

**TUGAS AKHIR**

**ANALISA PENGARUH PASIR SILIKA SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS  
PADA KUAT TEKAN BETON**

*(Studi Penelitian)*

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh:**

**WAHYU AZHARI**  
**1607210097**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2023**



## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Wahyu Azhari  
Npm 1607210097  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Pasir Silika Sebagai Substitusi  
Agregat Halus Pada Kuat Tekan Beton  
(Studi Penelitian)  
Bidang Ilmu : Struktur

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA  
PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, 6 September 2023

Dosen Pembimbing

Rizki Efrida S.T.,M.T.

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Wahyu Azhari

NPM : 1607210097

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Pasir Silika Sebagai Substitusi Agregat Halus  
Pada Kuat Tekan Beton

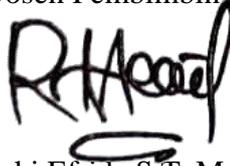
Bidang Ilmu : Struktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 6 September 2023

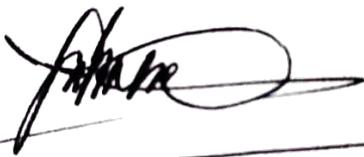
Mengetahui dan Menyetujui:

Dosen Pembimbing



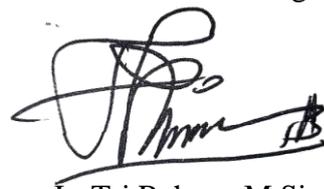
Rizki Efrida S.T.,M.T.

Dosen Pemanding I



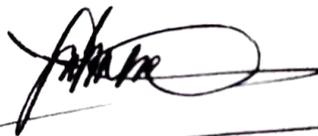
Dr. Fahrizal Zulkarnain

Dosen Pemanding II



Ir. Tri Rahayu M.Si.

Ketua Prodi Teknik Sipil



Dr. Fahrizal Zulkarnain

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Wahyu Azhari

Tempat /Tanggal Lahir : SEI MENCIRIM/27-01-1998

NPM : 1607210097

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Analisa Pengaruh Pasir Silika Sebagai Substitusi Agregat Halus Pada Kuat Tekan Beton (Studi Penelitian)”.

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik.

Medan, 6 September 2023

Saya Yang Menyatakan



Wahyu Azhari

## ABSTRAK

### ANALISA PENGARUH PASIR SILIKA SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS PADA KUAT TEKAN BETON (STUDI PENELITIAN)

Wahyu Azhari  
1607210097  
Rizki Efrida S.T.,M.T.

Kandungan silika ( $\text{SiO}_2$ ) sangat berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Kandungan silika berfungsi sebagai pengikat yang terdapat didalam semen. Namun kadarnya dalam semen hanya 20% dari total berat semen tersebut. Dengan campuran silika yang sesuai pada campuran beton diharapkan dapat meningkatkan mutu beton tersebut dari beton normal pada umumnya.

Penelitian ini menggunakan pasir silika yang memiliki kandungan  $\text{SiO}_2$  yang tinggi sebagai pengganti pasir normal sebagai agregat halus dengan mutu rencana  $f_c' 45$  Mpa. Digunakan 1 jenis gradasi pasir silika yaitu ukuran 80-100 mesh yang berasal dari Bangka sebagai agregat halus. Benda uji sebanyak 5 variasi yaitu variasi I (0:0)%, variasi II (75:25)%, variasi III (50:50)%, variasi IV (25:75)% dan variasi V (0:100)% dengan total benda uji 15 buah. Benda uji digunakan bentuk silinder berukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan umur rencana 28 hari. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian *absorpsi* berdasarkan SNI 03-6433-2000 (Metode pengujian kerapatan, penyerapan dan rongga dalam beton yang telah mengeras) dan kuat tekan beton berdasarkan atas berdasarkan SNI 1974 : 2011 (Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder).

Dari hasil pengujian, diperoleh nilai *absorpsi* yang rendah untuk beton dengan variasi substitusi pasir silika dibandingkan dengan beton normal didapat kuat tekan optimum sebesar 37,02 Mpa pada benda uji variasi V dengan komposisi 100% pasir silika ukuran 80-100 mesh dapat meningkatkan kuat tekan 27% dari beton normal sedangkan kuat tekan terendah diperoleh benda uji variasi I dengan komposisi 0% pasir silika ukuran 80-100 mesh dengan nilai kuat tekan 27,03 Mpa pada umur 28 hari.

Kata kunci : pasir silika, beton mutu tinggi, *absorpsi*, kuat tekan

## **ABSTRACT**

### **ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF SILICA SAND AS A SUBSTITUTION FOR FINE AGGREGATE ON THE COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE (RESEARCH STUDY)**

Wahyu Azhari  
1607210097  
Rizki Efrida S.T.,M.T.

*The silica (SiO<sub>2</sub>) content greatly influences the compressive strength of concrete. The silica content functions as a binder in cement. However, the content in cement is only 20% of the total weight of the cement. With the appropriate silica mixture in the concrete mixture, it is hoped that the quality of the concrete can be improved compared to normal concrete in general.*

*This study used silica sand which has a high SiO<sub>2</sub> content as a substitute for normal sand as fine aggregate with a design quality of  $f_c'$  45 MPa. One type of silica sand gradation is used, namely 80-100 mesh size originating from Bangka as fine aggregate. There are 5 variations of test objects, namely variation I (0:0)%, variation II (75:25)%, variation III (50:50)%, variation IV (25:75)% and variation V (0:100)% with a total of 15 specimens. The test object was a cylindrical shape measuring 15 cm in diameter and 30 cm high with a design age of 28 days. The tests carried out were absorption tests based on SNI 03-6433-2000 (Method of testing density, absorption and cavities in hardened concrete) and compressive strength of concrete based on SNI 1974: 2011 (Method of testing concrete compressive strength with cylindrical specimens).*

*From the test results, obtained a low absorption value for concrete with variations of silica sand substitution compared to normal concrete obtained an optimum compressive strength of 37.02 MPa on the test object variation V with a composition of 100% silica sand with a size of 80-100 mesh can increase the compressive strength 27 % of normal concrete while the lowest compressive strength was obtained from the test specimen variation I with a composition of 0% silica sand measuring 80-100 mesh with a compressive strength value of 27.03 MPa at 28 days of age.*

*Keywords: silica sand, high quality concrete, absorption, compressive strength*

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisa Pengaruh PasirSilika Sebagai Subtitusi Agregat Halus Pada Kuat Tekan Beton (Studi Penelitian)”. Sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU),Medan.

Banyak pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terima kasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Ibu Rizki Efrida, ST., MT, Selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, Selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Prodi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Ir. Tri Rahayu M.Si. Selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansuri Siregar, S.T., M.Sc, Selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.
6. Bapak/Ibu staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Alm Kapten Infantri Tumin dan

Ibunda tercinta Nurhayati yang telah bersusah payah membesarkan dan memberikan kasih sayangnya yang tidak ternilai kepada penulis.

8. Teristimewa sekali juga kepada Saudara Kandung Kakak Vivin Numiria, S.Hut., MM, Kakak Viria Nurningsih, SPD, Abang Muhammad Mahadi, S.Kep., Ners Abang Irwan Sundawa, ST, yang telah menyemangati hingga akhir dan telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.
9. Terima kasih kepada rekan-rekan seperjuangan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Stambuk 2016.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Medan, 6 September 2023.

Penulis

**WAHYU AZHARI**

## DAFTAR ISI

COVER	
LEMBARAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Umum	5
2.2 Bahan Penyusun Beton	6
2.2.1 Semen Portland	6
2.2.2 Agregat	7
2.2.3 Air	10
2.3 Sifat-Sifat Beton	10
	viii

2.3.1 Beton Segar (Fresh Concrete)	11
2.3.2 Beton Keras	15
2.4 Penelitian Terdahulu	18
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	<b>22</b>
3.1 Metode Penelitian	22
3.2 Bahan Penyusun Penelitian	25
3.2.1 Semen Portland	25
3.2.2 Agregat Halus	25
3.2.3 Agregat Halus	30
3.2.4 Air	32
3.3 Pembuatan Benda Uji	32
3.4 Pemeriksaan Nilai Slump Flow	33
3.5 Pengujian Sampel	34
3.5.1 Pengujian Absorpsi Beton	34
3.5.2 Pengujian Kuat Tekan Beton	35
<b>BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL</b>	<b>36</b>
4.1 Nilai Slump Flow	36
4.2 Nilai Absorpsi Silinder Beton	37
4.3 Kuat Tekan Silinder Beton	39
<b>BAB V KESIMPULAN</b>	<b>41</b>
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>42</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>43</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	<b>62</b>

## DAFTAR TABEL

Table 1.1	Jumlah benda uji, dan komposisi perbandingan agregat halus	3
Table 2.1	Kategori Beton	5
Table 2.2	Komposisi Semen	7
Table 2.3	Tabel Gradasi Agregat Kasar	8
Table 2.4	Batas Gradasi untuk Agregat Halus	9
Table 3.1	Jumlah benda uji, dan komposisi perbandingan agregat halus	22
Table 3.2	Persentase Campuran Beton	22
Table 3.3	Perbandingan Campuran Beton	22
Table 3.4	Pemeriksaan Karakteristik Pasir Silika	29
Table 4.1	Hasil pengujian nilai slump flow beton segar	36
Table 4.2	Perbandingan nilai absorpsi	37
Table 4.3	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	39

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Kerucut Abrams	12
Gambar 2.2	Slump sejati (sebenarnya)	12
Gambar 2.3	Slump geser	13
Gambar 2.4	Slump runtuh	13
Gambar 2.5	Slump Flow	13
Gambar 3.1	Benda Uji Silinder	13
Gambar 3.2	Semen Portland tipe I	23
Gambar 3.3	Pengukuran diameter slump flow beton segar	34
Gambar 3.4	Benda Uji Ditimbang	35
Gambar 4.1	Perbandingan nilai slump flow	37
Gambar 4.2	Perbandingan nilai absorpsi beton	38
Gambar 4.3	Grafik Kuat Tekan Beton	40

## DAFTAR NOTASI

A	= Luas permukaan
FM	= <i>Fineness Modulus</i>
P	= Beban tekan
$f_{cr}$	= Kuat tekan beton
$f_{cr}$	= Kuat tekan rata-rata

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dalam menghadapi era globalisasi, dunia berlomba-lomba menciptakan banyak hal yang kreatif pada pengembangan bidang konstruksi. Indonesia adalah salah satu negara berkembang yang dituntut lebih kreatif dan memiliki keterampilan inovatif dalam pengembangan bidang konstruksi, terutama dalam pengembangan teknologi beton.

Beton pada dasarnya memiliki komposisi atas campuran agregat kasar, agregat halus, air dan semen sebagai bahan pengikatnya. Semen yang berfungsi sebagai bahan pengikat ini mengandung  $\text{CaO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dan unsur lainnya. Silika ( $\text{SiO}_2$ ) merupakan bahan kimia yang dapat meningkatkan mutu beton, akibat reaksi yang terjadi antara silika dan kapur bebas yang ada didalam campuran beton (Nadia, 2011). Tetapi pada semen hanya terdapat sekitar 20,4% kandungan  $\text{SiO}_2$  dan sisanya adalah 60,3 % kandungan  $\text{CaO}$  (Khaloo, Mobini dan Hosseini, 2016). Dengan meninggikan kandungan  $\text{SiO}_2$  pada beton diharapkan dapat meninggikan mutu beton.

Maka ditambahkan kandungan  $\text{SiO}_2$  dalam bentuk agregat kedalam campuran beton normal yaitu berupa pasir silika. Pasir silika memiliki 88,07% kandungan  $\text{SiO}_2$  dan unsur lainnya sebesar 1,9% untuk Fe, Mg, Cu dan juga unsur lainnya (Joedono dan Wahyudi, 2002). Pasir silika pada umumnya digunakan sebagai filter atau penyaring untuk menghilangkan kandungan lumpur dan sedimen tanah pada air di industri pengolahan air. Di Indonesia terdapat beberapa daerah penghasil pasir silika atau pasir kuarsa, diantaranya adalah berasal dari Bandar Lampung yang dikenal dengan pasir silika Lampung dan dari Bangka yang dikenal dengan pasir silika Bangka.

