

**POLITEKNIK SULTAN SALAHUDDIN ABDUL
AZIZ SHAH**

**PENYELIDIKAN TERHADAP SISA ENAP CEMAR
KERTAS SEBAGAI PENGANTI SEBAHAGIAN
PASIR DALAM KONKRIT**

JABATAN KEJURUTERAAN AWAM

**MUHAMAD SUFI BIN MAHAMUD
(08DKA21F2050)**

SESI II:2023/2024

**POLITEKNIK SULTAN SALAHUDDIN ABDUL
AZIZ SHAH**

**PENYELIDIKAN TERHADAP SISA ENAP CEMAR
KERTAS SEBAGAI PENGANTI SEBAHAGIAN
PASIR DALAM KONKRIT**

**MUHAMAD SUFI BIN MAHAMUD
(08DKA21F2050)**

Laporan ini dikemukakan kepada Jabatan Kejuruteraan Awam sebagai
memenuhi sebahagian syarat penganugerahan Diploma Kejuruteraan
Awam

JABATAN KEJURUTERAAN AWAM

SESI II:2023/2024

AKUAN KEASLIAN DAN HAK MILIK

TAJUK PROJEK

1. Saya, MUHAMAD SUFI BIN MAHAMUD (030625-14-1493) adalah pelajar Diploma Kejuruteraan Awam, Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah, yang beralamat di Persiaran Usahawan, Seksyen U1, 40150 Shah Alam, Selangor (Selepas ini dirujuk sebagai 'Politeknik tersebut')
2. Saya mengakui bahawa 'Projek tersebut diatas' dan harta intelek yang ada didalamnya adalah hasil karya/ rekacipta asli saya tanpa mengambil atau meniru mana-mana harta intelek daripada pihak-pihak lain.
3. Saya bersetuju melepaskan pemilikan harta intelek 'Projek tersebut' kepada 'Politeknik tersebut' bagi memenuhi keperluan untuk menganugerahkan Diploma Kejuruteraan Awam kepada saya.

Diperbuat dan dengan sebenar-benarnya diakui
oleh yang tersebut;

MUHAMAD SUFI BIN MAHAMUD)



(No. Kad Pengenalan:- 030625-14-1493),) MUHAMAD SUFI BIN
MAHAMUD

Di hadapan saya, PUAN FARIHAH BINTI)
MANSOR (801026-02-5864) sebagai penyelia)
projek pada tarikh: 20/05/2024



FARIHAH BINTI MANSOR

PENGHARGAAN

Bismillahirrahmanirrahim,

Alhamdulillah, Bersyukur ke hadrat Ilahi yang maha pengasih lagi maha penyayang, dengan izin-Nya memberi peluang kepada kami untuk menyiapkan Projek Tahun Akhir ini. Projek ini hanya dapat dicapai kerana bantuan dan sokongan ramai orang. Saya ingin mengambil kesempatan ini untuk mengucapkan terima kasih kepada semua orang atas bantuan mereka.

Puan Fariah Binti Mansor, yang menyelia pengajian dan penyelidikan kami, adalah orang pertama yang kami ingin ucapkan terima kasih atas segala bantuan dan sokongan beliau. Kami berterima kasih atas masa dan usaha beliau dalam membantu kami untuk menyiapkan projek ini, terutamanya semasa fasa penyelidikan dan penulisan laporan. Sepanjang projek ini, kesabaran dan sokongan beliau amat dihargai.

Di samping itu, , penyelaras projek tahun akhir, dan semua pensyarah dipuji atas segala usaha memberikan penerangan dan syarahan mengenai projek tersebut.

Akhir kata, kepada ibu bapa, saudara mara dan rakan-rakan terdekat, kami ingin merakamkan ucapan terima kasih di atas sokongan yang tidak berbelah bahagi sepanjang kajian ini dijalankan. Tanpa sokongan dan dorongan berterusan mereka, projek kami tidak akan berjaya

ABSTRAK

Industri pembinaan merupakan salah satu punca kemerosotan alam sekitar. Masalah ini timbul kerana penggunaan sumber semula jadi yang meluas seperti pasir yang merupakan komponen utama dalam penghasilan konkrit. Konkrit adalah bahan binaan yang paling banyak digunakan, dan permintaan pasir untuk menghasilkan konkrit, telah menyebabkan kebimbangan tentang kehabisan sumber asli serta menjejaskan alam sekitar. Di samping itu, penjanaian sisa seperti sisa enap cemar kertas menimbulkan satu lagi cabaran alam sekitar. Penyelidikan ini bertujuan untuk menyiasat kebolehlaksanaan dan faedah menggantikan sebahagian pasir dalam konkrit dengan sisa enap cemar kertas. Objektif kajian ini adalah untuk membandingkan kekuatan mampatan dan kadar penyerapan air bagi konkrit tradisional dan konkrit yang mengandungi sisa enap cemar kertas. Menggunakan nisbah campuran 1:2:4 (simen:pasir:agregat kasar) untuk konkrit gred M15, sisa enap cemar kertas diagihkan dalam jumlah 3%, 6% dan 9% mengikut berat untuk menggantikan pasir dalam konkrit dengan kekuatan sasaran sebanyak 15 N/mm² pada 28 hari. Dalam kajian ini, beberapa ujian telah dilakukan seperti ujian kekuatan mampatan dan ujian serapan air. Keputusan menunjukkan kekuatan mampatan tertinggi bagi konkrit 28 hari ialah 0% dengan 26.7 N/mm² diikuti oleh 6% dengan 18.7 N/mm², 3% dengan 17.4 N/mm² dan 9% dengan 15.1 N/mm². Selain itu, bagi ujian serapan air, kesemua sampel konkrit menunjukkan kadar serapan air yang rendah iaitu tidak melebihi 3%. Keputusan ini menunjukkan kebolehtelapan air yang minimum untuk semua sampel konkrit. Kesimpulannya, kajian ini menunjukkan kebolehlaksanaan dan keberkesanan enap cemar kertas buangan dalam menghasilkan konkrit, pada masa yang sama dapat memelihara sumber semula jadi dengan mengurangkan kebergantungan terhadap pasir dalam sektor pembinaan.

Kata kunci: sisa enap cemar kertas, pasir, konkrit, kekuatan mampatan, serapan air

ABSTRACT

The construction industry is one of the causes of environmental degradation. This problem arises due to the extensive use of natural resources, such as sand, which is the main component in the production of concrete. Concrete is the most widely used building material, and the demand for sand to produce concrete, has led to concerns about the depletion of natural resources as well as affecting the environment. In addition, waste generation, including wastepaper sludge, poses another environmental challenge. This research aims to investigate the feasibility and benefits of replacing partially sand in concrete with wastepaper sludge. The objective of this study is to compare the compressive strength and water absorption rate of traditional concrete with concrete containing wastepaper sludge. Using a mixture ratio of 1:2:4 (cement:sand:coarse aggregate) for M15 grade concrete, wastepaper sludge was distributed in amounts of 3%, 6% and 9% by weight to replace sand in concrete with a target strength of 15 N/mm² at 28 days. In this study, several tests were performed such as compressive strength test and water absorption test. The results show the highest compressive strength of 28-day concrete is 0% with 26.7 N/mm² followed by 6% with 18.7 N/mm², 3% with 17.4 N/mm² and 9% with 15.1 N/mm². Besides that, for the water absorption test, all the concrete samples showed low water absorption rate, which did not exceed 3%. These results indicate minimal water permeability for all concrete specimens. In conclusion, this study shows the feasibility and effectiveness of wastepaper sludge in producing concrete, while at the same time being able to preserve natural resources by reducing the dependence on sand in the construction sector.

Keywords: wastepaper sludge, sand, concrete, compressive strength, water absorption

SENARAI KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
AKUAN KEASLIAN DAN HAK MILIK		i
PENGHARGAAN		ii
ABSTRAK		iii
ABSTRACT		iv
SENARAI KANDUNGAN		v
SENARAI JADUAL		vii
SENARAI RAJAH		viii
SENARAI SIMBOL		ix
SENARAI SINGKATAN		x
1 PENGENALAN		1
1.1 Pendauhuluan		1
1.2 Latar Belakang Projek		2
1.3 Penyataan Masalah		2
1.4 Objektif Kajian		3
1.5 Skop Kajian		3
1.6 Takrifan		4-5
1.7 Kepentingan		5
2 KAJIAN LITERATUR		6
2.1 Pengenalan		6
2.2 Gred Konkrit		7
2.3 Konkrit		8
2.4 Sisa Enap Cemar Kertas		9-12
2.5 Pasir		13
2.6 Agregat Kasar		14-15
2.7 Simen Portland Biasa (OPC)		16
2.8 Kekuatan Mampatan		17-19
2.9 Penyerapan Air		20-21
2.10 Rumusan		22
3 METODOLOGI KAJIAN		23
3.1 Pendahuluan		23
3.2 Carta Alir Metodologi		24
3.3 Penyediaan Bahan		25-30

3.4	Penyediaan Sampel Kajian	30-35
3.5	Pengawetan	36
3.6	Kaedah Ujian	37-40
3.7	Rumusan	40
4	DAPATAN DAN PERBINCANGAN	41
4.1	Pendahuluan	41
4.2	Keputusan Ujian Mampatan Selepas 7 Hari	42-44
4.3	Keputusan Ujian Mampatan Selepas 28 Hari	45-47
4.4	Rumusan Keputusan Ujian Kekuatan Mampatan	48-50
4.5	Keputusan Ujian Serapan Air Selepas 28 Hari	51-53
4.6	Rumusan	53
5	KESIMPULAN	54
5.1	Pendahuluan	54
5.2	Kesimpulan	54
5.3	Cadangan	55
	RUJUKAN	56-57
	LAMPIRAN	58-67

SENARAI JADUAL

NO. JADUAL	TAJUK	MUKA SURAT
Jadual 2.1:	Gred konkrit dan kekuatan mampatannya	7
Jadual 2.2:	Konstituen sisa enap cemar kertas	10
Jadual 2.3:	Komposisi kimia abu sisa enap cemar kertas	11
Jadual 2.4:	Sifat-sifat Kimia Simen Portland Biasa (OPC), abu enap cemar kertas dan enap cemar kertas hipo	12
Jadual 2.5:	Sifat kimia agregat halus	13
Jadual 2.6:	Sifat fizikal dan mekanikal agregat kasar semula jadi	15
Jadual 2.7:	Sifat kimia agregat semula jadi	15
Jadual 2.8:	Sifat kimia Simen Portland Biasa (OPC)	16
Jadual 2.9:	Keputusan ujian kekuatan mampatan untuk kiub konkrit	19
Jadual 2.10:	Kadar serapan air	21
Jadual 3.1:	Spesifikasi nilai campuran konkrit dengan penambahan sisa enap cemar kertas	31
Jadual 3.2:	Bilangan sampel kiub bagi setiap spesimen	32
Jadual 3.3:	Keputusan ujian slump	40
Jadual 4.1:	Ujian mampatan untuk 7 hari pengawetan	43
Jadual 4.2:	Ujian mampatan untuk 28 hari pengawetan	46
Jadual 4.3:	Rumusan keputusan ujian mampatan	49
Jadual 4.4:	Ujian serapan air untuk 28 hari pengawetan	52

SENARAI RAJAH

NO. RAJAH	TAJUK	MUKA SURAT
Rajah 2.1:	Konkrit	8
Rajah 2.2:	Sisa enap cemar kertas	9
Rajah 2.3:	Pasir	13
Rajah 2.4:	Agregat kasar	14
Rajah 2.5:	Simen Portland Biasa (OPC)	16
Rajah 2.6:	Kekuatan mampatan konkrit pada pelbagai peringkat umur	18
Rajah 2.7:	Keputusan ujian serapan air selepas 28 hari pengawtan konkrit	20
Rajah 3.1:	Pemprosesan sisa enap cemar kertas	26
Rajah 3.2:	Pemprosesan agregat kasar	27
Rajah 3.3:	Pemprosesan agregat halus	28
Rajah 3.4:	Simen dalam bungkusan	29
Rajah 3.5:	Acuan konkrit bersaiz 150mmx150mmx150mm	30
Rajah 3.6:	Proses penyediaan acuan kiub konkrit	33
Rajah 3.7:	Proses penyediaan bancuhan konkrit	34
Rajah 3.8:	Proses tuangan konkrit	35
Rajah 3.9:	Kiub konkrit direndam di dalam tangki air	36
Rajah 3.10:	Ujian kekuatan mampatan	37
Rajah 3.11:	Ujian serapan air	39
Rajah 4.1:	Ujian kekuatan mampatan untuk 7 hari pengawetan	44
Rajah 4.2:	Ujian kekuatan mampatan untuk 28 hari pengawetan	47
Rajah 4.3:	Perbandingan kekuatan mampatan mengikut bilangan hari pengawetan	50
Rajah 4.4:	Keputusan ujian serapan air	53

SENARAI SIMBOL

SIMBOL

$<$	Lebih kecil daripada
$>$	Lebih besar daripada
$\times$	Darab
$\pm$	Tanda tambah tolak
2	Superskrip dua

SENARAI SINGKATAN

PSA	Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah
OPC	<i>Ordinary Portland Cement</i>
ASTM	American Testing and Materials Authority

BAB 1

Pengenalan

1.1 PENDAHULUAN

Industri pembinaan menjadi salah satu punca kepada pencemaran alam sekitar. Masalah ini timbul kerana penggunaan sumber semula jadi yang meluas, seperti pasir, yang merupakan komponen utama dalam penghasilan konkrit. Konkrit adalah bahan binaan yang paling banyak digunakan, dan permintaan pasir untuk menghasilkan konkrit, telah menyebabkan kebimbangan tentang kehabisan sumber semula jadi serta menjejaskan alam sekitar. Selain itu, penjana sisa, termasuk sisa enap cemar kertas, menimbulkan satu lagi cabaran alam sekitar. Untuk menangani isu ini, penyelidik dan jurutera telah meneroka bahan alternatif untuk menggantikan atau menambah bahan dalam konkrit. Penyelidikan ini bertujuan untuk menyiasat kebolehlaksanaan dan faedah menggantikan sebahagian pasir dalam konkrit dengan sisa enap cemar kertas. Dengan berbuat demikian, ia berusaha untuk menangani kedua-dua cabaran pengurusan alam sekitar dan sisa secara serentak sekaligus menyumbang kepada amalan pembinaan mampan dan pemuliharaan sumber.

1.2 LATAR BELAKANG PROJEK

Dalam dunia pembinaan, pasir banyak digunakan untuk membuat konkrit. Perkara ini menjadi masalah kerana sumber pasir akan habis oleh sebab ianya merupakan sumber yang tidak boleh diperbaharui. Selain itu, untuk mendapatkan sumber pasir, aktiviti perlombongan perlu dilakukan dimana ianya boleh menjejaskan kualiti alam sekitar. Pada masa yang sama, industri kertas menghasilkan banyak sisa yang dipanggil sisa enap cemar kertas dimana ianya sukar untuk dilupuskan. Projek ini adalah tentang memikirkan sama ada ini idea yang baik dan sejauh mana ia boleh membantu. Matlamat utama projek ini adalah untuk menjimatkan sumber alam dan pengurusan sisa. Oleh itu, sisa enap cemar kertas akan diuji untuk mengetahui kekuatan dan kebolehtelapannya dalam konkrit.

