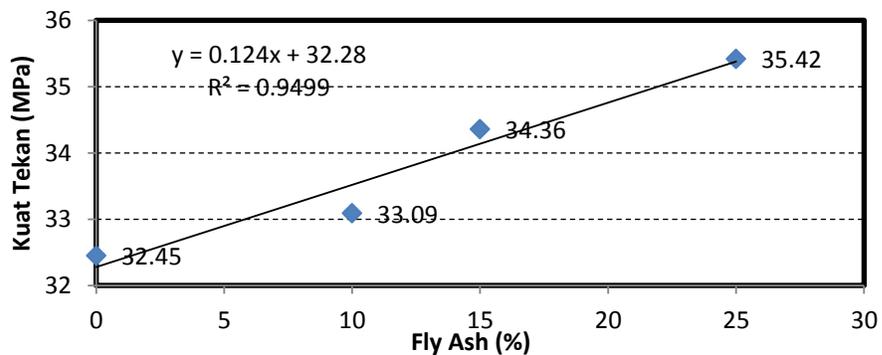
Untuk pengujian kuat tekan pada penelitian ini yaitu kuat tekan pada perawatan udara (tanpa *curing*) . Hal ini di maksudkan sebagai benda uji kontrol. Benda uji berupa silinder yang dimensinya 10 cm x 20 cm dipasang pada alat UTM dengan posisi benda uji vertikal. Pembebanan dilakukan sampai benda uji tersebut retak atau benda uji tersebut tidak dapat lagi menahan beban yg diberikan, hal itu ditandai dengan jarum penunjuk pada alat UTM, jika jarum yang berwarna sudah turun maka pembebanan pada benda uji tersebut telah mencapai maksimumnya. Pada benda uji silinder tanpa perawatan (tanpa *curing*) diuji pada umur 28 hari, dengan jumlah keseluruhannya sebanyak 12 benda uji.

Pengujian kuat tekan dengan perawatan udara (tanpa *curing*) dapat dilihat pada Tabel IV.11

Tabel IV.11 Hasil Pengujian Kuat Tekan

umur hari	nama sampel	kode benda uji	berat sebelum curing udara (gram)	berat sesudah curing udara (gram)	luas (mm ²)	beban (N)	kuat tekan (MPa)	kuat tekan rata-rata (MPa)
28	AU-T_0%	1	3760	3689	7857	275000	35,00	32,45
		2	3825	3764	7857	260000	33,09	
		3	3837	3752	7857	230000	29,27	
	AU-T_10%	1	3798	3713	7857	270000	34,36	33,09
		2	3926	3846	7857	260000	33,09	
		3	3958	3871	7857	250000	31,82	
	AU-T_15%	1	3941	3862	7857	250000	35,64	34,36
		2	3893	3807	7857	270000	35,64	
		3	3821	3738	7857	290000	31,82	
	AU-T_25%	1	3826	3728	7857	285000	33,09	35,42
		2	3707	2605	7857	290000	36,27	
		3	3835	3731	7857	260000	36,91	

Hasil dari uji kuat tekan beton menggunakan satuan Kn kemudian dikonversi ke satuan MPa. Dari hasil kuat tekan dengan perawatan udara (tanpa curing) 28 hari mendapatkan nilai tekan rata-rata 32,45 ; 33,09 ; 34,36 dan 35,42 MPa. Grafik hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar IV.8 Pengaruh *Fly Ash* terhadap kuat tekan beton untuk 28 hari



Gambar IV.8 Pengaruh Fly Ash terhadap kuat tekan beton untuk 28 hari

Gambar IV.8 memperlihatkan hubungan *Fly Ash* terhadap kuat tekan beton untuk 28 hari yang membentuk persamaan linear sebagai berikut.

persamaan linear $y = bx + a$ Persamaan (IV.1)

Yang mana disini a disebut intersep dan b adalah koefisien arah atau koefisien beta. Dalam Pengertian fungsi persamaan garis $Y = bx + a$ hanya ada 1 yang dapat dibentuk dari dua buah titik koordinat yang berbeda yaitu (X_1, Y_1) dan (X_2, Y_2) . Hal ini berarti kita bisa membuat banyak sekali persamaan garis dalam bentuk lain melalui dua buah titik yang berbeda koordinatnya / tidak berimpit. Sehingga $y = 0,124x + 32,28$ $R^2 = 0,9499$, $R = 0,9746$. nilai koefisien determinasi (R) mendekati nilai 1 maka pengaruh *fly ash* terhadap kuat tekan beton sangat signifikan, artinya semakin meningkat jumlah *fly ash* maka semakin tinggi nilai kuat tekan beton , namun perlu diketahui bahwa penelitian ini hanya membahas 0-25%.



Gambar IV.9 pengujian kuat tekan

BAB V

PENUTUP

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan nilai kuat tekan dengan substitusi *fly ash* 0%, 10%, 15%, dan 25% dengan perawatan udara (tanpa curing) mendapatkan nilai kuat tekan rata-rata yaitu 32,45 MPa, 33,09 MPa, 34,36 MPa dan 35,42 MPa.
2. Pengaruh *Fly Ash* pada kuat tekan beton dengan perawatan udara (tanpa curing) sangat signifikan. Sehingga semakin meningkat presentase *Fly Ash* yang digunakan semakin tinggi nilai kuat tekan.