Penggunaan pasir silika digunakan pada 2 jenis ukuran, yaitu ukuran 80-100 mesh dan pasir berukuran 325 mesh yang termasuk dalam ukuran mikron. Digunakan pada skala mikron dimaksudkan agar rongga yang dihasilkan pada

beton lebih diminimalisir sehingga diharapkan dapat meningkatkan kekuatan dan mutu dari beton tersebut.

Menurut Kasiati, Wibowo, dan Sukaptini (2012) yang telah melakukan penelitian dengan mencampur pasir silika dan pasir limbah sebagai pengganti pasir normal pada campuran beton. Pasir silika yang digunakan pada penelitian tersebut adalah berasal dari Tuban. Dalam penelitian tersebut terdapat salah satu variasinya yaitu menggunakan 100% pasir silika sebagai pengganti pasir normal. Dihasilkan dengan penggunaan agregat halus yaitu pasir silika dengan kuat tekan 409,21 kg/cm<sup>2</sup> atau 40,1 MPa dengan FAS 0,4 pada umur beton 28 hari. Dengan adanya penelitian tersebut menjadi acuan bagi peneliti sehingga dengan menggunakan beberapa ukuran gradasi pasir silika yang berbeda diharapkan memiliki kekuatan beton yang lebih tinggi hingga mencapai beton dalam kategori beton mutu tinggi.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh pasir silika dengan ukuran 80-100 mesh sebagai substitusi agregat halus dalam campuran beton terhadap kuat tekan beton?
2. Berapakah proporsi substitusi campuran pasir silika dan pasir sungai pada campuran beton yang optimum dan persentase absorpsi sampel beton dengan substitusi pasir silika.

## **1.3 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh pasir silika dengan ukuran 80-100 mesh sebagai substitusi agregat halus dalam campuran beton terhadap kuat tekan beton
2. Untuk mengetahui proporsi substitusi campuran pasir silika dan pasir sungai serta nilai persentase absorpsi sampel beton dengan substitusi pasir silika ukuran 80-100 mesh

## **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Komposisi campuran beton terdiri dari semen, pasir sungai, pasir silika dengan ukuran 80-100 mesh dan air
2. Mutu beton yang digunakan adalah  $f'c$  45 MPa.
3. Perawatan (*curing*) beton dengan cara perendaman air.
4. Benda uji yang digunakan adalah silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
5. Pengujian yang dilakukan adalah kuat tekan dan absorpsi.
6. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 28 hari untuk semua variasi.
7. Semen yang digunakan adalah semen Portland tipe I.
8. Tidak memeriksa reaksi kimia yang terjadi antar komposisi bahan selama penelitian berlangsung.

Tabel 1.1 Jumlah benda uji, dan komposisi perbandingan agregat halus

Variasi	Persentase Komposisi Agregat Halus (%)		Umur Benda Uji (Hari)	Jumlah Benda Uji
	Pasir Normal	Pasir Silika		
I	100	0	28	3
II	75	25	28	3
III	50	50	28	3
IV	25	75	28	3
V	0	100	28	3
Jumlah				15

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Mengetahui Kuat Tekan beton dengan variasi substitusi pasir silika terhadap agregat halus.
2. Sebagai alternatif penggunaan agregat halus (pasir) dalam pembuatan beton.
3. Menjadi referensi dalam mendesain beton.
4. Menjadi penelitian yang dapat dikembangkan pada penelitian selanjutnya.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini disusun per bab, pada setiap bab terdiri dari beberapa bagian yang diuraikan secara rinci. Sistematika penulisan pada masing-masing bab adalah sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini dibahas tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, diagram alir penelitian serta sistematika penulisan dalam tugas akhir yang digunakan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA.**

Pada bab ini dibahas tentang uraian dari literatur atau referensi yang menjadi acuan dalam penulisan tugas akhir yaitu materi tentang beton, agregat.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Pada bab ini dibahas tentang tahapan-tahapan penelitian serta metode analisis data yang digunakan dalam menyelesaikan tugas akhir.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini berisikan pembahasan tentang analisis data dari hasil penelitian yang didapatkan dari pengujian kuat tekan beton variasi dengan pasir silika

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini berisikan kesimpulan dan saran yang diperoleh dari bab-bab sebelumnya.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Umum

Menurut Edward G. Nawy (1985) mendefinisikan beton sebagai sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawis dari material pembentuknya. Dengan demikian, masing – masing komponen tersebut perlu dipelajari sebelum mempelajari beton secara keseluruhan. Perencana dapat mengembangkan pemilihan material yang layak komposisinya sehingga diperoleh beton yang efisien, memenuhi kekuatan batas yang disyaratkan oleh perencana dan memenuhi persyaratan *serviceability* yang dapat diartikan sebagai pelayanan yang handal dengan memenuhi kriteria ekonomi.

Sifat-sifat dan karakteristik material penyusun beton akan mempengaruhi kinerja dari beton yang direncanakan. Kinerja dari beton tersebut berdaMPak pada kekuatan yang diinginkan, kemudahan dalam pengerjaannya dan keawetannya dalam jangka waktu tertentu. Jika ingin membuat beton berkualitas baik, dalam arti memenuhi persyaratan yang lebih ketat karena tuntutan yang lebih tinggi, maka harus diperhitungkan dengan seksama cara-cara memperoleh adukan beton beton segar (*fresh concrete*) yang baik dan beton beton keras (*hardened concrete*) yang dihasilkan juga baik.

Klasifikasi beton berdasarkan kekuatan menurut Tjokrodimulyo (2007) yaitu :

Tabel 2.1 Kategori Beton (Tjokrodimulyo,2007)

Jenis Beton	Kuat Tekan (MPa)
Beton Sederhana (Plain Concrete)	Sampai 10 MPa
Beton Normal	15-30 MPa
Beton Pra Tegang	30-40 MPa
Beton Kuat Tekan Tinggi	40-80 MPa
Beton Kuat Tekan Sangat Tinggi	>80 MPa

## 2.2 Bahan Penyusun Beton

Untuk memahami dan mempelajari seluruh perilaku elemen gabungan diperlukan pengetahuan tentang karakteristik masing-masing komponen. Beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi sejumlah material pembentuknya ( Nawy,1998 ).Bahan pembentuk beton terdiri atas campuran agregat halus, agregat kasar, air dan semen sebagai pengikatnya.Dalam mendesain suatu campuran beton terkadang juga diberi bahan tambahan (*additive*) maupun bahan campur (*admixture*) demi mencapai tujuan tertentu.

### 2.2.1 Semen Portland

Semen adalah perekat hidrolis yang berarti bahwa senyawa-senyawa yang terkandung di dalam semen tersebut dapat bereaksi dengan air dan membentuk zat baru yang bersifat sebagai perekat terhadap batuan. Semen *portland* adalah suatu bahan pengikat hidrolis (*hydraulic binder*) yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya. Semen *Portland* (PC) umum pada berbagai tipe (yang memenuhi spesifikasi standar ASTM C 150) dapat digunakan untuk memperoleh campuran beton dengan kekuatan tekan saMPai dengan 50 MPa. Sesuai dengan tujuan pemakaiannya semen portland dibagi menjadi 5 (lima) tipe, yaitu:

Tipe I : Semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus.

Tipe II : Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap panas hidrasi sedang.

Tipe III : Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut kekuatan awal yang tinggi.

Tipe IV : Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi rendah.

Tipe V : Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratansangat tahan terhadap sulfat.

Kandungan semen portland menurut Neville (2010) yaitu :

Tabel 2.2 Komposisi Semen

Unsur	Komposisi (%)
CaO	63
SiO <sub>2</sub>	20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3
MgO	1,5
SO <sub>3</sub>	2
K <sub>2</sub> O dan Na <sub>2</sub> O	1
Dan lain-lain	3,5

### 2.2.2 Agregat

Agregat merupakan butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Pada beton biasanya terdapat sekitar 60 % - 80 % volume agregat. Sifat yang terpenting dari agregat adalah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, yang mempunyai pengaruh terhadap ikatan dengan pasta semen, porositas, dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap proses pembekuan pada musim dingin, dan ketahanan terhadap penyusutan.

Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai benda yang utuh, homogen, dan rapat, dimana agregat yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada diantara agregat berukuran besar. ( Nawy, 1998 ).

Dua jenis agregat adalah :

1. Agregat kasar ( kerikil, batu pecah )
2. Agregat halus (pasir)

### 2.2.2.1 Agregat Kasar

Agregat kasar didefinisikan sebagai butiran yang tertahan saringan 4,75 mm (No.4 standart ASTM). Agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca, dan efek-efek perusak lainnya. Agregat kasar harus bersih dari bahan-bahan organik dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan semen. Agregat kasar sebagai bahan campuran untuk membentuk beton dapat berupa kerikil atau batu pecah.

Persyaratan mengenai proporsi gradasi saringan untuk campuran beton berdasarkan standar yang direkomendasikan SNI 03-2834-2000 (Tata cara pembuatan campuran beton normal).

Tabel 2.3 Tabel Gradasi Agregat Kasar

Diameter Saringan	Persen Lolos (%)	
	Ukuran Maks. 20 mm	Ukuran Maks. 40 mm
75,00		100
37,50	100	95-100
19,00	95-100	35-70
9,50	30-60	10-40
4,75	0-10	0-5

### 2.2.2.2 Agregat Halus

Menurut SNI 03-6820-2002 (2002: 171), agregat halus adalah agregat isi yang berupa pasir alam hasil disintegrasi alami dari batu-batuan (*natural sand*) atau berupa pasir buatan yang dihasilkan dari alat-alat pemecah batuan (*artificial sand*) dengan ukuran kecil (0,15-5 mm). Agregat halus yang baik harus bebas bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dari saringan No. 200, atau bahan-bahan lain yang dapat merusak beton.

Selain itu ada juga batasan gradasi untuk agregat halus, sesuai dengan ASTM C 33 – 74 a. Batasan tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.4 Batas Gradasi untuk Agregat Halus

Ukuran Saringan ASTM	Persentase berat yang lolos pada tiap saringan
9.5 mm (3/8 in)	100
4.76 mm (No. 4)	95 – 100
2.36 mm ( No.8)	80 – 100
1.19 mm (No.16)	50 – 85
0.595 mm ( No.30 )	25 – 60
0.300 mm (No.50)	10 – 30
0.150 mm (No.100)	2 - 10

### 2.2.2.3 Pasir Silika

Pasir silika adalah bahan galian yang terdiri atas kristal-kristal silika ( $\text{SiO}_2$ ) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Pasir silika juga dikenal dengan nama pasir putih merupakan hasil pelapukan batuan yang mengandung mineral utama, seperti silika dan feldspar. Hasil pelapukan kemudian tercuci dan terbawa oleh air atau angin yang terendapkan di tepi-tepi sungai, danau atau laut. Silika atau dikenal dengan silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) merupakan senyawa yang banyak ditemui dalam bahan galian yang disebut pasir silika, terdiri atas kristal-kristal silika ( $\text{SiO}_2$ ). Pasir silika mempunyai komposisi gabungan dari  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ , dan  $\text{K}_2\text{O}$ , berwarna putih bening atau warna lain bergantung pada senyawa pengotornya. (Yudith Abdullah, 2008)

Pasir silika mempunyai butiran yang seperti kristal silika atau dikenal dengan silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) merupakan senyawa yang banyak ditemui dalam bahan galian yang disebut pasir kuarsa, terdiri atas kristal-kristal silika ( $\text{SiO}_2$ ) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan (Kasiati, Wibowo dan Sukptini, 2012)

Fungsi pasir silika atau biasa disebut pasir kuarsa atau pasir kwarsa ( $\text{SiO}_2$ ) adalah untuk menghilangkan kandungan lumpur atau tanah dan sedimen pada air minum atau air tanah atau air PDAM atau air gunung pada industri pengolahan air. Selain di bidang pengolahan air, pasir silika dapat digunakan diberbagai industri

seperti industri/pengolahan sand blasting atau pembuatan lapangan futsal dengan berbagai ukuran mesh. Dalam kegiatan industri, penggunaan pasir kuarsa sudah berkembang meluas, baik langsung sebagai bahan baku utama maupun bahan ikutan. Sebagai bahan baku utama, misalnya digunakan dalam industri gelas/kaca, semen, tegel, mosaik keramik, bahan baku fero silikon, silikon carbide bahan abrasit (ampelas dan sand blasting). Sedangkan sebagai bahan ikutan, misal dalam industri cor, industri perminyakan dan pertambangan, bata tahan api (refraktori), dan lain sebagainya. Cadangan pasir kuarsa terbesar terdapat di Sumatera Barat, potensi lain terdapat di Kalimantan Barat, Jawa Barat, Sumatera Selatan, Kalimantan Selatan, dan Pulau Bangka dan Belitung.