1.3 PENYATAAN MASALAH

Sisa enap cemar kertas adalah masalah yang semakin meningkat di seluruh dunia. Hal ini kerana pengeluaran sisa enap cemar kertas akan terus meningkat, dan kualiti alam sekitar akan merosot. Pengeluaran global dalam industri pulpa dan kertas dijangka meningkat sebanyak 77% menjelang tahun 2020 dengan lebih 66% kertas akan dikitar semula pada masa yang sama (Abdullah et al, 2015). Di samping itu, perlombongan pasir sungai telah meningkat secara mendadak dalam beberapa dekad yang lalu untuk memenuhi keperluan konkrit dalam sektor bangunan. Pasir di dasar sungai berfungsi mengekalkan keseimbangan alam sekitarnya. Perlombongan pasir sungai yang berlebihan untuk digunakan sebagai agregat halus dalam konkrit bertanggungjawab terhadap degradasi dasar sungai, yang menyebabkan pelbagai masalah, termasuk kehilangan strata tanah penahan air dan gelinciran tebing sungai (Dinh et al, 2022).

1.4 OBJEKTIF KAJIAN

- i. Menghasilkan konkrit tradisional dan konkrit yang mengandungi sisa enap cemar kertas.
- ii. Menguji kekuatan mampatan dan kadar penyerapan air bagi konkrit tradisional dan konkrit yang mengandungi sisa enap cemar kertas.
- iii. Membandingkan kekuatan mampatan dan kadar penyerapan air antara konkrit tradisional dan konkrit yang mengandungi sisa enap cemar kertas.

1.5 SKOP KAJIAN

Dalam kajian ini, sebahagian agregat halus akan digantikan dengan sisa enap cemar kertas dengan menggunakan nisbah 1:2:4 untuk menghasilkan konkrit gred M15 dimana ianya sesuai digunakan sebagai kerb. Seterusnya, sisa enap cemar kertas akan diperoleh dari UPP Pulp & Paper (M) Sdn Bhd. Konkrit akan dihasilkan dengan sisa enap cemar kertas sebagai pengganti sebahagian daripada agregat halus, dengan nisbah 3%, 6%, dan 9%. Tiga sampel akan disediakan untuk setiap peratus, dan hasilnya akan dinilai selepas 7 hari dan 28 hari pengawetan. Konkrit akan dihasilkan menggunakan saiz kiub 150mm x 150mm x 150mm. Akhir sekali, Ujian akan dilakukan termasuklah ujian kekuatan mampatan dan penyerapan air. Objektifnya adalah untuk menilai keupayaan sisa enap cemar kertas untuk mengekalkan kekuatan, ketahanan, kualiti, dan tingkah laku konkrit dalam keadaan luluhawa.

1.6 TAKRIFAN

1.6.1 Takrifan Konkrit

Konkrit ialah gabungan simen, air, agregat halus dan kasar. Kadar bancuhan konkrit amat penting dalam penghasilan konkrit yang berkualiti. Konkrit yang berkualiti boleh memberi impak positif kepada sesuatu projek pembinaan. Konkrit adalah bahan dengan komposisi yang pelbagai. Agregat menentukan ciri maksimum dan kebolehkeraan konkrit. Sifat mekanikal konkrit dipengaruhi oleh sifat agregat seperti bentuk agregat, saiz, punca, jenis penghancuran, agregat berat normal atau ringan atau berat, indeks kesudutan, modulus keanjalan, tekstur permukaan, graviti tentu, ketumpatan pukal, penjerapan dan kandungan lembapan, kebersihan, kekukuhan agregat, pukal agregat, sifat terma, dan penggredan agregat (Rathore et al, 2019). Konkrit adalah salah satu bahan binaan tertua dan paling banyak digunakan di dunia, kerana kosnya yang rendah, ketersediaan yang luas, ketahanan yang lama, dan keupayaan untuk menahan keadaan cuaca yang buruk. Konkrit ialah bahan rapuh dengan kekuatan mampatan yang kuat tetapi lemah tegangan (Tantawi et al, 2015). Kaedah reka bentuk campuran generasi baru harus dibangunkan berdasarkan kriteria prestasi. Kekuatan konkrit yang diperolehi daripada campuran konkrit reka bentuk dan kandungan simen optimum tidak boleh dianggap sebagai satu-satunya parameter untuk kestabilan campuran konkrit. (Wani et al, 2021).

1.6.2 Takrifan Sisa Enap Cemar Kertas

Sisa enap cemar kertas merujuk kepada bahan sisa yang dihasilkan semasa proses mengitar semula produk kertas dan kadbod. Ia terdiri daripada sisa industri pulpa dan kertas, yang mungkin termasuk pelbagai komponen seperti gentian, dakwat, bahan kimia dan bahan cemar. Sisa-sisa ini biasanya dikeluarkan semasa proses kitar semula kerana ia tidak sesuai untuk membuat produk kertas baharu. Komposisi enap cemar kertas buangan boleh berbeza-beza bergantung pada proses kitar semula tertentu dan sumber kertas kitar semula. Secara amnya, ia terdiri daripada bahan yang tidak boleh digunakan semula dengan berkesan dalam penghasilan kertas baharu, dan akibatnya, ia dianggap sebagai produk buangan. Sisa enap cemar kertas mungkin memerlukan pelupusan atau rawatan lanjut untuk menguruskan kesannya terhadap alam sekitar.

1.7 KEPENTINGAN

Secara amnya, kepentingan kajian ini dilakukan adalah untuk melahirkan rasa bertanggungjawab terhadap alam sekitar dengan cara memelihara sumber alam semula jadi dan mengurus sisa secara berhemah.

BAB 2

KAJIAN LITERATUR

2.1 PENGENALAN

Konkrit, bahan binaan asas, sangat bergantung pada penggunaan pasir semula jadi sebagai bahan utama. Walau bagaimanapun, pengekstrakan pasir dari sungai dan kuari telah mendapat perhatian kerana kesan buruk alam sekitar, termasuk kemusnahan habitat dan kehabisan sumber. Untuk menangani isu ini, penyelidik dan jurutera telah mencari alternatif yang mengekalkan atau meningkatkan prestasi konkrit sambil mengurangkan jejak ekologi. Sisa enap cemar kertas, hasil sampingan industri kitar semula kertas, menawarkan jalan yang menjanjikan dalam usaha ini.

Sisa enap cemar kertas, yang sebelum ini dianggap sebagai cabaran pelupusan, telah berkembang menjadi sumber yang berpotensi untuk merevolusikan pengeluaran konkrit. Kajian ini bertujuan untuk meneroka kemungkinan mengintegrasikan sisa enap cemar kertas ke dalam campuran konkrit, menggantikan sebahagian pasir dan memanfaatkan kelebihan strukturnya.

2.2 GRED KONKRIT

Gred konkrit bersama-sama dengan nisbah campurannya dan dinyatakan kekuatan mampatan pada 7 hari dan 28 hari. Gred konkrit berjulat dari M15 hingga M45, dengan nisbah campuran yang berbeza-beza daripada perkadaran yang ditentukan kepada campuran reka bentuk. Secara amnya, apabila gred konkrit meningkat, kekuatan mampatannya juga akan meningkat. Sebagai contohnya, M15 mempunyai kekuatan mampatan yang lebih rendah berbanding dengan M25. Kekuatan pada 7 hari berfungsi sebagai penunjuk perkembangan kekuatan awal, manakala kekuatan pada 28 hari mewakili keperluan kekuatan standard untuk struktur integriti. Jadual 2.1 menunjukkan gred bagi konkrit dan kekuatan mampatannya pada hari 7 dan hari 28.

Jadual 2.1: Gred konkrit dan kekuatan mampatannya (Joseph et al, 2017)

No	Gred Konkrit Dan Nisbah Bancuhan	Kekuatan Mampatan Pada Hari 7 (N/mm ²)	Kekuatan Mampatan Pada Hari 28 (N/mm ²)
1	M15 (1:2:4)	10	15
2	M20 (1:1.5:3)	13.5	20
3	M25 (1:1:2)	17	25
4	M30 (campuran reka bentuk)	20	30
5	M35 (campuran reka bentuk)	23.5	35
6	M40 (campuran reka bentuk)	27	40
7	M45 (campuran reka bentuk)	30	45

2.3 KONKRIT

Konkrit, bahan binaan penting, terdiri daripada agregat, biasanya pasir dan kerikil, diikat oleh simen dan air. Tamadun purba menggunakan tanah liat, dan kemudiannya kapur, sebagai pengikat. Simen Portland, campuran batu kapur dan tanah liat, dikuasai sejak 1824. Agregat berbeza dalam saiz, ditetapkan sebagai halus atau kasar. Kebersihan adalah penting untuk kualiti agregat. Kekuatan konkrit bergantung pada nisbah air-ke-simen, kandungan air yang lebih rendah meningkatkan kekuatan. Faktor persekitaran dan pengawetan mempengaruhi kekuatan dan inovasi konkrit bertetulang dan prategasan meningkatkan keupayaan struktur. Kepelbagaian, ketahanan api, dan penggunaan yang meluas menjadikan konkrit sebagai bahan binaan global yang asas. Rajah 2.1 menunjukkan konkrit segar setelah dibancuh.



Rajah 2.1: Konkrit

2.4 SISA ENAP CEMAR KERTAS

Sisa enap cemar kertas daripada kilang merupakan masalah alam sekitar yang utama bagi industri kertas dan papan. Bahan tersebut adalah hasil sampingan daripada menyahdakwa dan menggiling semula kertas. Berjuta-juta tan kuantiti sisa enapcemar kertas yang dihasilkan di dunia. Sisa enapcemar kertas bersifat seperti simen kerana silika dan magnesium dimana ianya dapat memperbaiki penetapan konkrit (Ahmad et al, 2017).

Menurut (Shakir Ahmad et al,2017), sisa enap cemar kertas kilang boleh digunakan sebagai bahan alternatif sebagai pengganti separa agregat halus dalam pembuatan konkrit segar, digunakan untuk projek perumahan kos rendah. Kira-kira 300 kg enap cemar telah dihasilkan untuk setiap tan kertas kitar semula. Ini secara relatifnya jumlah besar sisa enap cemar kertas yang dihasilkan setiap hari.

Mengikut penilaian ciri-ciri sisa enapcemar kertas, ia mempunyai potensi yang tinggi sebagai bahan dalam sektor pembinaan, khususnya dalam pembuatan konkrit, bata, mortar, bahan tambahan penstabil tanah, turapan tegar, dan sisa enap cemar kertas sebagai pengganti pasir dalam konkrit didorong oleh ciri-ciri tersendiri dan sebatian kimia yang terkandung di dalamnya, yang secara kolektif menangani pertimbangan alam sekitar, bahan dan ekonomi. Pasir semula jadi, komponen konvensional dalam konkrit, dikaitkan dengan cabaran alam sekitar, termasuk gangguan habitat akibat perlombongan yang meluas. Sisa enap cemar kertas adalah alternatif mesra alam, kerana ia adalah hasil sampingan kitar semula kertas, menggunakan semula apa yang sepatutnya menjadi sisa (Fauzi et al, 2019). Rajah 2.2 menunjukkan sisa enap cemar kertas yang terhasil daripada kilang kertas. Jadual 2.2, 2.3 dan 2.4 menerangkan tentang komposisi kimia yang terkandung dalam sisa enap cemar kertas



Rajah 2.2: Sisa enap cemar kertas

Jadual 2.2: Konstituen sisa enap cemar kertas (Ahmad et al,2017)

Sr.#	Konstituen	Peratusan (%)
1	Asid tidak larut	11.1
2	Silika (SiO ₂)	9.0
3	Magnesium	3.3
4	Kalsium Sulfat	46.2
5	Lembapan	56.8

Jadual 2.3: Komposisi kimia abu sisa enap cemar kertas (Malik et al, 2013)

Elemen	Peratusan Konten (%)
O	15.83
Ca	14.94
Si	60.57
Al	2.06
Mg	3.59
S	1.07
K	0.16
Fe	0.92
Na	0.22

Jadual 2.4: Sifat-sifat Kimia Simen Portland Biasa (OPC), abu enap cemar kertas dan enap cemar kertas hipo (Pitroda et al, 2015)

Sifat Kimia	Simen Portland Biasa (OPC) (peratus mengikut jisim)	Abu enap cemar kertas (peratus mengikut jisim)	Enapcemar kertas hipo (peratus mengikut jisim)
Silikon Dioksida (SiO ₂)	21.77%	62.22%	5.28%
Kalsium Oksida (CaO)	57.02%	5.30%	47.84%
Magnesium Oksida (MgO)	2.71%	6.09%	6.41%
Sulfur Trioksida (SO ₃)	2.41%	3.00%	0.19%
Aluminium Oksida (Al ₂ O ₃)	2.59%	7.63%	0.09%
Ferum Oksida (Fe ₂ O ₂)	0.65%	0.13%	0.73%
Kehilangan pada penyalan	2.82%	9.98%	38.26%

2.5 PASIR

Pasir dan kerikil adalah sumber yang paling dieksploitasi di dunia, malah mengatasi bahan api fosil, ia kebanyakannya digunakan untuk menghasilkan konkrit (HonG Lich Dinh et al,2022). Jadual 2.5 menunjukkan sifat kimia yang terkandung dalam agregat halus ataupun pasir.



Rajah 2.3: Pasir

Jadual 2.5: Sifat kimia agregat halus (Gallardo et al, 2006)

Sifat	Percentage (%)
Silika	18.91
Kalsium	1.66
Magnesium	2.055
Besi	0.93
Natrium	3.68
Aluminium	6.33

2.6 AGREGAT KASAR

Menurut MS EN 12620, saiz batu baur yang biasa digunakan untuk pembinaan ialah 10 mm, 14 mm dan 20 mm. Ia seharusnya bebas daripada kekotoran seperti habuk, zarah tanah liat dan bahan organik. Agregat kasar seperti dalam rajah 2.4 yang dipilih untuk konkrit lazimnya berbentuk sudut, digred dengan baik dan lebih kecil daripada saiz maksimum yang sesuai untuk konkrit konvensional. Jadual 2.6 dan Jadual 2.7 masing-masing menunjukkan sifat fizikal dan sifat kimia bagi agregat kasar.



Rajah 2.4: Agregat kasar

Jadual 2.6: Sifat fizikal dan mekanikal agregat kasar semula jadi (Refaie et al, 2010)

Sifat	Keputusan
Berat Tentu	2.61
Ketumpatan Pukal (t/m^3)	1.56
Serapan Air (%)	2.05
Kandungan Tanah liat dan habuk halus (%)	2.4
Indeks Kekeringan (%)	36.8
Indeks Pemanjangan (%)	9.6
Indeks Lelasan (%)	17.8
Nilai Impak (%)	12.60

Jadual 2.7: Sifat kimia agregat semula jadi (Refaie et al, 2010)

Kompaun	Kandungan oksida (%)
Silikon oksida SiO_2	55.57
Aluminium Oksida Al_2O_3	0.77
Ferum Oksida Fe_2O_3	0.37
Kalsium Oksida CaO	13.33
Magnesium Oksida MgO	9.59
Natrium Oksida Na_2O	0.14
Kalium Oksida K_2O	0.09
Titanium Oksida TiO_2	0.01
Fosforus Oksida P_2O_2	0.01
Kehilangan pada penyalaan	19.48

2.7 SIMEN PORTLAND BIASA (OPC)

Simen Portland Biasa (OPC) seperti dalam rajah 2.5 dikelaskan sebagai simen Jenis I mengikut ASTM C150 (2004). OPC adalah simen yang paling banyak digunakan dalam konkrit pembinaan apabila tiada pendedahan kepada sulfat dalam tanah atau air bawah tanah (Neville & Brooks, 2010). Jadual 2.8 menunjukkan sifat kimia yang terkandung dalam Simen Portland Biasa (OPC).



