

**PENGARUH PENGGUNAAN DIATOMAE TERHADAP KUAT
TEKAN BETON PADA LINGKUNGAN AGRESIF
MENGUNAKAN SEMEN PORTLAND KOMPOSIT**

TUGAS AKHIR

Untuk Memenuhi Sebagian dari Syarat-syarat
yang Diperlukan untuk Memperoleh
Ijazah Sarjana Teknik

Oleh:

MUAMAR KHADAFI
NIM: 2003120114



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH
BATOH - BANDA ACEH
2024**

LEMBAR PENGESAHAN FAKULTAS

Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Penggunaan Diatomae Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Lingkungan Agresif Menggunakan Semen Portland Komposit”, disusun oleh:

Nama Mahasiswa : Muamar Khadafi
NIM : 2003120114
Program Studi : Teknik Sipil

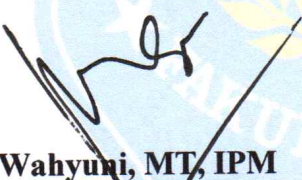
Diajukan untuk memenuhi sebagian dari syarat-syarat yang diperlukan guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Aceh, telah lulus pada tanggal 31 Januari 2024.

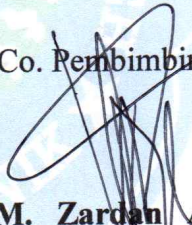
Banda Aceh, 31 Januari 2024

Disetujui Oleh,

Pembimbing,

Co. Pembimbing,


Ir. Wahyuni, MT, IPM
NIDN. 0106146802


Dr. Ir. M. Zardan Araby, MT,
MBA, IPU, ASEAN Eng
NIP. 131682075

Menyetujui/Mengesahkan,


Ketua
Program Studi Teknik Sipil

Dr. Ir. Tamalkhani, ST, M.Eng.
Sc, IPM, ASEAN Eng
NIK. 19821027 201409 1 001


Dekan Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Aceh

Prof. Dr. Ir. Hafnidar A. Rani, ST, MM,
IPU, ASEAN Eng, ACPE, APEC Eng
NIK. 19700314 200004 2 001

LEMBAR PENGESAHAN PROGRAM STUDI

"Pengaruh Penggunaan Diatomae Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Lingkungan Agresif Menggunakan Semen Portland Komposit"

Disusun oleh:

Nama Mahasiswa : Muamar Khadafi
NIM : 2003120114
Program Studi : Teknik Sipil

Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Strata-1 (S-1) di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Aceh.

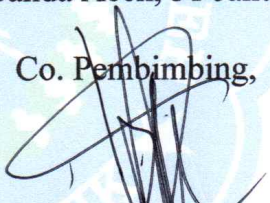
Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disetujui oleh Dosen Pembimbing dan Dosen Penguji untuk disahkan.

Banda Aceh, 31 Januari 2024

Pembimbing,


Ir. Wahyuni, MT, IPM
NIDN. 0106116802

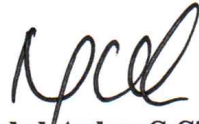
Co. Pembimbing,


Dr. Ir. M. Zardan Araby, MT,
MBA, IPU, ASEAN Eng
NIP. 131682075

Penguji I,


Dr. Agustiar, ST, MT, IPM
NIDN. 0018087003

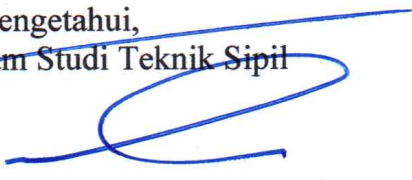
Penguji II,


Cut Nawalul Azka, S.ST, MT, IPP
NIDN. 1330019301



Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil


Dr. Ir. Tamalkhani, ST, M.Eng.Sc, IPM, ASEAN Eng
NIK. 19821027 201409 1 001

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muamar Khadafi

Nim : 2003120114

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Di dalam tugas akhir saya tidak terdapat bagian atau satu kesatuan yang utuh dari tugas akhir/skripsi, tesis, disertasi, buku, atau bentuk lain yang saya kutip dari karya orang lain tanpa saya sebutkan sumbernya yang dapat dipandang sebagai tindakan penjiplakan.
2. Sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat reproduksi karya atau pendapat yang pernah saya tulis atau diterbitkan oleh orang lain yang dijadikan seolah-olah karya asli saya sendiri.
3. Apabila ternyata terdapat tugas akhir saya bagian-bagian yang memenuhi unsur penjiplakan, maka saya menyatakan kesediaan untuk dibatalkan atau seluruhnya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Bathoh, 31 Januari 2024
Saya yang membuat pernyataan



Muamar Khadafi
2003120114

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat ALLAH SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-NYA sehingga penulis tugas akhir ini dapat diselesaikan pada waktunya.

Tugas akhir ini berjudul **“Pengaruh Penggunaan Diatomae Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Lingkungan Agresif Menggunakan Semen Portland Komposit”**, ditulis dalam rangka melengkapi dan memenuhi salah satu syarat yang diperlukan untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Sarjana Teknik Sipil pada Universitas Muhammadiyah Aceh.

Dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan tugas akhir ini, penulis telah memperoleh bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak terutama pembimbing. Untuk itu penulis menyampaikan terimakasih yang tulus kepada Ibu Ir. Wahyuni, MT, IPM sebagai pembimbing dan juga kepada Bapak Dr. Ir. M. Zardan Araby, MT, MBA, IPU, ASEAN Eng sebagai Co. Pembimbing. Selanjutnya, pada kesempatan ini penulis juga menyampaikan terimakasih kepada :

1. Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Aceh Prof. Dr. Hafnidar A. Rani, ST., MM, IPU, ASEAN Eng, ACPE, APEC Eng.
2. Ketua Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Aceh Dr. Ir. Tamalkhani, ST. M.Eng. Sc., IPM, ASEAN Eng dan Ibu Sekretaris Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Aceh Cut Nawalul Azka, S.ST, MT.
3. Ibu Ir. Wahyuni, MT, IPM sebagai Pembimbing dan Bapak Dr. Ir. M. Zardan Araby, MT, MBA, IPU, ASEAN Eng sebagai Co. Pembimbing yang telah Membantu Penyusunan Penelitian Tugas Akhir.
4. Bapak Dr. Agustiar, ST., MT, IPM Sebagai Penguji I dan Ibu Cut Nawalul Azka, S.ST., MT, IPP yang telah memberi masukan dan perbaikan pada Tugas Akhir.
5. Tenaga Pengajar pada Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Aceh.
6. Kedua orang tua ayahanda Wajdiyus dan Ibunda Nurjannah, Serta Adik-adik tercinta Diva Zahara yang selalu berdoa dan memberikan dorongan untuk keberhasilan penulis.

7. Rekan – rekan Seperjuangan mahasiswa Teknik Sipil lainnya terima kasih atas semangat dan bantuannya selama ini.

Akhirnya kepada ALLAH SWT jugalah penulis berserah diri dan berharap semoga tulisan ini dapat berguna bagi pembaca.Amin.

Bathoh, 31 Januari 2024
Penulis



Muamar Khadafi
NIM.2003120114

**PENGARUH PENGGUNAAN DIATOMAE TERHADAP KUAT TEKAN
BETON PADA LINGKUNGAN AGRESIF MENGGUNAKAN SEMEN
PORTLAND KOMPOSIT**

Oleh :
Muamar Khadafi
NIM : 2003120114

Pembimbing :
Ir. Wahyuni, MT, IPM

Co. Pembimbing:
Dr. Ir. M. Zardan Araby, MT, MBA, IPU, ASEAN Eng

ABSTRAK

Perkembangan teknologi beton membuat konstruksi beton semakin banyak dipilih sebagai bahan konstruksi. Beton terdiri dari bahan semen, air, agregat kasar, agregat halus dan bahan tambah. Penggunaan tanah diatomae di Provinsi Aceh menjadi langkah dalam memanfaatkan sumber daya alam. Tanah diatomae merupakan batuan sedimen silika yang memiliki sifat mekanis sebagai bahan pengikat. Pada penelitian ini, tanah diatomae yang digunakan berasal dari Desa Lampanah, Kecamatan Seulimeum, Kabupaten Aceh Besar. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan diatomae sebagai bahan penambah semen terhadap kuat tekan beton normal. Pada penelitian ini diatomae terlebih dahulu dihaluskan dan dikalsinasi dengan suhu 200° c. Metode yang digunakan dimulai dengan perencanaan campuran beton, pembuatan adukan beton dan benda uji, pengujian slump test, pengujian benda uji dan analisis data. Pada penelitian ini kuat tekan rencana 20 Mpa. Semen yang digunakan adalah *Portland Composite Cement* (PCC). Benda uji yang berbentuk silinder berukuran diameter 15 cm tinggi 30 cm. Penambahan tanah diatomae dilakukan sebanyak 4 variasi sampel beton, yaitu 0%, 5%, 7,5%, dan 10% dari berat semen. Pengujian dilakukan pada umur beton 28 hari. Berdasarkan dari hasil penelitian nilai kuat tekan karakteristik beton umur 28 hari, beton dengan penambahan 0% diatomae memiliki kuat tekan 22,964 Mpa air PDAM dan 21,132 Mpa air payau, penambahan 5% diatomae meningkatkan kuat tekan menjadi 24,180 Mpa air PDAM dan 22,131 air payau. Namun, penambahan diatoame 7,5% dan 10% penurunan kuat tekan beton menjadi 19,772 Mpa air PDAM dan 17,956 air payau dan 16,424 Mpa air PDAM dan 13,459 air payau. Dari hasil penelitian tersebut penambahan diatoame 5% meningkatkan kuat tekan beton, tetapi penambahan diatomae lebih dari 5% tidak menunjukkan peningkatan kuat tekan beton.

Kata Kunci : Diatomae, Beton Normal, Kuat Tekan Beton, Air PDAM, Air Payau.

THE EFFECT OF DIATOMAE ON CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH IN AGGRESSIVE ENVIRONMENTS USING COMPOSITE PORTLAND CEMENT

Written by:
Muamar Khadafi
NIM. 2003120114

Supervisor:
Ir. Wahyuni, MT, IPM

Co. Supervisor:
Dr. Ir. M. Zardan Araby, MT, MBA, IPU, ASEAN Eng

ABSTRACT

The development of concrete technology made it increasingly selected as construction material. Concrete consists of cement, water, coarse aggregate, fine aggregate, and additives. The use of diatomaceous soil in Aceh Province considered as natural resources utilization. It is a siliceous sedimentary rock composed of mechanical properties functioned as a binding material. The diatomaceous soil used in this study was taken from Lampanah Village, Seulimeum District, Great Aceh Regency. The aim of this research was to determine to what extent the addition of diatomae as a cement additive influence the compressive strength of normal concrete. In this research, the diatomae were first crushed and calcined at 200° C temperature. The method used begins with concrete mix planning, creating concrete mix and test objects, slump testing, testing the test objects and analyzing data. This study set the compressive strength plan for 20 Mpa. The cement used was *Portland Composite Cement* (PCC). The cylindrical test object had 15 cm diameter and 30 cm in height. The amount of diatomaceous soil added to 4 variations of concrete samples were 0%, 5%, 7.5% and 10% of the cement weight. The tests were carried out at 28 days of concrete. The result showed that the characteristic of 28-day concrete compressive strength with 0% diatomae addition had 22,964 Mpa compressive strength for water of Local Water Company and 21,132 Mpa for brackish water. Furthermore, adding 5% diatomae increased the compressive strength to 24,180 Mpa for water of Local Water Company and 22,131 Mpa for brackish water. However, the addition of 7.5% and 10% diatoame reduced the compressive strength of concrete to 19,772 Mpa of water of Local Water Company and 17,956 for brackish water and 16,424 Mpa for water of Local Water Company and 13,459 for brackish water. All in all, the result of this research showed that the addition of 5% diatoame increased the concrete compressive strength, but the addition of more than 5% diatomae did not show an increase in concrete compressive strenght.

Keywords: Diatomae, Normal Concrete, Concrete Compressive Strength, the Water of Local Water Company, Brackish Water.

Abstrak ini telah diterjemahkan oleh Prodi Teknik Sipil UNMUHA
pada Tanggal 21 Maret 2024



PORTLAND CEMENT

Written by:
Muhammad Khairi
NIM 2004120114

Supervisor:
Dr. Wahyuni M.T. I.P.M.

Co-Supervisor:
Dr. Ir. M. Xandani Arsyi, M.T., A.M., I.P.T., A.S.T.A., I.P.T.

ABSTRACT

The development of concrete technology made it increasingly selected as construction material. Concrete consists of cement, water, sand, aggregate, fine aggregate, and additives. The use of diatomaceous soil in Acid Portland cement as natural resources utilization is a silicon substance. The composition of mechanical properties functioned as a binding material. The diatomaceous soil used in this study was taken from Lampung / Lampung Regency District, Great Aceh Regency. The aim of this research was to determine to what extent the addition of diatom as a cement additive influences the compressive strength of normal concrete. In this research, the data was tested crushed and calculated at 200 ° C temperature. The method used began with concrete mix planning, creating concrete mix and test object, shape testing, testing the test object and analyzing data. This study set the compressive strength plan for 30 Mpa. The cement used was Ponsol Cement (Ponsol PT). The cylindrical test object had 15 cm diameter and 30 cm in height. The amount of diatomaceous soil added to 4 variations of concrete samples were 0%, 5%, 7.5%, and 10% of the cement weight. The test was carried out at 28 days of concrete. The result showed that the characteristic of 28-day concrete compressive strength with 0% diatomaceous addition had 22,904 Mpa compressive strength for water of Local Water Company and 21,132 Mpa for Brackish water. Furthermore, adding 5% diatomaceous increased the compressive strength to 24,121 Mpa for water of Local Water Company and 22,131 Mpa for Brackish water. However, the addition of 7.5% and 10% diatomaceous reduced the compressive strength of concrete to 14,772 Mpa for water of Local Water Company and 13,454 for Brackish water. In all, the result of this research showed that the addition of 5% diatomaceous increased the concrete compressive strength but the addition of more than 5% diatomaceous did not show an increase in concrete compressive strength.

Keywords: Diatomaceous, Normal Concrete, Concrete Compressive Strength, the Water of Local Water Company, Brackish Water

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN FAKULTAS	i
LEMBAR PENGESAHAN PROGRAM STUDI	ii
PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II TINJAUAN KEPUSTAKAAN	4
2.1 Beton	4
2.2 Semen Portland	5
2.3 Agregat	6
2.4 Air	9
2.5 Air Payau	9
2.6 Pengaruh Lingkungan Agresif Pada Beton	10
2.7 Bahan Tambah	11
2.7.1 Diatomae	11
2.8 Berat Volume	13
2.9 Absorpsi (Penyerapan)	14
2.10 Perencanaan Campuran (<i>Mix Design</i>)	14
2.11 <i>Workability</i> Beton	14
2.12 Perawatan Benda Uji	16
2.13 Kuat Tekan Beton	16
2.14 Analisis Data	18
2.15 Penelitian Terdahulu	19
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Material dan Alat-Alat yang Digunakan	22

3.1.1 Peralatan Yang Digunakan	22
3.1.2 Material yang digunakan	22
3.2 Pekerjaan Persiapan	23
3.2.1 Prosedur Penelitian	23
3.3 Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>)	24
3.4 Pemeriksaan Sifat-Sifat Fisis Agregat	24
3.4.1 Analisis Saringan (<i>Seive Analysis</i>)	24
3.4.2 Berat Jenis dan Absorpsi (<i>Specific Gravity and Absorption</i>).....	25
3.4.3 Berat Volume Agregat (<i>Bulk Density</i>)	26
3.5 Pembuatan Adukan, Pengujian Slump, pengecoran dan Perawatan	27
3.6 Pengujian Kuat Tekan Beton	29
3.7 Pengujian Absorpsi Beton.....	30
3.8 Analisa Data	31
3.8 Seleksi Data.....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Hasil Pemeriksaan Pemeriksaan Sifat Fisis Agregat	33
4.1.1 Pemeriksaan Berat Volume (<i>Bulk Density</i>)	33
4.1.2 Analisis Saringan (<i>Seive Analysis</i>)	34
4.1.3 Berat Jenis dan Absorpsi (<i>Specific Gravity and Absorption</i>)	35
4.2 Hasil Pemeriksaan Campuran (<i>Mix Design</i>)	36
4.3 Hasil Pengujian <i>Slump Test</i>	36
4.4 Hasil Kuat Tekan Beton	37
4.5 Hasil Pengujian Absorpsi Beton	40
4.6 Analisa Data	43
4.7 Pembahasan	44

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Semen <i>Portland</i>	5
Gambar 2.2 Air Payau	10
Gambar 2.3 Tanah <i>Diatomae</i>	12
Gambar 2.4 Pengujian Kuat Tekan Beton	17
Gambar 4.1 Grafik Agregat Halus	35
Gambar 4.2 Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari Air PDAM	39
Gambar 4.3 Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari Air Payau	39
Gambar 4.4 Grafik Absorpsi Penambahan <i>Diatomae</i> (PCC) Air PDAM.....	41
Gambar 4.5 Grafik Absorpsi Penambahan <i>Diatomae</i> (PCC) Air Payau.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Susunan Unsur Kimia Semen Portland.....	6
Tabel 2.2 Sifat Fisis Tanah Diatomae	12
Tabel 2.3 Unsur Kimia Tanah Diatomae	12
Tabel 2.4 Nilai Slump Bbeton Segar	15
Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu Tentang Diatomae	19
Tabel 3.1 Variasi dan Jumlah Benda Uji	28
Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Berat Volume Agregat	33
Tabel 4.2 Nilai Modulus Halus Butir Agregat	34
Tabel 4.3 Zona Gradasi Agregat dan Persentase Lolos Saringan	34
Tabel 4.4 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat	35
Tabel 4.5 Proporsi Campuran Beton Normal dengan Bahan Pengisi Diatomae untuk Kuat Tekan 28 hari	36
Tabel 4.6 Hasil Pengujian <i>Slump Test</i>	36
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari	37
Tabel 4.8 Hasil Perbandingan Selisih Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari	40
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Absorpsi Beton	41
Tabel 4.10 Nilai Standar Deviasi Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari	43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A1 Bagan Alir Penelitian.....	50
Lampiran A2 Lokasi Penelitian	52
Lampiran A3 Lokasi Pengambilan Diatomae	53
Lampiran A4 Lokasi Pengambilan Air Payau	54
Lampiran A5 Lokasi Pengambilan Semen Portland Komposit	55
Lampiran A6 Agregat Kasar	56
Lampiran A7 Agregat Halus	56
Lampiran A8 Proses Pengambilan Material Diatomae.....	57
Lampiran A9 Air Payau	57
Lampiran A10 Pencucian Agregat Halus dan Agregat kasar.....	58
Lampiran A11 Analisa saringan (<i>Seive Analysis</i>).....	58
Lampiran A12 Proses Kalsinasi Diatoame	59
Lampiran A13 Diatomae Lolos Saringan no 200	59
Lampiran A14 Persiapan mal cetakan.....	60
Lampiran A15 Pengecoran.....	60
Lampiran A16 Pengujian <i>Slump Test</i>	61
Lampiran A17 Perendaman Air PDAM.....	61
Lampiran A18 Perendaman Air Payau	62
Lampiran A19 Pengujian Kuat Tekan Beton Air PDAM	62
Lampiran A20 Pengujian Kuat Tekan Beton Air Payau.....	63
Lampiran B.1 Pengujian Sieve Analysis Pasir Halus	64
Lampiran B.2 Pengujian Sieve Analysis Kerikil	65
Lampiran B.3 Perhitungan Berat Jenis dan Absorpsi Pasir	66
Lampiran B.4 Perhitungan Berat Jenis dan Absorpsi Kerikil	67
Lampiran B.5 Perhitungan Berat Volume Gembur Pasir	68
Lampiran B.6 Perhitungan Berat Volume Padat Pasir	68
Lampiran B.7 Perhitungan Berat Volume Gembur Kerikil	68
Lampiran B.8 Perhitungan Berat Volume Padat Kerikil	69
Lampiran C1 Perhitungan Perencanaan Campuran	70

BAB 1

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi beton pada saat sekarang ini, membuat konstruksi beton semakin banyak dipilih sebagai suatu bahan konstruksi. Konstruksi dari beton banyak memiliki keuntungan selain bahannya mudah diperoleh, juga memiliki beberapa keuntungan antara lain mempunyai kekuatan tekan yang tinggi, mudah dibentuk dalam keadaan masih segar, serta mudah dalam hal perawatannya. Sehingga banyak bangunan - bangunan yang didirikan memilih konstruksi yang terbuat dari beton sebagai bahan materialnya. Salah satu bentuk kebutuhan manusia sebagai dampak perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi adalah semen sebagai material konstruksi.