### **2.2.3 Air**

Air merupakan bahan pembuat beton yang sangat penting namun harganya paling murah. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen sehingga terjadi reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya proses pengerasan pada beton, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Untuk bereaksi dengan semen, air hanya diperlukan 25 % dari berat semen saja. Selain itu, air juga digunakan untuk perawatan beton dengan cara pembasahan setelah dicor. (Tjokrodinuljo, 1996).

Menurut Dipohusodo (1994) nilai banding berat air dan semen untuk suatu adukan beton dinamakan *water cement ratio (w/c)*. Agar terjadi proses hidrasi yang sempurna dalam adukan beton, pada umumnya dipakai nilai w/c 0,40-0,65 tergantung mutu beton yang hendak dicapai umumnya menggunakan nilai w/c yang rendah, sedangkan dilain pihak untuk menambah daya workability (kemudahan pengerjaan) diperlukan nilai w/c yang lebih tinggi.

## **2.3 Sifat-Sifat Beton**

Sifat-sifat beton perlu diketahui untuk mendapatkan mutu beton yang diharapkan sesuai tuntutan konstruksi dan umur bangunan yang bersangkutan. Pada saat segar atau sesaat setelah dicetak, beton bersifat plastis dan mudah dibentuk. Sedang pada saat keras, beton memiliki kekuatan yang cukup untuk menerima beban. Sifat beton segar yang baik sangat mempengaruhi kemudahan pengerjaan

sehingga menghasilkan beton dengan kualitas baik. Sifat-sifat yang dimiliki oleh beton yaitu :

1. *Durability* (Keawetan)
2. *Workability*
3. Kuat Tekan Beton

### 2.3.1 Beton Segar (Fresh Concrete)

Secara umum beton segar adalah beton yang masih dalam keadaan yang dapat diaduk, diangkut, dituang, dipadatkan (*good workability*) dan tidak ada kecenderungan untuk terjadinya segregasi (pemisahan kerikil dari adukan) maupun *bleeding* (pemisahan air dan semen dari adukan). Tiga hal penting yang perlu diketahui dari sifat-sifat beton segar, yaitu: kemudahan pengerjaan (*workability*), pemisahan kerikil (*segregation*), dan pemisahan air (*bleeding*).

#### 1. Kemudahan Pengerjaan (*Workability*)

*Workability* adalah bahan-bahan beton yang setelah diaduk bersama, akan menghasilkan adukan yang mudah diangkut, dituang, dicetak, dan dipadatkan, tanpa terjadi perubahan yang menimbulkan kesukaran atau penurunan mutu. Unsur-unsur yang mempengaruhi *workability* adalah :

##### a. Jumlah air pencampur.

Semakin banyak air yang dipakai, maka akan semakin mudah beton segar itu dikerjakan, akan tetapi jumlahnya tetap diperhatikan agar tidak terjadi segregasi.

##### b. Kandungan semen.

Penambahan semen ke dalam campuran memudahkan cara pengerjaan adukan beton, karena diikuti dengan penambahan air campuran untuk memperoleh nilai FAS (Faktor Air Semen) tetap.

##### c. Gradasi campuran pasir dan kerikil.

Bila campuran pasir dan kerikil mengikuti gradasi yang telah disarankan oleh peraturan maka adukan beton akan mudah dikerjakan. Gradasi adalah distribusi ukuran dari agregat berdasarkan hasil persentase berat yang lolos pada setiap ukuran saringan dari analisa saringan.

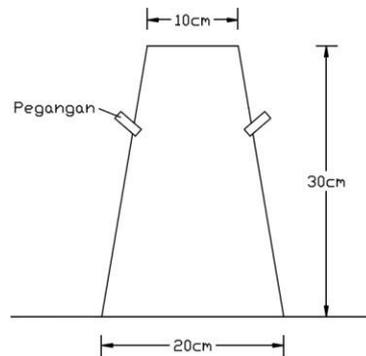
##### d. Bentuk butiran agregat kasar

Agregat berbentuk bulat-bulat lebih mudah untuk dikerjakan.

e. Cara pemadatan dan alat pemadat.

Bila cara pemadatan dilakukan dengan alat getar maka diperlukan tingkat kelecakan yang berbeda, sehingga diperlukan jumlah air yang lebih sedikit daripada jika dipadatkan dengan tangan.

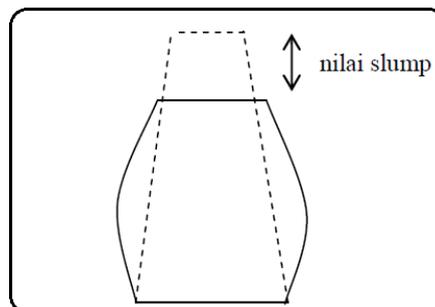
Konsistensi/kelecakan adukan beton dapat diperiksa melalui pengujian *slump* yang didasarkan pada SNI 03-1972-1990 atau ASTM C.143. Percobaan ini menggunakan corong baja yang berbentuk konus berlubang pada kedua ujungnya (kerucut Abrams). Bagian bawah berdiameter 20 cm, bagian atas berdiameter 10 cm, dan tinggi 30 cm, dilengkapi pegangan untuk mengangkat beton segar, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1: Kerucut Abrams

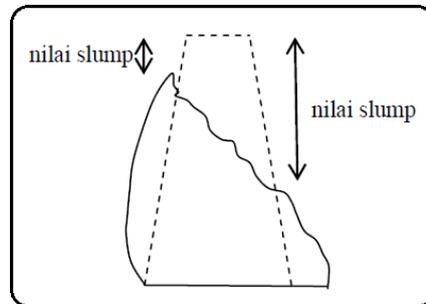
Ada tiga jenis slump yaitu *slump* sejati (*slump* sebenarnya), *slump* geser dan *slump* runtuh.

1. *Slump* sejati (sebenarnya) merupakan penurunan umum dan seragam tanpa ada adukan beton yang pecah, oleh karena itu dapat disebut *slump* yang sebenarnya. Nilai *slump* yang diambil adalah nilai penurunan minimum dari puncak kerucut.



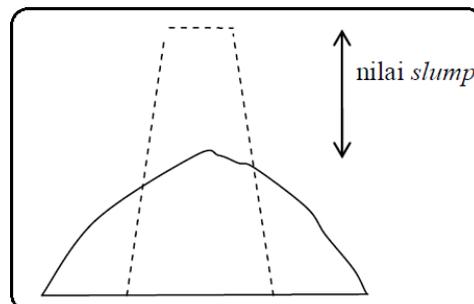
Gambar 2.2: *Slump* sejati (sebenarnya)

2. *Slump* geser terjadi bila sebagian puncaknya tergeser atau tergelincir ke bawah pada bidang miring. Nilai *slump* yang diambil ada dua yaitu dengan mengukur penurunan minimum dan penurunan rata-rata dari puncak kerucut.



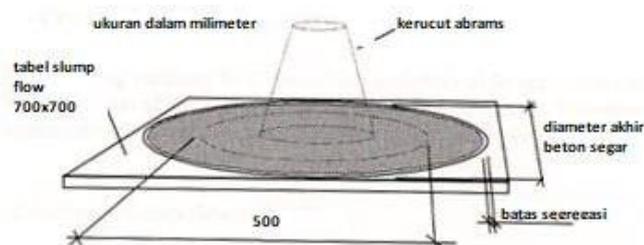
Gambar 2.3: *Slump* geser

3. *Slump* runtuh terjadi pada kerucut adukan beton dengan kondisi runtuh seluruhnya akibat adukan beton yang terlalu cair. Nilai yang diambil adalah nilai penurunan minimum dari puncak kerucut.



Gambar 2.4: *Slump* runtuh

4. Slump Flow dapat dipakai untuk menentukan “*filling ability*” baik dilaboratorium maupun dilapangan, dan dengan memakai alat ini dapat diperoleh kondisi workabilitas beton berdasarkan kemampuan penyebaran beton segar yang dinyatakan dalam besaran diameter.



Gambar 2.5: *Slump Flow*

## 2. Pemisahan Kerikil (*Segregation*)

Beton cair bisa dipandang sebagai suatu suspensi butir agregat di dalam matriks mortar semen. Bila kohesi tidak cukup untuk menahan partikel dalam suspensi maka akan terjadi segregasi. Campuran beton yang tersegregasi adalah sukar atau tidak mungkin dituang, tidak seragam, sehingga kualitasnya jelek.

Segregasi dapat terjadi karena turunnya butiran ke bagian bawah dari beton segar, atau terpisahnya agregat kasar dari campuran, akibat cara penuangan dan pemadatan yang salah. Segregasi tidak bisa diujikan sebelumnya, hanya dapat dilihat semuanya terjadi.

Menurut Nugraha dan Antoni (2007) ada beberapa faktor yang menyebabkan segregasi yaitu :

- a. Ukuran partikel yang lebih besar dari 25 mm.
- b. Berat jenis agregat kasar yang berbeda dengan agregat halus.
- c. Kurangnya jumlah material halus dalam campuran.
- d. Bentuk butir yang tidak rata dan tidak bulat.
- e. Campuran yang terlalu basah atau terlalu kering.

Segregasi mengakibatkan mutu beton menjadi berkurang. Untuk mengurangi kecenderungan pemisahan agregat tersebut, dapat dilakukan upaya-upaya sebagai berikut :

- a. Mengurangi jumlah air yang digunakan.
- b. Adukan beton jangan dijatuhkan dengan ketinggian yang terlalu besar.
- c. Cara mengangkut, penuangan maupun pemadatan harus dilakukan dengan cara yang benar.

## 3. Pemisahan Air (*Bleeding*)

*Bleeding* adalah pengeluaran air dari adukan beton yang disebabkan oleh pelepasan air dari pasta semen. Sesaat setelah dicetak, air yang terkandung di dalam beton segar cenderung untuk naik ke permukaan. Adapun penyebab *bleeding* menurut Neville (1987) adalah ketidakmampuan bahan padat campuran untuk menangkap air pencampur.

Ketika *bleeding* sedang berlangsung, air campuran terjebak di dalam kantung-kantung yang terbentuk antara agregat dan pasta semen. Sesudah *bleeding*

selesai dan beton mengeras, kantung-kantung menjadi kering. Akibatnya apabila ada tekanan, kantung-kantung tersebut menjadi penyebab mudahnya retak pada beton. Menurut Mulyono (2003) pemisahan air (*bleeding*) dapat dikurangi dengan cara:

- a. Memberi lebih banyak semen
- b. Menggunakan air sedikit mungkin.
- c. Menggunakan butir halus lebih banyak.
- d. Memasukan sedikit udara dalam adukan untuk beton khusus.

### **2.3.2 Beton Keras**

Sifat-sifat beton yang telah mengeras mempunyai arti yang penting selama masa pemakaiannya. Sifat-sifat penting dari beton yang telah mengeras adalah kekuatan tekannya, modulus elastisitas beton, ketahanan beton (*durability*), *permeability* dan penyusutan.

#### **2.3.2.1 Kuat Tekan Beton**

Kuat tekan beton merupakan sifat yang paling penting dalam beton keras, dan umumnya dipertimbangkan dalam perencanaan campuran beton. Kuat tekan beton umur 28 hari berkisar antara 10-65 MPa. Untuk struktur beton bertulang pada umumnya menggunakan beton dengan kekuatan berkisar 17-30 MPa, sedangkan untuk beton prategang berkisar 30-45 MPa. Untuk keadaan dan keperluan struktur khusus, beton ready mix sanggup mencapai nilai kuat tekan 62 MPa dan untuk memproduksi beton kuat tinggi tersebut umumnya dilaksanakan dengan pengawasan ketat dalam laboratorium (Dipohusodo, 1994).