Rajah 2.5: Simen Portland Biasa (OPC)

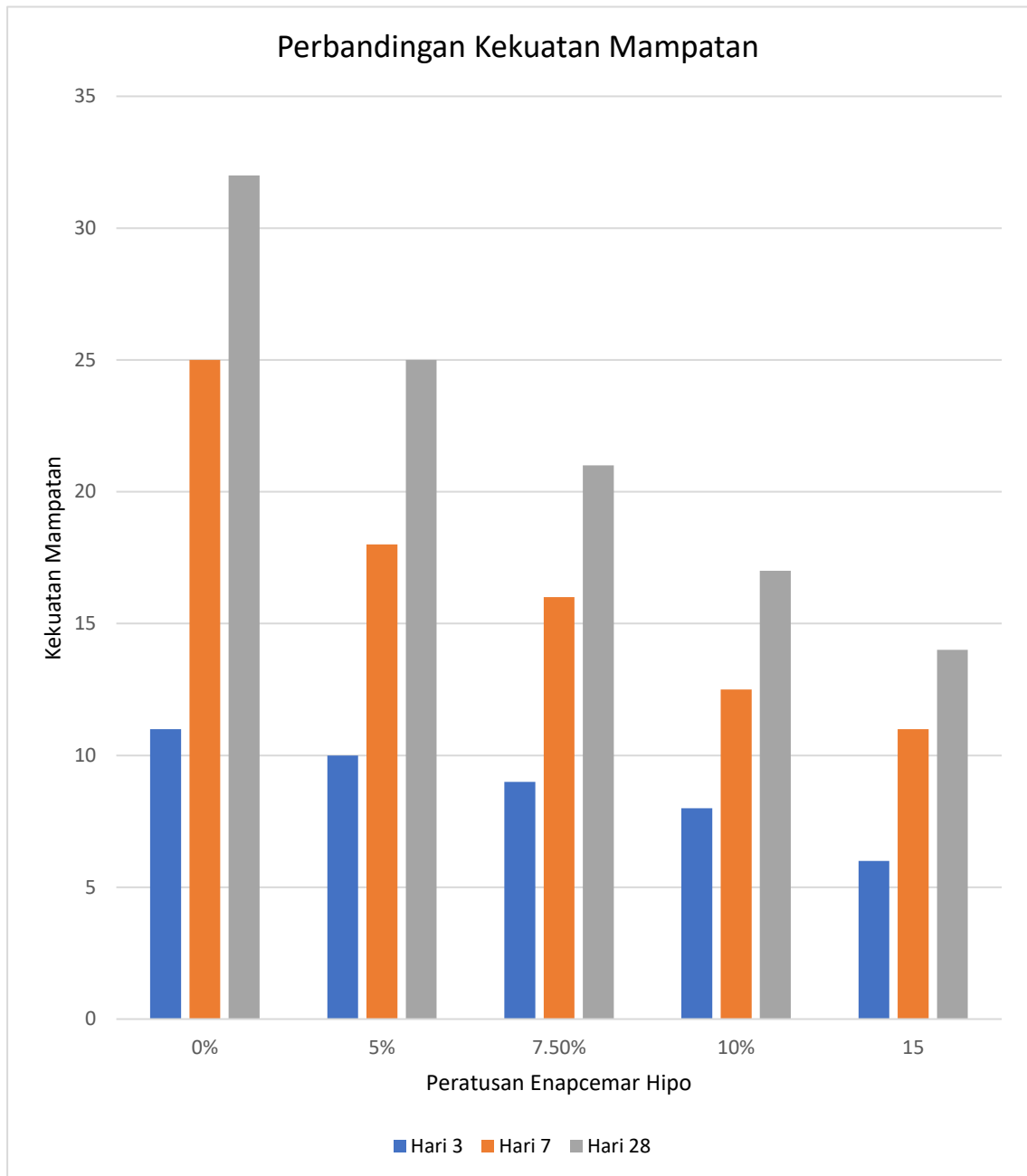
Jadual 2.8: Sifat kimia Simen Portland Biasa (OPC)

Oksida	Kandungan (%)
CaO	60-67
SiO ₂	17-25
Al ₂ O ₃	3-8
Fe ₂ O ₃	0.5-6.0
MgO	0.5-4.0
Na ₂ O	0.3-1.2
SO ₃	2.0-3.5

2.8 KEKUATAN MAMPATAN

Kekuatan mampatan konkrit ditakrifkan sebagai keupayaannya untuk menahan beban sebelum mengalami kegagalan. Ujian kekuatan mampatan adalah yang paling penting daripada banyak ujian yang dilakukan pada konkrit kerana ia memberikan maklumat tentang sifat konkrit. Dalam kajian Shakir Ahmad, 2017, simen digantikan dengan enapcemar hipo sebanyak 5%, 7.5%, 10% dan 15% dengan nisbah campuran 1:2:4. Ujian mampatan dilakukan pada hari ke-3, ke-7 dan ke-28 hari setelah konkrit diawet. Keputusan yang diperoleh dalam rajah 2.6 menunjukkan penurunan kekuatan mampatan apabila peratusan penggantian enapcemar hipo dengan simen meningkat.

Selain itu, dalam kajian Malik et al, 2013, simen digantikan dengan abu sisa enapcemar kertas sebanyak 5%,10%,15% dan 20% untuk konkrit gred M25. Ujian mampatan dilakukan setelah konkrit mencapai usia 7 dan 28 hari. Keputusan yang diperoleh dalam Jadual 2.9 menunjukkan kekuatan mampatan meningkat dengan penggantian abu enapcemar sebanyak 5%, namun kekuatan mampatannya menurun apabila peratusan abu enap cemar digantikan sebanyak 10%, 15% dan 20%. Nilai maksimum kekuatan mampatan yang diperoleh untuk hari ke-7 ujian ialah 23.628MPa manakala untuk hari ke-28 pula 32.343MPa.



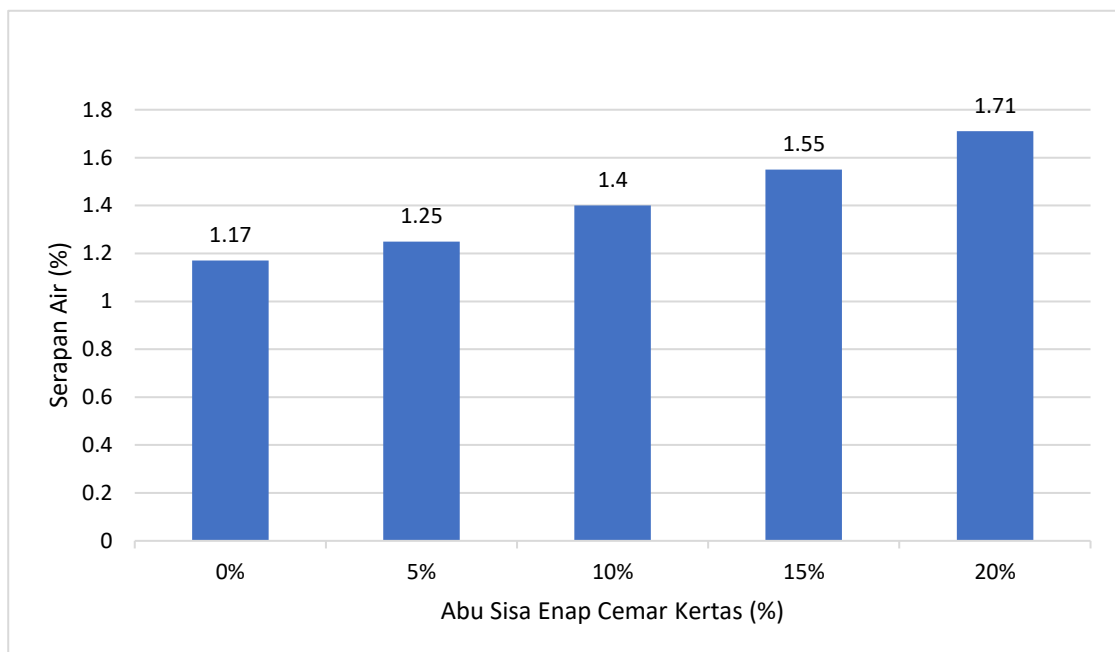
Rajah 2.6: Kekuatan mampatan konkrit pada pelbagai peringkat umur (Ahmad et al, 2017).

Jadual 2.9: Keputusan ujian kekuatan mampatan untuk kiub konkrit (Malik et al,2013)

No	Abu Sisa Enap Cemar Kertas	Purata Kekuatan Mampatan @7 hari (N/mm ²)	Purata Kekuatan Mampatan @28 hari (N/mm ²)
1	0%	21.48	28.07
2	5%	23.628	32.343
3	10%	20.15	26.29
4	15%	17.92	24.74
5	20%	15.14	22.147

2.9 PENYERAPAN AIR

Ujian penyerapan air konkrit mengukur jumlah air yang boleh diserap oleh sampel konkrit. Ujian ini penting untuk menentukan ketahanan konkrit terhadap air, dan membantu memastikan konkrit akan berfungsi seperti yang diharapkan dalam persekitaran yang tertentu. Dalam kajian Malik, 2013, 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% simen digantikan dengan abu sisa enap cemar kertas untuk menghasilkan konkrit gred M25. Ujian penyerapan air dilakukan setelah konkrit diawet selama 28 hari. Keputusan yang diperoleh dalam Rajah 2.7 menunjukkan semakin tinggi peratusan simen diganti dengan abu sisa enap cemar, semakin tinggi kadar serapan air dimana nilai tertinggi yang diperoleh ialah 1.71% dan terkecil pula ialah 1.17%.



Rajah 2.7: Keputusan ujian serapan air selepas 28 hari pengawtatan konkrit (Malik et al, 2013)

Penyerapan air dalam konkrit merujuk kepada kapasiti bahan untuk menyerap air, mempengaruhi ketahanan dan prestasinya dari semasa ke semasa. Konkrit dengan tahap penyerapan rendah, biasanya kurang daripada 3%, mempamerkan rintangan yang sangat baik terhadap penembusan air. Konkrit dengan tahap penyerapan air yang sederhana, iaitu antara 3 hingga 4%, masih mengekalkan rintangan yang baik terhadap air. Sebaliknya, konkrit dengan penyerapan tinggi, melebihi 4%, adalah lebih terdedah kepada kemasukan air, yang boleh menyebabkan masalah seperti keretakan, dan degradasi tetulang. Jadual 2.10 menunjukkan tahap penyerapan bagi konkrit mengikut kadar serapan air.

Jadual 2.10: Kadar serapan air (Dr. Ainul Haezah Noruzman, 2018)

Tahap Penyerapan	Nilai
Rendah	<3%
Sederhana	3-4 %
Tinggi	>4%

2.10 RUMUSAN

Kajian literatur untuk kajian menggunakan sisa enap cemar kertas sebagai pengganti sebahagian pasir dalam konkrit menyerlahkan beberapa penemuan utama. Pendekatan mampan ini mengurangkan kesan alam sekitar hasil daripada perlombongan pasir kerana kajian ini berdasarkan bahan kitar semula yang akan dijana setiap tahun berikutan penggunaan kertas yang semakin meningkat. Kajian ini bertujuan untuk menyiasat kesan sisa enap cemar kertas dalam campuran konkrit, seterusnya memajukan kaedah pembinaan mampan.

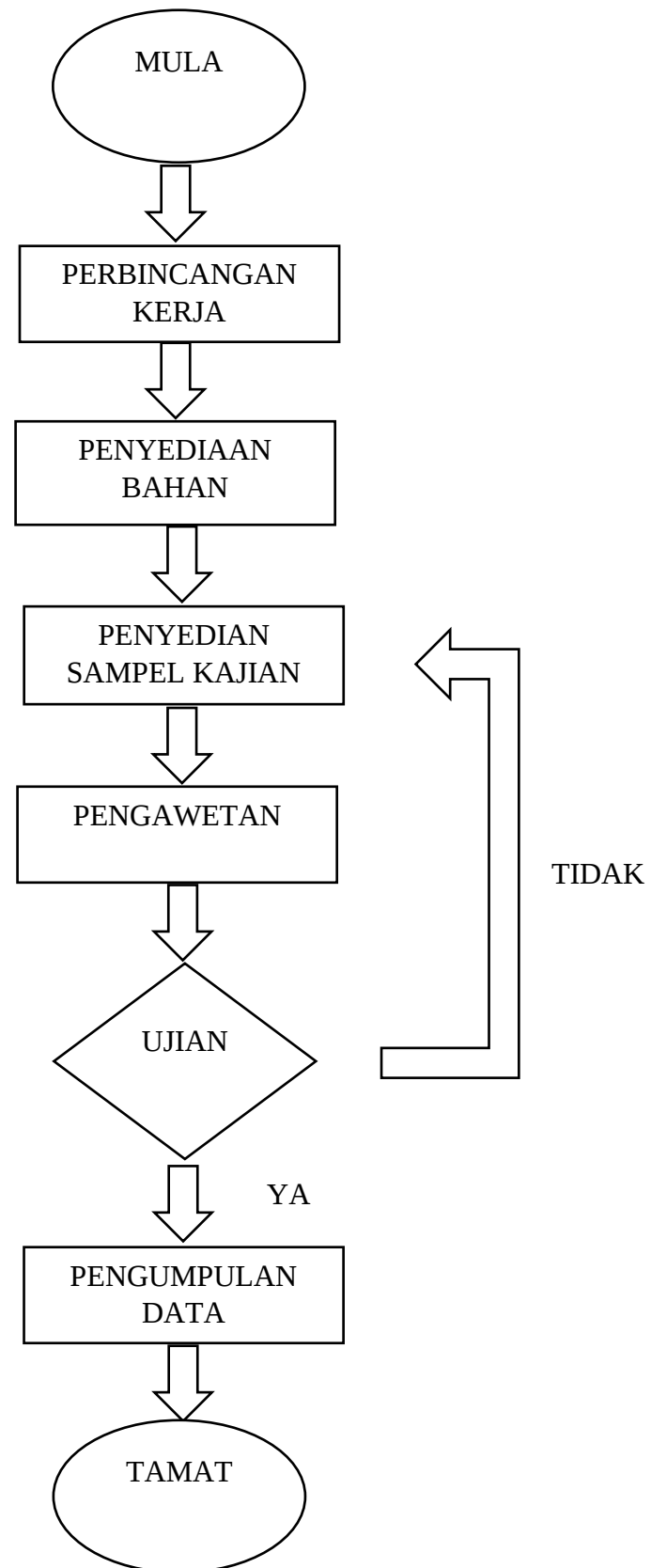
BAB 3

METODOLOGI KAJIAN

3.1 PENDAHULUAN

Bab ini akan membincangkan dan menjelaskan dengan terperinci beberapa perkara penting dalam metodologi dan strategi yang digunakan dalam menyiapkan kajian. Metodologi kajian menjadikan kajian yang dijalankan lebih bersistematik dan perjalanan kajian lebih terarah dalam mencapai objektif dan matlamat kajian. Metodologi kajian dan strategi-strategi telah dirancang dengan teratur dimana ianya akan digunakan untuk mendapatkan maklumat dan data melalui kaedah-kaedah tertentu.

3.2 CARTA ALIR METODOLOGI



3.3 PENYEDIAAN BAHAN

Dalam kajian ini, penyediaan bahan dilakukan terlebih dahulu sebelum memulakan penyelidikan projek, termasuk menganggarkan kos yang digunakan. Antara bahan-bahan yang diperlukan dalam menjayakan kajian ini termasuklah:

- i. Sisa enap cemar kertas
- ii. Agregat kasar
- iii. Pasir
- iv. Simen Portland Biasa (OPC)
- v. Air

3.3.1 Sisa Enap Cemar Kertas

Sisa enap cemar kertas, atau dirujuk sebagai enap cemar pulpa dan kilang kertas, ialah sisa yang terhasil daripada prosedur pembuatan kertas. Ia terdiri daripada bahan organik, talkum, kaolin, kalsium karbonat, dan pemuatan mineral lain, sisa enap cemar kertas menunjukkannya sebagai sumber yang sesuai untuk digunakan dalam pengeluaran konkrit (Frías et al, 2011). Sampel sisa enap cemar kertas telah diperolehi untuk kajian ini dari UPP Pulp & Paper (M) Sdn.Bhd. Ia dikeringkan terlebih dahulu selama satu hari di dalam ketuhar, kemudian dihancurkan dan diayak sama seperti agregat halus iaitu dari saiz 0.15mm dan tidak melebihi 4.75mm. Dalam kajian ini 3%, 6% dan 9% jumlah daripada agregat halus akan diganti dengan sisa enap cemar kertas. Rajah 3.1 menunjukkan pemprosesan bagi sisa enap cemar kertas.