Semen adalah suatu bahan perekat anorganik yang dapat merekat bahan-bahan padat menjadi satu kesatuan massa yang kokoh dan dapat membentuk suatu bangunan dengan berbagai model. Semen Portland Komposit atau *Portland Composite Cement* (PCC) adalah bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak semen Portland dan gips dengan satu atau lebih bahan anorganik, atau hasil pencampuran antara bubuk semen Portland dengan bubuk bahan anorganik lain. Semen Portland Komposit bertujuan untuk memberikan peningkatan mutu, mempercepat waktu pengerasan, memperbaiki kemudahan pengerjaan, menurunkan porositas, meningkatkan ketahanan terhadap zat perusak di lingkungan agresif.

Lingkungan agresif adalah lingkungan yang mengandung senyawa kimia yang dapat menyebabkan kerusakan pada beton yang berbahaya bagi durabilitas beton. Menurut Febri (2017) beton merupakan material komposit yang tersusun dari agregat halus, agregat kasar, dan bahan tambah jika diperlukan, yang mengalami proses kimiawi oleh air pada beton dimulai saat semen beton dicampur dengan air. Proses ini disebut hidrasi dan merupakan langkah penting dalam produksi beton. Selama proses ini, reaksi kimia terjadi antara semen beton dan air, yang menghasilkan hidrogen karbonat (CO_2). Reaksi ini adalah bagian

dari proses pengerasan beton, yang melibatkan pergerakan karbonat ion. Karbonat ion ini membantu mengikat partikel beton, meningkatkan kuat tekan beton.

Dengan demikian, pengaruh penggunaan diatomae terhadap kuat tekan beton ketika digunakan bersama-sama dengan semen Portland komposit dalam lingkungan agresif harus dievaluasi secara cermat. Reaksi antara diatomae dan semen Portland komposit dapat mempengaruhi sifat-sifat mekanik beton, termasuk kuat tekan beton. Untuk mengurangi salah satunya diatomae pada beton akibat pengaruh lingkungan agresif dapat dilakukan dengan cara membuat beton kedap air dengan menggunakan FAS rendah serta menggunakan bahan tambah. Beberapa bahan tambah salah satunya adalah diatomae. Penambahan tanah diatomae ke dalam campuran beton dapat meningkatkan kekuatan dan ketahanan terhadap retak. Penggunaan tanah diatomae merupakan salah satu langkah dalam upaya pemanfaatan sumber daya alam yang tersebar di Provinsi Aceh.

Banyaknya potensi alam yang ada di Indonesia khususnya Aceh terutama pengunungan-pengunungan yang banyak mengandung material alam yang mengandung Pozzolan seperti Ziolite, Diatomae, Kaolin. Melihat potensi ini, sudah selayaknya dilakukan pengembangan sumber daya pozzolan, sehingga apabila dikelola dan dimanfaatkan secara baik dan tepat akan dapat meningkatkan perekonomian masyarakat. Untuk Pengembangan lebih lanjut perlu dilakukan penelitian, penelitian ini digunakan Diatomae sebagai bahan tambah pada campuran beton. Menurut Rahmah (2011) komposisi kimia diatomae mengandung 86% silika, 5% natrium, 3% magnesium, dan 2% besi. Sebagaimana diketahui bahwa unsur utama penyusun diatomae adalah silika sehingga material tersebut memiliki sifat mekanis sebagai bahan pengikat. Hal ini dapat menjadi salah satu alternatif pemilihan bahan pozzolan yang baik.

Tanah diatomae merupakan batuan sedimen silika yang memiliki sifat mekanis sebagai bahan pengikat. Pembuatan dilakukan dengan cara menambahkan tanah diatomae sebanyak 4 variasi, yaitu 0%, 5%, 7,5% dan 10% dari berat semen. Sebelumnya tanah diatomae dihaluskan, dikalsinasi kemudian ditumbuk hingga lolos saringan no.200. Penambahan tanah diatomae dapat memberikan berbagai kelebihan pada beton seperti, meningkatkan kekuatan

beton. Namun, perlu diperhatikan bahwa penambahan tanah diatomae juga dapat menurunkan *workability* beton. Oleh karena itu, perlu dilakukan penyesuaian pada komposisi beton untuk mempertahankan *workability* beton.

Pada latar belakang diatas perlu dilakukan pengujian atau penelitian terhadap beton yang terendam air payau, untuk melihat seberapa besar pengaruh dan kerusakan beton yang terdampak langsung oleh kandungan sulfat yang terkandung pada air payau. Hal ini yang kemudian menjadi tantangan buat dunia teknik sipil kedepannya dan perkembangan teknologi kontruksi dan ketahanan material, sehingga perlu diadakannya penelitian yang berjudul Pengaruh Penggunaan Diatomae Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Lingkungan Agresif Menggunakan Semen Portland Komposit.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh Penambahan diatomae terhadap kuat tekan beton pada lingkungan agresif menggunakan semen portland komposit dan mengetahui variasi penambahan 0%, 5%, 7,5%, dan 10% diatomae terhadap kuat tekan beton di lingkungan agresif untuk faktor umur 28 hari.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa kuat tekan beton dengan penambahan 0% diatomae di dapat hasil 22,964 Mpa air PDAM dan 21,132 Mpa air payau, beton dengan penambahan 5% diatomae di dapat hasil 24,180 Mpa air PDAM dan 22,131 air payau, beton dengan penambahan 7,5% diatomae di dapat hasil 19,772 Mpa air PDAM dan 17,956 air payau dan beton dengan penambahan 10% diatomae di dapat hasil 16,424 Mpa air PDAM dan 13,459 air payau. Dari hasil penelitian tersebut penambahan diatoame 5% meningkatkan kuat tekan beton, tetapi penambahan diatomae lebih dari 5% tidak menunjukkan peningkatan kuat tekan beton. Kadar silika yang berlebihan akibat penambahan semen dengan diatomae yang tidak terkontrol dapat mengganggu keseimbangan kimia dalam campuran beton. Hal ini dapat menyebabkan pembentukkan senyawa yang rapuh dan berpori, sehingga penurunan kuat tekan beton.

BAB II

TINJAUAN KEPUSTAKAAN

Bab ini menyajikan teori-teori yang mendukung permasalahan dalam penelitian. Teori-teori tersebut berkenaan dengan penelitian ini dan dapat dijadikan sebagai rujukan, yaitu pendapat para ahli, dan penelitian-penelitian terdahulu.

2.1 Beton

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*admixture* atau *additive*). Untuk mengetahui dan mempelajari perilaku elemen gabungan (bahan-bahan penyusun beton), kita memerlukan pengetahuan mengenai karakteristik masing-masing komponen. Mulyono, 2005 mendefinisikan beton sebagai sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari material pembentuknya.

Berdasarkan SNI 2847:2019, beton adalah campuran semen Portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (*admixture*). Dilihat dari bahan penyusunnya, terdapat beberapa jenis beton yaitu:

1. Beton bertulang, beton struktural yang ditulangi dengan tidak kurang dari jumlah baja prategang atau tulangan non prategang minimum yang ditetapkan dalam standar ini.
2. Beton bertulangan serat baja, beton yang mengandung serat baja yang berorientasi acak tersebar.
3. Beton normal, beton yang mengandung hanya agregat yang memenuhi ASTM C33M.
4. Beton ringan, beton yang mengandung agregat ringan dan densitas setimbang (*equilibrium density*), sebagaimana ditetapkan oleh ASTM C567, antara 1140 dan 1840 kg/m³.

2.2 Semen Portland

Menurut SNI 2049:2015, semen *portland* adalah 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.



Adapun jenis dan kegunaan semen dibagi menjadi 5 jenis, di antaranya :

1. Tipe I, yaitu semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain;
2. Tipe II, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang;
3. Tipe III, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi;
4. Tipe IV, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah; dan
5. Tipe V, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Bahan utama atau unsur kimia pembentuk semen *portland* terdiri dari kapur (CaO), silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3), oksida besi (Fe_2O_3), magnesium

(MgO), *sulfur* (SO₃) dan *Soda* (Na₂O + K₂O). Untuk lebih lengkapnya susunan unsur-unsur kimia pembentuk semen *portland* dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Susunan Unsur Kimia Semen *Portland*

Komposisi (%)	Persentase (%) Type 1	Persentase (%) Type 2
SiO ₂ minimal	-	20,00
Alumina (Al ₂ O ₃)	-	6,0
Besi (Fe ₂ O ₃)	-	6,0
Magnesium (MgO)	5,0	6,0
SO ₃ maksimal bila C ₃ A < 8 %	2,5	3,0
SO ₃ maksimal bila C ₃ A > 8 %	3,0	-
Hilang penyalan maksimal	3,0	3,0
Residu tak larut maksimal	3,0	0,75
C ₃ S maksimal	0,75	-
C ₂ S minimal	-	-
C ₃ A	-	8,0

Sumber : Mulyono, 2013

2.3 Agregat

Agregat merupakan bahan penyusun beton yang dominan, yaitu berkisar antara 60%-80%, maka sifat-sifat agregat ini mempunyai pengaruh cukup besar terhadap perilaku beton, akan tetapi berpengaruh juga pada ketahanan (*durability*). Mutu agregat harus benar-benar diperhatikan agar didapat mutu beton yang baik. Agregat harus mempunyai gradasi yang baik dan memenuhi syarat agar seluruh massa beton dapat berfungsi secara utuh, homogen dan padat, dimana agregat yang berukuran kecil dapat mengisi rongga-rongga yang ada diantara agregat yang berukuran besar Subagio (2019). Menurut sumbernya, agregat dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Agregat alami Terbentuk melalui proses alami yaitu proses erosi dan

degradasi sehingga membentuk partikel-partikel bulat yang permukaannya licin, agregat alami ini dapat diperoleh dari alam.

- b. Agregat yang mengalami proses pengolahan terlebih dahulu Agregat ini dapat ditemukan di daerah pegunungan dan perbukitan sehingga diperlukan proses pengolahan terlebih dahulu sebelum dapat dipergunakan sebagai agregat campuran beton.
- c. Agregat buatan (*Artificial Aggregates*) di Indonesia, bahan dasar agregat buatan ini adalah lempung. Berat jenis agregat buatan ini berkisar 0,8-1,0 t/m³ sehingga dikenal sebagai agregat ringan buatan.

Agar kekuatan yang diinginkan dapat tercapai, maka dalam pelaksanaan dilapangan, agregat tersebut harus memenuhi syarat-syarat yang telah ditetapkan menurut ASTM C33. Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu:

- a. Agregat Halus

Menurut SNI 1970-2008 agregat halus adalah agregat yang mempunyai ukuran butiran berkisar antara 4,75 mm sampai dengan 0,075 mm dan memenuhi persyaratan. Penggunaan agregat halus dapat berupa pasir dari laut dengan syarat harus dibersihkan terlebih dahulu dari pengecoran garam (klorida) ataupun kulit kerang dan pasir yang diperoleh dari penggalian dengan syarat harus dibersihkan dari lempung atau tanah liat. Penilaian terhadap mutu agregat halus dapat ditinjau dari beberapa segi :

1. Ada atau tidaknya bahan campuran yang terkandung di dalam pasir, misalnya pasir yang berasal dari sungai biasanya banyak mengandung lumpur dan bahan organik maka sebelum digunakan sebaiknya terlebih dahulu dibersihkan agar didapat beton dengan mutu yang diinginkan.
2. Butiran pasir harus cukup keras, maksudnya butiran pasir ini tidak hancur atau pecah karena perubahan cuaca.
3. Melakukan analisa saringan untuk mendapatkan agregat halus dengan ukuran yang sesuai.

Sifat fisis agregat adalah bagian yang terlihat dari pada agregat tersebut, adapun sifat fisis dari agregat halus adalah sebagai berikut:

- a. *Specific Gravity*, yaitu perbandingan massa (atau berat di udara) dari suatu unit volume bahan terhadap massa air dengan volume yang pada temperatur tertentu.
- b. *Apparent Specific Gravity*, yaitu perbandingan massa agregat kering (yang dioven pada suhu 110°C selama 24 jam) terhadap massa air dengan volume yang sama dengan agregat tersebut.
- c. *Bulk Specific Gravity*, yaitu perbandingan massa agregat SSD (Saturated and Surface Dry) terhadap massa air dengan volume yang sama dengan agregat tersebut.
- d. *Bulk Density*, yaitu massa aktual yang akan mengisi suatu penampang/wadah dengan volume satuan. Parameter ini berguna untuk mengubah ukuran massa menjadi ukuran volume.
- e. Porositas dan Absorpsi porositas, permeabilitas, dan absorpsi agregat mempengaruhi daya lekat antara agregat dan pasta semen.
- b. Agregat Kasar

Agregat kasar dapat berupa kerikil sebagai hasil disintergrasi alami dari batu-batuan atau batu pecah yang diperoleh dari pemecah batu. Pada umumnya agregat kasar memiliki ukuran minimum lebih besar dari 4,75 mm (SNI 03-2847-2002).

Agregat kasar memiliki butir-butir kasar yang mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai apabila jumlah butir-butir pipih tersebut tidak melampaui 20% dari berat agregat seluruhnya. Butir-butir agregat harus bersifat kekal, artinya tidak pecah ataupun hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari atau hujan.

Menurut ASTM C33-85 agregat kasar untuk beton harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% terhadap berat kering. Apabila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci.
- b. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat reaktif alkali

- c. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan ayakan harus memenuhi syarat-syarat.
 - a. Sisa diatas ayakan 31,5 mm lebih kurang 0% berat total
 - b. Sisa diatas ayakan 4 mm lebih kurang 90%-98% berat total
 - c. Selisih antara sisa-sisa komulatif diatas dua ayakan yang beruntun adalah maksimum 60% berat total, minimum 10% berat total.
- d. Berat butir agregat maksimum tidak boleh lebih dari 1/5 jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan, 1/3 dari tebal plat atau 3/4 dari jarak besi minimum antara tulangan-tulangan.

2.4 Air

Menurut SNI 2847:2013, air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau pada beton yang didalamnya terdapat logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan. Semen tidak bisa menjadi pasta tanpa adanya air. Air harus selalu ada dalam beton cair, bukan hanya untuk hidrasi semen, tetapi juga untuk mengubahnya menjadi suatu pasta. Jumlah air yang terikat dalam beton dengan faktor air semen adalah sekitar 20 % dari berat semen. Air yang di pergunakan sebagai bahan pereaksi dalam campuran beton dan perawatannya harus bebas dari minyak, asam alkali, garam-garam, bahan-bahan organis dan bahan-bahan yang dapat merusak beton dan zat-zat reaktif lainnya (pH 6,8 – 7). Jumlah air yang pakai untuk membuat adonan/cetakan harus tepat dengan perbandingan berat atau isi sesuai dengan yang telah direncanakan.

2.5 Air Payau

Menurut Yunanda dan Riyandi (2017), air payau adalah campuran antara air tawar dan air laut (air asin). Jika kadar garam yang dikandung dalam satu liter air adalah antara 0,5 sampai 30 gram air tersebut dikatakan air payau dan apabila lebih dari itu disebut air asin. Air payau terjadi karena intrusi air asin ke air tawar,

hal ini dikarenakan adanya degradasi lingkungan. Pencemaran air tawar juga dapat terjadi karena fenomena air pasang naik. Saat air laut meluap, masuk ke median sungai, kemudian terjadi pendangkalan di sekitar sungai sehingga air asin ini masuk ke dalam air tanah dangkal dan menjadi payau. Air payau dapat ditemukan pada daerah-daerah muara.

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada air, yang akan digunakan sebagai bahan pencampur beton, meliputi kandungan lumpur maksimal 2 gr/lt, kandungan garam-garam yang dapat merusak beton maksimal 15 gr/lt, tidak mengandung khlorida lebih dari 0,5 gr/lt, serta kandungan senyawa sulfat maksimal 1 gr/lt. Secara umum, air yang baik untuk digunakan sebagai bahan campuran beton adalah air yang layak diminum, tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa.



Gambar 2.2 : Air Payau

2.6 Pengaruh Lingkungan Agresif Pada Beton

Harahap (2011) Kandungan klorida, sulfat dan derajat keasaman yang tinggi pada lingkungan agresif, membuat bangunan di wilayah tersebut rentan mengalami kerusakan ringan berupa retak-retak sampai kehancuran akibat korosi yang terlalu parah pada beton. Terdapat dua kandungan yang berbahaya bagi beton pada lingkungan agresif yaitu serangan asam dan sulfat.

Kandungan asam pada lingkungan agresif yang berupa ion H^+ merupakan ion bebas yang bila bereaksi dengan pasta semen pada saat hidrasi akan menurunkan ikatan antar partikel pasta semen. Namun ion hydrogen dan konsentrasi asam tersebut juga berperan penting dalam mengganggu proses hidrasi semen. Asam sulfat lebih berbahaya dibandingkan dengan asam klorida, karena asam sulfat merupakan gabungan dari serangan asam dan serangan sulfat.

Pada serangan asam dan sulfat keduanya sama-sama menyerang $Ca(OH)_2$ yang merupakan hasil dari hidrasi semen yang sifatnya padat. Namun karena serangan sulfat dan asam tersebut dapat membuat beton menjadi mencair ataupun menghilang sehingga dapat terjadi proses pelapukan pada beton.

2.7 Bahan Tambahan (*additive*)

Ramadhan (2016) Bahan tambah adalah suatu bahan berupa bubuk atau cairan yang ditambahkan kedalam campuran adukan beton selama pengadukan, dengan tujuan untuk mengubah sifat adukan atau betonnya. Pemberian bahan tambah pada adukan beton bertujuan untuk memperlambat waktu pengikatan, mempercepat pengerasan, menambah encer adukan, menambah daktilitas (mengurangi sifat getas), mengurangi retak-retak pengerasan, mengurangi panas hidrasi, menambah kekedapan, menambah keawetan.

Secara umum bahan tambahan yang digunakan dalam campuran beton dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu bahan tambah yang bersifat kimiawi (*chemical admixture*) dan bahan tambah yang bersifat mineral (*additive*) (Siregar, 2014). Dalam penelitian ini akan digunakan bahan tambah mineral (*additive*) yaitu diatomae.

2.7.1 Diatomae

Tanah diatomae atau diatomite adalah suatu batuan sedimen silika, yang secara geologi terbentuk dari akumulasi dan pengendapan kulit atau kerangka diatomae (fosil tumbuhan air atau ganggang bersel tunggal) yang terendapkan di daerah perairan. Menurut Khan (1980) secara kimiawi, komposisi utama tanah

diatomae berupa silika yang kadarnya mencapai sekitar 55-70%, tergantung dari lingkungan setempat. Menurut Kristianingrum (2008) kadar senyawa silika dalam tanah diatomae sangat bervariasi, demikian juga strukturnya. Hal ini sangat dipengaruhi oleh tempat dimana tanah diatomae tersebut berasal.