V.2 Saran

1. Melihat alat yang digunakan dilaboratorium masih sangat kurang, sehingga membuat mahasiswa harus menunggu penggunaan alat secara bergantian, maka disarankan dari pihak yang bersangkutan untuk lebih memperhatikan hal seperti ini
2. Perlu diadakan penelitian selanjutnya mengenai jenis *fly ash* sebagai substitusi semen dengan variasi 10%, 15% dan 25% agar bisa mendapatkan nilai kuat tekan yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adibroto, F., Suhelmidawati, E., & Zade, A. A. M. (2018). Eksperimen Beton Mutu Tinggi Berbahan Fly Ash Sebagai Pengganti Sebagian Semen. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, 15(1), 11–16.
- Abdul, R. (2013). Pengaruh Penambahan Abu Terbang (Fly Ash) terhadap Sifat Mekanik (Kuat Tekan) Semen Polimer Menggunakan Matriks Resin Epoksi. *Einstein E-Journal*, 1(1), 1–7. <https://doi.org/10.24114/einstein.v1i1.5050>
- Almufid. (2019). Perencanaan Beton Mutu Tinggi (Kuat Tekan Besar) dengan bahan Tambahan. *Jurnal Teknik*, 1(2), 1–7. <https://doi.org/10.31000/jt.v1i2.1454>
- Amalia, K. P., Budi, A. S., & Sunarmasto, S. (2018). Pengaruh Kadar Fly Ash terhadap Kuat Tekan (f^c) Material pada High Volume Fly Ash-Self Compacting Concrete (HVFA-SCC) Usia 28 Hari. *Matriks Teknik Sipil*, 6(3), 5–7. <https://doi.org/10.20961/mateksi.v6i3.36555>
- Angjaya, N., E.J. Kumaat, S. E. W., & Tanudjaja, H. (2013). Perbandingan Kuat Tekan Antara Beton Dengan Perawatan Pada Elevated Temperature & Perawatan. *Jurnal Sipil Statik*, 1(3), 153–158.
- Bachtiar, E. (2018). *Karakteristik Self Compacting Concrete Tanpa Curing*. 1(June), 143–150.
- Chen, H. J., Shih, N. H., Wu, C. H., & Lin, S. K. (2019). Effects of the loss on ignition of fly ash on the properties of high-volume fly ash concrete. *Sustainability (Switzerland)*, 11(9). <https://doi.org/10.3390/su11092704>
- Desliono, W., Parung, H., & Tonapa, S. R. (2021). Pemanfaatan FIy Ash Sebagai Substitusi Semen Dan Batu Gamping Sebagai Agregat Pada Beton. *Paulus Civil Engineering Journal*, 3(2), 212–219. <https://doi.org/10.52722/pcej.v3i2.249>

- Ervianto, Moh.Saleh, Fadillawaty, Prayuda, & Hakas. (2016). Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Menggunakan Bahan Tambah Abut Terbang (Fly Ash) Dan Zat Adiktif (Bestmittel). *Sinergi*, 20(3), 199. <https://doi.org/10.22441/sinergi.2016.3.005>
- Farhan, M. (2016). Penambahan Abu Batubara sebagai Bahan Campuran untuk Proses Pembuatan Semen. *Semen Non Hidraulic*, 4–29.
- Jahari, D. A. T. (2018). Jurnal-Dessy-Anggun-TJ. *Pengaruh Penambahan Limbah Sludge Industri Tekstil Sebagai Bahan Campuran Pembuatan Paving Block*.
- Koraira, & Dewi Masyita. (2018). Pengaruh Penambahan Fly Ash Dalam Campuran Beton Sebagai Substitusi Semen Ditinjau Dari Umur dan Kuat Tekan. *PILAR Jurnal Teknik Sipil*, 9(2).
- Marthinus, A. P., Sumajouw, M. D. J., & Windah, R. S. (2015). Pengaruh penambahan abu terbang (fly ash) terhadap kuat tarik belah beton. *Jurnal Sipil Statik*, 3(11), 729–736.
- Mohamad, R. M., Rachman, A., & Mointi, R. (2020). Kuat tekan beton untuk mutu tinggi 45 MPa dengan fly ash sebagai bahan pengganti sebagian semen. *Radial*, 8(1), 25–33.
- Mulyati, M., & Arkis, Z. (2020). Pengaruh Metode Perawatan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *Jurnal Teknik Sipil ITP*, 7(2), 78–84. <https://doi.org/10.21063/jts.2020.v702.05>
- Nurmaidah, U. M. A. (2015). Penggunaan Agregat Halus Dengan Sumber Lokasi Berbeda Untuk Campuran Beton. *ARBITEK: Jurnal Teknik Sipil & Arsitektur*. <http://www.ojs.uma.ac.id/index.php/arbitek/article/view/375%0Ahttp://www.ojs.uma.ac.id/index.php/arbitek/article/download/375/238>
- Setiawati, M. (2018). Fly Ash Sebagai Bahan Pengganti Semen Pada Beton. *Seminar*

Nasional Sains Dan Teknologi, 17, 1–8.
<https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/3556>

Simatupang, P. H., Sir, T. M. W., & Kurniaty, A. S. (2016). Pengaruh Substitusi Parsial Semen Dengan Abu Terbang Terhadap Karakteristik Teknis Beton. *Jurnal Teknik Sipil*, V(2), 139–148.

SNI 15-2049-2004. (2004). Semen Portland. *Badan Standardisasi Nasional Indonesia*, 1–128.

SNI, 2847:2013. (2013). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. *Bandung: Badan Standardisasi Indonesia*, 1–265.

Suhelmidawati, E., Adibroto, F., Ali, S., Archenita, D., & Zade, A. A. M. (2021). *Aplikasi Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Dengan Beton Mutu Tinggi*. 18(1), 10–19. <http://ejournal2.pnp.ac.id/index.php/jirs/>

Sutandar, E. (2013). Pengaruh Pemeliharaan (Curing) Pada Kuat Tekan Beton Normal. *Vokasi*, IX(2), 89–99.

Yusra, A., Aulia, T. B., & Jufriadi, J. (2018). Pengaruh Bahan Tambah Fly Ash Batu Bara Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi. *Jurnal Teknik Sipil Dan Teknologi Konstruksi*, 1(1), 9–18. <https://doi.org/10.35308/jts-utu.v1i1.717>

LAMPIRAN



LABORATORIUM BETON DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

LAMPIRAN A : PEMERIKSAAN AGREGAT HALUS

PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS

No	Uraian	Pengujian
A	Volume Lumpur	5 ml
B	Volume Total (Lumpur+Pasir)	280 ml
Kadar Lumpur = $A/B \times 100\%$		1.79%

Makassar, 07 Agustus 2022

Mengetahui,
Koordinator Laboratorium Teknik Sipil
Universitas Fajar


KOORDINATOR (Dr. Erdawaty, S.T., M.T)
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL



LABORATORIUM BETON DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

PEMERIKSAAAN KADAR AIR AGREGAT HALUS

Kode	Keterangan	Berat
A	Berat Talam (gram)	88
B	Berat Talam + Benda Uji (gram)	1087
C	Berat Benda Uji = B-A (gram)	999
D	Bearat Benda Uji Kering (gram)	995
	Kadar Air = $\frac{C-D}{D} \times 100\%$	4.61%

Makassar, 07 Agustus 2022

Mengetahui,
Koordinator Laboratorium Teknik Sipil
Universitas Fajar

KOORDINATOR (Dr. Erdawaty, S.T., M.T)
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL



LABORATORIUM BETON DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

ABSORPSI DAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS

KODE	URAIAN	PEMERIKSAAN
A	Berat Picnometer	175 gram
B	Berat Contoh Kondisi SSD diudara	495 gram
C	Berat Pikno + air + Contoh SSD	957 gram
D	Berat Talam	92 gram
E	Berat picno + air	660 gram
F	Berat setelah dioven + Talam	589 gram
G	Berat Benda Uji Kering Oven(F-D)	487 gram

<i>Apparent SG</i>	=	$\frac{G}{G+E-C}$	2.56
On Dry Basic	=	$\frac{G}{B+E-C}$	2.46
SSD Basic	=	$\frac{B}{B+E-C}$	2.50
Absortion	=	$\frac{B-G}{G} \times 100\%$	1.64

Makassar, 07 Agustus 2022

Mengetahui,
Koordinator Laboratorium Teknik Sipil
Universitas Fajar

KOORDINATOR (Dr. Erdawaty, S.T., M.T)
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL



LABORATORIUM BETON DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS

Berat contoh kering = 1000 gram

NOMOR SARINGAN	BERAT TERTAHAN	PERSEN TERTAHAN	Σ PERSEN TERTAHAN	PERSEN LOLOS
mm	Gram	%	%	%
No.4	15	1,50	1,50	98,50
No.8	25	2,50	4,00	96,00
No.16	50	5,00	9,00	91,00
No.30	100	10,00	19,00	81,00
No.50	570	57,00	76,00	24,00
No.100	170	17,00	93,00	7,00
No.200	50	5,00	98,00	2,00
Pan	20	2,0	100,00	0,00
Jumlah	1000	100,00	300,50	-

$$\text{Modulus Kehalusan Pasir} = \frac{\text{Jumlah } \Sigma \text{ PERSEN TERTAHAN}}{100} = \frac{300,50}{100} = 3,01$$

Makassar, 07 Agustus 2022

Mengetahui,
Koordinator Laboratorium Teknik Sipil
Universitas Fajar

KOORDINATOR (Dr. Erdawaty, S.T., M.T)
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL



LABORATORIUM BETON DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

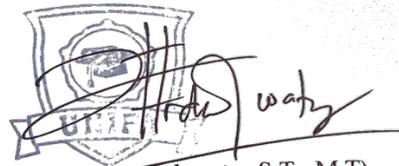
Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

PEMERIKSAAAN BERAT VOLUME AGREGAT HALUS

Kode	Keterangan	Padat	Gembur
A	Volume Bohler (liter)	1.28	1.28
B	Berat Bohler Kosong (gram)	4480	4480
C	Berat Bohler + Benda Uji (gram)	6470	6396
D	Bearat Benda Uji = C-B (gram)	1990	1916
Berat Volume Kg/liter = $\frac{\text{berat benda uji}}{\text{volume bohler}} = \frac{D}{A}$		1.55	1.50

Makassar, 07 Agustus 2022

Mengetahui,
Koordinator Laboratorium Teknik Sipil
Universitas Fajar


KOORDINATOR (Dr. Erdawaty, S.T., M.T)
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

KADAR ORGANIK AGREGAT HALUS



Hasil Pengamatan berdasarkan standar warna Abram & Harder
Warna larutan NAOH 3% yang dituang kedalam picno berisi pasir adalah warna coklat tua. Standar warna No.2

Warna standar mengindikasikan adanya kadar organik yang tinggi

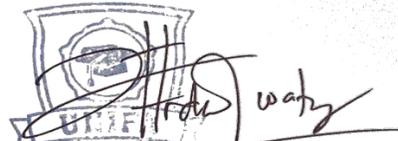
Catatan : Standar Warna Abram dan Harder

- Warna Standar No.1 (Muda)
- Warna Standar No.2 (Sedang)
- Warna Standar No.3 (Tua)

Catatan : Agregat halus yang digunakan yaitu nomor 2 (halus)
Pemeriksaan pada standar warna menunjukkan warna no. 2 sehingga dapat disimpulkan bahwa kadar organik pada pasir tersebut tergolong rendah dan dapat digunakan sebagai bahan campuran beton

Makassar, 07 Agustus 2022

Mengetahui,
Koordinator Laboratorium Teknik Sipil
Universitas Fajar



KOORDINATOR (Dr. Erdawaty, S.T., M.T)
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL



LABORATORIUM BETON DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

LAMPIRAN B PEMERIKSAAN AGREGAT KASAR

PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT KASAR (KERIKIL)

No	Uraian	Pengujian
A	Berat kering sebelum dicuci (gr)	2500
B	Berat kering setelah dicuci (gr)	2485
$\text{Kadar Lumpur} = \frac{A-B}{B} \times 100\%$ $= \frac{\text{Berat kering sebelum dicuci} - \text{berat kering setelah dicuci}}{\text{berat kering setelah dicuci}} \times 100\%$		0.60%

untuk kadar lumpur kerikil adalah = 0,6 % memenuhi syarat dalam campuran beton

Makassar, 07 Agustus 2022

Mengetahui,
Koordinator Laboratorium Teknik Sipil
Universitas Fajar

KOORDINATOR (Dr. Erdawaty, S.T., M.T)
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL



LABORATORIUM BETON DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

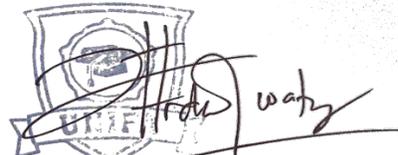
PEMERIKSAAAN BERAT VOLUME AGREGAT KASAR (KERIKIL)

Kode	Keterangan	Padat	Gembur
A	Volume Bohler (liter)	0,91609	0,91609
B	Berat Bohler Kosong (gram)	3550	3550
C	Berat Bohler + Benda Uji (gram)	5120	5100
D	Berat Benda Uji = C-B (gram)	1570	1550
Berat Volume Kg/liter = $\frac{D}{A} = \frac{\text{berat benda uji}}{\text{berat bohler}}$		1.71	1.69

Jadi hasil pengujian berat volume agregat kasar pada kondisi padat = 1,71 dan gembur = 1,69 dimana memenuhi syarat pencampuran beton.