(i)



(ii)



(iii)



(iv)

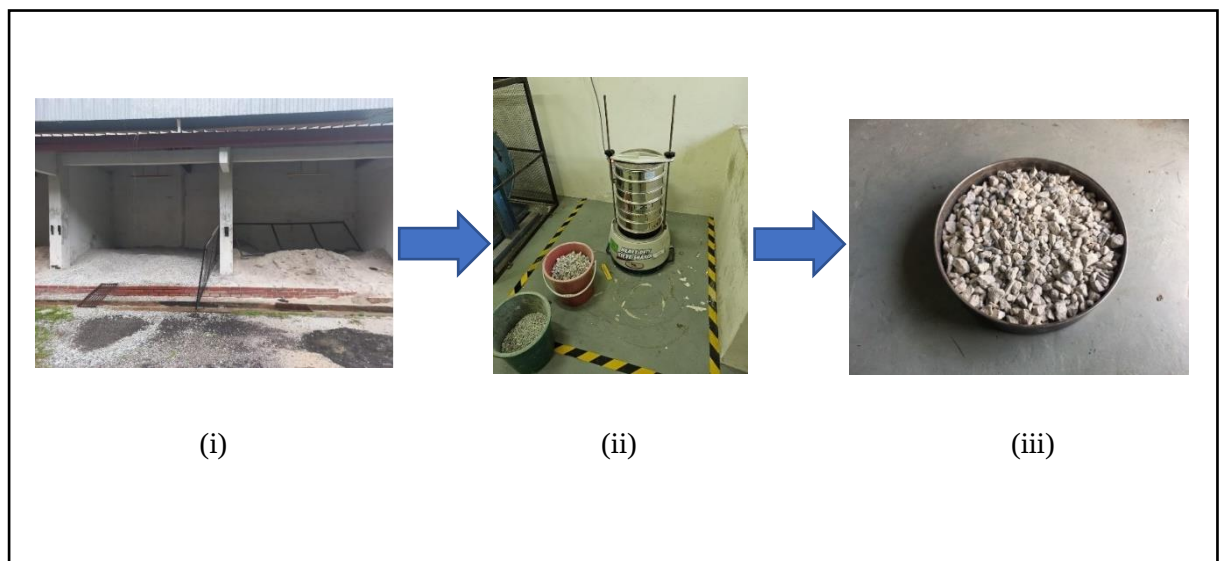


(v)

Rajah 3.1: Pemprosesan sisa enap cemar kertas

3.3.2 Agregat Kasar

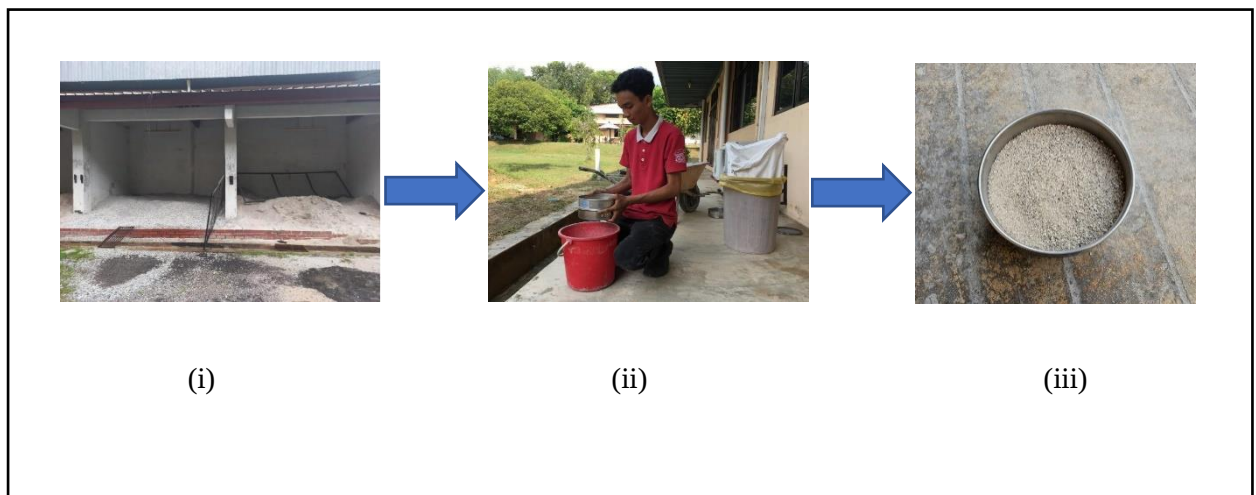
Agregat kasar memainkan peranan penting dalam pembinaan konkrit, kerana ia menyumbang dengan ketara kepada kekuatan dan ketahanan konkrit. Ia biasanya terdiri daripada bahan geologi seperti kerikil, pasir, dan batu hancur. Pemilihan agregat kasar berkualiti tinggi adalah penting untuk menghasilkan konkrit yang memenuhi piawaian kekuatan dan ketahanan yang dikehendaki. Agregat yang ideal harus mempunyai tekstur permukaan yang lasak, serta mempamerkan kebersihan, kekuatan, dan kebebasan daripada sebarang bentuk salutan atau bahan zarah luar. Agregat kasar merujuk kepada zarah yang dikekalkan oleh penapis 4.75mm. Dalam kajian ini, saiz agregat kasar dari 4.75mm dan tidak lebih 20mm digunakan. Rajah 3.2 menunjukkan proses bagi penyediaan agregat kasar.



Rajah 3.2: Pemprosesan agregat kasar

3.3.3 Agregat Halus

Agregat halus merujuk kepada zarah pasir semulajadi yang diperoleh melalui proses perlombongan (Pitroda, Zala, & Umrigar, 2013). Pecahan antara 4.75mm hingga 150 mikron meter dikenal pasti secara khusus sebagai agregat halus. Agregat terdiri daripada batu semula jadi (sama ada dihancurkan atau tidak dihancurkan), kerikil, pasir, atau gabungan bahan-bahan ini. Komponen ini mesti mempunyai sifat-sifat seperti kekerasan, kekuatan, ketumpatan, dan ketahanan, sementara tidak mempunyai urat, salutan melekat, kepingan hancur, alkali, bahan sayuran, atau sebarang bahan berbahaya yang lain. Dalam kajian ini pasir yang terdapat di sebelah Makmal Bata Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah digunakan untuk menggantikan sebahagian daripada agregat halus dengan enap cemar kertas buangan. Saiz pasir yang digunakan ialah dari 0.15mm dan tidak melebihi 4.75mm. Rajah 3.3 menunjukkan proses bagi penyediaan agregat halus.



Rajah 3.3: Pemprosesan agregat halus

3.3.4 Simen Portland Biasa (OPC)

Simen seperti dalam Rajah 3.4 boleh ditakrifkan sebagai bahan kohesif yang mempunyai kedua-dua sifat pepejal dan pekat, dengan itu memudahkan penyatuan bahan binaan yang pelbagai dan penubuhan sambungan yang teguh. Di antara pelbagai jenis Simen Portland yang digunakan dalam sektor pembinaan, Simen Portland Biasa berdiri sebagai salah satu simen yang paling banyak digunakan. Dalam penyiasatan khusus ini, simen yang digunakan ialah Simen Portland Biasa (OPC) sebanyak 1 beg. Ia dibeli di kedai perkakasan di Shah Alam dengan harga RM23. Berdasarkan analisis komprehensif (Pitroda et al, 2013) sifat fizikal simen mematuhi kriteria yang ditetapkan yang digariskan dalam IS:8112-1989, dengan masa penetapan minimum awal berada pada 30-unit dan masa penetapan muktamad mencapai nilai maksimum 600.



Rajah 3.4: Simen dalam bungkus

3.3.5 Air

Nisbah air kepada bahan bersimen dalam konkrit adalah penting untuk menentukan kekuatan dan ketahanannya. Oleh kerana pes simen melekat dengan segera dan secukupnya pada permukaan basah agregat berbanding permukaan kering, air diperlukan untuk merendam permukaan agregat untuk membangunkan kualiti pelekatan. Nisbah air sangat penting dalam pengeluaran konkrit. Ini kerana kualiti air mempengaruhi kekuatan dan tekstur konkrit dalam kerja pembinaan. Selain itu, kualiti air adalah sangat penting kerana kekotoran di dalamnya boleh mengganggu proses pengerasan simen dan boleh mengakibatkan kesan buruk terhadap kekuatan konkrit atau boleh menyebabkan terkumpul pada permukaan konkrit. Dalam kajian ini, nisbah air-simen yang digunakan ialah 0.60.

3.4 PENYEDIAAN SAMPEL KAJIAN

Konkrit yang mengandungi sisa enap cemar kertas direka bentuk mengikut saiz konkrit standard dengan saiz 150mm x150mm x150mm. Ujian mampatan dan ujian serapan air bagi konkrit kiub dijalankan. Dalam kajian ini, 3 sampel yang mengandungi sisa enap cemar kertas iaitu 3%, 6%, dan 9% sebagai pengganti sebahagian bagi agregat halus. Nisbah air-simen yang digunakan ialah 0.6 dan untuk gred konkrit M15, nisbah campuran ialah 1:2:4, dimana satu adalah simen, dua adalah pasir dan empat adalah batu baur. Rajah 3.5 menunjukkan acuan konkrit bersaiz 150 mm x150 mm x150 mm. Jadual 3.1 menunjukkan spesifikasi nilai campuran konkrit dengan penambahan sisa enap cemar kertas. Jadual 3.2 menunjukkan bilangan sampel kiub bagi setiap specimen.



Rajah 3.5: Acuan konkrit bersaiz 150mmx150mmx150mm

Jadual 3.1: Spesifikasi nilai campuran konkrit dengan penambahan sisa enap cemar kertas

BAHAN	0%	3%	6%	9%
SIMEN	6.87 kg	6.87 kg	6.87 kg	6.87 kg
SISA ENAP CEMAR KERTAS	0 kg	0.33 kg	0.64 kg	0.97 kg
PASIR	15.65 kg	15.18 kg	14.71 kg	14.24 kg
BATU	26.53 kg	26.53 kg	26.53 kg	26.53 kg

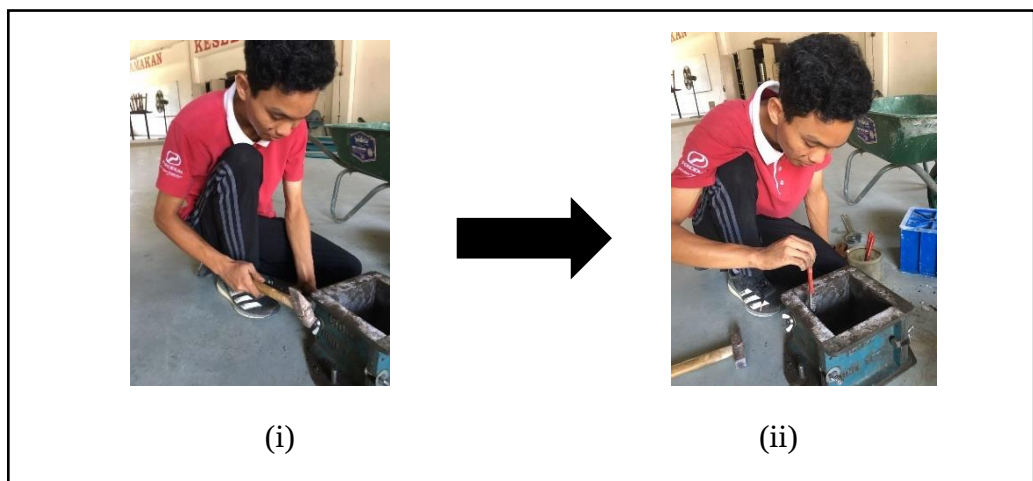
Jadual 3.2: Bilangan sampel kiub bagi setiap spesimen

Ujian	Bilangan Hari	Jumlah Sampel			
		0%	3%	6%	9%
Kekuatan Mampatan	7	3	3	3	3
	28	3	3	3	3
Serapan Air	28	3	3	3	3
Jumlah		9	9	9	9

3.4.1 Proses Pemasangan Acuan Kiub Konkrit

Acuan kiub merupakan satu peralatan yang digunakan untuk membentuk konkrit sama ada dalam bentuk silinder ataupun kubus dimana bancuhan konkrit dituang didalamnya dan dibiarkan mengeras. Acuan konkrit mestilah kukuh dan mengekalkan bentuknya apabila konkrit dituang di dalamnya. Dalam kajian ini, acuan jenis besi digunakan untuk menghasilkan sampel kiub konkrit. Berikut merupakan proses bagi pemasangan acuan kiub konkrit dan ditunjukkan dalam Rajah 3.6.

- i. Setiap sisi acuan dicantumkan terlebih dahulu bersama dengan tapak acuan
- ii. Skru dipasangkan pada setiap sisi acuan untuk mengikat acuan
- iii. Gris disapu pada permukaan dalaman acuan untuk mengelakkan konkrit melekat pada acuan.

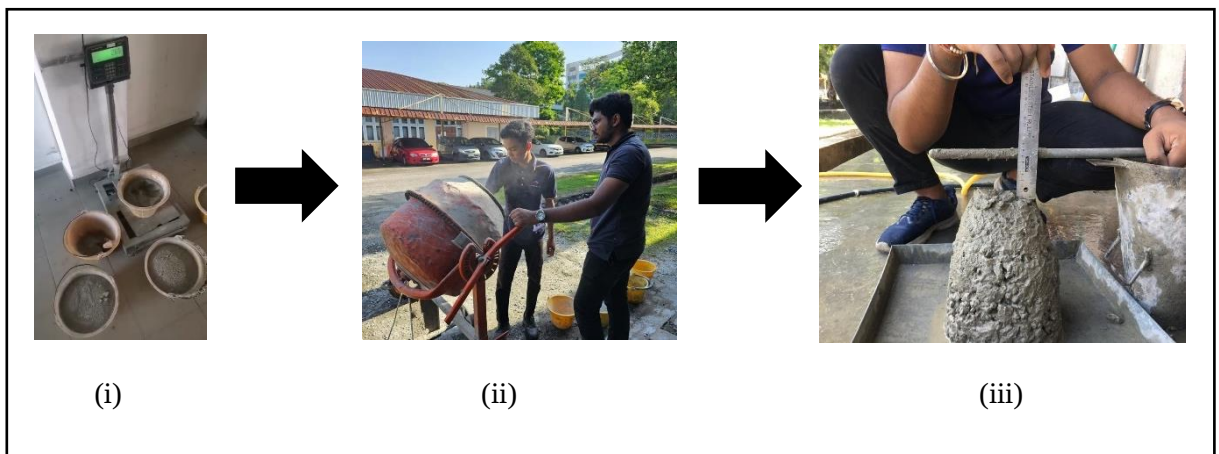


Rajah 3.6: Proses penyediaan acuan kiub konkrit

3.4.2 Proses Penyediaan Bancuhan Konkrit

Kiub konkrit adalah komponen penting dalam menilai kekuatan mampatan konkrit, parameter penting dalam pembinaan. Prosesnya melibatkan penyediaan, menuang, dan mengawet kiub konkrit, yang kemudiannya menjalani ujian. Prosedur ini memastikan integriti struktur dan kualiti konkrit yang digunakan dalam pelbagai projek pembinaan. Langkah-langkah terperinci yang terlibat dalam penyediaan bancuhan konkrit ditunjukkan dalam Rajah 3.7.