Benda uji yang digunakan untuk pengujian beton mutu tinggi ialah silinder dengan diameter 10cm dengan tinggi 20cm dengan faktor koreksi sebesar 1.04 sesuai dengan Standart Nasional Indonesia 1974:2011.

Beberapa faktor seperti ukuran dan bentuk agregat, jumlah pemakaian semen, jumlah pemakaian air, proporsi campuran beton, perawatan beton (*curing*), usia beton ukuran dan bentuk sampel, dapat mempengaruhi kekuatan tekan beton.

Kekuatan tekan benda uji beton dihitung dengan rumus :

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (2.1)$$

dengan :  $f'c$  : kekuatan tekan ( $\text{kg/cm}^2$ )

P : beban tekan (kg)

A : luas permukaan benda uji ( $\text{cm}^2$ )

Kuat tekan beton dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu faktor air semen (*water cement ratio* =  $w/c$ ), sifat dan jenis agregat, jenis campuran, kelecakan (*workability*), perawatan (*curing*) beton dan umur beton.

### 1. Faktor Air semen

Faktor air semen (*water cement ratio* =  $w/c$ ) sangat mempengaruhi kuat tekan beton. Semakin kecil nilai  $w/c$  nya maka jumlah airnya sedikit yang akan menghasilkan kuat tekan beton yang besar.

D.A Abrams pada tahun 1918 menyatakan bahwa untuk material yang diberikan, kekuatan beton hanya tergantung pada satu faktor saja, yaitu faktor air semen dari pasta. Ini dinyatakan dengan rumus:

$$f'c = \frac{A}{B \left(\frac{w}{c}\right)} \quad (2.2)$$

Dimana:  $f'c$  = kuat tekan pada umur tertentu

A = Konstanta Empiris

B = Konstanta tergantung sifat semen, dan

$w/c$  = Faktor air semen.

### 2. Sifat dan jenis agregat

Sifat dan jenis agregat yang digunakan juga berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Semakin tinggi tingkat kekerasan agregat yang digunakan akan dihasilkan kuat tekan beton yang tinggi. Selain itu susunan besar butiran agregat yang baik dan tidak seragam dapat memungkinkan terjadinya interaksi antar butir sehingga rongga antar agregat dalam kondisi optimum yang menghasilkan beton padat dan kuat tekan yang tinggi.

### 3. Jenis Campuran

Jenis campuran beton akan mempengaruhi kuat tekan beton. Jumlah pasta semen harus cukup untuk melumasi seluruh permukaan butiran

agregat dan mengisi rongga-rongga diantara agregat sehingga dihasilkan beton dengan kuat tekan yang diinginkan.

#### 4. Perawatan (*curing*)

Untuk memperoleh beton dengan kekuatan seperti yang diinginkan, maka beton yang masih muda perlu dilakukan perawatan dengan tujuan agar proses hidrasi pada semen berjalan dengan sempurna. Pada proses hidrasi semen dibutuhkan kondisi dengan kelembaban tertentu. Apabila beton terlalu cepat mengering, akan timbul retak-retak pada permukaannya. Retak-retak ini akan menyebabkan kekuatan beton turun, juga akibat kegagalan mencapai reaksi hidrasi kimiawi penuh.

#### 5. Umur Beton

Kuat tekan beton mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya umur beton. Kuat tekan beton dianggap mencapai 100 % setelah beton berumur 28 hari.

### **2.3.2.2 Nilai Absorpsi Beton**

Absorpsi merupakan salah satu tolak ukur yang dapat dijadikan pedoman apakah beton nantinya dari segi keawetan dapat diandalkan atau tidak. Penurunan nilai absorpsi akan meningkatkan kuat tekan beton sebesar 3% pada beton yang menggunakan fly ash sebagai substitusi semen (Maryoto, 2009).

Pada hidrasi semen dengan derajat yang sama, permeabilitas akan menurun pada faktor air semen yang rendah. Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya Absorpsi pada beton (Syamsuddin, dkk, 2011), antara lain :

##### a. Faktor air semen.

Besarnya kadar air yang ada dalam campuran beton ditentukan oleh faktor air semen, adanya faktor air semen yang tinggi, maka kadar air yang ada pada campuran beton juga tinggi dan hal ini dapat mengakibatkan absorpsi beton yang besar pula.

##### b. Susunan Butir (Gradasi) Agregat.

Pada beton yang menggunakan bahan agregat yang bergradasi baik, umumnya mempunyai nilai absorpsi yang relatif lebih kecil dibandingkan dengan beton yang menggunakan agregat bergradasi kurang baik. Celah-celah

yang ada diantara butiran yang lebih besar dapat terisi oleh butiran yang berukuran kecil dan dapat membentuk massa yang padat setelah dicampur dengan semen dan air. Dengan demikian dapat memperkecil kemungkinan terbentuknya rongga-rongga untuk diisi air sisa proses hidrasi.

Untuk pengukuran penyerapan air beton, mengacu pada standar SNI 03-6433-2000 (Metode pengujian kerapatan, penyerapan dan rongga dalam beton yang telah mengeras) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Absorpsi = \left(\frac{B-A}{A}\right) \times 100\% \quad (2.3)$$

Keterangan :

A = Massa benda kering (kg)

B = Massa benda dalam kondisi jenuh (kg)

## 2.4 Penelitian Terdahulu

### 1. Endang Kasiati, Boedi Wibowo, Endang Sri Sukaptini (2012)

Bahan pasir untuk campuran beton bisa digantikan dengan bermacam macam bahan lain ,tentunya dipilih yang paling efektif dan menguntungkan,salah satunya adalah pasir limbah dari hasil moulding atau cetakan besi cor di Gresik. Pada penelitian ini dicoba pengaruh komposisi campuran pasir silika yang berasal dari Tuban dan pasir limbah untuk mendapatkan kuat tekan optimum pada beton. Untuk itu dibuat benda uji beton silinder diameter 15 cm , tinggi 30 cm dengan kuat tekan rencana 30 MPa. Variasi komposisi campuran pasir silika dan pasir limbah 0%, 25%, 50%, 75%, 100%, dengan menggunakan variasi faktor air semen (FAS) 0.4, 0.5, dan 0.6, serta dicampurkan dengan fly ash sebesar 20%. Dari hasil penelitian didapatkan hasil kuat tekan variasi campuran pasir silika dengan pasir limbah yang memenuhi kuat tekan rencana adalah pada FAS 0,6 didapat campuran pasir silika 100% dengan kuat tekan 239,71 kg/cm<sup>2</sup> ; FAS 0,5 didapat campuran 343,26 kg/cm<sup>2</sup> dan pada FAS 0,6 didapat 409,21 kg/cm<sup>2</sup> pada umur beton 28 hari.

### 2. Elia Hunggurami,Partogi H. Simatupang,Alfred L. Lori (2015)

Keterbatasan material beton dalam hal ini agregat halus (pasir) di berbagai daerah masih menjadi kendala utama, sehingga menyebabkan masyarakat menggunakan hasil alam lainnya sebagai pengganti pasir. Salah satunya di desa Buraen Kabupaten Kupang yang dimana masyarakat desa Buraen Kabupaten Kupang sering menggunakan tanah putih sebagai bahan pengganti pasir dalam campuran beton.

Penggunaan tanah putih ini tentunya akan berpengaruh pada campuran beton dan kualitas dari beton yang di hasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan dan pengaruh tanah putih terhadap kualitas beton. Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah silinder beton dengan ukuran diameter 15 cm, tinggi 30 cm untuk uji kuat tekan dan uji keausan beton sebanyak 45 sampel. Di mana sampel tersebut akan diuji dalam 3 waktu, yaitu 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Sampel – sampel tersebut akan diberi 5 perlakuan persentase pergantian tanah putih terhadap pasir yakni 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%. Kuat tekan rencana yang ditetapkan adalah sebesar 20 MPa. Penggunaan tanah putih berdasarkan hasil pengujian dan pemeriksaan bahan menyatakan bahwa untuk pemeriksaan kadar lempung tanah putih ini tidak layak untuk digunakan secara langsung tetapi harus dicuci terlebih dahulu.

Kuat tekan beton yang dihasilkan pada umur 28 hari dengan menggunakan tanah putih sebagai pengganti agregat halus beton pada persentase 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% tanah putih berturut-turut sebesar 20.10 MPa, 21.04 MPa, 22.65 MPa, 16.51 MPa, 4.44 MPa. Sedangkan pada pengujian keausan beton pada persentase pergantian 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% tanah putih berturut-turut nilai keausannya sebesar 37.98%, 42.85%, 40.90%, 45.95%, dan 52.08%. Persentase optimum tanah putih yang dapat digunakan sebagai bahan pengganti agregat halus beton adalah pada persentase 50%.

### 3. Joedono, Mudji Wahyudi

Pasir laut dimungkinkan untuk digunakan dengan mengadakan perlakuan khusus, yaitu dengan mencuci dengan air tawar sehingga kandungan garamnya dapat berkurang. Pada penelitian ini mencoba untuk menggabungkan pasir laut dan pasir silika sebagai agregat halus pada pembuatan campuran beton dalam upaya peningkatan mutu beton.

Pasir pantai diambil dari pantai Tanjung Karang dan pasir silika berasal dari Lombok Timur. Beton direncanakan diuji pada umur 28, 60, dan 90 hari. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm, dan tinggi 30 cm. Persentase pasir silika : pasir pantai adalah (15:85)%, (25:75)%, (50:50)%, dan (75:25)%. Untuk mengetahui kekuatan beton, dilakukan pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Modulus Kehalusan agregat halus yaitu kombinasi pasir pantai dan pasir silika adalah 2,9. Dari hasil pengujian, diperoleh kuat tekan beton optimum sebesar 25,654 MPa pada benda uji dengan komposisi 15% pasir silika terhadap pasir laut, dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 10,573% dari beton normal, sedangkan kuat tekan beton terendah diperoleh benda uji dengan komposisi 100% pasir silika sebesar 22,541 MPa, lebih rendah dari kuat tekan beton normal sebesar 23,201 MPa, pada umur pengujian 28 hari.

Untuk hasil pengujian kuat tarik belah optimum diperoleh benda uji dengan komposisi 15% pasir silika terhadap pasir laut sebesar 3,678 MPa, dapat meningkatkan kuat tarik belah beton sebesar 30,011% dari beton normal, sedangkan kuat tarik belah beton terendah diperoleh benda uji dengan komposisi 100% pasir silika sebesar 24,52 MPa, lebih rendah dari kuat tarik belah beton normal sebesar 28,29 MPa, pada umur pengujian 28 hari.

Jika hanya ditinjau dari penggunaan pasir silika 100% memiliki kuat tekan 22,541 MPa pada umur 28 hari, kuat tekan 24,427 MPa pada umur 60 hari, dan kuat tekan 25,559 MPa untuk 90 hari.

#### 4. Faseyemi Victor Ajileye (2012)

Sekarang ini kita perlu melihat cara untuk mengurangi biaya bahan bangunan, khususnya semen saat ini begitu tinggi yang hanya orang mampu dan pemerintah yang mampu melakukan konstruksi yang baik. Studi telah dilakukan untuk menyelidiki kemungkinan memanfaatkan berbagai material sebagai material pengganti parsial untuk semen dalam produksi dari beton. Penelitian ini meneliti sifat kekuatan beton silika fume. Berat jenis dan komposisi kimia dari silika fume dan semen diganti dengan micro silika dengan substitusi 0%,5%,10%,15%,20%, dan 25% terhadap berat semen Menggunakan benda uji kubus (150 x 150 x 150 mm) dan di curing dalam tangki pengawet untuk 3, 7, 14 dan 28 hari.

Kuat tekan tertinggi didapat untuk substitusi 10% microsilika terhadap semen yaitu 30,57 MPa untuk 3 hari, 38,26 MPa untuk 7 hari, 44,72 MPa untuk 14 hari dan 48,75 MPa untuk 28 hari.

## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah kajian eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Departemen Teknik Sipil Universitas Muhamadiyah Sumatera Utara.