Makassar, 07 Agustus 2022

Mengetahui,
Koordinator Laboratorium Teknik Sipil
Universitas Fajar


KOORDINATOR (Dr. Erdawaty, S.T., M.T)
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL



LABORATORIUM BETON DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

PEMERIKSAAN ABSORPSI DAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR (KERIKIL)

KODE	URAIAN	PEMERIKSAAN
A	Berat kosong keranjang	540 gram
B	Berat keranjang + benda uji SSD udara	4605 gram
C	Berat keranjang + benda uji dalam air	2980 gram
D	Berat keranjang dalam air	450 gram
E	Benda uji kering	4020 gram

<i>Apparent SG</i>	=	$\frac{E}{E-C-D}$	2.70
On Dry Basic	=	$\frac{E}{(B-A)-(C-D)}$	2.62
SSD Basic	=	$\frac{B-A}{(B-A)-(C-D)}$	2.65
Absortion	=	$\frac{(B-A)-E}{E} \times 100\%$	1.12%

Makassar, 07 Agustus 2022

Mengetahui,
Koordinator Laboratorium Teknik Sipil
Universitas Fajar

KOORDINATOR (Dr. Erdawaty, S.T., M.T)
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL



LABORATORIUM BETON DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

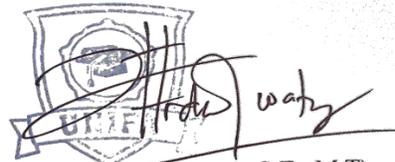
ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR (KERIKIL)

Berat contoh kering = 2500 gram

Saringan	Berat Tertahan (gr)	Σ Persen Tertahan (%)	Kumulatif Tertahan (%)	Persen Lolos (%)
1 ½	0	0,00	0,000	100,000
¾	661.35	26.45	26.45	73.55
¾	681.21	27.25	53.70	46.30
4	459.44	18.38	72.08	27.92
8	698.00	27.92	100,000	0,00
16	0	0,00	100,000	0,00
30	0	0,00	100,000	0,00
50	0	0,00	100,000	0,00
100	0	0,00	100,000	0,00
Pan	0	0,00	100,000	0,00
Jumlah	2500	100,00	652,23	-
Mhb	6.52			

Makassar, 07 Agustus 2022

Mengetahui,
Koordinator Laboratorium Teknik Sipil
Universitas Fajar


KOORDINATOR (Dr. Erdawaty, S.T., M.T.)
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL



LABORATORIUM BETON DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

PEMERIKSAAAN KEAUSAN AGREGAT KASAR (KERIKIL)

LOLOS	TERTAHAN	Berat Sebelum dimasukkan mesin los angeles (gr) A	Berat Sesudah dimasukkan mesin los angeles(gr) B
3/4	1/2	1250	
3/8	3/8	1250	
Total		2500	1547

$$\begin{aligned} \text{Perhitungan} = \% \text{ Keausan} &= \frac{A-B}{A} \times 100\% \\ &= 38,12\% \end{aligned}$$

A = Agregat 1/2 dan 3/8 masing-masing 2500 gr

B = Agregat tertahan No. 8 (Kering Oven)

Makassar, 07 Agustus 2022

Mengetahui,
Koordinator Laboratorium Teknik Sipil
Universitas Fajar

KOORDINATOR (Dr. Erdawaty, S.T., M.T)
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL



LABORATORIUM BETON DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

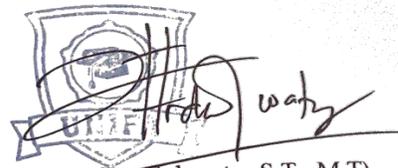
Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Pemeriksaan kadar air agregat kasar

Kode	Keterangan	Berat
A	Berat Talam (gram)	88
B	Berat Talam + Benda Uji (gram)	2580
C	Berat Benda Uji = B-A (gram)	2500
D	Berat Benda Uji Kering (gram)	2470
$\text{Kadar Air} = \frac{C-D}{D} \times 100\%$ $= \frac{\text{Berat benda uji} - \text{berat benda uji kering}}{\text{berat benda uji kering}} \times 100\%$		1.21%

Makassar, 07 Agustus 2022

Mengetahui;
Koordinator Laboratorium Teknik
Sipil
Universitas Fajar


KOORDINATOR (Dr. Erdawaty, S.T., M.T)
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL



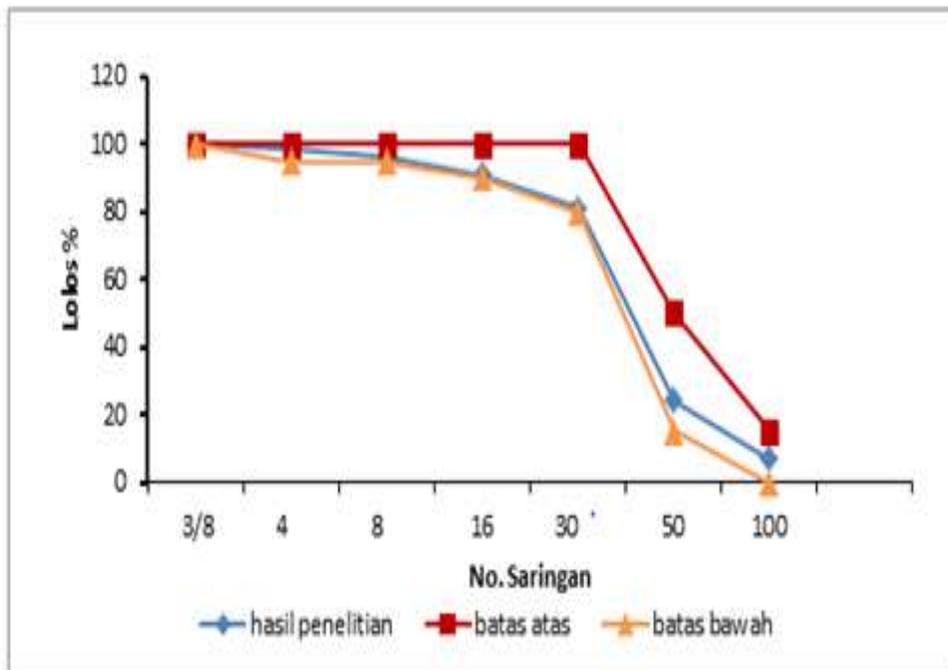
LABORATORIUM BETON DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