- i. Semua bahan seperti simen, pasir, batu, sisa enap cemar kertas dan air dicampurkan ke dalam mesin pengadun konkrit mengikut peratusan nisbah yang ditetapkan
- ii. Selepas bancuhan diadun dengan teliti, ujian slump dilakukan untuk menguji kebolehkerjaan bancuhan konkrit
- iii. Nilai jatuhan bagi ujian slump direkodkan.

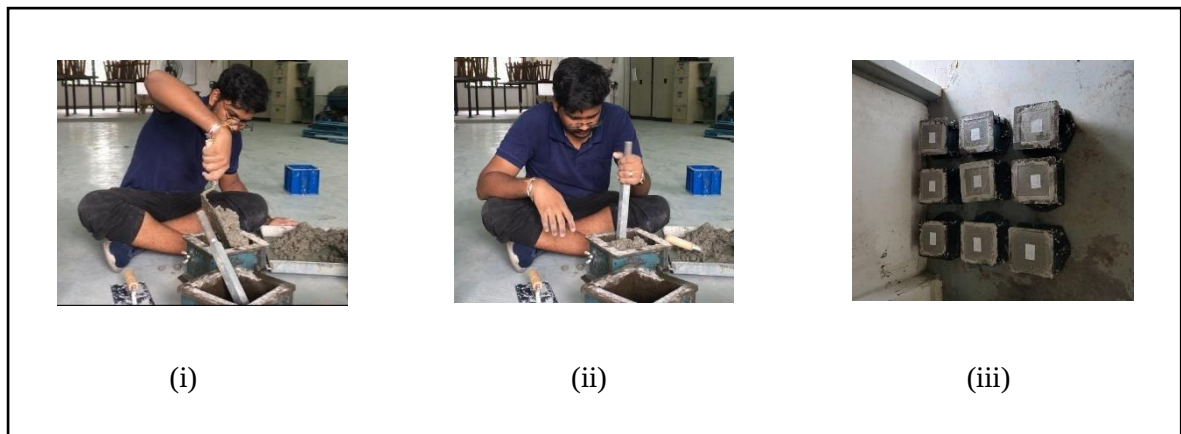


Rajah 3.7: Proses penyediaan bancuhan konkrit

3.4.3 Proses Tuangan Konkrit

Menuang kiub konkrit ke dalam acuan bersaiz 150mmx150mmx150mm adalah proses asas sebelum ujian terhadap kiub dilaksanakan. Kiub ini berfungsi sebagai piawai sampel mewakili konkrit yang digunakan dalam projek pembinaan. Langkah-langkah penyediaan kiub konkrit adalah seperti berikut dan ditunjukkan dalam Rajah 3.8.

- i. Konkrit dituang kedalam acuan konkrit sebanyak 3 lapisan.
- ii. Rod pemadat digunakan untuk memampatkan bancuhan konkrit sebanyak 25. hentakan untuk mengurangkan liang udara.
- iii. Kulir digunakan untuk meratakan permukaan kiub konkrit.
- iv. Label bagi setiap sampel dilekatkan dengan kertas



Rajah 3.8: Proses tuangan konkrit

3.5 PENGAWETAN

Pengawetan yang betul memainkan peranan penting dalam peningkatan kekuatan konkrit, ianya penting untuk memulakan proses pengawetan serta-merta selepas sampel mencapai pengerasan yang mencukupi pada suhu bilik untuk tempoh 24 jam. Dalam kajian ini, spesimen konkrit diawet dalam tangki air seperti dalam Rajah 3.9 untuk tempoh 7 dan 28 hari, sehingga umur ujian yang ditentukan dicapai.



Rajah 3.9: Kiub konkrit direndam di dalam tangki air

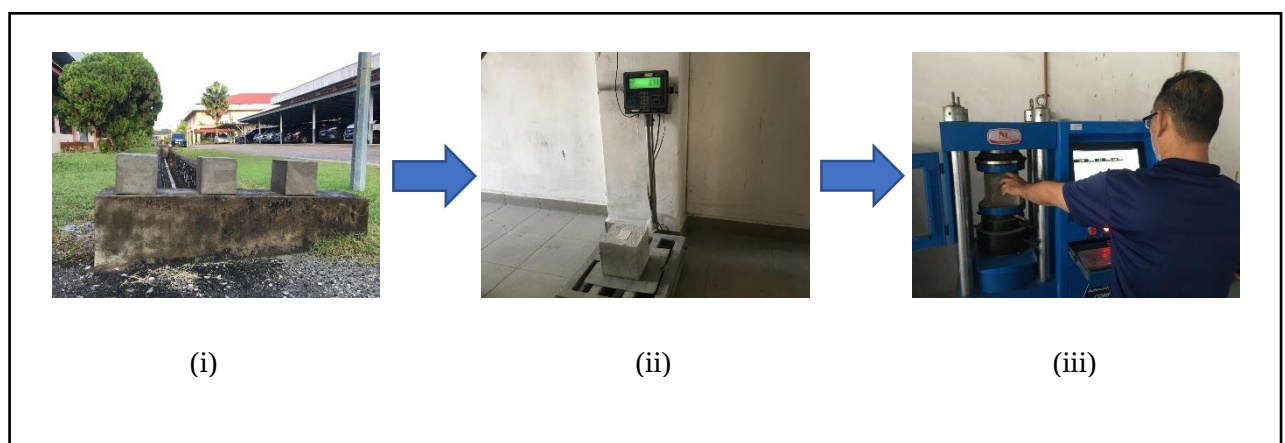
3.6 KAEDAH UJIAN

Setelah kiub konkrit mencapai usia pengawetan, ia perlu menjalani ujian untuk menentukan kualiti konkrit tersebut. Dalam kajian ini, dua ujian dilakukan iaitu ujian kekuatan mampatan dan ujian serapan air. Bagi ujian kekuatan mampatan, standard yang digunakan ialah MS EN 12390-3: 2012. Bagi ujian serapan air pula, standard yang digunakan ialah ASTM C 642.

3.6.1 Ujian Kekuatan Mampatan

Dalam kajian ini, ujian kekuatan mampatan dilakukan menggunakan mesin di Makmal Konkrit Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah mengikut standard EN 12390-3: 2012. Tiga kiub spesimen, setiap satu berukuran 150mm x 150mm x 150mm, menjalani ujian, dengan nilai purata diperolehi bagi setiap peratusan campuran sisa enap cemar kertas. Berikut merupakan prosedur bagi ujian kekuatan mampatan dan ditunjukkan dalam Rajah 3.10.

- i. Kiub konkrit dikeluarkan daripada tangki air selepas mencapai usia pengawetan.
- ii. Kiub konkrit dikeringkan di bawah cahaya matahari lebih kurang 3 jam.
- iii. Timbang jisim setiap konkrit dan kirakan nilai jisim purata.
- iv. Kiub konkrit diletakkan di mesin mampatan untuk menjalani ujian kekuatan mamptan.



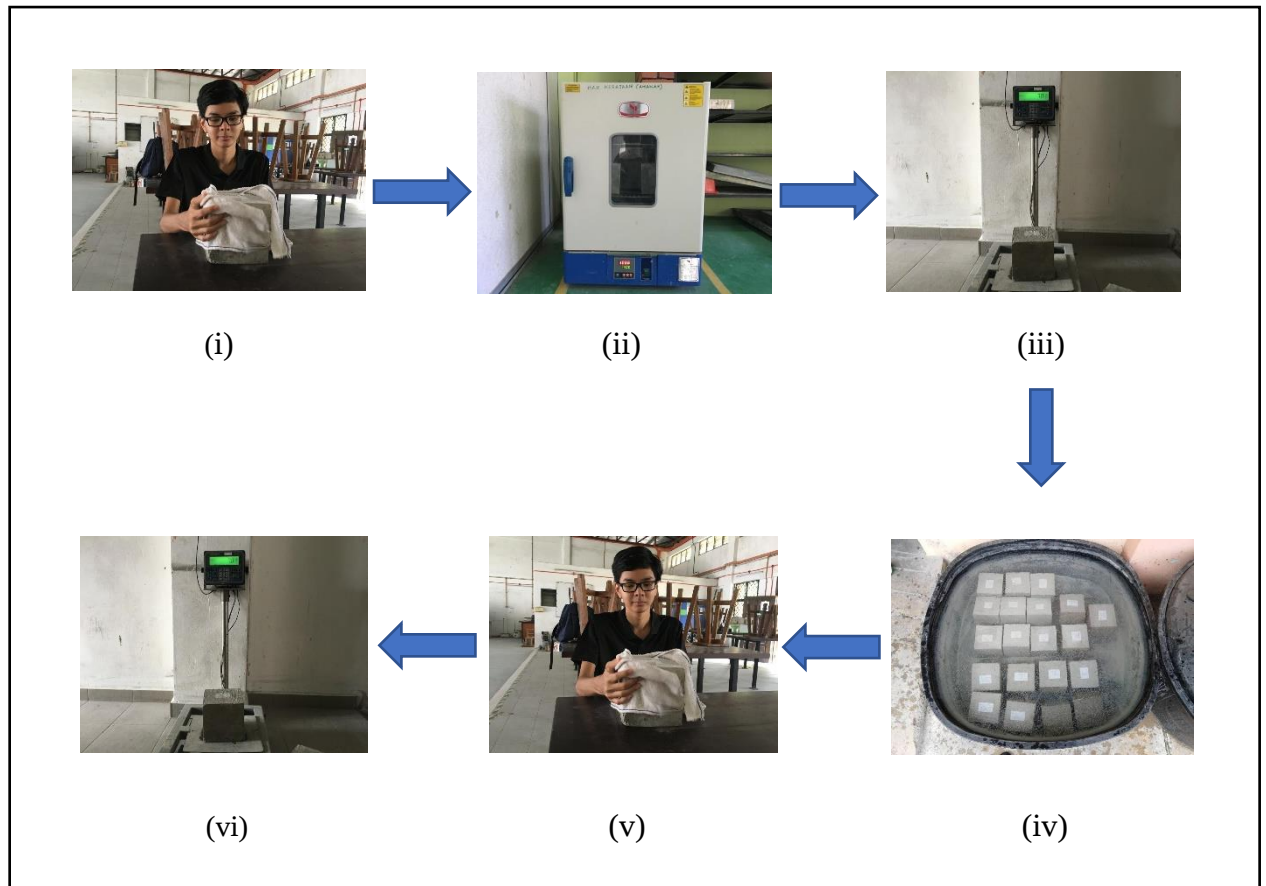
Rajah 3.10: Ujian kekuatan mampatan

3.6.2 Ujian Penyerapan Air

Ujian penyerapan air adalah proses asas yang digunakan untuk menilai kebolehtelapan konkrit. Ia melibatkan pengeringan kiub konkrit, merendam sepenuhnya kiub konkrit di dalam air untuk tempoh tertentu, diikuti megukur berat konkrit kerana penyerapan air. Ujian ini penting bagi memastikan integriti struktur jangka panjang dalam pelbagai projek pembangunan. Berikut merupakan prosedur bagi ujian serapan air dan ditunjukkan dalam Rajah 3.11.

- i. Selepas 28 hari pengawetan, konkrit dikeluarkan daripada tangki air dan dilap dengan kain untuk meghilangkan kotoran pada konkrit.
- ii. Sampel kiub dimasukkan ke dalam ketuhar selama 24 jam dengan suhu $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- iii. Selepas 24 jam, kiub konkrit dikeluarkan daripada ketuhar dan dibiarkan menyejuk. Kemudian, jisim setiap spesimen direkodkan sebagai jisim kering (B).
- iv. Spesimen direndam sepenuhnya di dalam tangki air selama 48 jam. Selepas 48 jam, spesimen dikeluarkan daripada tangki, dilap permukaannya dan direkodkan jisim setiap spesimen sebagai berat konkrit basah (A).
- v. Peratusan penyerapan air konkrit dikira menggunakan formula berikut :

$$\text{Kadar Serapan (\%)} = \frac{(A - B)}{B} \times 100$$



Rajah 3.11: Ujian serapan air

3.6.3 Ujian Slump

Ujian slump adalah kaedah standard yang digunakan untuk mengukur konsistensi segar konkrit. Dalam ujian ini, acuan kon diisi dengan konkrit sebanyak 3 lapisan, setiap satu dipadatkan dengan rod pemadat. Selepas acuan dikeluarkan, nilai jatuhan konkrit diukur. Jadual 3.3 menunjukkan nilai jatuhan untuk bancuhan konkrit berbeza gred M15 dengan peratusan sisa enap cemar kertas yang berbeza-beza. Bagi konkrit 3% sisa enap cemar kertas, nilai jatuhan yang dipeoleh ialah 60 mm, kemudian menaik kepada 67 mm bagi spesimen 6%, dan kemudian menurun semula kepada 57 mm bagi spesimen 9%.

Jadual 3.3: Keputusan ujian slump

Peratusan Sisa Enap Cemar Kertas	Ujian Slump (mm)
0%	-
3%	60
6%	67
9%	57

3.7 RUMUSAN

Kesimpulannya, dalam kajian ini, konkrit gred M15 dengan nisbah 1:2:4 yang mengandungi 0%, 3%, 6%, dan 9% sisa enap cemar kertas menjalani beberapa ujian iaitu ujian kekuatan mampatan pada hari ke 7 dan 28 manakala ujian penyerapan air dijalankan pada hari ke-28 selepas pengawetan konkrit.