Tabel 3.1 Jumlah benda uji, dan komposisi perbandingan agregat halus

Variasi	Persentase Komposisi Agregat Halus (%)		Umur Benda Uji (Hari)	Jumlah Benda Uji
	Pasir Normal	Pasir Silika		
I	100	0	28	3
II	75	25	28	3
III	50	50	28	3
IV	25	75	28	3
V	0	100	28	3
Jumlah				15

Tabel 3.2 Persentase Campuran Beton

Pasir Silika (%)	Kerikil (%)	Pasir (%)	Air (%)	Semen(%)	Total Campuran (%)
0	39,5	28,2	7,29	25,01	100
7,05	39,5	21,15	7,29	25,01	100
14,1	39,5	14,1	7,29	25,01	100
21,15	39,5	7,05	7,29	25,01	100
28,2	39,5	0	7,29	25,01	100

Tabel 3.3 Perbandingan Campuran Beton

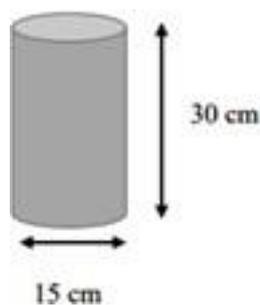
Pasir Silika (%)	Kerikil (%)	Pasir (%)	Air (%)	Semen(%)
0	1,6	1,1	0,3	1
0,3	1,6	0,8	0,3	1
0,55	1,6	0,55	0,3	1
0,8	1,6	0,3	0,3	1

1,1	1,6	0	0,3	1
-----	-----	---	-----	---

Alat-alat yang digunakan di dalam penelitian ini antara lain:

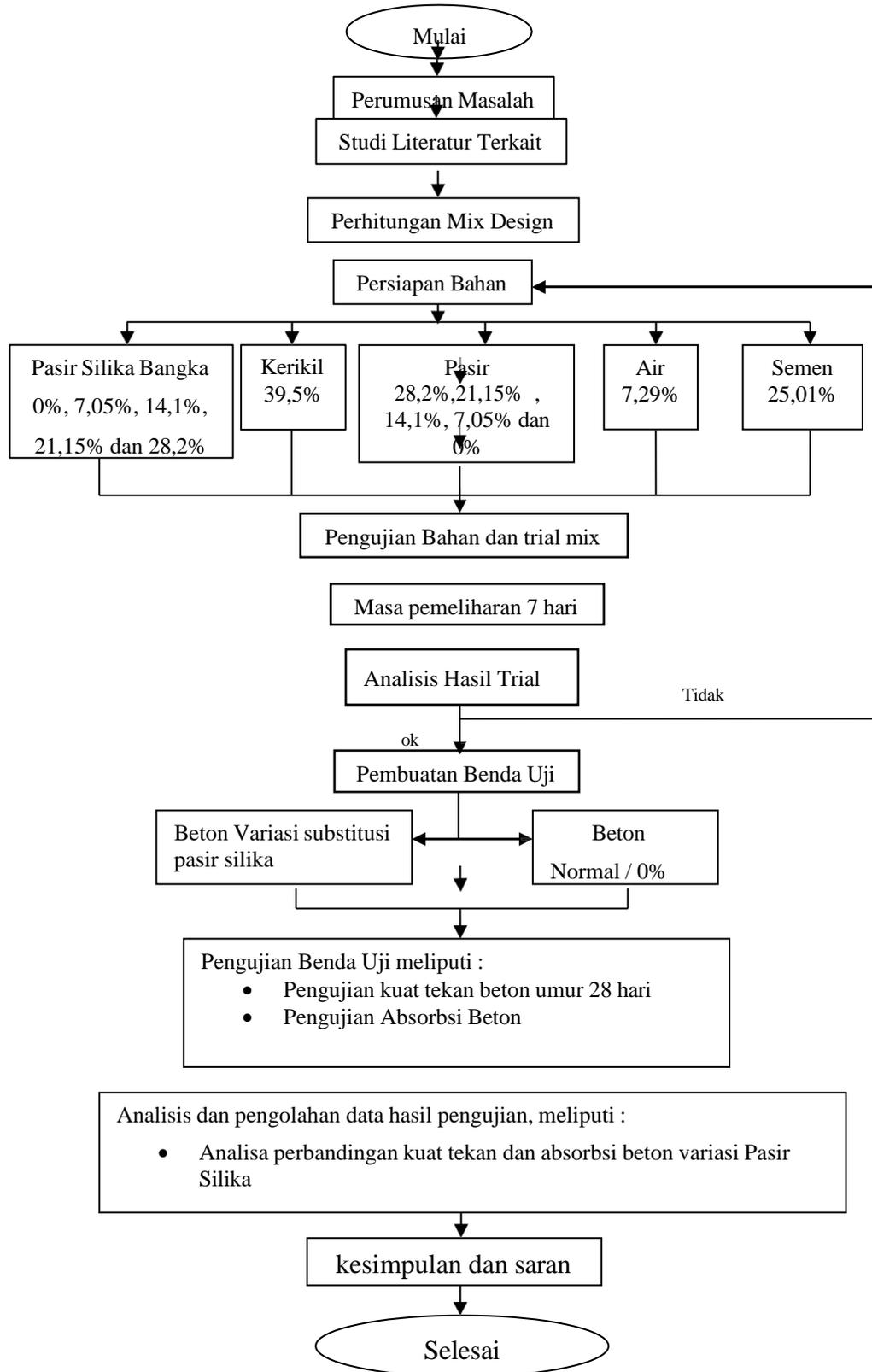
1. Satu set saringan untuk agregat halus dan agregat kasar.
2. Satu set alat untuk pemeriksaan berat jenis agregat halus dan kasar.
3. Timbangan Digital.
4. Alat pengaduk beton (molen).
5. Cetakan benda uji berbentuk silinder.
6. Alat kuat tekan (compression).
7. Kerucut Abrahams
8. Tongkat Penumbuk
9. Sekop Besar
10. Gelas Ukur
11. Ember
12. Sendok Semen
13. Pan
14. Kain Lap
15. Oven

Penelitian dimulai pada bulan April sampai selesai. Penelitian akan dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara



Gambar 3.1: Benda Uji Silinder

### 3.2 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

### 3.3 Bahan Penyusun Beton

Bahan penyusun beton terdiri dari semen portland, agregat halus, agregat kasar dan air. Sering pula ditambah bahan campuran tambahan yang sangat bervariasi atau substitusi bahan penyusunnya untuk mendapatkan sifat-sifat beton yang diinginkan. Biasanya perbandingan campuran yang digunakan adalah perbandingan jumlah bahan penyusun beton yang lebih ekonomis dan efektif. Pada penelitian ini digunakan bahan pasir silika sebagai substitusi terhadap agregat halus.

#### 3.3.1 Semen Portland

Semen yang dipakai dalam penelitian ini adalah semen *Ordinary Portland Cement* (OPC) tipe I yang diproduksi oleh PT. SEMEN INDONESIA yaitu Semen Padang dalam kemasan 1 zak 50 kg.



Sumber : <http://www.semenpadang.co.id/?mod=produk&kat=&id=6>

Gambar 3.3: Semen portland tipe I

#### 3.3.2 Agregat Halus

Index properties dari material dalam perencanaan beton mutu tinggi haruslah index properties yang masuk dalam kategori yang terbaik. Untuk mencapai index properties material yang diinginkan maka perlu dilakukan suatu usaha yang dapat meningkatkan mutu dari material tersebut. Dalam penelitian kali ini agregat halus yang digunakan melalui tahapan pembersihan lumpur dan liat melalui penyucian dengan ayakan no.200. Agregat halus (pasir) yang dipakai dalam campuran beton melalui pemeriksaan, meliputi:

- Analisa ayakan pasir
- Pemeriksaan kadar lumpur (pencucian pasir lewat ayakan no. 200)
- Pemeriksaan kandungan organik (*colorometric test*)
- Pemeriksaan kadar liat (*clay lump*)
- Pemeriksaan berat isi pasir
- Pemeriksaan berat jenis dan absorpsi pasir

##### 3.2.2.1 Pasir

Agregat halus (pasir) yang dipakai dalam penelitian ini diperoleh dari PT Gurning, Jalan Megawati Binjai. Pemeriksaan karakteristik material dilakukan berdasarkan ASTM C 136-84a (Pemeriksaan Analisa Ayakan Pasir), ASTM C128-88 (Pemeriksaan Berat Jenis dan Absorpsi Pasir), ASTM C177-90 (Pemeriksaan Kadar Lumpur dan Kadar Liat Pasir), ASTM C 40 – 84C (Pengujian Colorimetric Kandungan Bahan Organik Agregat Halus) dan ASTM C29M-90 (Pemeriksaan Berat Isi Pasir).

### **Analisa Ayakan Pasir**

#### **a. Tujuan:**

untuk memeriksa penyebaran butiran (gradasi) dan menentukan nilai modulus kehalusan pasir (FM)

#### **b. Hasil pemeriksaan:**

Modulus kehalusan pasir (FM) :2,68

Pasir dapat dikategorikan pasir Sedang.

#### **c. Pedoman:**

$$FM = \frac{\% \text{ Kumulatif tertahan hingga ayakan } 0.15 \text{ mm}}{100}$$

Berdasarkan ASTM C 136-84a nilai modulus kehalusan (FM), agregat halus dibagi dalam beberapa kelas, yaitu :

- Pasir halus : 2.20 < FM < 2.60
- Pasir sedang : 2.60 < FM < 2.90
- Pasir kasar : 2.90 < FM < 3.20

### **Pemeriksaan Kadar Lumpur (Pencucian Pasir Lewat Ayakan No.200)**

#### **a. Tujuan :**

Untuk memeriksa kandungan lumpur pada pasir.

#### **b. Hasil pemeriksaan :**

Kandungan lumpur : 2,3% < 5% , memenuhi persyaratan.

#### **c. Pedoman :**

$$\text{Kadar Lumpur (\%)} = \frac{\text{Berat Awal (gr)} - \text{Berat Kering (gr)}}{\text{Berat Awal (gr)}} \times 100\%$$

Berdasarkan ASTM C177-90 kandungan Lumpur yang terdapat pada agregat halus tidak dibenarkan melebihi 5% (dari berat kering). Apabila kadar lumpur melebihi 5% maka pasir harus dicuci.

### **Pemeriksaan Kandungan Organik**

**a. Tujuan :**

Untuk memeriksa kadar bahan organik yang terkandung di dalam pasir.

**b. Hasil pemeriksaan :**

Warna kuning terang (standar warna No.3), memenuhi persyaratan.

**c. Pedoman :**

Berdasarkan ASTM C40 – 84C standar warna No.3 adalah batas yang menentukan apakah kadar bahan organik pada pasir lebih kurang dari yang disyaratkan.

### **Pemeriksaan Clay Lump Pada Pasir**

**a. Tujuan :**

Untuk memeriksa kandungan liat pada pasir.

**b. Hasil pemeriksaan :**

Kandungan liat  $0,62\% < 1\%$  , memenuhi persyaratan

**c. Pedoman :**

$$\% \text{ kadar liat} = \frac{\text{berat pasir awal (gr)} - \text{berat pasir setelah dioven (gr)}}{\text{berat pasir setelah dioven (gr)}} \times 100\%$$

Berdasarkan ASTM C177-90 (Pemeriksaan Kadar Lumpur dan Kadar Liat Pasir), kandungan liat yang terdapat pada agregat halus tidak boleh melebihi 1% (dari berat kering). Apabila kadar liat melebihi 1% maka pasir harus dicuci.

### **Pemeriksaan Berat Isi Pasir**

**a. Tujuan :**

Untuk menentukan berat isi (*unit weight*) pasir dalam keadaan padat dan longgar.

**b. Hasil pemeriksaan :**

Berat isi keadaan rojok / padat :  $1507,13 \text{ kg/m}^3$

Berat isi keadaan longgar :  $1435,89 \text{ kg/m}^3$

**c. Pedoman :**

$$\text{Berat Isi} = \frac{\text{Berat Pasir (kg)}}{\text{Volume atau Berat Isi Air pada suhu tertentu (m}^3\text{)}}$$

Dari hasil pemeriksaan diketahui bahwa berat isi pasir dengan cara merojok lebih besar daripada berat isi pasir dengan cara menyiram, hal ini berarti bahwa pasir akan lebih padat bila dirojok daripada disiram. Dengan mengetahui berat isi pasir maka kita dapat mengetahui berat pasir dengan hanya mengetahui volumenya saja. Pengujian berdasarkan ASTM C29M-90 (Pemeriksaan Berat Isi Pasir).