Tabel 2.2 Sifat Fisis Tanah Diatomae

No	Sifat Fisis	Nilai
1	Berat Volume (<i>Bulk density</i>) (kg/liter)	0,767
2	Berat Jenis (<i>Specific gravity</i>)	1,963
3	Absorpsi (<i>Absorption</i>) (%)	6,535

Sumber: Handayani (2018)



Gambar 2.3 Tanah Diatoame

Tanah diatomae dikategorikan sebagai pozzolan alami dikarenakan mengandung silika dengan rumus kimia ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Elemen lainnya yang terkandung di dalam tanah diatomae meliputi abu vulkanik, larutan garam, lempung, pasir silika, senyawa karbonat dan unsur organik lainnya (Purba, 2018).

Tabel 2.3 Unsur Kimia Tanah Diatomae

No	Unsur yang Terkandung	Jumlah (%)
1	Silikon Dioksida (SiO_2)	58,87
2	Besi Oksida (Fe_2O_3)	2,25
3	Aluminium Oksida (Al_2O_3)	0,39
4	Kalsium Oksida (CaO)	12,20

Sumber: Handayani (2018)

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Handayani (2018), telah didapatkan beberapa sifat fisis tanah diatomae dan unsur kimia yang terkandung didalamnya. Sifat fisis tanah diatomae meliputi berat jenis, berat volume dan absorpsi. Hasil penelitian sifat fisis tersebut diperlihatkan pada Tabel 2.2 dan unsur kimia tanah diatomae yang diperoleh diperlihatkan pada Tabel 2.3.

2.8 Berat Volume

Safrina (2006), berat volume agregat (*bulk density*) adalah perbandingan berat agregat hasil pemadatan standar pada keadaan kering oven terhadap volume literan. Menurut Troxell (1968) yang dikutip oleh Safrina (2006), berat volume agregat kasar yang baik adalah 1,65kg/l dan berat volume agregat halus yang baik adalah 1,40 kg/l.

Perhitungan nilai berat volume agregat menurut Orchard, 1979 yang dikutip oleh Safrina, 2006 dapat digunakan Persamaan 2.1

$$W_v = \frac{W_{ca} - W_c}{V_c} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

W_v = Berat volume benda uji (kg/l);

W_{ca} = Berat container berisi agregat (kg);

W_c = Berat container (kg); dan

V_c = Volume container (l).

Berat benda uji W_a dihitung dengan cara $W_a = W_{ca} - W_c$

$$W_a = W_{ca} - W_c \dots\dots\dots (2.2)$$

$$W_v = \frac{W_a}{V_c} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

W_v = berat volume agregat (kg/l)

W_{ca} = berat wadah berisi agregat (kg)

W_c = berat wadah (kg)

V_c = volume wadah (l)

W_a = berat agregat (kg)

2.9 Absorpsi (Penyerapan)

Absorpsi beton adalah proses di mana beton menyerap air dari lingkungan sekitarnya. Proses ini penting karena beton yang menyerap air cenderung kurang awet atau memiliki durabilitas yang rendah. Hal ini dapat menyebabkan degradasi kekuatan beton. Nilai absorpsi yang besar pada beton merupakan indikasi beton tersebut cenderung kurang awet atau memiliki durabilitas yang rendah karena beton dengan mudah menyerap air dan hal ini menyebabkan degradasi kekuatan beton. Air dapat masuk kedalam beton tidak hanya melalui sifat porous atau rongga-rongga yang berbentuk pada beton tetapi juga melalui diffusion dan absorbtion yang semuanya tergantung pada struktur hidrasi semen. Sesuai SNI 6433 (2016), nilai absorpsi di beton dapat dihitung dengan persamaan 2.4 sebagai berikut :

$$P_A = \frac{B-A}{A} \times 100 \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana :

- P_A = Absorpsi atau penyerapan air (%)
- B = Massa contoh uji kering permukaan di udara setelah perendaman (gram)
- A = Massa contoh uji kering oven di udara (gram)

2.10 Perencanaan Campuran (*Mix Design*)

Setyawan dkk., (2014), *Mix design* adalah merupakan sebuah proses pemilihan komposisi campuran yang sesuai untuk pembuatan beton dan menentukan jumlah relatif dengan tujuan menghasilkan beton dengan cara yang paling ekonomis tanpa mengurangi kriteria minimum yang diizinkan, antara lain adalah kekuatan rencana, durabilitas, dan konsistensinya. Pembuatan *mix design* beton dimulai dengan perbandingan volume sederhana dari semen, pasir dan kerikil.

Metode perencanaan campuran beton akan menggunakan SNI 7656-2012 untuk beton normal. Penentuan komposisi air, semen dan perkiraan berat

campuran tiap 1 m³ campuran beton didasarkan pada kekuatan beton, diameter agregat maksimum, tipe semen yang dipakai dan tinggi slump rencana. Air berfungsi sebagai bahan standar yang mengakibatkan proses kimia sehingga semen bereaksi dan kemudian mengeras (Badan Standardisasi Nasional, 2012).

2.11 *Workability*

Sebelum beton diaplikasikan, terdapat cara sederhana untuk mengetahui *workability*. Salah satunya adalah dengan melakukan uji *slump* test, maka kita dapat memperoleh nilai *slump* yang dipakai sebagai tolak ukur atau standar kelecakan beton segar. SNI-1972-2008 menjelaskan bahwa *slump* beton adalah penurunan ketinggian pada pusat permukaan atas beton yang diukur segera setelah cetakan uji *slump* diangkat (Badan Standardisasi Nasional, 2008).

Dumyati dan Manalu, (2015), Secara umum dapat dikatakan bahwa semakin encer beton segar maka semakin mudah beton tersebut dikerjakan. Adukan beton segar adalah campuran bahan bahan beton yaitu air, semen *portland*, agregat halus, dan agregat kasar dengan perbandingan masing-masing bahan tersebut sebanyak yang telah ditentukan sebelumnya. Suatu campuran berasal dari beberapa bahan, maka sifat campurannya tergantung pada sifat bahan-bahan pencampurnya dan banyaknya masing-masing bahan pencampur tersebut. Nilai *slump* dipengaruhi oleh faktor air semen. Semakin tinggi fas maka nilai *slump* akan semakin tinggi yakni menggunakan banyak air dan sedikit semen, sehingga pasta semen lebih encer dan mengakibatkan nilai *slump* lebih tinggi.

Adapun ketentuan nilai *slump* beton dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Nilai *Slump* Beton Segar

Pemakaian	Maks. (cm)	Min. (cm)
Dinding, plat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12.5	5
Pondasi telapak tidak bertulang, <i>kaison</i> dan struktur di bawah tanah	9	2.5
Plat, balok, kolom dan dinding	15	7.5
Pengerasan jalan	7.5	5
Pembetonan massal (beton massa)	7.5	2.5

Sumber : Dumyati dan Manalu, (2015)

2.12 Perawatan Benda Uji

Perawatan merupakan salah satu bagian dari proses pembuatan benda uji yang standar untuk menghasilkan beton keras yang diharapkan. Perawatan yang dilakukan terhadap beton adalah dalam rangka memberikan kelembaban agar semen dapat meneruskan proses hidrasi. Perawatan dilakukan agar beton tidak mengalami retak plastis yang disebabkan oleh proses hidrasi semen. Hidrasi semen terjadi akibat proses reaksi antara semen dan air yang berlangsung terus menerus dan menimbulkan panas. Panas tersebut menyebabkan terjadinya penguapan air secara cepat dari dalam beton, biasanya hal tersebut dapat menimbulkan pori – pori pada beton.

Perawatan benda uji bertujuan menjaga agar permukaan beton segar selalu lembab, sejak dipadatkan sampai proses hidrasi cukup sempurna atau selama 28 hari untuk beton normal. Kelembaban permukaan beton itu harus dijaga agar air didalam beton segar tidak keluar. Hal ini untuk menjamin proses hidrasi semen berlangsung dengan sempurna. Bila hal ini tidak dilakukan, maka oleh udara panasakan terjadi proses penguapan air dari permukaan beton segar, sehingga air dari dalam beton segar mengalir keluar, dan beton segar kekurangan air untuk hidrasi, sehingga timbul retak-retak pada permukaan betonnya. (Tjokrodinuljo, 2007).

2.13 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan lay menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebant gaya tekan tertentu yg dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan beton merupakan sifat terpening calen kualitas beton dibanding dengan sifat-sifat lain, Kekuatan tekan beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar dan halus an Perbandingan dari air semen, semakin tinggi kekuatan tekannya. Suatu jumlah tertentu air diperlukan untuk memberikan aksi kimiawi dalam pengerasan beton, kelebihan air meningkatkan kemampuan pekerjaan akan tetapi menurunkan kekuatan (Wang, 1990).

Kekuatan tekan merupakan salah satu kinerja beton. Kekuatan tekan beton adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Walaupun dalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton tersebut. Beberapa jenis beton menurut kuat tekannya dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Jenis Beton menurut Kuat Tekannya

Jenis Beton	Kuat Tekan (MPa)
Beton sederhana	s/d 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

Sumber : (Dumyati dan Manalu, (2015)

Untuk menghitung kuat tekan beton, dapat digunakan persamaan 2.4 sebagai berikut :

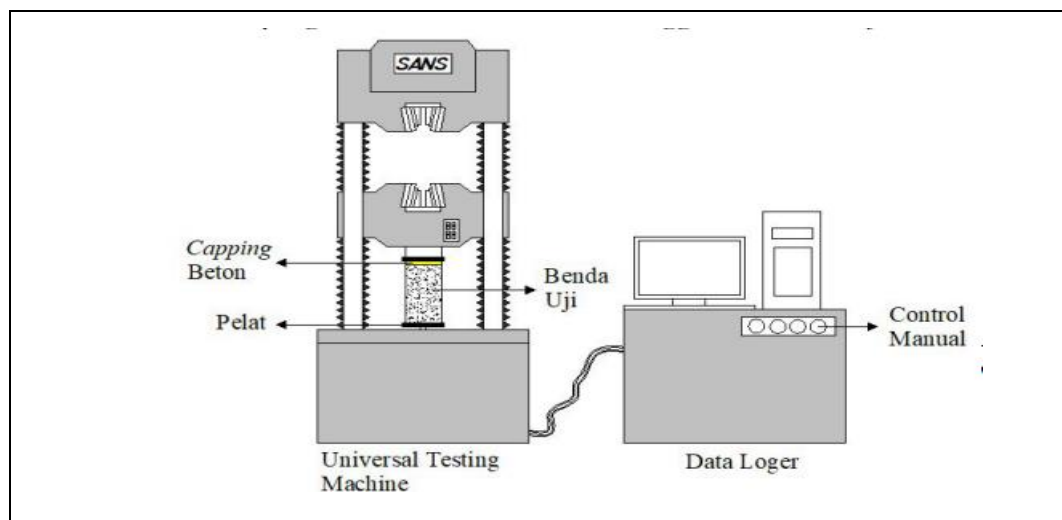
$$f'_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

F'_c = Kuat tekan beton (N/mm²)

P = Gaya maksimum didapat dari mesin uji tekan (N)

A = Luas penampang benda uji yang diberi tekanan (mm²)



Gambar 2.4 : Pengujian Kuat Tekan Beton
Sumber : Alisiyah (2019)

Irham (2021) Apabila dilakukan uji kuat tekan pada benda uji silinder beton dengan Panjang dan diameter silinder berbeda dengan standar yang telah ditetapkan yaitu 15 cm x 30 cm, maka harus dilakukan koreksi nilai kuat tekan, dengan factor koreksi kuat tekan silinder beton diameter benda uji ($L/D = 2$). Berdasarkan SNI 1974-2011 yang tercantum pada tabel 2.6

Tabel 2.6 Nilai Faktor Koreksi dari Berbagai Ukuran Benda Uji Silinder Beton

Diameter (D) mm	Panjang (L) mm	Faktor Koreksi
50	100	1.09
75	150	1.06
100	200	1.04
125	250	1.02
150	300	1.00

Sumber : SNI 1974:2011

2.14 Analisis Data

Aden et al (2019), Standar deviasi atau simpangan baku merupakan suatu nilai statistika yang merepresentasikan simpangan sebuah data terkategori baik atau kurang baik. Semakin besar standar deviasi maka semakin kurang baik untuk sebuah data. Semakin kecil standar deviasi maka semakin baik sebuah data.

Salah satu cara untuk mengetahui nilai kuat tekan beton adalah dengan melakukan pengujian kuat tekan hingga benda uji tersebut pecah atau hancur. Benda uji sebaiknya harus dibuat beberapa buah untuk mendapatkan nilai kuat tekan rata-rata. Karena benda uji dibuat beberapa buah, tentu saja hasil uji kuat tekan pasti berbeda-beda (sedikit atau banyak). Faktor perbedaan (penyimpangan atau deviasi) ini harus diperhatikan dalam menghitung besarnya nilai kuat tekan beton.

Simpangan baku untuk data tunggal yang dianggap sampel diperoleh dari penjumlahan dari selisih nilai data kuat tekan masing-masing benda uji dengan nilai kuat tekan rata-rata benda uji yang dikuadratkan dibagi dengan banyaknya benda uji dikurangkan satu kemudian terakhir diakarkan. Secara matematis dirumuskan dengan sebagai berikut :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan :

S = Standar deviasi

X_i = Data kuat tekan dari masing-masing benda uji (N/mm²)

$\bar{X}$ = Data kuat tekan rata-rata benda uji (N/mm²)

n = Jumlah benda uji

C_v (*covarian*) adalah koefisien ragam sampel atau koefisien variasi.

Secara matematis dirumuskan dengan persamaan 2.7 sebagai berikut :

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan :

C_v = Koefisien ragam sampel (%);

S = Standar deviasi

$\bar{X}$ = Data kuat tekan rata-rata benda uji (N/mm²)

Klasifikasi mutu pelaksanaan untuk penelitian di laboratorium adalah :

- C_v ≤ 5% → sangat baik;
- 5% < C_v ≤ 7% → baik;
- 7% < C_v ≤ 10% → sedang; dan
- C_v > 10% → kurang baik

2.14 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang berhubungan dengan Pengaruh Penggunaan Diatomae Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Lingkungan Agresif Menggunakan Semen Porland Komposit adalah sebagai berikut:

Tabel 2.7 Penelitian Terdahulu Tentang Pengaruh Penggunaan Diatomae Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Lingkungan Agresif Menggunakan Semen Porland Komposit

No	Judul	Nama Penulis	Isi Penelitian
1.	Pengaruh Penggunaan Tanah Diatomae Sebagai Substitusi Semen Terhadap Kuat Tekan Mortar 1:2	Soraya, Saidi, Hasan, (2020)	Penelitian menggunakan tanah diatomae ini digunakan dua tipe semen, yaitu <i>Ordinary Portland Cement (OPC)</i> dan <i>Portland Composite Cement (PCC)</i> . Dari hasil pengujian kuat tekan dapat diketahui kuat tekan menurun seiring dengan penambahan Substitusi tanah diatomae terhadap semen. Untuk semen tipe OPC kuat tekan tertinggi adalah sebesar 38,58 MPa (mortar normal) dan kuat tekan terendah 25,59 MPa (substitusi 40%). Berbeda dengan semen tipe OPC, mortar dengan menggunakan semen tipe PCC tidak mengalami penurunan secara konstan pada saat penambahan substitusi tanah diatomae. Kuat tekan tertinggi adalah sebesar 36,63 MPa (substitusi 20%) dan kuat tekan terendah 24,59 MPa (substitusi 40%).
2	Aplikasi Tanah Diatomae Sebagai Substitusi Semen Dan Bahan Tambah Terhadap Sifat Mekanis Beton Normal	Handayani (2018)	Nilai kuat tekan beton mengalami penurunan sebanding dengan penambahan kadar tanah diatomae terhadap semen. Nilai rata-rata kuat tekan beton dengan FAS 0.30 tanpa kalsinasi pada umur 56 hari adalah 38.93 MPa (tanah diatomae 0%); 35.60 MPa (tanah diatomae 10%); 28.31 MPa (tanah diatomae 20%); 23.73 MPa (tanah diatomae 30%); 17.28 MPa (tanah diatomae 40%).
3	Studi Pengaruh Penggunaan Air Payau Dalam Mix Design Beton Untuk Pembuatan	Mulyono, Prayitno (2015)	Penggunaan air payau hasil uji lebih tinggi 1,92% dibandingkan dengan kuat tekan rencana, sementara penggunaan air PDAM hasil uji lebih rendah 1.3% dari kuat tekan rencana

No	Judul	Nama Penulis	Isi Penelitian
	Konstruksi Dermaga Akibat Rendaman Air Laut		pada umur 28 hari. Pada beton uji umur 56 hari penggunaan air PDAM hasil uji lebih tinggi 5,55% dibandingkan dengan kuat tekan rencana, sementara pada beton campuran air payau hasil uji mengalami penurunan atau lebih rendah 13,48% dari kuat tekan rencana. Dari gambar 5.3 Grafik perbandingan kuat tekan, didapat beton campuran air PDAM kuat tekannya mempunyai trend meningkat, sementara beton campuran air payau mempunyai trend menurun.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Untuk memperoleh hasil suatu penelitian yang sempurna, maka harus dilakukan dengan metode yang baik pula. Langkah penelitian dimulai dengan studi literatur, dilanjutkan dengan pekerjaan persiapan, pemeriksaan sifat fisis material, perencanaan campuran beton (*mix design*). pembuatan benda uji, perawatan benda uji, pengujian benda uji serta analisa data. Prosedur penelitian secara lengkap dapat dilihat pada bagan alir penelitian dapat dilihat pada Lampiran A. Hal. 46.

3.1 Material dan Alat-Alat yang Digunakan

Material dan peralatan yang digunakan selama penelitian akan dijelaskan pada sub bab berikut.

3.1.1 Peralatan Yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini sebagian besar telah tersedia di Laboratorium Konstruksi dan Bahan Bangunan, Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala. Berikut ini adalah peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini:

1. Oven;
2. *Furnace*
3. Mesin pengaduk beton (*concrete mixer*);
4. Peralatan pengukuran slump (kerucut Abram's);
5. Cetakan benda uji balok berukuran 15 cm x 30 cm;
6. Mesin uji kuat tekan (*compressive loading machine*);
7. Mesin *Los Angeles*; dan
8. Peralatan penunjang lainnya.

3.1.2 Material Yang Digunakan

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Semen yang digunakan adalah semen portland komposit yang diproduksi oleh PT. Semen Padang. Semen yang digunakan telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI). Pemeriksaan pada semen dilakukan secara visual terhadap kantong yang tidak robek dan keadaan butiran (tidak terdapat bongkahan-bongkahan yang keras) pada semen;
2. Pasir yang digunakan berasal dari Sungai Pedalaman Indrapuri dan air sungai yang digunakan juga berasal dari Sungai Wilayah Aceh Besar;
3. *Split* yang digunakan berasal dari Industri Pemecah Batu (*Stone Crusher*);
4. Diatomae yang digunakan berasal dari desa Beureunut, Kecamatan Seulimeum, Kabupaten Aceh Besar. Untuk dapat digunakan sebagai bahan tambah dalam campuran beton, diatomae terlebih dahulu dibersihkan dari kotoran yang menempel lalu dihancurkan dengan mesin *los angeles* dan selanjutnya ditumbuk hingga lolos saringan no.200. Persentase penambahan diatome adalah 5%, 7,5% dan 10% terhadap berat semen. Lokasi pengambilan diatome dapat dilihat pada Lampiran A.3 Hal. 49.
5. Air payau digunakan sebagai air rendaman beton yang digunakan berasal dari daerah Lamdingin.
6. Air PDAM digunakan sebagai air rendaman beton yang digunakan berasal PDAM Tirta Mountala.

3.2 Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan meliputi pengadaan material yang digunakan, persiapan cetakan, dan peralatan lainnya untuk keperluan penelitian. Persiapan cetakan dan peralatan lainnya sudah tersedia di laboratorium. Cetakan benda uji yang digunakan adalah cetakan silinder dengan berdiameter 15 cm dengan tinggi 30 cm.