BAB 4

DAPATAN DAN PERBINCANGAN

4.1 PENDAHULUAN

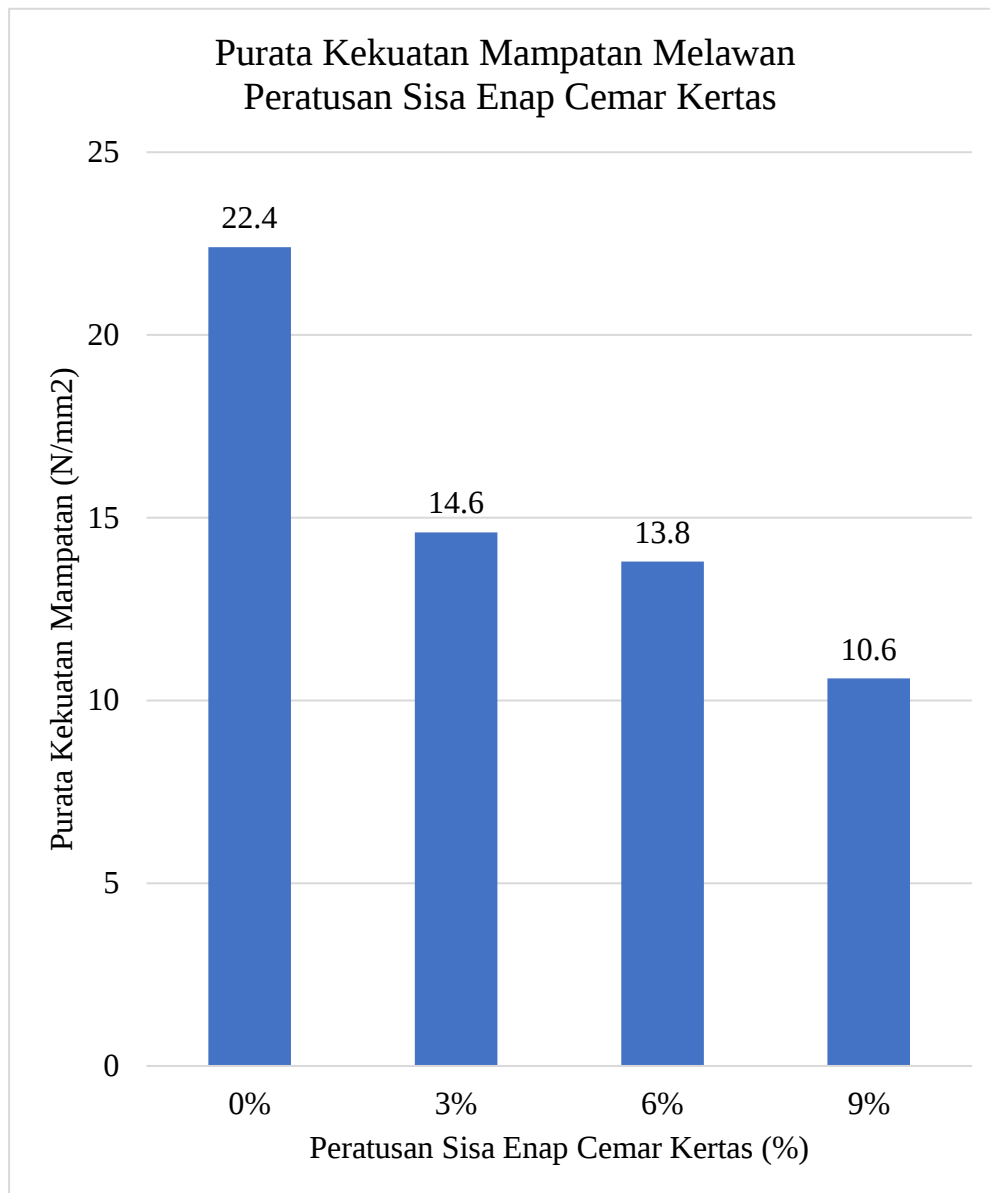
Bab ini akan memberi tumpuan kepada data dan keputusan yang telah disiapkan selepas konkrit diawet untuk 7 dan 28 hari. Data ini telah dikumpul selepas melakukan ujian mampatan dan ujian penyerapan air. Analisis ini akan dilakukan oleh jadual dan graf untuk menunjukkan perbezaan hasil apabila sisa enap cemar kertas dicampur dalam konkrit menggunakan nisbah 1:2:4. Peratusan sisa enap cemar yang digantikan dengan agregat halus ialah 3%, 6%, dan 9%. Objektif kajian ini adalah untuk tentukan kekuatan konkrit apabila sisa enap cemar kertas digantikan sebagai penggantian separa bagi agregat halus. Kajian ini juga adalah untuk menentukan ujian serapan air selepas konkrit mencapai usia 28 hari selepas pengawetan. Jumlah spesimen konkrit yang dihasilkan ialah 36 kiub dan setiap kiub bersaiz 150mm x 150mm x 150mm seperti yang ditunjukkan dalam Bab 3. Ujian kekuatan mampatan dijalankan di Makmal Konkrit Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah.

4.2 KEPUTUSAN UJIAN MAMPATAN SELEPAS 7 HARI

Ujian mampatan merupakan satu ujian yang dilakukan untuk menentukan kekuatan konkrit apabila beban dikenakan pada spesimen. Tiga kiub konkrit digunakan dalam satu ujian mampatan untuk mendapatkan nilai purata kekuatannya. Jadual 4.1 menunjukkan data bagi ujian mamptan konkrit mengikut peratusan sisa enap cemar kertas yang digantikan dengan pasir dimana ianyat elah diawet selama 7 hari. Bagi 0% sisa enap cemar kertas, purata kekuatan mampatan yang diperolehi ialah 22.4 N/mm². Bagi 3% sisa enap cemar kertas, purata kekuatan mampatan yang direkodkan ialah 14.6 N/mm². Seterusnya, untuk 6% sisa enap cemar kertas pula ialah 13.8 N/mm². Akhir sekali, bagi 9% sisa enap cemar kertas pula, kekuatan mampatan yang dipeolehi ialah 10.6 N/mm². Data menunjukkan penurunan kekuatan mampatan konkrit apabila peratusan sisa enap cemar kertas ditambah dalam konkrit. Daripada jadual, ia boleh diperhatikan dimana kekuatan mampatan maksimum untuk konkrit 7 hari ialah 0% penggantian sisa enap cemar kertas sebagai agregat halus. Berdasarkan rajah 4.1, carta menunjukkan bahawa kekuatan konkrit menurun secara statik. Kesimpulannya, semua spesimen melepasi keperluan minimum bagi kekuatan mampatan selepas 7 hari pengawetan iaitu 10 N/mm² berdasarkan MS 523-2 :2017.

Jadual 4.1: Ujian mampatan untuk 7 hari pengawetan

Sisa Enap Cemar Kertas (%)	Keputusan (N/mm ²)			Purata (N/mm ²)
	Bacaan			
	1	2	3	
0	22.2	22.1	23.0	22.4
3	14.7	14.3	14.9	14.6
6	13.4	13.0	14.9	13.8
9	10.2	10.7	10.9	10.6



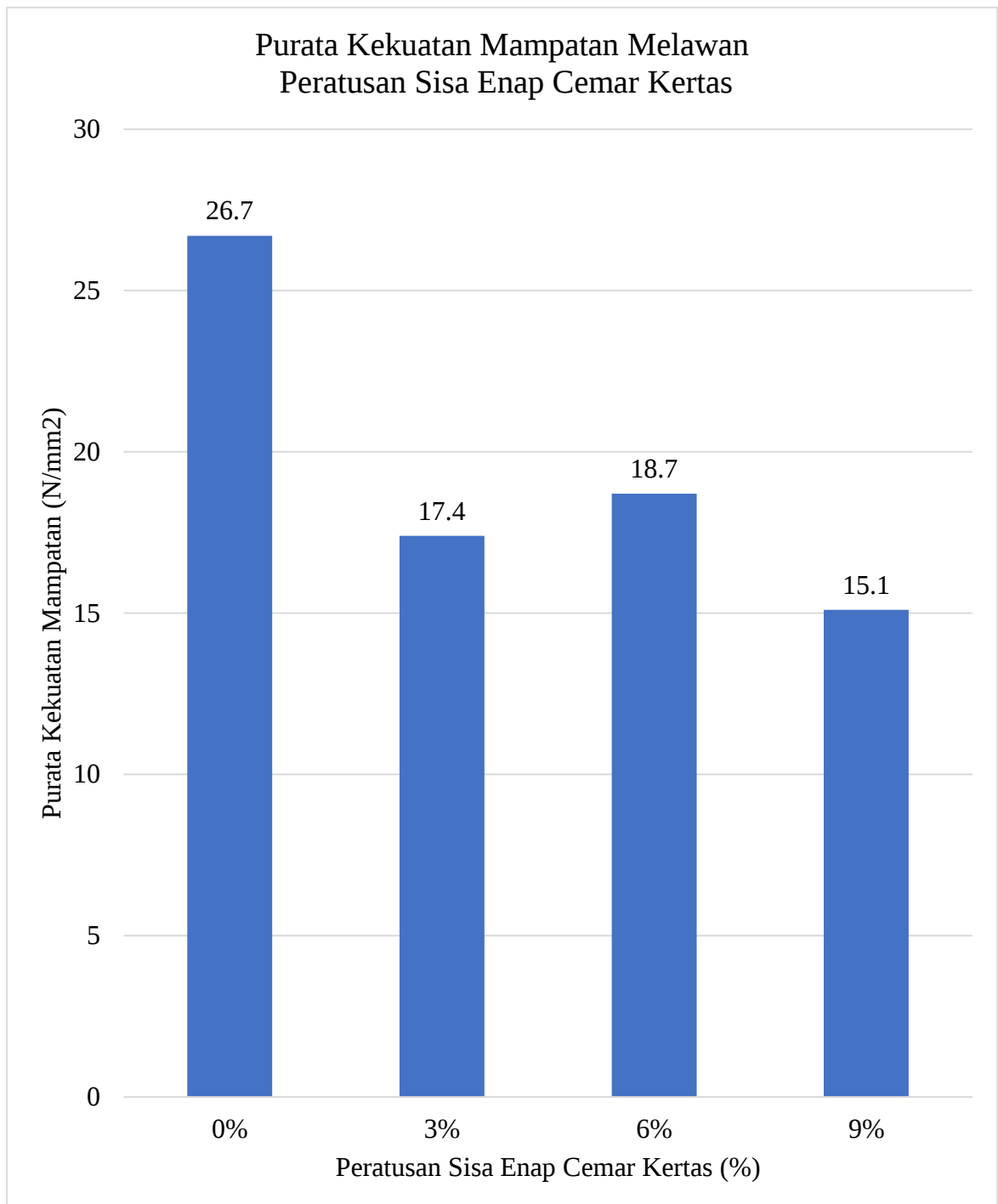
Rajah 4.1: Ujian kekuatan mampatan untuk 7 hari pengawetan

4.3 KEPUTUSAN UJIAN MAMPATAN SELEPAS 28 HARI

Jadual 4.2 menunjukkan data bagi ujian mamptan konkrit mengikut peratusan sisa enap cemar kertas yang digantikan dengan pasir dimana setiap konkrit elah diawet selama 28 hari. Bagi spesimen 0% sisa enap cemar kertas, purata kekuatan mampatan yang diperolehi ialah 26.7N/mm^2 . Apabila peratusan sisa enap cemar kertas ditambah sebanyak 3%, kekuatan mampatan konkrit menurun kepada 17.4N/mm^2 . Seterusnya, apabila peratusan sisa enap cemar ditingkatkan kepada 6%, kekuatan mampatan konkrit menaik kembali kepada 18.7 N/mm^2 . Akhir sekali, kekuatan mampatan konkrit menurun semula kepada 15.1 N/mm^2 apabila 9% sisa enap cemar kertas ditambah dalam konkrit. Berdasarkan rajah 4.2, kekuatan mampatan bagi konkrit yang diawet selama 28 hari tidak seragam kerana keuatannya menaik dan menurun apabila peratusan sisa enap cemar kertas ditingkatkan. Daripada Rajah 4.2, ianya dapat diperhatikan bahawa kekuatan maksimum yang diperolehi ialah konkrit 0% sisa enap cemar kertas dengan kekuatannya sebanyak 26.7N/mm^2 . Kesimpulannya, semua spesimen melepasi keperluan minimum bagi kekuatan mampatan selepas 28 hari pengawetan iaitu 28 N/mm^2 .

Jadual 4.2: Ujian mampatan untuk 28 hari pengawetan

Sisa Enap Cemar Kertas (%)	Keputusan (N/mm ²)			Purata (N/mm ²)
	Bacaan			
	1	2	3	
0	26.8	25.4	27.9	26.7
3	17.7	15.7	18.7	17.4
6	18.4	17.8	19.8	18.7
9	16.3	14.0	15.1	15.1



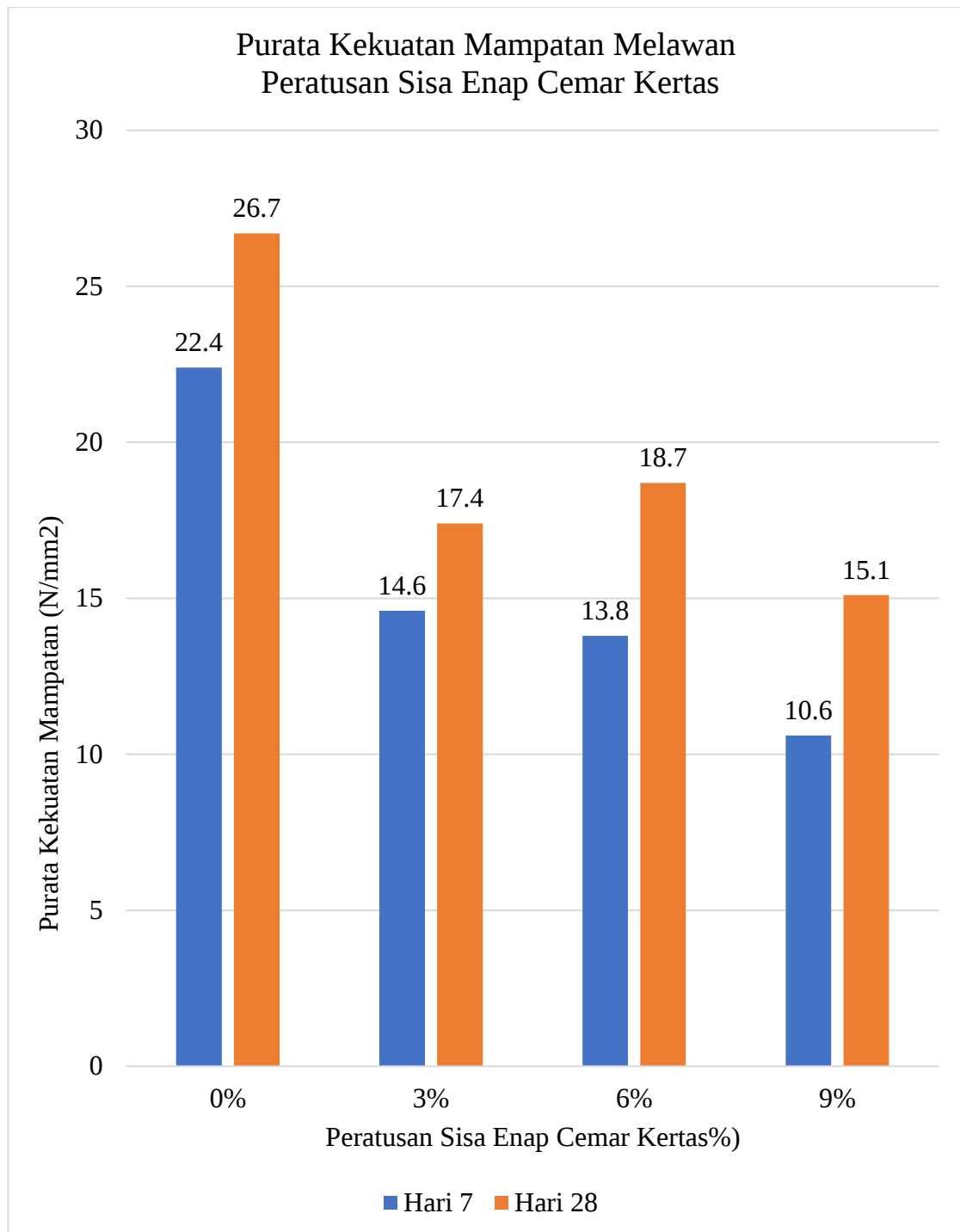
Rajah 4.2: Ujian kekuatan mampatan untuk 28 hari pengawetan

4.4 RUMUSAN KEPUTUSAN UJIAN KEKUATAN MAMPATAN

Jadual 4.3 menunjukkan kekuatan mampatan bagi setiap spesimen untuk hari 7 dan hari 28. Berdasarkan Rajah 4.3, graf menunjukkan kekuatan mampatan bagi setiap peratusan sisa enap cemar bagi hari ke-7 dan hari ke-28. Bagi spesimen 0%, kekuatan mampatan meningkat dari hari 7 ke hari 28 sebanyak 4.3 N/mm². Seterusnya, bagi spesimen 3% pula kekuatan mampatan juga meningkat dari hari 7 ke hari 28 sebanyak 2.8 N/mm². Selain itu, bagi spesimen 6%, kekuatan mampatan meningkat sebanyak 4.9 N/mm² dari hari 7 ke hari 28. Akhir sekali, untuk spesimen 9%, kekuatan mampatan dari hari 7 ke hari 28 juga meningkat sebanyak 4.5 N/mm². Secara ringkasnya, semua kekuatan mampatan bagi setiap spesimen meningkat dari hari 7 ke hari 28 dan melepasi kekuatan minimum yang diperlukan iaitu 15N/mm².