### **Pemeriksaan Berat Jenis dan Absorpsi Pasir**

#### **a. Tujuan :**

Untuk menentukan berat jenis (*specific gravity*) dan penyerapan air (*absorpsi*) pasir.

#### **b. Hasil pemeriksaan :**

- Berat jenis SSD : 2,36
- Berat jenis kering : 2,26
- Berat jenis semu : 2,50
- Absorpsi : 4,28 %

#### **c. Pedoman :**

- Berat jenis SSD :  $\frac{A}{B+500-C}$
- Berat jenis kering :  $\frac{500}{B+500-C}$
- Berat jenis semu :  $\frac{A}{B+A-C}$
- Absorpsi :  $\frac{500-A}{A} \times 100\%$

Dimana : A = berat pasir dalam keadaan kering (gr)

B = berat piknometer berisi air (gr)

C = berat piknometer berisi air + pasir (gr)

Berat jenis SSD merupakan perbandingan antara berat pasir dalam keadaan SSD dengan volume pasir dalam keadaan SSD. Keadaan SSD (*Saturated Surface Dry*) di mana permukaan pasir jenuh dengan uap air sedangkan dalamnya kering, keadaan pasir kering di mana pori-pori pasir berisikan udara tanpa air dengan kandungan air sama dengan nol, sedangkan keadaan semu di mana pasir basah total dengan pori-pori penuh air. Absorpsi atau penyerapan

air adalah persentase dari berat pasir yang hilang terhadap berat pasir kering di mana absorpsi terjadi dari keadaan SSD sampai kering.

Hasil pengujian harus memenuhi syarat ASTM C128-88 :

Berat jenis kering < berat jenis SSD < berat jenis semu.

### 3.2.2.2 Pasir Silika

Agregat halus (pasir) yang dipakai dalam penelitian ini diperoleh dari PT Gurning, Jalan Megawati Binjai. Pemeriksaan karakteristik material dilakukan berdasarkan ASTM C 136-84a (Pemeriksaan Analisa Ayakan Pasir), ASTM C128-88 (Pemeriksaan Berat Jenis dan Absorpsi Pasir), ASTM C177-90 (Pemeriksaan Kadar Lumpur dan Kadar Liat Pasir), dan ASTM C 137-71 (Pemeriksaan Berat Isi Pasir).

Tabel 3.4 Pemeriksaan Karakteristik Pasir Silika

No.	Jenis Pemeriksaan	Pasir Silika
		80-100 mesh
1	Analisa Ayakan	FM = 1,63
2	Kadar Lumpur	4,8 %
3	Kandungan Organik	Standar warna No.3
4	Clay Lump	1,99% (harus dicuci)
5	Berat Isi	keadaan rojok / padat: 1757,63 kg/m <sup>3</sup> keadaan longgar : 1689,90 kg/m <sup>3</sup>
6	Berat Jenis dan Absorpsi	Berat jenis SSD : 2,28 Berat jenis kering : 2,11 Berat jenis semu : 2,54 Absorpsi : 8,00 %

### 3.3.3 Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam perancangan beton mutu tinggi adalah Batu Pecah. Untuk mencapai tujuan dari penelitian, ukuran diameter agregat kasar (Batu Pecah) yang digunakan adalah agregat lolos ayakan no.15.

Pencucian agregat juga terlebih dahulu dilakukan demi mencapai *index properties* yang baik dari material yang digunakan. Pencucian dimaksudkan untuk meminimalisasi lumpur maupun liat yang mungkin terdapat pada material dan dapat menurunkan mutu rencana dari beton.

Pemeriksaan yang dilakukan pada agregat kasar meliputi:

- a. Analisa ayakan batu pecah
- b. Pemeriksaan kadar lumpur (pencucian lewat ayakan No.200)
- c. Pemeriksaan berat isi batu pecah
- d. Pemeriksaan berat jenis dan absorpsi dan batu pecah

### **Analisa Ayakan Batu Pecah**

#### **a. Tujuan :**

Untuk memeriksa penyebaran butiran (gradasi) dan menentukan nilai modulus kehalusan (*fineness modulus* / FM) kerikil.

#### **a. Hasil pemeriksaan :**

FM : 5.87

$5.5 < 5.87 < 7.5$  , memenuhi persyaratan.

#### **c. Pedoman :**

$$FM = \frac{\% \text{ kumulatif tertahan hingga ayakan } 0.150 \text{ mm}}{100}$$

Berdasarkan ASTM C 136-84a agregat kasar untuk campuran beton adalah agregat kasar dengan modulus kehalusan (FM) antara 5.5 sampai 7.5.

### **Pemeriksaan Kadar Lumpur (Pencucian Batu Pecah Lewat Ayakan no.200)**

#### **a. Tujuan :**

Untuk memeriksa kandungan lumpur pada kerikil.

#### **b. Hasil pemeriksaan :**

Kandungan lumpur :  $1\% < 1\%$  , tidak memenuhi persyaratan. (harus dicuci)

#### **c. Pedoman :**

$$\text{Kadar Lumpur (\%)} = \frac{\text{Berat Awal (gr)} - \text{Berat Kering (gr)}}{\text{Berat Awal (gr)}} \times 100\%$$

Berdasarkan ASTM C 117 – 90 kandungan Lumpur yang terdapat pada agregat kasar tidak dibenarkan melebihi 1% (ditentukan dari berat kering). Apabila kadar lumpur melebihi 1% maka pasir harus dicuci.

## Pemeriksaan Berat Isi Batu Pecah

### a. Tujuan :

Untuk memeriksa berat isi (*unit weight*) agregat kasar dalam keadaan padat dan longgar.

### b. Hasil pemeriksaan :

Berat isi keadaan rojok / padat : 1337,80 kg/m<sup>3</sup>

Berat isi keadaan longgar : 1313,16 kg/m<sup>3</sup>

### c. Pedoman :

$$\text{Berat Isi} = \frac{\text{Berat Batu Pecah (kg)}}{\text{Volume atau Berat Isi Air pada suhu tertentu (m}^3\text{)}}$$

Dari hasil pemeriksaan diketahui bahwa berat isi batu pecah dengan cara merojok lebih besar daripada berat isi dengan cara menyiram, hal ini berarti bahwa kerikil akan lebih padat bila dirojok daripada disiram. Dengan mengetahui berat isi batu pecah maka kita dapat mengetahui berat batu pecah dengan hanya mengetahui volumenya saja.

## Pemeriksaan Berat Jenis dan Absorpsi Batu Pecah

### a. Tujuan :

Untuk menentukan berat jenis (*specific gravity*) dan penyerapan air (absorpsi) batu pecah.

### b. Hasil pemeriksaan :

- Berat jenis SSD : 2,62
- Berat jenis kering : 2,58
- Berat jenis semu : 2,69
- Absorpsi : 1.63 %

### c. Pedoman :

- Berat jenis SSD :  $\frac{B}{B-C}$
- Berat jenis kering :  $\frac{A}{B-C}$
- Berat jenis semu :  $\frac{A}{A-C}$
- Absorpsi :  $\frac{B-A}{A} \times 100\%$

Dimana : A = berat agregat dalam keadaan kering (gr)

B = berat agregat dalam keadaan SSD (gr)

C = berat agregat dalam air (gr)

Berat jenis SSD merupakan perbandingan antara berat batu pecah dalam keadaan SSD dengan volume batu pecah dalam keadaan SSD. Keadaan SSD (*Saturated Surface Dry*) di mana permukaan batu pecah jenuh dengan uap air, keadaan batu pecah kering di manapori batu pecah berisikan udara tanpa air dengan kandungan air sama dengan nol, sedangkan keadaan semu di mana pasir basah total dengan pori penuh air. Absorpsi atau penyerapan air adalah persentase dari berat batu pecah yang hilang terhadap berat batu pecah kering, di mana absorpsi terjadi dari keadaan SSD sampai kering.

Hasil pengujian harus memenuhi ASTM C 127 – 88 :

Berat jenis kering < berat jenis SSD < berat jenis semu.

### **3.3.4 Air**

Air yang digunakan dalam pembuatan sampel adalah air yang berasal dari sumber air yang bersih. Secara pengamatan visual air yang dapat pembuatan beton yaitu air yang jernih, tidak berwarna dan tidak mengandung kotoran-kotoran seperti minyak dan zat organik lainnya. Dalam penelitian ini air yang dipakai adalah berasal dari PDAM Tirtanadi.

### **3.4 Pembuatan Benda Uji**

Pembuatan benda uji terdiri dari berbagai macam variasi campuran untuk percobaan. Setelah semua bahan selesai disediakan, hidupkan mesin molen dan masukkan air kedalamnya yang berfungsi untuk membasahi mesin tersebut supaya adukan beton yang sebenarnya tidak berkurang. Setelah  $\pm 30$  detik, air didalam molen dibuang. Langkah pertama yang dilakukan adalah memasukkan pasir, semen, pasir silika dan batu pecah biarkan selama  $\pm 5$  menit supaya pasir, semen, pasir silika dan batu pecah tercampur rata.

Kemudian 80% dari total air dicampur dengan HRWR (sesuai dosis) lalu diaduk, dan dimasukkan secukupnya ke dalam molen secara menyebar, dengan tujuan agar campuran pasir, semen, pasir silika dan batu pecah tidak menimbulkan abu yang mengepul dan keluar dari molen. Setelah itu masukkan air secara bertahap

(sisa air 20%) sehingga terlihat campuran mulai mengalami penggumpalan. Setelah itu tunggu campuran beton hingga mencapai kondisi beton segar yang mengalir (*flow*).

Adukan yang sudah tercampur merata, dituangkan ke dalam sebuah pan besar yang tidak menyerap air, dan kemudian adukan diukur kekentalannya dengan menggunakan metode *slump Flow test* dari kerucut *Abrams-Harder*. Setelah pengukuran nilai *slump Flow*, campuran beton dimasukkan ke dalam cetakan silinder yang berukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 dengan cara dibagi dalam dua tahapan, dimana masing-masing tahapan diisi 1/2 bagian dari cetakan silinder dan lalu dipadatkan dengan menggunakan *vibrator*. Setelah umur beton 24 jam, cetakan silinder dibuka dan mulai dilakukan perawatan beton (*curing*) dengan cara direndam dalam bak perendaman sampai pada masa yang direncanakan untuk melakukan pengujian.

### **3.5 Pemeriksaan Nilai Slump Flow**

Adapun tahapan pengujian *slump Flow* berdasarkan BS EN 12350- 5 adalah sebagai berikut:

1. Kerucut diletakkan terpancung pada alas yang rata yang tidak menyerap air
2. Adukan beton dimasukkan kedalam kerucut hingga 1/2 bagian dari tinggi kerucut lalu dirojak 10 kali
3. Adukan beton dimasukkan lagi kedalam kerucut hingga penuh lalu dirojak 10 kali
4. Permukaan kerucut diratakan
5. Bersihkan daerah sekitar alas pengujian slump flow
6. Tunggu 30 detik dari saat permukaan kerucut di ratakan
7. Kerucut diangkat perlahan-lahan vertikal ke atas dalam jangka waktu 3-6 detik
8. Biarkan beton mengalir diatas alas permukaan pengujian slump flow
9. Ukur diameter terlebar dari penyebaran beton yang mengalir dan hasilnya dinamakan diameter 1, setelah itu ukur dari sumbu yang berbeda dan hasilnya di namakan diameter 2.



Gambar 3.4: Pengukuran diameter slump flow beton segar

### 3.6 Pengujian Sampel

Pengujian yang dilakukan terhadap tiap benda uji meliputi pengujian absorpsi beton dan kuat tekan beton.

#### 3.6.1 Pengujian Absorpsi Beton

Pengujian dilakukan pada umur beton 28 hari untuk tiap variasi beton masing-masing sebanyak 3 buah.

Adapun tahapan pengujian absorpsi silinder beton adalah sebagai berikut:

1. Keluarkan silinder beton dari *mould* kurang lebih 24 jam setelah pengecoran
2. Timbang benda uji silinder beton kering
3. Rendam benda uji silinder beton di dalam bak perendaman
4. Keluarkan benda uji dari bak perendaman setelah 28 hari direndam.
5. Lap benda uji hingga kering permukaan
6. Timbang benda uji silinder beton basah



Gambar 3.5: Benda Uji Ditimbang

### 3.6.2 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian dilakukan pada umur beton 7, 14 dan 28 hari untuk tiap variasi beton masing-masing. Sehari sebelum pengujian sesuai umur rencana, silinder beton dikeluarkan dari bak perendaman dan dikeringkan kurang lebih 24 jam.