LAMPIRAN C BATAS ZONA AGREGAT HALUS DAN AGREGAT KASAR

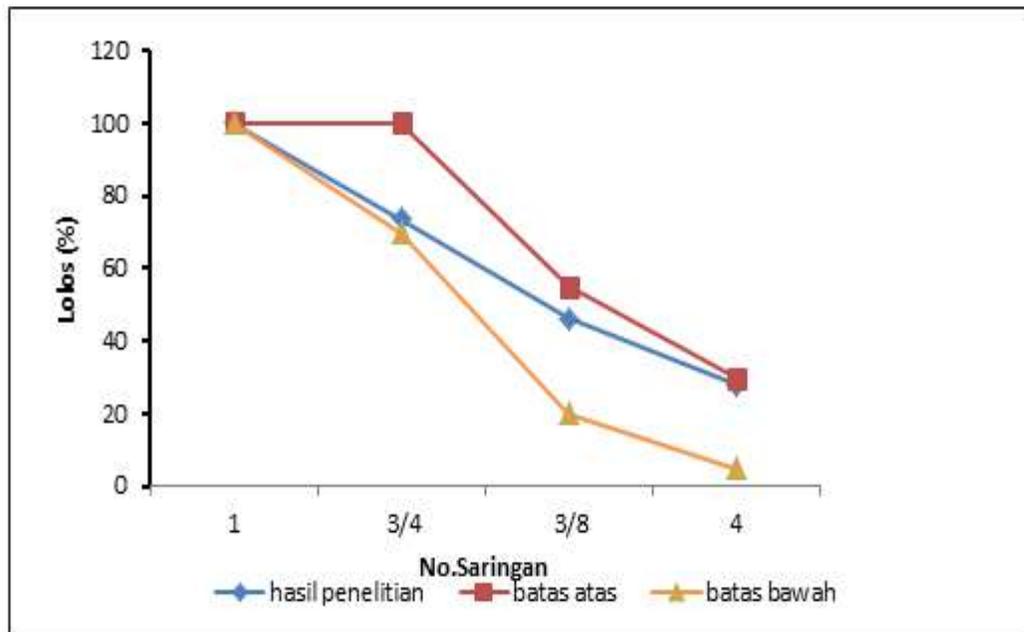
1. Agregat Halus

Nomor Saringan	Diameter Saringan (mm)	Hasil Penelitian	Batas Atas (%)	Batas Bawah (%)
1				
3/4				
3/8	9.5	100	100	100
4	4.75	98.5	100	95
8	2.36	96	100	95
16	1.18	91	100	90
30	0.6	81	100	80
50	0.3	24	50	15
100	0.15	7	15	0



2. Agregat kasar

No. Saringan	Hasil Penelitian	Batas Atas	Batas Bawah
1	100	100	100
3/4	73.55	100	70
3/8	46.30	55	20
4	27.92	30	0
8			
16			
30			
50			
100			





LABORATORIUM BETON DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

3. Penggabungan Agregat Modulus halus butir agregat dari campuran pasir dan kerikil untuk bahan pembuat beton berkisar antara 5,0 – 6,5 (Kardiyono Tjokrodinuljo 1996:26).

Modulus Halus Butir campuran direncanakan sebesar 5,2 maka dapat dihitung :

$$w = \frac{K - C}{C - P} \times 100\%$$
$$= \frac{6.52 - 5}{5 - 3.01} \times 100 = 59 \%$$

Berat pasir terhadap kerikil sebesar 59 % atau dapat dikatakan perbandingan sebesar 59:100 atau 1:1.7

$$\text{Berat pasir} = \frac{1}{2.7} \times 100 = 37 \%$$

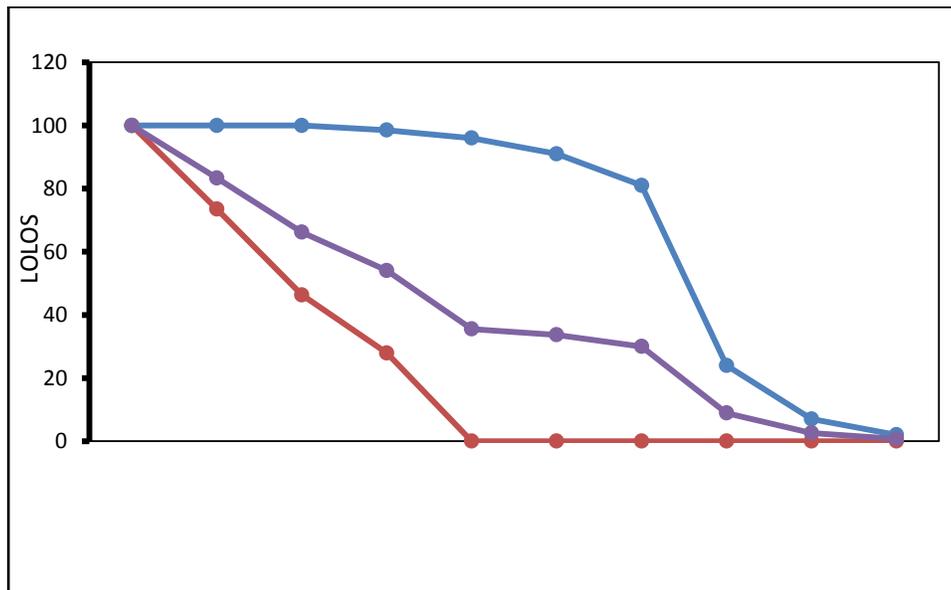
$$\text{Berat kerikil} = \frac{1.7}{2.7} \times 100 = 63 \%$$