Jadual 4.3: Rumusan keputusan ujian mampatan

Sisa enap cemar kertas(%)	Purata Kekuatan Mampatan (N/mm²)	
	Hari-7	Hari-28
0	22.4	26.7
3	14.6	17.4
6	13.8	18.7
9	10.6	15.1



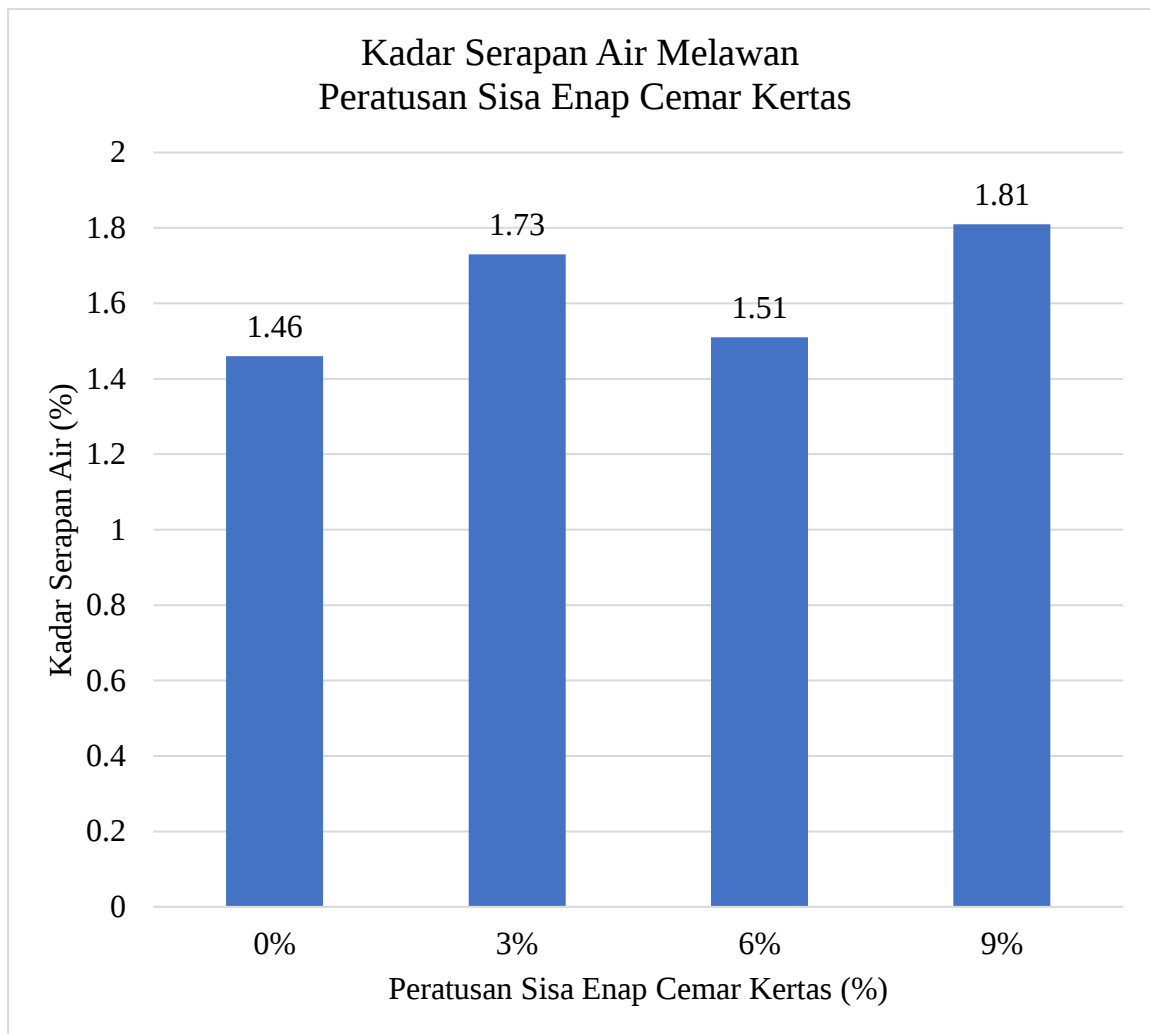
Rajah 4.3: Perbandingan kekuatan mampatan mengikut bilangan hari pengawetan

4.5 KEPUTUSAN UJIAN SERAPAN AIR SELEPAS 28 HARI

Jadual 4.4 menunjukkan keputusan bagi ujian serapan air bagi spesimen yang telah diawet selama 28 hari. Bagi spesimen 0% sisa enap cemar kertas, kadar serapan air yang diperoleh ialah 1.46% dengan jisim basah 6.97kg dan jisim kering 6.87kg. Apabila peratusan sisa enap cemar kertas meningkat sebanyak 3%, kadar serapan air juga meningkat kepada 1.73% dimana jisim basahnya 7.04kg dan jisim keringnya 6.92kg. Seterusnya untuk spesimen 6% sisa enap cemar kertas, kadar serapan air menurun semula kepada 1.51% dengan jisim basahnya 6.73kg dan jisim keringnya 6.63kg. Akhir sekali, apabila peratusan sisa enap cemar ditambah kepada 9%, kadar serapan air meningkat semula kepada 1.81% dengan jisim basahnya 6.74kg dan jisim keringnya 6.62kg. Berdasarkan Rajah 4.4, ianya dapat diperhatikan bahawa kadar serapan air bagi spesimen konkrit yang diawet selama 28 hari adalah tidak seragam kerana nilainya menaik dan menurun apabila peratusan sisa enap cemar kertas meningkat. Nilai maksimum yang diperoleh bagi kadar serapan air ialah spesimen 9% sisa enap cemar kertas dengan kadarnya sebanyak 1.81%. Secara kesimpulannya, semua spesimen tidak melebihi 3% bagi kadar serapan air dimana ianya boleh dikategorikan sebagai penyerapan air rendah.

Jadual 4.4: Ujian serapan air untuk 28 hari pengawetan

Sisa Enap Cemar Kertas (%)	Jisim(kg)		Kadar Serapan Air (%)
	Basah	Kering	
0	6.97	6.87	1.46
3	7.04	6.92	1.73
6	6.73	6.63	1.51
9	6.74	6.62	1.81



Rajah 4.4: Keputusan ujian serapan air

4.6 RUMUSAN

Secara ringkasnya, semua data bagi ujian kekuatan mampatan dan ujian serapan air telah diperolehi dimana kedua-dua ujian ini telah dilakukan di Makmal Konkrit dan Makmal Geoteknikal Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah. Data ini dikumpul berdasarkan objektif kajian ini iaitu untuk menentukan kekuatan mampatan serta kadar serapan air apabila sebahagian pasir digantikan dengan sisa enap cemar kertas dalam konkrit.

BAB 5

KESIMPULAN DAN CADANGAN

5.1 PENDAHULUAN

Topik ini akan meninjau kajian yang telah dilakukan dan maklumat yang telah dibentangkan dalam bab 4. Kajian ini memfokuskan kepada penggunaan sisa enap cemar kertas sebagai pengganti sebahagian pasir dalam konkrit. Selain itu, bab ini akan membincangkan hasil projek dan menentukan sama ada sisa enap cemar kertas sesuai untuk digunakan dalam sektor pembinaan. Selepas analisis dan perbincangan dalam bab 4, bahagian ini akan membincangkan cadangan yang boleh diketengahkan berkaitan dengan kajian ini.

5.2 KESIMPULAN

Sebagai kesimpulannya, berdasarkan kajian ini, objektif dimana untuk membandingkan kekuatan mampatan serta kadar serapan air bagi konkrit tradisional serta konkrit yang mempunyai sisa enap cemar kertas telah tercapai. Kekuatan mampatan tertinggi bagi konkrit yang mengandungi sisa enap cemar kertas ialah spesimen 6% dengan kekuatannya sebanyak 18.7N/mm^2 . Bagi kadar serapan air pula, spesimen 6% mempunyai kadar serapan air yang paling rendah iaitu 1.51%. Walau bagaimanapun, konkrit tradisional adalah lebih baik daripada konkrit yang mengandungi sisa enap cemar kertas dimana kekuatan mampatannya ialah 26.7N/mm^2 dan kadar serapan airnya pula ialah 1.46%. Dalam kajian ini, kelebihan yang diperolehi ialah dapat menghasilkan bahan binaan berasaskan teknologi hijau kerana menggunakan semula bahan buangan daripada kilang iaitu sisa enap cemar kertas. Hal ini dapat mengurangkan aktiviti pelupusan sisa sekali gus menjaga kelestarian alam sekitar.

5.3 CADANGAN

Setelah selesai melakukan kajian ini, beberapa cadangan boleh diketengahkan sekiranya kajian mengenai sisa enap cemar diteruskan pada masa akan datang. Pertama, menggunakan bahan penambah dalam penghasilan konkrit sisa enap cemar kertas untuk mendapatkan keputusan kekuatan mampatan yang maksima. Selain itu, diharapkan juga pengkaji seterusnya mengkaji kesan terhadap alam sekitar sekiranya konkrit berasaskan sisa enap cemar dihasilkan.

RUJUKAN

- Abdullah, R., Ishak, C. F., Kadir, W. R., & Bakar, R. A. (2015). *Characterization and Feasibility Assessment of Recycled Paper Mill Sludges for Land Application in Relation to the Environment*. Int J Environ Res Public Health.
- Ahmad, S., Kaleem, M. M., Zahid, M. B., & Usman, M. (2017). *Use of Paper Industry Waste (Hypo Sludge) in Design Mix Concrete*. Lahore: International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT).
- Ahmad, S., Malik, M. I., Wani, M. B., & Ahmad, R. (2013). *Study of Concrete Involving Use of Waste Paper Sludge Ash as Partial Replacement of Cement*. Kashmir: IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN).
- Dinh, H. L., Liu, J., Ong, D. E., & Doh, J. H. (2022). *A Sustainable Solution To Excessive River Sand Mining By Utilizing By-Products In Concrete Manufacturing: A State-Of-The-Art Review*. Griffith: Elsevier Ltd.
- Fauzi, M. A., Nor, N. M., Arshad, M. F., & Latif, M. F. (2019). *The Properties Of Wastepaper Sludge Ash And Its Generic Applications*. Journal of Physics Conference Series 1349(1):012087.
- Frías, M., Vegas, I., Villa, R. V., & Giménez, R. G. (2011). *Recycling of Waste Paper Sludge in Cements: Characterization and Behavior of New Eco-Efficient Matrices*. DOI:10.5772/20850.
- Gallardo, R., Mary, A. Q., & Adajar, M. A. (2006). *Structural Performance Of Concrete With Paper Sludge As Fine Aggregates Partial Replacement Enhanced With Admixtures*. : International Symposium on Environmental Engineering.
- Pitroda, D. J. (2015). *Gainful Utilization of Fly Ash and Hypo Sludge in Concrete*. International Journal of Constructive Research in Civil Engineering (IJCRCE).
- Pitroda, D. J., Zala, L. B., & Umrigar, F. S. (2013). *Durability of concrete with Partial Replacement of Cement by Paper Industry Waste (Hypo Sludge)*. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE) .

- Rathore, V., & Rawat, A. (2019). *Effective Utilization Of Electronic Waste In Concrete Mixture As A Partial Replacement To Coarse Aggregates*. Bhopal: AIP Publishing.
- Refaie, F. A., Elmi Hilmy, M. T., & Bahaa, T. (2010). *Flexural Strength Of Concrete Beams With Recycled Concrete Aggregates*. Journal of Engineering and Applied Science.
- Tantawi, H. M. (2015). *Introduction to Concrete Technology*. Tabouk: Department of Civil Engineering, Fahad Bin Sultan University.
- Wani, S. B., Muntazari, T. H., & Rafique, N. (2021). *Study On Concrete Proportioning Methods: A Qualitative And Economical Perspective*. Kashmir: Challenge Journal of Concrete Research Letters 12(1):20-29.

LAMPIRAN 1

DATA KASAR UJIAN

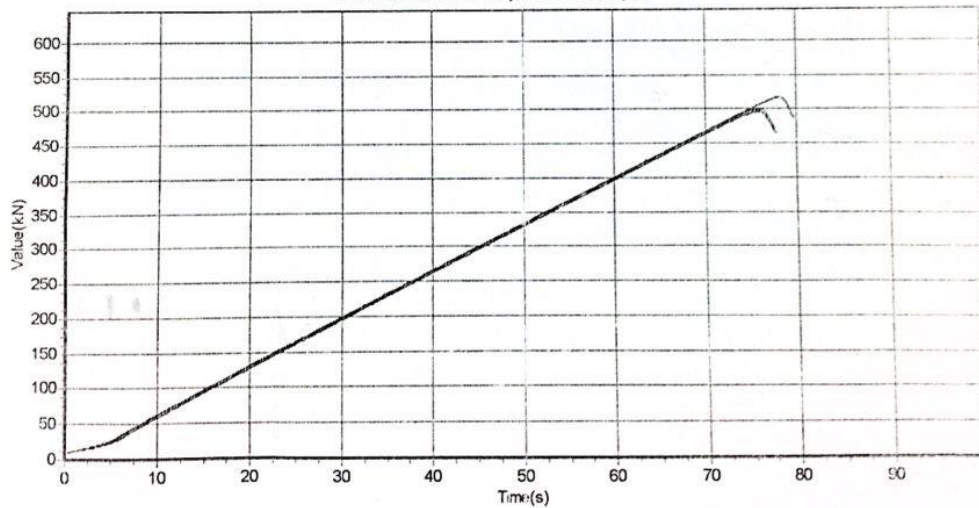
Concrete Compress Report

Test Num : 91

Test Date : 2024-03-05

sufi	FYP 2	AVG WGT	6.93kg				
day	7	CONTROL	0%				
		K1	6.86KG				
		K2	6.97KG				
		K3	6.95KG				
Specification(mm*mm*mm)	150.0*150.0*150.0	Strength level	C15				
Area(mm*mm)	Days	1	2	3	Value(kN)	Strength(MPa)	
150.0*150.0	7	Press	Strength	Press	Strength	504.43	22.4
		500.29	22.2	496.39	22.1		

Concrete CompressGraph



Remark	
Principal	Auditing
Tester : Admin	Print Date : 2024-03-05

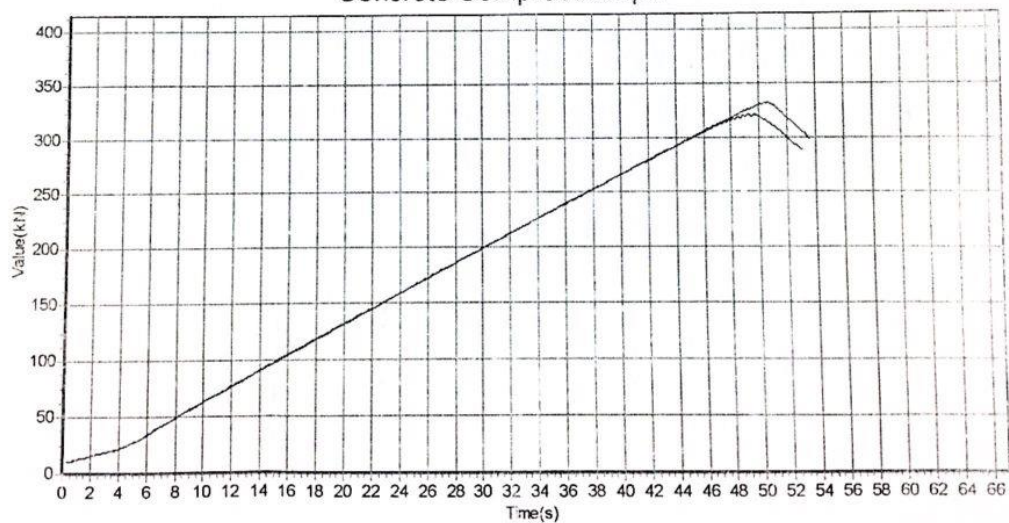
Concrete Compress Report

Test Num : 94

Test Date : 2024-03-11

sufi	FYP 2	AVG WGT	6.79KG						
day	7	WPS	3%						
		K1	6.71KG						
		K2	6.77KG						
		K3	6.89KG						
Specification(mm*mm*mm)	150.0*150.0*150.0	Strength level	C15						
Area(mm*mm)	Days	1	2	3	Value(kN)	Strength(MPa)			
150.0*150.0	7	Press	Strength	Press	Strength	Press	Strength	328.41 329.6	14.5 14.6
		331.78	14.7	321.04	14.3	335.98	14.9		