3.2.1 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan meliputi pekerjaan persiapan, proses penghalusan diatomae dan kalsinasi, pemeriksaan berat jenis material (*Spesific*

Gravity), Perencanaan campuran beton (*mix design*), pembuatan benda uji, perawatan benda uji dan pengujian benda uji.

3.3 Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Metode perencanaan campuran beton (*concrete mix design*) dihitung menggunakan metode *Standar Nasional Indonesia* (SNI-7656-2012). Penentuan komposisi air, semen dan perkiraan berat tiap 1 m³ campuran beton didasarkan pada nilai kuat tekan rencana, tinggi *slump* rencana dan butiran agregat maksimum. Komposisi campuran material dihitung atas dasar berat dan disesuaikan dengan berat jenis masing-masing material. Nilai kuat tekan yang direncanakan adalah $f'c = 20$ MPa, slump test yang direncanakan adalah 75 – 100 mm dan diameter agregat maksimum 19,1 mm.

3.4 Pemeriksaan Sifat-Sifat Fisis Agregat

Pemeriksaan sifat fisis agregat yang dilakukan pada penelitian ini adalah :

3.4.1 Analisis Saringan (*Seive Analysis*)

Langkah-langkah untuk mengetahui analisis saringan (*sieve analysis*) adalah sebagai berikut :

1. Alat dan bahan

Alat :

- a. Oven
- b. Timbangan dengan ketelitian 0,1 Kg
- c. Satu set saringan
- d. Talam penampang

Bahan :

- a. Agregat halus setiap benda uji diambil 1 Kg
- b. Agregat kasar setiap benda uji diambil 2 Kg

2. Langkah Kerja

- a. Keringkan agregat dengan oven dengan suhu 110°C selama 24 jam

- b. Tuangkan agregat ke dalam saringan
 - c. Saringan kemudian digoyang-goyangkan, agregat yang tertinggal di atas saringan ditimbang beratnya, kemudian di catat sesuai pada nomor saringan.
3. Perhitungan
- a. Hitunglah persentase berat benda uji yang tertahan pada setiap saringan dengan perbandingan setiap benda uji yang tertahan dengan jumlah benda uji total dan dikalikan 100%

3.4.2 Berat Jenis dan Absorpsi (*Specivic Gravity and Absorbtion*)

Langkah-langkah untuk mengetahui berat jenis dan absorpsi (*specivic gravity and absorbtion*) adalah sebagai berikut :

1. Alat dan bahan

Alat :

- a. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
- b. Sendok atau sekop
- c. Wadah untuk merendam benda uji
- d. Cetakan kerucut
- e. Gelas kaca
- f. Baskom
- g. Oven

Bahan :

- a. Agregat halus
 - b. Agregat kasar
2. Langkah kerja
 - a. Benda uji direndam selama 24 jam
 - b. Tebarkan benda uji di lantai atau di tempat yang teduh dan dianginkan
 - c. Masukkan pasir ke dalam cetakan kerucut sebanyak 3 kali tahap dengan masing-masing ketukan sebanyak 25 kali
 - d. Timbang gelas kaca dan dicatat (W_c)

- e. Tuangkan benda uji dalam keadaan jenuh ke dalam gelas kaca dan di timbang kemudian dicatat (W_{cs})
- f. Tuangkan air ke dalam gelas kaca untuk menghilangkan udara
- g. Timbang gelas kaca berisi air dan dicatat (W_{csw})
- h. Timbang gelas berisi air dan dicatat (W_{cw})
- i. Tuangkan benda uji pada langkah ke-6 dan timbang beratnya ($W_{c''}$)
- j. Keringkan benda uji dalam oven selama 24 jam dengan suhu 110°C
- k. Timbang benda uji pada baskom pada keadaan kering oven ($W_{c'}$)

3.4.3 Berat Volume Agregat (*Bulk Density*)

Langkah-langkah untuk mengetahui berat volume agregat (*bulk density*) adalah sebagai berikut :

1. Alat dan bahan

Alat :

- a. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
- b. *Container* untuk mengeringkan agregat
- c. Tongkat pemadat berdiameter 16 mm, panjang 600 mm yang berujung bulat dan terbuat dari baja anti karat
- d. Mistar perata
- e. Sekop

Bahan :

- a. Agregat halus
- b. Agregat kasar

2. Langkah Kerja

- a. Tuangkan agregat ke dalam *container* kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 110°C selama 24 jam
- b. Keluarkan agregat dari dalam oven dan diamkan selama 15 menit
- c. Timbanglah berat *container* dalam satuan Kg kemudian di catat (W_c)
- d. Tuangkan agregat ke dalam *container* kemudian ratakan dengan mistar perata untuk pemeriksaan berat volume dalam keadaan gembur (W_{ca})

- e. Berat benda uji W_a dihitung dengan cara $W_a = W_{ca} - W_c$
 - f. Tuangkan agregat ke dalam *container* dalam tiga lapisan dengan tiap lapisan kira-kira sama banyak untuk pemeriksaan berat volume dalam keadaan padat. Setiap lapisan dipadatkan dengan tongkat besi berdiameter 1,6 cm dan panjang 60 cm sebanyak 25 kali tumbukan. Setelah dipadatkan, permukaan agregat diratakan sejajar dengan permukaan *container* kemudian ditimbang beratnya. Pemeriksaan ini diulang sebanyak 3 kali dan diambil nilai rata-rata.
 - g. Timbanglah berat *container* dengan agregat kemudian di catat (W_{ca})
 - h. Berat benda uji W_a dihitung dengan cara $W_a = W_{ca} - W_c$
3. Perhitungan Berat Volume dengan persamaan 2.1 dan 2.3 pada halaman 13.

3.5 Pembuatan Adukan, Pengujian *Slump*, Pengecoran dan Perawatan

Sebelum pekerjaan pengecoran dimulai, masing-masing material ditimbang banyaknya sesuai dengan perbandingan campuran yang diperoleh dari perencanaan campuran beton (*mix design*). Cetakan benda uji silinder ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm diolesi dengan oli bekas terlebih dahulu yang bertujuan untuk memudahkan saat pembukaan cetakan silinder setelah beton mengeras. Alat pencampuran yang digunakan adalah molen berkapasitas 90 liter/adukan dengan tenaga penggerak dinamo listrik. Sebelum dilakukan pengecoran, molen dan wadah penampung beton dibasahi dengan menggunakan air terlebih dahulu. Langkah-langkah pembuatan benda uji dan pengujian *slump test* adalah sebagai berikut :

- 1 Menimbang tiap-tiap material sesuai dengan hasil *mix design*.
- 2 Agregat kasar dan agregat halus dicampur ke dalam *concrete mixer*.
- 3 Setelah agregat sudah tercampur rata, semen dimasukkan ke dalam *mixer*.
- 4 Setelah agregat dan semen tercampur, air dimasukan ke dalam *concrete mixer* air dimasukkan sedikit demi sedikit agar adukan beton tercampur rata. Proses pencampuran tidak boleh melebihi dari 5 menit untuk menjaga

beton tidak mengeras pada waktu dimasukkan ke silinder atau kubus benda uji.

- 5 Selanjutnya campurkan diatomae (*additive*) yang sudah ditimbang ke dalam *concrete mixer* sedikit demi sedikit agar merata.
- 6 Beton segar dikeluarkan dari *concrete mixer* lalu dituang ke dalam nampan untuk dilakukan pengujian *slump test* dengan menggunakan kerucut terpancung yang terbuat dari logam dengan diameter atas 10 cm, diameter bawah 20 cm dan tinggi 30 cm. Alat ini juga dilengkapi dengan sebuah plat baja sebagai alas dan sebuah alat pemadat dari besi dengan diameter 16 mm, panjang 60 cm dan salah satu ujungnya dibulatkan. Pengujian *slump test* dilakukan dengan mengisi beton segar ke dalam kerucut *slump* secara bertahap dalam tiga lapisan (1/3, 2/3, 3/3) dan kira-kira setiap lapisan mempunyai volume yang sama. Selanjutnya setiap lapisan dipadatkan dengan tongkat pemadat besi sebanyak 25 kali tumbukkan. Kekentalan adukan beton diperoleh dengan cara mengukur besar penurunan permukaan kerucut beton segera setelah kerucut *slump* ditarik vertikal ke atas. Besarnya penurunan permukaan beton segar ini disebut dengan *slump*.
- 7 Kemudian dapat dilakukan pengecoran dengan cara memasukkan adukan beton atau beton segar ke dalam cetakan silinder berukuran 15 x 30 cm sesuai dengan jumlah dan variasi benda uji yang telah direncanakan di awal.

Benda uji yang digunakan pada penelitian ini berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm yang berjumlah 48 buah. Benda uji terdiri campuran material semen, *split*, pasir sungai, air sungai dan campuran material semen, *split*, pasir laut, air laut dan air payau. Setiap variasi benda uji untuk pengujian umur 28 hari dibuat sebanyak 6 buah benda uji. Setiap variasi benda untuk campuran pasir sungai, air sungai maupun campuran pasir laut, air laut akan menggunakan diatome yang direndam menggunakan air PDAM dan air payau sebagai bahan tambah dengan variasi 0%, 5% , 7,5% dan 10%. Untuk lebih detailnya variasi dan jumlah benda uji dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Variasi dan Jumlah Benda Uji

Benda Uji	Umur Beton	Persentase Diatomae : Semen	Kode Benda Uji	Total Benda Uji
Air PDAM	28	0% DT : 100% PCC	KTDT 0%	5
Air PDAM	28	5% DT : 100% PCC	KTDT 5%	5
Air PDAM	28	7,5% DT : 100% PCC	KTDT 7,5%	5
Air PDAM	28	10% DT : 100% PCC	KTDT 10%	5
Air Payau	28	0% DT : 100% PCC	KTDT 0%	5
Air Payau	28	5% DT : 100% PCC	KTDT 5%	5
Air Payau	28	7,5% DT : 100% PCC	KTDT 7,5%	5
Air Payau	28	10% DT : 100% PCC	KTDT 10%	5
Jumlah Keseluruhan Benda Uji Kuat Tekan				40

Pengecoran benda uji dilakukan dengan mengisi beton segar ke dalam cetakan silinder secara bertahap dalam tiga lapisan dan kira-kira setiap lapisan mempunyai volume yang sama. Selanjutnya setiap lapisan dipadatkan dengan tongkat pemadat yang terbuat dari besi sebanyak 25 kali tumbukkan dan kemudian disekeliling dinding luar cetakan silinder dipukul dengan menggunakan palu karet agar beton menjadi lebih padat. Setelah dipadatkan. Beton yang telah diratakan permukaannya didiamkan ± 24 jam dan kemudian cetakan dapat dibuka dan beton dibersihkan. Benda uji diberi nama variasi, nama kode dan tanggal pengecoran dengan menggunakan stipo/*tipe-ex*. Setelah pelaksanaan pengecoran, seluruh benda uji akan dilakukan perawatan dengan cara direndam di bak perendaman Laboratorium menggunakan air payau dan PDAM. Setelah itu benda uji dikeluarkan dari bak perendaman yang telah direndam selama 28 hari, kemudian didiamkan selama ± 24 jam agar benda uji mengering. Lalu benda uji diukur diameternya menggunakan jangka sorong dan kemudian ditimbang beratnya. Selanjutnya benda uji dapat dilakukan pengujian kuat tekan pada umur 28 hari.

3.6 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan dilakukan di Laboratorium Konstruksi dan Bahan Bangunan (LKBB) Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala. Alat yang

digunakan pada pengujian ini adalah mesin uji kuat tekan (*Compressive Strength Tester*) merk Ton Industri No.2547/14/1970 produksi *Mannheim Germany* dengan kapasitas maksimum pembebanan 100 ton. Pembebanan diberikan sampai benda uji mencapai beban maksimum. Langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :

- a Benda uji di keluarkan dari tempat bak perendaman yang telah direndam selama 28 hari, kemudian didiamkan selama ± 24 jam;
- b Benda uji diukur diameter dan tingginya menggunakan jangka sorong, kemudian ditimbang beratnya;
- c Masukkan benda uji ke dalam mesin penguji;
- d Putar kunci hidrolik untuk mengunci benda uji;
- e Hidupkan mesin tekan dengan penambahan beban yang konstan;
- f Tekan tuas hidrolik keatas dan kebawah untuk memompa alat kuat tekan sehingga terjadi tekanan pada benda uji.
- g Pada saat jarum kuat tekan hamper bergerak dari angka 0, letakan dial regangan pada piston bawah hingga ke piston atas, lalu ukur L0 yaitu jarak antar piston kuat tekan.
- h Tekan tuas hidrolik dan berhenti setiap pertambahan 10 pada jaran dial regangan dengan membaca jarum tegangan disetiap pertambahan tersebut.
- i Setelah benda uji terlihat retak dan jarum penunjuk gaya berhenti atau tidak mampu bergerak, baca hasil akhir jarum dial tegangan sehaga nilai gaya maksimum yang dapat diterima benda uji dan Δl maksimum (perpendekan hingga terjadi keruntuhan) pada dial regangan Lakukan hal yang sama untuk beton dengan umur 28 untuk setiap proporsi benda uji.

3.7 Pengujian Absorpsi Beton

Pengujian ini dilakukan dengan merendam benda uji beton dalam air selama periode waktu tertentu. Jumlah air yang diserap oleh beton diukur dengan mengukur massa benda uji sebelum dan sesudah perendaman. Berikut langkah-langkah dalam melakukan pengujian absorpsi beton :

1. Siapkan Benda uji beton silinder ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

2. Rendam benda uji beton dalam air selama 24 jam.
3. Angkat benda uji beton dari air dan ukur massanya.
4. Keringkan benda uji beton hingga massanya konstan.
5. Ukur massa benda uji beton yang kering.

3.8 Analisa Data

Data hasil pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat dihitung nilai rata-ratanya. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kualitas agregat yang digunakan apakah memenuhi ketentuan yang disyaratkan sebagai agregat pembentuk beton. Data hasil pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat tersebut juga digunakan sebagai keperluan dasar untuk perencanaan campuran beton (*mix design*).

Data hasil pengujian kuat tekan dari mesin uji pembebanan menghasilkan nilai kuat tekan dalam satuan ton. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder. Oleh karena itu perlu dilakukan konversi dari satuan ton ke newton, yang dimana $1 \text{ Ton} = 9806.65 \text{ N}$. Cara untuk mendapatkan nilai kuat tekan benda uji silinder (N/mm^2) adalah nilai beban maksimum (satuan = newton) dibagi dengan luas penampang benda uji (satuan = mm^2). Data hasil pengujian kuat tekan beton disajikan dalam bentuk tabel dan grafik yang selanjutnya akan dievaluasi untuk mendapatkan nilai rata-rata untuk setiap variasi benda uji. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *Software Microsoft Excel*.

Analisa data dilakukan secara statistik dari pengujian yang dilakukan di laboratorium. Statistik merupakan sekumpulan konsep dan metode untuk mengumpulkan data, menyajikannya dalam bentuk yang mudah dipahami, menganalisa data dan mengambil kesimpulan berdasarkan hasil analisa data dari hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium.

3.9 Seleksi Data

Data yang diperoleh dari hasil pengujian di laboratorium kemudian dilakukan penyeleksian data, berupa baik tidaknya penyebaran yang diperoleh.

Hal ini bertujuan untuk melihat simpangan baku atau standar deviasi yang terjadi. Standar deviasi adalah identifikasi penyimpangan yang terjadi dalam kelompok data. Semakin kecil standar deviasi, maka semakin baik mutu pelaksanaan penelitian. Standar deviasi dihitung sesuai dengan penjelasan pada sub-bab 2.13 Hal. 18.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dibahas mengenai hasil penelitian dan pembahasan tentang pengaruh penggunaan diatomae terhadap kuat tekan beton pada lingkungan agresif menggunakan semen portland komposit yang dilaksanakan di Laboratorium Konstruksi Bahan Bangunan Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala dan Laboratorium Jalan Raya Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Aceh.

4.1 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisis Agregat

Sifat fisis diperoleh dari pengujian material berupa uji fisis, sehingga dapat merencanakan *Mix Design* sesuai dengan mutu yang direncanakan. Adapun pada uji fisis yang dilakukan pada saat penelitian adalah sebagai berikut:

4.1.1 Pemeriksaan Berat Volume (*Bulk Density*)

Bulk density merupakan berat suatu massa tanah per satuan volume tertentu. Volume tanah adalah kepadatan tanah termasuk pori-pori tanah. Tanah yang lebih padat mempunyai *bulk density* yang lebih besar dari tanah yang sama tetapi kurang padat. Pada umumnya tanah pada lapisan atas memiliki nilai *bulk density* lebih rendah dari tanah dibawahnya. Adapun nilai yang di dapat pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Berat Volume Agregat

No	Jenis Agregat	Berat Volume (Kg)	Batas Izin Troxell (Kg) (1968)
1	Gembur Pasir	1,458	> 1,4
2	Padat Pasir	1,793	
3	Gembur Kerikil	1,449	
4	Padat Kerikil	1,665	

Berdasarkan hasil pemeriksaan tabel 4.1 maka agregat yang dipakai memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai proporsi campuran dimana material pembentuk beton tersebut lebih besar dari 1,4 Kg sebagaimana yang disarankan oleh Troxell (1968).

4.1.2 Analisis Saringan Agregat (*Seive Analysis*)

Analisa saringan agregat adalah pembagian butiran (gradasi) agregat. Data distribusi butiran pada agregat diperlukan dalam perencanaan adukan beton. Pelaksanaan penentuan gradasi dilakukan pada agregat halus dan agregat kasar. Alat yang digunakan adalah *shake machine* dengan ukuran tertentu. Hasil perhitungan modulus halus butir untuk agregat dapat dilihat pada Tabel 4.2:

Tabel 4.2 Nilai Modulus Halus Butir Agregat

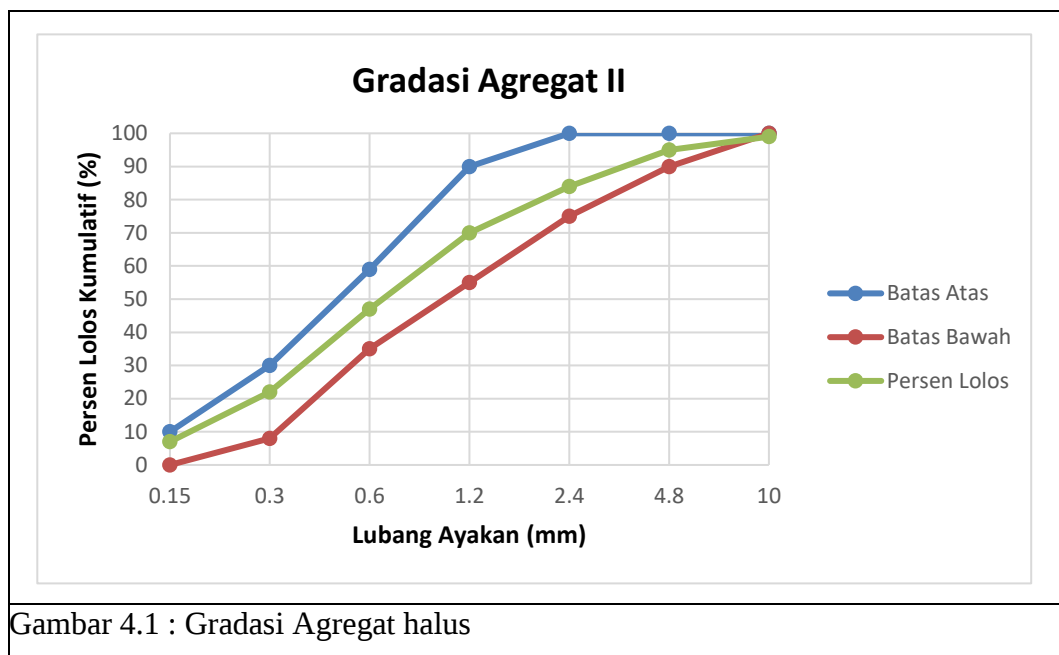
No	Jenis Agregat	<i>Fineness Modulus (FM)</i>
1	Agregat Halus	2,76
2	Agregat Kasar	6,92

Berdasarkan hasil pemeriksaan pada tabel 4.2 dalam penelitian ini memenuhi persyaratan nilai *Fineness Modulus* agregat halus yang digunakan yaitu 2,3 - 3,1 sesuai dengan yang disyaratkan pada SNI-T-15-1990-03. Hasil pemeriksaan ayakan dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Zona Gradasi Agregat dan Persentase Lolos Saringan Agregat

No Saringan	Ukuran Saringan (mm)	Lolos Saringan (%)	Gradasi Agregat I (%)	Gradasi Agregat II (%)	Gradasi Agregat III (%)	Gradasi Agregat IV (%)
3/8"	10	99	100	100	100	100
No. 4	4,8	95	90 - 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100
No. 8	2,4	84	60 - 95	75 - 100	85 - 100	95 - 100
No. 16	1,2	70	30 - 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100
No. 30	0,6	47	15 - 34	35 - 59	60 - 79	80 - 100
No. 50	0,3	22	5 - 20	8 - 30	12- 40	15 - 50
No. 100	0,15	7	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15

Berdasarkan tabel 4.3 gradasi agregat pada penelitian ini memenuhi zona gradasi Agregat II yang disyaratkan oleh SNI 03-2834-2000. Grafik gradasi agregat dapat dilihat pada Gambar 4.1.