LABORATORIUM BETON DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Nomor Saringan mm	Persentase lolos (%)		Pasir X 37%	Kerikil X 63%	Agregat Gabungan
	Pasir	Kerikil			
1	100	100.00	37.0	63.0	100.0
0.75	100	73.55	37.0	46.3	83.3
0.375	100	46.30	37.0	29.2	66.2
4	98.50	27.92	36.5	17.6	54.1
8	96.00	0.00	35.5	0.0	35.5
16	91.00	0.00	33.7	0.0	33.7
30	81.00	0.00	30.0	0.0	30.0
50	24.00	0.00	8.9	0.0	8.9
100	7.00	0.00	2.6	0.0	2.6
pan	2.00	0.00	0.7	0.0	0.7
Jumlah	699.50	247.77	258.99	156.03	415.03





LABORATORIUM BETON DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

4. Rekapitulasi Pengujian Agregat Halus

No	Jenis pengujian	Hasil Pengujian Agregat Halus	Interval	Keterangan
1	Kadar Lumpur	1.79%	0,2% - 5%	Memenuhi
2	Kadar Air	4.61%	3% - 5%	Memenuhi
3	Berat Volume			
	a. Kondisi Lepas	1,50	1,4 - 1,9 kg/liter	Memenuhi
	b. Kondisi Padat	1,55	1,4 - 1,9 kg/liter	Memenuhi
4	Absorpsi	1.64%	0,2 - 2%	Memenuhi
5	Berat Jenis			
	a. Bj. Nyata	2,56	1,60 - 3,33	Memenuhi
	b. Bj. Dasar Kering	2,46	1,60 - 3,33	Memenuhi
	c. Bj. Kering Permukaan	2,50	1,60 - 3,33	Memenuhi
6	Modulus Kehalusan	3,01	2,3 - 3,1	Memenuhi
7	Kadar Organik	No.2	<No.3	Memenuhi



LABORATORIUM BETON DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

5. Rekapitulasi Agregat Kasar

No	Jenis pengujian	Hasil Pengujian Agregat Kasar	Interval	Keterangan
1	Kadar Lumpur	0,60%	Maks 1%	Memenuhi
2	Kadar Air	1,21%	0,5% - 2%	Memenuhi
3	Berat Volume			
	a. Kondisi Lepas	1,69	1,6 - 1,9 kg/liter	Memenuhi
	b. Kondisi Padat	1,71	1,6 - 1,9 kg/liter	Memenuhi
4	Absorpsi	1.12 %	Maks 4%	Memenuhi
5	Berat Jenis			
	a. Bj. Nyata	2,70	1,60 - 3,33	Memenuhi
	b. Bj. Dasar Kering	2,62	1,60 - 3,33	Memenuhi
	c. Bj. Kering Permukaan	2,65	1,60 - 3,33	Memenuhi
6	Modulus Kehalusan	6,52	6 - 7,1	Memenuhi
7	Keausan	38,12%	Maks 50%	Memenuhi



LABORATORIUM BETON DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

LAMPIRAN D MIX DESIGN BETON

1. Kuat tekan beton yang diisyaratkan pada 28 hari : 30 MP
2. Deviasi standar S : 7 MPa (karena tidak mempunyai data pengalaman sebelumnya)
3. Nilai tambah : 12 MPa (karena tidak mempunyai data)
4. Kuat tekan rata-rata direncanakan :
 $f'_{cr} = \text{No.1} + \text{No. 3} = 42 \text{ Mpa}$
5. Jenis semen : biasa
6. Jenis kerikil : batu pecah/chipping
7. Factor airsemen (dari Gb. 7.8) : 0,45
8. Factor air semen maksimum (table. 7.12) : 0,50 (beton berlindung dari hujan dan terik matahari langsung) (dipakai FAS yang rendah : 0,45)
9. Nilai slump (table 7.13) : 60-180 mm (sudah ditentukan)
10. Ukuran maksimum butiran kerikil : 20 mm (sudah ditentukan)
11. Kebutuhan air (table 7.14) : 205 liter
12. Kebutuhan air semen :
$$\frac{\text{Kebutuhan air}}{\text{FAS terendah}} = \frac{205}{0.45} = 456 \text{ kg}$$
13. Kebutuhan semen minimum (table 7.15) : 275 kg
14. Dipakai semen (diambil yang besar) : 456 kg
15. Penyesuaian jumlah air atau factor air semen, karena langkah 14 tidak merubah jumlah kebutuhan semen yang dihitung pada langkah 12 maka tidak perlu penyesuaian jumlah air maupun factor air semen. Jadi air tetap 205 liter dan factor air semen tetap 0,45.
16. Golongan pasir (telah diketahui dari soal) : golongan 2
17. Persentase pasir terhadap campuran (Gb. 7.10.b) : 37%
18. Berat jenis campuran pasir dan kerikil :
$$\text{Berat jenis campuran} = \frac{37}{100} \times 2,56 + \frac{63}{100} \times 2,7 = 2,65$$
19. Berat beton (Gb. 7.11) : 2350 kg/m³



LABORATORIUM BETON DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

20. Kebutuhan berat pasir dan kerikil dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned}W_{\text{pasir}} + \text{kerikil} &= W_{\text{beton}} - A - S \\ &= \text{berat beton} - \text{kebutuhan air} - \text{semen} \\ &= 2350 - 205 - 456 = 1689 \text{ kg}\end{aligned}$$

21. Kebutuhan pasir dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned}W_{\text{pasir}} &= \frac{P}{100} \times W_{\text{pasir}} + \text{kerikil} \\ &= \frac{37}{100} \times 1689 \\ &= 625,0944 \text{ Kg}\end{aligned}$$