Adapun tahapan pengujian kuat tekan silinder beton berdasarkan SNI 1974:2011 adalah sebagai berikut:

1. Keluarkan benda uji silinder yang akan diuji kekuatannya dari bak perendaman untuk tiap benda uji yang akan diuji kuat tekannya berdasarkan umur beton kemudian diamkan 1 hari agar benda uji berada dalam kondisi kering saat pengujian
2. Lelehkan mortar belerang dan letakkan kedalam cetakan pelapis.
3. Letakkan permukaan atas benda uji ke dalam cetakan pelapis secara tegak lurus dan diamkan selama beberapa detik sampai mortar belerang mengeras dan menempel pada permukaan atas benda uji. Lakukan pengapungan untuk kedua sisi beton.
4. Timbang benda uji
5. Letakkan benda uji pada mesin tekan *compression machine* secara sentris.
6. Hidupkan mesin tekan dengan penambahan beban yang konstan.
7. Lakukan pembebanan sampai jarum penunjuk beban tidak naik lagi dan menunjukkan bahwa beton tidak lagi memberi perlawanan terhadap kuat tekan yang diberikan dan catat angka yang ditunjukkan jarum penunjuk

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Nilai Slump Flow

Nilai *slump Flow* selalu dihubungkan dengan kemudahan pengerjaan beton (*workability*). *Slump Flow test* adalah pengujian yang digunakan untuk mengukur *workabilitas* beton segar, karena kelecakan beton segar sering diidentikkan dengan slumpnya. Pengujian *Slump Flow* mengacu kepada BS EN 12350 – 5. Unsur-unsur yang mempengaruhi nilai slump antara lain:

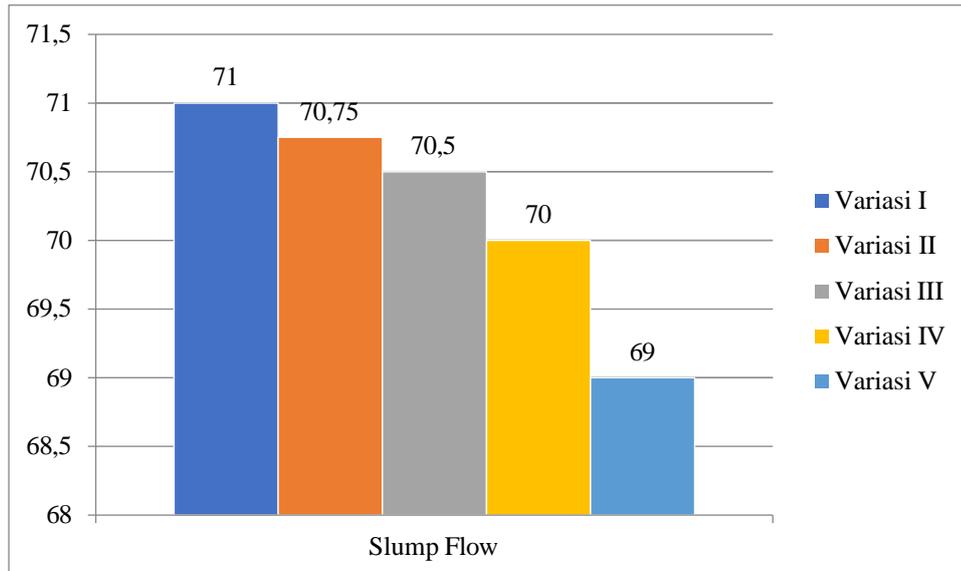
1. Gradasi dan bentuk permukaan agregat
2. Faktor air semen
3. Volume udara pada adukan beton
4. Karakteristik semen
5. Bahan tambahan

Hasil pengujian nilai *slump flow* untuk beton normal dan beton dengan variasi pasir silika dapat dilihat dalam table berikut.

Tabel 4.1 Hasil pengujian nilai slump flow beton segar

Variasi	Diameter 1 (cm)	Diameter 2 (cm)	Rata rata (cm)
I	69	73	71
II	69,5	72	70,75
III	70	71	70,5
IV	69	71	70

Dari Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa nilai *slump flow* dari kelima variasi beton menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan. Nilai *slump flow* yang tinggi di akibatkan oleh penggunaan Superplasticizer yang berfungsi untuk meningkatkan *workabilitas* beton segar. Pada benda uji variasi II mengalami *bleeding*, karena pada saat proses pencampuran air yang ditambahkan terlalu banyak sehingga kandungan air menyebabkan *slump* beton menjadi tinggi.



Gambar 4.1: Perbandingan nilai slump flow

#### 4.2 Nilai Absorpsi Silinder Beton

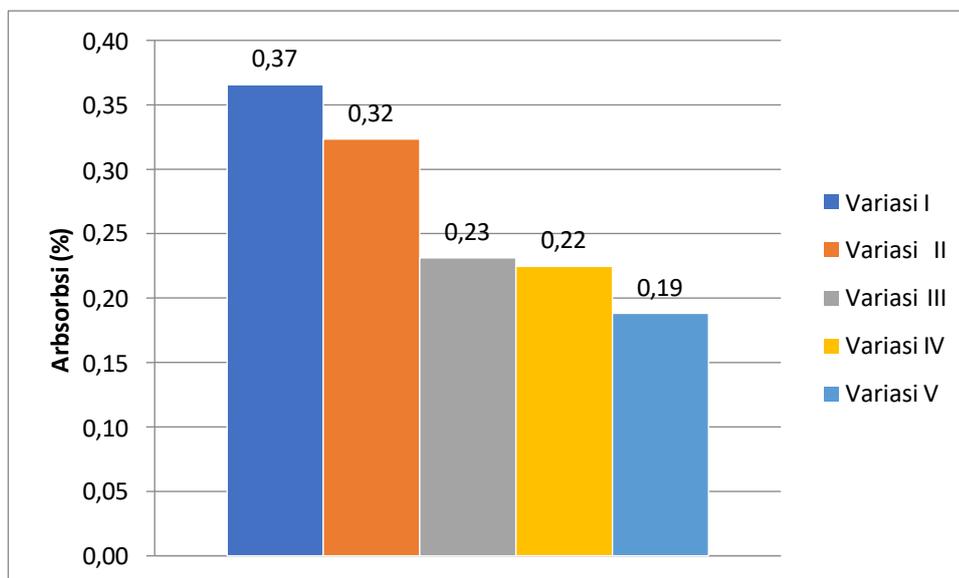
Nilai *absorpsi* atau daya serap air pada betonselalu dihubungkan dengan tingkat kepadatan dalam suatu campuran beton keras. Besar kecilnya penyerapan air oleh beton sangat di pengaruhi oleh rongga pada beton. Semakin banyak pori yang terkandung dalam beton maka akan semakin besar pula penyerapan sehingga ketahanan beton akan berkurang.

Hasil pengujian *absorpsi* beton variasi pasir silika dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.2 Perbandingan nilai absorpsi

No	Variasi	Umur Beton (Hari)	Berat Basah (kg)	Berat Kering	Absorpsi (%)	Rata-Rata
				(kg)		
1	I	28	13,238	13,184	0,41	0,37
2	I		13,110	13,062	0,37	
3	I		12,869	12,828	0,32	
4	II	28	12,684	12,643	0,32	0,32
5	II		12,642	12,601	0,33	

6	II		13,154	13,112	0,32	
7	III	28	13,367	13,339	0,21	0,23
8	III		13,055	13,026	0,22	
9	III		13,445	13,410	0,26	
10	IV	28	12,903	12,879	0,19	0,22
11	IV		12,620	12,585	0,28	
12	IV		12,908	12,881	0,21	
13	V	28	12,89	12,867	0,18	0,19
14	V		12,610	12,582	0,22	
15	V		12,901	12,880	0,16	



Gambar 4.2: Perbandingan nilai absorpsi beton

Dapat dilihat bahwa nilai *absorpsi* dari kelima variasi beton menunjukkan perbedaan yang signifikan. Nilai *absorpsi* yang rendah tersebut terjadi dikarenakan oleh material penyusun beton yang berukuran heterogen sehingga kepadatan beton maksimal sedangkan nilai *absorpsi* yang tinggi menyatakan lebih banyaknya pori-pori yang terdapat dalam beton.

### 4.3 Kuat Tekan Silinder Beton

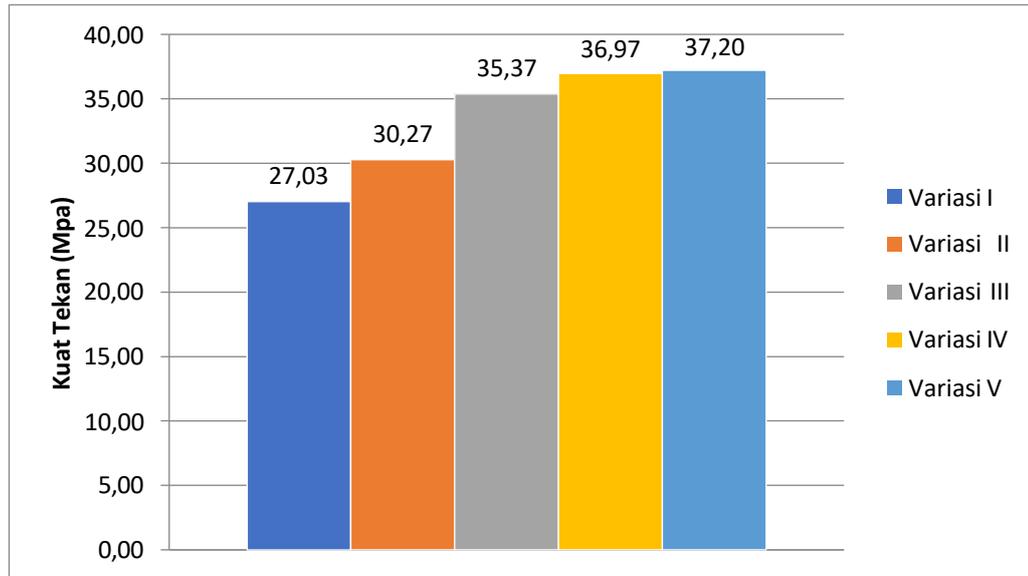
Pengujian dilakukan pada umur 28 hari, dan hasil kuat tekan yang tertera pada tabel merupakan hasil kuat tekan dengan ukuran benda uji diameter 15 cm dan tinggi 30 cm . Pengujian dilakukan berdasarkan SNI 1974 : 2011, Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder.

Hasil pengujian kuat tekan beton mutu tinggi untuk kelima variasi substitusi pasir silika terhadap agregat halus dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

No	Variasi	Umur Beton (Hari)	Berat Uji (kg)	Luas Penampang (cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Aktual (Mpa)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)
1	I	28	12,851	176,625	25,10	
2	I		12,403	176,625	28,40	27,03
3	I		12,038	176,625	27,60	
4	II	28	12,499	176,625	29,50	
5	II		12,852	176,625	30,70	30,27
6	II		13,095	176,625	30,60	
7	III	28	13,217	176,625	36,20	
8	III		12,838	176,625	38,90	35,37
9	III		12,792	176,625	31,00	
10	IV	28	13,006	176,625	47,20	
11	IV		12,938	176,625	32,20	36,97
12	IV		13,236	176,625	31,50	
13	V	28	12,587	176,625	33,10	
14	V		13,161	176,625	38,50	37,20
15	V		12,574	176,625	40,00	

Dari hasil pengujian kuat tekan beton variasi pasir silika dapat disimpulkan bahwa beton dengan variasi V memiliki kuat tekan yang paling tinggi di bandingkan dengan kuat tekan beton variasi substitusi pasir silika lainnya. Hal ini dapat disebabkan oleh kandungan pasir silica yang mengandung SiO<sub>2</sub> yang dapat meningkatkan mutu kuat beton beton.