4.1.3 Berat Jenis dan Absorpsi (*Specific Gravity and Absorption*)

Pemeriksaan dengan perbandingan relative antara massa jenis sebuah zat dengan massa jenis air murni. Berat jenis suatu zat dapat diperoleh dengan membagi kerapatan dengan kerapatan air. Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui apakah material yang digunakan sudah memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan campuran beton. Hasil perhitungan untuk berat jenis pasir dan kerikil dapat dilihat pada Tabel 4.4:

Tabel 4.4 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat

No	Jenis Agregat	Berat Jenis		Batas Izin Teori Troxell (1968)
		SD	OD	
1	Agregat Halus	2,44	2,38	2,0 - 2,7
2	Agregat Kasar	2,75	2,67	2,5 - 2,8

Hasil perhitungan pada tabel 4.4 berat jenis agregat yang digunakan pada penelitian ini cukup baik untuk material pembentuk beton dan memenuhi syarat yang telah ditentukan oleh Troxell (1968).

4.2 Hasil Pemeriksaan Campuran (*Mix Design*)

Setiap persentase campuran dengan penggunaan diatomae sebagai perekat dengan pembuatan benda uji silinder berukuran 15 x 30 cm sebanyak 40 benda uji. Untuk masing-masing umur beton 28 hari. Komposisi material beton normal dengan bahan tambah diatomae yang dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Proporsi Campuran Beton Normal dengan Bahan Pengisi Diatomae untuk Kuat Tekan 28 hari

Persentase Campuran	Agregat Kasar (Kg)	Agregat Halus (Kg)	Semen (Kg)	Air (Liter)	Diatomae (Kg)
0%	85.332	62.46	29,112	16,945	0
5%	85.332	62.46	29,112	16,945	1,455
7,5%	85.332	62.46	29,112	16,945	2,182
10%	85.332	62.46	29,112	16,945	2,909

4.3 Hasil Pengujian *Slump Test*

Pada penelitian ini proses pengecoran dilakukan sebanyak 2 kali pengecoran untuk umur beton 28 hari. Pengecoran dilakukan dengan menggunakan diatomae dan semen PCC sebagai pengisi campuran beton. Pada proses pemeriksaan terjadi dua macam jenis *slump* yaitu keadaan runtuh seragam tanpa ada yang runtuh dan keadaan runtuh geser dan tergelincir ke bawah pada bidang miring. Adapun hasil pengujian *slump test* dapat dilihat pada Tabel 4.6 :

Tabel 4.6 Hasil Pengujian *Slump Test*

No	Kode Benda Uji	Hasil (cm)	Perencanaan
1	KTDT 0%	8,6	7,5 cm - 10 cm
2	KTDT 5%	9	
3	KTDT 7,5%	8	
4	KTDT 10%	9,2	

Dari hasil pengujian tinggi *slump* beton segar pada pengadukan ke-1 persentase campuran diatomae 0% adalah 8,6 cm, ke-2 persentase campuran diatomae 5% adalah 9 cm, ke-3 persentase campuran diatomae 7,5% adalah 8 cm dan ke-4 persentase campuran diatomae 10% adalah 9,2 cm, tinggi *slump* beton rencana adalah 7,5 cm – 10 cm. Maka nilai tinggi *slump* beton hasil uji dapat digunakan. Sedangkan Nilai *slump test* paling rendah berada pada beton dengan persentase campuran diatomae 7,5% dan nilai tinggi berada pada beton dengan persentase campuran diatomae 10%. Perbedaan tinggi ukuran *slump test* disebabkan oleh perbandingan jumlah semen pada campuran beton.

4.4 Hasil Kuat Tekan Beton

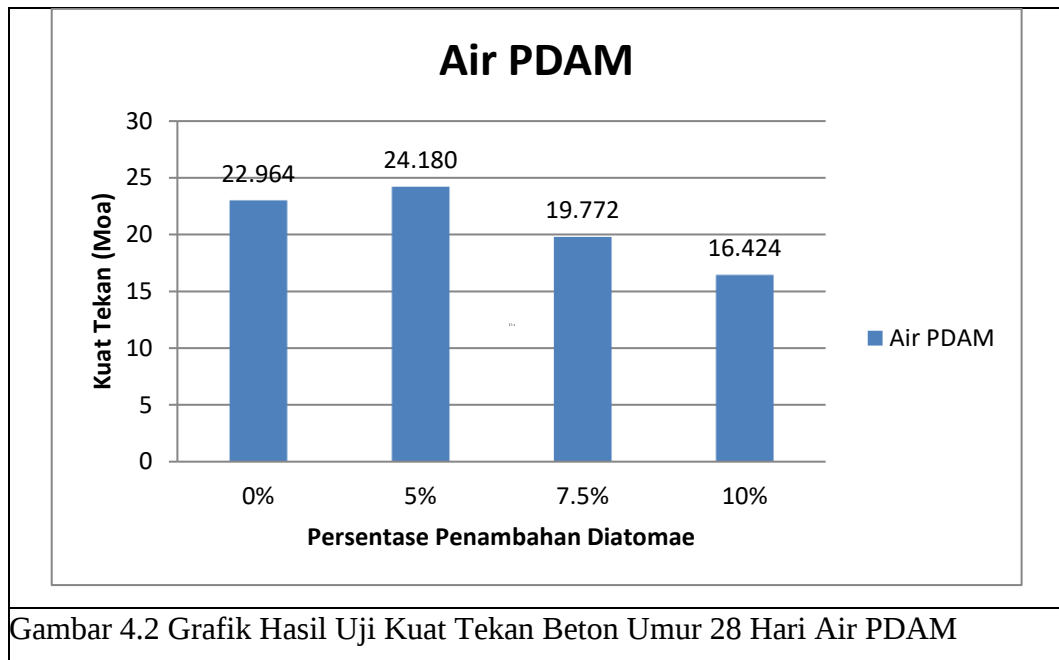
Pada pengujian kuat tekan beton dilakukan pembuatan benda uji 15 x 30 cm dengan persentase benda uji campuran diatomae 0%, 5%, 7,5% dan 10%. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur beton 28 hari. Hasil perhitungan dari setiap benda uji dihitung rata-rata dan sesuai dengan rumus pada persamaan 2.1. Adapun nilai kuat tekan beton rata-rata pada beton umur 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

No	Benda Uji	Kode Benda Uji	fc (Mpa)	
			28 Hari	Rata-Rata 28 Hari
1	Air PDAM	KTDT 0%	23,875	22,964
			22,653	
			23,042	
			22,487	
			22,764	
	Air Payau	KTDT 0%	22,764	21,132
			22,487	
			18,045	
			22,376	
			19,988	
2	Air PDAM	KTDT 5%	23,597	24,180
			24,430	
			25,096	
			23,430	
			24,347	

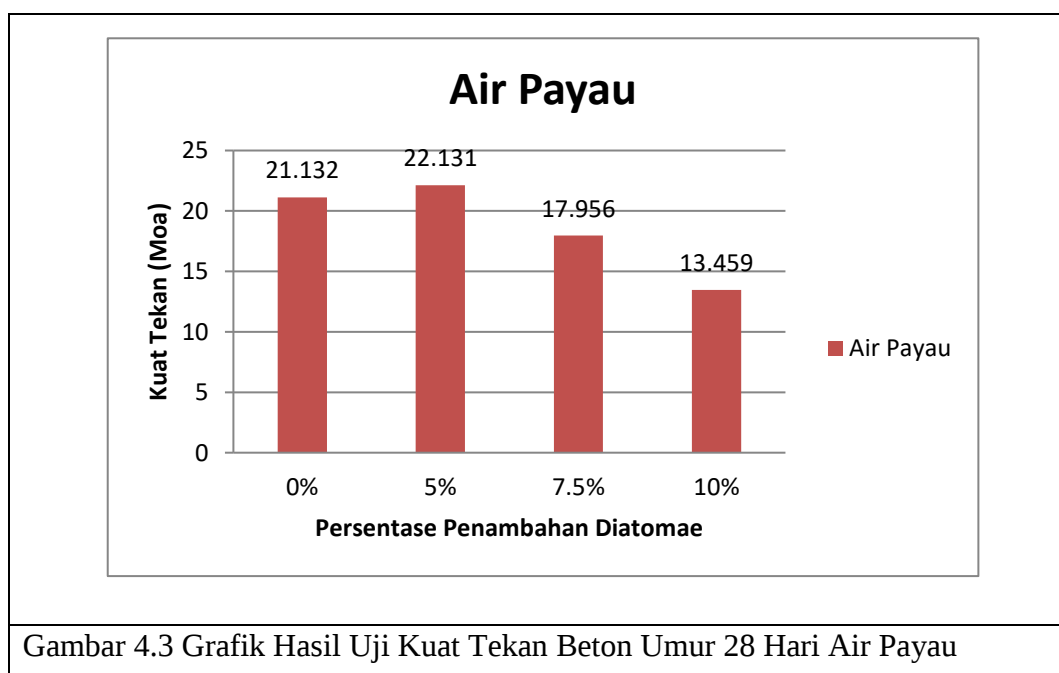
No	Benda Uji	Kode Benda Uji	fc (Mpa)	
			28 Hari	Rata-Rata 28 Hari
	Air Payau	KTDT 5%	23,597	22,131
			22,875	
			22,209	
			19,710	
			22,264	
3	Air PDAM	KTDT 7,5%	19,710	19,772
			18,600	
			19,461	
			21,931	
			19,155	
	Air Payau	KTDT 7,5%	17,767	17,956
			18,433	
			18,045	
			18,322	
			17,212	
4	Air PDAM	KTDT 10%	16,379	16,424
			15,657	
			16,768	
			17,767	
			15,546	
	Air Payau	KTDT 10%	11,382	13,459
			13,603	
			11,660	
			16,657	
			13,992	

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa persentase campuran diatomae 0% PDAM pada beton berumur 28 hari menghasilkan kuat tekan beton sebesar 22,964 MPa dan air payau sebesar 21,132 Mpa. Persentase campuran diatomae 5% PDAM pada beton berumur 28 hari menghasilkan kuat tekan beton sebesar 24,180 MPa dan air payau sebesar 22,131 Mpa. Persentase campuran diatomae 7,5% PDAM pada beton berumur 28 hari menghasilkan kuat tekan beton sebesar 19,772 MPa dan air payau sebesar 17,956 Mpa. Pesentase campuran diatomae 10 % PDAM pada beton berumur 28 hari menghasilkan kuat tekan beton sebesar 16,424 MPa dan air payau sebesar 13,459 Mpa. pengujian kuat tekan beton menunjukkan bahwa nilai tertinggi diperoleh persentase campuran diatomae sebesar 5%



Gambar 4.2 Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari Air PDAM

Berdasarkan gambar 4.2 menunjukkan bahwa kuat tekan beton pada perendaman air Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) yang menggunakan campuran diatomae mengalami penurunan kuat tekan beton seiring dengan penambahan persentase diatomae sedangkan pada kuat tekan beton pada persentase 0% sebesar 22,964 Mpa.



Gambar 4.3 Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari Air Payau

Berdasarkan gambar 4.3 menunjukkan bahwa kuat tekan beton pada perendaman air Payau yang menggunakan campuran diatomae mengalami penurunan kuat tekan beton seiring dengan penambahan persentase diatomae sedangkan pada kuat tekan beton pada persentase 0% sebesar 21,132 Mpa.

Tabel 4.8 Perbandingan Selisih Hasil Uji Kuat Tekan Beton 28 hari

No	Benda Uji	Kode Benda Uji	Fc 28 hari (Mpa)	Selisih
1	Air PDAM	KTDT 0%	22,964	0,000
2	Air Payau	KTDT 0%	21,132	-1,832
3	Air PDAM	KTDT 5%	24,180	0,000
4	Air Payau	KTDT 5%	22,131	-2,049
5	Air PDAM	KTDT 7,5%	19,772	0,000
6	Air Payau	KTDT 7,5%	17,956	-1,816
7	Air PDAM	KTDT 10%	16,424	0,000
8	Air Payau	KTDT 10%	13,459	-2,965

Tabel 4.8 menjelaskan bahwa semakin tinggi persentase campuran diatomae pada beton umur 28 hari maka terjadinya penurunan kuat tekan beton. Selisih kuat tekan beton 28 hari antara beton dengan air PDAM dan air payau persentase campuran diatomae 0% adalah 1,832 Mpa. Selisih kuat tekan pada beton dengan air PDAM dan air payau persentase campuran diatomae 5% meningkatkan selisih kuat tekan beton 28 hari, pada persentase campuran diatomae 5% selisihnya mencapai 2,049 Mpa sedangkan Selisih kuat tekan beton 28 hari antara beton dengan air PDAM dan air payau persentase campuran diatomae 7,5% adalah 1,816 Mpa. Selisih kuat tekan beton 28 hari antara beton dengan air PDAM dan air payau persentase campuran diatomae 10% adalah 2,965 Mpa.

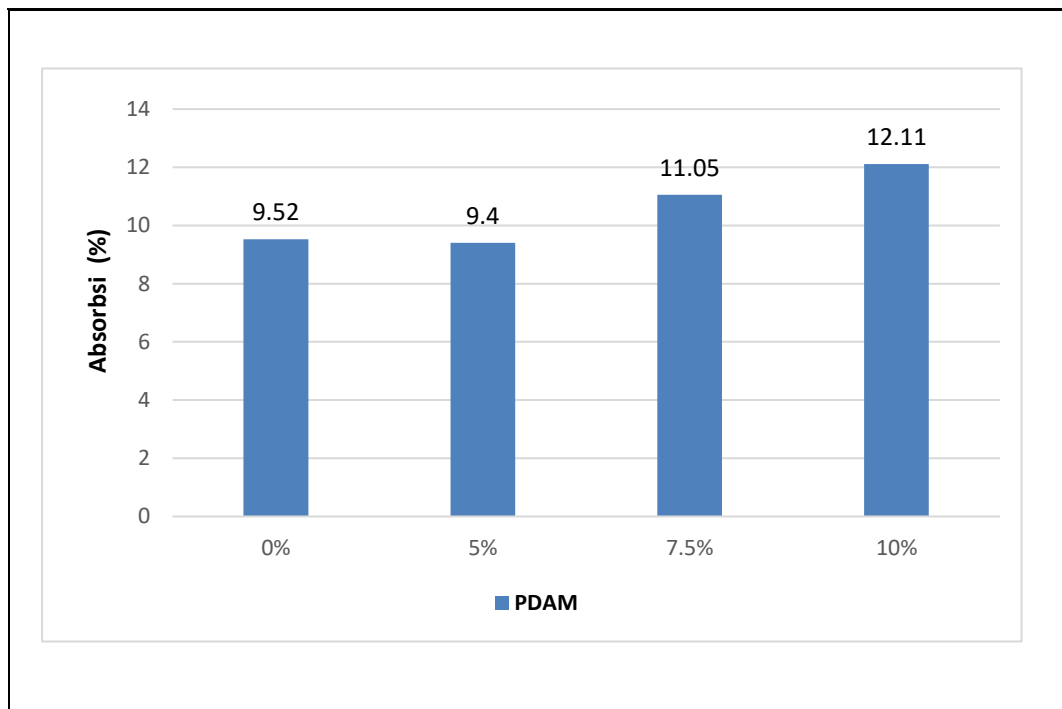
4.5 Hasil Pengujian Absorpsi Beton

Pengujian dilakukan setelah perendaman selama 24 jam. Nilai absorpsi didapatkan dari selisih berat benda uji setelah perendaman dengan berat awal benda uji. Hasil pengujian absorpsi diperlihatkan pada tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil Pengujian *Absorpsi* Beton

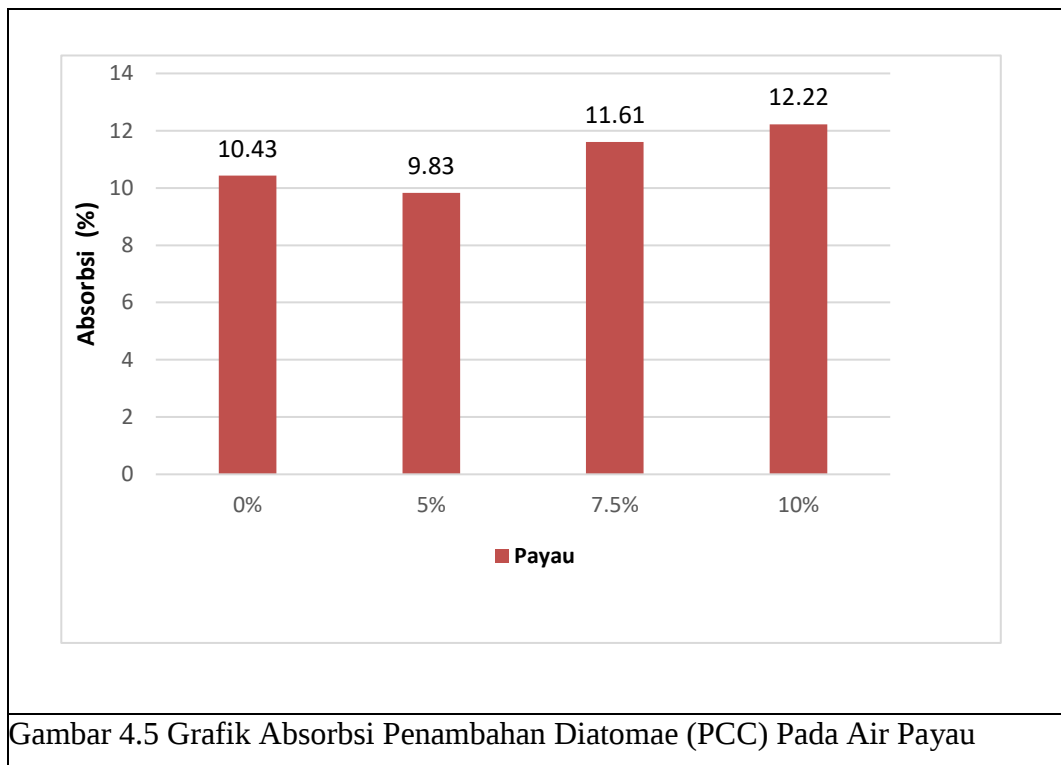
No	Benda Uji	Kode Benda Uji	Berat Benda Uji (Kg)	Berat Benda Uji Setelah direndam 24 Jam (Kg)	Berat Oven Dry (Kg)	Absorption (%)
1	Air PDAM	KTDT 0%	12,70	12,88	11,76	9,52
2	Air Payau	KTDT 0%	12,70	12,81	11,60	10,43
3	Air PDAM	KTDT 5%	12,60	12,80	11,70	9,40
4	Air Payau	KTDT 5%	12,70	12,85	11,70	9,83
5	Air PDAM	KTDT 7,5%	12,50	12,66	11,40	11,05
6	Air Payau	KTDT 7,5%	12,40	12,50	11,20	11,61
7	Air PDAM	KTDT 10%	12,50	12,50	11,15	12,11
8	Air Payau	KTDT 10%	12,40	12,40	11,05	12,22

Berdasarkan tabel 4.9 hasil pengujian absorpsi beton pada persentase campuran diatomae 0%, 5%, 7,5% dan 10%, nilai absorpsi beton dengan perendaman air PDAM lebih rendah dibandingkan dengan beton perendaman air payau. Hal ini menunjukkan bahwa air PDAM memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan air payau, sehingga menghasilkan beton yang lebih kedap air.