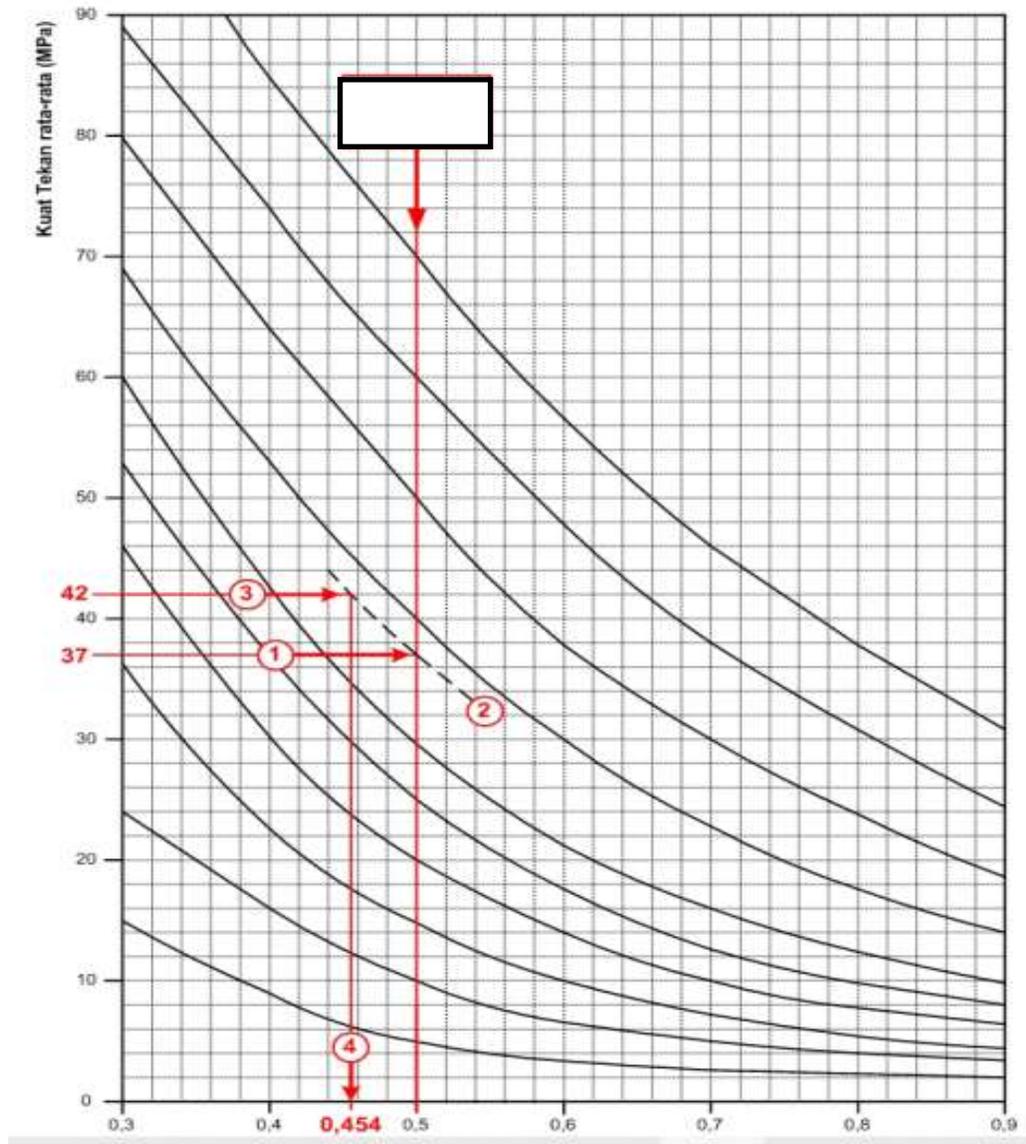
22. Kebutuhan kerikil dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned}W_{\text{kerikil}} &= W_{\text{pasir}} + \text{kerikil} - W_{\text{pasir}} \\ &= 1689 - 625,0944 \\ &= 1064 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Kesimpulan :

Untuk 1 m³ beton (berat betonnya 2350 kg) dibutuhkan :

- a. Air = 205 liter
- b. Semen = 456 kg
- c. Pasir = 625,0944 kg
- d. Kerikil = 1064 kg



Gambar 7.8 Hubungan Faktor air semen dan Kuat Tekan rata-rata silinder Beton (sebagai perkiraan nilai fas)

Jenis Pembetonan	Fas Maksimum
Beton di dalam ruang banguinan	
a.keadaan keliling non-korosif	0,60
b.Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondisi atau uap korosi	0,52
Beton di luar ruangan bangunan	
a.Tidak terlindung dari hujan dan Tarik matahari langsung	0,55
b.terlindung dari hujan dan Tarik matahari langsung	0,60
Beton yang masuk kedalam tanah :	
a.Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	0,55
b.Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	Lihat table 7.12.a
Beton yang selalu berhubungan dengan air tawar/panyau/laut	Lihat table 7.12.b

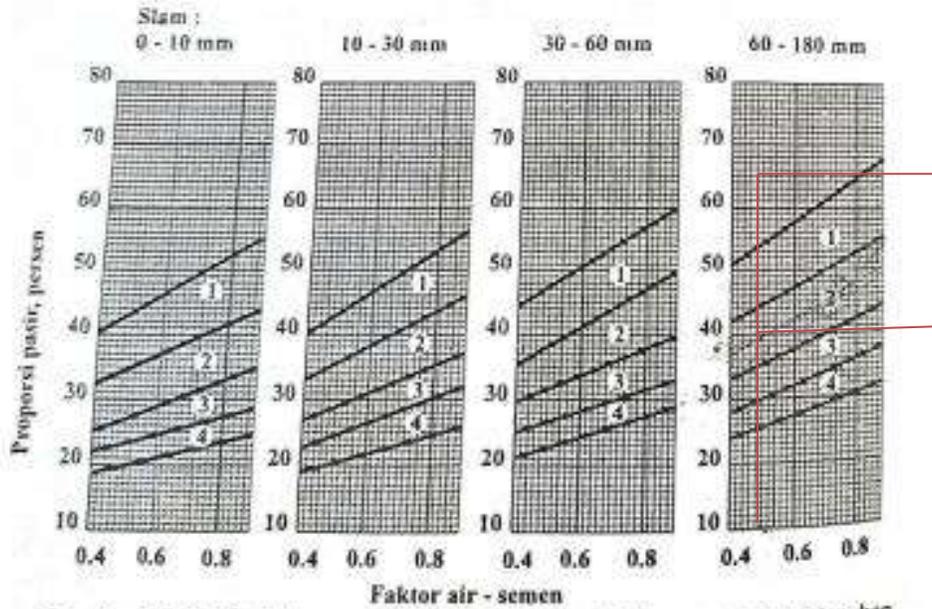
Gambar 7.12 Persyaratan faktor air semen maksimum untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus

Berat ukur maks Krikil (mm)	Jenis batuan	Slamp (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

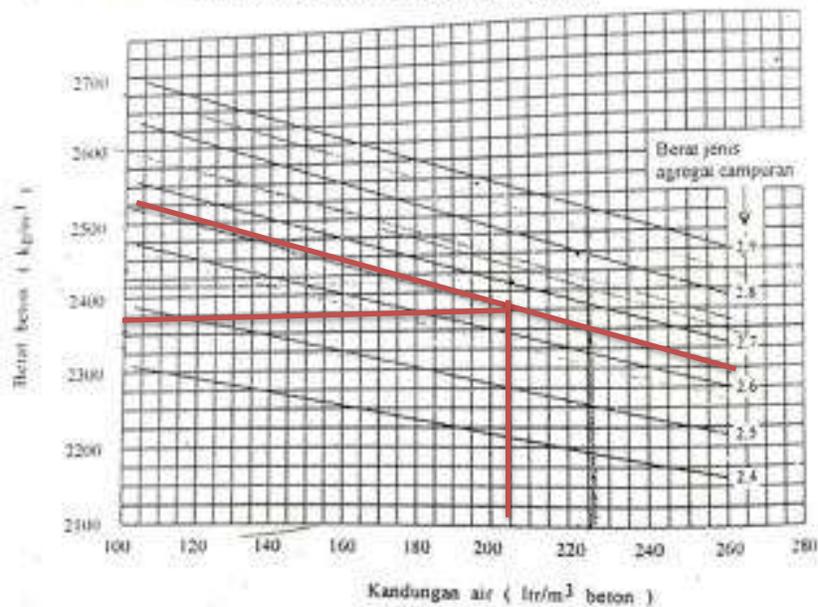
Gambar 7.13 Penetapan nilai slump

Tabel 7.15. Kebutuhan semen minimum untuk berbagai pembeconan dan lingkungan khusus

Jenis pembeconan	Semen minimum (kg/m ³ beton)
Beton di dalam ruang bangunan :	
a. keadaan keliling non-korosif	275
b. keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325
Beton di luar ruang bangunan :	
a. tidak terlindung dari hujandan terik matahari langsung	325
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275
Beton yang masuk ke dalam tanah	
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	lihat tabel 7.15.a.
Beton yang selalu berhubungan dengan air tawar / payau / laut	lihat tabel 7.15.b.



Gambar 7.10.b. Grafik persentase agregat halus terhadap agregat keseluruhan untuk ukuran butir maksimum 20 mm



Gambar 7.11. Grafik hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran, dan berat beton.



LABORATORIUM BETON DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

LAMPIRAN E PERHITUNGAN PENGUJIAN KUAT TEKAN

Hasil Pengujian Kuat Tekan Tanpa Curing

umur hari	nama sampel	kode benda uji	berat sebelum curing udara (gram)	berat setelah curing udara (gram)	slump (mm)	tinggi (mm)	diameter (mm)	luas (mm ²)	beban (N)	kuat tekan (mpa)	kuat tekan rata-rata (mpa)
28	AU-T_0%	1	3760	3689	200	200	100	7857	275000	35	32.45
		2	3825	3764	200	200	100	7857	260000	33.09	
		3	3837	3752	200	200	100	7857	230000	29.27	
	AU-T_10%	1	3798	3713	205	200	100	7857	270000	34.36	33.09
		2	3926	3846	205	200	100	7857	260000	33.09	
		3	3958	3871	205	200	100	7857	250000	31.82	
	AU-T_15%	1	3941	3862	200	200	100	7857	250000	31.82	34.36
		2	3893	3807	200	200	100	7857	270000	34.36	
		3	3821	3738	200	200	100	7857	290000	36.91	
	AU-T_25%	1	3826	3728	210	200	100	7857	285000	36.27	35.42
		2	3707	2605	210	200	100	7857	290000	36.91	
		3	3835	3731	210	200	100	7857	260000	33.09	



LABORATORIUM BETON DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Dimana : $f'c$ = Kuat tekan (Mpa)

P = Beban tekan (N)

A = Luas penampang benda uji (mm²)

$$P = 275 \text{ kN} \quad (\text{kN ke N} = \text{kali } 1000)$$

$$= 275 \times 1000 = 275000$$

$$A = \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$= \left(\frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \right) \times 100^2$$

$$= 7857$$

$$f'c = \frac{P}{A}$$

$$= \frac{275000}{7857}$$

$$= 32,45 \text{ N/mm}^2$$

LAMPIRAN F DOKUMENTASI ALAT



Saringan



Sendok Semen



Wadah Air



Silinder Besi



Meteran



Timbangan



Alat uji
slump

LAMPIRAN G DOKUMENTASI BAHAN



Agregat Kasar



Semen



Air



Fly Ash



Zat Adiktif
(Sika)



Agregat Halus

LAMPIRAN H DOKUMENTASI LAPANGAN





LABORATORIUM BETON DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

LAMPIRAN I DOKUMENTASI PENCAMPURAN BETON





LABORATORIUM BETON DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

LAMPIRAN J DOKUMENTASI PENGUJIAN KUAT TEKAN



BENDA UJI FLY ASH 0%

Benda uji 1



Benda uji 2



Benda uji 3



BENDA UJI FLY ASH 10%

Benda uji 1



Benda uji 2



Benda uji 3



BENDA UJI FLY ASH 15%

Benda uji 1



Benda uji 2



Benda uji 3



BENDA UJI FLY ASH 25%

Benda uji 1



Benda uji 2



Benda uji 3