Gambar 4.3: Grafik Kuat Tekan Beton

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kuat tekan tertinggi pada umur beton 28 hari yaitu pada variasi V senilai 37,2 Mpa dengan campuran 100% pasir silika, sedangkan yang terendah yaitu untuk variasi I senilai 27,03 Mpa dengan campuran 0% pasir silika.
2. Nilai rata rata *absorpsi* beton masing-masing variasi dari variasi I,II,III,IV dan V adalah 0,37% , 0,32%, 0,23%, 0,22%, dan 0,19%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa beton variasi substitusi pasir silika terhadap agregat halus dinilai memiliki *absorpsi* yang rendah.

#### **5.2 Saran**

1. Melakukan penelitian lebih lanjut mengenai substitusi pasir silika dengan gradasi agregat yang berbeda demi mencapai beton dengan mutu yang lebih tinggi.
2. Penambahan admixture lain untuk melihat kinerja beton yang berbeda.

**LAMPIRAN**  
**PEMERIKSAAN BAHAN**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**ANALISA AYAKAN PASIR UNTUK  
MATERIAL BETON  
(ASTM C 136 – 84a)**

Nama : Wahyu Azhari

NIM 1607210097

Material : Pasir

Tanggal :

Diameter Ayakan (mm)	Berat Fraksi (gr)		Berat Total (gr)	Rata-rata %	Kumulatif	
	Sampel I	Sampel II			Tertahan (%)	Lolos (%)
9,52	0	0	0	0	0	100
4,76	40	34	74	3,7	3,7	96,3
2,38	73	67	140	7	10,7	89,3
1,19	124	129	253	12,65	23,35	76,65
0,6	280	274	554	27,7	51,05	48,95
0,3	322	334	656	32,8	83,85	16,15
0,15	112	128	240	12	95,85	4,15
Pan	49	34	83	4,15	100	0
Total	1000	1000	2000	100	-	-

$$\text{Fineness Modulus (FM)} = \frac{268,5}{100} = 2,68$$

Klasifikasipasir yang baik:

Halus :  $2,2 < \text{FM} < 2,6$

Sedang :  $2,6 < \text{FM} < 2,9$

Kasar :  $2,9 < \text{FM} < 3,2$

**BERAT JENIS DAN ABSORPSI**  
**AGREGAT HALUS UNTUK MATERIAL BETON**  
**(ASTM C 128 – 88)**

Nama : Wahyu Azhari  
 NIM 1607210097  
 Material : Pasir  
 Tanggal :

KETERANGAN :	Sampel I	Sampel II	Rata-rata
Berat Kondisi Kering Permukaan/SSD (gr)	500	500	500
Berat Pikhnometer (gr)	178	178	178
Berat Pikhnometer + Pasir + Air (gr)	960	964	962
Berat Pikhnometer + Air (gr)	674	674	674
Berat Pasir Kering (gr)	481	478	479,5

Berat Jenis	Sampel I	Sampel II	Rata-rata
BJ KERING	2,25	2,28	2,26
BJ SSD	2,34	2,38	2,36
BJ SEMU	2,47	2,54	2,50
ABSORPSI (%)	3,95	4,60	4,28

**PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR DAN KADAR LIAT  
AGREGAT HALUS UNTUK MATERIAL BETON  
(ASTM C 117 – 90/ ASTM C 142-78)**

Nama : Wahyu Azhari  
 NIM 1607210097  
 Material : Pasir  
 Tanggal :

Pasir	Sampel I	Sampel II	Rata-rata
Berat Mula-mula (gr)	500	500	500
Berat Kering Setelah Penyucian (gr)	495	482	488,5
Kandungan Lumpur (gr)	5	18	11,5
Persentase Kandungan Lumpur (%)	1	3,6	2,3
Berat Kering (gr)	495	482	488,5
Berat Kering Setelah Penyucian (gr)	493	478	485,5
Kandungan Liat (gr)	2	4	3
Persentase Kandungan Liat (%)	0,40	0,83	0,62

**BERAT ISI PASIR**  
**(ASTM C 29/ C 29 M – 90)**

Nama : Wahyu Azhari  
NIM 1607210097  
Material : Pasir  
Tanggal :

Pasir	Cara Merojok	Cara Menyiram
Berat Bejana (gr)	458	458
Pasir + Bejana (gr)	3039	2917
Bejana + Air (gr)	2165	2165
Berat Pasir (gr)	2581	2459
Berat Air (gr)	1707	1707

Keterangan	Cara Merojok (Kg/m <sup>3</sup> )	Cara Menyiram (Kg/m <sup>3</sup> )
Berat Isi Air	996,77	996,77
Berat Isi Pasir	1507,13	1435,89

**ANALISA AYAKAN PASIR SILIKA UNTUK  
MATERIAL BETON  
(ASTM C 136 – 84a)**

Nama : Wahyu Azhari

NIM 1607210097

Material : Pasir Silika

Tanggal :

Diameter Ayakan (mm)	Berat Fraksi (gr)		Berat Total (gr)	Rata-rata %	Kumulatif	
	Sampel I	Sampel II			Tertahan (%)	Lolos (%)
9,52	0	0	0	0	0	100
4,76	0	0	0	0	0	100
2,38	0	0	0	0	0	100
1,19	7	9	16	0,8	0,8	99,2
0,6	78	83	161	8,05	8,85	91,15
0,3	477	497	974	48,7	57,55	42,45
0,15	393	380	773	38,65	96,2	3,8
Pan	45	31	76	3,8	100	0
Total	1000	1000	2000	100	-	-

$$\text{Fineness Modulus (FM)} = \frac{1634}{100} = 1,63$$

**BERAT JENIS DAN ABSORPSI  
PASIR SILIKA UNTUK MATERIAL BETON  
(ASTM C 128 – 88)**

Nama : Wahyu Azhari  
 NIM 1607210097  
 Material : Pasir Silika  
 Tanggal :

KETERANGAN :	Sampel I	Sampel II	Rata-rata
Berat Kondisi Kering Permukaan/SSD (gr)	500	500	500
Berat Piknometer (gr)	178	174	176
Berat Piknometer + Pasir + Air (gr)	952	957	954,5
Berat Piknometer + Air (gr)	674	674	674
Berat Pasir Kering (gr)	459	467	463

Berat Jenis	Sampel I	Sampel II	Rata-rata
BJ KERING	2,07	2,15	2,11
BJ SSD	2,25	2,30	2,28
BJ SEMU	2,54	2,54	2,54
ABSORPSI (%)	8,93	7,07	8,00

**PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR DAN KADAR LIAT  
PASIR SILIKA UNTUK MATERIAL BETON  
(ASTM C 117 – 90/ ASTM C 142-78)**

Nama : Wahyu Azhari  
 NIM 1607210097  
 Material : Pasir Silika  
 Tanggal :

Pasir Silika	Sampel I	Sampel II	Rata-rata
Berat Mula-mula (gr)	500	500	500
Berat Kering Setelah Penyucian (gr)	473	479	476
Kandungan Lumpur (gr)	27	21	24
Persentase Kandungan Lumpur (%)	5,4	4,2	4,8
Berat Kering (gr)	473	479	476
Berat Kering Setelah Penyucian (gr)	469	464	466,5
Kandungan Liat (gr)	4	15	9,5
Persentase Kandungan Liat (%)	0,85	3,13	1,99

## BERAT ISI PASIR SILIKA

(ASTM C 29/ C 29 M – 90)

Nama : Wahyu Azhari  
NIM 1607210097  
Material : Pasir Silika  
Tanggal :

Pasir	Cara Merojok	Cara Menyiram
Berat Bejana (gr)	458	458
Pasir + Bejana (gr)	3468	3352
Bejana + Air (gr)	2165	2165
Berat Pasir (gr)	3010	2894
Berat Air (gr)	1707	1707

Keterangan	Cara Merojok (Kg/m <sup>3</sup> )	Cara Menyiram (Kg/m <sup>3</sup> )
Berat Isi Air	996,77	996,77
Berat Isi Pasir	1757,63	1689,90

**ANALISA AYAKAN AGREGAT KASAR**  
**UNTUK MATERIAL BETON**  
**(ASTM C 136 – 84a & ASTM D 448 – 86)**

Nama : Wahyu Azhari

NIM 1607210097

Material : Batu Pecah

Tanggal :

Diameter Ayakan (mm)	Berat Fraksi (gr)		Berat Total (gr)	Rata-rata %	Kumulatif	
	Sampel I	Sampel II			Tertahan (%)	Lolos (%)
38,1	0	0	0	0	0	100
19,1	0	0	0	0	0	100
9,52	927	936	1863	46,58	46,58	53,43
4,76	870	874	1744	43,6	90,18	9,82
2,38	0	0	0	0	90,18	9,82
1,19	0	0	0	0	90,18	9,82
0,6	0	0	0	0	90,18	9,82
0,3	0	0	0	0	90,18	9,82
0,15	0	0	0	0	90,18	9,82
Pan	203	190	393	9,83	100	0
Total	2000	2000	4000	100		

$$\text{Fineness Modulus (FM)} = \frac{587,66}{100} = 5,88$$

**BERAT JENIS DAN ABSORPSI  
AGREGAT KASAR UNTUK MATERIAL BETON  
(ASTM C 127 – 88)**

Nama : Wahyu Azhari  
 NIM 1607210097  
 Material : Batu Pecah  
 Tanggal :

KETERANGAN :	Sampel I	Sampel II	Rata-rata
Berat Kerikil SSD (gr)	1250	1250	1250
Berat Kerikil Dalam Air (gr)	769,1	777,6	773,35
Berat Kerikil Kering (gr)	1238	1222	1230

Berat Jenis	Sampel I	Sampel II	Rata-rata
BJ KERING	2,57	2,59	2,58
BJ SSD	2,60	2,65	2,62
BJ SEMU	2,64	2,75	2,69
ABSORPSI (%)	0,97	2,29	1,63

**BERAT ISI AGREGAT KASAR  
UNTUK MATERIAL BETON  
(ASTM C.29/C.29M-90)**

Nama : Wahyu Azhari  
 NIM 1607210097  
 Material : Batu Pecah  
 Tanggal :

Batu Pecah	Cara Merojok	Cara Menyiram
	Sampel I (gr)	Sampel I (gr)
Berat Bejana	5108	5108
Batu Pecah + Bejana	16998	16779
Bejana + Air	13967	13967
Berat Batu Pecah	11890	11671
Berat Air	8859	8859

Keterangan	Cara Merojok	Cara Menyiram
	Sampel I (Kg/m <sup>3</sup> )	Sampel II (Kg/m <sup>3</sup> )
Berat Isi Air	996,77	996,77
Berat Isi Batu Pecah	1337,80	1313,16

**PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR**  
**AGREGAT KASAR UNTUK MATERIAL BETON**  
**(ASTM C 117 – 90)**

Nama : Wahyu Azhari  
NIM 1607210097  
Material : Batu Pecah  
Tanggal :

Batu Pecah	Sampel I	Sampel II	Rata-rata
Berat Mula-mula (gr)	1000	1000	1000
Berat Kering (gr)	989	991	990
Kandungan Lumpur (gr)	11	9	10
Persentase Kandungan Lumpur (%)	1,1	0,9	1

# LAMPIRAN

## DOKUMENTASI



# UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya



Gambar L1: Analisa Ayakan Pasir



Gambar L2: Analisa Ayakan Kerikil



Gambar L3: Analisa Ayakan Kerikil



Gambar L4: Analisa Ayakan Pasir Silika



Gambar L5: Proses Pengecoran Benda Uji



Gambar L6: Proses Uji Slump Test



Gambar L7: Benda Uji Praktikum



Gambar L8: Benda Uji Praktikum



Gambar L9: Uji Tekan Benda Uji Praktikum

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DATA DIRI

Nama : WAHYU AZHARI  
Tempat, Tanggal Lahir : SEI MENCIRIM, 27 Januari 1998  
Alamat : DUSUN IV SEI MENCIRIM  
Agama : ISLAM  
No.Hp : 081269876103  
Email : wahyuazhari2701@gmail.com

### RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1607210097  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri No.3 Medan 2023

NO.	TINGKAT	NAMA SEKOLAH	TAHUN LULUS
1.	SD	SD NEGERI 101739 SEI MENCIRIM SUNGGAL	2010
2.	SMP	SMP NEGERI 9 MEDAN	2013
3.	SMA	SMA NEGERI 4 BINJAI	2016