Gambar 4.4 Grafik Absorpsi Penambahan Diatomae (PCC) Pada Air PDAM

Nilai absorpsi beton pada air PDAM meningkat seiring dengan peningkatan persentase campuran diatomae. Hal ini disebabkan karena diatomae adalah material yang memiliki porositas tinggi. Porositas yang tinggi pada diatomae akan menyebabkan beton menjadi lebih porus, sehingga lebih mudah menyerap air. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa campuran diatomae 10% menghasilkan nilai absorpsi beton tertinggi, yaitu sebesar 12,11% air PDAM. Nilai absorpsi terendah pada campuran diatomae 5% sebesar 9,4% air PDAM. Hal ini dapat menyebabkan beton menjadi lebih rapuh dan mudah rusak



Absorpsi beton dengan campuran diatomae 0%, 5%, 7,5%, dan 10%. Grafik tersebut menunjukkan bahwa nilai absorpsi beton meningkat seiring dengan peningkatan persentase campuran diatomae. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa campuran diatomae 10% menghasilkan nilai absorpsi beton tertinggi, yaitu sebesar 12,22% dan campuran diatomae KTDT 5% menghasilkan nilai absorpsi beton terendah, yaitu sebesar 9,83%. Nilai absorpsi

beton yang tinggi dapat menyebabkan penurunan kekuatan beton dan penurunan ketahanan beton terhadap korosi.

4.6 Analisa Data

Standar deviasi adalah angka yang digunakan untuk mengetahui bagaimana pengukuran untuk suatu kelompok tersebar dari nilai (rata-rata), atau yang diharapkan. Standar deviasi yang rendah berarti bahwa sebagian besar angka mendekati rata-rata. Standar deviasi yang tinggi berarti bahwa jumlahnya lebih tersebar. Berdasarkan teori yang terdapat pada bab 2 halaman 21 menunjukkan bahwa standar deviasi yang terjadi pada kuat tekan beton pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Nilai Standar Deviasi Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

No	Benda Uji	Kode Benda Uji	Fc (Mpa)	X	(xi-Xrt) ²	Sd (Mpa)
1	Air PDAM	KTDT 0%	23,875	23,338	0,240	0,245
	Air PDAM	KTDT 0%	22,653			
	Air PDAM	KTDT 0%	23,042			
	Air PDAM	KTDT 0%	22,487			
	Air PDAM	KTDT 0%	22,764			
2	Air Payau	KTDT 0%	22,764	21,548	3,377	0,918
	Air Payau	KTDT 0%	22,487			
	Air Payau	KTDT 0%	18,045			
	Air Payau	KTDT 0%	22,376			
	Air Payau	KTDT 0%	19,988			
3	Air PDAM	KTDT 5%	23,597	24,549	0,366	0,302
	Air PDAM	KTDT 5%	24,430			
	Air PDAM	KTDT 5%	25,096			
	Air PDAM	KTDT 5%	23,430			
	Air PDAM	KTDT 5%	24,347			
4	Air Payau	KTDT 5%	23,597	22,568	1,717	0,655
	Air Payau	KTDT 5%	22,875			
	Air Payau	KTDT 5%	22,209			
	Air Payau	KTDT 5%	19,710			
	Air Payau	KTDT 5%	22,264			
5	Air PDAM	KTDT 7,5%	19,710	20,167	1,304	0,570

A	B	C	D	E	F	G
	Air PDAM	KTDT 7,5%	18,600			
	Air PDAM	KTDT 7,5%	19,461			
	Air PDAM	KTDT 7,5%	21,931			
	Air PDAM	KTDT 7,5%	19,155			
6	Air Payau	KTDT 7,5%	17,767	18,310	0,192	0,219
	Air Payau	KTDT 7,5%	18,433			
	Air Payau	KTDT 7,5%	18,045			
	Air Payau	KTDT 7,5%	18,322			
	Air Payau	KTDT 7,5%	17,212			
7	Air PDAM	KTDT 10%	16,379	16,747	0,657	0,405
	Air PDAM	KTDT 10%	15,657			
	Air PDAM	KTDT 10%	16,768			
	Air PDAM	KTDT 10%	17,767			
	Air PDAM	KTDT 10%	15,546			
8	Air Payau	KTDT 10%	11,382	13,459	3,616	0,951
	Air Payau	KTDT 10%	13,603			
	Air Payau	KTDT 10%	11,660			
	Air Payau	KTDT 10%	16,657			
	Air Payau	KTDT 10%	13,992			

4.7 Pembahasan

Proses pengeringan diatomae dengan dilakukan *oven furnace* suhu 200° C selama 24 jam. Hasil pengujian sifat-sifat fisis agregat yang diperoleh dari pemeriksaan *bulk density*, *specific gravity* dan *Absorbtion* menunjukkan bahwa semua agregat baik pasir dan batu pecah (*split*) sudah memenuhi syarat-syarat sebagai material pembentuk beton.

Hasil pengujian *slump test* pada setiap persentase benda uji memenuhi persyaratan perencanaan campuran beton yaitu antara 7,5-10 cm. Hasil pengukuran berbeda di setiap persentase campuran beton. Pada beton umur 28 hari nilai *slump test* tertinggi berada pada persentase diatomae 10% dengan nilai 9,2 cm sedangkan terendah pada beton persentase diatomae 7,5% dengan nilai 8 cm, persentase diatomae 5% dengan nilai 9 cm dan persentase diatomae 0% dengan nilai 8,6 cm.

Hasil pengujian Absorpsi beton, persentase diatomae 0% memiliki nilai absorpsi yang paling rendah, yaitu 9,52% untuk air PDAM dan 10,43% untuk air payau, persentase diatomae 5% memiliki nilai absorpsi yang lebih tinggi, yaitu 9,83% untuk air Payau dan 9,40% untuk air PDAM, persentase diatomae 7,5% memiliki nilai absorpsi yang lebih tinggi lagi, yaitu 11,05% untuk air PDAM dan 11,61% untuk air payau, persentase diatomae 10% memiliki nilai absorpsi yang tertinggi, yaitu 12,11% untuk air PDAM dan 12,22% untuk air payau, semakin tinggi kandungan diatomae, maka nilai absorpsi akan semakin tinggi.

Hasil pengujian kuat tekan beton menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase campuran diatomae maka kekuatan tekan beton berkurang. Berdasarkan hasil yang diperoleh pada pengujian kuat tekan beton, beton dengan persentase diatomae 10% memiliki nilai kuat tekan beton yang rendah pada umur 28 hari pada perendaman air PDAM yaitu 16,424 MPa dan air payau 13,459 Mpa, demikian untuk nilai tekan beton yang menggunakan campuran diatoame didapat nilai tertinggi berada pada persentase diatomae 5% dengan nilai yang dihasilkan untuk perendaman air PDAM yaitu 24,180 MPa dan air payau yaitu 22,131 Mpa untuk beton umur 28 hari. Maka diambil kesimpulan pada penelitian ini adalah untuk penggunaan diatomae dan semen PCC tidak memenuhi persyaratan kuat tekan rencana 20 Mpa pada persentase diatomae 7,5% air PDAM dan air payau, persentase diatomae 10% air PDAM dan air payau.

Silika semen dan silika tanah diatomae meningkatkan kuat tekan beton, penggunaan silika yang berlebihan dapat memiliki efek samping yang kontraproduktif karena penambahan silika yang berlebihan dapat membuat beton menjadi lebih kaku dan sulit dikerjakan. Akibatnya, proses pemadatan beton menjadi tidak optimal, meninggalkan pori-pori udara yang lebih banyak. Pori-pori ini menjadi titik lemah dalam struktur beton dan mengurangi kekuatannya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan dari hasil penelitian terhadap hal-hal yang terkait dengan pengaruh penggunaan diatomae terhadap kuat tekan beton pada lingkungan agresif menggunakan semen portland komposit, pengolahan data dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan dan saran antara lain:

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diambil dari hasil penelitian pengaruh penggunaan diatomae terhadap kuat tekan beton pada lingkungan agresif menggunakan semen portland komposit adalah sebagai berikut:

1. Penambahan diatoame 5% menghasilkan kuat tekan beton tertinggi pada lingkungan agresif (air payau) dengan semen portland komposit. Penambahan diatomae 10% menghasilkan kuat tekan beton terendah.
2. Pengaruh penggunaan diatoame pada kuat tekan beton untuk persentase diatomae 5% memiliki kuat tekan beton tertinggi 24,180 MPa untuk perendaman air PDAM dan 22,131 Mpa untuk perendaman air payau pada umur beton 28 hari dan untuk persentase diatomae 0 % memiliki kuat tekan 22,964 Mpa untuk perendaman air PDAM dan 21,132 Mpa untuk air payau sedangkan untuk persentase diatomae 10% memiliki kuat tekan terendah dengan nilai 16,424 untuk air PDAM dan 13,459 untuk air payau dibandingkan nilai kuat tekan pada penambahan diatoame 7,5% air PDAM dengan nilai 19,772 Mpa dan 17,956 Mpa untuk air payau.
3. Nilai uji kuat tekan menghasilkan nilai keberagaman data kurang baik dengan nilai standar deviasi lebih >10%.
4. Semakin banyak penggunaan tanah diatoame, nilai absorpsi semakin besar.

5.2 Saran

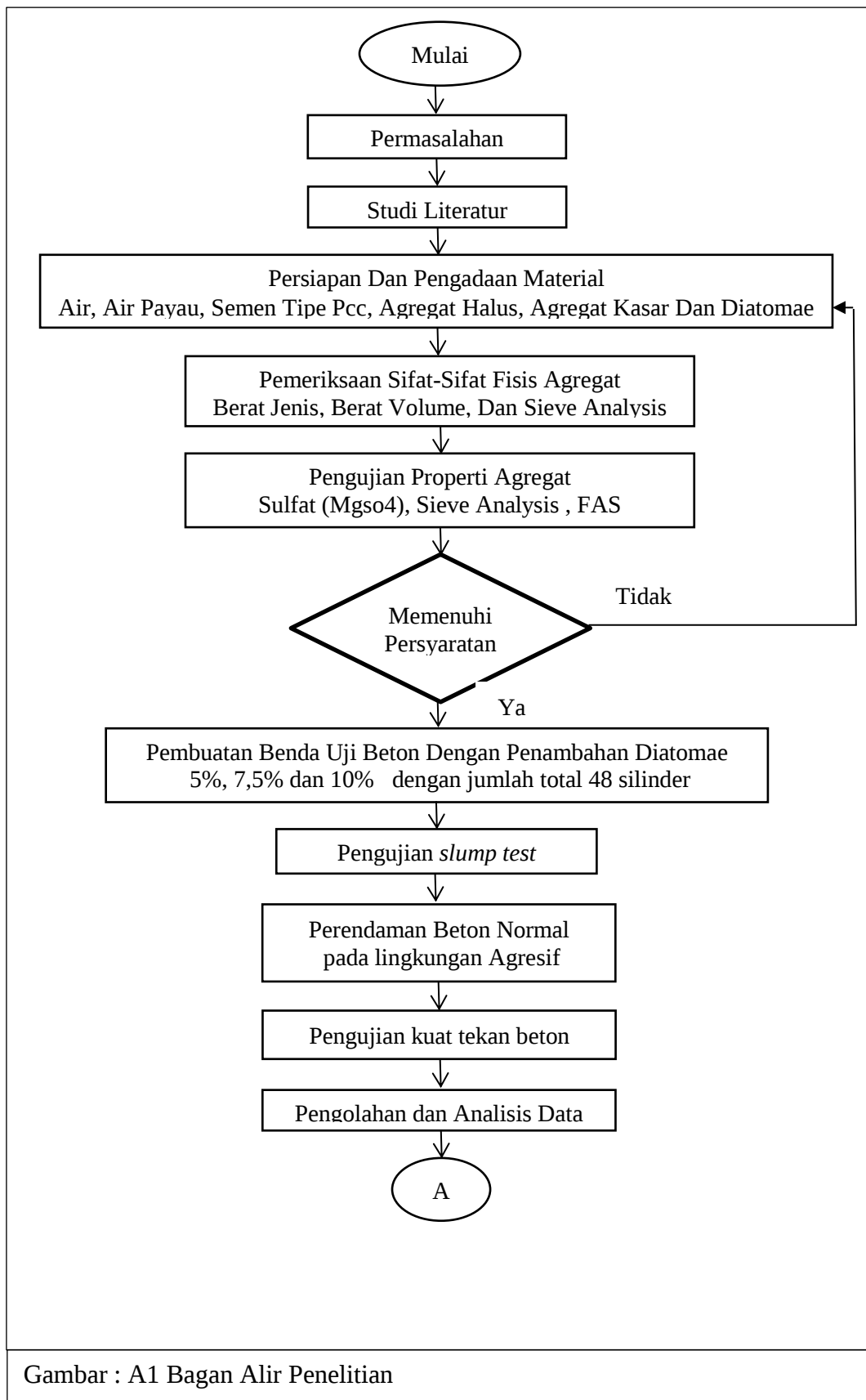
Penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan dan dilanjutkan oleh peneliti selanjutnya, dengan memperhatikan beberapa saran yang bersifat membangun seperti berikut ini :

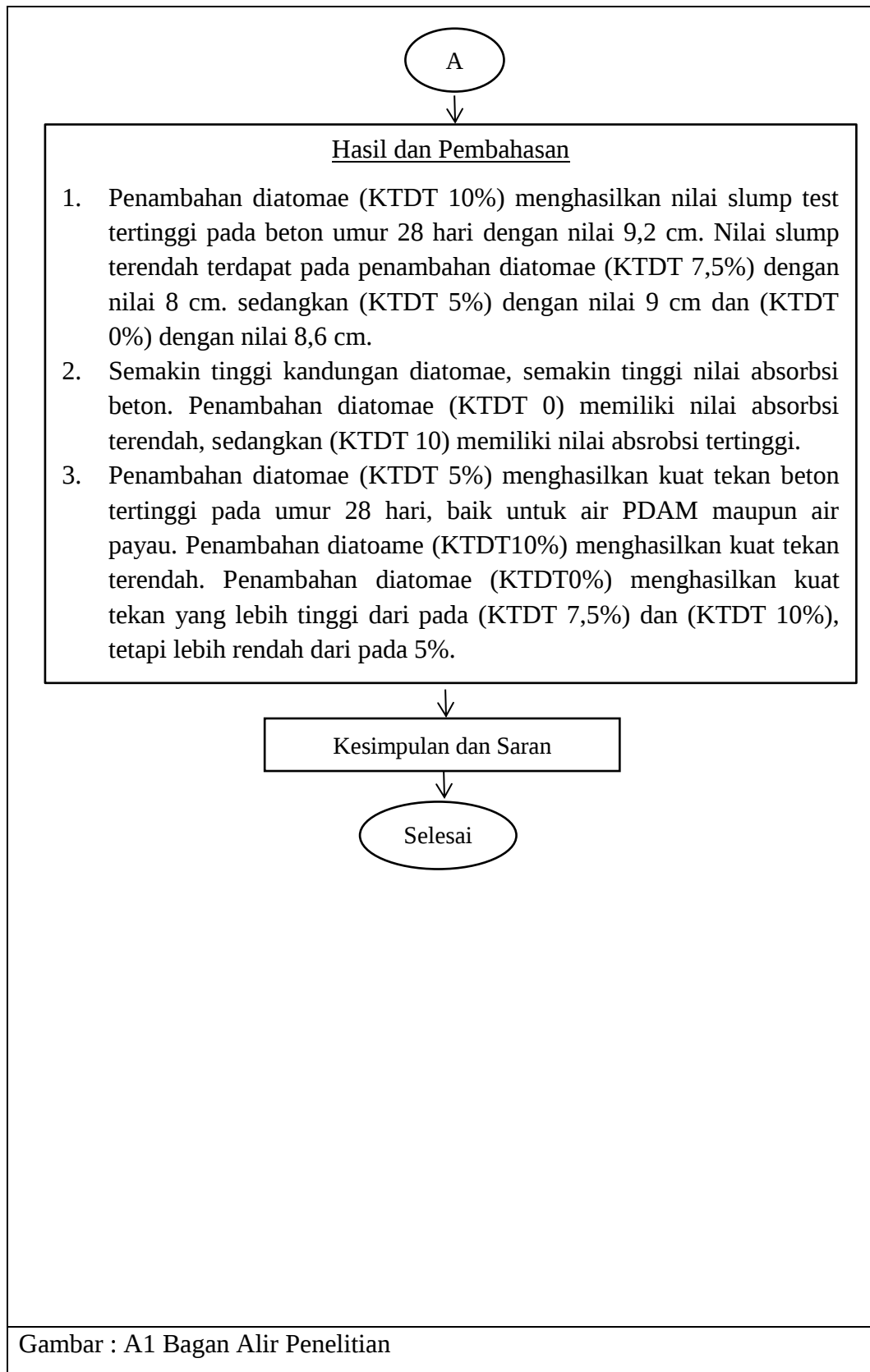
1. Disarankan melakukan penelitian dengan persentase penambahan campuran yang lebih kecil dan agregat yang bervariasi
2. Lakukan penyesuaian variasi FAS beton dengan pertimbangan penambahannya diatomae untuk mencapai *workability* yang optimal dan menghindari segregasi.
3. Disarankan melakukan penelitian yang lebih teliti dan terstruktur agar hasil keberagaman data yang di dapat memenuhi standar perhitungan.
4. Penggunaan diatomae harus diperhatikan dengan baik untuk menghindari peningkatan nilai absorpsi yang dapat merugikan kualitas beton.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM, 1985. ASTM C 150-1985. *Standard Specification for Portland Cement*. American Society for Testing Materials. Philadelphia, USA.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. SNI 03-2847-2002. In *Bandung: Badan Standardisasi Nasional* (p. 251)
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 1970-2008 Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. In *Badan Standardisasi Nasional* (pp. 7–18). <http://sni.litbang.pu.go.id/index.php?r=/sni/new/sni/detail/id/195>
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder, SNI 1974-2011. In *Badan Standardisasi Nasional Indonesia* (p. 20).
- Badan Standardisasi Nasional. 2013. “*Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung*, SNI 2847:2013”. Jakarta: BSN
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. In *Sni 2847-2019* (Issue 8, p. 720).
- Chu Kia wang dan C.G. Salmon. 1990. *Desain Beton Bertulang*. Erlangga : Jakarta.
- Dumyati, A., & Manalu, D. F. (2015). Analisis Penggunaan Pasir Pantai Sampur Sebagai Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Fropil*, 3(1), 1–13.
- Harahap, R.H (2011). *Pengaruh Bahan Tambah Berbasis Gula Terhadap Porositas dan Pemeabilitas Beton Pada Lingkungan Agresif*. Universitas Sebelas Maret.
- Handayani, Sri., (2018), *Aplikasi Tanah Diatomae Sebagai Substitusi Semen dan Bahan Tambah Terhadap Sifat Mekanis Beton Normal*, Laporan Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala.
- Islam Kalimantan MAB, U., Kualitas Bata Beton dengan Bahan Tambah Serat Pelepah Kelapa Sawit Satriani, T., Azhar, I., & Kotabaru, P. (2020). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Tahun 2020 (SENASTIKA 2020)*.
- Mulyono, Tri. 2013. *Teknologi Beton Edisi II*, Penerbit Andi, Yogyakarta.