Concrete CompressGraph



Remark

Principal

Auditing

Tester : Admin

Print Date : 2024-03-11

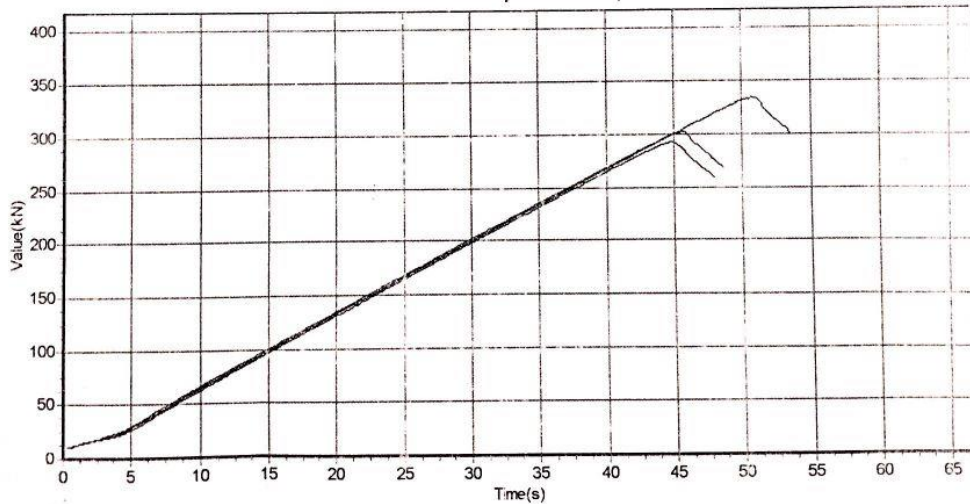
Concrete Compress Report

Test Num : 95

Test Date : 2024-03-11

SUFI	FYP 2		AVG WGT		6.86KG				
day	7		WPS		6%				
			K1		6.84KG				
			K2		6.81KG				
			K3		6.94KG				
Specification(mm*mm*mm)	150.0*150.0*150.0		Strength level		C15				
Area(mm*mm)	Days	1		2		3		Value(kN)	Strength(MPa)
150.0*150.0	7	Press	Strength	Press	Strength	Press	Strength	309.89	13.8
		302.33	13.4	292.67	13.0	334.68	14.9		

Concrete CompressGraph



Remark	
Principal	Auditing
Tester : Admin	Print Date : 2024-03-11

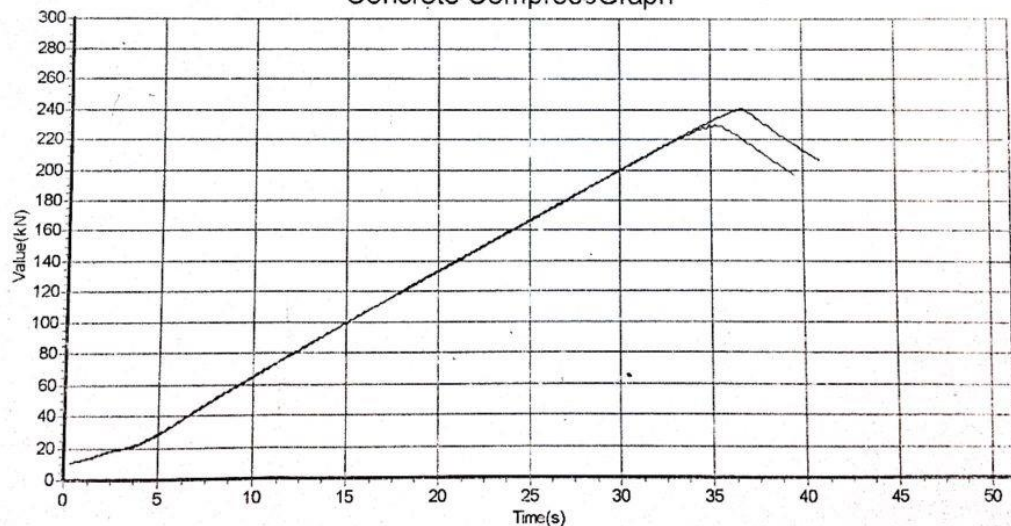
Concrete Compress Report

Test Num : 98

Test Date : 2024-03-15

SUFI		FYP 2		AVG WGT		6.73KG			
day		7		WPS		9%			
				K1		6.79KG			
				K2		6.69KG			
				K3		6.72KG			
Specification(mm*mm*mm)		150.0*150.0*150.0		Strength level		C15			
Area(mm*mm)	Days	1		2		3		Value(kN)	Strength(MPa)
150.0*150.0	7	Press	Strength	Press	Strength	Press	Strength	238.50	10.6
		229.98	10.2	240.21	10.7	245.32	10.9	235.09	10.4

Concrete CompressGraph



Remark

Principal

Auditing

Tester :

Admin

Print Date :

2024-03-15

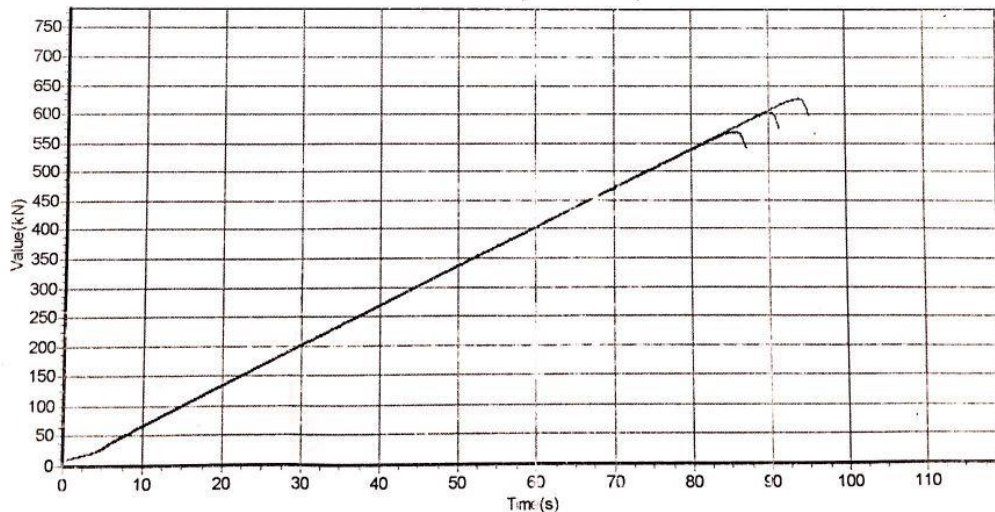
Concrete Compress Report

Test Num : 101

Test Date : 2024-03-25

MEGAT		FYP 2		AVG WGT		7.04KG			
day		28		CONTROL		0%			
				CUBE 1		6.98KG			
				CUBE 2		6.98KG			
				CUBE 3		7.15KG			
Specification(mm*mm*mm)		150.0*150.0*150.0		Strength level		C15			
Area(mm*mm)	Days	1		2		3		Value(kN)	Strength(MPa)
150.0*150.0	28	Press	Strength	Press	Strength	Press	Strength	603.52	26.7
		603.54	26.8	570.46	25.4	627.56	27.9		

Concrete CompressGraph



Remark	
Principal	Auditing
Tester : <u>Admin</u>	Print Date : <u>2024-03-25</u>

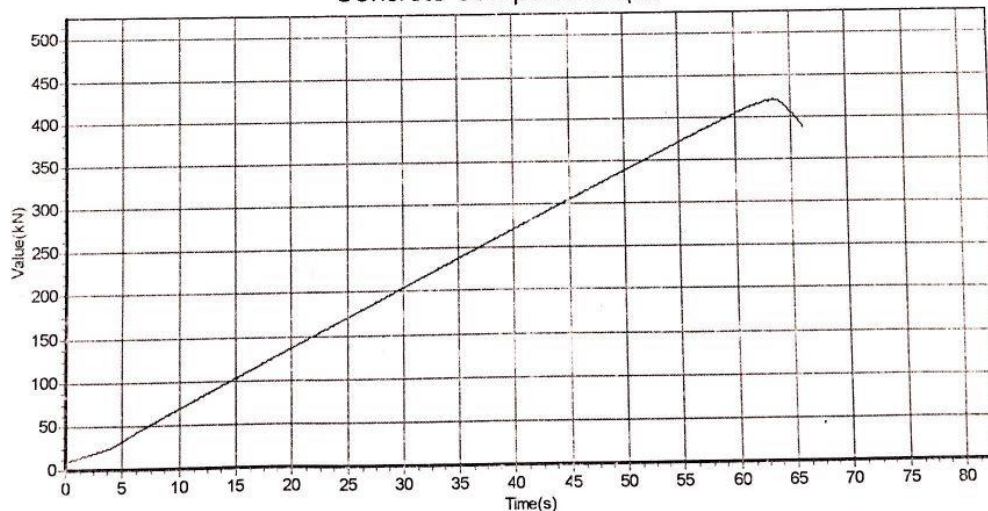
Concrete Compress Report

Test Num : 102

Test Date : 2024-03-29

MEGAT	FYP 2	AVG WGT	6.84KG				
day	28	WPS	3%				
		CUBE 1	6.84KG				
		CUBE 2	6.72KG				
		CUBE 3	6.95KG				
Specification(mm*mm*mm)	150.0*150.0*150.0	Strength level	C15				
Area(mm*mm)	Days	1	2	3	Value(kN)	Strength(MPa)	
150.0*150.0	28	Press	Strength	Press	Strength	Press	Strength
		421.03	18.7	-	-	421.03	18.7
		398.46	17.7	352.76	15.7	421.03	18.7
					390.75	17.4	

Concrete CompressGraph



Remark	
Principal	Auditing
Tester : Admin	Print Date : 2024-03-29

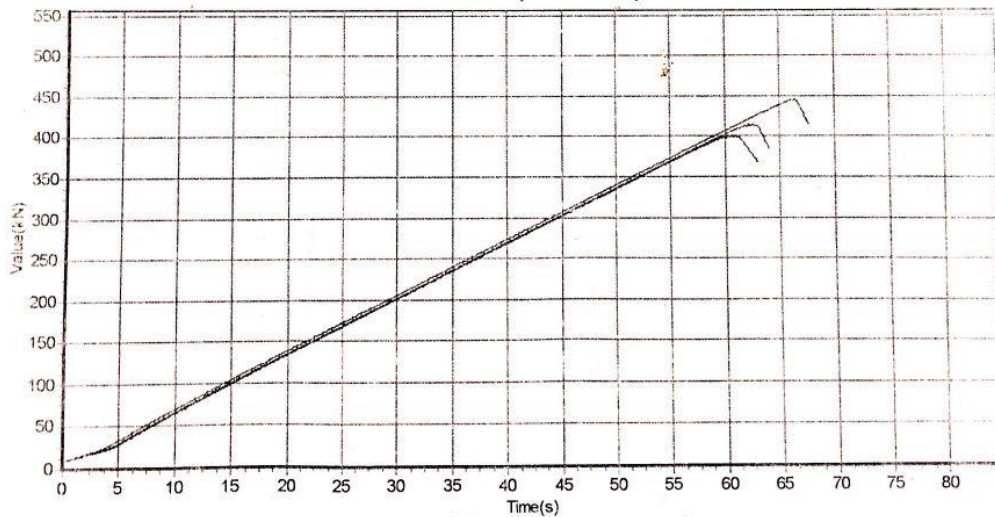
Concrete Compress Report

Test Num : 103

Test Date : 2024-04-01

MEGAT		FYP 2				AVG WGT		7.04KG	
day		28				WPS		6%	
						CUBE 1		6.98KG	
						CUBE 2		6.98KG	
						CUBE 3		7.15KG	
Specification(mm*mm*mm)		150.0*150.0*150.0				Strength level		C15	
Area(mm*mm)	Days	1		2		3		Value(kN)	Strength(MPa)
150.0*150.0	28	Press	Strength	Press	Strength	Press	Strength	420.49	18.7
		414.73	18.4	401.50	17.8	445.23	19.8		

Concrete CompressGraph



Remark	
Principal	Auditing
Tester : Admin	Print Date : 2024-04-01

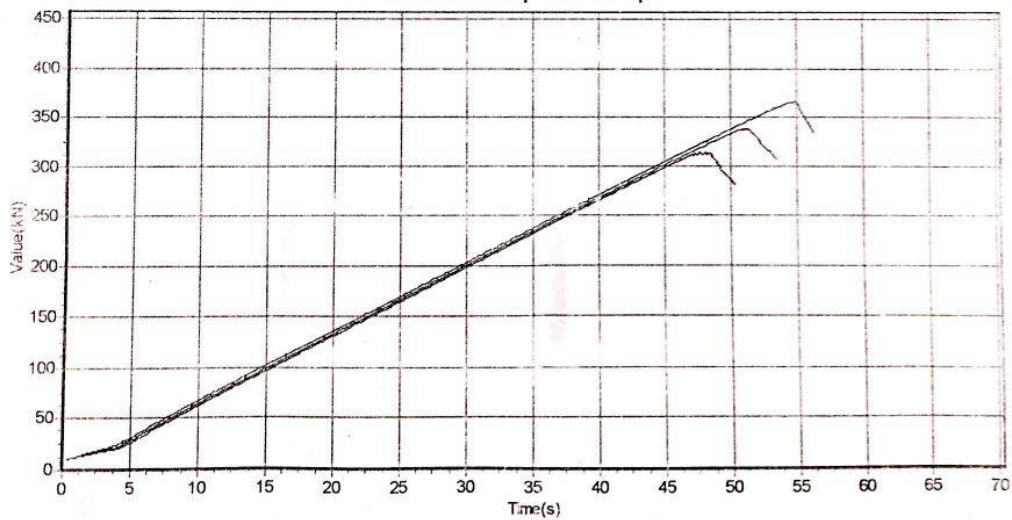
Concrete Compress Report

Test Num : 104

Test Date : 2024-04-05

MEGAT		FYP 2		AVG WGT		6.73KG			
day		28		WPS		9%			
				CUBE 1		6.73KG			
				CUBE 2		6.60KG			
				CUBE 3		6.87KG			
Specification(mm*mm*mm)		150.0*150.0*150.0		Strength level		C15			
Area(mm*mm)	Days	1		2		3		Value(kN)	Strength(MPa)
150.0*150.0	28	Press	Strength	Press	Strength	Press	Strength	339.65	15.1
		365.96	16.3	314.23	14.0	338.77	15.1		

Concrete CompressGraph



Remark

Principal

Auditing

Tester : Admin

Print Date : 2024-04-05

LAMPIRAN 2

GANTT CHART PROJEK AKHIR 1

Aktiviti	Minggu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Penetapan Tajuk Projek															
Draf Laporan Bab 1-2															
Pembentangan Progres															
Draf Laporan Bab 1-3															
Pembentangan Akhir															
Menyiapkan Laporan Bab 1-3 dan Buku Log															

Kerja yang dirancang	
Kerja sebenar	

LAMPIRAN 3

GANTT CHART PROJEK AKHIR 2

Aktiviti	Minggu													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Penyediaan Bahan														
Penyediaan Sampel Kajian (Menuang Konkrit)														
Ujian Konkrit														
Pembentangan Progres														
Menganalisis Data Ujian														
Pembentangan Akhir														

Kerja yang dirancang	
Kerja sebenar	