- Mulyono, S. B. dan Prayitno, N. (2015): Studi pengaruh penggunaan air payau dalam *mix design* beton untuk pembuatan konstruksi dermaga akiba at rendaman air laut, *Jurnal Konstruksia*, p-ISSN 2086-7352, 7 (1), 67-75.
- Satriani., Azhar, I., & Nopiana. (2020). *Tinjauan Kualitas Bata Beton dengan Tambah Serat Pelepah Kelapa Sawit*. Universitas Islam Kalimantan.
- Setyawan, A., Gunawan, P., & Setiono, S. (2014). Rancang Campur Beton Agregat Ringan dengan Bahasa Pemrograman Borland Delphi. *Matriks Teknik Sipil*, 2(4).
- Siregar, P. P. (2014). *Kajian Penambahan Metakaolin Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Pada Beton Mutu Tinggi Dengan Silica Fume, Superplasticizer Dan Filler Pasir Kwarsa*. Universitas Atma Jaya Yogyakarta. <http://www.sangkareang.org/>
- SNI 7656:2012. (2012). Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa. In *Badan Standarisasi Nasional* (p. 52).
- SNI 2049:2015. 201. Semen Portland. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Soraya, S., Saidi, T., & Hasan, M. (2020). Pengaruh Penggunaan Tanah Diatomae sebagai Substitusi Semen Terhadap Kuat Tekan Mortar 1:2. *Journal of The Civil Engineering Student*, 2(1), 36–42.





LAMPIRAN A



Gambar : A2 Lokasi Penelitian

Sumber : <https://aceh.bpk.go.id/peta-wilayah/>

LAMPIRAN A



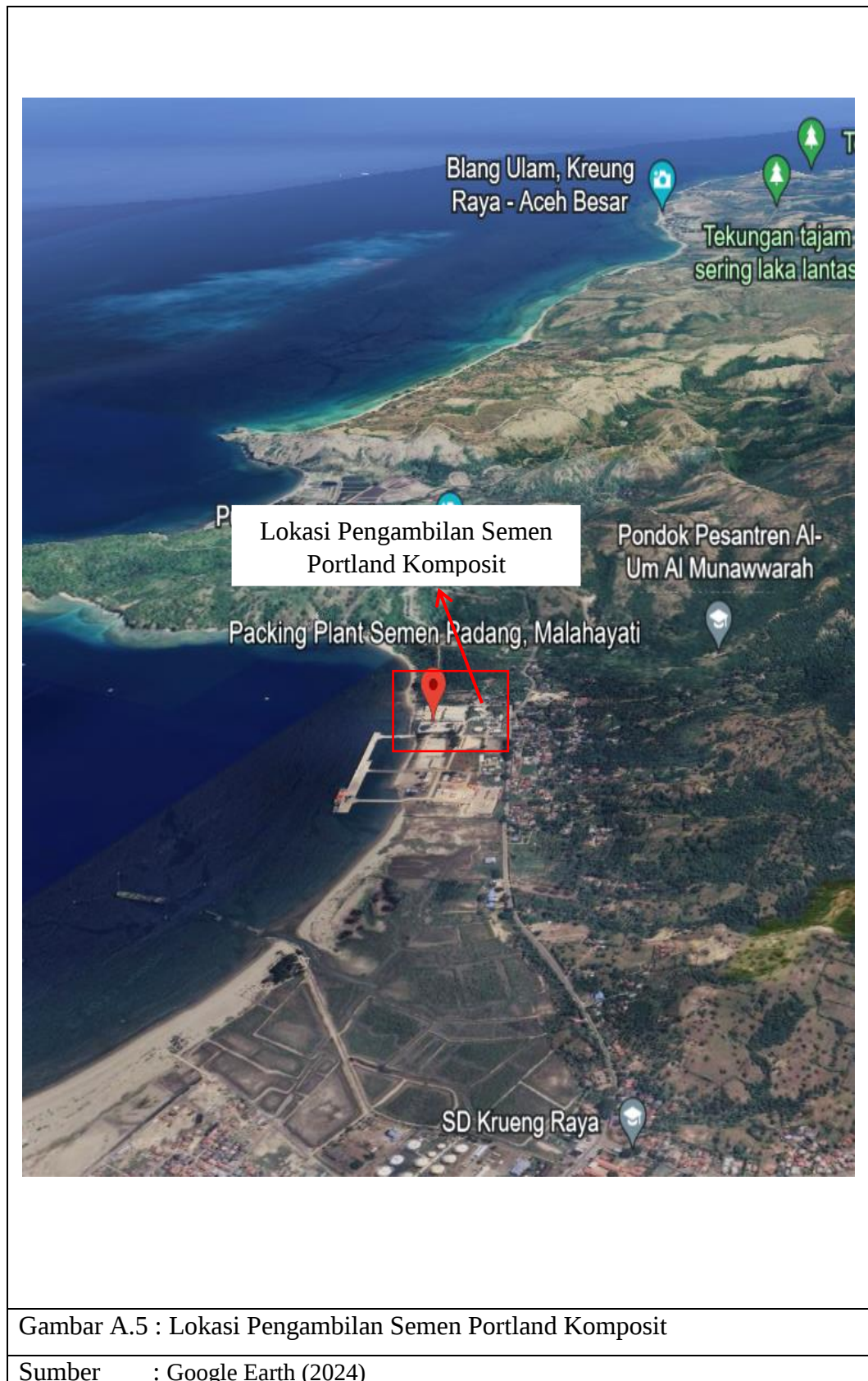
Gambar A.3 : Lokasi Pengambilan Diatomae

Sumber : Google Earth (2023)

LAMPIRAN A



LAMPIRAN A



LAMPIRAN A



Gambar A.6 : Agregat Kasar

Sumber : Penulis (2024)



Gambar A.7 : Agregat Halus

Sumber : Penulis (2024)

LAMPIRAN A



Gambar A.8 : Proses Pengambilan Material Diatomae

Lokasi : Desa Beureunut, Kecamatan Seulimeum, Kabupaten Aceh Besar.



Gambar A.9 : Air Payau

Lokasi : Desa Lamdingin, Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh

LAMPIRAN A



Gambar A.10 : Pencucian Agregat Halus dan Agregat kasar

Sumber : Penulis (2024)



Gambar A.11 : Analisa saringan (*Seive Analysis*)

Sumber : Penulis (2024)

LAMPIRAN A



Gambar A.12 : Proses Kalsinasi Diatoame

Sumber : Penulis (2024)



Gambar A.13 : Diatomae Lolos Saringan no 200

Sumber : Penulis (2024)

LAMPIRAN A



Gambar A.14 : Persiapan mal cetakan

Sumber : Penulis (2024)



Gambar A.15 : Pengecoran

Sumber : Penulis (2024)

LAMPIRAN A



Gambar A.16 : Pengujian *Slump Test* 7,5 cm – 10 cm

Sumber : Penulis (2024)



Gambar A.17 : Perendaman Air PDAM 28 Hari

Sumber : Penulis (2024)

LAMPIRAN A



Gambar A.18 : Perendaman Air Payau 28 Hari

Sumber : Penulis (2024)



Gambar A.19 : Pengujian kuat tekan beton Air PDAM

Sumber : Penulis (2024)

LAMPIRAN A



Gambar A.20 : Pengujian kuat tekan beton Air Payau

Sumber : Penulis (2024)

LAMPIRAN B

Tabel B1. Pengujian Sieve Analysis Pasir Halus

Seri Saringan	Tinggal diatas Saringan			Komulatif Tinggal diatas Saringan			Rata-Rata Tinggal diatas Saringan	% Rata-Rata Tinggal diatas Saringan	Rata-Rata Komulatif Tinggal diatas Saringan	% Rata-Rata Komulatif Tinggal diatas Saringan	Rata-Rata Lolos Saringan	% Rata-Rata Lolos Saringan
	A	B	C	A	B	C						
37,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	997,67	100
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	997,67	100
19,1	0	0	0	60	0	0	20	2	20	0	997,67	100
9,52	15	2	25	15	2	25	34	3	54	1	983,67	99
4,76	56	36	29	71	38	54	14	1	14	5	943,33	95
2,38	132	82	93	203	120	147	40	4	54	15,70	841,00	84,30
1,19	147	126	143	350	246	290	102,33	10	156,67	29,60	702,33	70,40
0,59	214	248	227	564	494	517	138,67	14	295,33	52,62	472,67	47,38
0,297	240	256	264	804	750	781	229,67	23	525,00	78,02	219,33	21,98
0,149	132	162	165	936	912	946	253,33	25	778,33	93,35	66,33	6,65
sis	60	85	54	996	997	1000	153,00	15	931,33	100	0	0
Total	996	997	1000				1018,00	100		276,14		
FM	2,76											

Tabel B2. Pengujian Sieve Analysis Kerikil

Seri Saringan	Tinggal diatas Saringan			Komulatif Tinggal diatas Saringan			Rata-Rata Tinggal diatas Saringan	% Rata-Rata Tinggal diatas Saringan	Rata-Rata Komulatif Tinggal diatas Saringan	% Rata-Rata Komulatif Tinggal diatas Saringan	Rata-Rata Lolos Saringan	% Rata-Rata Lolos Saringan
	A	B	C	A	B	C						
37,5	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0,00	2058	100,00
25	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0,00	2058	100,00
19,1	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0,00	2058	100,00
9,52	1890	1930	1895	1890	1930	1895	1905	92,55	1905	92,64	153	7,45
4,76	150	140	143	2040	2070	2038	144	7,01	2049	99,66	9,00	0,44
2,38	5	1	9	2045	2071	2047	5	0,24	2054	99,90	4,00	0,19
1,19	0	0	0	2045	2071	2047	0	0,00	2054	99,90	4,00	0,19
0,59	0	0	0	2045	2071	2047	0	0,00	2054	99,90	4,00	0,19
0,297	0	0	0	2045	2071	2047	0	0,00	2054	99,90	4,00	0,19
0,149	0	0	0	2045	2071	2047	2	0,10	2054	99,90	4,00	0,19
sis	2	2	2	2047	2073	2049	2	0,10	2056	-	2,00	0,10
Total	2047	2073	2049				2058	100		691,81		
FM										6,92		

Tabel B3. Perhitungan Berat Jenis dan Absorpsi Pasir

No.	WEIGHT	NOTATION	SAMPLE		
			A	B	C
			(gram)	(gram)	(gram)
1	2	3	4	5	7
1	Container	W_c	210	210	210
2	Container + Aggregate	W_{cs}	1000	1000	1000
3	Saturated Surface Dry (SSD)	$W_s = W_{cs} - W_c$	790	790	790
4	Container + Aggregate + Water	$W_{csw'}$	1658	1669	1670
5	Container + Water	$W_{cw''}$	1200	1200	1200
6	Volume of Aggregate	$W_v = W_s - W_{csw'} + W_{cw''}$	332	321	320
7	Specific Gravity, SSD	$S_g, SSD = W_s / W_v$	2,38	2,46	2,47
	Average		2,44		
8	Container	$W_{c'}$	351	351	351
9	Container + Aggregate	W'_{cs}	1121	1123	1121
10	Aggregate ; OD	$W_d = W'_{cs} - W_{c'}$	770	772	770
11	Specific Gravity; CD	$S_g OD = W_d / W_v$	2,32	2,40	2,41
	Average Sg OD		2,38		
12	Water absorption	$100 (W_s - W_d) / W_d$	2,62	2,38	2,61
	Average Absorbtion		2,54		

Tabel B4. Perhitungan Berat Jenis dan Absorpsi Kerikil

No.	WEIGHT	NOTATION	SAMPLE		
			A	B	C
			(gram)	(gram)	(gram)
1	2	3	4	5	7
1	Container	W_c	615	615	615
2	Container Under Water	W_{cw}	566	566	566
3	Container + Aggregate	W_{cs}	2612	2586	2604
4	Container + Aggregate Under Water	W_{csw}	1796	1870	1813
5	Saturated Surface Dry (SSD)	$W_s = W_{cs} - W_c$	1997	1971	1989
6	Aggregate Under Water	$W_w = W_{csw} - W_{cw}$	1230	1304	1247
7	Volume of Aggregate	$W_v = W_s - W_w$	767	667	742
8	Specific Gravity, SSD	$S_g, SSD = W_s / W_v$	2,60	2,96	2,68
	Average		2,75		
9	Container	$W_{c'}$	235	235	235
10	Container + Aggregate	W_{cd}	2180	2156	2171
11	Aggregate ; OD	$W_d = W_{cd} - W_{c'}$	1945	1921	1936
12	Specific Gravity; CD	$S_g OD = W_d / W_v$	2,54	2,88	2,61
	Average Sg OD		2,67		
13	Water absorption	$100 (W_s - W_d) / W_d$	2,68	2,60	2,76
	Average Absorbtion		2,68		

Tabel B5. Perhitungan Berat Volume Gembur Pasir

No. Urut	Sampling No.	Weight			Volume Of Container (l)	Bulk Density (kg/l)
		Container (kg)	Container + Agregat (kg)	Agregate (kg)		
1	2	3	4	5	6	7
1	A	0,195	1,492	1,297	1	1,297
2	B	0,195	1,725	1,530	1	1,530
3	C	0,195	1,743	1,548	1	1,548
Average						1,458

Tabel B6. Perhitungan Berat Volume Padat Pasir

No. Urut	Sampling No.	Weight			Volume Of Container (l)	Bulk Density (kg/l)
		Container (kg)	Container + Agregat (kg)	Agregate (kg)		
1	2	3	4	5	6	7
1	A	0,195	1,984	1,789	1	1,789
2	B	0,195	2,044	1,849	1	1,849
3	C	0,195	1,936	1,741	1	1,741
Average						1,793

Tabel B7. Perhitungan Berat Volume Gembur Kerikil

No. Urut	Sampling No.	Weight			Volume Of Container (l)	Bulk Density (kg/l)
		Container (kg)	Container + Agregat (kg)	Agregate (kg)		
1	2	3	4	5	6	7
1	A	0,195	1,669	1,474	1	1,474
2	B	0,195	1,635	1,440	1	1,440
3	C	0,195	1,628	1,433	1	1,433
Average						1,449

Tabel B8. Perhitungan Berat Volume Padat Kerikil

No. Urut	Sampling No.	Weight			Volume Of Container (l)	Bulk Density (kg/l)
		Container (kg)	Container + Agregat (kg)	Agregate (kg)		
1	2	3	4	5	6	7
1	A	0,195	1,853	1,658	1	1,658
2	B	0,195	1,844	1,649	1	1,649
3	C	0,195	1,883	1,688	1	1,688
Average						1,665

LAMPIRAN C

Perhitungan perencanaan campuran dengan standar SNI-7656-2012

1. Kuat tekan yang disyaratkan $f'_c = 20 \text{ MPa}$

2. Menentukan deviasi standar benda uji

Kekuatan tekan disyaratkan, Mpa	Kekuatan tekan rata-rata perlu, Mpa
$f'_c < 21$	$f'_{cr} = f'_c + 7,0$
$21 \leq f'_c \leq 35$	$f'_{cr} = f'_c + 8,3$
$f'_c \geq 35$	$f'_{cr} = 1,10 f'_c + 8,3$

Dengan f'_c 20 Mpa maka diperoleh kuat rata-rata yang ditargetkan

$$\begin{aligned}
 f'_{cr} &= f'_c + 7,0 \text{ MPa} \\
 &= 20 \text{ MPa} + 7,0 \text{ Mpa} \\
 &= 27 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

f'_{cr} yang dipakai dalam penelitian ini adalah 27 Mpa

3. Penentuan nilai *slump*

- Nilai *slump* yang dipakai dalam penelitian ini adalah 75 – 100 mm
- Butir maksimum agregat yang didapat dari hasil pemeriksaan uji fisis agregat adalah 6,92 mm

4. Penentuan campuran air

Air (kg/m^3) untuk ukuran nominal agregat maksimum batu pecah								
Slump (mm)	9,5 (mm)	12,7 (mm)	19 (mm)	25 (mm)	37,5 (mm)	50 (mm)	75 (mm)	150 (mm)
Beton tanpa tambahan udara								
25-50	207	199	190	179	166	154	130	113
75-100	228	216	205	193	181	169	145	124
150-175	243	228	216	202	190	178	160	-

Beton tanpa tambahan udara								
> 175	-	-	-	-	-	-	-	-
Banyaknya udara dalam beton (%)	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2
Beton dengan tambahan udara								
25-50	207	199	190	179	166	154	130	113
75-100	228	216	205	193	181	169	145	124
150-175	243	228	216	202	190	178	160	-
> 175	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah kadar udara yang disarankan untuk tingkat pemaparan sebagai berikut ringan (%)	4,5	4	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
Sedang (%)	6,0	5,5	5,0	4,5	4,5	4,0	3,5	3,0
berat (%)	7,5	7,0	6,0	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0

a. Nilai slump 75 – 100 mm

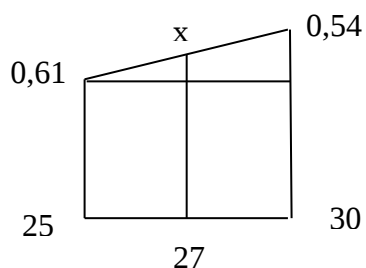
b. Ukuran agregat maksimum 19 mm

Berdasarkan data-data diatas maka dapat didapat jumlah campuran air pada penelitian ini adalah 205 lt/m³

5. Penentuan nilai Faktor Air Semen (FAS)

a. $f'_{cr} = 27$ MPa

Kekuatan Beton Umur 28 Hari	Rasio Air Semen
30	0,54
27	X
25	0,61



Hasil Interpolasi :

$$\begin{aligned}
 5(x-0,61) &= 2 \times (-0,07) \\
 5x - 3,05 &= -0,14 \\
 5x &= -0,14 + 3,05 \\
 5x &= 2,91 \\
 x &= 0,582 \text{ lt/m}^3
 \end{aligned}$$

Maka nilai jumlah air berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai *slump* di dapat 0,582 lt/m³

Semen yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah

$$\begin{aligned}
 FAS &= \frac{\text{Air}}{\text{semen}} \\
 &= \frac{205}{0,582} = 352,233 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

6. Penentuan agregat kasar

Ukuran nominal agregat maksimum (mm)	Volume agregat kasar kering oven persatuan volume beton untuk berbagai modulus kehalusan dari agregat halus			
	2,40	2,60	2,80	3,00
9,5	0,50	0,48	0,46	0,44
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53
19	0,66	0,64	0,62	0,60
25	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5	0,75	0,73	0,71	0,69

- Nilai modulus halus butir 2,76
- Ukuran agregat maksimum 19 mm
- Volume agregat kasar 0,62
- Berat agregat kasar hasil pemeriksaan uji fisis agregat 1665 Kg

$$\text{Berat agregat kasar} = 0,62 \times 1665 = 1032,2 \text{ Kg/m}^3$$

7. Perhitungan berat agregat halus

Ukuran nominal maksimum agregat (mm)	Perkiraan awal berat beton, kg/m ³	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
9,5	2280	2200
12,5	2310	2230
19	2345	2275
25	2380	2290
37,5	2410	2350

Bersasarkan ukuran maksimum agregat 19 mm dengan beton tanpa kandungan udara didapat 2345 Kg/m³, sehingga :

- Ukuran agregat maksimum 19 mm
- Perkiraan awal berat beton 2345 Kg/m³

Berat agregat halus = Beton segar – (berat air + berat semen + berat ag. kasar)

$$\begin{aligned}\text{Berat agregat halus} &= 2345 - (205 + 352,233 + 1032,2) \\ &= 755,567 \text{ Kg/m}^3\end{aligned}$$

8. Rekapitulasi campuran per meter kubik

Agregat Kasar = 1032,2 Kg

Agregat halus = 755,567 Kg

Semen = 352,233 Kg

Air = 205 Liter

9. Perhitungan volume bekesting silinder 15 x 30 cm (Kuat Tekan Beton)

- Safety factor* = 1,3
- Jumlah benda uji = 6 PDAM + 6 Air Payau = 12 buah

$$V = \frac{1}{4} \pi x d^2 x h$$

$$V = \frac{1}{4} \pi x (0,15) x (0,15 x 0,30)$$

$$V = 0,0053 \text{ m}^3$$

$$12V = \text{Safety factor} \times V \times \text{Jumlah benda uji}$$

$$= 1,3 \times 0,0053 \times 12$$

$$= 0,0826 \text{ m}^3$$

Untuk 1 Benda uji

Berat x 1,3 x Volume benda uji

$$\text{Air} = 205 \text{ liter} \times 1,3 \times 0,0053 = 1.412 \text{ liter}$$

$$\text{Semen} = 352,233 \times 1,3 \times 0,0053 = 2.426 \text{ kg}$$

$$\text{Ag. Kasar} = 1032,2 \times 1,3 \times 0,0053 = 7.111 \text{ kg}$$

$$\text{Ag. Halus} = 755,567 \times 1,3 \times 0,0053 = 5.205 \text{ Kg}$$

Rekapitulasi Material x Pengecoran

Maka, jumlah benda uji ada 12

$$\text{Air} = 1.412 \text{ liter} \times 12 = 16.945 \text{ liter}$$

$$\text{Semen} = 2.426 \text{ Kg} \times 12 = 29.112 \text{ Kg}$$

$$\text{Ag. Kasar} = 7.111 \text{ Kg} \times 12 = 85.332 \text{ Kg}$$

$$\text{Ag. Halus} = 5.205 \text{ Kg} \times 12 = 62.46 \text{ Kg}$$

$$\text{T. Diatomae} = 352,233 \text{ Kg} \times 0,0826 \text{ m}^3 = 29.094$$

$$\text{T. Diatomae 5\%} = 5\% \times 29.094 = 1,455 \text{ kg}$$

$$\text{T. Diatomae 7,5\%} = 7,5\% \times 29.094 = 2.182 \text{ kg}$$

$$\text{T. Diatomae 10\%} = 10\% \times 29.094 = 2.909 \text{ kg}$$

10 Jumlah campuran beton masing-masing persentase benda uji

Benda uji terdiri atas 40 buah untuk kuat tekan umur beton 28 hari,. Beton terdiri atas persentase penambahan campuran diatomae 0% ; 5%; 7,5% dan 10%. Adapun rincian campuran pada masing-masing benda uji adalah sebagai berikut:

Tabel C1. Jumlah Campuran Beton Pada Beton Diatomae 0% umur 28 hari

Material	Jumlah	Satuan
Air	16,945	Liter
Semen	29.112	Kg
Agregat Kasar	85.332	Kg
Agregat Halus	62.46	Kg

Tabel C2. Jumlah Campuran Beton Pada Beton Diatomae 5% umur 28 hari

Material	Jumlah	Satuan
Air	16,945	Liter
Semen	29.112	Kg
Agregat Kasar	85.332	Kg
Agregat Halus	62.46	Kg
Diatomae	1,455	Kg

Tabel C3. Jumlah Campuran Beton Pada Beton Diatomae 7,5% umur 28 hari

Material	Jumlah	Satuan
Air	16,945	Liter
Semen	29.112	Kg
Agregat Kasar	85.332	Kg
Agregat Halus	62.46	Kg
Diatomae	2,182	Kg

Tabel C4. Jumlah Campuran Beton Pada Beton Diatomae 10% umur 28 hari

Material	Jumlah	Satuan
Air	16,945	Liter
Semen	29.112	Kg
Agregat Kasar	85.332	Kg
Agregat Halus	62.46	Kg
Diatomae	2,909	Kg

Tabel C.5 Perhitungan Kuat Tekan Beton

Luas Penampang (mm ²)	Kode Benda Uji	Beban MAX		Kuat Tekan MPA	Rata" 28 hari
		ton	N		
17662,5		43	421685,95	23,875	
		40,8	400111,32	22,653	
		41,5	406975,98	23,042	

A	B	C	D	E	F
17662,5		40,5	397169,33	22,487	
		41	402072,65	22,764	
	0 % Payau	41	402072,65	22,764	21,132
		40,5	397169,33	22,487	
		32,5	318716,13	18,045	
		40,3	395208,00	22,376	
		36	353039,40	19,988	
		42,5	416782,625	23,597	
	5 % Pdam	44	431492,6	24,430	24,180
		45,2	443260,58	25,096	
		42,2	413840,63	23,430	
		43,85	430021,603	24,347	
		42,5	416782,625	23,597	
	5 % Payau	41,2	404033,98	22,875	22,131
		40	392266	22,209	
		35,5	348136,075	19,710	
		40,1	393246,665	22,264	
		35,5	348136,075	19,710	
	7,5 % PDAM	33,5	328522,775	18,600	19,772
		35,05	343723,083	19,461	
		39,5	387362,675	21,931	
		34,5	338329,425	19,155	
		32	313812,8	17,767	
	7,5 % Payau	33,2	325580,78	18,433	17,956
		32,5	318716,125	18,045	
		33	323619,45	18,322	
		31	304006,15	17,212	
		29,5	289296,175	16,379	
	10 % PDAM	28,2	276547,53	15,657	16,424
		30,2	296160,83	16,768	
		32	313812,8	17,767	
		28	274586,2	15,546	
		20,5	201036,325	11,382	
	10 % Payau	24,5	240262,925	13,603	13,459
		21	205939,65	11,660	
		30	294199,5	16,657	
		25,2	247127,58	13,992	

Tabel C.6 Perhitungan Standar Deviasi Kuat Tekan Beton

Kode B. Uji	Kuat Tekan (Mpa) (Xi)	Rata-Rata (Mpa) X	(Xi-x) ²	Rata- rata (Xi-x) ²	Standar Deviasi (s)	Koefsisen Variasi (Cv)	Klasifikasi
0 % PDAM	23,875	22,964	0,829	0,240	0,245	1%	Sangat Baik
	22,653		0,097				
	23,042		0,006				
	22,487		0,228				
	22,764		0,040				
0 % Payau	22,764	21,132	2,665	3,377	0,919	16%	Kurang Baik
	22,487		1,835				
	18,045		9,530				
	22,376		1,547				
	19,988		1,308				
5 % Pdam	23,597	24,180	0,340	0,366	0,303	2%	Sangat Baik
	24,430		0,062				
	25,096		0,839				
	23,430		0,562				
	24,347		0,028				
5 % Payau	23,597	22,131	2,149	1,717	0,655	9%	Sedang
	22,875		0,554				
	22,209		0,006				
	19,710		5,860				
	22,264		0,018				
7,5 % Pdam	19,710	19,772	0,004	1,304	0,571	3%	Sangat Baik
	18,600		1,372				
	19,461		0,097				
	21,931		4,665				
	19,155		0,380				
7,5 % Payau	17,767	17,956	0,036	0,192	0,219	7%	Sedang
	18,433		0,228				
	18,045		0,008				
	18,322		0,134				
	17,212		0,554				
10 % PDAM	16,379	16,424	0,002	0,657	0,405	4%	Sangat Baik
	15,657		0,587				
	16,768		0,119				
	17,767		1,805				
	15,546		0,770				

A	B	C	D	E	F	G	H
10 % Payau	11,382	13,459	4,312	3,616	0,951	27%	Kurang Baik
	13,603		0,021				
	11,660		3,236				
	16,657		10,228				
	13,992		0,284				

BERITA ACARA SIDANG TUGAS AKHIR

Telah Dilaksanakan Sidang Tugas Akhir Tahun Ajaran 2023/2024

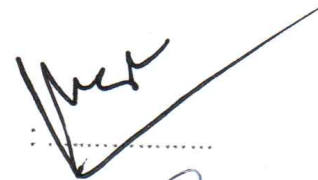
Hari/Tanggal : Rabu / 31 Januari 2024
Tempat : Ruang Seminar FT Unmuha
Nama Mahasiswa : Muamar Khadafi
NIM : 2003120114
Program Studi : Teknik Sipil
Judul : Pengaruh Penggunaan Diatomae Terhadap Kuat Tekan Beton
Pada Lingkungan Agresif Menggunakan Semen Portland
Komposit

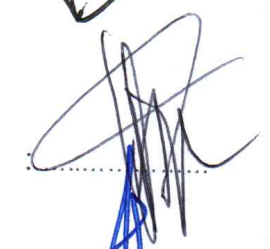
Dengan Hasil Sidang Tugas Akhir (lingkari yang sesuai) :

1. Sidang cukup sekali
- ②. Sidang cukup sekali dengan perbaikan

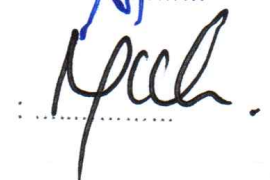
Mengetahui dan menilai :

1. Pembimbing
Ir. Wahyuni, MT, IPM
2. Co. Pembimbing
**Dr. Ir. M. Zardan Araby, MT, MBA, IPU, ASEAN
Eng**
3. Penguji I
Dr. Agustiar, ST, MT, IPM
4. Penguji II
Cut Nawalul Azka, S.ST, MT, IPP

TTD : 

TTD : 

TTD : 

TTD : 

Mengetahui,
Pimpinan Sidang

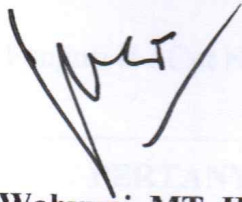

Ir. Wahyuni, MT, IPM
NIDN : 0106116802

RESUME SIDANG TUGAS AKHIR

Dosen Penguji I : Dr. Agustiar, ST., MT, IPM

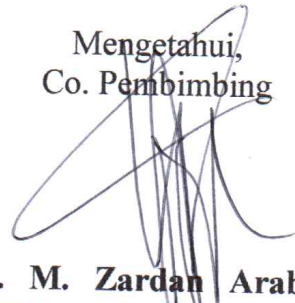
No.	PERTANYAAN	JAWABAN
1	Lembar pengesahan di perbaiki	Sudah diperbaiki sesuai arahan
2	Penulisan <i>abstrack</i> diperbaiki	Sudah diperbaiki sesuai arahan
3	Jelaskan metode diatomae ?	Diatomae terlebih dahulu dihaluskan dan dikalsinasi dengan suhu 200° c.
4	Jelaskan tabel 4.8 ?	Tabel 4.8 menjelaskan bahwa semakin tinggi persentase campuran diatomae pada beton umur 28 hari maka terjadinya penurunan kuat tekan beton.
5	Konsisten dalam membuat kode benda uji.	Sudah diperbaiki sesuai arahan.
6	Perbaiki standar deviasi	Sudah diperbaiki sesuai arahan.
7	Daftar pustaka perbaiki penulisan.	Sudah direncanakan sesuai aturan.
8	Lampiran C berapa nilai FM untuk batu pecah ?	6,92
9	Lengkapi tabel dilampiran C	Sudah diperbaiki sesuai arahan.
10	Hal 65 cara penulisan diperbaiki	Sudah diperbaiki sesuai arahan.
11	Apa itu standar deviasi ?	Standar deviasi adalah angka yang digunakan untuk mengetahui bagaimana pengukuran untuk suatu kelompok tersebar dari nilai (rata-rata), atau yang diharapkan.
12	Berapa nilai dari 5% ?	$\frac{5}{100} = 0,05$
13	Dibawah tabel ceritakan tentang hasil yang didapat.	Sudah diperbaiki sesuai arahan.
14	Penambahan diatomae berapa yang memenuhi kuat tekan beton ?	Penambahan 0% diatomae memiliki kuat tekan 22,964 Mpa air PDAM dan 21,132 Mpa air payau, penambahan 5% diatomae memiliki kuat tekan 24,180 Mpa air PDAM dan 22,131 air payau.

Mengetahui
Dosen Pembimbing



Ir. Wahyuni, MT, IPM
NIDN. 0106116802

Mengetahui,
Co. Pembimbing



**Dr. Ir. M. Zardan Araby, MT,
MBA, IPU, ASEAN Eng**
NIP. 131682075

Mengetahui,
Dosen Penguji I



Dr. Agustiar, ST, MT, IPM
NIDN. 0018087003

RESUME SIDANG TUGAS AKHIR

Dosen Penguji II : Cut Nawalul Azka, S.ST., MT, IPP

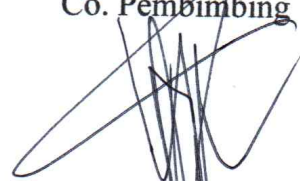
No.	PERTANYAAN	JAWABAN
1	Perbaiki lembar pengesahan	Sudah diperbaiki sesuai arahan.
2	Kata pengantar diperbaiki	Sudah diperbaiki sesuai arahan.
3	<i>Abstrak</i> diperbaiki	Sudah diperbaiki sesuai arahan.
4	Bagaimana cara menentukan kata kunci pada <i>abstrack</i> ?	Menentukan kata kunci pada sebuah abstrak melibatkan pemilihan kata atau frasa yang mencerminkan inti dari tulisan dan membantu pembaca memahami fokus utama penelitian.
5	Penambahan diatomae yang tidak memenuhi di persentase berapa ?	Penambahan diatomae 7,5% dan 10%.
6	Kenapa penambahan diatomae 7,5% dan 10% tidak memenuhi kuat tekan beton ?	Penggunaan silika yang berlebihan dapat memiliki efek samping terutama pada kuat tekan beton.
7	Sebutkan unsur kimia tanah diatomae ?	Silikon Dioksida (SiO_2), Besi Oksida (Fe_2O_3), Aluminium Oksida (Al_2O_3), Kalsium Oksida (CaO)
8	Perbaiki penelitian terdahulu.	Sudah diperbaiki sesuai arahan.
9	Sebutkan beberapa jenis gradasi ?	1. Gradasi agregat I 2. Gradasi agregat II 3. Gradasi agregat III 4. Gradasi agregat IV
10	Lampiran foto disusun sesuai tahapan.	Sudah diperbaiki sesuai arahan.
11	Hubungkan bab 4 terhadap bab pembahasan 4.7.	Sudah diperbaiki sesuai arahan.
12	Perbaiki kesimpulan	Sudah diperbaiki sesuai arahan.
13	Halaman 47 nama dulu baru tahun.	Sudah diperbaiki sesuai arahan.
14	Sumber pada lampiran A ganti dengan lokasi.	Sudah diperbaiki sesuai arahan.

Mengetahui,
Dosen Pembimbing



Ir. Wahyuni, MT, IPM
NIDN. 0106116802

Mengetahui,
Co. Pembimbing



Dr. Ir. M. Zardani Araby, MT,
MBA, IPU, ASEAN Eng
NIP. 131682075

Mengetahui,
Dosen Penguji II



Cut Nawalul Azka, S.ST, MT, IPP
NIDN. 1330019301



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH

Jalan Muhammadiyah No. 91 Batoh Lueng Bata – Banda Aceh 23245

KARTU KENDALI KEGIATAN PENULISAN TUGAS AKHIR

Nama : Muamar Khadafi
NIM : 2003120114
Dosen Pembimbing : Ir. Wahyuni, MT, IPM
Co. Pembimbing : Dr. Ir. M. Zardan Araby, MT, MBA, IPU, ASEAN Eng
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Penggunaan Diatomae Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Lingkungan Agresif Menggunakan Semen Portland Komposit

TANGGAL	URAIAN KEGIATAN	TANDA TANGAN PEMBIMBING
3/ 2023 12	-Penulisan Mengjuk Pada Buku Panduan Fak Teknik Unmah. - Penyajian tabel dan gambar lihat panduan, dan gambar huruf kecil pd ket. - Bab Pendahuluan meliputi a. Latar belakang	
	b. Rumusan masalah dan tujuan c. Referensi terdahulu (penelitian) d. Jelaskan secara ringkas metode penelitian. - e hasil & pembahasan. f. kesimpulan.	
5/ 2023. 12	Bab I, Latar belakang masih terlalu lebar, di jelaskan : - Perkembangan Beton. - Konstruksi blyk di atas (beton) air poyau diditikan. - Jelaskan yg sulit. - Setengah sesuai arahan.	



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH

Jalan Muhammadiyah No. 91 Batoh Lueng Bata – Banda Aceh 23245

KARTU KENDALI KEGIATAN PENULISAN TUGAS AKHIR

Nama : Muamar Khadafi
NIM : 2003120114
Dosen Pembimbing : Ir. Wahyuni, MT, IPM
Co. Pembimbing : Dr. Ir. M. Zardan Araby, MT, MBA, IPU, ASEAN Eng
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Penggunaan Diatomae Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Lingkungan Agresif Menggunakan Semen Portland Komposit

TANGGAL	URAIAN KEGIATAN	TANDA TANGAN PEMBIMBING
9/12 2023	- Bab II, Referensi kekuatan Mandelkey. - Referensi H₂ lingkungan agresif, diatomae dan Semen PCC. - Ceritakan bangun yg dibangun diatas lingkungan agresif. - Masukkan Rumus kuat tekan dan rumus efektif.	
13/12 2023	- Sajikan Rumus: S_{gn} m_{pi} dan gunakan rumus dan angka standard. - gambar dan Tabel Sajikan sesuai dgn panderuan.	
	- qbr hrs proposional, dan sambungan tabel, sesuai dgn arahan pembimbing. - Bab III, dibuat (di sajikan) sesuai arahan pembimbing. - Jelaskan Metodologi	



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH

Jalan Muhammadiyah No. 91 Batoh Lueng Bata – Banda Aceh 23245

KARTU KENDALI KEGIATAN PENULISAN TUGAS AKHIR

Nama : Muamar Khadafi
NIM : 2003120114
Dosen Pembimbing : Ir. Wahyuni, MT, IPM
Co. Pembimbing : Dr. Ir. M. Zardan Araby, MT, MBA, IPU, ASEAN Eng
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Penggunaan Diatomae Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Lingkungan Agresif Menggunakan Semen Portland Komposit

TANGGAL	URAIAN KEGIATAN	TANDA TANGAN PEMBIMBING
16/12 2023	- Pembuatan dan pencampuran beton dan Diatomae. - Masukkan metode pengukuran absorpsi beton. - Jelaskan Metode uji pengujian dgn kalimat efektif, - Sajikan tabel berdasarkan	
	- dan pengkodean yg dpt dipahami. - Masih kalimat masih byk yg salah ketik dan terlalu banyak kalimat yg, gunakan bahasa yg umum. - tulislah bahasa Aring ds	
24/12 2023	- Poin IV, jelaskan hasil pengujian dan bentuk grafik dan tabel yg mudah dipahami. - Bahasa yg efektif.	



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH ACEH

Jalan Muhammadiyah No. 91 Batoh Lueng Bata – Banda Aceh 23245

KARTU KENDALI KEGIATAN PENULISAN TUGAS AKHIR

Nama : Muamar Khadafi
NIM : 2003120114
Dosen Pembimbing : Ir. Wahyuni, MT, IPM
Co. Pembimbing : Dr. Ir. M. Zardan Araby, MT, MBA, IPU, ASEAN Eng
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Penggunaan Diatomae Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Lingkungan Agresif Menggunakan Semen Portland Komposit

TANGGAL	URAIAN KEGIATAN	TANDA TANGAN PEMBIMBING
22/ 2024	- Bab II, buat grafik baty utk perbandingan beton normal dgn beton diatomae. - grafik utk absordin di buat perbandingan utk kedua jenis beton. - Narasi penjelasan setiap grafik dan tabel diateskan	
25/ 2024	- kesimpulan sesuai dgn hasil penelitian secara umum, jangas di pinda, kan narasi pd Bab IV	
27/ 2024	- Dapont di si daykan	